



등록특허 10-2756335



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월16일
(11) 등록번호 10-2756335
(24) 등록일자 2025년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 9/06 (2006.01) H04R 1/10 (2006.01)
H04R 15/00 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)
H04R 19/01 (2006.01) H04R 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04R 9/06 (2013.01)
H04R 1/1008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7009563
(22) 출원일자(국제) 2016년09월14일
심사청구일자 2021년09월14일
(85) 번역문제출일자 2018년04월04일
(65) 공개번호 10-2018-0052663
(43) 공개일자 2018년05월18일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2016/055472
(87) 국제공개번호 WO 2017/046716
국제공개일자 2017년03월23일
(30) 우선권주장
712255 2015년09월14일 뉴질랜드(NZ)
712256 2015년09월14일 뉴질랜드(NZ)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013201484 A*
JP58063294 A*
KR1020080037094 A*
US20060198541 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
윙 어쿠스틱스 리미티드
뉴질랜드 1025 오클랜드 아만데일 애비뉴 14
(72) 발명자
팔머 데이비드
뉴질랜드 1061 오클랜드 오네호가 몰 446
팔머 마이클
뉴질랜드 1025 오클랜드 아만데일 애비뉴 14
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 28 항

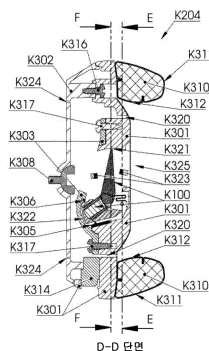
심사관 : 양정미

(54) 발명의 명칭 오디오 트랜스듀서의 개선 또는 그와 관련된 개선

(57) 요약

본 발명은 스피커, 마이크로폰 등과 같은 오디오 트랜스듀서에 관한 것이고, 오디오 트랜스듀서 진동판 구조 및 어셈블리, 오디오 트랜스듀서 장착 시스템, 오디오 트랜스듀서 진동판 서스펜션 시스템, 이들을 포함한 개인용 오디오 디바이스 및 이들의 조합에 있어서 또는 그에 관하여 향상을 포함한다. 본 발명의 실시예는 선형 동작 및 (뒷면에 계속)

대표도 - 도60d



회전 동작 트랜스듀서를 포함한다. 두 가지 유형의 트랜스듀서 모두에 대해, 강성 및 복합 진동판 구성 및 지지되지 않는 진동판 주변 설계가 설명된다. 인클로저 또는 배플과 같은 하우징에 트랜스듀서를 장착하기 위한 시스템 및 방법이 또한 기재되어 있다. 또한, 강성 접촉 힌지 시스템 및 가요성 힌지 시스템을 포함하는 힌지 시스템이 또한 다양한 회전 동작 트랜스듀서 실시예에 대해 개시되어 있다. 예를 들어, 헤드폰, 이어폰 등과 같은 개인용 오디오 디바이스를 포함하는 오디오 트랜스듀서 실시예에 대해 다양한 애플리케이션 및 구현 예가 설명되고 예상된다.

(52) CPC특허분류

H04R 1/1075 (2013.01)

H04R 15/00 (2013.01)

H04R 17/00 (2013.01)

H04R 19/013 (2013.01)

H04R 9/025 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오디오 트랜스듀서 진동판에 있어서,

코어 재료와 한 쌍의 대향하는 주요 면(major face)을 갖는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체는 적어도 상기 진동판의 질량 중심 영역에서 또는 이에 인접한 곳에서 실질적으로 두꺼운 것임 -,

상기 진동판 몸체에 결합되는 수직 응력 강화부 - 상기 수직 응력 강화부는 동작 중에 상기 진동판 몸체의 주요 면에서 또는 이에 인접한 곳에서 경험되는 압축-인장 응력(compression-tension stress)들을 견디기 위해 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면 상에 또는 이에 인접하게 결합됨 -, 및

상기 진동판 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 진동판 몸체에 의해 경험되는 전단 변형(shear deformation)을 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대한 각도로 배향된, 상기 코어 재료와 분리된 적어도 하나의 내부 강화 부재 - 각각의 내부 강화 부재의 두 개의 대향하는 측 중 어느 하나의 측은 상기 수직 응력 강화부 및 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면의 각 면에 인접하여 연장됨 -

를 포함하는 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진동판 몸체는, 상기 질량 중심 영역에서의 또는 이에 인접한 곳에서의 단위 면적당 질량에 비해 상기 진동판 몸체의 주요 면의 단위 면적당 상대적으로 더 낮은 질량을, 상기 질량 중심 영역에서 먼 상기 진동판의 주변(peripheral) 영역 중 하나 이상에서 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수직 응력 강화부는 상기 질량 중심 영역에서의 또는 이에 인접한 상기 수직 응력 강화부의 질량에 비해 더 낮은 질량을 상기 진동판의 주변 영역 중 하나 이상에서 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 4

제1항에 있어서,

각각의 내부 강화 부재는 상기 진동판 몸체의 한 쌍의 대향하는 주요 면 내에 그리고 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면 사이에 내장되고, 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면에 실질적으로 직교하여 연장되는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수직 응력 강화부는 상기 진동판의 각각의 주요 면 상에 또는 이에 인접하여 결합된 수직 응력 강화 판을 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 6

제5항에 있어서,

각각의 수직 응력 강화 판은 상기 진동판의 질량 중심 영역에서 먼 상기 진동판의 하나 이상의 주변 영역에서 하나 이상의 리세스를 갖는 실질적으로 솔리드한 판(solid plate)으로 이루어진 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 하나 이상의 리세스는 집합적으로 상기 각각의 주요 면의 총 표면적의 적어도 10 퍼센트를 구성하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 8

제5항에 있어서,

각각의 수직 응력 강화 판은 복수의 긴 버팀대(elongate strut)를 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 긴 버팀대는 상호연결된 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 10

제5항에 있어서,

각각의 수직 응력 강화 판은, 상기 진동판의 질량 중심 영역으로부터, 상기 질량 중심 영역에서 먼 하나 이상의 주변 영역으로 연장되는 방향에서, 다른 방향들에 걸친 강성도(stiffness)에 비해 더 높은 강성도를 갖는, 이방성 재료로 형성되는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 복수의 긴 버팀대는 섬유 복합재를 포함하는 이방성 재료로 형성되고, 상기 섬유는 각 버팀대를 통해 실질적으로 단방향 배향으로 놓이고, 상기 섬유는 관련된 버팀대의 세로 축(longitudinal axis)과 실질적으로 동일한 배향으로 놓이는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 진동판 몸체는 상기 진동판 몸체의 최대 길이의 적어도 11%인 최대 두께를 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 13

제1항에 있어서,

각각의 내부 강화 부재는 상기 진동판의 질량 중심 영역으로부터, 상기 질량 중심 영역에서 가장 먼 하나 이상의 주변 영역으로 연장되는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 14

제1항에 있어서,

각각의 내부 강화 부재는 상기 진동판 몸체의 관상 면(coronal plane)에 실질적으로 직교하는 방향, 또는 상기 진동판 몸체의 세로 축에 실질적으로 평행한 방향, 또는 양 방향을 따라 상기 진동판 몸체 내에서 연장되는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 진동판 몸체의 폭에 걸쳐 이격된 복수의 내부 강화 부재를 포함하는, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 16

제1항에 있어서,

각각의 내부 강화 부재는 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면 내에 그리고 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면 사이에 완전히 내장되는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 수직 응력 강화부 및 상기 적어도 하나의 내부 강화 부재와 격리된 상기 진동판 몸체는 20kg/m^3 미만의 밀도를 갖는 것인, 오디오 트랜스듀서 진동판.

청구항 18

오디오 트랜스듀서에 있어서,

진동판 - 상기 진동판은,

코어 재료와 한 쌍의 대향하는 주요 면을 갖는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체는 적어도 상기 진동판의 질량 중심 영역에서 또는 이에 인접한 곳에서 실질적으로 두꺼운 것임 -,

상기 진동판 몸체에 결합되는 수직 응력 강화부 - 상기 수직 응력 강화부는 동작 중에 상기 진동판 몸체의 주요 면에서 또는 이에 인접한 곳에서 경험되는 압축-인장 응력들을 견디기 위해 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면 상에 또는 이에 인접하게 결합됨 -, 및

상기 진동판 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 진동판 몸체에 의해 경험되는 전단 변형을 견디고/견디거나 실질적으로 완화시키기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대한 각도로 배향된, 상기 코어 재료와 분리된 적어도 하나의 내부 강화 부재 - 각각의 내부 강화 부재의 두 개의 대향하는 측 중 어느 하나의 측은 상기 수직 응력 강화부 및 상기 한 쌍의 대향하는 주요 면의 각 면에 인접하여 연장됨 -

를 포함함 -;

상기 진동판에 동작가능하게 결합되고 상기 진동판의 움직임과 연관되어 동작하는 트랜스듀싱(transducing) 메커니즘; 및

상기 진동판의 외주부에 인접하여 연장되고 상기 외주부를 밀폐식으로 둘러싸는 서라운드(surround)

를 포함하고, 상기 진동판의 외주부는 상기 서라운드와의 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함하는 것인 오디오 트랜스듀서.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 진동판을 내부 또는 그 사이에 수용하기 위한 하우징을 포함하고, 상기 진동판의 외주부는 상기 하우징의 내부와의 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함하는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 외주부는, 상기 하나 이상의 주변 영역이 상기 외주부의 총 길이 또는 둘레의 적어도 50%를 구성하도록, 상기 하우징의 내부와의 물리적 연결이 없는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 진동판은 상기 트랜스듀싱 메커니즘의 동작 중에 회전 축을 중심으로 회전가능한 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 트랜스듀싱 메커니즘은 상기 진동판에 근접하고 견고하게 결합된 힘 전달 컴포넌트를 포함하고, 상기 힘 전달 컴포넌트와 상기 진동판 몸체 사이의 최단 거리는 상기 진동판 몸체의 최대 치수의 35% 미만인 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 23

제18항에 있어서,

상기 진동판을 내부 또는 그 사이에 수용하기 위한 하우징, 및

상기 진동판과 상기 오디오 트랜스듀서의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치되어 상기 진동판과 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하는 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 포함하고,

각각의 분리 장착 시스템은 상기 오디오 트랜스듀서의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로(flexibly) 장착하는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 24

제18항에 있어서,

상기 진동판의 각각의 내부 강화 부재는 상기 진동판의 질량 중심 영역으로부터, 상기 질량 중심 영역에서 가장 먼 하나 이상의 주변 영역으로 연장되는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 25

제18항에 있어서,

상기 진동판의 각각의 내부 강화 부재는 상기 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 직교하는 방향, 또는 상기 진동판 몸체의 세로축에 실질적으로 평행한 방향, 또는 양 방향을 따라 상기 진동판 몸체 내에서 연장되는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 26

제18항에 있어서,

상기 진동판의 각각의 내부 강화 부재는 상기 한 쌍의 대향하는 주요면 내에 그리고 상기 한 쌍의 대향하는 주요면 사이에 완전히 내장되는 것인, 오디오 트랜스듀서.

청구항 27

오디오 트랜스듀서의 진동판을 제조하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 내부 강화 부재가 진동판 몸체의 적어도 하나의 주요면에 대한 각도로 배향되도록, 상기 적어도 하나의 내부 강화 부재를 상기 진동판 몸체의 코어 재료 내에 내장시키는 단계 - 상기 진동판 몸체는 적어도 상기 진동판의 질량 중심 영역에서 또는 이에 인접한 곳에서 실질적으로 두꺼운 것임 - ; 및

각각의 내부 강화 부재의 두 개의 대향하는 측 중 어느 하나의 측이 수직 응력 강화부 및 상기 진동판 몸체의 한 쌍의 대향하는 주요면의 각면에 인접하여 연장되도록, 상기 수직 응력 강화부를 상기 진동판 몸체의 상기 한 쌍의 대향하는 주요면 상에서 또는 이에 인접한 곳에서 상기 진동판 몸체에 결합시키는 단계

를 포함하는 오디오 트랜스듀서의 진동판을 제조하는 방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 수직 응력 강화부를 상기 진동판 몸체의 상기 한 쌍의 대향하는 주요면 상에서 또는 이에 인접한 곳에서 상기 진동판 몸체에 결합시키는 단계는, 적어도 하나의 내부 강화 부재를 진동판 몸체의 코어 재료 내에 내장시

키는 단계 후에 수행되는 것인, 오디오 트랜스듀서의 진동판을 제조하는 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

삭제

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

청구항 122

삭제

청구항 123

삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

청구항 126

삭제

청구항 127

삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

삭제

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

청구항 140

삭제

청구항 141

삭제

청구항 142

삭제

청구항 143

삭제

청구항 144

삭제

청구항 145

삭제

청구항 146

삭제

청구항 147

삭제

청구항 148

삭제

청구항 149

삭제

청구항 150

삭제

청구항 151

삭제

청구항 152

삭제

청구항 153

삭제

청구항 154

삭제

청구항 155

삭제

청구항 156

삭제

청구항 157

삭제

청구항 158

삭제

청구항 159

삭제

청구항 160

삭제

청구항 161

삭제

청구항 162

삭제

청구항 163

삭제

청구항 164

삭제

청구항 165

삭제

청구항 166

삭제

청구항 167

삭제

청구항 168

삭제

청구항 169

삭제

청구항 170

삭제

청구항 171

삭제

청구항 172

삭제

청구항 173

삭제

청구항 174

삭제

청구항 175

삭제

청구항 176

삭제

청구항 177

삭제

청구항 178

삭제

청구항 179

삭제

청구항 180

삭제

청구항 181

삭제

청구항 182

삭제

청구항 183

삭제

청구항 184

삭제

청구항 185

삭제

청구항 186

삭제

청구항 187

삭제

청구항 188

삭제

청구항 189

삭제

청구항 190

삭제

청구항 191

삭제

청구항 192

삭제

청구항 193

삭제

청구항 194

삭제

청구항 195

삭제

청구항 196

삭제

청구항 197

삭제

청구항 198

삭제

청구항 199

삭제

청구항 200

삭제

청구항 201

삭제

청구항 202

삭제

청구항 203

삭제

청구항 204

삭제

청구항 205

삭제

청구항 206

삭제

청구항 207

삭제

청구항 208

삭제

청구항 209

삭제

청구항 210

삭제

청구항 211

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스피커, 마이크로폰 등과 같은 오디오 트랜스듀서 기술에 관한 것이고, 오디오 트랜스듀서 진동판 구조 및 어셈블리, 오디오 트랜스듀서 장착 시스템; 오디오 트랜스듀서 진동판 서스펜션 시스템 및/또는 이를 포함하는 개인용 오디오 디바이스의 개선 또는 그와 관련된 개선을 포함한다.

배경 기술

[0002] 스피커 드라이버는 전자기, 정전기, 압전기 또는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 이동 가능한 어셈블리일 수 있는 동작 메커니즘을 사용하여 진동판을 진동시킴으로써 사운드를 발생시키는 오디오 트랜스듀서의 일 유형이다. 드라이버는 일반적으로 하우징 내에 포함된다. 종래의 드라이버에서, 진동판은 단단한 하우징에 결합된 가요성 막 컴포넌트이다. 따라서 스피커 드라이버는 동작 중에 특정 주파수에서 진동판이 원하지 않는 기계적 공진(진동판 파열(diaphragm breakup)이라고도 함)이 가능한 공진 시스템을 형성한다. 이것은 드라이버 성능에 영향을 미친다.

[0003] 종래의 스피커 드라이버의 예가 도 57a 및 도 57b에 도시되어 있다. 드라이버는 진동판 서스펜션 시스템에 의해 트랜스듀서 베이스 구조에 장착된 진동판 어셈블리를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조는 바스켓(J113), 자석(J116), 상부 폴 피스(J118) 및 T-요크(J117)를 포함한다. 진동판 어셈블리는 박막 진동판, 코일 형성기(J114) 및 코일 권선(J115)을 포함한다. 진동판은 원추형(cone)(J101) 및 캡(J120)을 포함한다. 진동판 서스펜션 시스템은 가요성 고무 서라운드(J105) 및 스파이더(J119)를 포함한다. 트랜스듀싱 메커니즘(transducing mechanism)은 자기 회로 내에 유지된 코일 권선인 힘 발생 컴포넌트를 포함한다. 트랜스듀싱 메커니즘은 또한 자석(J116), 상부 폴 피스(J118) 및 코일을 통해 자기 회로를 지향시키는 T-요크(J117)를 포함한다. 전기 오디오 신호가 코일에 인가될 때, 코일 내에 힘이 생성되고, 반력(reacting force)이 베이스 구조에 가해진다.

[0004] 드라이버는 가요성 천연 고무로 제조된 다수의 와셔(J111) 및 부시(J107)로 구성된 장착 시스템을 통해 하우징(102)에 장착된다. 여러 개의 스틸 볼트(J106), 너트(J109) 및 와셔(J108)를 사용하여 드라이버를 고정한다. 바스켓(J113)과 하우징(J102) 사이에는 분리(J112)가 존재하고, 장착 시스템이 하우징(J102)과 드라이버 사이의 유일한 연결이 되도록 구성된다. 이 예에서, 진동판은 원뿔형 진동판의 축 방향으로 전후로 그리고 현저한 회전 성분 없이 실질적으로 선형 방식으로 움직인다.

- [0005] 진술한 바와 같이, 서스펜션 및 장착 시스템을 통해 단단한 하우징(J102)에 결합된 가요성 진동판은 공진 시스템을 형성하며, 진동판은 드라이버의 동작 주파수 범위에 걸쳐 원하지 않는 공진을 받기 쉽다. 또한, 진동판 서스펜션 및 장착 시스템 및 심지어 하우징을 포함하여 드라이버의 다른 부분은 기계적 공진으로 인해 드라이버의 음질에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서, 종래 기술의 드라이버 시스템은 드라이버 시스템 내에 하나 이상의 댐핑 기술을 채용함으로써 기계적 공진 효과를 최소화하려고 시도하였다. 이러한 기술은 예를 들어 진동판의 고무 진동판 서라운드에 대한 임피던스 정합 및/또는 진동판 형상, 재료 및/또는 구성을 포함하는 진동판 설계의 수정을 포함한다.
- [0006] 많은 마이크로폰은 스피커와 동일한 베이스 구조를 가진다. 그들은 음파를 전기 신호로 역변환하도록 동작한다. 이를 하기 위해 마이크로폰은 에어 중의 음압을 사용하여 진동판을 이동시키고 해당 동작을 전기 오디오 신호로 변환한다. 따라서 마이크로폰은 스피커 드라이버와 유사한 구성을 가지며 진동판, 진동판 서라운드 및 트랜스듀서의 다른 부분과 심지어 트랜스듀서가 장착되는 하우징의 기계적 공진을 포함하여 동등한 설계 문제를 겪는다. 이러한 공진은 변환 품질에 악영향을 미칠 수 있다.
- [0007] 패시브 라디에이터(passive radiator)는 트랜스듀싱 메커니즘이 없는 것을 제외하고 스피커와 동일한 기본 구성을 가진다. 따라서 기계적 공진을 발생시키는 동등한 설계 문제로 인해 동작에 악영향을 미칠 수 있다.
- [0008] 본 발명의 목적은 진술한 공진 문제 중 일부를 해결하거나 대중에게 적어도 유용한 선택을 제공하기 위해 어떤 방식으로든 동작하는 오디오 트랜스듀서의 개선 또는 그와 관련한 개선을 제공하는 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0009] 한 측면에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서 진동판으로 구성되는 것으로 말해질 수 있으며,
- [0010] 하나 이상의 주요 면(major face)을 갖는 진동판 몸체,
- [0011] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0012] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0013] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 몸체에 의해 제공되는 전단력에 대한 저항력과는 별도로 응력 강화부의 평면에서 전단 변형에 대한 저항성을 제공하도록 진동판 몸체에 분리되고 결합된다.
- [0014] 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 직교하는 진동판 몸체 내에서 연장된다.
- [0015] 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 진동판의 질량 중심 위치(center of mass location)로부터 가장 먼 진동판 몸체의 하나 이상의 주변 영역 쪽으로 그 내에서 실질적으로 연장한다.
- [0016] 바람직하게는, 진동판은 복수의 내부 강화 부재를 포함한다. 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 적어도 약 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률(specific modulus)을 갖는 재료로 형성된다. 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 적어도 약 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다.
- [0017] 각 내부 강화 부재 또는 둘 모두는 예를 들어 알루미늄 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱으로 형성될 수 있다.
- [0018] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 말해질 수 있으며,
- [0019] 이전의 양태에서 정의된 바와 같은 진동판 및 동작 중에 움직이도록 구성된 관련된 특징들;
- [0020] 상기 진동판에 동작 가능하게 결합되고 상기 진동판의 움직임과 관련하여 동작하는 트랜스듀싱 메커니즘;
- [0021] 상기 진동판을 내부 또는 그 사이에 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고;
- [0022] 상기 진동판은 상기 하우징과 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 갖는 외주변을 포함한다.
- [0023] 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다.

가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 거의 완전히 물리적 연결이 없다.

- [0024] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 말해질 수 있으며,
- [0025] 진술한 양태들 중 어느 하나에서 정의된 바와 같은 진동판 및 동작 중에 움직이도록 구성되는 관련된 특징들; 및
- [0026] 진동판을 내부 또는 그 사이에 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함한다.
- [0027] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 말해질 수 있으며,
- [0028] 진동판; 및
- [0029] 상기 진동판을 수용하기 위한 인클로저 및/또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0030] 상기 진동판은,
- [0031] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체; 및
- [0032] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부를 포함하고,
- [0033] 상기 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 상기 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두가, 상기 진동판이 상기 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 상기 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 되어 있고,
- [0034] 상기 진동판은 상기 하우징의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 주변을 포함한다.
- [0035] 다음 진술은 이전 양태들 중 임의의 하나에 적용된다.
- [0036] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 둘레 또는 길이의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 둘레 또는 길이의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0037] 일부 실시예들에서, 비교적 작은 에어 캡은 진동판의 하나 이상의 주변 영역을 하우징의 내부로부터 분리시킨다.
- [0038] 일부 실시예들에서, 트랜스듀서는 진동판의 하나 이상의 주변 영역과 하우징의 내부 사이에 강자성 유체를 포함한다.
- [0039] 바람직하게는, 강자성 유체는 진동판의 관상면 방향으로 진동판에 상당한 지지를 제공한다.
- [0040] 바람직하게는, 트랜스듀서는 진동판에 동작 가능하게 결합되고 진동판의 움직임과 관련하여 동작하는 트랜스듀싱 메커니즘을 더 포함한다.
- [0041] 다음 진술은 이전 측면들 중 임의의 하나 이상에 적용된다.
- [0042] 바람직하게는 진동판 몸체는 코어 재료로 형성된다. 바람직하게는, 코어 재료는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함한다. 코어 재료는 발포 고무 또는 정돈된 3차원(ordered) 격자 구조재료일 수 있다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다. 대체 재료로는 폴리메틸 메타크릴아미드 폼, 폴리비닐클로라이드 폼, 폴리우레탄 폼, 폴리에틸렌 폼, 에어로젤 폼, 골판지, 발사 목재(balsa wood), 선택틱 폼(syntactic foam), 금속 마이크로 격자 및 허니콤(honeycomb)이 있다.
- [0043] 바람직하게는 강화부와 격리된 진동판 몸체는 100kg/m^3 미만의 비교적 낮은 밀도를 갖는다. 보다 바람직하게는 밀도가 50kg/m^3 미만, 훨씬 보다 바람직하게는 밀도가 35kg/m^3 미만, 가장 바람직하게는 밀도가 20kg/m^3 미만이다.
- [0044] 바람직하게는, 강화부와 격리된 진동판 몸체는 $0.2\text{MPa}/(\text{kg/m}^3)$ 보다 높은 비교적 높은 비탄성률을 갖는다. 가장

바람직하게는 비탄성률은 $0.4\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 보다 높다.

- [0045] 바람직하게는 수직 응력 강화부는 몸체의 상기 주요 면 중 하나에 인접하여 각각 결합된 하나 이상의 수직 응력 강화 부재를 포함한다.
- [0046] 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 진동판 몸체의 대응하는 주요 면을 따라 결합된 하나 이상의 긴 버팀대(strut)를 포함한다.
- [0047] 보다 바람직하게는 각 버팀대는 그 너비의 $1/60$ 보다 큰 두께를 포함한다.
- [0048] 바람직하게는, 버팀대는 상호 연결되고 진동판 몸체의 관련된 면의 실질적인 부분을 가로 질러 연장된다.
- [0049] 바람직하게는, 하나 이상의 수직 응력 강화 부재는 이방성이며, 다른 실질적으로 직교하는 방향에서 강성도(stiffness)를 적어도 두 배로 하는 일부 방향으로 강성을 나타낸다.
- [0050] 바람직하게는, 진동판은 진동판 몸체의 대향하는 주요 면에서 또는 그 근처에 결합된 적어도 2개의 수직 응력 강화 부재를 포함한다.
- [0051] 바람직하게는, 진동판은 진동판 몸체의 대향하는 주요 면 상에 제1 및 제2 강화 부재를 포함하고, 상기 제1 및 제2 강화 부재는 상기 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 수직한 방향으로의 변위에 대해 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 수직인 방향으로의 변위에 대해 진동판 몸체를 지지하는 삼각형 강화부를 형성한다.
- [0052] 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 적어도 대략 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 바람직하게는, 각 수직 응력 강화 부재는 적어도 대략 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 적어도 대략 $100\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다.
- [0053] 수직 응력 강화부는 예를 들어 알루미늄 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱으로 형성될 수 있다.
- [0054] 바람직하게는 진동판 몸체는 실질적으로 두껍다.
- [0055] 예를 들어, 진동판 몸체는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 약 11%인 최대 두께를 포함할 수 있다. 보다 바람직하게 최대 두께는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 약 14%이다.
- [0056] 바람직하게는, 진동판에 의해 나타나는 질량 중심으로부터 진동판 몸체의 가장 먼 원주까지의 진동판 반경에 대하여, 진동판 두께는 진동판 반경의 적어도 15%, 보다 바람직하게는 반경의 적어도 20%이다.
- [0057] 바람직하게는, 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두가, 진동판이 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 되어 있다.
- [0058] 바람직하게는, 하나 이상의 낮은 질량 영역은 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 주변 영역이고 하나 이상의 높은 질량 영역은 질량 중심 위치 또는 그 근처에 있다.
- [0059] 바람직하게는 하나 이상의 낮은 질량 영역은 진동판의 일 단부에 있고, 높은 질량 영역은 대향 단부에 있다.
- [0060] 대안적인 실시예에서, 낮은 질량 영역은 진동판의 전체 외주변 주위에 실질적으로 분포되고 높은 질량 영역은 상기 진동판의 중심 영역이다.
- [0061] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 하나 이상의 낮은 질량 영역에 위치하도록 된다.
- [0062] 바람직하게는, 낮은 질량 영역은 임의의 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0063] 바람직하게는 하나 이상의 주변 영역의 총 표면적의 적어도 10%는 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0064] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 몸체의 각 주요 면과 관련된 강화 판(reinforcement plate)을 포함하고, 각 강화 판은 하나 이상의 낮은 질량 영역에 하나 이상의 리세스(recess)를 포함한다.
- [0065] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 질량 분포는 진동판 몸체가 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 된다.
- [0066] 바람직하게는 진동판 몸체의 두께는 진동판 몸체의 두께는 하나 이상의 낮은 질량 영역 쪽으로, 바람직하게는 질량 중심 위치로부터 테이퍼링됨으로써 감소된다.

- [0067] 바람직하게는, 하나 이상의 낮은 질량 영역은 질량 중심 위치로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 총 거리의 50%인 진동판의 질량 중심 위치를 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에(beyond) 위치한다.
- [0068] 바람직하게는, 하나 이상의 낮은 질량 영역은 질량 중심 위치로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 총 거리의 80%인 진동판의 질량 중심 위치를 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에 위치한다.
- [0069] 바람직하게는, 진동판 몸체의 두께는 회전축으로부터 진동판 몸체의 대향 말단부(terminal end)까지 감소한다.
- [0070] 바람직하게는 진동판 몸체의 측부의 외측에 지지부가 없고/없거나 유사한 수직 강화부가 부착되어 있지 않다.
- [0071] 바람직하게는 진동판 몸체의 말단면(terminal face)에 지지부가 없고/없거나 유사한 수직 강화부가 부착되어 있지 않다.
- [0072] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화 부재는 진동판 몸체의 각 주요 면에서 또는 진동판 몸체의 각 주요 면에 직접 인접하여 진동판 몸체의 전체 길이의 실질적인 부분을 따라 실질적으로 길이 방향으로 연장된다.
- [0073] 바람직하게는 한 면 상의 수직 응력 강화부가 진동판 몸체의 말단부까지 연장되고 진동판 몸체의 대향하는 주요 면 상의 수직 응력 강화부에 연결된다.
- [0074] 수직 응력 강화부는 몸체 외부에서 적어도 하나의 주요 면 상에, 또는 대안적으로 몸체 내부에서 결합되어, 동작 중에 압축-인장 응력에 충분히 견딜 수 있도록 상기 적어도 하나의 주요 면에 직접 인접하거나 실질적으로 근처에 있을 수 있다.
- [0075] 바람직하게는 수직 응력 강화부는 적어도 하나의 주요 면에 대해 거의 평행하게 배향된다.
- [0076] 바람직하게는 수직 응력 강화부는 몸체의 밀도보다 실질적으로 더 높은 밀도의 재료로 구성된다. 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 몸체 밀도의 적어도 5배이다. 보다 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 몸체 밀도의 적어도 10배이다. 훨씬 더 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 몸체 밀도의 적어도 15배이다. 훨씬 더 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 몸체 밀도의 적어도 50배이다. 가장 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 몸체 밀도의 적어도 75 배이다.
- [0077] 바람직하게는, 진동판 몸체는 적어도 하나의 실질적으로 평탄한(smooth) 주요 면을 포함하고, 수직 응력 강화부는 상기 실질적으로 평탄한 주요 면들 중 하나를 따라 연장되는 적어도 하나의 강화 부재를 포함한다. 바람직하게는, 적어도 하나의 강화 부재는 대응하는 주요 면(들)의 실질적이거나 전체 부분을 따라 연장된다. 평탄한 주요 면은 편평한 면이거나 대안적으로 (3차원으로 확장되는) 만곡된 평탄한 면일 수 있다.
- [0078] 일부 실시예들에서, 각 수직 응력 강화 부재는 관련된 주요 면에 대응하는 프로파일을 갖는 하나 이상의 실질적으로 평탄한 강화 판을 포함하고 진동판 몸체의 관련된 주요 면에 걸쳐 또는 직접 인접하여 결합되도록 구성된다.
- [0079] 동일하거나 대안적인 실시예에서, 각 수직 응력 강화 부재는 진동판 몸체의 대응하는 주요 면을 따라 결합된 하나 이상의 긴 버팀대를 포함한다. 바람직하게는 하나 이상의 버팀대가 주요 면을 따라 실질적으로 길이 방향으로 연장된다. 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면을 따라 실질적으로 길이 방향으로 연장되는 복수의 이격된 버팀대를 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로 각 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면의 세로 축에 대해 소정 각도로 연장되는 하나 이상의 버팀대를 포함한다. 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면의 실질적인 부분을 따라 연장되는 비교적 경사진 버팀대의 네트워크를 포함할 수 있다.
- [0080] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 한 쌍의 대향하는 주요 면에 각각 결합되거나 직접 인접하는 한 쌍의 강화 부재를 포함한다.
- [0081] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 진동판 몸체의 코어 재료에 분리되고 결합되어, 코어 재료에 의해 제공되는 전단력에 대한 저항과는 별도로 응력 강화부의 평면에서의 전단 변형에 대한 저항을 제공한다.
- [0082] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 사용시의 전단 변형을 견디기에 충분한 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대하여 소정 각도로 코어 재료 내에서 연장된다. 바람직하게는, 각도는 주요 면에 대해 40도와 140도 사이에 있거나, 보다 바람직하게는 60도와 120도 사이에 있거나, 훨씬 더 바람직하게는 80도와 100도 사이에 있거나, 가장 바람직하게는 90도이다.
- [0083] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 몸체의 한 쌍의 대향하는 주요 면들 내부 및 그 사이에 내

장된다. 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 대향하는 한 쌍의 주요 면에 대해 실질적으로 직교하여 연장되고/되거나 진동판 몸체의 시상면(sagittal plane)에 실질적으로 평행하게 연장된다.

- [0084] 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 대향하는 수직 응력 강화 부재 중 어느 하나에 어느 한 측에 결합된다. 대안적으로, 각 내부 강화 부재는 대향하는 수직 응력 강화 부재에 인접하지만 분리되어 연장된다.
- [0085] 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 직교하여 코어 재료 내에서 연장된다. 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 진동판의 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 관련된 주요 면의 대부분의 하나 이상의 주변 에지 영역 쪽으로 실질적으로 연장된다.
- [0086] 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 솔리드 판(solid plate)이다. 대안적으로, 각 내부 강화 부재는 동일 평면 버팀대들의 네트워크를 포함한다. 판 및/또는 버팀대는 평면 또는 3차원일 수 있다.
- [0087] 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 플라스틱 재료, 예를 들어 알루미늄과 같은 금속, 알루미늄 산화물과 같은 세라믹 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱과 같은 높은 탄성률 섬유(high modulus fiber)와 비교하여 비교적 높은 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다.
- [0088] 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 적어도 약 8MPa/(kg/m³), 또는 훨씬 더 바람직하게는 적어도 20MPa/(kg/m³), 또는 가장 바람직하게는 적어도 100MPa/(kg/m³)의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다.
- [0089] 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 비-복합 플라스틱 재료(non-composite plastics material), 예를 들어 알루미늄과 같은 금속, 알루미늄 산화물과 같은 세라믹, 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱과 같은 고 모듈러스 섬유와 비교하여 비교적 높은 최대 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 진동판 몸체의 관상면에 대해 약 +45도 및 -45도의 방향으로 높은 탄성률을 갖는다.
- [0090] 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 적어도 약 8MPa/(kg/m³)의 비탄성률, 또는 가장 바람직하게는 적어도 20MPa/(kg/m³)의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 예를 들어, 내부 강화 부재는 알루미늄 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱으로 형성될 수 있다.
- [0091] 바람직하게는 진동판 몸체는 실질적으로 두껍다. 예를 들어, 진동판 몸체는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 약 11%인 최대 두께를 포함할 수 있다. 보다 바람직하게 최대 두께는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 약 14%이다. 대안적으로 또는 부가적으로 진동판 몸체는 몸체 길이의 적어도 약 15%, 또는 보다 바람직하게는 몸체 길이의 적어도 약 20%인 최대 두께를 포함할 수 있다.
- [0092] 대안적으로 또는 부가적으로 진동판 몸체는 진동판 몸체의 주요 면을 따라 최단 길이의 약 8%보다 크거나 최단 길이의 약 12%보다 크거나 약 18%보다 큰 두께를 포함할 수 있다.
- [0093] 바람직하게는 각 수직 응력 강화 부재는 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 비교적 얇은 접착제 층을 통해 진동판 몸체의 대응하는 주요 면에 본딩된다. 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 에폭시 접착제의 비교적 얇은 층을 통해 코어 재료 및 대응하는 수직 응력 강화 부재(들)에 본딩된다. 바람직하게는 접착제는 대응하는 내부 강화 부재의 중량의 약 70% 미만이다. 보다 바람직하게는 대응하는 내부 강화 부재의 중량의 60% 미만, 또는 50% 미만 또는 40% 미만, 또는 30% 미만, 또는 가장 바람직하게는 25% 미만이다.
- [0094] 일 실시예에서, 진동판 몸체는 진동판 몸체의 시상면을 따라 실질적으로 삼각형인 단면을 포함한다.
- [0095] 바람직하게는 진동판 몸체는 웨지 형상의(wedge-shaped) 형태를 포함한다.
- [0096] 대안적인 실시예에서, 진동판 몸체는 진동판 몸체의 시상면을 따라 실질적으로 직사각형인 단면을 포함한다.
- [0097] 바람직하게는 각 내부 강화 부재는 다음 공식에 의해 결정되는 바와 같이 값 "x"(mm 단위로 측정됨) 미만의 평균 두께를 포함한다.
- [0098]
$$x = \frac{\sqrt{a}}{c}$$
- [0099] 여기서 "a"는 사용시 진동판 몸체에 의해 밀릴 수 있는 에어 면적(mm²로 측정됨)이고, "c"는 바람직하게는 100에 상응하는 상수이다. 보다 바람직하게는 c = 200, 또는 훨씬 더 바람직하게는 c = 400 또는 가장 바람직하게는 c = 800이다.
- [0100] 일부 실시예들에서, 각 내부 강화부는 0.4mm 미만, 보다 바람직하게는 0.2mm 미만, 보다 바람직하게는 0.1mm 미만, 또는 보다 바람직하게는 0.02mm 미만의 두께의 재료로 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화

부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 관련된 주요 면의 일 단부에 인접한 더 낮은 질량 영역에 있도록 된다. 일부 형태에서, 진동판은 더 낮은 질량 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없다. 다른 형태에서, 수직 응력 강화부는 다른 영역에 비해 더 낮은 질량 영역에서 감소된 두께 또는 감소된 너비 또는 양자 모두를 포함한다.

[0101] 일부 실시예들에서 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 관련된 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에 있도록 된다. 일부 형태에서, 진동판은 하나 이상의 주변 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없다. 다른 형태에서, 수직 응력 강화부는 다른 영역에 비해 하나 이상의 주변 영역에서 감소된 두께 또는 감소된 너비, 또는 양자 모두를 포함한다.

[0102] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체는 일 단부에 또는 그에 인접하여 비교적 더 낮은 질량을 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체는 일 단부에 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 일 단부를 향하여 두께를 감소시키도록 테이퍼링된다. 다른 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 일 단부를 향하여 두께를 감소시키도록 계단형으로 된다. 일부 실시예들에서, 양 단부 사이의 두께 엔벨로프 또는 프로파일은 진동판 몸체의 관상면에 대해 적어도 4도, 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 관상면에 대해 적어도 약 5도로 기울어져 있다.

[0103] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체는 일 단부에서 또는 그에 인접하여 비교적 더 낮은 질량을 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체는 한쪽 단부에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 일 단부를 향하여 두께를 감소시키도록 테이퍼링된다. 다른 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 일 단부를 향하여 두께를 감소시키도록 계단형으로 된다. 일부 실시예들에서, 양 단부 사이의 두께 엔벨로프 또는 프로파일은 진동판 몸체의 관상면에 대해 적어도 4도, 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 관상면에 대해 적어도 약 5도로 기울어져 있다.

[0104] 다음은 위에서 언급한 각 오디오 트랜스듀서 측면에 적용된다.

[0105] 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는,

[0106] 트랜스듀서 베이스 구조 - 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 대하여 상기 진동판이 회전 가능하게 결합되어 동작 중에 회전함 - ; 및

[0107] 상기 진동판에 동작 가능하게 결합되고, 상기 진동판의 회전과 관련하여 동작하는 트랜스듀싱 메커니즘(transducing mechanism)을 더 포함한다.

[0108] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는 힌지 시스템을 더 포함한다.

[0109] 일부 실시예들에서, 힌지 시스템은 진동판의 움직임을 용이하게 하도록 구성되고 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판의 저항 병진 변위(resisting translational displacement)에 상당히 기여하고 약 8GPa보다 큰 영률 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 높은 영률을 갖는 하나 이상의 부분을 포함한다.

[0110] 바람직하게는 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리의 모든 부분이 약 8GPa보다 큰 영률, 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는다.

[0111] 바람직하게는 진동판의 움직임을 용이하게 하도록 구성되고 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 진동판의 저항 병진 변위에 상당히 기여하는 힌지 어셈블리의 모든 부분은, 약 8GPa보다 큰 영률 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는다.

[0112] 일부 실시예들에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 접촉 부재는 접촉 표면을 갖는다; 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련된 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다.

[0113] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 바이어싱 메커니즘을 더 포함하고, 힌지 요소는 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다.

[0114] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다(compliant).

[0115] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 표면에서 접촉 표면

에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다.

- [0116] 일부 다른 실시예들에서, 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성(translational rigidity), 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘(flexing)을 가능하게 하는 실질적인 가요성(flexibility)을 포함한다.
- [0117] 상기 오디오 트랜스듀서들 중 임의의 하나를 포함하는 오디오 디바이스로서, 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 배치되어 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하는 분리 장착 시스템(decoupling mounting system)을 더 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로(flexibly) 장착한다.
- [0118] 바람직하게는, 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분은 디바이스의 오디오 트랜스듀서의 진동판의 다른 부분이 아니다. 바람직하게는 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조 및 하나의 다른 부분 사이에 결합된다. 바람직하게는 상기 하나의 다른 부분은 트랜스듀서 하우징이다.
- [0119] 제1 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 전기-음향 스피커이고, 진동판을 사용 중에 움직이게 하기 위해 진동판에 동작하는 힘 전달 컴포넌트(force transferring component)를 더 포함한다.
- [0120] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 전자기 메커니즘을 포함한다. 바람직하게는 전자기 메커니즘은 자기 구조 및 전기 전도성 컴포넌트를 포함한다.
- [0121] 바람직하게는 힘 전달 컴포넌트는 진동판에 단단하게 부착된다.
- [0122] 또 다른 양태에서, 본 발명은 상기 양태의 오디오 트랜스듀서 중 임의의 하나 이상을 포함하고 독립적인 오디오 신호의 재생을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 제공하는 2개 이상의 전기 음향 스피커를 포함하는 오디오 디바이스로 구성될 수 있다. 바람직하게는, 오디오 디바이스는 사용자의 귀의 약 10cm 이내에 오디오 사용을 위해 적응된 개인용 오디오 디바이스이다.
- [0123] 또 다른 양태에서, 본 발명은 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 할 수 있다.
- [0124] 또 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀에 또는 그 근처에 있는 사용자에게 의해 착용되도록 구성된 한 쌍의 인터페이스 디바이스를 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0125] 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀 상에 또는 그 주위에 착용되도록 구성된 한 쌍의 헤드폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 헤드폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0126] 또 다른 양태에서, 본 발명은 사용자의 귀의 외이도 또는 외이(concha) 내에서 착용되도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 이어폰 인터페이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0127] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 상기 양태들 중 어느 하나의 오디오 트랜스듀서 및 관련 특징들, 구성들 및 실시예들로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는 음향 전기 트랜스듀서이다.
- [0128] 또 다른 양태에서, 본 발명은 진동판으로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 진동판은,
- [0129] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,

- [0130] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 진동판 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0131] 코어 재료 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0132] 수직 응력 강화부의 질량 분포는, 비교적 낮은 양의 질량이 진동판의 어셈블링된 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에 있도록 된다.
- [0133] 바람직하게는, 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역은 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역이다.
- [0134] 일부 실시예들에서, 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역은 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0135] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부는 강화 판을 포함하고, 상기 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 판의 영역이 하나 이상의 리세스를 포함한다. 바람직하게는 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 한 쌍의 대향 영역은 하나 이상의 리세스를 포함한다. 바람직하게는, 각 리세스의 너비는 상기 질량 중심 위치로부터의 거리에 따라 증가한다.
- [0136] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부에서의 적어도 하나의 리세스는 한 쌍의 내부 강화 부재 사이에 위치된다.
- [0137] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부는 강화 판을 포함하며, 상기 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 판의 영역은 질량 중심 위치에서 또는 그 근처에서 영역에 비해 감소된 두께를 포함한다.
- [0138] 판의 두께는 근처 영역과 먼 영역 사이에서 계단형이거나 테이퍼링될 수 있다.
- [0139] 제3 측면에서, 본 발명은 진동판으로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 진동판은:
- [0140] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0141] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0142] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0143] 상기 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0144] 바람직하게는, 진동판 몸체는 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다.
- [0145] 바람직하게는, 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역은 질량 중심 위치로부터 가장 먼 영역(들)이다.
- [0146] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 먼 영역 쪽으로 두께를 감소 시키도록 테이퍼링된다. 다른 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 먼 영역 쪽으로 두께를 감소시키도록 계단형으로 된다.
- [0147] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0148] 바람직하게는, 질량 중심으로부터 가장 먼 하나 이상의 주변 영역은 실질적으로 선형으로 정점을 이룬다.
- [0149] 제4 양태에서, 본 발명은 대략 오디오 트랜스듀서 진동판으로 구성된다고 할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서 진동판은:
- [0150] 하나 이상의 주요 면을 갖는 코어 재료로 구성되는 진동판 몸체,
- [0151] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0152] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0153] 상기 진동판은 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0154] 바람직하게는, 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역은 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역이

다.

- [0155] 바람직하게는, 수직 응력 강화부의 질량 분포는 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에 비교적 더 낮은 양의 질량이 있도록 된다. 대안적으로 또는 부가적으로, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 진동판의 하나 이상의 주변 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0156] 바람직하게는, 진동판 몸체는 하나 이상의 면 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함하고, 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 하나 이상의 면 영역에 있도록 된다.
- [0157] 바람직하게는, 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역은 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역이다.
- [0158] 일부 실시예들에서, 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역은 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0159] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부는 강화 판을 포함하고, 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 판의 영역이 하나 이상의 리세스를 포함한다. 바람직하게는 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 한 쌍의 대향 영역은 하나 이상의 리세스를 포함한다. 바람직하게는, 각 리세스의 너비는 상기 질량 중심 위치로부터의 거리에 따라 증가한다.
- [0160] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부에서의 적어도 하나의 리세스는 한 쌍의 내부 강화 부재 사이에 위치된다.
- [0161] 일부 실시예들에서, 수직 응력 강화부는 강화 판을 포함하며, 상기 질량 위치 중심으로부터 멀리 떨어진 판의 영역은 질량 중심 위치에서 또는 그 근처에서의 영역에 비해 감소된 두께를 포함한다.
- [0162] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0163] 진동판, 및
- [0164] 상기 진동판을 수용하기 위한 인클로저 및/또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0165] 상기 진동판은,
- [0166] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체, 및
- [0167] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부를 포함하고,
- [0168] 수직 응력 강화부의 질량 분포는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에 비교적 더 낮은 양의 질량이 있도록 되며,
- [0169] 상기 진동판은 하우징의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 주변을 포함한다.
- [0170] 바람직하게는 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다.
- [0171] 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0172] 일부 실시예들에서, 진동판의 질량 중심 위치로부터 가장 먼 외주변의 영역은 질량 중심 위치 근처의 영역보다 하우징의 내부에 의해 덜 지지된다.
- [0173] 바람직하게는 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 영역은 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0174] 바람직하게는, 진동판 몸체는 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0175] 바람직하게는 진동판 몸체는 하나 이상의 면 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 두께는 하나 이상의 면 영역 쪽으로 테이퍼링되거나 계단형일 수 있다.
- [0176] 일 실시예에서, 진동판 몸체의 두께는 질량 중심 위치에서 또는 그 근처에서의 영역으로부터 질량 중심 위치로부터의 하나 이상의 가장 먼 영역까지 연속적으로 테이퍼링된다.
- [0177] 바람직하게는 진동판 몸체의 하나 이상의 면 영역은 수직 응력 강화부의 하나 이상의 면 영역과 정렬된다.

- [0178] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0179] 진동판, 및
- [0180] 상기 진동판을 수용하기 위한 인클로저(enclosure) 및/또는 배플(baffle)을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0181] 상기 진동판은,
- [0182] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체, 및
- [0183] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부를 포함하고,
- [0184] 적어도 하나의 주요 면은 하나 이상의 주변 에지 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없고, 각 주변 에지 영역은 질량 중심 위치로부터 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지의 총 거리의 50%인 진동판의 질량 중심 위치를 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에 위치되며,
- [0185] 상기 진동판은 하우징의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0186] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다. 바람직하게는, 각 하나 이상의 주변 에지 영역은 질량 중심 위치로부터 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지의 총 거리의 80%에 또는 그 이상에 위치된다.
- [0187] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 대향하는 주요 면에 결합된 한 쌍의 강화 부재를 포함한다.
- [0188] 바람직하게는 하나 이상의 주요 면의 전체 표면적의 적어도 10%가 수직 응력 강화부가 전혀 없거나, 하나 이상의 주요 면의 전체 표면의 적어도 25%, 또는 적어도 50%가 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0189] 바람직하게는, 진동판은 질량 중심으로부터 먼 주변 에지 영역 중 하나 이상에서 단위 면적당 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0190] 바람직하게는, 진동판은 진동판의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 진동판의 관상면에 대하여 또는 대안적으로 주요 면의 평면에 대하여 단위 면적당 진동판 몸체의 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0191] 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 두께는 하나 이상의 먼 주변 에지 영역 쪽으로 테이퍼링되거나 계단형일 수 있다.
- [0192] 제7 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0193] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체를 포함하는 진동판,
- [0194] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0195] 상기 진동판을 수용하기 위한 인클로저 및/또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0196] 상기 수직 응력 강화부는 상기 주요 면 중 하나 이상에 강화 부재를 포함하고, 각 강화 부재는 일련의 버팀대를 포함하고,
- [0197] 상기 진동판은 하우징의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0198] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성하도록 거의 완전히 물리적 연결이 없다.
- [0199] 바람직하게는 상기 버팀대는 진동판의 질량 중심 위치에 대해 먼 하나 이상의 영역에서 두께가 감소된다.

- [0200] 바람직하게는, 각 버팀대는 그 너비의 1/100보다 큰 두께를 포함한다. 보다 바람직하게는 각 버팀대는 그 너비의 1/60보다 큰 두께를 포함한다. 가장 바람직하게는 각 버팀대는 그 너비의 1/20보다 큰 두께를 포함한다.
- [0201] 바람직하게는, 하나 이상의 수직 응력 강화 부재는 이방성 재료로 형성된다.
- [0202] 바람직하게는, 이방성 수직 응력 강화 부재는 적어도 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 보다 바람직하게는 적어도 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 또는 가장 바람직하게는 적어도 $100\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다.
- [0203] 바람직하게는, 이방성 재료는 섬유가 각 버팀대를 통해 실질적으로 단방향 배향으로 놓이는 섬유 복합 재료이다. 바람직하게는, 섬유는 관련된 버팀대의 세로축과 실질적으로 동일한 방향으로 놓인다. 바람직하게는, 각 버팀대는 단방향 탄소 섬유 복합 재료로 형성된다. 바람직하게는 상기 복합 재료는 적어도 약 100GPa , 보다 바람직하게는 200GPa 보다 높고, 가장 바람직하게는 400GPa 보다 높은 영률을 갖는 탄소 섬유를 포함한다.
- [0204] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 대향하는 주요 면에 결합된 한 쌍의 강화 부재를 포함하고, 하나의 주요 면의 제1 강화 부재의 하나 이상의 버팀대는 대향하는 주요 면의 제2 강화 부재의 하나 이상의 버팀대와 진동판 몸체의 주변에서 연결된다.
- [0205] 바람직하게는, 제1 및 제2 강화 부재는 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 수직인 방향으로의 변위에 대해 진동판 몸체를 지지하는 삼각형 강화부를 형성한다.
- [0206] 바람직하게는, 각 강화 부재는 복수의 버팀대를 포함한다. 바람직하게는 복수의 버팀대가 교차한다. 바람직하게는, 버팀대 사이의 교차 영역은 진동판의 질량 중심 위치로부터 진동판의 주변까지의 총 거리의 50%에 또는 그 이상에 위치한다. 다른 교차 영역도 또한 총 거리의 50% 이내에 위치할 수 있다.
- [0207] 바람직하게는, 진동판 몸체의 적어도 하나의 주요 면은 관련된 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없고, 각 주변 에지 영역은 질량 중심 위치로부터 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지의 총 거리의 50%인 질량 중심 위치를 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에 위치한다.
- [0208] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 대향하는 주요 면에 결합된 한 쌍의 강화 부재를 포함하고, 두 주요 면은 관련된 주변 에지 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0209] 바람직하게는 하나 이상의 주요 면의 총 표면적의 적어도 10%는 또는 적어도 25%는, 또는 적어도 50%는 하나 이상의 주변 에지 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0210] 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다.
- [0211] 바람직하게는 진동판 몸체는 하나 이상의 먼 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 두께는 하나 이상의 먼 영역 쪽으로 테이퍼링되거나 계단형일 수 있다.
- [0212] 이전에 언급된 오디오 트랜스듀서 양태들 및 이들의 관련된 특징들, 실시예들 및 구성들 중 임의의 하나의 제1 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 전기 음향 스피커이며, 사용시 진동판을 움직이게 하기 위해 진동판에 동작하는 힘 전달 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0213] 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는,
- [0214] 트랜스듀서 베이스 구조; 및
- [0215] 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하고,
- [0216] 상기 진동판은 트랜스듀서 베이스 구조에 이동 가능하게 결합되고, 동작시, 베이스 구조에 대한 진동판의 움직임이 트랜스듀싱 메커니즘에 의해 수신되는 전기 오디오 신호를 사운드로 변환하도록, 트랜스듀싱 메커니즘에 동작 가능하게 결합된다.
- [0217] 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 실질적으로 두껍고 스쿼트한(squat) 기하 구조를 포함한다.
- [0218] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 전자기 메커니즘을 포함한다. 바람직하게는 전자기 메커니즘은 자기 구조 및 전기 전도성 컴포넌트를 포함한다. 바람직하게는, 자기 구조는 트랜스듀서 베이스 구조에 결합되어 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성하고 전기 전도성 컴포넌트는 진동판에 연결되어 진동판의 일부를 형성한다. 바람직하게는 자기 구조는 영구 자석, 및 갭에 의해 분리되고 그 사이에 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 포함한다. 바람직하게는, 전기 전도성 컴포넌트는 적어도 하나의 코일 권선을 포함한다. 바람직하게는 진동판은

진동판 베이스 프레임을 포함하고 전기 전도성 컴포넌트는 진동판 베이스 프레임에 단단하게 결합된다.

- [0219] 제1 구성에서, 진동판은 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전 가능하게 결합된다. 바람직하게는, 진동판 베이스 프레임은 진동판의 한 단부에 위치되어, 그에 단단하게 결합된다. 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하기 위한 힌지 시스템을 더 포함한다.
- [0220] 바람직하게는 진동판은 동작 중에 회전축을 중심으로 진동한다.
- [0221] 일 형태에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고, 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱한다. 바람직하게 힌지 어셈블리는 바이어싱 메커니즘을 더 포함하고, 힌지 요소는 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소 및 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다.
- [0222] 다른 형태에서, 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피벗식으로 결합하여 동작 중에 진동판이 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 하며, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각각 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조 및 진동판 모두와 밀접하게 관련되고, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디는 실질적인 병진 강성 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 상당한 가요성을 포함한다.
- [0223] 제2 구성에서, 오디오 트랜스듀서는 진동판이 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 선형으로 움직일 수 있는 선형 동작 트랜스듀서이다. 바람직하게는 진동판 베이스 프레임은 진동판의 중심 영역에 결합되고 구조의 주요 면으로부터 자기 구조 쪽으로 측면으로 연장된다.
- [0224] 바람직하게는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서는 주변의 둘레 주위에 부분적으로만 진동판을 하우징 또는 인근 구조에 연결시키는 진동판 서스펜션을 포함한다. 바람직하게는, 서스펜션은 주변의 둘레의 80% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다. 바람직하게는, 서스펜션은 주변의 둘레의 50% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다. 바람직하게는, 서스펜션은 주변의 둘레의 20% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다.
- [0225] 이전에 언급된 오디오 트랜스듀서 양태들 및 이들의 관련된 특징들, 실시예들 및 구성들 중 임의의 하나의 제2 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 음향-전기 트랜스듀서이고, 진동판 움직임에 응답하여 전기 에너지를 생성하기 위하여 진동판에 의해 동작하도록 구성된 힘 전달 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0226] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0227] 진동판,
- [0228] 사용시 회전축을 중심으로 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리를 포함하고,
- [0229] 상기 진동판은,
- [0230] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체, 및
- [0231] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부를 포함하고,
- [0232] 적어도 하나의 주요 면은 상기 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 수직 응력 강화부가 전혀 없고, 주변 에지 영역은 회전축으로부터 상기 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지의 총 거리의 80%인 회전축을 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에 위치된다.
- [0233] 바람직하게는 진동판 몸체는 실질적으로 두껍다. 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판 몸체의 최대 길이의 적어도 11%, 또는 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 최대 길이의 적어도 14%인 최대 두께를 포함한다.
- [0234] 바람직하게는, 진동판 몸체는 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변 영역까지의 총 거리의 적어도 15%인 최대 두께를 포함한다. 보다 바람직하게는 최대 두께는 총 거리의 적어도 20%이다.
- [0235] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서

는:

- [0236] 진동판, 및
- [0237] 사용시 회전축을 중심으로 상기 진동판을 회전시키도록 상기 진동판에 결합된 힌지 어셈블리를 포함하고,
- [0238] 상기 진동판은,
- [0239] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0240] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0241] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0242] 힌지 어셈블리는 진동판에 직접 결합되거나 또는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 간접적으로 결합될 수 있다.
- [0243] 바람직하게는, 하나 이상의 주요 면은 실질적으로 평면이다.
- [0244] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 진동판 몸체의 시상면에 실질적으로 평행하게 배향된다. 바람직하게는 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 힌지 어셈블리의 회전축에 실질적으로 수직이고/이거나 진동판 몸체의 세로축에 실질적으로 평행한 세로축을 포함한다. 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 회전축에 또는 그 근처의 영역과 진동판 몸체의 대향 단부 사이에서 연장된다.
- [0245] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 진동판 몸체의 두께의 실질적인 부분을 가로 질러 횡 방향으로 그리고 진동판 몸체의 길이의 실질적인 부분을 따라 길이 방향으로 연장되는 적어도 하나의 패널을 포함한다.
- [0246] 바람직하게는 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 직접적으로 또는 적어도 하나의 중간 컴포넌트를 통해 힌지 어셈블리에 단단하게 결합된다.
- [0247] 중간 컴포넌트는 영률이 약 8GPa보다 크거나, 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 재료로 제조될 수 있다.
- [0248] 바람직하게는 중간 컴포넌트(들)는 진동판 몸체의 관상면에 대해 대략 30도보다 큰 각도로 배향되고, 관상면에 평행한 방향으로 하중을 전달하기 위해 진동판의 회전축에 실질적으로 평행인 실질적으로 편평한 부분(section)을, 힌지 메커니즘과 내부 강화 부재 사이에 최소 유연성(minimal compliance)로 포함한다.
- [0249] 일 실시예에서, 전기 음향 트랜스듀서는 사용시 진동판을 움직이게 하기 위해 진동판에 동작하는 힘 전달 컴포넌트를 갖는 여기 메커니즘을 포함하는 전기 음향 스피커이거나, 전기 음향 스피커의 일부이다.
- [0250] 바람직하게는, 전기 음향 스피커는 둘 이상의 전기 음향 스피커의 구성을 통해 둘 이상의 상이한 오디오 채널을 사용하는 오디오 디바이스 내에 구성된다.
- [0251] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재 각각은 직접적으로 또는 적어도 하나의 중간 컴포넌트를 통해 힘 전달 컴포넌트에 단단하게 연결된다.
- [0252] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 한 쌍의 대향하는 주요 면 중 어느 한쪽에 하나 이상의 수직 응력 강화 부재를 포함한다.
- [0253] 바람직하게는 양쪽(either) 주요 면 상의 하나 이상의 수직 응력 강화 부재는 힘 전달 컴포넌트에 직접적으로 또는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 단단하게 연결된다.
- [0254] 바람직하게는 양쪽 주요 면 상의 하나 이상의 수직 응력 강화 부재는 힌지 어셈블리에 직접 또는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 단단하게 연결된다.
- [0255] 바람직하게는, 적어도 하나의 내부 강화 부재와 힌지 어셈블리, 적어도 하나의 내부 강화 부재와 힘 전달 컴포넌트, 하나 이상의 수직 응력 강화 부재와 힌지 어셈블리 및/또는 하나 이상의 수직 응력 강화 부재와 힘 전달 컴포넌트 중 임의의 하나 이상 사이에 단단한 연결을 용이하게 하는 임의의 중간 컴포넌트는, 스틸, 탄소 섬유와 같은 실질적으로 단단한 재료로 형성된다. 바람직하게는, 중간 컴포넌트는 플라스틱 재료로 형성되지 않는다.

- [0256] 바람직하게는, 진동판 몸체의 두께는 회전축으로부터 진동판 몸체의 대향하는 말단부까지 감소한다. 바람직하게는, 두께는 회전축과 진동판 몸체의 대향하는 말단부 사이에서 테이퍼링된다.
- [0257] 바람직하게는, 수직 응력 강화부의 질량 분포는, 비교적 더 낮은 양의 질량이 회전축 근처의 하나 이상의 영역에 위치한 질량의 양에 비해 진동판 몸체의 말단부 또는 그 근처의 하나 이상의 영역에 위치하도록 된다.
- [0258] 바람직하게는 진동판 몸체의 말단부 근처의 양쪽 주요 면 상의 하나 이상의 영역은 수직 응력 강화부가 전혀 없다.
- [0259] 바람직하게는, 하나 이상의 영역은 적어도 하나의 내부 강화 부재에 인접하여 그 사이에 위치한다.
- [0260] 대안적으로 또는 추가적으로, 비교적 더 낮은 질량 수직 응력 강화부의 하나 이상의 영역은 회전축 근처의 하나 이상의 영역에 위치한 수직 응력 강화부에 비해 감소된 두께의 수직 응력 강화부를 포함한다.
- [0261] 바람직하게는, 진동판은 6개 미만의 내부 강화 부재를 포함한다. 바람직하게는, 진동판은 4개의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0262] 바람직하게는, 수직 응력 강화 부재는 진동판 몸체의 각 주요 면에서 또는 그에 직접 인접하여 진동판 몸체의 전체 길이의 실질적인 부분을 따라 실질적으로 길이 방향으로 연장된다.
- [0263] 바람직하게는 진동판 몸체의 측부의 바깥쪽에 지지부 및/또는 유사한 수직 강화부가 부착되어 있지 않다.
- [0264] 바람직하게는 진동판 몸체의 말단면에 지지부 및/또는 유사한 수직 강화부가 부착되어 있지 않다. 바람직하게는 어떤 종류의 스킨(skin)이나 페인트도 없다. 바람직하게는 페인트가 있으면 페인트가 실질적으로 얇고 가볍다. 바람직하게는 진동판 몸체의 코어 재료가 발포 폴리스티렌 폼 또는 이와 유사한 것인 경우, 이는 전형적으로 더 높은 밀도의 용융 충을 생성하기 때문에 예를 들어 열선으로 용융되기보다는 기계적으로 절단된다.
- [0265] 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 두 주요 면 상에서 진동판 몸체의 말단부 또는 그 전에서 종결된다.
- [0266] 대안적으로 한 면 상의 수직 응력 강화부가 진동판 몸체의 단말부까지 연장되고 진동판 몸체의 대향하는 주요 면 상에서 수직 응력 강화부에 연결된다.
- [0267] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0268] 진동판, 및
- [0269] 사용시 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하는 하나 이상의 얇은 벽의(thin-walled) 가요성 힌지 요소를 포함하는 힌지 어셈블리를 포함하고,
- [0270] 상기 진동판은,
- [0271] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0272] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0273] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0274] 바람직하게는 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함하고, 힌지 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조에 대하여 진동판을 회전가능하게 결합한다.
- [0275] 바람직하게는 힌지 어셈블리는 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전하게 할 수 있도록 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하며, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에, 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조 및 진동판 모두와 밀접하게 관련되며, 상기 요소를 따라 그리고 상기 요소를 가로 질러 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다.
- [0276] 일 형태에서, 오디오 트랜스듀서는 진동판을 지지하기 위한 진동판 베이스 프레임을 포함하고, 진동판 베이스

프레임은 각 힌지 조인트의 하나 또는 두 힌지 요소에 직접 부착된다.

- [0277] 바람직하게는 진동판 베이스 프레임은 진동판과 각 힌지 조인트 사이의 단단한 연결을 용이하게 한다.
- [0278] 바람직하게는 진동판은 각 힌지 조인트와 밀접하게 관련되어 있다. 예를 들어, 진동판에서 각 힌지 조인트까지의 거리는 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 최대 거리의 절반보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/3보다 작거나, 최대 거리의 1/4보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/8보다 작거나, 가장 바람직하게는 최대 거리의 1/16보다 작다.
- [0279] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 만곡(bending)을 가지는 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다.
- [0280] 대안적인 실시예에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림에 있어 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는 각 가요성 힌지 요소는 굽힘에 대해 실질적으로 강성이다.
- [0281] 일부 실시예들에서, 각 힌지 요소는 예를 들어 편평한 시트 형태로 대략 또는 실질적으로 편평한 프로파일을 포함한다.
- [0282] 일부 실시예들에서, 각 조인트의 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 공통의 에지를 따라 연결되거나 교차하여 대략 L-자형 단면을 형성한다. 일부 다른 구성에서, 각 힌지 조인트의 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 중심 영역을 따라 교차하여 회전축을 형성하고, 힌지 요소는 대략 X-자형 단면을 형성하며, 즉 힌지 요소는 크로스 스프링 배열(cross spring arrangement)을 형성한다. 일부 다른 구성에서, 각 힌지 조인트의 가요성 힌지 요소는 분리되고 상이한 방향으로 연장된다.
- [0283] 일 형태에서, 회전축은 각 힌지 조인트의 힌지 요소 사이의 교차점과 대략 동일 선상에 있다.
- [0284] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 가로 방향으로 그리고 상기 요소의 길이 방향 길이를 따라 만곡부(bend)를 포함한다. 힌지 요소는 동작 중에 실질적으로 편평한 상태로 구부러지도록 약간 구부러질 수 있다.
- [0285] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 하나 또는 둘 모두의 두께는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조로부터 가장 먼 힌지 요소의 단부에서 또는 그 근처에서 증가한다.
- [0286] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0287] 진동판, 및
- [0288] 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하고, 하나 이상의 힌지 조인트 - 각 힌지 조인트는 제1 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 제공함 - 를 갖는 힌지 시스템을 포함하고,
- [0289] 상기 진동판은,
- [0290] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0291] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0292] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0293] 사용시 각 힌지 조인트는 힌지 요소가 접촉 부재에 대하여 움직일 수 있게 하도록 구성된다.
- [0294] 바람직하게는 각 힌지 조인트에 대해 접촉 부재는 접촉 표면을 가지며, 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0295] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함하고, 힌지 어셈블리는 진동판이 동작 중에 힌지 어셈블리의 회전축 또는 대략 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합한다. 바람직하게는 진동판은 동작 중에 회전축을 중심으로 진동한다.
- [0296] 바람직하게는, 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 실질적으로 일관된 힘을 포함한다.

- [0297] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 인가하도록 구성된다.
- [0298] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 바이어싱 메커니즘을 더 포함하고, 힌지 요소는 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다.
- [0299] 일 형태에서, 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 축에 대해 25도 미만 또는 10도 미만 또는 5도 미만의 각도를 갖는 방향으로 바이어싱 힘을 인가한다.
- [0300] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 바이어싱 힘을 인가한다.
- [0301] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다.
- [0302] 바람직하게는, 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉은 동작 중에 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 방향으로 접촉 부재에 대한 병진 운동에 대해 힌지 요소를 실질적으로 단단하게 구속한다(restrain).
- [0303] 일 실시예에서, 바이어싱 메커니즘은 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 방향으로 접촉 부재에 대해 병진 운동에 대해 힌지 요소를 단단하게 구속하는 구조와 분리되어 있다.
- [0304] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0305] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체의 최대 두께는 몸체의 최대 길이의 11%보다 크 - 를 갖는 진동판; 및
- [0306] 상기 몸체에 결합되고, 사용시 관련 회전축을 중심으로 상기 몸체를 회전시키는 힌지 어셈블리를 포함하고,
- [0307] 오디오 트랜스듀서는 사용자의 귀의 약 10cm 내의 오디오 사용에 적합한 전기 음향 스피커이다.
- [0308] 다른 양태에서, 본 발명은 사용자의 귀 또는 머리에 직접 인접하거나 직접 관련되어 정상적인 사용을 위해 구성된 오디오 디바이스로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함하며, 상기 오디오 트랜스듀서는,
- [0309] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체의 최대 두께는 몸체의 최대 길이의 11%보다 크 - 를 갖는 진동판, 및
- [0310] 상기 몸체에 결합되고, 사용시 관련 회전축을 중심으로 상기 몸체를 회전시키는 힌지 시스템을 포함한다.
- [0311] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 전기 음향 스피커이고, 오디오 디바이스는 사용자의 귀의 약 10cm 내의 오디오 사용에 적합하다.
- [0312] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 그 내부에 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 하우징을 더 포함한다.
- [0313] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서의 진동판 몸체는 적어도 주변의 일부를 따라 적어도 부분적으로 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0314] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0315] 진동판, 및
- [0316] 상기 진동판을 수용하기 위한 인클로저 및/또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0317] 상기 진동판은,
- [0318] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체의 최대 두께는 상기 몸체의 최대 길이의 11%보다 크 -, 및
- [0319] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기

위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부를 포함하고,

- [0320] 적어도 하나의 주요 면은 하나 이상의 주변 에지 영역에 수직 응력 강화부가 전혀 없고, 각 주변 에지 영역은 질량 중심 위치로부터 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지의 총 거리의 50%이고 상기 진동판의 질량 중심 위치를 중심으로 하는 반경에 또는 그 이상에 위치하며,
- [0321] 상기 진동판은 하우징의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0322] 바람직하게는 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 또는 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 거의 완전히 물리적 연결이 없다.
- [0323] 바람직하게는, 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판 주변의 하나 이상의 주변 영역과 하우징의 내부 사이에 작은 에어 갭이 있다.
- [0324] 바람직하게는 진동판의 주변 에지 영역과 하우징 사이의 거리에 의해 한정되는 에어 갭의 너비는 진동판 몸체의 주요 면을 따라 가장 짧은 길이의 1/10보다 작고, 보다 바람직하게는 1/20보다 작다.
- [0325] 바람직하게는 에어 갭 너비는 진동판 몸체 길이의 1/20보다 작다. 바람직하게는 에어 갭 너비는 1mm 미만이다.
- [0326] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0327] 진동판, 및
- [0328] 상기 진동판에 작용하여 사용시 진동판을 움직이기 위한 힘 전달 컴포넌트를 포함하고,
- [0329] 상기 진동판은,
- [0330] 하나 이상의 주요 면을 갖는 코어 재료로 구성되는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체의 최대 두께는 상기 몸체의 최대 길이의 11%보다 큼 -; 및
- [0331] 상기 코어 재료 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 하나 이상의 주요 면에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0332] 오디오 트랜스듀서는 사용자의 귀의 약 10cm 내에서의 오디오 사용에 적합한 전기 음향 스피커이다.
- [0333] 다른 양태에서, 본 발명은 일반적으로 사용자의 귀 또는 머리에 직접 인접하거나 직접 관련되어 정상적인 사용을 위해 구성된 오디오 디바이스로 구성될 수 있는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함하고, 상기 오디오 트랜스듀서는,
- [0334] 진동판, 및
- [0335] 상기 진동판에 작용하여 사용시 진동판을 움직이기 위한 힘 전달 컴포넌트를 포함하고,
- [0336] 상기 진동판은,
- [0337] 하나 이상의 주요 면을 갖는 코어 재료로 구성되는 진동판 몸체 - 상기 진동판 몸체의 최대 두께는 상기 몸체의 최대 길이의 11%보다 큼 -; 및
- [0338] 상기 코어 재료 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 하나 이상의 주요 면에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0339] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는,
- [0340] 진동판,
- [0341] 트랜스듀서 베이스 구조, 및
- [0342] 힌지 어셈블리를 포함하고,

- [0343] 상기 진동판은,
- [0344] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0345] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0346] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함하고,
- [0347] 상기 진동판은 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 대하여 대략적인 회전축 주위로 회전하도록 상기 힌지 어셈블리에 의해 동작 가능하게 지지되고,
- [0348] 상기 힌지 어셈블리는, 진동판의 움직임을 용이하게 하도록 구성되고 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판의 저항 병진 변위에 상당히 기여하고 약 8GPa보다 큰 영률 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 높은 영률을 갖는 하나 이상의 부분을 포함한다.
- [0349] 바람직하게는 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리의 모든 부분이 약 8GPa보다 큰 영률, 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는다.
- [0350] 바람직하게는 진동판의 움직임을 용이하게 하도록 구성되고 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 진동판의 저항 병진 변위에 상당히 기여하는 힌지 어셈블리의 모든 부분은, 약 0.1GPa보다 큰 영률을 갖는다.
- [0351] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0352] 동작 중에 실질적으로 강성을 유지하는 진동판 몸체를 갖는 진동판; 및
- [0353] 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성된 힌지 시스템을 포함하고,
- [0354] 상기 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고,
- [0355] 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0356] 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함하고, 상기 힌지 어셈블리는 상기 진동판이 동작 중에 힌지 어셈블리의 회전축 또는 대략적인 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합한다. 바람직하게는 진동판은 동작 중에 회전축을 중심으로 진동한다.
- [0357] 바람직하게는, 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 실질적으로 일관된 힘을 포함한다.
- [0358] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 인가하도록 구성된다.
- [0359] 바람직하게는, 상기 진동판은 실질적으로 강성인 진동판 몸체를 갖는다.
- [0360] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 바이어싱 메커니즘을 더 포함하고, 힌지 요소는 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다.
- [0361] 일 형태에서, 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 축에 대해 25도 미만 또는 10도 미만 또는 5도 미만의 각도를 갖는 방향으로 바이어싱 힘을 인가한다.
- [0362] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 바이어싱 힘을 인가한다.
- [0363] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다.
- [0364] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로, 바이어싱 변위와 반대

로 바이어싱 힘을 인가한다는 점에서 실질적으로 유연하다.

- [0365] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은, 사용시 힌지 요소가 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직한 방향으로 약간 시프트(shift)하면 바이어싱 힘이 크게 변하지 않는다는 점에서 실질적으로 유연하다.
- [0366] 바람직하게는, 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉은 동작 중에 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직한 방향으로 접촉 부재에 대한 병진 운동에 대해 힌지 요소를 실질적으로 단단하게 구속한다.
- [0367] 일 실시예에서, 바이어싱 메커니즘은 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 방향으로 접촉 부재에 대한 병진 운동에 대해 힌지 요소를 단단하게 구속하는 구조와 분리되어 있다.
- [0368] 일 실시예에서 진동판은 바이어싱 메커니즘을 포함한다.
- [0369] 바람직하게는 추가적 힘이 힌지 요소에 인가되고 네트 힘을 나타내는 벡터가 힌지 요소의 위치를 통과하여 접촉 표면과 물리적으로 접촉할 때, 그리고 네트 힘이 바이어싱 힘에 비해 작을 때, 힌지 요소 및 접촉 부재 사이의 일관된 물리적 접촉은 접촉 지점에서 접촉 표면에 수직인 방향으로, 힌지 요소가 접촉 부재에 접촉하는 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 병진 운동에 대해 힌지 요소의 접촉 부분을 단단하게 구속한다.
- [0370] 바람직하게는 추가적 힘이 힌지 요소에 인가되고 네트 힘을 나타내는 벡터가 힌지 요소의 위치를 통과하여 접촉 표면과 물리적으로 접촉할 때, 그리고 네트 힘이 바이어싱 힘에 비해 작을 때, 힌지 요소 및 접촉 부재 사이의 일관된 물리적 접촉은 접촉 지점에서 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 모든 병진 운동에 대해 힌지 요소의 접촉 부분을 효과적으로 단단하게 구속한다.
- [0371] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘은 충분히 유연하여,
- [0372] 동작 중 진동판이 중립 위치에 있을 때,
- [0373] 접촉 표면에 수직인 접촉 표면과 힌지 요소의 접촉 영역을 통과하는 방향으로 추가적인 힘이 접촉 부재로부터 힌지 요소에 가해지고,
- [0374] 추가적인 힘은 바이어싱 힘에 비해 비교적 작아서 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 분리가 일어나지 않으며,
- [0375] 접촉 부재에 의해 힌지 요소 상에 가해지는 반동작 힘의 결과적인 변화는 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 힘의 결과적인 변화보다 크다.
- [0376] 바람직하게는, 결과적인 변화는 적어도 4배 더 크고, 보다 바람직하게는 적어도 8배 더 크고, 가장 바람직하게는 적어도 20배 더 크다.
- [0377] 바람직하게는 바이어싱 구조 유연성은 접촉 부재와 비교하여 바이어싱 메커니즘 내의 비-접합 컴포넌트들과 관련된 유연성 및 그 영역에서의 유연성을 배제한다.
- [0378] 바람직하게는, 진동판 몸체는 동작 중에 트랜스듀서의 FRO에 걸쳐 실질적으로 단단한 형태를 유지한다.
- [0379] 바람직하게는, 진동판은 힌지 어셈블리와 단단하게 연결된다.
- [0380] 바람직하게는, 진동판은 동작 중에 트랜스듀서의 FRO에 대해 실질적으로 단단한 형태를 유지한다.
- [0381] 일부 실시예들에서, 진동판은 단일 진동판 몸체를 포함한다. 대안적인 실시예들에서, 진동판은 복수의 진동판 몸체를 포함한다.
- [0382] 바람직하게는 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉은 접촉 부재에 대한 모든 병진 운동에 대해 힌지 요소를 단단하게 구속한다.
- [0383] 바람직하게는 회전축은 힌지 요소와 각 힌지 조인트의 접촉 표면 사이의 접촉 영역과 일치한다.
- [0384] 일 구성에서 힌지 어셈블리의 하나 이상의 컴포넌트는 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된다.
- [0385] 바람직하게는 힌지 요소는 진동판의 일부로서 단단하게 연결된다.
- [0386] 바람직하게는, 접촉 부재는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부로서 단단하게 연결된다.
- [0387] 바람직하게는 힌지 요소 및 접촉 부재 중 어느 하나는 진동판의 일부로서 단단하게 연결되고 나머지 하나는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부로서 단단하게 연결된다.

- [0388] 바람직하게는, 각 힌지 요소와 관련 접촉 표면 사이의 접촉 영역에서, 힌지 요소 및 접촉 부재 중 하나는 진동판에 효과적으로 단단하게 연결되고, 나머지 하나는 트랜스듀서 베이스 구조에 효과적으로 단단하게 연결된다.
- [0389] 일 실시예에서, 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 실질적으로 일관된 힘을 포함하고 각 힌지 요소와 관련 접촉 표면 사이의 접촉 영역에서 힌지 요소 및 접촉 부재 중 하나는 진동판에 효과적으로 단단하게 연결되고 나머지 하나는 트랜스듀서 베이스 구조에 효과적으로 단단하게 연결된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 유연하게 인가하도록 구성된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 유연하게 인가하도록 구성된다.
- [0390] 바람직하게는, 진동판 몸체는 회전축으로부터 진동판의 대향하는 가장 먼 단말부까지의 길이의 15%보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 20%보다 큰 최대 두께를 포함한다.
- [0391] 바람직하게는 진동판 몸체는 접촉 표면에 가까이 근접하거나 접촉 표면과 접촉한다.
- [0392] 바람직하게는, 진동판 몸체로부터 접촉 표면까지의 거리는 회전축으로부터 진동판 몸체의 가장 먼 주변까지의 총 거리의 절반보다 작거나, 보다 바람직하게는 총 거리의 1/4보다 작거나, 보다 바람직하게는 총 거리의 1/8보다 작거나, 가장 바람직하게는 총 거리의 1/16보다 작다.
- [0393] 바람직하게는, 정상 동작 중에 항상 접촉 표면에 가까이 근접한 각 힌지 조인트의 접촉 부재의 영역은 트랜스듀서 베이스 구조에 효과적으로 단단하게 연결된다.
- [0394] 바람직하게는, 정상 동작 중에 항상 접촉 표면과 각 힌지 조인트의 힌지 요소 간의 접촉 영역은 병진 변위의 측면에서 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조 모두에 대해 효과적으로 실질적으로 움직이지 않는다.
- [0395] 바람직하게는 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 하나는 접촉 영역의 바로 근처에서 각 힌지 조인트의 힌지 요소의 적어도 일부에 효과적으로 단단하게 연결되고, 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 나머지 하나는 접촉 영역의 바로 근처에서 각 힌지 조인트의 접촉 부재의 적어도 일부에 효과적으로 단단하게 연결된다.
- [0396] 바람직하게는, 접촉 부재 또는 회전축에 수직인 평면에서의 단면 프로파일에서 더 작은 접촉 표면 반경을 포함하는 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 어느 것이든, 회전축에 수직인 방향으로 접촉 영역에 바로 인접한 컴포넌트의 국부적인 부분에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트에 걸친 접촉 영역으로부터의 최대 길이의 30% 미만이고, 보다 바람직하게는 20% 미만이며, 가장 바람직하게는 10% 미만이다.
- [0397] 바람직하게는, 접촉 부재 또는 회전축에 수직인 평면에서의 단면 프로파일에서 더 작은 접촉 표면 반경을 포함하는 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 어느 것이든, 회전축에 수직인 방향으로 다음 치수들, 즉,
- [0398] 힌지 어셈블리와의 접촉 지점에 바로 인접한 접촉 부재의 부분에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트에 걸친 최대 치수, 및
- [0399] 접촉 부재와의 접촉 지점에 바로 인접한 힌지 요소의 부분에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트에 걸친 최대 치수
- [0400] 중 더 작은 것에 걸친 거리의 30% 미만이고, 보다 바람직하게는 20% 미만이며, 가장 바람직하게는 10% 미만이다.
- [0401] 바람직하게는, 각 힌지 조인트의 힌지 요소는 접촉 영역으로부터 회전축에 수직인 방향으로 진동판의 말단부까지의 길이 및/또는 진동판 몸체의 길이의 30% 미만, 보다 바람직하게는 20% 미만, 가장 바람직하게는 10% 미만의 접촉 표면에서의 반경을 포함한다. 대안적으로 각 힌지 조인트의 접촉 부재는 접촉 영역으로부터 회전축에 수직인 방향으로 트랜스듀서 베이스 구조의 말단부까지의 길이 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조의 길이의 30% 미만, 보다 바람직하게는 20% 미만, 가장 바람직하게는 10% 미만의 접촉 표면에서의 반경을 포함한다.
- [0402] 일부 구성에서, 힌지 어셈블리는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하기 위한 단일 힌지 조인트를 포함한다. 일부 구성에서, 힌지 어셈블리는 다수의 힌지 조인트, 예를 들어 진동판의 양측에 위치한 2개의 힌지 조인트를 포함한다.
- [0403] 바람직하게는, 힌지 요소는 진동판의 단부 면에 내장되거나 부착되며, 힌지 요소는 접촉 표면과 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 접촉 표면 상에서 회전 또는 롤링(roll)하도록 배치되어 이에 의해 진동판의 움직임을 가능하게 한다.
- [0404] 바람직하게는 힌지 조인트는 힌지 요소가 접촉 부재에 대해 실질적으로 회전하는 방식으로 움직일 수 있게 하도

록 구성된다.

- [0405] 바람직하게는, 힌지 요소는 동작 중에 사소한 슬라이딩으로 접촉 부재에 대해 롤링하도록 구성된다.
- [0406] 바람직하게는 힌지 요소는 동작 중에 슬라이딩 없이 접촉 부재에 대해 롤링하도록 구성된다.
- [0407] 대안적으로, 힌지 요소는 동작 중에 접촉 표면 상에서 문지르거나(rub) 비틀도록(twist) 구성된다.
- [0408] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉이 접촉 부재에 대한 모든 병진 운동에 대해 접촉 영역에 또는 그에 가까이 근접하여 위치한 힌지 요소의 일부 지점을 단단하게 구속하도록 구성된다 .
- [0409] 바람직하게는 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 하나는 접촉 영역에서 회전축에 수직인 평면을 따른 적어도 단면 프로파일에서 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함한다.
- [0410] 바람직하게는 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 나머지 하나는 접촉 영역에서 회전축에 수직인 평면을 따른 적어도 단면 프로파일에서 오목하게 만곡된 접촉 표면을 포함한다.
- [0411] 바람직하게는 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 하나는 외부 힘이 드러나거나 오디오 트랜스듀서에 가해질 때 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 나머지 하나가 상승부(raised portion) 또는 돌출부(projection)를 넘어서 움직이는 것을 방지하도록 구성된 하나 이상의 용베이스 또는 돌출부를 갖는 접촉 표면을 포함한다.
- [0412] 일 형태에서 힌지 요소는 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함하고, 접촉 부재는 오목하게 만곡된 접촉 표면을 포함한다. 대안적인 형태에서, 힌지 요소는 오목하게 만곡된 접촉 표면을 포함하고, 접촉 부재는 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함한다.
- [0413] 일 형태에서, 힌지 요소는 접촉 표면과 물리적 접촉을 이루는 회전축에 수직인 평면에서 볼 때 적어도 부분적으로 오목 또는 볼록한 단면 프로파일을 포함한다.
- [0414] 일 형태에서, 힌지 요소는 회전 축에 수직인 평면에서 보았을 때 적어도 부분적으로 볼록한 단면 프로파일을 포함하고, 접촉 표면 프로파일은 동일 평면에서 실질적으로 편평하거나 또는 그 반대일 수 있다.
- [0415] 다른 형태에서, 힌지 요소는 회전 축에 수직인 평면에서 볼 때 적어도 부분적으로 오목한 단면 프로파일을 포함하고, 접촉 표면은 접촉이 이루어지는 회전축에 수직인 평면에서 볼록한 단면 프로파일을 포함하며, 힌지 요소와 접촉 표면은 사용시 오목면과 볼록면을 따라 서로에 대해 흔들리거나(rock) 롤링되도록 배열된다.
- [0416] 다른 형태에서, 힌지 요소는 회전축에 수직인 평면에서 보았을 때 적어도 부분적으로 볼록한 단면 프로파일을 포함하고, 접촉 표면은 회전축에 수직인 평면에서 볼록한 단면 프로파일을 포함하여, 힌지 요소 및 접촉 표면이 표면을 따라 사용 중에 서로에 대해 흔들리거나 롤링될 수 있게 한다.
- [0417] 다른 형태에서, 힌지 요소 또는 접촉 부재의 제1 요소는 회전 축에 수직인 평면을 따라 적어도 단면 프로파일에서 볼록하게 만곡된 접촉부를 포함하고, 힌지 요소 및 접촉 부재의 다른 제2 요소는 실질적으로 평면이거나 또는 실질적으로 큰 반경을 포함하는 중심 영역을 갖는 접촉 표면을 포함하고, 제1 요소가 중심에 위치하고 정상 동작 중에 실질적으로 평면인 중심 영역을 실질적으로 넘어서 움직이지 않도록 충분히 넓고, 회전축에 수직인 평면에서 단면 프로파일로 볼 때, 외부 힘이 드러날 때 실질적으로 중심 영역 쪽으로 제1 요소를 재집중화(recentralize)하도록 구성된 하나 이상의 상승부를 포함한다.
- [0418] 상승부는 상승된 에지 부분일 수 있다.
- [0419] 대안적으로, 중심 영역은 정상 동작 중에 또는 외부 힘이 드러날 때, 제1 요소를 점진적으로 재집중화시키기 위해 오목하다.
- [0420] 바람직하게는 제1 요소는 힌지 요소이고 제2 요소는 접촉 부재이다.
- [0421] 바람직하게는 회전축에 수직인 평면을 따르는 단면 프로파일에서 비교적 작은 곡률 반경을 갖는 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함하는 힌지 요소 및 접촉 표면 중 어느 것이든 아래 관계식을 만족하는 미터 단위의 반경 r 을 갖는다:

[0422]
$$r \geq \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$

- [0423] 및/또는 다음의 관계식을 만족하는 미터 단위의 반경 r 을 갖는다:
- [0424]
$$r < \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$
- [0425] 여기서 l 는 접촉 부재에 대한 힌지 요소의 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 부분까지의 거리(m)이고, f 는 진동판의 기본 공진 주파수(Hz)이고, E 는 바람직하게는 50-140의 범위에 있고, 예를 들어, E 는 140이고, 보다 바람직하게는 100이고, 다시 보다 바람직하게는 70이고, 훨씬 더 바람직하게는 50이고, 가장 바람직하게는 40이다.
- [0426] 일 형태에서, 바이어싱 메커니즘은 자기 메커니즘 또는 구조를 사용하여 접촉 부재의 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱 또는 압박(urge)한다.
- [0427] 바람직하게는 힌지 요소는 자기 요소 또는 물체를 포함하거나 이로부터 구성된다.
- [0428] 바람직하게는 자기 요소 또는 물체는 진동판 내에 포함된다.
- [0429] 바람직하게는 자기 요소 또는 물체는 진동판 물체의 단부 면에서 진동판 내에 결합되거나 아니면 포함되는 강자성 스틸 샤프트이다.
- [0430] 바람직하게는, 샤프트는 실질적으로 원통형인 프로파일을 갖는다.
- [0431] 바람직하게는, 샤프트의 대략 원통형 프로파일은 대략 1-10mm의 직경을 갖는다.
- [0432] 일 형태에서, 접촉 표면과 물리적 접촉을 이루는 샤프트의 부분은 대략 0.05mm와 0.15mm 사이의 반경을 갖는 볼록한 프로파일을 포함한다.
- [0433] 일부 실시예들에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소와 접촉하거나 이에 단단하게 연결된 제1 자기 요소 및 제2 자기 요소를 포함할 수 있으며, 제1 및 제2 자기 요소 사이의 자기력은 사용시 힌지 요소와 접촉 표면 사이의 일관된 물리적 접촉을 유지하기 위하여 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱하거나 압박한다.
- [0434] 제1 자기 요소는 강자성 유체일 수 있다.
- [0435] 제1 자기 요소는 진동판 물체의 단부 근처에 위치한 강자성 유체일 수 있다.
- [0436] 제2 자기 요소는 영구 자석 또는 전자석일 수 있다.
- [0437] 대안적으로, 제2 자기 요소는 접촉 부재의 접촉 표면에 결합되거나 내장된 강자성 스틸 부분일 수 있다.
- [0438] 바람직하게는, 접촉 부재는 제1 및 제2 자기 요소 사이에 위치한다.
- [0439] 일부 실시예들에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소를 접촉 부재의 접촉 표면 쪽으로 바이어싱하거나 압박하는 기계적 메커니즘을 포함한다.
- [0440] 일 형태에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소를 접촉 표면 쪽으로 바이어싱 또는 압박하는 탄성 요소 또는 부재를 포함한다.
- [0441] 바람직하게는, 탄성 요소는 평철 스프링(steel flat spring)이다.
- [0442] 대안적으로 또는 부가적으로, 바이어싱 메커니즘은 인장된 고무 밴드, 압축된 고무 블록 및 자석에 의해 흡인된 강자성 유체를 포함할 수 있다.
- [0443] 바람직하게는, 힌지 조인트는 또한 접촉 부재에 대해 원하는 동작 및 물리적 위치에 힌지 요소를 위치시키기 위한 고정 구조(fixing structure)를 포함한다.
- [0444] 일 형태에서 고정 구조는 힌지 요소의 양단에 결합된 핀과 같은 고정 부재, 및 각각 일단부가 고정 부재에 결합되고 그 후 또 다른 단부가 접촉 부재에 결합되는 하나 이상의 스프링을 포함하는 기계적 고정 어셈블리이고, 스트링의 중간 부분은 힌지 요소의 단면 주위에서 만곡되도록 배열되어, 이에 의해 힌지 요소를 접촉 부재에 대해 원하는 동작 및 물리적 위치에 유지한다.
- [0445] 일 형태에서, 고정 구조는 일단부가 힌지 요소의 단부에 직접적으로 또는 간접적으로 고정되고, 그 후 다른 단부가 접촉 부재에 결합되는 하나 이상의 얇은 가요성 요소들을 포함하는 기계적 고정 어셈블리이고, 스트링의 중간 부분은 힌지 요소의 단면 또는 힌지 요소에 단단하게 부착된 컴포넌트 주위에서 만곡되도록 배열되어, 이에 의해 힌지 요소를 접촉 부재에 대해 원하는 동작 및 물리적 위치에 유지한다.

- [0446] 바람직하게는 얇은 가요성 요소는 스트링, 가장 바람직하게는 다중 스트랜드(multi-strand) 스트링이다.
- [0447] 바람직하게는 얇은 가요성 요소는 낮은 크리프(creep)를 나타낸다.
- [0448] 바람직하게는, 얇은 가요성 요소는 높은 내마모성을 나타낸다.
- [0449] 바람직하게는 얇은 가요성 요소는 vectran™ 섬유와 같은 방향족 폴리에스테르 섬유이다.
- [0450] 일 형태에서, 고정 구조는 일단부가 힌지 요소의 단부에 직접적으로 또는 간접적으로 고정되고, 그 후 다른 단부가 접촉 부재에 결합되는 하나 이상의 스트링을 포함하는 기계적 고정 어셈블리이고, 스트링의 중간 부분은 힌지 요소로부터의 컴포넌트의 단면 주위에서 만족되도록 배열되고, 접촉 부재는 접촉하는 위치의 측면 프로파일(side profile)에서 더 볼록하고, 이에 의해 힌지 요소를 접촉 부재에 대해 원하는 동작 및 물리적 위치에 유지한다.
- [0451] 바람직하게는 스트링이 만족되는 반경은 동일한 컴포넌트의 접촉 표면과 실질적으로 동일한 측면 프로파일을 갖는다.
- [0452] 바람직하게는, 스트링이 만족되는 반경은 동일 위치의 스트링의 두께의 절반만큼 동일한 컴포넌트의 접촉 표면의 측면 프로파일에 비해 모든 위치에서 아주 약간 더 작은 반경을 갖는다.
- [0453] 일 형태에서, 고정 구조는 일단 부와 힌지 요소를 연결하고 또다른 단부를 접촉 부재에 연결하는 가요성 요소를 포함하는 기계적 고정 어셈블리이며, 접촉 부재에 대해 힌지 요소의 회전축에 가까이 그리고 평행하게 위치되고, 길이를 따라 비틀림의 면에서 탄성적이기 위해 충분히 얇은 벽이며, 힌지 샤프트에 수직이고 접촉 표면에 평행한 방향으로 충분히 넓기 때문에, 동일한 방향으로 일단부의 병진의 측면에서 비교적 유연하지 않고, 이에 의해 힌지 요소가 동일한 방향으로 접촉 표면에 대하여 미끄러지는 것을 제한한다.
- [0454] 바람직하게는 얇은 가요성 요소는 판 스프링이다.
- [0455] 바람직하게는, 얇은 가요성 요소는 예를 들어 금속 shim과 같이 얇고 단단한 스트립이다.
- [0456] 바람직하게는 가요성 요소는 피로(fatigue) 및 크리프(creep)에 견딜 수 있는 재료, 예를 들어 철 또는 티타늄으로 제조된다.
- [0457] 바람직하게는 힌지 어셈블리는 사용시 실질적으로 일정하게 유지되는 바이어싱 힘을 사용하여 접촉 부재의 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0458] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 진동판에 동작하는 중력보다 큰 바이어싱 힘, 또는 보다 바람직하게는 진동판에 동작하는 중력의 1.5배보다 큰 바이어싱 힘을 이용하여 힌지 요소를 접촉 부재의 접촉 표면 쪽으로 바이어싱한다.
- [0459] 바람직하게는 바이어싱 힘은 진동판의 최대 기진력(excitation force)에 비해 실질적으로 크다.
- [0460] 바람직하게는, 바이어싱 힘은 트랜스듀서의 정상 동작 동안 경험되는 최대 기진력의 1.5배보다 크거나, 보다 바람직하게는 2.5배보다 크거나, 또는 훨씬 더 바람직하게는 4배보다 크다.
- [0461] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 트랜스듀서의 정상 동작 동안 진동판에 최대 여기가 적용될 때 힌지 요소와 접촉 표면 사이에서 실질적으로 비(non)-슬라이딩 접촉이 유지되도록 충분히 큰 바이어싱 힘을 사용하여 힌지 요소를 접촉 부재의 접촉 표면 쪽으로 바이어싱한다.
- [0462] 바람직하게는, 특정 힌지 조인트에서의 바이어싱 힘은, 트랜스듀서의 정상 동작 동안 최대 여기가 진동판에 적용될 때 힌지 요소와 접촉 표면 사이의 미끄러짐(slippage)을 야기시키는 방향으로 동작하는 반력의 성분보다 3 배 또는 6배 또는 10배 더 크다.
- [0463] 바람직하게는, 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉력의 적어도 30%, 보다 바람직하게는 적어도 50%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 70%가 바이어싱 메커니즘에 의해 제공된다.
- [0464] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘은 진동판이 정상 동작 동안 전체 범위를 횡단 할 때, 바이어싱 메커니즘이 가하는 바이어싱 힘이 트랜스듀서가 정지 상태에 있을 때의 평균 힘의 200% 초과, 보다 바람직하게는 150% 초과, 보다 바람직하게는 100% 초과만큼 변하지 않을 만큼 충분히 유연하다.
- [0465] 바람직하게는 바이어싱 구조는, 바이어싱 힘을 일 방향으로 힌지 요소에 가하는 바이어싱 메커니즘이 결과적인

반력에 대해 유연하게 적용된다는 점에서 힌지 조인트가 현저히 비대칭이 되도록 충분히 유연하다.

[0466]

바람직하게는 상기 반력은 실질적으로 일정한 변위의 형태로 인가된다.

[0467]

바람직하게는 상기 반력은 비교적 유연하지 않은, 접촉 표면을 접촉 부재의 주 몸체에 연결하는 접촉 부재의 부분들에 의해 제공된다.

[0468]

바람직하게는 힌지 요소는 진동판 몸체에 단단하게 연결되고, 접촉 표면에 바로 국부적인 힌지 요소의 영역 및 이 영역과 진동판의 나머지 사이의 연결은 바이어싱 메커니즘에 대해 비유연하다.

[0469]

일부 실시예들에서, 힌지 요소 상에 동작하는 바이어싱 메커니즘의 전체 강성 k (여기서, " k "는 후크의 법칙(Hook's law)에 정의된 바와 같다), 상기 접촉 표면을 통해 지지되는 진동판의 부분의 회전축 주위의 회전 관성, 및 진동판의 기본 공진 주파수($\text{Hz}(f)$)는 다음 관계식을 만족한다.

[0470]

$$k < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$$

[0471]

여기서, C 는 바람직하게는 200, 보다 바람직하게는 130, 보다 바람직하게는 100, 보다 바람직하게는 60, 보다 바람직하게는 40, 보다 바람직하게는 20, 가장 바람직하게는 10으로 주어지는 상수이다.

[0472]

일부 실시예들에서, 바이어싱 메커니즘은, 진동판이 정상 동작 중에 평형 변위에 있을 때, 만일 한 쌍의 접촉 표면에 수직으로 두개의 작은 동등하고 반대 방향의 힘이 각 표면에 하나의 힘으로 이들을 분리하기 위한 방향으로 가해진다면, 단지 초기 분리를 달성하기 위해 필요한 힘보다 큰(above and beyond) 힘의 작은(바람직하게는 미소한) 증가(뉴턴 단위)(dF), 비결합된 컴포넌트들 간의 국부적인 접촉 영역에서 이와 관련된 유연성을 제외하고, 드라이버의 나머지의 변형으로 야기되는 표면들에서의 결과적인 분리 변화(미터 단위)(dX), 상기 접촉 영역들을 통해 지지되는 진동판의 부분의 회전축 주위의 관성력(I_s), 및 진동판의 기본 공진 주파수(Hz 단위)(f)는 다음 관계식을 만족하도록, 충분히 유연하다.

[0473]

$$\frac{dF}{dx} < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I_s$$

[0474]

여기서, C 는 바람직하게는 200, 보다 바람직하게는 130, 보다 바람직하게는 100, 보다 바람직하게는 60, 보다 바람직하게는 40, 보다 바람직하게는 20, 가장 바람직하게는 10으로 주어지는 상수이다.

[0475]

바람직하게는, 바이어싱 메커니즘의 일부는 트랜스듀서 베이스 메커니즘에 단단하게 연결된다.

[0476]

대안적으로, 또는 부가적으로 진동판은 바이어싱 메커니즘을 포함한다.

[0477]

일부 실시예들에서, 힌지 어셈블리 내의 이 유형의 힌지 조인트의 수 n 내의 관련 접촉 표면 쪽으로 각 힌지 요소를 바이어싱하는 모든 힘(뉴턴 단위)(F_n)의 평균($\sum F_n/n$)은 진동판을 그 정상적인 이동 범위 내의 임의의 위치로 변위시키기 위하여 일정한 기전력이 가해지는 동안, 다음 관계식을 일관되게 만족한다.

[0478]

$$\frac{\sum F_n}{n} > D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

[0479]

여기서 D 는 바람직하게는 5와 같거나, 보다 바람직하게는 15와 같거나, 보다 바람직하게는 30과 같거나, 보다 바람직하게는 40과 같은 상수이다.

[0480]

일부 실시예들에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 어셈블리 내의 이 유형의 힌지 조인트의 수 n 내의 관련 접촉 표면 쪽으로 각 힌지 요소를 바이어싱하는 모든 힘(뉴턴 단위)(F_n)의 평균($\sum F_n/n$)을 가하고, 진동판을 그 정상적인 이동 범위 내의 임의의 위치로 변위시키기 위하여 일정한 기전력이 가해질 때, 다음 관계식을 일관되게 만족한다.

[0481]

$$\frac{\sum F_n}{n} < D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

[0482]

여기서 D 는 바람직하게는 200과 같거나, 보다 바람직하게는 150과 같거나, 보다 바람직하게는 100과 같거나, 가장 바람직하게는 80과 같은 상수이다.

[0483]

일부 실시예들에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소를 접촉 부재로 바이어싱하는 다음 관계식을 만족하는 순 힘(F)을 가한다:

[0484]

$$F > D \times (2\pi f)^2 \times I_s$$

- [0485] 여기서, I_s 는 힌지 요소에 의해 지지되는 진동판의 일부의 회전축에 대한 회전 관성이고($\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 단위), f_1 는 FRO의 하한이며(Hz 단위), D 는 바람직하게는 5와 같거나, 보다 바람직하게는 15와 같거나, 보다 바람직하게는 30과 같거나, 보다 바람직하게는 40과 같거나, 보다 바람직하게는 50과 같거나, 보다 바람직하게는 60과 같거나, 가장 바람직하게는 70과 같은 상수이다.
- [0486] 바람직하게는, 이 관계식은 정상 동작 과정에서 접촉 부재에 대한 힌지 요소의 모든 회전 각에서 일관되게 만족된다.
- [0487] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 어떠한 기전력도 진동판에 가해지지 않을 때 진동판을 원하는 중립 회전 위치로 복귀시키기 위한 복원 메커니즘(restoring mechanism)을 더 포함한다.
- [0488] 일 형태에서, 복원 메커니즘은 진동판 몸체의 단부에 부착된 토션 바(torsion bar)를 포함한다. 이러한 구성에서, 토션 바는 토션 시에 굴곡하는 중간 단면과, 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조에 결합되는 단부 단면을 포함한다.
- [0489] 바람직하게는, 상기 단면들 중 적어도 하나의 단부는 토션 바의 주축 방향으로 병진 유연성을 제공한다.
- [0490] 바람직하게는 단부 단면 중 하나, 또는 보다 바람직하게는 양쪽이 중간 단면의 길이에 수직인 방향으로 회전 가요성을 포함한다.
- [0491] 바람직하게는 병진 및 회전 가요성은 토션 바의 일 단부 또는 양단부에 하나 이상의 실질적으로 편평한 얇은 벽에 의해 제공되며, 그 평면은 토션 바의 주축에 실질적으로 수직으로 배향된다.
- [0492] 바람직하게는 양 단부 단면은 토션 바의 주축에 수직인 방향으로 병진한다는 점에서 비교적 비유연하다.
- [0493] 일부 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서는 코일 및 상기 코일에 연결되는 도선을 포함하는 여기 메커니즘을 더 포함하며, 상기 도선은 토션 바의 중간 단면의 표면에 부착된다.
- [0494] 바람직하게는, 와이어는 토션 바에 평행하게 이어지는 축에 가깝게 부착되고, 이 축 주위로 트랜스듀서의 정상 동작 중에 토션 바가 회전한다.
- [0495] 또 다른 형태에서, 복원 메커니즘은 실리콘 또는 고무와 같은 유연한 요소(compliant element)를 포함하며, 이는 회전축에 가깝게 위치한다.
- [0496] 바람직하게는 유연한 요소는 좁은 중간 단면 및 보안 연결을 용이하게 하기 위해 증가된 영역을 갖는 단부 단면을 포함한다.
- [0497] 다른 형태에서, 복원력의 일부 또는 전부가 접촉 표면의 기하학적 구조를 통해 힌지 조인트 내에서 제공되고 바이어싱 힘의 위치, 방향 및 강도를 통해 바이어싱 구조에 의해 적용된다.
- [0498] 또 다른 형태에서, 센터링 힘(centering force)의 일부는 자기 요소에 의해 제공된다.
- [0499] 일 형태에서, 힌지 어셈블리의 하나 이상의 컴포넌트는 6GPa보다 높은 영률 또는 보다 바람직하게는 10GPa보다 높은 영률을 갖는 재료로 제조된다.
- [0500] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0501] 동작 중에 실질적으로 강성을 유지하는 진동판 몸체를 갖는 진동판; 및
- [0502] 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성되고, 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하는 힌지 시스템을 포함하고,
- [0503] 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고,
- [0504] 동작 중에, 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱하고,
- [0505] 접촉 표면의 아주 가까운(immediate) 영역에서 힌지 요소 및 접촉 부재 모두의 적어도 일부는 강성 재료로 제조된다.
- [0506] 일 실시예에서, 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 실질적으로 일정한 힘을 포함하고 각 힌지 요소와 관련 접촉 표면 사이의 접촉 영역에서 힌지 요소 및 접촉 부재 중 하나는 진동판에 효과적으로 단단하게 연결되고 나머지

하나는 트랜스듀서 베이스 구조에 효과적으로 단단하게 연결된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 유연하게 가하도록 구성된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 관련 접촉 표면 쪽으로 각 조인트의 힌지 요소에 바이어싱 힘을 유연하게 가하도록 구성된다.

- [0507] 바람직하게는, 37번째 또는 38번째 측면에서, 접촉 표면의 아주 가까운 영역에서 힌지 요소 및 접촉 부재 모두의 부분은 6GPa보다 높고, 보다 바람직하게는 10GPa보다 높은 영률을 갖는 재료로 이루어진다.
- [0508] 바람직하게는 진동판 몸체를 실질적으로 강성인 컴포넌트로 구성되는 베이스구조에 연결하는 적어도 하나의 통로가 존재하며, 따라서 하나의 강성 컴포넌트가 단단하게 연결되지 않고 다른 강성 컴포넌트와 접촉하는 아주 가까운 근처 장소에서, 모든 재료는 6GPa보다 높거나, 훨씬 더 바람직하게는 10GPa보다 높은 영률을 갖는다.
- [0509] 보다 바람직하게는, 힌지 요소 및 접촉 부재는 6GPa보다 높거나, 훨씬 더 바람직하게는 10GPa보다 높은 영률을 갖는 재료로 이루어지며, 예를 들어, 알루미늄, 철, 티타늄, 텅스텐, 세라믹 등이 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0510] 바람직하게는, 힌지 요소 및/또는 접촉 표면은 얇은 코팅, 예를 들어 세라믹 코팅 또는 양극 산화된(anodized) 코팅을 포함한다.
- [0511] 바람직하게는 접촉 위치에서의 힌지 요소의 표면 및 접촉 표면 중 어느 하나 또는 양자 모두는 비금속 재료를 포함한다.
- [0512] 바람직하게는 접촉 위치에서의 힌지 요소와 접촉 표면 모두는 비금속 재료를 포함한다.
- [0513] 바람직하게는, 접촉 위치에서의 힌지 요소와 접촉 표면 모두는 내부식성 재료를 포함한다.
- [0514] 바람직하게는 접촉 위치의 힌지 요소 및 접촉 표면은 모두 프레팅(fretting)-관련 부식에 대한 내성 재료를 포함한다.
- [0515] 바람직하게는 힌지 요소는 진동판의 회전축과 실질적으로 동일 선상에 있는 축을 중심으로 접촉 표면에 대해 롤링한다.
- [0516] 바람직하게는 힌지 어셈블리는 진동판의 단일 자유도 운동을 용이하게 하도록 구성된다.
- [0517] 일 구성에서, 힌지 어셈블리는 적어도 2개의 실질적으로 직교하는 축을 따라 적어도 2개의 방향으로 병진 운동에 대해 진동판을 단단하게 구속한다.
- [0518] 일 구성에서, 힌지 어셈블리는 병진 운동과 회전 운동의 조합으로 이루어진 진동판 운동을 가능하게 한다.
- [0519] 바람직한 구성에서, 힌지 어셈블리는 단일 축을 중심으로 실질적으로 회전하는 진동판 운동을 가능하게 한다.
- [0520] 바람직하게는, 힌지 요소의 벽 두께는 접촉 지점에서, 힌지 요소의 벽 두께 및 및 접촉 부재보다 측면 프로파일에서 더 볼록한 접촉 표면의 반경보다 1/8 또는 1/4 또는 1/2보다 두껍거나 가장 바람직하게는 더 두껍다.
- [0521] 바람직하게는, 접촉 부재의 벽 두께는 접촉 지점에서, 힌지 요소의 벽 두께 및 및 접촉 부재보다 측면 프로파일에서 더 볼록한 접촉 표면의 반경보다 1/8 또는 1/4 또는 1/2보다 두껍거나 가장 바람직하게는 더 두껍다.
- [0522] 바람직하게는 병진 하중이 진동판으로부터 힌지 조인트를 통해 트랜스듀서 베이스 구조로 통과할 수 있는 적어도 하나의 실질적으로 유연하지 않은 경로가있다.
- [0523] 바람직하게는, 진동판은 전기 및 운동을 변환시키는 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트를 포함하고 이에 단단하게 결합된다.
- [0524] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0525] 동작 중에 실질적으로 강성으로 유지되는 진동판 몸체를 갖는 진동판;
- [0526] 힘 전달 컴포넌트 - 상기 진동판이 상기 힘 전달 컴포넌트를 포함하고 이에 단단하게 결합됨 - 를 갖고 전기 및/또는 운동을 변환하는 트랜스듀싱 메커니즘; 및
- [0527] 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성되고, 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하는 힌지 시스템을 포함하고,

- [0528] 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고;
- [0529] 동작 중에 각 힌지 조인트는 상기 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 상기 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 상기 힌지 어셈블리는 상기 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0530] 일 실시예에서, 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 실질적으로 일정한 힘을 포함하고 각 힌지 요소와 관련 접촉 표면 사이의 접촉 영역에서 힌지 요소 및 접촉 부재 중 하나는 진동판에 효과적으로 단단하게 연결되고 나머지 하나는 트랜스듀서 베이스 구조에 효과적으로 단단하게 연결된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 각 조인트의 힌지 요소에 관련 접촉 표면 쪽으로 바이어싱 힘을 유연하게 가하도록 구성된다. 바람직하게는 힌지 어셈블리는 각 조인트의 힌지 요소에 관련 접촉 표면 쪽으로 바이어싱 힘을 유연하게 가하도록 구성된다.
- [0531] 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0532] .동작 중에 실질적으로 강성으로 유지되고 진동판 몸체의 최대 길이의 약 11%보다 큰 최대 두께를 포함하는 진동판 몸체를 갖는 진동판;
- [0533] 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성되고, 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하는 힌지 시스템을 포함하고,
- [0534] 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고,
- [0535] 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직이도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0536] 하나의 형태의 힌지 시스템을 포함하는 오디오 트랜스듀서에 관한 상기 양태들 중 어느 하나에서, 힌지 어셈블리는 진동판의 너비의 양쪽에 위치한 한 쌍의 힌지 조인트를 포함한다.
- [0537] 대안적으로 힌지 어셈블리는 진동판의 너비의 양측에 적어도 한 쌍의 힌지 조인트를 갖는 2개가 넘는 힌지 조인트를 포함한다.
- [0538] 일 형태에서, 다중 힌지 어셈블리는 동작 중에 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성된다.
- [0539] 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는 적어도 하나의 힌지 어셈블리를 갖는 진동판 서스펜션을 더 포함하며, 상기 진동판 서스펜션은 동작 중에 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성된다.
- [0540] 바람직하게는, 진동판 서스펜션은 진동판 어셈블리의 움직임을 가능하게 하는 단일 힌지 어셈블리로 구성된다.
- [0541] 대안적으로, 진동판 서스펜션은 2개 이상의 힌지 어셈블리를 포함한다. # 409 일 형태에서 진동판 서스펜션은 4절 링크(four-bar linkage)로 구성되며 힌지 어셈블리는 4절 링크의 각 에지에 있다.
- [0542] 바람직하게는, 각 진동판은 상당히 상이한 회전축을 갖는 단지 2개의 힌지 조인트에 연결된다.
- [0543] 일 구성에서, 힌지 요소는 자기력에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱되거나 압박된다.
- [0544] 일 구성에서, 힌지 요소는 진동판 몸체의 단부 면을 따라 또는 부착되거나 그 안에 내장되는 강자성 스틸 샤프트이다. 힌지 조인트는 힌지 요소를 접촉 표면 쪽으로 끌어 당기는 자석을 포함한다.
- [0545] 일 구성에서, 힌지 요소는 기계적 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱되거나 압박된다.
- [0546] 일 형태의 구성에서, 힌지 요소는 진동판 몸체의 단부 면을 따라 또는 부착되거나 그 안에 내장되는 진동판 베이스 프레임이다.
- [0547] 기계적 바이어싱 구조는 초기 인장된(pre-tensioned) 스프링 부재를 포함할 수 있다.
- [0548] 바람직하게는, 힌지 요소에 가해지는 바이어싱 힘은 접촉 표면에 대해 진동판의 회전축과 거의 동일 선상인 에지에서 가해진다.
- [0549] 바람직하게는 힌지 요소와 접촉 표면 사이에 가해지는 바이어싱 힘은, 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 표면의 접촉 표면으로부터 회전축에 수직인 평면에서의 단면 프로파일에서 봤을 때 회전축에 실질적으로 평행하고 더 볼록한 접촉 표면 측의 접촉 반경의 중심에 가까이 통과하는 선축과 실질적으로 동일 선상에 있는 에지에서 가해진다.

- [0550] 바람직하게는 힌지 요소와 접촉 표면 사이에 가해지는 바이어싱 힘은, 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 표면의 접촉 표면으로부터 회전축에 수직인 평면에서의 단면 프로파일에서 봤을 때 회전축에 평행하고 더 볼록한 접촉 표면 측의 접촉 반경의 중심을 통과하는 선과 실질적으로 동일 선상에 있는 에지에서 가해진다.
- [0551] 바람직하게는 힌지 요소에 가해지는 바이어싱 힘은 접촉 표면에 대한 진동판의 회전축 상에 대략 놓인 위치에서 가해진다.
- [0552] 바람직하게는 바이어싱 힘은, 힌지 요소와 접촉 표면으로부터 회전축에 수직인 평면에서의 단면 프로파일에서 봤을 때 회전축에 거의 평행하고 더 볼록한 접촉 측면의 반경의 중심을 대략 통과하는 축에서 가해진다.
- [0553] 바람직하게는, 진동판 편위 운동(excursion)의 전체 범위에 걸쳐 이 위치 가까이 가해진다.
- [0554] 바람직하게는, 통상의 동작 동안 항상 바이어싱 힘의 위치 및 방향은 회전축에 평행하게 배향되고 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉 지점을 통과하는 가상의 선을 통과하도록 된다.
- [0555] 다른 양태에서, 본 발명은 힌지 시스템을 포함하는 상기 양태들 중 어느 하나에 따른 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0556] 상기 진동판을 내부 또는 그 사이에 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [0557] 상기 진동판은 상기 하우징과 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 갖는 외주변을 포함한다.
- [0558] 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적으로 연결이 거의 완전히 없다.
- [0559] 일부 실시예들에서, 트랜스듀서는 진동판의 하나 이상의 주변 영역과 하우징의 내부 사이에 강자성 유체를 포함한다. 바람직하게는, 강자성 유체는 진동판의 관상면 방향으로 진동판에 현저한 지지를 제공한다.
- [0560] 바람직하게는, 상기 진동판은 상기 몸체에 결합된 수직 응력 강화부를 포함하고, 상기 수직 응력 강화부는 동작 중에 상기 몸체의 표면에서 또는 상기 몸체의 표면에 인접하여 경험되는 압축-응력 응력에 견디기 위해 상기 주요 표들 중 적어도 하나에 인접하여 결합된다
- [0561] 다른 양태에서, 본 발명은 힌지 시스템을 포함하는 상기 양태들 중 어느 하나의 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 진동판은,
- [0562] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0563] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0564] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0565] 바람직하게는, 상기 두 양태들 중 어느 하나에서, 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두는, 상기 진동판이 상기 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 상기 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 되어 있
- [0566] 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다. 바람직하게는 진동판의 두께는 질량 중심으로부터 먼 주변 쪽으로 감소한다.
- [0567] 대안적으로 또는 추가적으로 수직 응력 강화부의 질량 분포는, 비교적 더 낮은 양의 질량이 진동판의 어셈블링된 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에 있도록 된다.
- [0568] 다른 양태에서 본 발명은 힌지 시스템을 포함하는 상기 양태들 중 어느 하나를 포함하는 오디오 디바이스로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 오디오 트랜스듀서의 진동판과 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 진동판과 오디오 디바이스의 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하기 위한 분리 장착 시스템(decoupling mounting system)을 더 포함하고, 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.

- [0569] 바람직하게는, 오디오 디바이스의 상기 적어도 하나의 다른 부분은 디바이스의 오디오 트랜스듀서의 진동판의 다른 부분이 아니다. 바람직하게는 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조와 하나의 다른 부분 사이에 결합된다. 바람직하게는 하나의 다른 부분은 트랜스듀서 하우징이다.
- [0570] 또 다른 양태에서, 본 발명은 상기 양태의 오디오 트랜스듀서 중 임의의 하나 이상을 포함하고 독립적인 오디오 신호의 재생을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 제공하는 2개 이상의 전기 음향 스피커를 포함하는 오디오 디바이스로 구성될 수 있다. 바람직하게는 오디오 디바이스는 사용자의 귀의 약 10cm 내에서 오디오 사용에 적합한 개인용 오디오 디바이스이다.
- [0571] 또 다른 양태에서, 본 발명은 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 할 수 있다.
- [0572] 또 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀에 또는 그 근처에 있는 사용자에게 착용되도록 구성된 한 쌍의 인터페이스 디바이스를 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0573] 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀 상에 또는 그 주위에 착용되도록 구성된 한 쌍의 헤드폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 헤드폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0574] 또 다른 양태에서, 본 발명은 사용자의 귀의 외이도 또는 외이 내에서 착용되도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 이어폰 인터페이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0575] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 상기 양태들 중 어느 하나의 오디오 트랜스듀서 및 관련 특징들, 구성들 및 실시예들로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는 음향 전기 트랜스듀서이다.
- [0576] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0577] 진동판;
- [0578] 트랜스듀서 베이스 구조; 및
- [0579] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고,
- [0580] 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다.
- [0581] 바람직하게는 각 힌지 조인트에 대해, 각 힌지 요소는 길이에 비해 진동판의 회전축에 대한 회전 운동을 용이하게 하기 위해 요소의 길이에 비해 비교적 얇다.
- [0582] 일 형태에서, 진동판은 진동판을 지지하는 진동판 베이스 프레임을 포함하고, 진동판은 진동판의 단부를 따라 또는 그 근처에서 진동판 베이스 프레임에 의해 지지되고, 진동판 베이스 프레임은 각 힌지 조인트의 하나 또는 양쪽의 힌지 요소에 직접 부착된다.
- [0583] 바람직하게는 진동판 베이스 프레임은 진동판과 각 힌지 조인트 사이의 단단한 연결을 용이하게 한다.
- [0584] 일 형태에서, 진동판 베이스 프레임은 하나 이상의 코일 보강 패널(coil stiffening panel), 하나 이상의 측면 아크 보강재 삼각형(arc stiffener triangle), 위쪽(topside) 버팀대 판 및 아래쪽(underside) 베이스 판을 포함한다.

- [0585] 일부 실시예들에서, 진동판은 진동판 베이스 프레임을 포함하지 않고 진동판은 각 힌지 조인트의 하나 또는 양쪽의 힌지 요소에 직접 부착된다.
- [0586] 바람직하게는, 진동판으로부터 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 하나 또는 양쪽 모두에 이르는 거리는 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 최대 거리의 절반보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/3보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/4보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/8보다 작거나, 가장 바람직하게는 최대 거리의 1/16보다 작다.
- [0587] 바람직하게는 하나 이상의 힌지 조인트는 진동판의 적어도 하나의 표면 또는 주변에 연결되고, 각 연결부의 적어도 하나의 전체 크기 치수는 관련 표면 또는 π 주변의 대응 치수의 1/6보다 크거나, 보다 바람직하게는 1/4보다 크거나, 가장 바람직하게는 1/2보다 크다.
- [0588] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0589] 진동판;
- [0590] 트랜스듀서 베이스 구조;
- [0591] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고,
- [0592] 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하고, 진동판으로부터 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 하나 또는 양쪽 모두에 이르는 거리는 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 최대 거리의 절반보다 작다. 보다 바람직하게는 힌지 요소 중 하나 또는 양쪽 모두에 이르는 거리는 최대 거리의 1/3보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/4보다 작거나, 보다 바람직하게는 최대 거리의 1/8보다 작거나, 가장 바람직하게는 최대 거리의 1/16보다 작다.
- [0593] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0594] 진동판;
- [0595] 트랜스듀서 베이스 구조;
- [0596] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고,
- [0597] 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하고, 하나 이상의 힌지 조인트는 진동판의 적어도 하나의 표면 또는 주변에 연결되고, 각 연결부의 적어도 하나의 전체 크기 치수는 관련 표면 또는 주변의 대응 치수의 1/6보다 크다. 보다 바람직하게는 각 연결부의 크기 치수는 관련 표면 또는 주변의 대응 크기 치수의 1/4보다 크거나, 가장 바람직하게는 1/2보다 크다.
- [0598] 바람직하게는 각 연결부의 2개의 실질적으로 직교하는 크기 치수는 관련 표면 또는 면의 대응하는 직교 크기 치수의 1/16보다 크고, 보다 바람직하게는 1/4보다 크고 가장 바람직하게는 1/2보다 크다.
- [0599] 다음 내용은 최소한 앞의 세 가지 측면에 적용된다.
- [0600] # 429d 바람직하게는 진동판의 관상면과 힌지 샤프트에 수직인 방향으로 진동판 및 각 힌지 조인트 사이의 전체 연결 두께는(이것은 다중 블레이드 경우에도 효과가 있습니까?) 연결(들)을 따라 모든 위치에서 동일한 방향으로 진동판의 가장 큰 치수의 1/6보다 크거나, 보다 바람직하게는 1/4보다 크거나, 가장 바람직하게는 1/2보다

크다.

- [0601] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 굽힘을 가진 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다.
- [0602] 대안적인 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림에 있어 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 각 가요성 힌지 요소는 굽힘에 대해 실질적으로 강성이다.
- [0603] 일부 실시예들에서, 각 힌지 요소는 예를 들어 편평한 시트 형태로 된대략 또는 실질적으로 편평한 프로파일을 포함한다.
- [0604] 일부 실시예들에서, 각 조인트의 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 공통의 에지를 따라 연결되거나 교차하여 대략 L 자형 단면을 형성한다. 일부 다른 구성에서, 각 힌지 조인트의 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 중심 영역을 따라 교차하여 회전축을 형성하고, 힌지 요소는 대략 X 자형 단면을 형성하며, 즉 힌지 요소는 크로스 스프링 배열을 형성한다. 일부 다른 구성에서, 각 힌지 조인트의 가요성 힌지 요소는 분리되고, 상이한 방향으로 연장된다.
- [0605] 일 형태에서, 회전축은 각 힌지 조인트의 힌지 요소 사이의 교차점과 대략 동일 선상에 있다.
- [0606] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 가로 방향으로 그리고 상기 요소의 세로 방향 길이를 따라 만곡부를 포함한다. 힌지 요소는 동작 중에 실질적으로 평면인 상태로 구부러지도록 약간 구부러질 수 있다.
- [0607] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 서로에 대해 약 20도 내지 160도 사이, 또는 보다 바람직하게는 약 30도 내지 150도 사이, 또는 보다 바람직하게는 약 50도 내지 130도 사이의 각도 또는 훨씬 더 바람직하게는 약 70 내지 110도로 각을 이루고 있다. 바람직하게는 한 쌍의 가요성 힌지 요소는 서로에 대해 실질적으로 직교한다.
- [0608] 바람직하게는 각 힌지 조인트의 하나의 가요성 힌지 요소는 회전축에 실질적으로 수직인 제1 방향으로 상당히 연장된다.
- [0609] 바람직하게는 각 힌지 조인트의 각 힌지 요소는 회전축에 수직인 평면의 단면의 측면에서, 정상 동작 중에 크게 변형되는 힌지 요소 길이의 부분을 따라 계산되는 평균 단면적의 제곱근의 3배보다 크거나, 보다 바람직하게는 5배보다 크거나, 가장 바람직하게는 6배보다 큰 평균 너비 또는 높이 치수를 가진다.
- [0610] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 하나 또는 모두는 얇은 시트이고, 각 얇은 시트는 두께, 너비 및 길이를 가지며, 힌지 요소의 두께는 길이의 약 1/4 미만, 또는 보다 바람직하게는 길이의 약 1/8 미만, 훨씬 더 바람직하게는 길이의 약 1/16 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 길이의 약 1/35 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 길이의 약 1/50 미만 또는 가장 바람직하게는 길이의 약 1/70 미만이다.
- [0611] 일부 실시예들에서, 스프링 부재의 두께는 너비의 약 1/4 미만, 또는 너비의 약 1/8 미만, 또는 바람직하게는 너비의 약 1/16 미만, 또는 보다 바람직하게는 약 1/24 미만 또는 훨씬 더 바람직하게는 너비의 약 1/45 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 너비의 약 1/60 미만, 또는 가장 바람직하게는 너비의 약 1/70 미만이다.
- [0612] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 힌지 요소는 그 길이 및 너비 중 적어도 대부분에 걸쳐 실질적으로 균일한 두께를 갖는다.
- [0613] 일부 구성에서, 각 힌지 조인트의 힌지 요소는 여러가지 두께를 포함하고, 힌지 요소의 두께는 진동판 근처의 에지 쪽으로 증가한다. 대안적으로 또는 부가적으로, 각 힌지 조인트의 힌지 요소는 여러가지 두께를 포함하며, 힌지 요소의 두께는 트랜스듀서 베이스 구조 근처의 에지를 향하여 증가한다.
- [0614] 일 형태에서, 각 힌지 조인트의 힌지 요소들 중 하나 또는 둘 모두의 두께는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조로부터 가장 먼 힌지 요소의 단부에서 또는 그 근처에서 증가한다.
- [0615] 두께 증가는 점진적이거나 테이퍼링될 수 있다.
- [0616] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0617] 진동판;
- [0618] 트랜스듀서 베이스 구조;

- [0619] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하며, 각 힌지 조인트의 힌지 요소 중 하나 또는 둘다는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련된 요소의 에지 또는 단부 쪽으로 증가된 두께를 포함한다.
- [0620] 두께의 증가는 점진적이거나 테이퍼링될 수 있다.
- [0621] 다음 조항들은 적어도 이전 네 가지 측면에 적용된다.
- [0622] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 힌지 요소는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결되도록 구성된 단부에서 플랜지를 이룬다.
- [0623] 힌지 요소는 가변 너비를 가질 수 있고 너비는 진동판 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련된 에지/단부에서 또는 그 쪽으로 증가될 수 있다. 너비는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조로부터 멀리 떨어진 단부/에지에서 또는 그 쪽으로 증가될 수 있다.
- [0624] 너비의 증가는 점진적이거나 테이퍼링될 수 있다.
- [0625] 일부 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서는 2개의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함한다. 바람직하게는 각 힌지 조인트는 진동판의 양측에 위치한다.
- [0626] 바람직하게는 각 힌지 조인트는 진동판 몸체의 너비의 적어도 0.2배인 진동판의 중심 시상면으로부터 일정 거리에 위치한다. 바람직하게는, 제1 힌지 조인트는 진동판의 단부 면의 제1 에지 근처에 위치하고, 제2 힌지 조인트는 단부 면의 제2 대향 에지 영역 근처에 위치하며, 힌지 조인트는 사실상 동일 선상에 있다.
- [0627] 진동판은 예폭시와 같은 점착제 또는 용접, 또는 패스너를 사용하는 클램핑 또는 다양한 다른 방법으로 각 힌지 조인트에 연결될 수 있다.
- [0628] 바람직한 실시예에서, 각 조인트의 각 힌지 요소는 예를 들어 8GPa보다 큰 영률을 갖는 재료로 제조된다. 이것은 금속 또는 세라믹 또는 그러한 강성을 갖는 임의의 다른 재료일 수 있다.
- [0629] 일부 실시예들에서, 각 힌지 요소는 20GPa보다 큰 영률을 갖는 재료로 제조된다.
- [0630] 일 형태에서, 각 힌지 조인트의 각 힌지 요소는 금속 또는 세라믹과 같은 연속적인 재료로 제조된다. 예를 들어, 힌지 요소는 고강도 스틸 합금 또는 텅스텐 합금 또는 티타늄 합금 또는 "리퀴드메탈(Liquidmetal)" 또는 "비트레로이(Vitreloy)"와 같은 비정질 금속 합금으로 제조될 수 있다.
- [0631] 또 다른 형태에서, 힌지 요소는 플라스틱 강화 탄소 섬유와 같은 복합 재료로 제조된다.
- [0632] 일부 구성에서, 진동판의 진동판 몸체는 실질적으로 두껍다. 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판 몸체의 최대 길이의 11%보다 크거나, 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 최대 길이의 14%보다 큰 최대 두께를 포함한다.
- [0633] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0634] 진동판 몸체를 갖는 진동판;
- [0635] 트랜스듀서 베이스 구조;
- [0636] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하며, 진동판의 진동판 몸체는 실질적으로 두껍다.

- [0637] 바람직하게는, 상기 진동판 몸체는 상기 회전축으로부터 상기 진동판 몸체의 대향하는 먼 주변까지의 길이의 15%보다 큰 최대 두께를 포함한다.
- [0638] 다음 조항은 적어도 이전의 다섯 가지 측면에 적용된다.
- [0639] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀싱 메커니즘을 더 포함한다.
- [0640] 일 형태에서 오디오 트랜스듀서는 스피커 드라이버이다.
- [0641] 일 형태에서 오디오 트랜스듀서는 마이크이다.
- [0642] 일 형태에서, 상기 트랜스듀싱 메커니즘은 전기 동적 트랜스듀싱 메커니즘, 또는 압전 전기 트랜스듀싱 메커니즘, 또는 자기 왜곡(magnetostrictive) 트랜스듀싱 메커니즘, 또는 임의의 다른 적절한 트랜스듀싱 메커니즘을 사용한다.
- [0643] 일 형태에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 코일 권선을 포함한다. 바람직하게는, 코일 권선은 진동판에 결합된다. 바람직하게는, 코일 권선은 진동판에 가까이 근접하거나 직접 부착된다.
- [0644] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 진동판에 가까이 근접하여 또는 직접 결합된다.
- [0645] 일 형태에서, 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트는 진동판에 연결된다.
- [0646] 일 형태에서, 힘 전달 컴포넌트는 스퀴트 기하 구조를 갖는 연결 구조를 통해 진동판에 결합된다.
- [0647] 바람직하게는, 연결 구조는 8GPa보다 큰 영률을 갖는다.
- [0648] 일 형태에서, 상기 트랜스듀싱 메커니즘은 자석, 외부 폴 피스 및 내부 폴 피스를 포함하는 자기 회로를 포함한다.
- [0649] 일 구성에서, 진동판에 부착된 코일 권선은 자기 회로 내의 외부 및 내부 폴 피스 사이의 갭에 위치된다.
- [0650] 일 형태에서, 외부 폴 피스 및 내부 폴 피스 모두는 스틸로 제조된다.
- [0651] 일 형태에서, 자석은 네오디뮴으로 만들어진다.
- [0652] 일 형태에서, 코일 권선은 에폭시 접착제와 같은 점착제를 사용하여 진동판 기본 프레임에 직접 부착된다.
- [0653] 일 형태에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 진동판 및 자기 회로를 지지하는 블록을 포함한다.
- [0654] 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 두껍고 스퀴트한 기하학적 구조를 갖는다.
- [0655] 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 진동판에 비해 높은 질량을 갖는다.
- [0656] 일부 실시예들에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 공진에 대한 내성을 향상시키기 위해, 알루미늄 또는 마그네슘과 같은 금속과 같은 높은 비탄성률을 갖는 재료로 또는 유리와 같은 세라믹으로부터 제조될 수 있다.
- [0657] 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 8GPa보다 높거나 20GPa보다 큰 영률을 갖는 컴포넌트를 포함한다.
- [0658] 트랜스듀서 베이스 구조는 에폭시 또는 시아노아크릴레이트와 같은 점착제에 의해, 힌지 조인트에 패스너를 사용하여, 납땜에 의해, 용접 또는 다른 많은 방법으로 각 힌지 조인트에 연결될 수 있다.
- [0659] 일 구성에서, 오디오 트랜스듀서는 진동판 하우징을 더 포함하고, 트랜스듀서 베이스 구조는 진동판 하우징에 단단하게 부착된다.
- [0660] 일 형태에서, 진동판 하우징은 하우징의 하나 이상의 벽에 그릴(grill)을 포함한다. 일 형태에서, 그릴은 스텝핑되고 압축된 알루미늄으로 제조될 수 있다.
- [0661] 일 형태에서, 진동판 하우징은 하나 이상의 벽에 하나 이상의 보강재(stiffener)를 포함할 수 있다. 일 형태에서, 보강재는 또한 스텝핑되고 압축된 알루미늄으로 만들어 질 수 있다.
- [0662] 일 형태에서, 보강재는 진동판이 하우징 내에 배치된 후에 진동판의 근처에 있는 벽 또는 벽의 일부분에 위치할 수 있다.
- [0663] 일 형태에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 점착제(adhesive) 또는 점착제(adhesion agent)에 의해 진동판 하우징의 바닥에 결합된다.

- [0664] 일 형태에서, 진동판 하우징의 벽은 음향 방사의 소거를 감소시키기 위한 장벽(barrier) 또는 배플로서 동작한다.
- [0665] 일부 실시예들에서, 진동판 하우징은 공진에 대한 내성을 향상시키기 위해 알루미늄 또는 마그네슘과 같은(이에 한정되지는 않음) 높은 비탄성률을 갖는 재료로부터, 또는 유리와 같은 세라믹으로부터 제조될 수 있다.
- [0666] 다른 구성에서, 오디오 트랜스듀서는 진동판 하우징에 단단하게 부착된 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하지 않으며, 오디오 트랜스듀서는 분리 장착 시스템을 통해 트랜스듀서 하우징에 수용된다.
- [0667] 일부 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서는 내부에 진동판을 수용하기 위한 하우징을 더 포함하고, 진동판 몸체의 외주변은 하우징의 내부와 물리적 연결이 실질적으로 없다. 바람직하게는 진동판 몸체의 외주변과 하우징의 내부 사이에 에어 갭이 존재한다.
- [0668] 바람직하게는, 에어 갭의 크기는 진동판 몸체 길이의 1/20 미만이다.
- [0669] 바람직하게는 에어 갭의 크기는 1mm 미만이다.
- [0670] 바람직하게는 진동판 몸체는 외주변 길이의 적어도 20%를 따라, 보다 바람직하게는 외주변 길이의 적어도 50%를 따라, 훨씬 더 바람직하게는 외주변 길이의 적어도 80%를 따라, 가장 바람직하게는 전체 주변을 따라, 하우징의 내부와 물리적 접촉 또는 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0671] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 트랜스듀서로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0672] 진동판 몸체를 갖는 진동판;
- [0673] 트랜스듀서 베이스 구조; 및
- [0674] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하며, 상기 진동판 몸체의 외주변면은 상기 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없다.
- [0675] 바람직하게는 진동판 몸체는 외주변 길이의 적어도 20%를 따라, 보다 바람직하게는 외주변 길이의 적어도 50%를 따라, 훨씬 더 바람직하게는 외주변 길이의 적어도 80%를 따라, 가장 바람직하게는 전체 주변을 따라, 하우징의 내부와 물리적 접촉 또는 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0676] 일부 실시예들에서, 에어 갭이 진동판 몸체의 외주변과 하우징의 내부 사이에 존재한다.
- [0677] 일부 실시예들에서 에어 갭의 크기는 진동판 몸체 길이의 1/20 미만이다.
- [0678] 바람직하게는 에어 갭의 크기는 1mm 미만이다.
- [0679] 일부 실시예들에서, 트랜스듀서는 진동판의 하나 이상의 주변 영역과 하우징의 내부 사이에 강자성 유체를 포함한다.
- [0680] 바람직하게는, 강자성 유체는 진동판의 관상면 방향으로 진동판에 현저한 지지를 제공한다.
- [0681] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0682] 진동판 몸체를 갖는 진동판,
- [0683] 상기 트랜스듀서의 베이스에 대해 상기 진동판 몸체를 회전 가능하게 지지하도록 구성된 힌지 어셈블리를 포함하고, 상기 힌지 어셈블리는 적어도 하나의 비틀림 부재(torsional member)를 포함하고 상기 진동판을 위한 회전축을 제공하며,
- [0684] 각 비틀림 부재는 평행하게 연장되고 상기 회전축에 가까이 근접하도록 구성되고, 상기 비틀림 부재는 길이, 너비 및 높이를 가지며, 상기 비틀림 부재의 너비와 높이는 상기 회전축으로부터 상기 진동판의 가장 먼 주변까지의 상기 진동판의 길이의 3%보다 크다.

- [0685] 바람직하게는 비틀림 부재의 너비 및/또는 길이는 진동판의 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지의 진동판 길이의 4%보다 크다.
- [0686] 바람직하게는, 비틀림 스프링 부재는 정상 동작 중에 크게 변형되는 비틀림 스프링 부재 길이의 부분들을 따라 계산되는 바와 같이, 평균 단면적(강도를 크게 기여하지 않는 글루 및 와이어 제외)의 제공근의 1.5배보다 큰, 회전축에 수직인 방향으로 평균 치수를 가지며, 정상 동작 중에 크게 변형되는 비틀림 길이의 부분들을 따라 계산되는 바와 같이, 보다 바람직하게는 평균 단면적의 제공근의 2배보다 크거나, 보다 바람직하게는 2.5배보다 크다.
- [0687] 바람직하게는, 적어도 하나 이상의 비틀림 스프링 부재가 회전축에 또는 그에 가까이 장착되고, 조합하여, 진동판이 회전축에 수직인 임의의 방향으로 작은 순수한 병진을 거칠 때 복원력의 적어도 50%를 직접 제공한다.
- [0688] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0689] 진동판 몸체를 갖는 진동판,
- [0690] 트랜스듀서 베이스 구조, 및
- [0691] 원위치의 트랜스듀서 베이스 구조에 대하여 진동판을 동작 가능하고 회전 가능하게 지지하는 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 부재의 길이 및/또는 너비 중 어느 하나에 비하여 비교적 작은 두께를 포함하는 탄성 부재를 갖고, 탄성 부재는 진동판에 단단하게 연결된 제1 단부 및 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된 제2 단부를 갖고, 상기 부재의 제1 단부 및 제2 단부의 두께 및/또는 너비의 어느 하나는 탄성 부재의 중가나 중심 영역으로부터 멀리 연장될 때 증가한다. 바람직하게는 각 힌지 조인트의 각 탄성 부재는 서로에 대해 각진 한 쌍의 가요성 힌지 요소를 포함한다. 바람직하게는 힌지 요소는 서로에 대해 실질적으로 직각으로 경사진다.
- [0692] 바람직한 구성에서, 각 조인트의 하나의 가요성 힌지 요소는 회전축에 실질적으로 수직인 방향으로 연장된다. 대안적으로 또는 부가적으로, 각 조인트의 하나의 가요성 힌지 요소는 회전축에 실질적으로 평행한 방향으로 연장된다.
- [0693] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로,
- [0694] 진동판, 힌지 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하며,
- [0695] 상기 진동판은 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 회전축을 중심으로 사용시 힌지 어셈블리에 의해 회전 가능하게 지지되며,
- [0696] 상기 힌지 어셈블리는 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 제1 및 제2 가요성 탄성 요소를 가지며,
- [0697] 상기 제1 가요성 탄성 힌지 요소는 일 단부에서 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 결합되고 대향 단부에서 상기 진동판에 단단하게 결합되며,
- [0698] 상기 제2 가요성 탄성 힌지 요소는 일 단부에서 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 결합되고 대향 단부에서 상기 진동판에 단단하게 결합되며,
- [0699] 상기 제1 및 제2 힌지 요소 각각은 상기 트랜스듀서 베이스 구조와 상기 진동판 사이의 상기 요소의 세로 방향 길이와 비교하여 실질적으로 작은 두께를 가지며, 상기 두께는 회전축 주위로 진동판의 유연한 회전 운동을 용이하게 하기 위해 상기 회전축에 실질적으로 수직인 치수이고,
- [0700] 각 힌지 조인트의 제1 힌지 요소가 걸쳐 있는 회전축에 수직인 제1 방향은 제2 힌지 요소가 걸쳐 있는 회전축에 수직인 제2 방향에 대해 적어도 30도의 각도를 이루어서, 제1 방향 및 제2 방향 모두에서 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판의 병진 변위의 관점에서 향상된 강성을 용이하게 한다.
- [0701] 바람직하게는, 제1 방향은 제2 방향에 대해 45도 또는 60도보다 큰 각도이거나, 가장 바람직하게는 제1 방향은 제2 방향에 대략 직각이다.
- [0702] 바람직하게는, 제1 스프링 부재가 제1 방향으로 걸쳐 있는 거리는, 회전축에 수직인 방향에서의 진동판의 최대 치수와 비교하여 충분히 커서, 이들 치수의 비율은 각각 0.05보다 크거나, 0.06보다 크거나, 0.07보다 크거나, 0.08보다 크거나, 가장 바람직하게는 0.09보다 크다.

- [0703] 바람직하게는, 제2 스프링 부재가 제2 방향으로 걸쳐 있는 거리는 진동판의 회전축에 대한 최대 치수와 비교하여 커서, 이들 치수의 비율은 각각 0.05보다 크거나, 0.06보다 크거나, 0.07보다 크거나, 0.08보다 크거나, 가장 바람직하게는 0.09보다 크다.
- [0704] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로서, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0705] 진동판, 및
- [0706] 원위치의 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리를 포함하고, 상기 힌지 어셈블리는 적어도 하나의 비틀림 부재를 포함하며, 상기 비틀림 부재는 사용시 상기 진동판에 직접적으로 단단하게 부착되고, 상기 비틀림 부재는 상기 힌지 어셈블리에 의해 제공된 회전축 주위로 진동판의 움직임을 가능하게 하도록 변형되도록 구성된다.
- [0707] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 힘 전달 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0708] 바람직하게는, 비틀림 부재는 진동판의 회전 운동을 가능하게 하기 위해 그 길이를 따라 변형되도록 배치된다.
- [0709] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 회전축 주위로 사용시 진동판의 회전 운동을 허용하도록 구성된다.
- [0710] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 진동판을 회전축 주위로 회전 운동을 가능하게 하면서 병진 운동을 제한하도록 진동판을 단단하게 지지한다.
- [0711] 일 형태에서, 비틀림 부재는 대략 C 자형 단면을 포함하는 토션 빔(torsion beam)이다.
- [0712] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0713] 진동판,
- [0714] 원위치의 상기 진동판을 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리를 포함하고, 상기 힌지 어셈블리는 비틀림 부재를 포함하고 상기 진동판에 대한 회전축을 제공하며,
- [0715] 비틀림 부재는 회전축에 실질적으로 평행하게 그리고 그에 가까이 근접하여 연장되도록 배치되고,
- [0716] 비틀림 부재는 진동판의 관상면에 수직인 방향으로 높이를 가지며, 밀리미터로 측정된 높이는 그램으로 측정된 진동판의 질량의 대략 2배보다 크다.
- [0717] 바람직하게는 비틀림 부재는 진동판에 평행하고 축에 수직인 방향의 너비를 가지며, 그 너비는 밀리미터로 측정될 때, 그램으로 측정된 진동판의 질량의 약 2배보다 크다.
- [0718] 바람직하게는, 비틀림 부재는 그램 단위로 측정된 진동판의 질량의 약 4배보다 큰, 보다 바람직하게는 6배보다 큰, 가장 바람직하게는 8배보다 큰, 밀리미터로 측정된 너비 및 높이를 가진다.
- [0719] 일부 구성에서, 본 발명의 41번째 내지 52번째 측면 중 하나 이상은 스피커 드라이버가 사용시 예를 들어, 헤드폰 또는 버드(bud) 이어폰에서 귀의 10cm 이내에 위치하도록 구성된 근거리 오디오 스피커 애플리케이션에서 사용된다.
- [0720] 또 다른 양태에서, 본 발명은 원위치에서 사용자의 귀의 10cm 이내에 위치되도록 구성되는 오디오 디바이스로 이루어진다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함하고 상기 오디오 트랜스듀서는,
- [0721] 진동판;
- [0722] 트랜스듀서 베이스 구조; 및
- [0723] 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고,
- [0724] 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함하며, 각 힌지 조인트의 하나 또는 둘다의 힌지 요소는 진동판 또는 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련된 요소의 에지 또는 단부 쪽으로 증가하는 두께를

가진다.

- [0725] 아래 문장은 힌지 시스템 및 그들의 관련 기능, 실시예 및 구성을 포함하는 상기 오디오 디바이스 측면 중 임의의 하나 이상에 관한 것이다.
- [0726] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 인클로저 또는 배플의 형태로 된 하우징을 더 포함하며, 진동판은 진동판의 하나 이상의 주변 영역에서 하우징과 물리적 연결이 없고 하나 이상의 주변 영역은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [0727] 바람직하게는, 강자성 유체는 강자성 유체에 의해 지지되는 하나 이상의 주변 영역을 밀봉하거나 직접 접촉하여, 그 사이의 에어 흐름을 실질적으로 방지하고/하거나 관상면에 평행한 하나 이상의 방향으로 진동판에 상당한 지지를 제공한다.
- [0728] 바람직하게는, 진동판은 몸체에 결합된 수직 응력 강화부를 포함하고, 상기 수직 응력 강화부는 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합된다.
- [0729] 또다른 양태에서, 본 발명은 힌지 시스템을 포함하는 상기 양태 중 어느 하나에 따른 오디오 트랜스듀서로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 진동판은,
- [0730] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0731] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0732] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0733] 바람직하게는, 상기 두 양태들 중 어느 하나에서, 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 상기 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두가, 상기 진동판이 상기 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 상기 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 되어 있다.
- [0734] 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함한다. 바람직하게는 진동판의 두께는 질량 중심으로부터 먼 주변을 향하여 감소한다.
- [0735] 대안적으로 또는 추가적으로 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 진동판의 어셈블링된 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 예지 영역에 있도록 된다.
- [0736] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서; 및 상기 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하기 위한 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.
- [0737] 바람직하게는, 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함하며, 오디오 디바이스는 오디오 트랜스듀서를 그 내부에 수용하기 위한 하우징을 포함하고, 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조와 하우징의 내부 사이를 결합한다.
- [0738] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 개인용 오디오 디바이스이다.
- [0739] 일 구성에서, 개인용 오디오 디바이스는 각 귀에 또는 그 근처에서 사용자에게 의해 착용되도록 구성된 한 쌍의 인터페이스 디바이스를 포함한다.
- [0740] 오디오 디바이스는 헤드폰 또는 이어폰일 수 있다. 오디오 디바이스는 각 귀에 대해 한 쌍의 스피커를 포함할 수 있다. 각 스피커는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서를 포함할 수 있다.
- [0741] 또 다른 양태에서, 본 발명은 대체로 오디오 트랜스듀서에 관한 것으로, 상기 오디오 트랜스듀서는:
- [0742] 코일 및 코일 보강 패널을 포함하고, 동작 중 회전축 주위로 회전하여 오디오를 변환하도록 구성되는 진동판을 포함하고, 이에 의해 코일은 제1 긴 변, 제1 짧은 변, 제2 긴 변 및 제2 짧은 변으로 이루어진 대략 4면 형상의

로 권선되고, 실질적으로 축에 수직인 방향으로 연장되는 코일 보강 패널에 연결되며, 코일의 제1 긴 변과 코일의 제2 긴 변을 연결한다.

- [0743] 바람직하게는 코일 보강 패널은 코일의 제1 짧은 변에 가까이 또는 접촉하여 위치한다.
- [0744] 바람직하게는 코일 보강 패널은 코일의 제1 긴 변과 제1 짧은 변 사이의 대략 접합부로부터 코일의 제1 제2 긴 변과 제1 짧은 변 사이의 대략 접합부까지 연장되고 또한 회전축에 수직인 방향으로 연장된다.
- [0745] 바람직하게는 코일 보강 패널은 영률이 8GPa보다 높거나, 보다 바람직하게는 15GPa보다 높거나, 훨씬 더 바람직하게는 25GPa보다 높거나, 훨씬 더 바람직하게는 40GPa보다 높거나 가장 바람직하게는 60GPa보다 높은 영률을 가진 재료로 제조된다.
- [0746] 바람직하게는 코일의 제2 짧은 변에 가까이 또는 접촉하는 제2 코일 보강 패널이 있다.
- [0747] 일 구성에서, 진동판 몸체의 시상면에 가까이 위치한 제3 코일 보강 패널이 있다.
- [0748] 바람직하게는, 상기 패널은 다른 데가 아니라, 회전축을 향하는 방향으로 연장된다.
- [0749] 바람직하게는, 긴 변은 적어도 부분적으로 자기장 내부에 위치한다.
- [0750] 바람직하게는 긴 변은 회전축에 평행한 방향으로 연장된다.
- [0751] 바람직하게는 자기장은 회전축에 대략 수직인 방향으로 제1 긴 변을 통해 연장된다.
- [0752] 바람직하게는 긴 변은 형성기(former)에 연결되지 않는다.
- [0753] 바람직하게는, 진동판은 코일 보강 패널을 포함하는 진동판 베이스 프레임을 더 포함하고, 진동판 베이스 프레임은 코일 및 진동판을 단단하게 지지하고 힌지 시스템에 단단하게 연결된다.
- [0754] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은, 오디오 디바이스로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는 오디오 트랜스듀서를 포함하고, 상기 오디오 트랜스듀서는 음압에 대응하는 진동판의 전자 오디오 신호 및/또는 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘과 회전 가능하게 장착된 진동판; 및 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하기 위한 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.
- [0755] 바람직하게는, 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분은 디바이스의 오디오 트랜스듀서의 진동판의 다른 부분이 아니다.
- [0756] 일 구성에서, 오디오 디바이스는 적어도 제1 및 제2 오디오 트랜스듀서를 포함한다. 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 제1 트랜스듀서의 진동판과 제2 트랜스듀서 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화한다.
- [0757] 바람직하게는, 진동판은 적어도 하나의 병진 방향으로 단단한 힌지 어셈블리에 의해 지지된다.
- [0758] 일부 실시예들에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 접촉 부재는 접촉 표면을 갖는다. 동작 중에 각 힌지 조인트는 상기 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 상기 힌지 요소가 상기 관련 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 상기 힌지 어셈블리는 상기 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [0759] 바람직하게는, 힌지 어셈블리는 바이어싱 메커니즘을 더 포함하고, 힌지 요소는 바이어싱 메커니즘에 의해 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다.
- [0760] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다.
- [0761] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 각 힌지 요소와 관련 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다.
- [0762] 바람직하게는 힌지 시스템은 힌지 샤프트로부터 진동판의 주변까지의 거리의 60% 미만의 반경으로 진동판에 진동판 복원력을 가하도록 구성된 복원 메커니즘을 더 포함한다.
- [0763] 일부 다른 실시예들에서, 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동

작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다.

- [0764] 바람직하게는, 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분은 진동판을 직접 또는 간접적으로 지지한다.
- [0765] 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 병진 축을 따라, 보다 바람직하게는 적어도 2개의 실질적으로 수직인 병진 축을 따라, 훨씬 더 바람직하게는 3개의 실질적으로 수직인 병진 축을 따라, 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화한다.
- [0766] 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 회전축 주위로, 보다 바람직하게는 적어도 2개의 실질적으로 수직인 회전축 주위로, 훨씬 더 바람직하게는 3개의 실질적으로 수직인 회전축 주위로, 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화한다.
- [0767] 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 진동판과 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 실질적으로 경감한다.
- [0768] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 그 내부에 오디오 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 트랜스듀서 하우징을 더 포함한다.
- [0769] 바람직하게는, 트랜스듀서 하우징은 배플 또는 인클로저를 포함한다.
- [0770] 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함한다.
- [0771] 바람직하게는, 진동판은 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전 가능하다.
- [0772] 바람직하게는 분리 시스템은 제1 컴포넌트와 관련된 노드 축 위치에서 또는 그 근처에서 위치하도록 구성된 적어도 하나의 노드 축 장착부(node axis mount)를 포함한다.
- [0773] 바람직하게는, 분리 시스템은 제1 컴포넌트와 관련된 노드 축 위치로부터 멀리 위치하도록 구성된 적어도 하나의 말단 장착부(distal mount)를 포함한다.
- [0774] 바람직하게는, 적어도 하나의 노드 축 장착부는 적어도 하나의 말단 장착부보다 비교적 덜 유연한이고 및/또는 비교적 덜 유연하다.
- [0775] 제1 실시예에서, 분리 시스템은 제1 컴포넌트의 양측에 위치한 한 쌍의 노드 축 장착부를 포함한다. 바람직하게는, 각 노드 축 장착부는 제1 컴포넌트에 단단하게 결합되고 베이스 구조의 노드 축과 실질적으로 정렬된 축을 따라 그 일 측면으로부터 축 방향으로 연장되는 핀(pin)을 포함한다. 바람직하게는, 각 노드 축 장착부는 핀 주위에 단단하게 결합되고 제2 컴포넌트의 대응하는 리세스 내에 위치하도록 구성된 부시(bush)를 더 포함한다. 바람직하게는 제2 컴포넌트의 대응 리세스는 그 내부에 부시를 단단하게 수용하고 보유하기 위한 슬러그(slug)를 포함한다. 바람직하게는 각 노드 축 장착부는 제1 컴포넌트의 외부 표면과 제2 컴포넌트의 내부 표면 사이에 위치하는 와셔(washer)를 더 포함한다. 바람직하게는 와셔는 제1 컴포넌트의 외부 표면과 제2 컴포넌트의 내부 표면 사이의 제1 컴포넌트의 실질적인 부분 또는 전체 주변 주위로 균일한 갭을 형성한다.
- [0776] 바람직하게는 각 말단 장착부는 실질적으로 유연한 장착 패드를 포함한다. 바람직하게는 분리 시스템은 제1 컴포넌트의 외부 표면과 제2 컴포넌트의 내부 표면 사이에 연결된 한 쌍의 장착 패드를 포함한다. 바람직하게는 장착 패드는 제1 컴포넌트의 대향 표면에 결합된다. 바람직하게는, 각 장착 패드는 정점 단부(apexed end)와 베이스 단부(base end)를 갖는 패드의 깊이를 따라 실질적으로 테이퍼링되는 너비를 포함한다. 바람직하게 베이스 단부는 제1 또는 제2 컴포넌트 중 하나에 단단하게 연결되고 정점 단부는 제1 또는 제2 컴포넌트 중 나머지에 연결된다.
- [0777] 이 실시예의 일부 구성에서, 제1 컴포넌트는 트랜스듀서 베이스 구조일 수 있다. 대안적으로, 제1 컴포넌트는 오디오 트랜스듀서 주위로 연장되는 서브-하우징일 수 있다. 제2 컴포넌트는 오디오 트랜스듀서 또는 오디오 트랜스듀서 서브-하우징을 수용하기 위한 하우징 또는 서라운드일 수 있다.
- [0778] 제2 실시예에서, 분리 시스템은 복수의 가요성 장착 블록을 포함한다. 바람직하게는, 장착 블록은 제1 컴포넌트

의 외주변 표면 주위에 분포되고 일측에서 제1 컴포넌트의 외주변 표면에 단단하게 연결되고 대향측에서 제2 컴포넌트의 내부 둘레 표면에 단단하게 연결된다. 바람직하게는, 제1 세트의 하나 이상의 장착 블록이 제1 컴포넌트를 제1 컴포넌트의 노드 축 위치 또는 그 근처에서 결합시킨다. 바람직하게는, 제2 세트의 장착 블록은 노드 축 위치로부터 먼 위치(들)에서 제1 컴포넌트를 결합시킨다. 바람직하게는 제2 세트의 말단 장착 블록은 오디오 트랜스듀서의 진동판에 또는 그 근처에 위치한다. 바람직하게는, 제1 세트의 장착 블록은 오디오 트랜스듀서의 진동판으로부터 멀리 위치한다. 바람직하게는, 복수의 장착 블록은 제2 컴포넌트의 대응하는 리세스 내에 단단하게 연결되도록 구성된다. 바람직하게는, 복수의 장착 블록은 대응하는 리세스의 깊이보다 큰 두께를 포함하여 이에 의해 원위치의 제1 및 제2 컴포넌트 사이에 실질적으로 균일한 갭을 형성한다.

- [0779] 일 구성(임의의 실시예에서)에서 트랜스듀서 베이스 구조는 자석 어셈블리를 포함한다.
- [0780] 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 진동판 서스펜션 시스템에 대한 연결을 포함한다.
- [0781] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 2개 이상의 오디오 트랜스듀서(즉, 스테레오 또는 다중 채널)의 구성을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 사용하는 오디오 시스템으로 구성된다.
- [0782] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 2개 이상의 오디오 트랜스듀서(즉, 스테레오 또는 다중 채널)의 구성을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 사용하는 오디오 시스템으로 구성되도록 의도된다.
- [0783] 바람직하게 오디오 디바이스는 적어도 2개의 상이한 오디오 채널(즉, 스테레오 또는 다중 채널)을 동시에 재생하도록 구성된 적어도 2개 이상의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.
- [0784] 바람직하게는, 상기 상이한 오디오 채널은 서로 독립적이다.
- [0785] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 사용자의 귀 또는 귀들에 또는 그 근처에 오디오 트랜스듀서를 배치하도록 구성된 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0786] 또 다른 양태에서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성되는 것으로 대체로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는:
- [0787] 진동판, 전자 오디오 신호 및/또는 음압에 대응하는 진동판의 동작을 동작 적으로 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘, 및 베이스 구조 어셈블리를 포함하는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0788] 상기 진동판과 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치되어, 상기 진동판과 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하기 위한 분리 장착 시스템을 포함하고,
- [0789] 상기 분리 장착 시스템은 상기 오디오 디바이스의 제2 컴포넌트에 제1 컴포넌트를 탄력적으로 장착하며,
- [0790] 상기 베이스 구조 어셈블리는, 상기 베이스 구조 어셈블리가 효과적으로 구속되지 않을 때(unconstrained) 상당한 회전 성분을 갖는 동작으로 움직이도록 질량 분포를 갖는다. 예를 들어, 베이스 구조 어셈블리는, 분리 장착 시스템의 강성이 무시할 정도이거나 또는 그렇게 되도록 충분히 높은 주파수에서 트랜스듀서가 동작할 때 효과적으로 구속되지 않는다.
- [0791] 바람직하게는, 진동판은 동작 중에 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 상당한 회전 성분으로 움직인다.
- [0792] 바람직하게는 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조와 인클로저 또는 배플 사이에 위치한다.
- [0793] 일 실시예에서, 적어도 하나의 분리 장착 시스템은 진동판과 트랜스듀서 하우징 사이에 위치되어, 진동판과 트랜스듀서 하우징 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시킨다.
- [0794] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 탄력적으로 장착하는 제1 분리 장착 시스템 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조를 트랜스듀서 하우징에 탄력적으로 장착하는 제2 분리 장착 시스템을 포함한다.
- [0795] 일 실시예에서, 오디오 디바이스는 사용자의 귀 또는 귀들에 또는 그 근처에서 오디오 디바이스를 배치하도록 구성된 헤드밴드(headband) 컴포넌트 및 헤드밴드를 트랜스듀서 하우징에 탄력적으로 장착하는 분리 장착 시스템을 더 포함한다.
- [0796] 바람직하게는, 진동판은 진동판 몸체를 포함한다.
- [0797] 일 실시예에서, 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%, 또는 바람직하게는 14%보다 큰 최대 두께를 갖

는 진동판 물체를 포함한다.

- [0798] 바람직하게는 진동판은 비교적 경량인 재료로 제조된 코어와 코어의 하나 이상의 외부 표면에 또는 그 근처에서의 강화부로 이루어진 복합 구성을 갖는 진동판 물체를 포함하며, 상기 강화부는 동작 중에 몸체가 겪는 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 실질적으로 강성인 재료로 형성된다. 바람직하게는, 강화부는 적어도 약 8MPa/(kg/m³), 또는 더 바람직하게는 적어도 20MPa/(kg/m³), 또는 가장 바람직하게는 적어도 100MPa/(kg/m³)의 비탄성률을 갖는 재료 또는 재료들로 구성된다. 예를 들어 강화부는 알루미늄 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱일 수 있다.
- [0799] 바람직하게는, 상기 강화부는:
- [0800] 상기 진동판 물체에 결합되고, 상기 외부 면들 중 적어도 하나에 인접하여 연결되어, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 근처에서 경험되는 압축-인장 응력 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위한 수직 응력 강화부, 및
- [0801] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 수직 응력 강화부에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0802] 하나의 바람직한 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 스피커 드라이버이다.
- [0803] 바람직하게는, 진동판은 실질적으로 강성인 진동판 물체를 포함하고, 진동판 물체는 트랜스듀서의 FRO에 대해 동작하는 동안 실질적으로 강성을 유지한다.
- [0804] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 동작 중에 진동판에 동작하는 여기 동작력(excitation action force)을 가한다.
- [0805] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 동작 중에 진동판에 인가된 여기 동작력과 관련된 트랜스듀서 베이스 구조에 여기 동작력을 또한 가한다.
- [0806] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 진동판에 단단하게 연결된 힘 전달 컴포넌트를 포함한다.
- [0807] 일 형태에서, 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트는 진동판에 직접 단단하게 연결된다.
- [0808] 대안적으로, 힘 전달 컴포넌트는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 진동판에 단단하게 연결되고, 힘 전달 컴포넌트와 진동판 몸체 사이의 거리는 진동판 몸체의 최대 치수의 50%보다 작다. 보다 바람직하게는, 상기 거리는 진동판 몸체의 최대 치수의 35% 미만 또는 25% 미만이다.
- [0809] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트는 진동판에 결합된 모터 코일을 포함한다.
- [0810] 일 형태에서, 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트는 진동판에 결합된 자석을 포함한다.
- [0811] 바람직하게는, 트랜스듀싱 메커니즘은 동작 중에 모터 코일이 받게 되는 자기장을 제공하기 위한, 트랜스듀서 베이스 구조의 일부인 자석을 포함한다.
- [0812] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하는 오디오 트랜스듀서와 관련된 베이스 구조 어셈블리를 포함하며, 베이스 구조 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된, 하우징, 프레임, 배플 또는 인클로저와 같은 다른 컴포넌트를 또한 포함할 수 있다.
- [0813] 바람직하게는, 베이스 구조 어셈블리는 진동판의 회전축에 실질적으로 평행한 트랜스듀서 노드 축을 중심으로 오디오 트랜스듀서 하우징에 대해 회전 가능하다.
- [0814] 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서의 베이스 구조 어셈블리는 분리 장착 시스템을 통해 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분에 연결된다.
- [0815] 바람직하게는 (분리 시스템의 상대적 운동에 대한 전반적인 유연성 정도 및/또는 분리 시스템의 다양한 분리 장착의 상이한 위치에서의 상대적 유연성을 포함할 수 있는) 분리 장착 시스템의 유연성 및/또는 유연성 프로파일 및 관련된 오디오 트랜스듀서에 대한 분리 장착 시스템의 위치는, 드라이버가 트랜스듀서의 FRO 내의 주파수를 갖는 정상 상태의 사인파로 동작될 때, 제1 지점과 제2 동작 상태에서의 트랜스듀서 노드 축 사이의 최단 거리는 관련 트랜스듀서 베이스 구조의 최대 길이 치수의 약 25% 미만, 또는 보다 바람직하게는 20% 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 15% 미만, 훨씬 더 바람직하게는 10% 미만, 또는 가장 바람직하게는 5% 미만의 길이를 가지며, 상기 제1 지점은 트랜스듀서 베이스 구조 내에서 통과하는 제1 동작 상태에서의 트랜스듀서 노드 축의 일부

분 상에 놓여 있고, 이는 또한 제2 동작 상태에서 트랜스듀서 노드 축으로부터 최대 직교 거리 상에 놓여 있다.

- [0816] 바람직하게는, 트랜스듀서가 제2 동작 상태에 있을 때, 트랜스듀서 노드 축은 베이스 구조 어셈블리의 베이스 구조 어셈블리의 최대 길이 치수의 25% 내에 있거나 통과한다.
- [0817] 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 제2 동작 상태에 있는 트랜스듀서 노드 축으로부터 멀리 떨어져서 베이스 구조 어셈블리의 가장 큰 치수의 25%, 20%, 또는 15% 또는 가장 바람직하게는 10%의 거리 미만에 위치한 하나 이상의 노드 축 장착부를 포함한다.
- [0818] 바람직하게는 분리 장착 시스템은 제2 동작 상태에 있는 트랜스듀서 노드 축으로부터 멀리 떨어져서 베이스 구조 어셈블리의 가장 큰 치수의 25%, 보다 바람직하게는 40% 너머에 위치한 하나 이상의 말단 장착부를 포함한다.
- [0819] 바람직하게는 말단 장착부는 하나 이상의 노드 축 장착부보다 운동에 비교적 더 탄력적이거나 유연하다.
- [0820] 일 실시예에서, 각 노드 축 장착부는 트랜스듀서 베이스 구조의 일 측면으로부터 축 방향으로 연장되는 핀을 포함하고, 핀은 노드 축에 대략 평행하게 연장되고, 베이스 구조에 단단하게 결합되며, 노드 축 장착부는 또한 디바이스의 하우징에 연결된 핀 주위의 부시(bush)를 포함한다.
- [0821] 바람직하게는 분리 장착 시스템은 0.2 를 초과하거나 0.4를 초과하거나 0.8을 초과하거나 가장 바람직하게는 1 을 초과하는 약 24 °C에서 기계적 손실 계수를 갖는 가요성 재료를 포함한다.
- [0822] 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 베이스 구조 어셈블리에 대해 위치되고, 제1 동작 상태의 트랜스듀서 노드 축 위치가 제2 동작 상태의 노드 축 위치와 실질적으로 일치하도록 하는 유연성 레벨을 갖는다.
- [0823] 바람직하게는 진동판 몸체는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11% 인 최대 두께를 포함한다. 보다 바람직하게 최대 두께는 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 14%이다.
- [0824] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 먼 영역 쪽으로 두께를 감소시키도록 테이퍼링된다. 다른 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 진동판의 질량 중심으로부터 먼 영역 쪽으로 두께를 감소시키도록 계단형으로 된다.
- [0825] 바람직하게는, 회전 가능 결합은 기본 모드(fundamental mode)가 아니라, 주파수 응답에 2dB을 초과한 만큼 영향을 주는 이러한 유연성에 의해 용이하게 되는 진동판 공진 모드가 FRO 아래에서 발생하도록, 충분히 유연하다.
- [0826] 대안적으로, 운동을 용이하게 하고 진동판과 트랜스듀서 베이스 구조 사이의 병진 하중을 통과시키는 힌지 메커니즘의 부분은 약 8GPa보다 큰 영률 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는 재료로 제조된다.
- [0827] 바람직하게는, 힌지 메커니즘은 실질적으로 일정한 접합부에서 제1의 실질적으로 강성인 컴포넌트를 포함하지만 제2의 실질적으로 강성인 컴포넌트와는 분리된다. 대안적으로, 힌지 메커니즘은 약 8GPa보다 큰 영률, 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는 재료로 형성된 얇은 벽 스프링 컴포넌트를 포함한다.
- [0828] 바람직하게는 진동판 몸체는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 코어 재료로 형성된다. 코어 재료는 발포 고무(foam) 또는 정돈된 3차원 격자 구조 재료일 수 있다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다. 대체 재료는 폴리메틸 메타크릴아미드 폼, 폴리비닐클로라이드 폼, 폴리우레탄 폼, 폴리에틸렌 폼, 에어로겔 폼, 골판지, 발사 목재, 선택틱 폼, 금속 마이크로 격자, 허니콤을 포함한다.
- [0829] 바람직하게는, 진동판은 약 8GPa보다 크거나, 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 크거나, 가장 바람직하게는 약 100GPa보다 큰 영률을 갖는 굽힘에 견디는데 도움이 되는 한 가지 이상의 재료를 포함한다.
- [0830] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0831] 회전 가능하게 장착된 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서;
- [0832] 오디오 트랜스듀서를 그 내부에 수용하도록 구성된 배플 및/또는 인클로저를 포함하는 트랜스듀서 하우징; 및
- [0833] 진동판과 인클로저 트랜스듀서 하우징 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키도록 오디오 트랜스듀서의 진동판과 관련 트랜스듀서 하우징 사이에 배치된 분리 장착 시스템을 포함하며,
- [0834] 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.

- [0835] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0836] 회전 가능하게 장착된 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환 하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0837] 상기 오디오 트랜스듀서를 포함하는 제1 부분 또는 어셈블리 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 또는 어셈블리 사이에 배치되어, 상기 제1 부분 또는 어셈블리와 상기 적어도 하나의 다른 부분 또는 어셈블리 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고,
- [0838] 상기 분리 장착 시스템은 상기 오디오 디바이스의 상기 제1 부분 또는 어셈블리를 제2 부분 또는 어셈블리에 탄력적으로 장착한다.
- [0839] 바람직하게는 상기 제1 부분은 그 내부에 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 배플 또는 인클로저를 포함하는 트랜스듀서 하우징이다.
- [0840] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0841] 회전 가능하게 장착된 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환 하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서;
- [0842] 내부에 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 배플 또는 인클로저를 포함하는 트랜스듀서 하우징; 및
- [0843] 오디오 트랜스듀서를 배플 또는 인클로저에 탄력적으로 장착하여, 진동판과 트랜스듀서 하우징 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함한다.
- [0844] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0845] 회전 가능하게 장착된 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환 하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서;
- [0846] 사용시 사용자의 귀 또는 귀들에 가까이 근접하여 오디오 트랜스듀서를 배치하기 위한, 사용자에 의해 착용되도록 구성된 헤드밴드; 및
- [0847] 상기 헤드밴드 및 상기 오디오 트랜스듀서 사이에 위치되어, 상기 헤드밴드 및 상기 오디오 트랜스듀서 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.
- [0848] 바람직하게는 분리 장착 시스템은 고무, 실리콘 또는 점탄성 우레탄 폴리머와 같은 탄성 재료를 포함한다.
- [0849] 일 구성에서, 분리 장착 시스템은 제1 및 제2 컴포넌트 사이의 지지를 제공하기 위해 강자성 유체를 포함한다.
- [0850] 일 구성에서, 분리 장착 시스템은 자기 반발력을 사용하여 제1 및 제2 컴포넌트 사이의 지지를 제공한다.
- [0851] 일 구성에서, 분리 장착 시스템은 제1 및 제2 컴포넌트 사이에 지지를 제공하는 유체 또는 겔을 포함한다.
- [0852] 일 구성에서, 유체 또는 겔은 가요성 물질을 포함하는 캡슐 내에 포함된다.
- [0853] 대안적으로 또는 추가적으로, 장착 시스템들 중 적어도 하나는 금속 스프링 또는 다른 금속성 탄성 부재를 포함한다.
- [0854] 대안적으로 또는 부가적으로 상기 장착 시스템들 중 적어도 하나는 부드러운 플라스틱 재료로 형성된 부재를 포함한다.
- [0855] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0856] 회전 가능하게 장착된 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환 하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0857] 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 배치되어, 상기 진동판과 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착하며, 상기 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%의 최대 두께를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [0858] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,

- [0859] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0860] 상기 오디오 트랜스듀서를 포함하는 제1 부분 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 배치되어, 상기 제1 부분과 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착하며, 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 상기 제1 부분의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변 에지를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [0861] 바람직하게는 상기 제1 부분은 그 내부에 관련 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 배플 또는 인클로저를 포함하는 하우징을 포함한다.
- [0862] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0863] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서;
- [0864] 그 내부에 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 배플 또는 인클로저를 포함하는 트랜스듀서 하우징; 및
- [0865] 상기 오디오 트랜스듀서를 관련 트랜스듀서 하우징에 탄력적으로 장착하여, 상기 오디오 트랜스듀서와 상기 트랜스듀서 하우징 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 상기 트랜스듀서 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변 에지를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [0866] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0867] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0868] 상기 오디오 트랜스듀서를 포함하는 제1 부분 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에서, 상기 제1 부분과 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착하며,
- [0869] 상기 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 상기 제1 부분의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변 에지를 갖는 진동판 몸체를 포함하고,
- [0870] 상기 진동판 몸체는 상기 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%의 최대 두께를 포함한다.
- [0871] 바람직하게는, 오디오 디바이스의 상기 적어도 하나의 다른 부분은 제1 부분의 질량과 적어도 동일한 것보다 더 큰 질량, 보다 바람직하게는 제1 부분의 질량의 적어도 60%, 또는 40% 또는 가장 바람직하게는 적어도 20%의 질량을 갖는다.
- [0872] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0873] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [0874] 상기 오디오 트랜스듀서를 포함하는 제1 부분 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에서, 상기 제1 부분과 상기 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착하며, 상기 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%의 최대 두께를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [0875] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0876] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서;
- [0877] 그 내부에 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 배플 또는 인클로저를 포함하는 트랜스듀서 하우징; 및
- [0878] 상기 오디오 트랜스듀서를 트랜스듀서 하우징에 탄력적으로 장착하여, 상기 오디오 트랜스듀서와 상기 트랜스듀

서 하우징 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%의 최대 두께를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.

- [0879] 위에서 설명된 17 내지 28의 측면들 중 어느 하나의 일부 실시예에서, 오디오 디바이스는 2개 이상의 오디오 트랜스듀서 및/또는 이 양태에서 정의된 2개 이상의 분리 장착 시스템을 포함할 수 있다.
- [0880] 분리 장착 시스템을 갖는 오디오 디바이스를 포함하는 상기 양태들 중 어느 하나의 일부 실시예에서, 바람직하게는 상기 진동판은 상기 제1 부분의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0881] 일 구성에서, 인클로저 내부와의 연결이 없는 진동판 몸체 주변의 하나 이상의 주변 영역, 및 인클로저 내부 사이에 작은 에어 갭이 있다.
- [0882] 바람직하게는, 상기 에어 갭의 크기는 진동판 몸체 길이의 1/20 미만이다.
- [0883] 바람직하게는 에어 갭의 크기는 1mm 미만이다.
- [0884] 다른 구성에서, 진동판은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [0885] 바람직하게는 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 평행한 방향으로 병진 운동에 대해 진동판에 제공되는 지지부의 상당한 부분은 강자성 유체에 의해 제공된다.
- [0886] 바람직하게는, 상기 진동판은 상기 몸체에 결합된 수직 응력 강화부를 포함하고, 상기 수직 응력 강화부는 상기 주요 면들 중 적어도 하나에 인접하여 결합되어, 상기 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그 근처에서 경험되는 압축-인장 응력에 견딘다.
- [0887] 다른 양태에서, 본 발명은 분리 장착 시스템을 포함하는 상기 양태들 중 어느 하나에 따른 오디오 디바이스로 구성된다고 대체로 말할 수 있으며, 상기 진동판은,
- [0888] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0889] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0890] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0891] 바람직하게는, 상기 두 양태들 중 어느 하나에서, 상기 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 상기 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두가, 상기 진동판이 상기 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 상기 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 되어 있다.
- [0892] 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에서 비교적 더 작은 질량을 포함한다. 바람직하게는 진동판의 두께는 질량 중심으로부터 먼 주변 쪽으로 감소한다.
- [0893] 대안적으로 또는 추가적으로 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 진동판의 어셈블링된 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에 있도록 된다.
- [0894] 상기 오디오 디바이스 양태들 중 임의의 하나의 일부 실시예에서, 오디오 트랜스듀서 중 적어도 하나는 선형 동작 트랜스듀서이다. 바람직하게는, 진동판은 실질적으로 만곡된 진동판 몸체를 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체는 실질적으로 반구형 몸체이다. 바람직하게는, 몸체는 동작 중에 몸체가 실질적으로 강성이도록 충분한 두께 및/또는 깊이를 포함한다. 예를 들어, 몸체는 비교적 얇을 수 있지만 반구형 몸체의 전체 깊이는 몸체를 가로 지르는 최대 길이 치수보다 적어도 15% 더 클 수 있다. 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는 상기 진동판 몸체의 외주변에 단단하게 결합되고 상기 진동판 몸체의 외주변로부터 길이 방향으로 연장되는 진동판 베이스 프레임을 더 포함한다. 바람직하게는 여기 메커니즘은 상기 베이스 프레임에 결합된 하나 이상의 힘 전달 컴포넌트를 포함한다. 바람직하게는, 하나 이상의 힘 전달 컴포넌트는 진동판 베이스 프레임 주위에 권선된 하나

이상의 코일 권선을 포함한다. 바람직하게는, 강자성 유체 링은 진동판을 서스펜드(suspend)하기 위해 각 갭의 내 주변 주위로 연장된다. 바람직하게는, 진동판 베이스 프레임과 진동판은 관련된 주변의 거의 전체 부분 주위로 물리적 연결이 없다.

- [0895] 또 다른 양태에서, 본 발명은 상기 양태의 오디오 트랜스듀서 중 임의의 하나 이상을 포함하고 독립적인 오디오 신호의 재생을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 제공하는 2개 이상의 전기 음향 스피커를 포함하는 오디오 디바이스로 구성될 수 있다. 바람직하게는 오디오 디바이스는 사용자의 귀의 약 10cm 내에서 오디오 사용에 적합한 개인용 오디오 디바이스이다.
- [0896] 또 다른 양태에서, 본 발명은 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 할 수 있다.
- [0897] 또 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀에 또는 그 근처에서 사용자에게 의해 착용되도록 구성된 한 쌍의 인터페이스 디바이스를 포함하는 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0898] 다른 양태에서, 본 발명은 각 귀 위에 또는 그 주위에 착용되도록 구성된 한 쌍의 헤드폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 헤드폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0899] 본 발명의 또 다른 양태에서, 본 발명은 사용자의 귀의 외이도 또는 외이 내에서 착용되도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성된다고 말할 수 있으며, 각 이어폰 인터페이스는 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 및 그 이전의 오디오 트랜스듀서 양태들 중 어느 하나의 관련 특징, 구성 및 실시예의 임의의 조합을 포함한다.
- [0900] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 상기 양태들 중 어느 하나의 오디오 트랜스듀서 및 관련 특징들, 구성들 및 실시예들로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 트랜스듀서는 음향 전기 트랜스듀서이다.
- [0901] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며 상기 오디오 디바이스는,
- [0902] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서;
- [0903] 그 내부에 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저; 및
- [0904] 상기 인클로저를 주변 지지 구조에 탄력적으로 장착하여, 상기 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서와 상기 지지 구조 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 분리 장착 시스템을 포함하고, 상기 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 트랜스듀서 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [0905] 바람직하게는, 상기 디바이스는 컴퓨터 스피커 등이다. 예를 들어, 이는 약 0.8m 미만, 약 0.4m 미만 및/또는 약 0.3m 미만의 크기 치수를 포함할 수 있다.
- [0906] 다른 구성에서, 진동판은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [0907] 바람직하게는 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 평행한 방향으로 병진 운동에 대해 진동판에 제공되는 지지부의 상당한 부분이 강자성 유체에 의해 제공된다.
- [0908] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0909] 움직일 수 있는 진동판, 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작 가능하게 변환하도록 구성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0910] 그 내부에 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저를 포함하고, 상기 인클로저는 분리 장착 시스템과 사용하기에 적합하도록 되며(adapted), 상기 분리 장착 시스템은 상기 인클로저를 주변 지지 구조에 탄력적으로 장착하여, 상기 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서와 상기 지지 구조 사이의 진동의 기계적 전달을

적어도 부분적으로 완화시키고, 상기 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 트랜스듀서 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 갖는 진동판 몸체를 포함한다.

- [0911] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 개인용 오디오 애플리케이션에 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 디바이스가 통상적으로 사용시 사용자의 머리의 약 10 센티미터 내에 위치하며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0912] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 상기 진동판을 움직여 사운드를 발생시키도록 구성된 여기 메커니즘;
- [0913] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0914] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0915] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0916] 바람직하게는 정상 동작 중에 상당한 거리를 이동하는 진동판의 외주변의 모든 영역은 하우징의 내부와의 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0917] 일부 실시예들에서, 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판의 하나 이상의 주변 영역은 유체에 의해 지지된다. 바람직하게는 유체는 강자성 유체이다. 바람직하게는, 강자성 유체는 강자성 유체에 의해 지지되는 하나 이상의 주변 영역을 밀봉하거나 그와 직접 접촉하여 그 사이의 에어 흐름을 실질적으로 방지한다.
- [0918] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서의 진동판과 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 상기 진동판과 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키는 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 포함하고, 각 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다.
- [0919] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은,
- [0920] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [0921] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [0922] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [0923] 바람직하게는 진동판은 여기 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트에 단단하게 부착된다. 바람직하게는, 힘 전달 컴포넌트는 사용시 실질적으로 강성을 유지한다.
- [0924] 바람직하게는, 힘 전달 컴포넌트는 오디오 신호를 나타내는 전류를 수신하는 전기 전도성 컴포넌트를 포함한다. 바람직하게는 전기 전도성 컴포넌트는 렌츠의 법칙(Lenz's law)을 통해 동작한다. 바람직하게는, 전기 전도성 컴포넌트는 코일이다. 바람직하게는, 여기 메커니즘은 자기장을 생성하는 자기 요소 또는 구조를 더 포함하고, 전기 전도성 컴포넌트는 원위치의 자기장에 위치한다. 바람직하게는 자기 구조 또는 요소는 영구 자석을 포함한다.
- [0925] 바람직하게는 하우징은 진동판의 움직임에 의해 발생된 사운드를 사용시 사용자의 외이도로 전달하기 위한 하나 이상의 개구(opening)를 포함한다.
- [0926] 일부 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서 중 적어도 하나는 선형 동작 트랜스듀서이다. 바람직하게는, 진동판은 실질적으로 만곡된 진동판 몸체를 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체는 실질적으로 반구형 몸체이다. 바람직하게는, 몸체는 동작 중에 몸체가 실질적으로 강성이도록 충분한 두께 및/또는 깊이를 포함한다. 예를 들어, 몸

체는 비교적 얇을 수 있지만 반구형 몸체의 전체 깊이는 몸체를 가로 지르는 최대 길이 치수보다 적어도 15% 더 클 수 있다. 바람직하게는, 상기 오디오 트랜스듀서는 상기 진동판 몸체의 외주변에 단단하게 결합되고 상기 진동판 몸체의 외주변로부터 길이 방향으로 연장되는 진동판 베이스 프레임을 더 포함한다. 바람직하게는 여기 메커니즘은 베이스 프레임에 결합된 하나 이상의 힘 전달 컴포넌트를 포함한다. 바람직하게는, 하나 이상의 힘 전달 컴포넌트는 진동판 베이스 프레임 주위에 권선된 하나 이상의 코일 권선을 포함한다. 바람직하게는, 복수의 컴포넌트는 진동판 베이스 프레임의 길이를 따라 분포된다. 바람직하게는, 여기 메커니즘은 하나 이상의 코일 권선이 동작 중에 위치하는 영역 내에 자기장을 발생시키는 자기 구조 또는 어셈블리를 더 포함한다. 바람직하게는 자기 구조는 대향하는 폴 피스를 포함하고, 폴 피스 사이에 형성된 하나 이상의 갭에 자기장을 생성한다. 바람직하게는 진동판 베이스 프레임은 하나 이상의 갭 내에서 연장된다. 바람직하게는 진동판의 중립 위치에서, 하나 이상의 코일은 하나 이상의 갭과 정렬된다. 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 한 쌍의 코일 및 한 쌍의 관련된 자기장 갭을 포함한다. 바람직하게는 진동판 어셈블리는 동작 중에 자기 구조에 대해 왕복 운동한다. 바람직하게는, 강자성 유체 링은 진동판을 서스펜드하기 위해 각 갭의 내주변 주위로 연장된다. 바람직하게는, 진동판 베이스 프레임과 진동판은 관련된 주변의 거의 전체 부분에 물리적 연결이 없다.

[0927] 일부 형태에서, 오디오 디바이스는 관련 하우징 내에 오디오 트랜스듀서를 장착하기 위한 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 더 포함한다. 바람직하게는 상기 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 진동판 어셈블리 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키고, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제2 컴포넌트에 제1 컴포넌트를 직접 또는 간접적으로 탄력적으로 장착한다. 일부 형태에서, 분리 시스템은 복수의 가요성 장착 블록을 포함한다. 바람직하게는 장착 블록은 제1 컴포넌트의 외주변 표면 주위로 분포되고, 일측은 제1 컴포넌트의 외주변 표면에, 대향측은 제2 컴포넌트의 내주변 표면에 단단히 연결된다.

[0928] 일부 실시예들에서, 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판의 외주변의 하나 이상의 영역은 에어 갭에 의해 하우징의 내부와 분리된다. 바람직하게는 비교적 작은 에어 갭은 하우징의 내부와 진동판의 하나 이상의 주변 영역을 분리시킨다. 바람직하게는, 각 주변 영역과 상기 하우징 사이의 거리에 의해 정의된 에어 갭의 너비는 진동판의 길이의 1/10 미만이고 보다 바람직하게는 1/20 미만이다. 바람직하게는, 진동판의 하나 이상의 주변 영역과 하우징 사이의 거리에 의해 정의되는 에어 갭의 너비는 1.5mm 미만, 또는 보다 바람직하게는 1mm 미만, 또는 보다 바람직하게는 0.5mm 미만이다.

[0929] 일부 실시예들에서, 상기 진동판 몸체와 관련된 질량 분포 또는 상기 수직 응력 강화부와 관련된 질량 분포 또는 양자 모두가, 상기 진동판이 상기 진동판의 하나 이상의 비교적 높은 질량 영역에서의 질량에 비하여 상기 진동판의 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 된다.

[0930] 바람직하게는, 하나 이상의 낮은 질량 영역은 진동판의 질량 중심 위치로부터 멀리 떨어진 주변 영역이고, 하나 이상의 높은 질량 영역은 질량 중심 위치에 또는 그 근처에 있다.

[0931] 바람직하게는 낮은 질량 영역은 진동판의 한 단부에 있고 높은 질량 영역은 대향 단부에 있다. 바람직하게는, 낮은 질량 영역은 실질적으로 진동판의 전체 외주변 주위에 분포되고, 높은 질량 영역은 진동판의 중심 영역이다.

[0932] 바람직하게는 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 적은 양의 질량이 하나 이상의 낮은 질량 영역에 위치하도록 된다.

[0933] 대안적으로 또는 부가적으로 진동판 몸체의 질량 분포는 진동판 몸체가 하나 이상의 낮은 질량 영역에서 비교적 더 낮은 질량을 포함하도록 한다. 바람직하게는 진동판 몸체의 두께는 하나 이상의 낮은 질량 영역 쪽으로, 바람직하게는 질량 중심 위치로부터 테이퍼링됨으로써 감소된다.

[0934] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 바람직하게는, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조 및 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판을 회전 가능하게 결합하기 위한 힌지 시스템을 포함한다. 바람직하게는 진동판은 실질적으로 강성인 구조를 포함한다. 바람직하게는, 진동판은 하나 이상의 주요 면에 결합된 외부 수직 응력 강화부를 갖는 진동판 몸체를 포함한다. 바람직하게는, 상기 진동판은 상기 진동판 몸체 내에 내장된 내부 응력 강화부를 포함한다. 바람직하게는, 진동판은 실질적으로 두꺼운 진동판 몸체를 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체는 몸체의 길이를 따라 실질적으로 테이퍼링된 두께를 포함한다. 바람직하게는, 진동판 몸체의 두꺼운 베이스 단부는 오디오 트랜스듀서의 진동판 베이스 프레임에 단단하게 결합된다. 바람직하게는 여기 메커니즘은 진동판 베이스 프레임에 단단하게 결합된 힘 전달 컴포넌트

를 포함한다. 바람직하게는 힘 전달 컴포넌트는 하나 이상의 코일을 포함한다. 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조는 동작 중에 힘 전달 컴포넌트에 의해 가로 지르는 채널 내에 자기장을 생성하도록 구성된 자기 구조를 포함한다. 바람직하게는 채널은 자기 구조의 외부 및 내부 폴 피스 사이에 형성된다. 바람직하게는, 채널은 실질적으로 만족되어 있고, 코일이 단단하게 부착된 트랜스듀서 베이스 구조 판은 유사하게 만족되어 있다.

[0935] 일 형태에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하고, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 갖고; 동작 중에 각 힌지 조인트는 상기 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 상기 힌지 요소가 상기 관련된 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 상기 힌지 어셈블리는 상기 접촉 표면을 향하여 상기 힌지 요소를 바이어싱한다. 바람직하게는 상기 힌지 시스템은 각 힌지 요소를 관련 접촉 표면을 향하여 바이어싱하는 바이어싱 메커니즘을 포함한다.

[0936] 일 구성에서, 바이어싱 메커니즘은 각 힌지 요소에 대하여 효과적으로 압축되어 유지되는 스프링과 같은 탄성 부재를 포함한다. 다른 대안적인 구성에서 바이어싱 메커니즘은 자기장 생성 구조 및 강자성 힌지 요소를 포함하는 자기 메커니즘을 포함한다.

[0937] 일 구성에서, 각 접촉 표면은 적어도 단면이 실질적으로 오목하게 만족되고, 각 관련 힌지 요소는 적어도 단면이 실질적으로 볼록하게 만족된 접촉 표면을 포함한다. 바람직하게는 오목하게 만족된 접촉 표면은 볼록하게 만족된 접촉 표면보다 더 큰 곡률 반경을 포함한다. 또 다른 구성에서, 각 접촉 표면은 실질적으로 평면이고, 관련된 힌지 요소는 적어도 단면이 볼록하게 만족된 접촉 표면을 포함한다.

[0938] 바람직하게는 힌지 시스템은 진동판의 양쪽에 위치하도록 구성된 한 쌍의 힌지 조인트를 포함한다. 힌지 요소는 진동판에 단단하게 결합되고, 접촉 부재는 트랜스듀서 베이스 구조에 강하게 결합되고 트랜스듀서 베이스 구조로부터 연장된다.

[0939] 또 다른 양태에서 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하여, 진동판이 동작 중에 회전축 주위로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다. 일부 구성에서 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 굽힘을 가지는 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다. 대안적인 구성에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림에 있어 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는 각 가요성 힌지 요소는 굽힘에 대해 실질적으로 강성이다.

[0940] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 오디오 트랜스듀서를 관련 하우징 내에 장착하기 위한 적어도 하나의 분리 장착 시스템을 더 포함한다. 바람직하게는 상기 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서의 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치하여, 진동판 및 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하고, 상기 분리 장착 시스템은 직접적으로 또는 간접적으로 오디오 디바이스의 제1 컴포넌트를 제2 컴포넌트에 탄력적으로 장착한다. 바람직하게는 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 병진 축을 따라, 보다 바람직하게는 적어도 2개의 실질적으로 수직인 병진 축을 따라, 훨씬 더 바람직하게는 3개의 실질적으로 수직인 병진 축을 따라, 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화한다. 바람직하게는, 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 회전축 주위로, 보다 바람직하게는 적어도 2개의 실질적으로 수직인 회전축 주위로, 훨씬 더 바람직하게는 3개의 실질적으로 수직인 회전축 주위로, 진동판 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화한다. 바람직하게는 상기 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조 및 하우징의 내부 사이를 결합한다. 바람직하게는 상기 분리 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조와 관련된 노드 축 위치에서 또는 그 근처에 위치하도록 구성된 적어도 하나의 노드 축 장착부를 포함한다. 바람직하게는 상기 분리 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조와 관련된 노드 축 위치로부터 멀리 위치하도록 구성된 적어도 하나의 노드 말단 장착부를 포함한다. 바람직하게는 상기 적어도 하나의 노드 축 장착부는 상기 적어도 하나의 말단 장착부보다 비교적 덜 유연하고/하거나 비교적 덜 탄력적이다.

[0941] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 적어도 하나의 인터페이스 디바이스를 포함하고, 각 인터페이스 디바이스는 적어도 하나의 하우징의 하우징을 포함하고, 오디오 트랜스듀서(들) 중 적어도 하나를 내부에 포함한다.

바람직하게는, 각 인터페이스 디바이스는 사용자의 귀에 대하여 관련 오디오 트랜스듀서를 위치시키기 위해 사용자의 머리와 결합하도록 구성된다. 바람직하게는, 인터페이스는 관련 오디오 트랜스듀서를 사용자의 외이도에 또는 그 근처에 위치시키도록 구성된다.

[0942] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 사용자의 각 귀에 대해 한 쌍의 인터페이스 디바이스를 포함한다.

[0943] 일 형태에서 각 인터페이스 디바이스는 헤드폰 컵이다. 바람직하게는, 각 헤드폰 컵은 사용자의 귀에 또는 그 주위에 위치하도록 구성된 인터페이스 패드를 포함한다. 바람직하게는, 패드는 사용시에 사용자의 귀 주위를 실질적으로 밀봉하기 위한 밀봉 요소를 포함한다. 바람직하게는, 오디오 디바이스는 헤드폰 컵들 사이에서 연장되고 사용시에 사용자의 머리의 정수리 주위에 위치하도록 구성된 헤드밴드를 더 포함한다.

[0944] 다른 형태로 각 인터페이스 디바이스는 이어폰 인터페이스이다. 바람직하게는, 각 이어폰 인터페이스는 사용시 사용자의 외이도에 위치하거나, 이웃하거나 또는 그 안에 위치하도록 구성된 인터페이스 플러그를 포함한다. 바람직하게는, 인터페이스 플러그는 사용자의 외이도에서, 인접하여 또는 그 내부에서 실질적인 밀봉을 생성하기 위한 밀봉 요소를 포함한다.

[0945] 일 형태에서, 이어폰 인터페이스는 진동판에 청각적으로 결합되고 원위치에서 사용자의 외이도에 직접 인접하여 위치하도록 구성된 실질적으로 길이 방향의 인터페이스 채널을 포함한다. 바람직하게는, 인터페이스 채널은 채널의 목 부분에 발포 고무 또는 다른 다공성 또는 투과성 요소와 같은 사운드 감쇠 삽입물(sound damping insert)을 포함한다.

[0946] 바람직하게 오디오 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 갖는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.

[0947] 바람직하게 각 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 단지 3개의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.

[0948] 바람직하게 각 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 단지 2개의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.

[0949] 바람직하게 각 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 갖는 단일 오디오 트랜스듀서를 포함한다.

[0950] 바람직하게는, 각 인터페이스 디바이스는 사용시 사용자의 귀에 인접하여 위치되도록 구성된 인터페이스의 일측상의 내부 에어 캐비티와 원위치에서 디바이스 외부의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 생성하도록 구성된다.

[0951] 바람직하게는, 각 인터페이스 디바이스와 관련된 하우징은 제1 캐비티로부터 상기 디바이스의 제1 캐비티의 대향측에 위치한 제2 캐비티로, 또는 상기 제1 캐비티로부터 상기 디바이스 외부의 에어 볼륨으로, 또는 둘다로 적어도 하나의 유체 통로를 포함한다.

[0952] 바람직하게는, 각 유체 통로는, 그 위치에서 그리고 동작 중에 가스 흐름을 실질적으로 제한하기 위해 실질적으로 제한적인 유체 통로를 제공한다. 유체 통로는 어느 한쪽의 에어 볼륨을 갖는 접합부에서 감소된 직경 또는 너비를 포함할 수 있고/있거나 유체 흐름 제한 요소를 포함할 수 있다. 유체 흐름 제한 요소는 통로에 또는 통로 내에 위치한 다공성 또는 투과성 커버 또는 삽입물일 수 있다.

[0953] 일부 실시예들에서, 인터페이스 디바이스는 사용시 사용자의 귀에 인접하여 위치하도록 구성된 진동판의 일측상의 제1 전방 캐비티(front cavity)와 진동판의 대향 측상의 제2 후방 캐비티(rear cavity) 사이에서 연장되는 제1 유체 통로를 포함한다. 바람직하게는, 제1 유체 통로는 제1 및 제2 캐비티의 단면적에 비해 실질적으로 감소된 입구 영역의 유체 통로를 포함한다. 일부 형태에서, 제1 유체 통로는 진동판의 주변 주위에 직접

위치한다. 다른 형태에서, 제1 캐비티는 트랜스듀서 베이스 구조 또는 하우징의 내부 벽을 통해 위치한다.

- [0954] 일부 실시예들에서, 인터페이스 디바이스는 제1 전방 캐비티로부터 외부 에어 볼륨까지의 제1 또는 제2 유체 통로를 포함한다. 일부 형태에서, 유체 통로는 인접한 에어 볼륨의 단면적에 비해 실질적으로 감소된 입구 영역을 포함한다. 일부 다른 형태에서, 유체 통로는 제1 전방 캐비티의 단면적에 비해 실질적으로 큰 입구 영역을 포함하고, 또한 이를 통한 가스 흐름에 실질적으로 제한적인 흐름 제한 요소를 포함한다.
- [0955] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 이동 전화이다.
- [0956] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 보청기이다.
- [0957] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 마이크로폰이다.
- [0958] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시에 사용자의 귀 각 주위에 위치하도록 구성된 한 쌍의 헤드폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 헤드폰 장치로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는,
- [0959] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0960] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0961] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0962] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시에 사용자의 외이 내에 또는 그에 인접하여 위치하도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는,
- [0963] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0964] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0965] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0966] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 오디오 디바이스를 포함하는 이동 전화로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0967] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0968] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0969] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0970] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 보청기로 구성되는 것으로 말할 수 있으며,
- [0971] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0972] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0973] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0974] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 마이크로폰으로 구성되며,
- [0975] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된

여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및

- [0976] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0977] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [0978] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성되며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0979] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0980] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0981] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [0982] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성되며, 상기 오디오 디바이스는,
- [0983] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0984] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0985] 적어도 하나의 하우징과 관련된 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서가 진동판의 외주변을 하우징에 연결하는 서스펜션을 포함하고,
- [0986] 상기 서스펜션은 외주변 둘레 주위로 부분적으로만 진동판을 연결한다.
- [0987] 바람직하게는, 서스펜션은 외주변의 둘레의 80% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다. 보다 바람직하게는, 서스펜션은 외주변의 둘레의 50% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다. 가장 바람직하게는, 서스펜션은 외주변의 둘레의 20% 미만의 길이를 따라 진동판을 연결한다.
- [0988] 서스펜션은 예를 들어 솔리드 서라운드 또는 밀봉 요소일 수 있다.
- [0989] 또 다른 양태에서, 본 발명은 사용자의 귀의 외이에 원위치에 위치하도록 구성된 적어도 하나의 이어폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성된다고 또한 말할 수 있으며, 각 이어폰 인터페이스 디바이스는,
- [0990] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [0991] 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하고, 사용시 사용자의 귀의 외이 내에 유지되는 것으로 구성된 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [0992] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판의 외주변의 하나 이상의 주변 영역을 포함하며,
- [0993] 비교적 작은 에어 갭이 하우징의 내부와 진동판의 하나 이상의 주변 영역을 분리한다.
- [0994] 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 거의 완전히 물리적 연결이 없다.
- [0995] 바람직하게는 각 주변 영역과 하우징 사이의 거리에 의해 한정되는 에어 갭의 너비는 진동판의 길이의 1/10보다 작고, 보다 바람직하게는 1/20보다 작다.
- [0996] 바람직하게는, 진동판의 하나 이상의 주변 영역과 하우징 사이의 거리에 의해 정의되는 에어 갭의 너비는 1.5mm

미만, 또는 보다 바람직하게는 1mm 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 0.5mm 미만이다.

- [0997] 바람직하게는 하우징은 진동판의 움직임에 의해 발생된 사운드를 사용시 사용자의 외이도로 전달하기 위한 하나 이상의 개구를 포함한다.
- [0998] 바람직하게는, 하나 이상의 개구는 디바이스가 원위치에 있을 때 사용자의 외이 내부에 위치하도록 구성된다. 대안적으로, 하나 이상의 개구는 디바이스가 제 자리에 있을 때 사용자의 외이도 내부에 위치하도록 구성된다.
- [0999] 일부 실시예들에서, 하우징은 원위치에서 외이도 내에 포함된 에어 및 외이도 외측의 에어를 실질적으로 밀봉하지 않는다. 바람직하게는, 하우징은 원위치에서 사용자의 외이도 주변에서 실질적으로 연속적으로 밀봉을 제공하지 않는다. 바람직하게는, 하우징은 원위치에서 사용자의 외이도 주변에 대해 실질적으로 지속적인 압력을 부여하지 않는다.
- [1000] 바람직하게는, 하우징은 1dB(데시벨) 미만, 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 70 헤르츠에서 주위 사운드의 패시브 감쇠를 발생시키는 정도까지 원위치에서 사용자의 외이도 내로의 개구를 막는다.
- [1001] 대안적으로 또는 부가적으로, 하우징은 1dB 미만, 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 120 헤르츠에서 주위 사운드의 패시브 감쇠를 발생시키는 정도까지 원위치에서 사용자의 외이도 내로의 개구를 막는다.
- [1002] 대안적으로 또는 부가적으로, 하우징은 1dB 미만, 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 400 헤르츠에서 주위 사운드의 패시브 감쇠를 발생시키는 정도까지 원위치에서 사용자의 외이도 내로의 개구를 막는다.
- [1003] 일 실시예에서 각 이어폰 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 갖는 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.
- [1004] 바람직하게는 이어폰 장치는 사운드를 재생하기 위해 사용자의 귀 안에 위치하도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스 디바이스를 포함한다. 바람직하게는, 이어폰 인터페이스 디바이스는 적어도 2개의 독립적인 오디오 신호를 재생하도록 구성된다.
- [1005] 바람직하게는 FRO는 2008년에 하머소이(Hammershoi) 및 몰러(Moller)에 의해 제안된 '확산 필드(Diffuse Field)' 기준에 비해 20dB보다 큰, 보다 바람직하게는 14dB보다 큰, 또는 훨씬 더 바람직하게는 10dB보다 큰, 또는 가장 바람직하게는 6dB보다 큰 음압의 지속적인 강하 없이 재생된다.
- [1006] 바람직하게는, FRO는 2008년에 하머소이 및 몰러에 의해 제안된 '확산 필드(Diffuse Field)' 기준에 비해 20dB보다 큰, 보다 바람직하게는 14dB보다 큰, 또는 훨씬 더 바람직하게는 10dB보다 큰, 또는 가장 바람직하게는 6dB보다 큰 대역폭의 끝에서 음압의 강하 없이 재생된다.
- [1007] 제2 실시예에서, 각 이어폰 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 단지 2개의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.
- [1008] 제3 실시예에서, 각 이어폰 인터페이스 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 단지 3개의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.
- [1009] 또 다른 양태에서, 본 발명은 디바이스가 사용시 사용자의 머리의 약 10 센티미터 내에 통상적으로 위치되는 개인용 오디오 애플리케이션에 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [1010] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [1011] 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하고,
- [1012] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 동작 중에 상당한 강성을 유지한다.

- [1013] 바람직하게는, 진동판은 트랜스듀서의 FRO 상에서의 동작 중에 상당한 강성을 유지한다.
- [1014] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 거의 완전히 물리적 연결이 없다.
- [1015] 바람직하게는 진동판은 진동판 몸체의 최대 치수에 비해 실질적으로 두꺼운 진동판 몸체를 포함한다. 바람직하게는 진동판 몸체의 최대 두께는 진동판 몸체의 최대 길이의 11%보다 크거나, 훨씬 더 바람직하게는 최대 길이의 14%보다 크다.
- [1016] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은,
- [1017] 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체,
- [1018] 상기 몸체에 결합되고, 동작 중에 상기 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되는 수직 응력 강화부, 및
- [1019] 상기 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 상기 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향되는 적어도 하나의 내부 강화 부재를 포함한다.
- [1020] 일 형태에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 접촉 부재는 접촉 표면을 가지며, 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련된 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 어셈블리는 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다. 바람직하게는, 힌지 시스템은 각 힌지 요소를 관련 접촉 표면 쪽으로 바이어싱하기 위한 바이어싱 메커니즘을 포함한다.
- [1021] 또 다른 형태에서 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 진동판이 동작 중에 회전축을 중심으로 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전할 수 있도록 하기 위하여 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고, 힌지 조인트는 일측에서 트랜스듀서 베이스 구조에 그리고 대향측에서 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 모두에 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러, 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다. 일부 구성에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 굽힘을 가지는 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다. 대안적인 구성에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림에 있어 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 각 가요성 힌지 요소는 굽힘에 대해 실질적으로 강성이다.
- [1022] 또 다른 양태에서 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성되며, 상기 오디오 디바이스는, 진동판, 트랜스듀서 베이스 구조, 상기 진동판을 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는 힌지 어셈블리 및 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판 몸체에 실질적으로 회전 운동을 부여하는 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서를 포함하고; 상기 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 상기 진동판을 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 피봇식으로 결합하여 동작 중에 상기 진동판이 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전 축을 중심으로 회전할 수 있도록 하며, 상기 힌지 조인트는 일측에서 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 대향측에서 상기 진동판에 단단하게 연결되고, 서로에 대해 각진(angled) 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 각 힌지 요소는 상기 트랜스듀서 베이스 구조 및 상기 진동판 모두와 밀접하게 관련되며, 상기 요소를 따라 그리고 상기 요소를 가로 질러 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디기 위한 실질적인 병진 강성, 및 동작 중에 섹션에 수직인 힘에 응답하여 굽힘을 가능하게 하는 실질적인 가요성을 포함한다.
- [1023] 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 굽힘을 가지는 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다.
- [1024] 대안적인 실시예에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림에 있어 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 각 가요성 힌지 요소는 굽힘에 대해 실질적으로 강성이다.

- [1025] 또 다른 양태에서 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성되며, 상기 오디오 디바이스는, 진동판, 트랜스듀서 베이스 구조, 상기 진동판을 상기 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는 힌지 시스템 및 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판에 실질적으로 회전 운동을 부여하는 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서를 포함하고; 상기 힌지 시스템은 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함하고, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 상기 접촉 부재는 접촉 표면을 가지고, 동작 중에 각 힌지 조인트는 상기 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 상기 힌지 요소가 상기 관련된 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 상기 힌지 어셈블리는 상기 접촉 표면 쪽으로 상기 힌지 요소를 바이어싱한다.
- [1026] 또 다른 양태에서 본 발명은 실질적으로 원위치의 사용자의 귀의 외이 내에 또는 그 근처에 위치하도록 구성된 이어폰 인터페이스 디바이스로 구성된다고 또한 말할 수 있으며, 상기 이어폰 인터페이스 디바이스는,
- [1027] 진동판 몸체와 진동판에 결합된 힌지 어셈블리를 포함하는 진동판, 및 전자 신호에 응답하여 대략적인 회전축을 중심으로 사용시 상기 진동판 몸체 상에 실질적으로 회전 운동을 부여하는 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [1028] 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [1029] 오디오 트랜스듀서의 진동판 몸체는 동작 중에 실질적으로 강성이고,
- [1030] 오디오 트랜스듀서의 진동판 몸체는 적어도 하나의 영역에서 회전축으로부터 진동판 몸체의 가장 먼 주변까지의 거리의 약 15%보다 큰 두께를 포함한다. 보다 바람직하게는 두께는 총 거리의 약 20%보다 크다.
- [1031] 또 다른 양태에서 본 발명은 원위치의 사용자의 귀의 외이 내에 위치하도록 구성된 이어폰 인터페이스 디바이스로 구성된다고 또한 말할 수 있으며, 상기 이어폰 인터페이스 디바이스는,
- [1032] 진동판 및 진동판에 결합된 힌지 어셈블리, 및 전자 신호에 응답하여 사용시 상기 진동판에 실질적으로 회전 운동을 부여하는 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [1033] 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [1034] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 오디오 트랜스듀서의 동작 중에 실질적으로 강성이고,
- [1035] 관련 진동판에 연결된 오디오 트랜스듀서의 여기 메커니즘의 부분들은 단단하게 연결된다.
- [1036] 또 다른 양태에서 본 발명은 원위치의 사용자의 귀의 외이 내에 위치하도록 구성된 이어폰 인터페이스 디바이스로 구성된다고 또한 말할 수 있으며, 상기 이어폰 인터페이스 디바이스는,
- [1037] 진동판 및 진동판에 결합된 힌지 어셈블리, 및 전자 신호에 응답하여 사용시 상기 진동판에 실질적으로 회전 운동을 부여하는 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [1038] 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [1039] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 오디오 트랜스듀서의 동작 중에 실질적으로 강성이고,
- [1040] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.
- [1041] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,
- [1042] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서; 및
- [1043] 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 하우징을 포함하고,
- [1044] 오디오 트랜스듀서의 진동판은 적어도 부분적으로 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변을 포함하고,
- [1045] 오디오 디바이스는 사용시 사용자의 귀에 인접하여 위치되도록 구성된 디바이스의 일측 상의 내부 에어 캐비티와 원위치에서 디바이스 외부의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 생성하며,
- [1046] 오디오 트랜스듀서와 관련된 인클로저 또는 배플은 제1 캐비티로부터 상기 디바이스의 제1 캐비티의 대향측에 위치한 제2 캐비티로, 또는 상기 제1 캐비티로부터 상기 디바이스 외부의 에어 볼륨으로, 또는 둘다로 적어도

하나의 유체 통로를 포함한다.

- [1047] 바람직하게는, 진동판은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 바람직하게는 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 둘레 또는 길이의 적어도 20%, 보다 바람직하게는 적어도 30%를 구성하도록 물리적 연결이 현저히 없다. 보다 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 주변의 둘레 또는 길이의 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 80%를 구성하도록 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는, 외주변은 하나 이상의 주변 영역이 외주변의 거의 전체 길이 또는 둘레에 형성되도록 물리적 연결이 거의 완전히 없다.
- [1048] 바람직하게는 각 유체 통로는, 그 위치에서 그리고 동작 중에 가스 흐름을 실질적으로 제한하기 위해 실질적으로 제한적인 유체 통로를 제공한다. 유체 통로는 어느 한쪽의 에어 볼륨을 갖는 접합부에서 감소된 직경 또는 너비의 애퍼처를 포함할 수 있고/있거나 유체 흐름 제한 요소를 포함할 수 있다. 유체 흐름 제한 요소는 통로에 또는 통로 내에 위치한 다공성 또는 투과성 커버 또는 삽입물일 수 있다.
- [1049] 일부 실시예들에서, 인터페이스 디바이스는 사용시 사용자의 귀에 인접하여 위치하도록 구성된 진동판의 일측 상의 제1 전방 캐비티와 진동판의 대향 측상의 제2 후방 캐비티 사이에서 연장되는 제1 유체 통로를 포함한다. 바람직하게는, 제1 유체 통로는 제1 및 제2 캐비티의 단면적에 비해 실질적으로 감소된 입구 영역의 애퍼처를 포함한다. 일부 형태에서, 제1 유체 통로는 진동판의 주변 주위에 직접 위치한다. 다른 형태에서, 제1 캐비티는 트랜스듀서 베이스 구조 또는 하우징의 내부 벽을 통해 위치한다.
- [1050] 일부 실시예들에서, 인터페이스 디바이스는 제1 전방 캐비티로부터 외부 에어 볼륨까지의 제1 또는 제2 유체 통로를 포함한다. 일부 형태에서, 유체 통로는 인접한 에어 볼륨의 단면적에 비해 실질적으로 감소된 입구 영역을 포함한다. 일부 다른 형태에서, 유체 통로는 제1 전방 캐비티의 단면적에 비해 실질적으로 큰 입구 영역을 포함하고, 또한 이를 통한 가스 흐름에 실질적으로 제한적인 흐름 제한 요소를 포함한다.
- [1051] 일부 실시예들에서, 인터페이스 디바이스는 후방 캐비티로부터 외부 에어 볼륨까지의 제1 또는 제2 유체 통로를 포함한다. 일부 형태에서, 유체 통로는 인접한 에어 볼륨의 단면적에 비해 실질적으로 감소된 입구 영역을 포함한다. 일부 다른 형태에서, 유체 통로는 제1 전방 캐비티의 단면적에 비해 실질적으로 큰 입구 영역을 포함하고, 또한 이를 통한 가스 흐름에 실질적으로 제한적인 흐름 제한 요소를 포함한다.
- [1052] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 유체 통로는 디바이스의 외이도 측상의 제1 전방 캐비티를 내부에 진동판을 포함하지 않는 제2 캐비티에 유동적으로 연결시킬 수 있다.
- [1053] 바람직하게는 오디오 디바이스는 디바이스의 외이도 측 상의 에어 볼륨과 원위치의 상기 디바이스의 외부면 상의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 생성하고, 원위치의 상기 디바이스의 외이도 측 내에 밀폐된 에어 볼륨은 충분히 작아서, 상기 외이도 내부에 발생된 음압이 상기 디바이스의 동작 중에 상기 오디오 디바이스가 원위치에서 충분한 밀봉을 생성하고 있지 않을 때 생성되는 음압에 비하여 적어도 2dB, 보다 바람직하게는 4dB, 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB의 평균만큼 증가한다.
- [1054] 바람직하게는, 상기 오디오 디바이스는 상기 디바이스의 외이도 측 상의 에어 볼륨과 원위치의 상기 디바이스의 외부면 상의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 생성하도록 구성된 밀봉 요소를 포함하고, 원위치의 상기 디바이스의 외이도 측 내에 밀폐된 에어 볼륨은 충분히 작아서, 70Hz 사인과 전기 입력이 주어지면, 상기 외이도 내부에 발생된 음압이 상기 오디오 디바이스가 원위치에 충분한 밀봉을 생성하고 있지 않을 때 동일한 전기 입력이 인가될 때 생성되는 음압에 비하여 적어도 2dB 만큼, 또는 더 바람직하게는 4dB만큼 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB만큼 증가하는
- [1055] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 상기 디바이스의 외이도 측 상의 에어 볼륨과 원위치의 상기 디바이스의 외부면 상의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 생성하고, 원위치의 상기 디바이스의 외이도 측 내에 밀폐된 에어 볼륨은 충분히 작아서, 70Hz 사인과 전기 입력이 주어지면, 상기 외이도 내부에 발생된 음압이 상기 오디오 디바이스가 원위치에 충분한 밀봉을 생성하고 있지 않을 때 동일한 전기 입력이 인가될 때 생성되는 음압에 비하여 적어도 2dB만큼, 또는 더 바람직하게는 4dB만큼 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB만큼 증가한다.
- [1056] 바람직하게는 상기 에어 누출은 단일 컴포넌트 내에 실질적으로 형성된다. 보다 바람직하게는 단일 컴포넌트 내에 완전히 형성된다. [이것은 메쉬를 포함하는가?(나는 그것을 원한다.) 이유는 짝을 이루는 표면 사이에 누출이 아주 쉽게 발생할 수 있다는 것이다. 그러나 이것으로 제조 과정에서 허용 오차를 제어하기가 어렵다.]
- [1057] #251 바람직하게는 적어도 하나의 에어 누출 통로는 작은 구멍 및/또는 미세 메쉬 및/또는 에어 갭을 포함한다.

- [1058] 일부 실시예들에서, 상기 유체 통로 중 하나는 약 0.5mm 미만, 보다 바람직하게는 약 0.1mm 미만, 또는 가장 바람직하게는 약 0.03mm 미만인 직경의 하나 이상의 애퍼처를 포함한다.
- [1059] 바람직하게는, 상기 유체 통로는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%의 무시할 정도의 누설이 있을 때 발생하는 음압에 비하여, 주파수 범위 20Hz ~ 80Hz(SPL(즉, dB) 및 주파수 영역에서 로그 스케일 가중치를 사용하여 계산된 평균)에 걸쳐, 디바이스 동작 중 음압 레벨(SPL)의 평균 감소의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 보다 바람직하게는 여전히 적어도 50%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 75%를 집합적으로 책임지도록 충분한 가스의 흐름을 허용한다.
- [1060] 바람직하게는, 상기 에어 누출 통로는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%의 무시할 정도의 누설이 있을 때 발생하는 음압에 비하여, 70Hz의 사인파로 디바이스가 동작하는 동안 SPL의 감소의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 보다 바람직하게는 여전히 적어도 50%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 75%를 집합적으로 책임지도록 충분한 에어를 누출한다.
- [1061] 바람직하게는, 평균적으로 오디오 디바이스가 동일한 청취자에 의해 무작위로 선택된 청취자에 설치되는 경우 (디바이스 주변 내의) 상기 에어 누출 통로는 충분한 에어를 누출시켜, 그들은 동작 중에 상기 에어 누출 통로를 통한 무시할 정도의 누출이 있을 때 발생된 음압에 비하여 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위(SPL(즉, dB) 및 주파수 영역 모두에서의 로그-스케일 가중치를 사용하여 계산된 평균)에 걸친 디바이스의 동작 동안, 적어도 0.5dB, 또는 보다 바람직하게는 1dB, 보다 바람직하게는 여전히 2dB, 또는 훨씬 더 바람직하게는 4dB, 또는 가장 바람직하게는 6dB의 SPL 감소에 대하여 집합적으로 책임진다.
- [1062] 바람직하게는, 평균적으로 오디오 디바이스가 동일한 청취자에 의해 무작위로 선택된 청취자에 설치되는 경우 (디바이스 주변 내의) 상기 에어 누출 통로는 충분한 에어를 누출시켜, 그들은 동작 중에 상기 에어 누출 통로를 통한 무시할 정도의 누출이 있을 때 발생된 음압에 비하여 70Hz 사인파를 갖는 디바이스의 동작 동안 적어도 0.5dB, 또는 보다 바람직하게는 적어도 1dB, 보다 바람직하게는 여전히 적어도 2dB, 또는 훨씬 더 바람직하게는 적어도 4dB, 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB의 SPL 감소에 대하여 집합적으로 책임진다.
- [1063] 바람직하게는, 유체 통로는 진동판의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리보다 더 큰 거리에 걸쳐, 또는 보다 바람직하게는 진동판의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리보다 50%가 넘는 거리에 걸쳐, 또는 가장 바람직하게는 진동판의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리의 두배보다 더 큰 거리에 걸쳐 분포된다.
- [1064] 바람직하게는, 오디오 디바이스는 원위치의 귀의 위치를 넘어서 및/또는 귀를 둘러싸면서 머리의 하나 이상의 부분에 압력을 가하도록 구성된 인터페이스를 포함한다.
- [1065] 바람직하게 오디오 디바이스는 160Hz에서 6kHz까지의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz에서 8kHz까지의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz에서 10kHz까지의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz에서 12kHz까지의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz에서 14kHz까지의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 갖는다.
- [1066] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 귀 또는 귀에 가까운 머리 부분에 접촉하는 유연한 인터페이스 (compliant interface)를 포함한다.
- [1067] 바람직하게는 유연한 인터페이스는 에어에 의해 투과성이며, 오디오 주파수에서의 에어 이동에 상당히 견디는 효과를 갖는 다수의 작은 개구를 포함한다.
- [1068] 바람직하게는 유연한 인터페이스는 개방 셀 발포 고무를 포함한다.
- [1069] 바람직하게는, 작은 개구는 원위치의 디바이스의 외이도 측에서의 에어의 볼륨이 유연한 인터페이스의 작은 개구에 유동적으로 연결되도록 구성된다.
- [1070] 바람직하게는 유연한 인터페이스는 원위치에서 디바이스의 외이도 측상의 에어 볼륨과 유동적으로 연결된 하나 이상의 부분을 덮는 투과성 직물을 포함한다.
- [1071] 바람직하게는 유연한 인터페이스는 디바이스의 외측 상의 에어 볼륨에 의해 접근 가능한 하나 이상의 부분을 덮는 실질적으로 비투과성인 직물을 포함한다.
- [1072] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 다수의 오디오 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시 사용자의 머리의 약 10cm 이내에 통상적으로 위치되는, 개인용 오디오 애플리케이션에서 사용

하기 위한 개인용 오디오 디바이스로 구성된다고 말할 수 있으며, 상기 오디오 디바이스는,

- [1073] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [1074] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [1075] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변의 하나 이상의 주변 영역을 포함하고,
- [1076] 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판의 하나 이상의 주변 영역은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [1077] 바람직하게는, 강자성 유체는 원위치에서 진동판을 상당히 지지한다.
- [1078] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시에 사용자의 귀 각 주위에 위치하도록 구성된 한 쌍의 헤드폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 헤드폰 장치로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는,
- [1079] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [1080] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [1081] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변의 하나 이상의 주변 영역을 포함하며,
- [1082] 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변의 하나 이상의 주변 영역은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [1083] 또 다른 양태에 있어서, 본 발명은 사용시에 사용자의 외이 내에 또는 그에 인접하여 위치하도록 구성된 한 쌍의 이어폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 이어폰 장치로 구성되는 것으로 말할 수 있으며, 각 인터페이스 디바이스는,
- [1084] 진동판, 및 상기 진동판에 작용하여 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판을 움직여 사운드를 생성하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함하는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서; 및
- [1085] 각 오디오 트랜스듀서와 관련되고, 상기 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함하는 적어도 하나의 하우징을 포함하고,
- [1086] 하나 이상의 오디오 트랜스듀서의 진동판은 관련 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변의 하나 이상의 주변 영역을 포함하며,
- [1087] 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 외주변의 하나 이상의 주변 영역은 강자성 유체에 의해 지지된다.
- [1088] 바람직하게는, 강자성 유체는 강자성 유체에 의해 지지되는 하나 이상의 주변 영역을 밀봉하거나 직접 접촉하여 이들 사이의 에어 흐름을 실질적으로 방지한다.
- [1089] 일 형태에서, 이어폰 인터페이스는 진동판에 청각적으로 결합되고 원위치의 사용자의 외이도에 직접 인접하여 위치하도록 구성된 실질적으로 길이 방향의 인터페이스 채널을 포함한다. 바람직하게는, 인터페이스 채널은 채널의 목 부분에 발포 고무 또는 다른 다공성 또는 투과성 요소와 같은 사운드 감쇠 삽입물을 포함한다.
- [1090] 임의의 하나 이상의 상기 실시예 또는 바람직한 특징은 임의의 하나 이상의 상기 양태와 결합될 수 있다.
- [1091] 본 발명의 다른 양태, 실시예, 특징 및 이점은 본 발명의 원리를 예로써 도시하는 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 명백해질 것이다.
- [1092] 정의(Definitions)
- [1093] 본 명세서 및 청구범위에서 사용되는 "오디오 트랜스듀서"라는 문구는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서 또는 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서를 포함하도록 의도된다. 패시브 라디에이터(passive radiator)는 기술적으로 트랜스듀서가 아니지만, 본 명세서의 목적을 위하여 "오디오 트랜스듀서"라는 용어는 그 정의 내에 패시브 라디에이터를 포함하도록 의도된다.
- [1094] 이 명세서 및 청구범위에서 사용되는 "힘 전달 컴포넌트"라는 문구는 관련 트랜스듀싱 메커니즘의 부재를 의미

하고, 관련 트랜스듀싱 메커니즘에서는:

- [1095] a) 트랜스듀싱 메커니즘이 전기 에너지를 사운드 에너지로 변환하도록 구성 될 때, 트랜스듀싱 메커니즘의 진동판을 구동시키는 힘이 생성되고;
- [1096] b) 트랜스듀싱 메커니즘이 사운드 에너지를 전기 에너지로 변환하도록 구성될 때, 상기 부재의 물리적 움직임이 힘 전달 컴포넌트에 의해 진동판에 가해지는 힘의 변화를 초래한다.
- [1097] 트랜스듀서 또는 디바이스와 관련하여 본 명세서 및 청구범위에서 사용되는 "개인용 오디오"라는 문구는 오디오 재생을 위해 동작할 수 있고 오디오 재생 중에 사용자의 귀 또는 머리에서 약 10cm 이내와 같이 사용자의 귀 또는 머리에 가까이 근접하여 사용하도록 의도되고/되거나 전용인 스피커 트랜스듀서 또는 디바이스를 의미한다. 개인용 오디오 트랜스듀서 또는 디바이스의 예는 헤드폰, 이어폰, 보청기, 휴대 전화 등이 있다.
- [1098] 본 명세서 및 청구범위에서 사용된 "포함하는(comprising)"이란 용어는 "적어도 부분적으로 .. 로 구성되는(consisting at least in part of)"을 의미한다. 본 명세서 및 청구범위에서 "포함하는"이라는 용어를 포함하는 각 문장(statement)을 해석할 때, 그 이외의 특징 또는 그 용어로 시작되는 특징이 또한 존재할 수 있다. "포함하다(comprise)" 및 "포함하다(comprises)"와 같은 관련 용어는 동일한 방식으로 해석되어야 한다.
- [1099] 본 명세서에 사용된 용어 "및/또는"은 "및(and)" 또는 "또는(or)" 또는 둘 다를 의미한다.
- [1100] 본 명세서에서 사용될 때 명사 뒤에 나오는 "(들)"은 명사의 복수형 및/또는 단수형을 의미한다.
- [1101] 숫자 범위(Number Ranges)
- [1102] 본 명세서에 개시된 숫자의 범위(예를 들어, 1 내지 10)에 대한 언급은 그 범위 내의 모든 유리수 또는 무리수(예를 들어, 1, 1.1, 2, 3, 3.9, 4, 5, 6, 6.5, 7, 8, 9 및 10) 및 그 범위 내에서의 임의의 범위의 유리수 또는 무리수(예를 들어, 2 내지 8, 1.5 내지 5.5 및 3.1 내지 4.7)에 대한 언급을 포함하고, 따라서 본 명세서에 명시적으로 개시된 모든 범위의 모든 하위 범위(sub-range)는 이에 의해 명시적으로 개시된다. 이들은 구체적으로 의도된 것의 예일 뿐이며 열거된 가장 낮은 값과 가장 높은 값 사이의 모든 수치 값의 가능한 조합은 본 출원에서 유사한 방식으로 명시적으로 언급된 것으로 간주되어야 한다.
- [1103] 동작 주파수 범위(Frequency Range of Operation)
- [1104] 주어진 오디오 트랜스듀서와 관련하여 본 명세서 및 청구범위에서 사용되는 "동작 주파수 범위(frequency range of operation)"(본 명세서에서 FRO로도 지칭 됨)는 또는 음향 공학 분야에 지식이 있는 및/또는 숙련된 자에 의해 결정되는 트랜스듀서의 오디오 관련 FRO를 의미하며, 선택적으로 외부 하드웨어 또는 소프트웨어 필터링의 임의의 애플리케이션을 포함한다. 따라서 FRO는 트랜스듀서의 구성에 의해 결정되는 동작 범위이다.
- [1105] 관련 분야의 지식이 있는 및/또는 숙련된 자에 의해 인식되는 바와 같이, 트랜스듀서의 FRO는 다음 해석 중 하나 이상에 따라 결정될 수 있다:
- [1106] 1. 완전한 스피커 시스템 또는 오디오 재생 시스템 또는 헤드폰, 이어폰 또는 보청기 등과 같은 개인용 오디오 디바이스의 상황에서 FRO는 20Hz 내지 20kHz의 가청 대역폭 내에서 주파수 범위이며, 이 범위에 걸쳐 사운드 압력 레벨(Sound Pressure Level, SPL)은 주파수 대역 500Hz 내지 2000Hz(SPL(즉, dB)과 주파수 영역 둘다에서 로그-스케일 가중치를 이용하여 계산된 평균)에 걸쳐 전체 시스템에 의해 생성된 평균 SPL인 9dB보다 크거나 9dB 이내이고(응답이 9dB 미만으로 떨어지는 협대역은 제외), 디바이스가 정확한 오디오 재생을 위해 설계된 경우 또는 디바이스가 청각 향상이나 노이즈 제거와 같은 다른 목적을 위해 설계된 경우와 같이 다른 경우들에서, FRO는 당업자(들)에 의해 결정될 것이다. 스피커 시스템 등이 일반적인 개인용 오디오 디바이스인 경우 SPL은 예를 들어 도 39에 표시된 해머소이 및 몰리의 '확산 필드' 목표 기준에 대하여 측정되어야 한다;
- [1107] 2. 스피커 시스템 또는 오디오 재생 시스템의 일부로서 동작 가능하게 설치된 스피커 드라이버의 상황에서, FRO는 트랜스듀서가 생성하는 사운드가 포트 또는 패시브 라디에이터 등을 통해 직접 또는 간접적으로 상기 시스템 FRO 내의 스피커 또는 오디오 재생 시스템의 오디오 재생의 전체 SPL에 상당히 기여하는 주파수 범위이다;
- [1108] 3. 스피커 시스템 또는 오디오 재생 시스템의 일부로서 동작 가능하게 설치된 패시브 라디에이터의 상황에서, FRO는 패시브 라디에이터가 생성하는 사운드가 상기 시스템 FRO 내의 스피커 또는 오디오 재생 시스템의 오디오 재생의 전체 SPL에 상당히 기여하는 주파수 범위이다;
- [1109] 4. 마이크의 상황에서, FRO는, 실시간으로 일어나거나 아니면 레코딩 후에 일어나기로 의도된 임의의 액티브 및

/또는 패시브 크로스오버 필터링으로 측정되는 바와 같이, 트랜스듀서가 시스템 내의 하나 이상의 트랜스듀서에 의해 생성된 사운드의 양을 변경시키는 컴포넌트인 전체(모노-채널) 레코딩 디바이스에 의해 레코딩되는 대역폭 내에서, 트랜스듀서가 직접적으로 또는 간접적으로 오디오 레코딩의 전체 레벨에 상당히 기여하는 주파수 범위이다; 또는

- [1110] 5. 관련 트랜스듀서가 스피커 시스템 또는 오디오 재생 시스템 또는 마이크의 일부로서 동작 가능하게 설치되지 않은 경우, FRO는 관련 분야의 당업자에 의해 판정되는 바와 같이 트랜스듀서가 적절한 동작에 적합하다고 간주되는 대역폭이다.
- [1111] 사용자 귀에 약 5-10cm 이내에 위치한 트랜스듀서로 음성 재생을 목적으로 하는 휴대 전화 트랜스듀서의 경우, FRO는 이러한 음성 재생 시나리오에서 일반적으로 적용되는 오디오 대역폭으로 간주된다.
- [1112] FRO 문구에 대한 해석이 포함된 상기 세트에서, 각 해석에서 언급된 주파수 범위는 스피커 또는 마이크로폰 시스템의 관련 카테고리를 측정하는 전형적인 업계에서 인정된 방법을 사용하여 결정되거나 측정되어야 한다. 예를 들어, 전형적인 가정용 오디오 플로어 스탠딩 스피커 시스템에 의해 생성된 SPL을 측정하는 전형적인 업계-인정 방법의 경우: 측정은 트위터 축에서 이루어지며, 무반향(anechoic) 주파수 응답은 시스템의 모든 드라이버와 공진기를 적절하게 합산함으로써 결정되는 거리에서 2.83VRMS 여기 신호로 측정된다. 이 거리를 연속적으로 소스의 최대 치수의 3배에서 시작해서 후술된 윈도우 측정을 연속적으로 수행하고, 응답 편차가 분명해지는 한 단계 전에, 단계들에서 측정 거리를 감소시킴으로써, 결정된다.
- [1113] 시스템에서 특정 드라이버의 FRO의 하한은 고대역 액티브 및/또는 패시브 크로스 오버에 의해 및/또는 소스 신호의 적용 가능한 사전 필터링에 의해 및/또는 드라이버 및/또는 임의의 관련 공진기(예를 들어, 포트 또는 패시브 라디에이터 등, 상기 공진기가 상기 드라이버와 관련됨)의 조합의 저주파수 롤오프 특성에 의해 생성된 -6dB 고대역 롤오프 주파수이거나, 시스템의 FRO의 하한이며, 어느 것이든 둘 중 더 높은 주파수이다.
- [1114] 시스템에서 특정 드라이버의 FRO의 상한은 저대역 액티브 및/또는 패시브 크로스 오버 및/또는 다른 필터링에 의해 및/또는 소스 신호의 적용 가능한 사전 필터링에 의해 및/또는 드라이버의 조합의 고주파수 롤오프 특성에 의해 생성된 -6dB 저대역 롤오프 주파수이거나, 시스템의 FRO의 상한이며, 어느 것이든 둘 중 더 낮은 주파수이다.
- [1115] 일반적인 헤드폰 측정 설정은 표준 헤드 음향 시뮬레이터의 사용을 포함할 것이다.
- [1116] 본 발명은 전술한 내용으로 이루어지며, 다음의 실시예는 단지 예시를 제공하는 구성을 예상한다. 본 발명의 추가적인 양태 및 이점은 다음의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [1117] 본 발명의 선호되는 실시예는 단지 예시로서 도면을 참조하여 설명될 것이다.
- 도 1은 실시예 A, 서로에 대해 롤링하는 접촉 표면을 사용하여 힌지된 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 트랜스듀서를 도시하고, 자력을 사용하여 바이어싱 힘이 가해지고, 고정 구조(fixing structure)가 트랜스듀서 베이스 구조 내에서 진동판의 위치 결정을 돕는 스트링으로 구성되고, 토션 바가 또한 진동판을 배치하고 중앙에 위치시키는 데 도움이 된다:
- a)는 3D 등각 투영도(isometric view)이다,
 - b)는 평면도이다,
 - c)는 측면도이다,
 - d)는 정면도(진동판의 탑)이다,
 - e)는 횡단면도(도 1b의 단면 A-A)이다,
 - f)는 도 1e에 도시된 힌지 메커니즘의 상세도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 실시예 A 드라이버의 진동판을 도시한다:
- a)는 3D 등각 투영도이다,
 - b)는 도 2a에 도시된 버팀대의 상세도이다,

- c)는 상면도(진동판의 탑)이다,
- d)는 정면도이다,
- e)는 저면도(코일)이다,
- f)는 측면도이다,
- g)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 3은 도 1에 도시된 실시예 A 드라이버의 힌지 어셈블리를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영 뷰이다,
- b)는 평면도이다,
- c)는 정면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 저면도이다,
- f)는 상세도(도 3c의 상세 A)이다,
- g)는 횡단면도(도 3f의 단면 A)이다,
- h)는 횡단면도(도 3f의 단면 B)이다,
- i)는 횡단면도(도 3f의 단면 C)이다,
- j)는 도 3g의 힌지 조인트의 상세도이다.

도 4는 도 1에 도시된 실시예 A 드라이버의 토션 바 컴포넌트를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영 뷰이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 측면도이다,
- d) 단면 및 확대도(도 4b의 단면 A-A)이다.

도 5는 도 1에서 설명한 분리 장착부가 상부에 어셈블링된 실시예 A 드라이버를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 도 5a에 도시된 분리 피라미드의 상세도이다,
- c)는 도 5a에 도시된 분리 와셔(decoupling washer)와 분리 부시(decoupling bush)의 상세도이다,
- d)는 정면도이다,
- e)는 측면도이다,
- f)는 도 5e에 도시된 분리 피라미드의 상세도이다,
- g)는 저면도이다,
- h)는 도 5g에 도시된 분리 피라미드의 상세도이다.

도 6은 도 5에 도시된 분리 장착부를 통해 배플 내로 장착되고, 진동판 과다 편위(over-excursion)를 방지하기 위한 스톱퍼를 포함하는 도 1에 도시된 실시예 A 드라이버를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 횡단면도(도 6b의 단면 A-A)이다,
- d)는 도 6c에 도시된 분리 삼각형의 상세도이다,

- e)는 저면도이다,
- f)는 측면도이다,
- g)는 횡단면도(도 6f의 단면 B-B)이다,
- h)는 도 6g에 도시된 분리 부시 및 와셔의 상세도이다,
- i)는 3D 등각 분해도(3D isometric, exploded view)이다.

도 7은 배플에 고정되어 있고 도 6에 도시된 부시 및 와셔 분리 장착부를 유지하는 슬러그(slug)를 도시한다. 슬러그는 드라이버가 배플 내에서 지나치게 움직이는 것을 방지하기 위한 스톱퍼 역할을 하는 림(rim)을 포함한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 상면도이다,
- c)는 정면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 횡단면도(도 7c의 단면 A-A)이다,
- f)는 횡단면도(도 7d의 단면 B-B)이다,

도 8은 실시예 A에서 사용된 진동판의 변형된 버전을 도시하며, 이는 탄소 섬유 버팀대를 가지는 대신에 진동판 몸체의 주요 면이 완전히 포일로 덮여 있다는 점을 제외하면 도 2에 도시된 진동판과 동일하다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다.

도 9는 실시예 A에서 사용된 진동판의 또 다른 변형을 도시하며, 이는 포일이 팁 근처로부터 생략된 3개의 반타원체 영역 및 진동판의 양측 상에 생략된 측면을 가진다는 점을 제외하면 도 8에 도시된 진동판과 동일하다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다.

도 10은 실시예 A에서 사용된 진동판의 또 다른 변형을 도시하며, 이는 진동판 내에 반전단(anti-shear) 내부 강화 부재가 없고, 따라서, 이러한 진동판이 단지 하나의 폼 웨지를 가진다는 것을 제외하고는 도 8에 도시된 진동판과 유사하다. 그것은 웨지의 전면 및 후면에 부착된 스킨이 팁에 가까이 생략된 하나의 큰 반원을 가지도록 수정된다는 점에서 상이하다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다.

도 11은 실시예 A에서 사용된 진동판의 또 다른 변형을 도시하며, 이는 스킨이 생략된 영역을 가지지 않고, 대신 포일이 폼의 전체 전면 및 후면을 덮고 있고 또한 스킨이 진동판의 팁 쪽으로 연장되면서 두께의 단계적 감소(step reduction)를 가진다는 점을 제외하고는, 도 10에 도시된 진동판과 유사하다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 도 11a에 도시된 알루미늄 스킨 표면의 두께의 단계적 감소의 상세도이다,
- c)는 정면도(진동판의 팁)이다.

도 12는 실시예 A에서 사용된 진동판의 또 다른 수정된 버전을 나타내며, 이는 피부 대신에 웨지의 전면 및 후면에 버팀대를 가지며, 버팀대가 진동판의 팁 쪽으로 연장됨에 따라, 두께가 단계적으로 감소되는 것을 제외하고는, 도 10에 도시된 진동판과 유사하다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 도 11a에 도시된 탄소 섬유 대각선 버팀대의 단계적 두께 감소의 상세도이다,

- c)는 도 11a에 도시된 탄소 섬유 평행 버팀대의 단계적 두께 감소의 상세도이다,
- d)는 정면도(진동판의 탑)이다.

도 13은 실시예 A의 것과 유사한 트랜스듀서의 유한 요소 분석(finite element analysis, FEA) 컴퓨터 시뮬레이션을 도시한다. 트랜스듀서는 다음과 함께 자유 공간에 떠 다니는 시뮬레이션이다. 트랜스듀서는 자유 공간에서 부유하는 것으로 시뮬레이션된다:

- a)는 제1 공진 모드(트랜스듀서 베이스 구조에 대해 회전하는 진동판의 기본(W_n))의 합성 변위 벡터(resultant displacement vector) 플롯의 정면도이다,
- b)는 제1 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 (도 13a에 도시된) 방향 A의 뷰이다,
- c)는 도 13b의 노드 축 영역의 상세도이다,
- d)는 제1 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- e)는 제1 공진 모드의 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- f)는 제2 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- g)는 제2 공진 모드의 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- h)는 제3 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- i)는 제3 공진 모드의 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- j)는 제4 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- k)는 제4 공진 모드의 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- l)는 제5 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- m)은 제5 공진 모드의 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다.

도 14는 분리 시스템에 장착된 실시예 A의 트랜스듀서와 유사한, 도 13의 트랜스듀서를 도시한다. 트랜스듀서는 일반적으로 트랜스듀서 하우징과 접촉하고 공간에 고정되며 사인력과 반력이 주파수 범위에 걸쳐 진동판과 트랜스듀서 베이스 구조에 각각 적용되는 분리 시스템의 고조파 및 선형 동적 유한 요소 해석(FEA)을 통해 시뮬레이션된다:

- a)는 트랜스듀서 및 분리 시스템의 3D 등각 투영도이다,
- b)는 이번에 드라이버의 다른 쪽을 보여주는 (숨겨진 일부 부분을 가진) 트랜스듀서와 분리 시스템의 또 다른 3차원 등각도이다,
- c)는 제1 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- d)는 제1 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- e)는 제2 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- f)는 제2 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- g)는 제3 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- h)는 제3 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- i)는 제4 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- j)는 제4 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- k)는 제5 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- l)는 제5 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- m)은 제6 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- n)은 제6 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,

- o)는 제7 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- p)는 제7 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- q)는 제8 공진 모드의 FEA 합성 변위 벡터 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- r)은 제8 공진 모드의 FEA 합성 변위 플롯의 3D 등각 투영도이다,
- s)는 선형 동적 FEA 시뮬레이션의 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조의 측면을 따라 6개 센서 장소 위치의 로그 변위 대 로그 주파수의 그래프이다. 주파수 범위는 50Hz 내지 30kHz이다.

도 15는 도 2에 도시된 실시예 A 진동판 어셈블리의 진동판 구조를 도시한다:

- a)는 베이스 단부가 보이는 진동판 구조의 3D 등각 투영도이다,
- b)는 팁 단부가 보이는 진동판 구조의 3D 등각 투영도이다.

도 16은 높은 회전 유연성 및 낮은 병진 유연성을 허용하도록 구성된 얇은 벽 굴곡부(flexure)를 사용하여 힌지된, 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 드라이버인 실시예 B를 도시한다.

- a)는 3D 등각 투영 뷰이다,
- b)는 평면도이다,
- c)는 측면도이다,
- d)는 정면도이다,
- e)는 횡단면도(도 16d의 단면 A-A)이다,
- f)는 3D 등각 분해도이다.

도 17은 도 16에 도시된 실시예 B의 드라이버의 굴곡부 베이스 블록에 연결되는 진동판 및 굴곡부 컴포넌트를 도시한다.

- a)는 평면도이다,
- b)는 3D 등각 투영도이다,
- c)는 측면도이다,
- d)는 정면도이다,
- e)는 도 17c에 도시된 굴곡부의 상세도이다,
- f)는 기준 평면이 표시된 또 다른 정면도(도 17d와 동일한 뷰)이다,
- g)는 저면도이며, 기준 평면이 표시되어 있다.

도 18은 도 16 및 도 17에 도시된 실시예 B 드라이버에서 사용된 바와 같이 굴곡부 컴포넌트를 통해 2개의 베이스 블록에 연결된 진동판의 베이스 프레임을 포함하는 링크 컴포넌트(linking component)를 도시한다:

- a)는 측면도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 저면도이다,
- d)는 3D 등각 투영도이다.

도 19는 도 16에 도시되고 배플에 단단하게 부착된 실시예 B 드라이버를 도시한다:

- a)는 평면도이다,
- b)는 3D 등각 투영도이다,
- c)는 측면도이다,
- d)는 정면도이다,

e)는 횡단면도(도 19d의 단면 A-A)이다,

f)는 횡단면도(도 19e의 단면 B-B)이다.

도 20은 진동판의 너비에 걸쳐있는 굴곡부 힌지 어셈블리를 통해 베이스 블록에 연결된 진동판을 나타내는 블록을 보여주는 드라이버의 단순화된 버전을 도시한다:

a)는 평면도이다,

b) 3D 등각 투영도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 정면도이다,

e)는 도 20c에 도시된 힌지 어셈블리의 상세도이다.

도 21은 진동판의 너비의 양단에 위치한 굴곡부 힌지 어셈블리를 통해 베이스 블록에 연결되는 진동판 베이스에 연결된 진동판을 나타내는 블록을 보여주는, 드라이버의 또 다른 단순화된 버전을 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 정면도이다.

도 22는 진동판이 정지 위치(rest position)에 있을 때 굴곡부가 자연적으로 구부러진 상태에 있는 대안적인 힌지 어셈블리를 제외하고 도 21의 단순화된 드라이버의 측면도를 도시한다.

도 23은 대안적인 힌지 어셈블리가 (각 측에) 2개가 아닌 3개의 굴곡부가 사용된 경우를 제외하고 도 21의 단순화된 드라이버의 측면도를 보여 준다.

도 24는 두개의 X-굴곡부 힌지 어셈블리를 통해 진동판 베이스 프레임에서 베이스 블록까지 진동판 베이스 프레임과 일부 코일 권선에 연결된 진동판을 나타내는 웨지를 도시하는 드라이버의 단순화된 버전을 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 후면도이다,

d)는 측면도이다,

e)는 후면도 도 24c의 횡단면도 A-A이다.

도 25는 베이스 블록이 없는 것을 제외하고는 도 24에서와 같이, 동일한 간단한 버전의 드라이버이다.

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 후면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 저면도이다.

도 26은 대안적인 힌지 어셈블리를 사용하는 것을 제외하면 도 24에 표시된 것과 유사한 간단한 버전의 드라이버를 도시한다:

a)는 평면도이다

b)는 3D 등각 투영도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 정면도(진동판의 팁)이다,

e)는 배면도 도 26d의 횡단면도 A-A이다.

도 27은 대안적인 힌지 어셈블리를 사용하는 경우를 제외하고는 도 25에 표시된 것과 유사한 간단한 버전의 드라이버를 보여준다(베이스 블록이 도시되지 않음):

a)는 3D 등각 투영 뷰이다.

b)는 평면도이다,

c)는 후면도이다,

d)는 측면도이다.

도 28은 도 27에 도시된 드라이버와 비슷한 간단한 버전에서 사용된 X-굴곡부를 보여준다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 측면도이다.

도 29는 진동판 베이스에 연결된 진동판을 나타내는 블록을 보여주는 드라이버의 대안적인 단순화된 버전을 도시하고, 진동판 베이스는 진동판 너비의 양쪽 끝에서 연장된 굴곡 힌지 조인트를 통해 두개의 베이스 블록에 연결된다:

a)는 평면도이다,

b)는 3D 등각 투영도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 정면도이다,

e)는 도시된 단면 선에 의해 절단된 면만을 갖는 도 29d의 횡단면도 A-A이다.

도 30, a-f는 굴곡 힌지 조인트의 몇몇 대안적인 설계의 6개의 횡단면도를 도시한다(도 29e의 도면과 유사한 도면이고, 다시, 도시된 단면 선에 의해 절단된 면만임).

도 31은 변형된 버전의 굴곡부 컴포넌트를 제외하고 도 29에 표시된 드라이버의 단순화된 버전을 보여주며, 단면의 두께가 굴곡을 의도한 영역에서 얇고, 진동판 및 두개의 베이스 블록에 연결되는 영역에서 더 두꺼워진다.

도 32는 변형된 버전의 굴곡부 컴포넌트를 제외하고 도 29에 표시된 드라이버의 단순화된 버전을 보여주며, 단면의 너비 두께가 굴곡을 의도한 영역에서 적당히 좁고, 진동판 및 두개의 베이스 블록에 연결되는 영역에서 더 넓어진다,

도 33은 높은 회전 유연성 및 낮은 병진 유연성을 허용하도록 구성된 얇은 벽 굴곡부를 사용하여 힌지된, 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 스피커 드라이버인 실시예 D를 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 종단 입면도(end elevation view)이다,

e)는 도 33d의 횡단면도 A-A이다.

도 34는 도 33에 도시된 실시예 D의 드라이버를 도시하며, 3개의 진동판에 의해 변위된 에어를 한 세트 내에서 다른 세트 밖으로 지향시키도록 구성된 서라운드에 장착되고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다:

a)는 서라운드의 일측 상의 한 세트의 포트를 보여주기 위해 기울어진 3D 등각 투영도이다,

b)는 서라운드의 나머지 측 상의 제2 세트의 포트를 보여주기 위해 기울어진 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 종단 입면도이다,

e)는 도 34d의 횡단면도 A-A이다.

도 35는 서로에 대해 롤링하는 접촉 표면을 사용하여 힌지된, 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 스피커 드라이버인 실시예 D를 도시하고, 바이어싱 힘은 편평 스프링을 사용하여 가해진다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 전면도이다,

e)는 도 35c의 상세도이다.

f)는 횡단면도(도 35d의 단면 A-A)이다,

g)는 도 35f의 접촉 지점의 상세도이다,

h)는 도 35f의 코일 권선의 상세도이다,

i)는 횡단면도(도 35c의 단면 B-B)이다,

j)는 도 35h의 상세도이다,

k)는 상세도인 도 35j의 상세도이다,

l)은 3D 등각 분해도이다,

m)은 도 35l의 상세도이다.

도 36은 도 35에 도시되고 배플에 단단하게 부착된 실시예 E 드라이버를 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 전면도이다,

e)는 횡단면도(도 36b의 단면 A-A)이다,

f)는 도 36e의 상세도이다,

g)는 횡단면도(도 36e의 단면 B-B)이다,

h)는 3D 등각 분해도이다.

도 37은 도 35에 도시된 실시예 E 드라이버의 진동판 베이스 프레임(E107)의 3D 등각 투영도를 도시한다.

도 38은 도 35에 도시된 실시예 E 드라이버의 진동판 어셈블리(E101)를 나타낸다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c) 측면도이다.

도 39는 목표 확산 필드 주파수 응답의 그래프를 도시한다.

도 40은 종래의 서라운드 및 스피더 진동판 서스펜션 시스템에 의해 지지되는 폼 코어 진동판을 구비한 선형 동작 스피커 드라이버인 실시예 G를 도시한다. 진동판은 코어 내부의 주요 외부 표면 및 내부 강화 부재에 인장/압축 강화를 가진다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 측면도이다,

c)는 도시된 단면 선에 의해 절단된 면만을 갖는 도 40b의 횡단면도 A-A이다.

도 41은 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판을 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 측면도이다,
- c)는 저면도이다,
- d)는 3D 등각 분해도이다.

도 42는 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시하며, 주요 외부 표면 상의 진동판의 인장/압축 강화는 생략된 모터에서 먼 영역을 가지고 있다:

- a)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- b)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다.

도 43은 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시한다. 수정은 모터에서 먼 영역에서의 주요 외부 표면 상의 진동판의 인장/압축 강화로부터 더 많은 양의 재료가 생략된다는 점을 제외하면, 도 42에 표시된 수정과 유사하다:

- a)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- b)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다.

도 44는 추가로 진동판의 장력/압축 강화의 두께가 모터에서 먼 영역에서 감소한다는 점을 제외하고는 도 43에 도시된 것과 동일한 수정을 포함하는 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시한다:

- a)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- b)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- c)는 도 44b의 상세도이다.

도 45는 진동판의 몸체의 두께가 코일로부터 멀리 연장될 때 감소한다는 점을 제외하고는 동일한 진동판을 구비한 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시한다:

- a)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- b)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- c)는 종단 입면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 저면도이다,
- f)는 3D 등각 분해도이다.

e)는 밑면도이며,

도 46은 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시하며, 수정은 주요 외부 표면 상의 진동판의 인장/압축 강화는 생략된 모터에서 먼 영역을 가지고 있다는 점을 제외하고는 도 45에 도시된 것과 동일하다:

- a)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,
- b)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다.

도 47은 도 40에 도시된 실시예 G의 드라이버의 진동판의 수정된 버전을 도시하며, 수정은 주요 외부 표면 상의 진동판의 인장/압축 강화는 모터에서 먼 영역에서 두께가 단계적으로 줄어드는 얇은 탄소 섬유 버팀대를 포함하고 있다는 점을 제외하고는 도 46에 도시된 것과 동일하다:

- a)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,

b)는 버팀대 두께의 단계적 감소를 보여주는 도 47a의 상세도이다,

c)는 진동판의 코일 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다.

d)는 버팀대 두께의 단계적 감소를 보여주는 도 47c의 상세도이다,

도 48은 도 45a-f의 진동판 어셈블리를 갖는 도 40a-c와 유사한 선형 동작 트랜스듀서의 부분적으로 자유로운 둘레 구현을 도시한다:

a)는 진동판의 상부 측을 도시하도록 기울어진 3D 등각 투영도이다,

b)는 전면도이다,

c)는 평면도이다,

d)는 도 48c 서스펜션 부재의 상세도이다,

e)는 도시된 단면 선에 의해 절단된 면만을 갖는 도 48b의 횡단면도 A-A이다,

f)는 도 48f 서스펜션 부재의 상세도이다,

g)는 분해도이다.

도 49a는 실시예 A 진동판 몸체에 내장되어 사용되는 내부 강화 부재의 3D 등각 투영도이다.

도 49b는 도 49a의 컴포넌트의 측면도이다.

도 49c는 버팀대의 네트워크를 포함한다는 점을 제외하고는 실시예 A의 진동판 몸체에 내장되어 사용되는 A209와 유사한 내부 강화 부재의 3D 등각 투영도이다.

도 49d는 도 49c의 컴포넌트의 측면도이다,

도 49e는 골판지를 포함하는 것을 제외하고는 실시예 A의 진동판 몸체에 내장되어 사용되는 A209와 유사한 내부 강화 부재의 3D 등각 투영도이다.

도 49f는 도 49e의 컴포넌트의 측면도이다.

도 50는 실시예 A의 드라이버의 누적 스펙트럼 댐핑 플롯을 도시한다.

도 51a는 각 귀에 두개씩 4개의 드라이버로 구성된 덮개형(circumaural) 헤드폰을 착용한 사람의 머리의 3D 뷰를 도시한다. 2개는 우측 귀에, 실시예 A 드라이버와 동일한 하나의 고음 유닛(treble unit), 및 실시예 A 드라이버와 유사 하지만 저음 재생을 위해 더 크고 적합한 하나의 저음 유닛(bass unit)을 도시한다.

도 51b는 두개의 스피커 드라이버를 제외하고는 헤드폰의 모든 부분이 숨겨져 있다는 점을 제외하면 도 51a에서와 동일한 이미지를 도시한다.

도 52는 오른쪽 귀에 버드 이어폰 하나의 풀 레인지 드라이버를 착용한 사람 머리의 3D 뷰를 도시한다. 사용된 스피커 드라이버는 도 35-38에 도시된 것과 비슷하다.

도 53는 내부에 스피커 드라이버가있는 귀를 클로즈업한 뷰라는 점을 제외하고는 도 52에서와 동일한 이미지를 보여준다.

도 54는 도 51a에 도시된 저음 드라이버의 누적 스펙트럼 감쇠 플롯을 도시한다.

도 55a, 도 55b, 도 55c 및 도 55d는 접촉 힌지 어셈블리에 사용될 수 있는 기본 힌지 조인트의 4개의 변형의 개략적인 측면도이다.

도 56a는 트랜스듀서 베이스 구조에 연결된 간단한 회전 진동판의 개념을 도시한 측면도이다.

도 56b는 트랜스듀서 베이스 구조에 연결되고 4개의 막대 링크 메커니즘을 포함하는 간단한 회전 진동판의 개념의 측면도이다.

도 56c는 4개의 막대 링크 메커니즘을 포함하는 간단한 진동판 서스펜션 메커니즘의 개념을 도시한 측면도이다.

도 57은 배플로 세미-분리된 선형 기술의 원추형(cone) 스피커 드라이버를 도시한다:

a)는 정면도이다,

b)는 횡단면도(도 57a의 단면 A-A)이다.

도 58은 실시예 K, 서로에 대해 롤링하는 접촉 표면을 사용하여 힌지된 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 트랜스듀서를 도시하고, 편평 스프링을 사용하여 바이어싱 힘이 가해진다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 정면도(진동판의 팁)이다,

e)는 저면도이다,

f)는 도 58e에 도시된 측면 부재의 상세도이다,

g)는 횡단면도(도 58b의 단면 A-A)이다,

h)는 도 58g에 도시된 자속 갭(magnetic flux gap)의 상세도이다,

i)는 도 58g에 도시된 힌지 조인트의 상세도이다,

j)는 횡단면도(도 58j의 단면 B-B)이다,

k)는 도 58j에 도시된 측면 부재의 상세도이다,

l)은 횡단면도(도 58b의 단면 C-C)이다,

m)은 도 58l에 도시된 바이어싱 스프링의 상세도이다,

n)은 3D 등각 분해도이다,

o)는 도 58n에 도시된 진동판 베이스 프레임의 상세도이다.

도 59는 각 이어 컵(ear cup)에서 실시예 K의 힌지-동작 스피커 드라이버를 사용하는 한 쌍의 패쇄 덮개형 헤드폰에 연결된 스마트 폰을 포함하는 오디오 시스템의 3D 등각 투영도를 도시한다.

도 60a는 실시예 K의 힌지-동작 스피커 드라이버를 포함하는 도 59에 도시된 헤드폰 쌍의 우측 이어 컵을 도시한다:

a)는 컵의 패딩된 면(padded side)을 보여주는 3D 등각 투영도이다,

b)는 컵의 바깥 쪽을 향한 후면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,

c)는 컵의 후면 측면도이다,

d)는 횡단면도(도 60c의 단면 D-D)이다,

e)는 횡단면도(도 60d의 단면 E-E)이다,

f)는 도 60e에 도시된 분리 장착부의 상세도이다,

g)는 횡단면도(도 60d의 단면 F-F)이다,

h)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 61는 도 60c 이어 컵에 표시된 것을 포함하고 도 59에서 헤드폰의 헤드밴드에 의해 사람의 귀와 머리에 대해 고정되어 있는 원위치를 보여주는 개략 횡단면도이다.

도 62는 도 58에 도시된 실시예 K 드라이버의 힘 전달 컴포넌트를 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 측면도이다,

c)는 후면도이다,

d)는 평면도이다.

도 63은 실시예 P, 강자성 유체에 의해 자석 어셈블리에 서스펜드된 돔 및 이중 코일 진동판 어셈블리를 도시한다:

- a)는 이어 플러그 면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 외부 몸체 면을 도시하는 3D 등각 투영도이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 종단 입면도이다,
- f)는 저면도이다,
- g)는 횡단면도(도 63c의 단면 A-A)이다,
- h)는 자석과 진동판 어셈블리 도 63g의 상세도이다,
- i)는 도 63h에 도시된 뷰의 상세도이다,
- j)는 도 63i에 도시된 뷰의 상세도이다,
- k)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 64는 도 63에 도시된 실시예 P 드라이버의 진동판 어셈블리를 도시한다:

- a)는 평면도이다,
- b)는 측면도이다,
- c)는 3D 등각 투영도이다,
- d)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 65는 도 63에 도시된 실시예 P 이어폰의 정면도를 포함하는 개략도를 도시하고, 또한 사람의 귀의 단면 개략도 내부에 원위치에 있는 이어폰을 도시한다;

도 66은 실시예 S, 롤링하는 접촉 표면으로 바이어싱되는 볼을 가지는, 한 쌍의 수정된 볼 베어링 레이스를 사용하여 힌지된 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 스피커 트랜스듀서를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 횡단면도(도 66c의 단면 A-A)이다,
- e)는 횡단면도(도 66c의 단면 C-C)이다,
- f)는 도 66e에 도시된 힌지 어셈블리의 상세도이다,
- g)는 횡단면도(도 66c의 단면 B-B)이다,
- h)는 도 66g에 도시된 힌지 어셈블리의 상세도이다.

도 67은 도 66에 도시된 힌지-동작 스피커 트랜스듀서의 실시예 S의 진동판 어셈블리를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 68은 도 66에 도시된 힌지-동작 스피커 트랜스듀서의 실시예 S의 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리를 도시한

다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 69는 실시예 T, 롤링하는 접촉 표면으로 바이어싱되는 볼을 가지는, 한 쌍의 수정된 볼 베어링 레이스를 사용하여 힌지된 저 회전 관성의 복합 진동판을 갖는 힌지-동작 스피커 트랜스듀서를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 횡단면도(도 69c의 단면 A-A)이다,
- e)는 횡단면도(도 69c의 단면 C-C)이다,
- f)는 부분 횡단면도(도 69c의 단면 B-B)이다,
- g)는 도 69g에 도시된 힌지 어셈블리의 상세도이다,
- h)는 도 69g에 도시된 바이어싱 스프링의 상세도이다.

도 70은 도 69에 도시된 힌지-동작 스피커 트랜스듀서의 실시예 T의 진동판 어셈블리를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도(진동판의 팁)이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 71은 도 69에 도시된 힌지-동작 스피커 트랜스듀서의 실시예 T의 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 평면도이다,
- d)는 측면도이다,
- e)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 72는 도 69에 도시된 실시예 T 트랜스듀서에 사용된 힌지 시스템의 한 쌍의 볼 베어링 레이스 중 하나를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 73은 실시예 U, 배플과 분리된 복합 진동판을 갖는 선형 동작 트랜스듀서를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 다른 3D 등각 투영도이다,
- c)는 평면도이다,

d)는 측면도이다,

e)는 횡단면도(도 73c의 단면 A-A)이다,

f)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 74는 도 73에 도시된 실시예 U의 실시예 U 선행 동작 트랜스듀서를 도시한다:

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 평면도이다,

c)는 측면도이다,

d)는 횡단면도(도 74c의 단면 A-A)이다,

e)는 도 74d에 도시된 자석 어셈블리의 일부의 상세도이다,

f)는 분해된 3D 등각 투영도이다,

g)는 FEM 모달 해석(modal analysis) 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯을 나타내는 3D 등각 투영도이다,

h)는 FEM 모달 해석 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯을 나타내는 상면도이다,

i)는 FEM 모달 해석 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 벡터 플롯을 나타내는 측면도이다,

j)는 도 74i에 도시된 FEM 모달 해석 묘사의 노드 축 영역의 상세도이다,

k)는 FEM 모달 해석 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 플롯을 나타내는 3D 등각 투영도이다,

l)은 FEM 모달 해석 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 플롯을 나타내는 상면도이다,

m)는 FEM 모달 해석 묘사, 기본 진동판 공진 모드의 합성 변위 플롯을 나타내는 측면도이다.

도 75는 도 73에 도시된 실시예 U 트랜스듀서 및 분리 장착부의 트랜스듀서 어셈블리를 도시한다,

a)는 3D 등각 투영도이다,

b)는 3D 등각 투영도이다,

c)는 FEM 모달 해석 묘사, 분리 장착부 상의 드라이버 베이스 구조의 움직임을 수반하는 공진 모드의 합성 변위 플롯을 나타내는 3D 등각 투영도이다,

d)는 FEM 모달 해석 묘사, 분리 장착부 상의 드라이버 베이스 구조의 움직임을 수반하는 공진 모드의 합성 변위 플롯을 나타내는 대안적인 3D 등각 투영도이다.

도 76은 도 74에 도시된 실시예 U 트랜스듀서의 진동판 어셈블리를 도시한다:

e)는 3D 등각 투영도이다,

f)는 정면도이다,

g)는 평면도이다,

h)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 77은 예비하중(preload)을 포함하는 종래의 베어링 어셈블리를 도시한다:

a)는 측면도이다.

b)는 정면도이다,

c)는 3D 등각 투영도이다,

d)는 횡단면도(도 77a의 단면 A-A)이다,

e)는 도 58g에 도시된 자속 갭의 상세도이다.

도 78은 도 77에 도시된 베어링 어셈블리의 베어링 레이스를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 횡단면도(도 78b의 단면 E-E)이다,
- d)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 79는 실시예 W, 각 측이 도 58에 도시된 실시예 K 힌지-동작 스피커 드라이버를 각각 포함하는 한 쌍의 개방 덮개형 헤드폰을 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 평면도이다,
- c)는 측면도이다.

도 80은 실시예 W의 힌지-동작 스피커 드라이버를 포함하는, 도 79에 도시된 한 쌍의 헤드폰의 우측 이어 컵을 도시한다:

- a) 컵의 바깥 쪽을 향한 후면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 컵의 패딩된 면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,
- c)는 컵의 후면도이다,
- d)는 횡단면도(도 80c의 단면 A-A)이다,
- e)는 횡단면도(도 80d의 단면 B-B)이다,
- f)는 도 80e에 도시된 분리 장착부의 상세도이다,
- g)는 횡단면도(도 80d의 단면 D-D)이다,
- h)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 81는 도 79a의 헤드폰의 헤드밴드에 의해 사람의 귀와 머리에 대해 유지되어 원위치에 있는, 도 80d 이어 컵에 도시된 단면을 포함하는 개략적인 횡단면도를 도시한다.

도 82는 도 58에 도시된 힌지 동작 실시예 K 트랜스듀서를 포함하는 이어폰 인 실시예 X를 도시한다.

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 평면도이다,
- c)는 종단 입면도이다,
- d)는 횡단면도(도 82c의 단면 A-A)이다,
- e)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 83은 사람 귀의 개략적인 횡단면도 내부에 원위치에 있는, 도 82d에 도시된 실시예 P 이어폰의 횡단면도를 포함하는 개략도를 도시한다.

도 84는 도 63의 실시예 P에서 또한 사용되는 한 쌍의 분리 선형-동작 스피커 드라이버, 자석 어셈블리 및 진동판 어셈블리를 포함하는 걸침형(supraaural) 헤드폰인 실시예 Y를 도시한다:

- a)는 3D 등각 투영도이다,
- b)는 정면도이다,
- c)는 측면도이다.

도 85는 실시예 P의 드라이버를 포함하는 도 84a에 도시된 한 쌍의 헤드폰의 우측 이어 컵을 도시한다:

- a)는 컵의 패딩된 면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,

- b)는 컵의 바깥 쪽을 향한 후면을 보여주는 3D 등각 투영도이다,
- c)는 컵의 후면도이다,
- d)는 컵의 측면도이다,
- e)는 횡단면도(도 85c의 단면 A-A)이다,
- f)는 횡단면도(도 85e의 단면 B-B)이다,
- g)는 도 85e에 도시된 트랜스듀서의 상세도이다,
- h)는 도 85g에 도시된 트랜스듀서 자속 갭의 상세도이다,
- i)는 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 86은 도 78의 실시예 Y 이어 컵의 트랜스듀서 어셈블리의 분해된 3D 등각 투영도이다.

도 87은 사람 귀의 횡단면도 상에 놓여 제 자리에 있는, 도 85e에 도시된 실시예 Y 패드형 이어 컵의 횡단면도를 포함하는 개략도를 도시한다.

도 88은 도 58에 도시된 실시예 K 트랜스듀서와 모두 유사한 두개의 드라이버, 고음(treble) 힌지 동작 트랜스듀서 및 중-저음(mid-bass) 힌지 동작 트랜스듀서를 포함하고 도 60에 도시된 분리 시스템과 유사한 방식으로 인클로저로부터 분리된, 바닥에 서 있는 컴퓨터 스피커인 실시예 Z를 도시한다:

- a)는 정면도이다,
- b)는 측면도이다,
- c)는 3D 등각 투영도이다,
- d)는 도 88c의 상세도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [1118] 오디오 트랜스듀서 또는 관련 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템의 다양한 실시예 또는 구성이 이제 상세히 설명될 것이다. 이들을 도면을 참조하여 설명한다. 이 명세서에서, 예를 들어 도 1과 같은 특정 도면 번호에 대한 언급은 이 숫자가 접두사로 된 모든 도면, 예를 들어 도 1a 내지 도 1f를 포함하도록 의도된다. 도면에 도시된 오디오 트랜스듀서 실시예들은 명료함을 위해 실시예 A, B, D, E, G, G9, H3, H4, K, P, S, T, U, W, X, Y 및 Z로 일컬어진다.
- [1119] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 또는 관련 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템의 실시예 또는 구성은 스피커 드라이버와 같은 전기 음향 트랜스듀서를 참조하여 몇몇 경우에 설명될 것이다. 달리 언급되지 않는 한, 오디오 트랜스듀서 또는 관련 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템은 달리 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 또는 그 내에서 구현될 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 사용된 오디오 트랜스듀서라는 용어는 달리 언급되지 않는 한, 스피커 및 마이크로폰 구현 모두를 포함하도록 의도된다.
- [1120] 본 명세서에 기재된 오디오 트랜스듀서 또는 관련 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템의 실시예 또는 구성은 오디오 트랜스듀서 시스템과 관련된 하나 이상의 유형의 불필요한 공진을 해결하도록 설계된다.
- [1121] 본 명세서에 기재된 오디오 트랜스듀서 실시예의 각각에서, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 하우징, 지지체 또는 배플의 일부와 같은 베이스에 대해 움직일 수 있게 결합된 진동판 어셈블리를 포함한다. 베이스는 진동판 어셈블리보다 비교적 더 높은 질량을 가진다. 진동판 어셈블리와 관련된 트랜스듀싱 메커니즘은 전기 음향 트랜스듀서의 경우 전기 에너지에 응답하여 진동판 어셈블리를 움직인다. 그 외에, 진동판 어셈블리의 운동을 전기 에너지로 변환시키는 대안적인 트랜스듀싱 메커니즘이 구현될 수 있음을 이해할 것이다. 본 명세서에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 또한 여기 메커니즘으로 지칭될 수 있다.
- [1122] 본 발명의 실시예에서, 전자기 트랜스듀싱 메커니즘이 사용된다. 전자기 트랜스듀싱 메커니즘은 전형적으로 자기장을 생성하도록 구성된 자기 구조, 및 자기장 내에 위치되고 수신된 전기 신호에 응답하여 움직이도록 구성된 적어도 하나의 전기 코일을 포함한다. 전자기 트랜스듀싱 메커니즘은 자기 구조와 전기 코일 사이의 결합을 필요로 하지 않기 때문에, 일반적으로 메커니즘의 일부는 트랜스듀서 베이스 구조에 결합될 것이고, 메커니즘의 나머지 부분은 진동판 어셈블리에 결합될 것이다. 본 명세서에 설명된 선호되는 구성에서, 더 무거운 자기

구조는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성하고 비교적 더 가벼운 코일 또는 코일들은 진동판 어셈블리의 일부를 형성한다. 예를 들어, 압전, 정전기 또는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘을 포함하는 대안적인 트랜스듀싱 메커니즘이 달리 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 설명된 실시예들 각각에 통합될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[1123] 진동판 어셈블리는 진동판 서스펜션 장착 시스템을 통해 베이스에 대해 움직일 수 있게 결합된다. 이 명세서에는 두 가지 유형의 오디오 트랜스듀서, 즉 진동판 어셈블리가 베이스에 대해 회전 가능하게 진동하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서 및 진동판 어셈블리가 베이스에 대해 선형으로 왕복/진동하는 선형 동작 오디오 트랜스듀서가 설명되어 있다. 회전 동작 오디오 트랜스듀서의 예는 실시예 A, B, D, E, K, S, T, W 및 X의 오디오 트랜스듀서에 도시되어 있다. 회전 동작 오디오 트랜스듀서에서, 서스펜션 장착 시스템은, 진동판 어셈블리를 베이스에 회전 가능하게 결합하도록 구성된 힌지 시스템을 포함한다. 선형 동작 오디오 트랜스듀서의 예는 실시예 G, G9, P, U 및 Y의 오디오 트랜스듀서에 도시되어 있다.

[1124] 오디오 트랜스듀서는 하우징 또는 서라운드와 함께 수용되어 오디오 트랜스듀서 어셈블리를 형성할 수 있으며, 오디오 트랜스듀서 어셈블리는 또한, 예를 들어 다수의 오디오 트랜스듀서 어셈블리를 포함할 수 있는 이어폰 또는 헤드폰 디바이스의 일부와 같은 오디오 디바이스 또는 오디오 디바이스의 일부를 형성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 하우징 또는 서라운드의 일부를 형성할 수 있다. 오디오 트랜스듀서 또는 적어도 진동판 어셈블리는 장착 시스템을 통해 하우징 또는 서라운드에 장착된다. 하우징 또는 서라운드로부터 오디오 트랜스듀서를 분리하여, 동작 중에 원하지 않는 공진으로 인한 오디오 트랜스듀서에서 하우징으로의 (및 그 역의) 기계적 진동의 전달을 적어도 완화시키도록 구성된 장착 시스템의 유형은 도면의 일부를 참조하여 설명될 것이고, 이후에 분리 장착 시스템으로서 지칭된다.

[1125] 다음의 설명은 오디오 트랜스듀서와 관련된 다양한 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템을 기술하고, 또한 이러한 구조, 메커니즘, 디바이스, 어셈블리 또는 시스템을 통합하는 다양한 오디오 트랜스듀서의 실시예를 설명하기 위해 다수의 섹션으로 분할되었다. 특히 이 설명에는 다음과 같은 주요 섹션이 포함된다:

- [1126] ● 오디오 트랜스듀서 실시예의 개요;
- [1127] ● 강성 진동판 구조와 어셈블리 및 이를 포함하는 오디오 트랜스듀서;
- [1128] ● 진동판 서스펜션 시스템 및 이를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서;
- [1129] ● 분리 장착 시스템 및 이를 포함하는 오디오 트랜스듀서;
- [1130] ● 본 발명의 오디오 트랜스듀서를 포함하는 개인용 오디오 디바이스; 및
- [1131] ● 선호되는 트랜스듀서 베이스 구조 설계.

[1132] 이들 섹션들 하에 설명된 다양한 구조들, 어셈블리들, 메커니즘들, 디바이스들 또는 시스템들이 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예들 중 일부와 관련하여 기술되었지만, 이러한 구조들, 어셈블리들, 메커니즘들, 디바이스들 또는 시스템들은 대안적으로 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 임의의 다른 적절한 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 포함될 수 있음이 인식될 것이다. 또한, 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 기술될 다양한 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템 중 하나 이상의 특정 조합을 포함한다. 그러나, 본 기술 분야의 당업자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이러한 실시예들 하에 설명된 다양한 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템 중 하나 이상의 임의의 다른 조합을 포함하는 오디오 트랜스듀서를 대안적으로 구성할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[1133] 다음의 설명은 또한 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예가 포함될 수 있고, 오디오 트랜스듀서와 관련된 다양한 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템의 임의의 조합을 포함하는 오디오 트랜스듀서가 포함될 수 있는 다양한 적절한 오디오 트랜스듀서 애플리케이션을 설명하기 위한 섹션을 포함한다. 따라서, 그러한 트랜스듀서를 포함하는 헤드폰 또는 이어폰과 같은 개인용 오디오 디바이스를 포함하는 오디오 디바이스 실시예는 도면을 참조하여 설명될 것이다.

[1134] 오디오 트랜스듀서, 오디오 디바이스 또는 다양한 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템 중 임의의 것의 구성 방법은 간결성을 위해 전부가 아닌 일부 실시예에 대해 설명되었다. 따라서, 이하의 설명으로부터 당업자에게 자명 한 설명된 실시예 및/또는 관련된 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템 각각과 관련된 구성 방법은 또한 본 발명의 범위 내에서 커버되도록 의도된다. 또한, 본 발명은 여기에 설명된 오디오 트랜스듀서 및 관련 구조, 어셈블리, 메커니즘, 디바이스 또는 시스템의 원리 및/또는 특징을 사용하여 오디오 신호

를 변환하는 방법을 커버하는 것으로 의도된다.

[1135] 몇몇 오디오 트랜스듀서 실시예들의 간단한 개요가 먼저 제시된다.

[1136] 1. 오디오 트랜스듀서 실시예의 개요(OVERVIEW OF AUDIO TRANSDUCER EMBODIMENTS)

[1137] 1.1 실시예 A 오디오 트랜스듀서(Embodiment A Audio Transducer)

[1138] 도 1 내지 도 7 및 도 15는 본 발명의 실시예 A 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(A101)를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조(A1300)를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 2.2에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조의 가능한 변형은 도 8 내지 도 12에 나와 있으며, 이 명세서의 섹션 2.2에 자세히 설명되어 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다.

[1139] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(A101)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 접촉 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용된다. 이것은 도 2 내지 도 4에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관한 접촉 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.2.2에서 상세하게 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 대안의 접촉 힌지 시스템이 오디오 트랜스듀서에 통합될 수 있다. 예를 들어, 오디오 트랜스듀서는 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템; 실시예 S와 관련하여 섹션 3.2.3a에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 T와 관련하여 섹션 3.2.3b에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 K와 관련하여 섹션 3.2.4에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 또는 실시예 E와 관련하여 섹션 3.2.5에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템을 포함할 수 있다. 또 다른 대안적인 구성 세트에서, 실시예 A의 접촉 힌지 시스템은 이 명세서의 섹션 3.3에 기술된 가요성 힌지 시스템 중 임의의 하나를 대신할 수 있다. 예를 들어, 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 대안적으로 실시예 B와 관련하여 섹션 3.3.1에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템; 본 명세서의 섹션 3.3.1에 기술된 대안적인 가요성 힌지 시스템들 중 임의의 하나; 또는 실시예 D와 관련하여 섹션 3.3.3에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템을 포함할 수 있다.

[1140] 도 6-7에 도시된 바와 같이, 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 하우징(A601) 내에 수용되는 것이 바람직하다. 하우징은 애플리케이션에 따라 특정 오디오 디바이스를 구성하는 데 필요한 임의의 유형이 될 수 있다. 본 명세서의 섹션 2.3에 상세히 설명된 바와 같이, 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 그 위치에서 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.

[1141] 오디오 트랜스듀서는 바람직하게는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 하우징(A601)에 대해 장착된다. 실시예 A의 분리 장착 시스템은 본 명세서의 섹션 4.2.1에 상세히 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 분리 장착 시스템은 예를 들어 실시예 E와 관련하여 섹션 4.2.2에 설명된 분리 장착 시스템; 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 설명된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는 본 명세서에 설명된 임의의 다른 분리 장착 시스템에 의해 대체될 수 있다.

[1142] 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 성능은 도 14에 도시되고 본 명세서의 섹션 4.2.1에서 설명된다.

[1143] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 2.2에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡(magnetostrictive) 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.

[1144] 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 요약되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 A의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 실시예 K, W, X 및 H 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 또는 5.2.7에 기술되고 개인용 오디오 디바이

스로서 구현된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다. 실시예 A 오디오 트랜스듀서가 헤드폰 디바이스에 사용되는 또 다른 구현이 도 51과 관련하여 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 각 헤드폰 컵은 실시예 A에 따라 구성된 다수의 오디오 트랜스듀서를 포함하여 스피커의 전체 대역폭을 제공한다. 도 52 및 도 53은 단일 실시예 A 오디오 트랜스듀서가 이어폰 세트의 어느 하나의 이어폰 플러그에 삽입되는 또 다른 구현 예를 도시한다.

[1145] 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[1146] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 A의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 트랜스듀싱 메커니즘 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.

[1147] 1.2 실시예 B 오디오 트랜스듀서(Embodiment B Audio Transducer)

[1148] 도 16 내지 도 19는 본 발명의 실시예 B 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(B101)를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 3.3.1f에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 설명된 임의의 다른 진동판 구조로 대체될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 자세한 설명은 본 명세서의 섹션 3.3에서도 제공된다.

[1149] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(B101)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 가요성 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용된다. 이것은 도 17와 도 18에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관한 가요성 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.3.1a 내지 3.3.1d에 상세히 설명되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 대안적인 가요성 힌지 시스템이 오디오 트랜스듀서에 통합될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서의 섹션 3.3.2에 기술된 대안적인가요성 힌지 시스템 중 임의의 하나, 또는 실시예 D와 관련하여 섹션 3.3.3에서 설명된 바와 같은 가요성 힌지 시스템이 대신 포함될 수 있다. 대안적인 구성의 또 다른 세트에서, 실시예 B의 가요성 힌지 시스템은 본 발명의 접촉 힌지 시스템으로 대체될 수 있다. 예를 들어, 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 대안적으로, 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템; 실시예 A와 관련하여 섹션 3.2.2에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 S와 관련하여 섹션 3.2.3a에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 T와 관련하여 섹션 3.2.3b에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 K와 관련하여 섹션 3.2.4에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 또는 실시예 E와 관련하여 섹션 3.2.5에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템을 포함할 수 있다.

[1150] 도 19에 도시된 바와 같이, 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 적어도 진동판 어셈블리를 수용하도록 구성된 진동판 하우징(B401)을 포함할 수 있다. 진동판 하우징은 단단하게 결합되고 인접한 진동판 어셈블리를 수용하기 위해 트랜스듀서 베이스 구조로부터 연장된다. 트랜스듀서 베이스 구조와 결합된 하우징은 트랜스듀서 베이스 어셈블리를 형성한다. 진동판 어셈블리 하우징은 본 명세서의 섹션 3.3.1g에 자세히 설명되어 있다. 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 에어 갭(B405 및 B406)은 진동판 주변을 하우징에서 분리한다. 이와 같이, 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 2.3에 설명된 임의의 하나 이상의 설계 원리에 따라 구성될 수 있다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치의 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.

[1151] 오디오 디바이스에 구현된 오디오 트랜스듀서는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 오디오 디바이스의 하우징 또는 다른 서라운드에 대해 장착될 수 있다. 예를 들어, 실시예 E와 관련하여 섹션 4.2.2에서 설명된 분리 장착 시스템이 사용될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어, 실시예 A와 관련하여 섹션 4.2.1에서 설명된 분리 장착 시스템; 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에서 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 요약된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는, 본 명세서에서 기술된 임의의 다른 분리 장착 시스템이 대신 이용될 수 있다.

- [1152] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 본 명세서의 섹션 3.3.1e에 자세히 설명되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.
- [1153] 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션이 이 명세서의 섹션 8에 요약되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 B의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 실시예 K, W, X 및 H 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 또는 5.2.7에 기술되고 개인용 오디오 디바이스로서 구현된 서라운드 또는 하우스링 중 어느 하나 내에 하우스링되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.
- [1154] 실시예 B 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [1155] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 B의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 트랜스듀싱 메커니즘 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1156] 1.3 실시예 D 오디오 트랜스듀서(Embodiment D Audio Transducer)
- [1157] 도 33 및 도 34는 본 발명의 실시예 D 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(D104)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 회전축에 대해 반경 방향으로 이격된 다수의 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 어셈블리 설계의 특징은 이 명세서의 섹션 3.3.3에 설명되어 있다. 각 진동판 구조는 대안적인 구성에서 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 설명된 임의의 다른 진동판 구조로 대체될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다.
- [1158] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 가요성 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용된다. 이는 도 34e에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관련된 가요성 힌지 시스템의 특징들은 본 명세서의 섹션 3.3.3에 상세히 설명되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 대안적인 가요성 힌지 시스템이 오디오 트랜스듀서에 통합될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서의 섹션 3.3.2에 기술된 대안적인 가요성 힌지 시스템 중 임의의 하나, 또는 실시예 B와 관련하여 섹션 3.3.1에서 설명된 바와 같은 가요성 힌지 시스템이 대신 통합될 수 있다. 대안적인 구성의 또 다른 세트에서, 실시예 D의 가요성 힌지 시스템은 본 발명의 접촉 힌지 시스템으로 대체될 수 있다. 예를 들어, 실시예 D의 오디오 트랜스듀서는 대안적으로 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템; 실시예 A와 관련하여 섹션 3.2.2에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 S와 관련하여 섹션 3.2.3a에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 T와 관련하여 섹션 3.2.3b에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 K와 관련하여 섹션 3.2.4에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 또는 실시예 E와 관련하여 섹션 3.2.5에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템을 포함할 수 있다.
- [1159] 도 34에 도시된 바와 같이, 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 적어도 진동판 어셈블리를 수용하도록 구성된 진동판 하우스링(D203)을 포함할 수 있다. 진동판 하우스링은 단단하게 결합되고, 인접한 진동판 어셈블리를 수용하기 위해 트랜스듀서 베이스 구조로부터 연장된다. 트랜스듀서 베이스 구조와 결합된 하우스링은 트랜스듀서 베이스 어셈블리를 형성한다. 진동판 어셈블리 하우스링은 본 명세서의 섹션 3.3.3에 자세히 설명되어 있다. 하우스링 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우스링의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 에어 갭은 진동판 주변을 하우스링에서 분리한다. 이와 같이, 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 2.3에 설명된 임의의 하나 이상의 설계 원리에 따라 구성될 수 있다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치의 관련 하우스링과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.
- [1160] 오디오 디바이스에 구현된 오디오 트랜스듀서는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 오디오 디바이스의 하우스링 또는 다른 서라운드에 대해 장착될 수 있다. 예를 들어, 실시예 E와 관련하여 섹션 4.2.2에서 설명된 분리 장착

시스템이 사용될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 실시예 A와 관련하여 섹션 4.2.1에 설명된 분리 장착 시스템; 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 설명된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는 본 명세서에 설명된 임의의 다른 분리 장착 시스템이 대신에 이용될 수 있다.

[1161] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 3.3.3에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.

[1162] 실시예 D의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션이 이 명세서의 섹션 8에 약술되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 B의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 D의 오디오 트랜스듀서는 실시예 K, W, X 및 H 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 또는 5.2.7에 기술되고 개인용 오디오 디바이스로서 구현된 서라운드 또는 하우징 중 임의의 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.

[1163] 실시예 D 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[1164] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 D의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 트랜스듀싱 메커니즘 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.

[1165] 1.4 실시예 E 오디오 트랜스듀서(Embodiment E Audio Transducer)

[1166] 도 35 내지 도 38은 본 발명의 실시예 E 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(E101)를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 이 명세서의 섹션 3.2.5에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 설명된 임의의 다른 진동판 구조로 대체될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 자세한 설명은 본 명세서의 섹션 3.3.5에서도 제공된다.

[1167] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(E101)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 접촉 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용된다. 이것은 도 35b 내지 도 35j 및 도 37에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관한 접촉 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.2.5에서 상세히 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 대안적인 접촉 힌지 시스템이 오디오 트랜스듀서에 통합될 수 있다. 예를 들어, 오디오 트랜스듀서는 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템; 실시예 A와 관련하여 섹션 3.2.2에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 S와 관련하여 섹션 3.2.3a에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 T와 관련하여 섹션 3.2.3b에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 K와 관련하여 섹션 3.2.4에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템을 포함할 수 있다. 대안적인 구성의 또 다른 세트에서, 실시예 E의 접촉 힌지 시스템은 이 명세서의 섹션 3.3에 기술된 가요성 힌지 시스템 중 임의의 하나를 대체할 수 있다. 예를 들어, 실시예 E 오디오 트랜스듀서는 대안적으로 실시예 B와 관련하여 섹션 3.3.1에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템; 본 명세서의 섹션 3.3.1에 기술된 대안적인 가요성 힌지 시스템들 중 임의의 하나; 또는 실시예 D와 관련하여 섹션 3.3.3에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템을 포함할 수 있다.

[1168] 도 38에 도시된 바와 같이, 실시예 E의 오디오 트랜스듀서는 적어도 진동판 어셈블리를 수용하도록 구성된 진동판 하우징(E201)을 포함할 수 있다. 진동판 하우징은 단단하게 결합되고 인접한 진동판 어셈블리를 수용하기 위해 트랜스듀서 베이스 구조로부터 연장된다. 트랜스듀서 베이스 구조와 결합된 하우징은 트랜스듀서 베이스 어셈블리를 형성한다. 진동판 어셈블리 하우징은 이 명세서의 섹션 4.2.2에 자세히 설명되어 있다. 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 에어

갭(E205 및 E206)은 진동판 주변을 하우징과 분리한다. 이와 같이, 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 2.3에 요약된 임의의 하나 이상의 설계 원리에 따라 구성될 수 있다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치의 관련 하우징과 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.

[1169] 오디오 디바이스에 구현된 오디오 트랜스듀서는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 오디오 디바이스의 하우징 또는 다른 서라운드에 대해 장착될 수 있다. 가능한 분리 장착 시스템은 본 명세서의 섹션 4.2.2에 상세히 기술되어 있다. 대안적으로, 예를 들어, 실시예 A와 관련하여 섹션 4.2.1에서 설명된 분리 장착 시스템; 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에서 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 요약된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는, 본 명세서에서 기술된 임의의 다른 분리 장착 시스템이 대신 이용될 수 있다.

[1170] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 3.2.5에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.

[1171] 실시예 E의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 요약되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 E의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 E의 오디오 트랜스듀서는 실시예 K, W, X 및 H 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 또는 5.2.7에 기술되고 개인용 오디오 디바이스로서 구현된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.

[1172] 실시예 E 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[1173] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 E의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 트랜스듀서 메커니즘 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.

[1174] 1.5 실시예 G 오디오 트랜스듀서(Embodiment G Audio Transducer)

[1175] 도 40 및 도 41은 본 발명의 일 실시예 G 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템(G102, G105)를 통해 트랜스듀서 베이스 구조(A104, G106 및 G107)에 움직일 수 있게 결합된 진동판 어셈블리(G101)를 포함하는 선형 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 2.2에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 설명된 임의의 다른 진동판 구조로 대체될 수 있다. 이 실시예의 진동판 구조에 대한 일부 변형은 또한 도 42 내지 도 48을 참조하여 본 명세서의 섹션 2.2에 기술되어 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선회되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 자세한 설명은 이 명세서의 섹션 2.2에서도 제공된다.

[1176] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(G101)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 선형으로 결합된다. 이 실시예에서, 종래의 가요성 서라운드(G102) 및 스파이더(G105) 서스펜션은 도 40c에 도시된 바와 같이 사용되고 섹션 2.2에서 상세히 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 강자성 진동판 서스펜션은, 예를 들어 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 5.2.5의 실시예 P 및 Y 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 바와 같이 사용될 수 있다.

[1177] 도 40에 도시된 바와 같이, 오디오 트랜스듀서는 적어도 진동판 어셈블리를 수용하도록 구성된 진동판 하우징 또는 서라운드(G103)를 포함할 수 있다. 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 가요성 서라운드(G102) 및 스파이더(G105)를 통해 하우징의 내부와 실질적으로 물리적으로 연결된 외주변을 포함한다. 대안적인 구성에서, 도 48의 하위 구성 48에 도시된 바와 같이, 오디오 트랜스듀서는 실질적으로 서라운드와 물리적 연결이 없는 진동판의 외주변면으로 구성될 수 있다. 일부 구성에서 자성 유체(ferrofluid) 지지부가 서라운드 및 스파이더를 대체하거나, 서라운드 및 스파이더 연결부가 섹션 2.3에서 실질적으로 프리한 세트의 기준을 충족하

도록 상당히 감소될 수 있다.

- [1178] 오디오 디바이스에 구현된 오디오 트랜스듀서는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 오디오 디바이스의 하우징 또는 다른 서라운드에 대해 장착될 수 있다. 가능한 분리 장착 시스템은 예를 들어, 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에서 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 요약된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함한다.
- [1179] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스(G106, G107)를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일(G112) 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 2.2에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.
- [1180] 실시예 G의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 약술되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 G의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 G의 오디오 트랜스듀서는 실시예 P 및 Y 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.2.1 및 5.2.5에 기술되고 개인용 오디오 디바이스로서 구현된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.
- [1181] 실시예 G 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있다.
- [1182] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 G의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 트랜스듀싱 메커니즘 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1183] 1.6 실시예 K 오디오 트랜스듀서 및 개인용 오디오 디바이스(Embodiment K Audio Transducer and Personal Audio Device)
- [1184] 도 58 내지 도 62는 본 발명의 실시예 K 오디오 트랜스듀서를 갖는 실시예 K 오디오 디바이스를 도시한다. 실시예 K의 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(K118)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(K101)를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 5.2.2에 상세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 설명된 임의의 다른 진동판 구조로 대체될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선회되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다.
- [1185] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(K101)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(K118)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 접촉 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용된다. 이것은 도 58h 내지 도 58m에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관한 접촉 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.2.4에서 상세히 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 대안적인 접촉 힌지 시스템이 오디오 트랜스듀서에 통합될 수 있다. 예를 들어, 오디오 트랜스듀서는 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템; 실시예 A와 관련하여 섹션 3.2.2에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 S와 관련하여 섹션 3.2.3a에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 실시예 T와 관련하여 섹션 3.2.3b에서 설명된 바와 같은 접촉 힌지 시스템; 또는 실시예 E와 관련하여 섹션 3.2.5에 기술된 바와 같은 접촉 힌지 시스템을 포함할 수 있다. 또 다른 대안적인 구성 세트에서, 실시예 K의 접촉 힌지 시스템은 이 명세서의 섹션 3.3에 기술된 가요성 힌지 시스템 중 임의의 하나를 대체할 수 있다. 예를 들어, 실시예 K 오디오 트랜스듀서는 대안적으로 실시예 B와 관련하여 섹션 3.3.1에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템; 본 명세서의 섹션 3.3.1에 기술된 대안적인 가요성 힌지 시스템들 중 임의의 하나; 또는 실시예 D와 관련하여 섹션 3.3.3에서 기술된 바와 같은 가요성 힌지 시스템을 포함할 수 있다.
- [1186] 도 60 및 도 61에 도시된 바와 같이, 실시예 K의 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 디바이스의 서라운드(K301) 내에 하우징되는 것이 바람직하다. 하우징은 애플리케이션에 따라 특정 오디오 디바이스를

구성하는 데 필요한 임의의 유형이 될 수 있다. 본 실시예의 선호되는 구현에서 오디오 트랜스듀서는 개인용 오디오 디바이스 내에 특히 헤드폰 디바이스의 헤드폰 컵과 함께 하우징된다. 헤드폰 컵은 또한, 공진을 저감시키고 및/또는 베이스 부스트(bass boost)를 완화하는데 도움이 되도록, 동작 중에 제1 캐비티로부터 또다른 에어 볼륨으로의 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 임의의 형태의 유체 통로를 포함할 수 있다. 이러한 구현은 본 명세서의 섹션 5.2.2에 더 자세히 설명된다. 또한 본 명세서의 섹션 5.2.2에 자세히 더 설명되는 바와 같이, 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치에서 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.

[1187] 오디오 트랜스듀서는 바람직하게는 본 발명의 분리 장착 시스템을 통해 하우징에 대해 장착된다. 실시예 K의 분리 장착 시스템은 본 명세서의 섹션 5.2.2에 상세히 기술되어 있으며, 실시예 A와 관련하여 섹션 4.2.1에서 설명된 것과 유사하다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 분리 장착 시스템은 예를 들어 실시예 E와 관련하여 섹션 4.2.2에 설명된 분리 장착 시스템; 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 설명된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는 본 명세서에 설명된 임의의 다른 분리 장착 시스템에 의해 대체될 수 있다.

[1188] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 5.2.2에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.

[1189] 실시예 K의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 약술되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 K의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 K의 오디오 트랜스듀서는 실시예 W 및 X 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.5.3 및 5.2.4에 기술된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.

[1190] 실시예 K 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[1191] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 K의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조; 트랜스듀싱 메커니즘; 및/또는 에어 누출 유체 통로 및/또는 인터페이스의 밀봉성(sealability)을 포함하는 하우징 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.

[1192] 1.7 실시예 S 오디오 트랜스듀서(Embodiment S Audio Transducer)

[1193] 도 66 내지 도 68은 본 발명의 실시예 S 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(S101)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(S102)를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 이 명세서의 섹션 3.2.3b에 자세히 설명되어 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다.

[1194] 언급한 바와 같이, 진동판 어셈블리(S102)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(S101)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 접촉 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용되고, 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 구성된다. 이것은 도 66와 도 67에 자세히 나와 있다. 이 실시예에 관한 접촉 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.2.3b에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예는 예를 들어 실시예 A, B, D, E, K, T, W 및 X를 포함하는 본 발명의 임의의 회전 동작 오디오 트랜스듀서 실시예에 포함될 수 있는 대안의 접촉 힌지 시스템을 나타낸다.

[1195] 1.8 실시예 T 오디오 트랜스듀서(Embodiment T Audio Transducer)

[1196] 도 69 내지 도 72는 본 발명의 실시예 T 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(T101)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(T102)를 포함하는 회전

동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 이 명세서의 단면 3.2.3c에 자세히 설명되어 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다.

[1197] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(T102)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(T101)에 회전 가능하게 결합된다. 이 실시예에서, 접촉 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하는데 사용되고, 섹션 3.2.1에 설명된 원리에 따라 구성된다. 이는 도 69, 도 70 및 도 72에 상세히 도시된다. 이 실시예에 관한 접촉 힌지 시스템의 특징은 본 명세서의 섹션 3.2.3c에 상세히 설명된다. 이 실시예는 예를 들어 실시예 A, B, D, E, K, S, W 및 X를 포함하는 본 발명의 임의의 회전 동작 오디오 트랜스듀서 실시예에 포함될 수 있는 대안의 접촉 힌지 시스템을 도시한다.

[1198] 1.9 실시예 U 오디오 트랜스듀서(Embodiment U Audio Transducer)

[1199] 도 73 내지 도 76은 본 발명의 실시예 U 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 실시예 U의 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(U202)에 선형으로 결합된 진동판 어셈블리(U201)를 포함하는 선형 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 이 명세서의 섹션 4.2.3에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 기술된 임의의 다른 진동판 구조, 예를 들어 실시예 G 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 임의의 진동판 구조를 대체할 수도 있다. 대안적으로, 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 5.2.5 하의 실시예 P 및 Y에 대해 설명된 진동판 어셈블리일 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조(U202)는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선호되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하 구조를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 자세한 설명은 이 명세서의 섹션 4.2.3에서도 제공된다.

[1200] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(U201)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스에 선형으로 결합된다. 이 실시예에서, 강자성 유체 서스펜션 시스템은 섹션 4.2.3에서 설명된 바와 같이 사용된다. 이는 섹션 5.2.1 및 5.2.5에서 각각 설명된 실시예 P 및 Y의 강자성 유체 서스펜션과 유사하거나 동일할 수 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 실시예 G와 관련하여 섹션 2.2에 기술된 서스펜션 시스템 중 임의의 하나가 대신 사용될 수 있다.

[1201] 또한, 본 명세서의 섹션 4.2.3에 상세히 더 기술된 바와 같이, 서라운드 (U102) 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치에서 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.

[1202] 도 73 및 도 74에 도시된 바와 같이, 실시예 U의 오디오 트랜스듀서는 바람직하게는 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 디바이스의 서라운드(U102) 내에 하우징된다. 서라운드는 애플리케이션에 따라 특정 오디오 디바이스를 구성하는 데 필요한 임의의 유형이 될 수 있다.

[1203] 분리 장착 시스템(U103)은 오디오 트랜스듀서를 서라운드에 장착하기 위해 제공된다. 실시예 U의 분리 장착 시스템은 섹션 4.2.3에 상세히 설명된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 분리 장착 시스템은 예를 들어 섹션 5.2.5의 실시예 Y에 대해 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 요약된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는, 본 명세서에 기재된 임의의 다른 분리 장착 시스템으로 대체될 수 있다.

[1204] 이 오디오 트랜스듀서 실시예의 성능은 도 75c 및 도 75d에 도시되어 있으며 섹션 4.2.3에 설명되어 있다.

[1205] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 4.2.3에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.

[1206] 실시예 U의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 요약되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 U의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 U의 오디오 트랜스듀서는 실시예 P, K, W, X 및 Y 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.5.1 - 5.2.5에 기술된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내

에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.

- [1207] 실시예 U 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [1208] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 U의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 서스펜션 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조, 변환 메커니즘 및/또는 분리 장착 시스템 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1209] 1.10 실시예 P 오디오 트랜스듀서 및 개인용 오디오 디바이스(Embodiment P Audio Transducer and Personal Audio Device)
- [1210] 도 63 내지 도 65는 본 발명의 실시예 P 오디오 트랜스듀서를 갖는 실시예 P 오디오 디바이스를 도시한다. 실시예 P의 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스(P102)에 선형으로 결합된 진동판 어셈블리(P110)를 포함하는 선형 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 5.2.1에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 기술된 임의의 다른 진동판 구조, 예를 들어 실시예 G 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 임의의 진동판 구조를 대체 할 수도 있다. 트랜스듀서 베이스는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선형되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하학적 구조를 포함한다. 이 실시예에서, 베이스는 하우징의 일부를 형성한다. 트랜스듀서 베이스에 대한 자세한 설명은 본 명세서의 섹션 5.2.1에서도 제공된다.
- [1211] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(P110)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스에 선형으로 결합된다. 이 실시예에서, 섹션 5.2.1에서 설명된 바와 같이 강자성 유체 서스펜션 시스템이 사용된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 실시예 G와 관련하여 섹션 2.2에 기술된 서스펜션 시스템 중 임의의 하나가 대신 사용될 수 있다.
- [1212] 또한, 본 명세서의 섹션 5.2.1에 상세히 더 기술된 바와 같이, 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치에서 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.
- [1213] 도 63g 및 도 63j에 도시된 바와 같이, 실시예 P의 오디오 트랜스듀서는 바람직하게는 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 디바이스의 서라운드(P102/P103) 내에 하우징된다. 하우징은 애플리케이션에 따라 특정 오디오 디바이스를 구성하는 데 필요한 임의의 유형이 될 수 있다. 이 실시예의 선형되는 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 개인용 오디오 디바이스 내에, 특히 이어폰 디바이스의 이어폰 하우징과 함께 하우징된다. 이어폰 하우징은 또한 공진을 저감시키고 및/또는 베이스 부스트를 완화시키는데 도움이 되기 위해, 동작 중에 제1 캐비티로부터 다른 에어 볼륨으로 제한된 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 임의의 형태의 유체 통로를 또한 포함할 수 있다. 이 구현은 이 명세서의 섹션 5.2.1에서 더 자세하게 설명된다.
- [1214] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 5.2.1에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.
- [1215] 실시예 P의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 요약되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 P의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 P의 오디오 트랜스듀서는 실시예 K, W, X 및 Y 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.5.2 - 5.2.5에 기술된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.
- [1216] 실시예 P 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [1217] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 P의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어

셈블리 및 구조, 진동판 서스펜션 시스템, 트랜스듀서 베이스, 트랜스듀싱 메커니즘, 및/또는 에어 누출 유체 통로 및/또는 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 하우징 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.

- [1218] 1.11 실시예 W 오디오 트랜스듀서 및 개인용 오디오 디바이스(Embodiment W Audio Transducer and Personal Audio Device)
- [1219] 도 79 내지 도 81은 실시예 K 오디오 트랜스듀서를 포함하는 본 발명의 실시예 W 오디오 디바이스를 도시한다. 실시예 W는 실시예 K 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위해 상이한 하우징이 사용된다는 점에서, 실시예 K 오디오 디바이스와 상이하다. 따라서 하우징의 설계와는 별도로 섹션 1.6의 실시예 K 오디오 트랜스듀서에 대한 개요 설명은 이 오디오 디바이스 실시예에도 적용된다. 에어 유체 통로 및 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 실시예 W 오디오의 하우징 설계의 세부 사항은 명세서의 섹션 5.2.3에 상세히 설명되어 있다.
- [1220] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 W의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조; 트랜스듀싱 메커니즘; 및/또는 에어 누출 유체 통로 및/또는 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 하우징 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1221] 1.12 실시예 X 오디오 트랜스듀서 및 개인용 오디오 디바이스(Embodiment X Audio Transducer and Personal Audio Device)
- [1222] 도 82 및 도 83은 실시예 K 오디오 트랜스듀서를 포함하는 본 발명의 실시예 X 오디오 디바이스를 도시한다. 실시예 X는 실시예 K 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위해 상이한 하우징이 사용된다는 점에서, 실시예 K 오디오 디바이스와 상이하다. 이 실시예에서, 실시예 K 오디오 트랜스듀서는 이어폰 디바이스로 구현된다. 따라서 하우징의 설계와는 별도로 섹션 1.6의 실시예 K 오디오 트랜스듀서에 대한 개요 설명은 이 오디오 디바이스 실시예에도 적용된다. 에어 유체 통로 및 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 실시예 X 오디오의 하우징 설계의 세부 사항은 명세서의 섹션 5.2.4에 상세히 설명되어 있다.
- [1223] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 X의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 힌지 시스템, 분리 장착 시스템, 트랜스듀서 베이스 구조; 트랜스듀싱 메커니즘; 및/또는 에어 누출 유체 통로 및/또는 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 하우징 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1224] 1.12 실시예 Y 오디오 트랜스듀서(Embodiment Y Audio Transducer)
- [1225] 도 84 내지 도 87은 본 발명의 실시예 Y 오디오 트랜스듀서를 갖는 실시예 Y 오디오 디바이스를 도시한다. 실시예 Y의 오디오 트랜스듀서는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스(Y224)에 선형으로 결합된 진동판 어셈블리(Y117)를 포함하는 실시예 P의 것과 유사한 선형 동작 오디오 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조의 특징은 본 명세서의 섹션 5.2.5에 자세히 설명되어 있다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2 및 2.3에 기술된 임의의 다른 진동판 구조, 예를 들어 실시예 G 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 임의의 진동판 구조를 대체할 수도 있다. 트랜스듀서 베이스는 본 명세서의 섹션 6에 기술된 선형되는 설계에 따라 설계된 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하학적 구조를 포함한다. 이 실시예에서, 베이스는 하우징의 일부를 형성한다. 트랜스듀서 베이스에 대한 자세한 설명은 이 명세서의 섹션 5.2.5에도 제공된다.
- [1226] 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리(Y117)는 진동판 서스펜션 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스에 선형으로 결합된다. 이 실시예에서, 강자성 유체 서스펜션 시스템은 섹션 5.2.5에 설명된 바와 같이 사용된다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 실시예 G와 관련하여 섹션 2.2에 기술된 서스펜션 시스템 중 임의의 하나가 대신 사용될 수 있다.
- [1227] 또한, 본 명세서의 섹션 5.2.5에 상세히 더 기술된 바와 같이, 하우징 내에 수용된 원위치의 진동판 어셈블리는 하우징의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 그러나, 이 실시예의 대안적인 구성에서, 진동판 어셈블리는 원위치에서 관련 하우징과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 가지지 않을 수 있다.
- [1228] 도 85 및 도 87에 도시된 바와 같이, 실시예 Y의 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서를 수용하도록 구성된 디바이스의 서라운드 내에 하우징되는 것이 바람직하다. 하우징은 애플리케이션에 따라 특정 오디오 디바이스를 구성하는 데 필요한 임의의 유형이 될 수 있다. 이 실시예의 선형되는 구현 예에서, 오디오 트랜스듀서는 개인용 오디오 디바이스 내에, 특히 헤드폰 디바이스의 헤드폰 컵과 함께 하우징된다. 헤드폰 컵은 또한 공진을 저감시키

고 및/또는 베이스 부스트를 완화하는데 도움이 되도록, 동작 중에 제1 캐비티로부터 또다른 에어 볼륨으로 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 임의의 형태의 유체 통로를 포함할 수 있다. 이 구현은 이 명세서의 섹션 5.2.5에서 더 자세하게 설명된다.

- [1229] 오디오 트랜스듀서를 하우징에 장착하기 위한 분리 장착 시스템(Y204)이 제공된다. 실시예 Y의 분리 장착 시스템은 본 명세서의 섹션 5.2.5에 상세히 기술되어 있으며, 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에서 설명된 것과 유사하다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 분리 장착 시스템은 예를 들어, 실시예 U와 관련하여 섹션 4.2.3에 설명된 분리 장착 시스템; 또는 이 명세서의 섹션 4.3에 요약된 설계 원리에 따라 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 장착 시스템을 포함하는, 본 명세서에 기술된 임의의 다른 분리 장착 시스템으로 대체될 수 있다.
- [1230] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 자기장을 생성하는 내부 및 외부 폴 피스를 갖는 영구 자석, 및 동작 가능하게 자기장에 연결된 하나 이상의 코일 형태의 하나 이상의 힘 전달 또는 발생 컴포넌트를 포함하는 전자기 여기/변환 메커니즘을 포함한다. 이것은 이 명세서의 섹션 5.2.5에 상세히 기술되어 있다. 이 실시예의 대안적인 구성에서, 트랜스듀싱 메커니즘은 예를 들어, 본 명세서의 섹션 7에 요약된 압전, 정전기 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘을 포함하는 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 메커니즘으로 대체될 수 있다.
- [1231] 실시예 Y의 오디오 트랜스듀서는 스피커와 같은 전기 음향 트랜스듀서와 관련하여 설명된다. 오디오 트랜스듀서의 일부 가능한 애플리케이션은 이 명세서의 섹션 8에 약술되어 있다. 또한, 오디오 트랜스듀서는 디바이스의 오디오 트랜스듀서를 실시예 Y의 오디오 트랜스듀서로 대체함으로써 본 명세서의 섹션 5에 요약된 개인용 오디오 디바이스 중 임의의 하나로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예 Y의 오디오 트랜스듀서는 실시예 P, K, W 및 X 개인용 오디오 디바이스 각각에 대해 섹션 5.5.1 - 5.5.4에 기술된 서라운드 또는 하우징 중 어느 하나 내에 하우징되거나, 본 명세서의 섹션 5.2.8에 요약된 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스 구현, 수정 또는 변형과 관련하여 포함될 수 있다.
- [1232] 실시예 Y 오디오 트랜스듀서는 일부 구성에서는 본 명세서의 섹션 7에 상세히 설명된 바와 같은 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서로서 달리 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [1233] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 실시예 Y의 다음 시스템, 구조, 메커니즘 또는 어셈블리, 즉 진동판 어셈블리 및 구조, 진동판 서스펜션 시스템, 트랜스듀서 베이스, 변환 메커니즘; 분리 장착 시스템; 및/또는 및/또는 에어 누출 유체 통로 및/또는 인터페이스의 밀봉성을 포함하는 하우징 중 임의의 하나 이상을 포함하는 구성일 수 있다.
- [1234] 2. 강성 진동판 구조 및 어셈블리 및 이를 포함하는 오디오 트랜스듀서(RIGID DIAPHRAGM STRUCTURES AND ASSEMBLIES AND AUDIO TRANSDUCERS INCORPORATING THE SAME)
- [1235] 2.1 서론(Introduction)
- [1236] 일반적인 원추형 또는 반구형 진동판 기하 구조가 주 피스톤 방향에서 강성을 제공하지만 얇은 막 기하 구조가 얇은 강성을 통해 모든 가능한 공진 모드에 효과적으로 견딜 수 없기 때문에, 이러한 모드는 예를 들어 여기의 최소화 또는 댐핑의 적용을 통해 대신 '관리된다'. 몇 가지 경우에는 균형 잡힌 공진을 막기 위해 단단한 재료와 기하 구조를 사용할 수 있지만, 진동판이 막이기 때문에, 설계가 전체 동작 대역폭에 걸쳐 공진 없는 행동을 달성하는 데 적합하지 않으므로, 최고의 스피커 뒤에 설계 과정에서 공진 관리의 요소가 항상 있다.
- [1237] 가장 흔한 얇은 막과 달리 두꺼운 강성-유형 진동판을 포함하여 매우 다양한 종류의 스피커 설계가 존재한다. 두꺼운 진동판 구조는 박막 진동판에서 나타나는 기계 공진 문제를 완화하기 위한 의도이다. 그러나, 공진 주파수에서 두꺼운 설계의 진동판은 외부 장력/압축 및/또는 내부 전단 응력을 나타낼 수 있어, 이는 진동판이 변형되게 하여 사운드 변환의 품질에 영향을 미친다.
- [1238] 다음은 트랜스듀서의 동작 및 품질을 향상시키기 위해 바람직하게는 오디오 트랜스듀서의 FRO 외부에 있는 비교적 높은 주파수로 진동판 공진 모드를 밀기 위해 강성의 원리를 사용하는 것에 초점을 맞춘 새로운 진동판 구조 및 이를 포함한 오디오 트랜스듀서 어셈블리를 설명한다.
- [1239] 2.2 강성 진동판 구성(Rigid Diaphragm Configuration)
- [1240] 다양한 진동판 구조 구성이 이제 몇 가지 예를 참조하여 설명될 것이다.
- [1241] 2.2.1 구성 R1 진동판 구조(Configuration R1 Diaphragm Structure)
- [1242] 전단 변형 및 다른 문제를 해결하도록 설계된 본 발명의 진동판 구조의 구성을 이제 도 1, 도 2 및 도 15에 도

시된 제1 실시예를 참조하여 설명한다. 이러한 진동판 구조의 형상 또는 형태, 재료, 밀도, 질량 및/또는 다른 특성에 대한 많은 변형이 가능하며, 다른 예를 사용하여 제한없이 몇몇 변형 예가 설명되고 예시될 것이다. 이 진동판 구조의 구성은 여기서는 간결함을 위해 구성 R1 진동판 구조로 지칭될 것이다. 진동판 구조는 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 사용하도록 구성된다. 명료함을 위해, 구성 R1의 진동판 구조의 다양한 선호되는 그리고 대안적인 요소 및/또는 특징이 다수의 상이한 예를 참조하여 먼저 설명될 것이며, 그 후 오디오 트랜스듀서에서 이러한 예들의 구현이 설명될 것이다.

[1243] 도 15 및 도 2g를 참조하면, 구성 R1의 진동판 구조(A1300)는 샌드위치 진동판 구조를 포함한다. 이 진동판 구조(A1300)는 동작 중에 몸체의 면에서 또는 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해, 진동판 몸체의 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 인접하여 진동판 몸체에 결합된 실질적으로 경량의 코어/진동판 몸체(A208) 및 외부 수직 응력 강화부(A206/A207)로 구성된다. 수직 응력 강화부(A206/A207)는 동작 중에 압축-인장 응력에 충분히 견디기 위해, 몸체의 외부에 및 적어도 하나의 면, 바람직하게는 (도시된 예에서와 같이) 적어도 하나의 주요 면(A214/A215) 위에, 또는 바람직하게는 몸체 내에서, 적어도 하나의 주요 면(A214/A215)은 직접 인접하여 그리고 실질적으로 근처에 결합될 수 있다. 바람직하게는, 수직 응력 강화부(A206/A207)는 적어도 하나의 주요 면 또는 표면(A214/A215)에 대해 거의 평행하게 배향되고, 각 관련 면에 의해 한정된 영역의 실질적인 부분 내에서 연장된다. 이 예에서, 구성 R1에 대해 선호되는 바와 같이, 수직 응력 강화부는 동작 중에 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위해, 진동판 몸체(A208)의 대향하는 주요 전면 및 후면(A214/A215) 각각 위에 강화 부재(A206/A207)를 포함한다. 달리 명시되지 않는 한, 진동판 몸체의 주요 면(face) 또는 주요 표면(surface)에 대한 언급은 (전기 음향 트랜스듀서의 경우) 음압의 발생에 크게 기여하거나, (음향 전기 트랜스듀서의 경우) 동작 중에 음압에 대응하여 진동판 몸체의 운동에 크게 기여하는 몸체의 외부 면 또는 표면을 의미하도록 의도된다. 주요 면 또는 표면이 진동판 몸체의 가장 큰 면 또는 표면일 필요는 없다.

[1244] 도 2g에 도시된 바와 같이, 진동판 구조(A101)는 코어 내에 내장된 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209)를 더 포함하고, 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위해 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 대해 일정한 각도로 배향된다. 이 예에서, 그리고 구성 R1에 대해 선호되는 바와 같이, 적어도 하나의 내부 강화 부재는 진동판 몸체의 시상면(A217)에 실질적으로 평행하게 배향된다. 상기 적어도 하나의 내부 강화 부재는 또한, 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 먼 및/또는 가장 먼 진동판 몸체의 주요 면의 주변 에지에 대해 실질적으로 수직일 수 있다. 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, 진동판 구조의 베이스 영역(A222) 또는 베이스는 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)가 대략 질량 중심(A218)을 나타내는 영역을 의미하도록 의도된다. 일부 실시예들에서, 베이스 영역은 또한 여기 메커니즘(예를 들어, 진동판 베이스 구조)의 일부를 결합하도록 구성된 영역일 수 있다. 내부 강화 부재(들)(A209)는 하나 이상의 외부 수직 응력 강화 부재(들)(A206/A207)(바람직하게는 양 측면에 - 즉, 각 주요 면) 상에 부착되는 것이 바람직하다. 내부 강화 부재(들)는 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고 및/또는 완화시키도록 동작한다. 바람직하게는 진동판 몸체의 코어 내에 복수의 내부 강화 부재(A209)가 분포되어 있다.

[1245] 진동판 몸체 또는 코어(A208)는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 재료로 형성된다. 코어 재료는 바람직하게는 발포 고무 또는 정렬된 3차원 격자 구조 재료이다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다. 대체 재료로는 폴리 메틸메타크릴아미드 폼, 35 폴리비닐클로라이드 폼, 폴리우레탄 폼, 폴리에틸렌 폼, 에어로젤 폼, 골판지, 발사 목재, 선택적 폼, 금속 마이크로 격자 및 허니콤이 있다. 이 예에서, 코어(A208)는 진동판 구조가 어셈블링될 때 그 사이에 위치된 하나 이상의 (바람직하게는 복수의) 내부 강화 부재(A209)를 구비하고, 서로 연결된 복수의 코어 부분을 포함한다. 대안적인 실시예에서, 코어(A208)는 내부에 내장된 하나 이상의 내부 강화 부재를 갖는 단일 부분을 포함한다.

[1246] 이 구성은 컴포넌트들 간의 시너지 상호 작용을 통해 개선된 파열(breakup) 동작을 제공한다. 1차/주요/대규모 진동판 파열 공진 모드와 관련된 인장 및/또는 압축 하중은 외부 수직 응력 강화부에 의해 주로 저항을 받으며, 이는 바람직한 형태로 부재들 간에 상당한 최대 물리적 분리를 가지므로(즉, 각 주요 면에 걸쳐 외부 수직 응력 강화 부재 사이의 분리는 진동판 몸체의 전체 두께임), I-빔 원리로 인해 진동판 굽힘 강성이 증가된다. 이러한 모드와 관련된 전단력은 주로 내부 강화 부재에 의해 저항을 받는다. 내부 강화 부재는 또한 상기 발포 고무 코어의 넓은 영역으로 전단 하중을 전달하도록 작용하여, 이에 의해 국부적인 폼 방울(blobbing) 공진 모드에 대하여 지지하는데 도움이 된다. 발포 고무 코어는 상기 수직 응력 강화부 및 반전단(anti-shear) 내부 강화 부재의 좌굴(buckling) 및 국부적인 횡단 공진을 최소화하도록 동작한다.

[1247] 구성 R1 진동판 구조는 이제 다양한 실시예를 참조하여 더욱 상세하게 설명될 것이나, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니라는 것을 인식할 것이다. 달리 언급되지 않는 한, 본 명세서에서 구성 R1 진동판 구조에 대

한 언급은 설명된 다음 예시적인 진동판 구조 중 임의의 하나, 또는 상술한 설계 특징을 포함하는 임의의 다른 구조를 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[1248] 도 1, 도 2 및 도 15의 실시예 A 오디오 트랜스듀서(버팀대를 갖는 회전 동작 진동판)에 도시된 구성 R1 진동판 구조의 선호되는 예이다. 도 1은 구성 R1 진동판 구조를 포함하는 본 발명의 실시예 A 오디오 트랜스듀서로 이후에 지칭되는 오디오 트랜스듀서 실시예를 도시한다. 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 상에 서스펜드된 진동판 어셈블리(A101)를 포함한다. 이 특정 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 베이스 구조(A115)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(A101)를 포함하지만, 구성 R1 진동판 구조는 선행 동작 트랜스듀서와 같은 대안적인 오디오 트랜스듀서 설계에서 사용될 수 있다. 도 2는 구성 R1 진동판 구조(A1300) 및 베이스 영역(A222) 또는 진동판 구조(A1300)의 단부면에 단단하게 연결된 진동판 베이스 구조(A222)를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)를 도시한다. 진동판 베이스 구조는 힘 발생 컴포넌트(A109) 및 서스펜션 시스템/힌지 어셈블리(A111)의 일부를 포함한다. 구성 R1 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리는 본 명세서에서 구성 R1 진동판 어셈블리로서 지칭될 수 있다. 도 15는 진동판 구조(A1300)를 도시한다. 이러한 진동판 구조(A1300)는 실질적으로 경량의 코어(A208), 외부 수직 응력 강화부(A206 및 A207) 및 내부 강화 부재(A209)로 구성된 단일 진동판을 포함한다.

[1249] 배경 섹션에서 설명한대로 진동판 코어 전단 및 굽힘 문제를 해결하기 위해 진동판은 몸체의 주요 면(A214, A215)에서 또는 그에 바로 인접하여 결합된 수직 (압축-인장) 응력 강화부(A206, A207), 및 몸체(A208)의 코어 재료 내에 내장된 내부 전단 응력 강화 부재(A209)를 결합한다. 이 예에서, 수직 응력 강화부는 진동판 몸체 코어(A208)의 전방 및 후방 주요 면(A214, A215) 상의 외부 버팀대(A206, A207)를 포함한다. 대안적인 구성에서, 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)는 사용 중에 인장-압축 변형에 견디기에 충분한 분리를 유지하기 위해 전방 및 후방 주요 면(A214, A215)의 아래에 위치할 수 있지만 여전히 충분히 근접할 수 있다. 내부 강화 부재(A209)는 코어 내에 내장된다. 내부 강화 부재(A209)는 코어 재료(A208)와는 별개이므로 진동판 몸체에 불연속을 형성한다. 선호되는 구성에서, 내부 강화 부재(A209)는 사용시 전단 변형에 충분히 견딜 수 있도록 주요 면에 대해 경사진다. 바람직하게는, 각도는 주요 면에 대해 40도 내지 140도 사이, 보다 바람직하게는 60도 내지 120도 사이, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80 도와 100도 사이, 또는 가장 바람직하게는 약 90도이다. 내부 강화 부재(A209)는 진동판 몸체(A213)의 관상면에 대략 직교하고 있다. 바람직하게는 내부 강화 부재(A209)는 진동판 몸체의 세지털과 거의 평행하다.

[1250] 수직 응력 강화부(Normal Stress Reinforcement)

[1251] 도 2 및 도 15를 참조하면, 본 실시예에서, 진동판 몸체(A208)는 적어도 하나의 실질적으로 평탄한 주요 면(A214/A215)을 포함하고, 수직 응력 강화부는 상기 실질적으로 평탄한 주요 면들 중 하나를 따라 연장되는 적어도 하나의 강화 부재(A206/A207)를 포함한다. 각 강화 부재(A206/A207)는 대응하는 주요 면(들)의 영역의 실질적인 또는 전체 부분을 따라 연장되거나, 다시 말해서 강화 부재는 대응하는 주요 면의 각 치수의 실질적 또는 전체 부분을 따라 연장된다. 대안적인 실시예들에서, 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면의 하나 이상의 치수를 따라 부분적으로만 연장될 수 있다.

[1252] 수직 응력 강화 양식(Normal Stress Reinforcement Form)

[1253] 진동판 몸체(A208)의 매끄러운 주요 면은 평탄한 면 또는 대안적으로(3차원으로 연장된) 만곡된 매끄러운 면일 수 있다. 각 수직 응력 강화 부재(A206/A207)는 진동판 몸체(A208)의 관련된 주요 면 상에 또는 직접 인접하여 결합하도록 구성된 관련 주요 면에 대응하는 프로파일을 구비한 하나 이상의 실질적으로 매끄러운 강화 판(A206/A207)을 포함한다. 강화 판(A206/A207)은 동작 중에 몸체의 대응 면에서 또는 인접하여 경험되는 압축-장력 응력에 대한 충분한 내성을 달성하기 위해 필요한 임의의 프로파일 또는 형상을 포함할 수 있으며, 본 발명은 임의의 특정 프로파일에 한정되도록 의도되지 않는다. 예를 들어, 각 강화 판은 솔리드일 수 있고, 일련의 버팀대로부터 형성될 수 있으며, 버팀대(struts)의 네트워크가 서로에 대해 교차할 수 있으며 또는 일부 지역에서는 천공되거나 움푹 파여 있을 수 있다. 각 판(A206/A207)의 주변은 매끄럽거나 노치(notch)가 있을 수 있다.

[1254] 도 1 및 도 2에 도시된 예에서, 각 수직 응력 강화 부재는 진동판 몸체(A208)의 대응하는 주요 면을 따라 연장되는 복수의 길다란 또는 길이 방향 버팀대(A206/A207)를 포함한다. 각 주요 면(A214, A215) 상에 제공된 실질적으로 평행하고 이격된 버팀대(A207)의 제1 시리즈/그룹은 대응하는 주요 면을 따라 실질적으로 길이 방향으로 연장하도록 구성된다. 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면의 길이 방향 축에 대해 및/또는 평행 버팀대(A207)의 그룹에 대해 소정 각도로 연장되는 하나 이상의 버팀대(A206)(바람직하게는 한쌍의 버팀대)를 더 포함

한다. 한 쌍의 버팀대(A206)는 서로에 대해, 바람직하게는 실질적으로 직각으로 경사지거나, 예를 들어 관련된 주요 면/평행 버팀대(A207)에 걸쳐 대각선으로 뻗어 있다. 따라서, 이 실시예의 수직 응력 강화 부재는 대응하는 주요 면의 실질적인 부분을 따라 연장되는 각진 버팀대의 네트워크를 포함한다. 2개 이상의 버팀대의 네트워크가 대응하는 주요 면을 충분히 덮거나 연장하여 그 면에 걸친 장력-압축 응력에 충분히 견딜 수 있다면, 다른 대체 구성에서 변화하는 상대적 방향으로 제공될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 이 특별한 예는 진동판 관성이 낮고 강성이 높기 때문에 성능 측면에서 바람직하다. 버팀대(A206)는 버팀대(A207)와 일체로 형성될 수 있거나, 서로 별개로 형성되어 기계적 기술의 분야에서 공지된 임의의 적합한 방법을 통해 서로 단단하게 결합될 수 있다.

[1255] 각 주요 면 상의 수직 응력 강화 부재는 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 멀리 및/또는 가장 멀리 연장되는 하나 이상의 영역에서 감소된 질량 영역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각 면(A214, A215) 상의 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)는 진동판 구조(A1300)의 베이스 영역(A222)으로부터 멀리 연장될수록 두께 및/또는 너비가 감소한다. 즉, 수직 응력 강화 버팀대(A206/A207)는 베이스 영역에 인접한 영역의 두께 및/또는 너비에 비해 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 먼 영역에서 감소된 두께 및/또는 너비를 포함한다. 이 예에서, 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)는 도 2b에 도시된 바와 같이 위치(A216)에서 너비가 감소한다. 너비의 감소는 계단형이지만(A216), 대안적으로 테이퍼링/점진적일 수 있다. 길이를 따라 균일한 두께, 너비 및/또는 질량을 갖는 버팀대는 구성 R1 진동판 내에서 또한 가능하다는 것을 이해할 것이다.

[1256] 수직 응력 강화 연결(Normal Stress Reinforcement Connection)

[1257] 수직 응력 강화 부재(A206/A207)는 기계 공학 분야에 공지된 임의의 적합한 방법을 통해 진동판 몸체(A208)의 대응하는 주요 면에 단단하게 결합/고정될 수 있다. 이 예에서, 각 수직 응력 강화 부재(A206/A207)는 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 비교적 얇은 접착제 층을 통해 진동판 몸체의 대응하는 주요 면에 본딩된다. 이것은 진동판 구조의 전체 중량을 상당히 감소시키는 효과를 가질 것이다.

[1258] 이 예에서, 버팀대(A207)는 내측 강화 부재(A209)에 직접 연결되어, 인장/압축 및 전단 변형 양자 모두가 각각 중간 유연성의 중요한 소스 없이 견딘다. 수직 응력 강화부(A206)의 면(A214/A215)에 있는 두개의 대각 버팀대(A206)가 진동판 면의 표면에 부착된다. 그들은 수직 응력 강화 버팀대(A207)를 통과하는 곳에서 안전하게 부착된다.

[1259] 모든 버팀대(A206 및 A207)는 또한 이 예에서 코일 권선(A204)의 긴 변 중 하나에 단단하게 연결된다. 모든 강화부는 진동판 코어(A208)에 잘 연결되어 있으며 이러한 연결부와 관련된 유연성을 최소화하기 위해 많은 겹침이 제공된다. 이들 진동판 부분은 에폭시 수지와 같은 접착제를 통해 서로 접촉되지만, 당업계에 공지된 다른 고정 방법(예를 들면, 패스너, 용접 등)이 또한 아니면 대안적으로 사용될 수 있다.

[1260] 느슨한 부착물, 진동판 몸체의 느슨한 부분 등을 피하도록 주의를 기울여야 한다. 이러한 것들은 사용시 덜컹거림으로 인해 원하지 않는 노이즈와 고조파를 발생시킬 수 있다.

[1261] 수직 응력 강화 재료(Normal Stress Reinforcement Material)

[1262] 각 수직 응력 강화 부재(A206/A207)는 비-복합 플라스틱 재료와 비교하여 비교적 높은 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 적절한 재료의 예는 알루미늄과 같은 금속, 산화 알루미늄과 같은 세라믹 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱과 같은 높은 비탄성률 섬유를 포함한다. 대안의 실시예에서는 다른 재료가 포함될 수 있다. 이 예에서, 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)는 약 450GPa의 영률, 약 2000kg/m³의 밀도 및 약 225MPa(kg/m³)의 비탄성률을 갖는 이방성의(anisotropic), 고탄성률 탄소 섬유 강화 플라스틱으로 제조된다(모든 도면이 매트릭스 바인더(matrix binder)를 포함함). 대안적인 재료가 또한 사용될 수 있지만, 변형에 견딜 때 충분히 효과적이기 위해서는 비탄성률이 바람직하게는 적어도 8MPa(kg/m³), 보다 바람직하게는 적어도 20MPa(kg/m³)이며, 또는 가장 바람직하게는 적어도 100MPa(kg/m³)이다.

[1263] 강화 재료는 진동판 몸체 코어 재료(A208)보다 높은 밀도, 예를 들면, 적어도 5배 이상 높은 것이 또한 바람직하다. 보다 바람직하게는, 수직 응력 강화 재료는 코어 재료의 밀도의 적어도 50배이다. 훨씬 더 바람직하게는 수직 응력 강화 재료는 코어 물질의 밀도의 적어도 100배이다. 이는 주요 면에 대한 질량 집중이 있음을 의미하고, 이는 즉, 솔리드 직사각형(solid rectangle)과 반대로 'I' 프로파일을 사용하여 빔의 관성 모멘트가 개선되는 것과 같은 방식으로 주요 진동판 굽힘 공진 모드에 대한 저항력을 향상시킨다. 대안적인 형태에서, 수직 응력 강화부는 이러한 범위를 벗어나는 밀도 값을 갖는다는 것을 알 수 있을 것이다.

[1264] 이 예에서, 수직 응력 강화에 사용하기에 적합한 재료는 알루미늄, 베릴륨 및 붕소 섬유 강화 플라스틱을 포함

할 수 있다. 많은 금속과 세라믹이 적합하다. 매트릭스 바인더가 없는 섬유의 영률은 900GPa이다. 바람직하게는, 버팀대는 섬유 강화 플라스틱과 같은 이방성 재료로 제조되며, 바람직하게는 복합재를 구성하는 섬유의 영률은 100GPa보다 높고, 보다 바람직하게는 200GPa보다 높고, 가장 바람직하게는 400GPa보다 높다. 바람직하게는, 섬유는 각 버팀대를 통해 실질적으로 일방향 배향으로 놓이고 버팀대가 배향 방향으로 제공하는 강성을 최대화하기 위해 관련 버팀대의 길이 방향 축과 실질적으로 동일한 방향으로 놓인다.

[1265] 수직 응력 강화 두께(Normal Stress Reinforcement Thickness)

[1266] 수직 응력 강화부의 두께는 강화부의 하나 이상의 치수를 따라/가로 질러 균일하거나 또는 대안적으로 하나 이상의 치수를 따라/가로 질러 변화할 수 있다.

[1267] 일부 가능한 수직 응력 강화 변형(Some Possible Normal Stress Reinforcement Variations)

[1268] 도 8, 도 9, 도 10, 도 11 및 도 12는 구성 R1 진동판 구조의 수직 응력 강화의 형태에 대한 몇 가지 가능한 변형을 보여준다. 이들은 이하에 설명되지만, 본 발명은 이들 특정 변형 예에 한정되는 것은 아니라는 것을 인식할 것이다. 본 명세서의 다른 섹션들에 다른 변형이 설명될 수 있고/있거나 관련 기술 분야의 당업자에 의해 예상되는 변형들 또한 본 발명의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다. 구성 R1의 상기 예에서 강화 재료, 강화 두께 및/또는 강화 연결 유형을 포함하는 진동판의 다른 특성은 또한 다음의 수직 응력 강화 변형에도 적용 가능하다.

[1269] 진술한 바와 같이, 구성 R1 진동판의 수직 응력 강화는 장력-압축 변형에 견디기 위해 주요 면의 표면을 따라 또는 가까이 덮거나 연장하기 위한 판, 포일 및/또는 버팀대 등의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[1270] 구성 R1 진동판 구조(A1300)의 수직 응력 강화 형태의 변형이 도 8에 나와 있다. 이 예에서, 수직 응력 강화부(A801)는 진동판 몸체의 각 주요 면(A214, A215)의 전체 부분을 실질적으로 덮는 포일 또는 실질적으로 단단하고 얇은 판을 포함한다. 이 변형은 또한 진동판 몸체의 코어 내에 내부 강화 부재(A209)를 갖는다.

[1271] 도 9에서 다른 변형을 볼 수 있다. 이 예에서, 수직 응력 강화부를 포함하는 진동판 구조의 적어도 하나의 주요(바람직하게는 각) 면의 경우, 수직 응력 강화부가 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 멀리 위치된 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 또는 그 근처에서 생략된다는 점을 제외하고는, 진동판 구조(A1300)는 도 8에 도시된 수직 응력 강화부(A801)와 유사한 수직 응력 강화부(A901)를 포함한다. 수직 응력 강화부는 진동판 구조의 베이스 영역(A222)(예를 들어, 진동판 어셈블리 중심 질량 영역 및/또는 여기 메커니즘)으로부터 멀리 떨어져있는 하나 이상의 주변 에지 영역에서 또는 그 근처에서 적어도 생략된다. 이 예에서, 다수의 단절 영역들(A902)은 사용시 여기 메커니즘의 일부를 결합하도록 구성된 진동판 몸체의 베이스 영역(A222)에 대향하고/하거나 가장 먼(즉, 진동판 베이스 프레임으로부터 가장 먼) 주요 면의 주변 에지 영역을 따라 및/또는 이에 인접하여 강화부가 없다. 진동판 베이스 프레임에서 가장 먼쪽). 강화부가 없는 영역(A902)은 바람직하게는 인접한 내부 강화 부재(A209) 사이에 실질적으로 위치한다. (진동판 구조 말단/팁에 가깝게) 강화부가 없는 각 주요 면의 에지 영역(A902)은 예를 들어 직사각형, 환형 또는 삼각형과 같은 3개의 호의 형상이지만, 많은 다른 형상이 충분할 수 있다. 이 예에서, 수직 응력 강화부를 갖는 각 주요 면에 대해, 진동판 구조는 또한 진동판 몸체의 베이스 영역(A222)과 대향하는 말단부 사이에서 연장되는 주요 면의 측면 에지에서 또는 그 인접한 대향하는 길이 방향 주변 에지 영역(A903)에서 수직 응력 강화부를 갖지 않는다. 이 예에서, 수직 응력 강화가 생략된 각 주요 면의 각 측부 에지 영역은 직선의 형상이거나 실질적으로 선형이지만, 예를 들어, 구불구불한(serpentine) 형상과 같이 많은 다른 형상이 충분할 수 있다. 예를 들어, 도 33은 수직 응력 강화부(D109-D111)와 유사한 변형을 도시하며, 여기서 수직 응력 강화부는 진동판 어셈블리(D101)의 각 진동판 구조의 각 주요 면의 영역(D118-D120)에서, 진동판 구조의 베이스로부터 먼 주요 면의 자유 주변 에지에서 또는 그 근처에서 생략된다. 각 진동판 구조에 대해, 각 주요 면의 중심 아치형 섹션은 수직 응력이 없고 반원형으로 형성되고 2개의 다른 결여된(devoid) 섹션은, 중심 섹션의 양 측면이 진동판의 각 측면 에지까지 연장된다.

[1272] 도 10은 영역(A1002)이 양쪽 주요 면에 수직 응력 강화부가 없는 구성 R1의 수직 응력 강화부에 대한 또 다른 유사한 변형을 보여준다. 이 변형 예에서, 영역(A1002)은 실질적으로 반원형이며 강화부(A1001)의 너비의 실질적인 부분을 가로 질러 연장된다. 진동판 구조의 각 주요 면의 에지 영역(A1003)은 각 면의 어느 한면 또는 그 근처에서 도 9의 변형과 유사한 선형 방식으로 수직 응력 강화부가 또한 없다. 도 9 변형에 따라, 영역(A1002)은 아치형이 아닐 수 있고/있거나 영역(A1003)이 대안적인 실시예에서는 선형이 아닐 수도 있다.

[1273] 도 11은 각 주요 면에서 수직 응력 강화부가 진동판 구조의 베이스에 인접한 영역에서의 두께에 비하여, 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 먼 수직 응력 강화부의 영역(A1102)(또는 관련된 주요 면)에서 감소된 두께

를 포함한다는 것을 제외하고는, 도 8의 포일 변형과 유사한 또 다른 변화를 도시한다. 두께의 변화는 단계 (A1103)에서 감소한다. 두께는 계단형이거나 대안적으로 테이퍼링/점진적일 수 있다. 이 변형에서, 각 주요 면에서 감소된 두께(A1102)의 진동판 구조의 영역은 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 가장 먼 주요 면의 팁/에지 영역에 가장 가까운 영역이다. 이 예에 표시된 진동판 구조는 반드시 구성 R1 구조 일 필요는 없지만 (아래 섹션 1.6에서 더 자세히 설명된 내부 강화 부재만 선택적으로 포함할 수 있음), 여기서는 구조 R1에서 채택될 수 있는 외부 수직 응력 강화부의 형태의 가능한 변형을 설명하려는 목적으로 포함된다는 것을 유의하는 것이 중요하다.

[1274] 또 다른 변형은 도 12에 나와 있다. 이러한 변형은 진동판의 각 주요 면 상에 수직 응력 강화부를 형성하기 위해 일련의 버팀대(A1201 및 A1202)가 사용된다는 점에서 도 1 및 도 2를 참조하여 상기 설명된 예와 유사하다. 이 실시예에서, 버팀대(A1202)는 각 주요 면의 진동판 몸체의 대향하는 측면에 인접하여 그러나 약간 이격되어 연장되고, 버팀대(A1202)는 각 주요 면을 가로 질러 대각선으로 연장되어 대향 측면 버팀대(A1202)의 단부로 연장되는 단일 가로대(cross brace)를 형성한다. 버팀대(A1201)는 진동판 구조의 베이스 영역(예를 들어, 여기 메커니즘을 결합하도록 구성된 영역)으로부터 멀리 있는 길이의 단면을 따라 감소된 두께를 포함한다. 두께의 변화는 계단형이지만(A1203), 대안적으로 테이퍼링/점진적일 수 있다. 그러나, 대안적인 실시예에서, 각 버팀대(A1202)는 감소된 너비 또는 감소된 질량을 포함할 수 있거나, 또는 길이의 전체 부분을 따라 균일한 두께, 너비 및/또는 질량을 가질 수 있다.

[1275] 전단 응력/내부 강화부(Shear Stress/Inner Reinforcement)

[1276] 전술한 바와 같이, 구성 R1의 진동판 구조는 코어 재료 내에 그리고 진동판 몸체(A208)의 한 쌍의 대향하는 주요 면(A214 및 A215) 사이에 내장/유지되는 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209)(전단 응력 강화부로도 지칭됨)를 포함한다. 이 예에서, 복수의 내부 강화 부재(A209)는 진동판 몸체의 코어 재료 내에 유지된다. 필요한 수준의 전단 응력 저항을 달성하기 위해 임의의 수의 부재(A209)가 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 대안적인 실시예들에서, 단 하나의 부재만이 몸체(A208) 내에 유지될 수 있다.

[1277] 이 예에서, 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209) 각각은 진동판 몸체의 코어 재료에 분리되어 결합되어, 코어 재료에 의해 제공되는 임의의 전단 저항과 별도로 응력 강화부의 평면에서의 전단 변형에 대한 저항성을 제공한다. 또한, 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209) 각각은 동작 중 전단 변형에 견디기에 충분한 상기 주요 면 중 적어도 하나에 대해 소정 각도로 코어 재료(A208) 내에서 연장된다. 바람직하게는, 각도는 주요 면에 대해 40도와 140도 사이, 보다 바람직하게는 60도와 120도 사이, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80도와 100도 사이, 또는 가장 바람직하게는 90도이다. 이 예에서, 각 내부 강화 부재(A209)는 진동판 몸체(A208)의 시상면에 실질적으로 평행하게 연장되고 한 쌍의 대향하는 주요 면 및 수직 응력 강화 부재(A206/A207)에 대략 직교하게 연장된다. 실질적으로 또는 거의 직교하는 강화재를 갖는 것은 전단 응력 저항성을 최대화한다.

[1278] 전단 응력 강화 형태(Shear Stress Reinforcement Form)

[1279] 이 예에서, 각 내부 강화 부재(A208)는 판(plate)(A209)이다. 판은 동작 중에 진동판 몸체(A208) 상의 전단 응력의 원하는 저항 레벨을 달성하는데 필요한 임의의 프로파일 또는 형상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각 내부 강화 부재는 판일 수 있고, 판은 일부 영역에서 솔리드(solid)하거나 천공될 수 있거나, 일련의 버팀대, 서로 엇갈리게 교차하는 버팀대의 네트워크로부터 형성될 수 있다. 각 부재(A209)의 주변은 매끄럽거나 노치가 있을 수 있다. 이 예에서, 각 내부 응력 강화 부재는 실질적으로 빈 데가 없는 판(A209)을 포함한다. 판(A209)은 진동판 구조(A101)의 조립된 형태의 코어 재료 내에서 서로에 대해 실질적으로 이격된(바람직하게는, 반드시 아니지만, 균일하게 이격되어 있음) 평행한 방식으로 연장된다. 각 판(A209)은 진동판 몸체(A208)의 단면 형상, 특히 진동판 몸체(A208)의 새지틸 단면을 가로 지르는 형상과 유사한 프로파일 또는 형상을 갖는다. 대안적으로, 각 내부 강화 부재(A209)는 동일 평면 상 버팀대들의 네트워크를 포함한다. 또한, 대안적인 실시예들에서, 판 및/또는 버팀대는 코어 재료 내에서 3차원에 걸쳐 연장될 수 있다.

[1280] 각 내부 강화 부재(A209)는 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 가장 먼 진동판 몸체(A208)의 하나 이상의 주변 영역(예를 들어, 진동판이 함께 조립될 때 진동판 어셈블리의 질량 중심을 나타내는 위치) 쪽으로 실질적으로 연장된다. 이 예에서, 이 주변 영역은 진동판 몸체(A208)의 테이퍼링된 말단부이다.

[1281] 전단 응력 강화 재료(Shear stress reinforcement material)

[1282] 각 내측 강화 부재(A209)는 비복합(non-composite) 플라스틱 재료에 비해 비교적 높은 최대 비탄성률을 갖는 재료로 형성된다. 적절한 재료의 예는 알루미늄과 같은 금속, 산화 알루미늄과 같은 세라믹, 또는 탄소 섬유 강화

복합 플라스틱과 같은 고탄성 섬유를 포함한다.

- [1283] 바람직하게는, 각 내부 강화 부재는 비교적 높은 최대 비탄성률, 예를 들면, 바람직하게는 적어도 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 또는 가장 바람직하게는 적어도 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 를 갖는 재료로 형성된다. 많은 금속, 세라믹 또는 고탄성 섬유 강화 플라스틱이 적합하다. 예를 들어, 내부 강화 부재는 알루미늄, 베릴륨 또는 탄소 섬유 강화 플라스틱으로 형성될 수 있다.
- [1284] 바람직하게는 내부 강화 부재는 진동판 몸체(A213)의 관상면에 대해 약 +45도 및 -45 도의 방향으로 높은 탄성을 갖는다. 내부 강화 부재가 이방성이면, 바람직하게는 인장 압축이 관상면에 대해 약 ± 45 도에서 저항을 받는다. 만일 탄소 섬유라면, 바람직하게는 섬유의 적어도 일부가 관상면에 대하여 + 45도 각도로 배향된다. 일부 진동판 설계에서는 다른 방향, 예를 들어 힌지 어셈블리에 가까이와 같이 진동판에 하중을 가하는 지점 근처에 강성이 필요한 내부 강화의 영역이 있을 수 있다는 것을 유의해야 한다.
- [1285] 이 예에서, 내부 강화 부재(A209)는 약 69GPa 의 영률 및 약 $28\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는 0.01mm 두께의 알루미늄 포일로 제조될 수 있다. 이것은 단지 예시적인 것이며 제한하려는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다.
- [1286] 전단 응력 강화 두께(Shear Stress Reinforcement Thickness)
- [1287] 각 내부 강화 부재(A209)는 진동판 구조(A101)의 전체 중량을 감소시키도록 비교적 얇은 것이 바람직하지만 전단 응력에 대해 충분한 저항을 제공하기에 충분히 두껍다. 따라서, 내부 강화 부재의 두께는 진동판 몸체의 크기, 진동판 몸체의 형상 및/또는 성능 및/또는 사용된 내부 강화 부재(A209)의 수에 (비록 배타적이지는 않지만) 의존적이다. 구성 R1의 바람직한 실시예에서, 내부 강화 부재는 실질적으로 얇으며 공진의 파열 모드(breakup mode)에 대해 상당한 강성을 제공하도록 강화되는 진동판 몸체의 영역에 대응한다. 각 내부 강화 부재는 다음 식에 의해 결정되는 바와 같이 값 $x(\text{mm}$ 단위로 측정) 미만의 평균 두께를 포함하는 것이 바람직하다:
- $$x = \frac{\sqrt{a}}{c}$$
- [1288]
- [1289] 여기서, a 는 사용시 진동판 몸체에 의해 푸시될 수 있는 (mm 단위로 측정된) 에어의 영역이고, c 는 바람직하게는 $c = 100$, 보다 바람직하게는 $c = 200$, 또는 훨씬 더 바람직하게는 $c = 400$, 가장 바람직하게는 $c = 800$ 인 상수이다. 바람직하게는 각 내부 강화재는 0.4mm 미만, 보다 바람직하게는 0.2mm 미만, 보다 바람직하게는 0.1mm 미만, 보다 바람직하게는 0.02mm 미만의 두께인 재료로 제조된다.
- [1290] 이 예에서, 각 내부 강화 부재(A209)는 약 0.01mm 두께의 재료로 만들어진다.
- [1291] 전단 응력 강화 연결 유형(Shear Stress Reinforcement Connection Type)
- [1292] 진동판 구조의 조립 동안, 내부 강화 부재(A209)는 바람직하게는 대향하는 수직 응력 강화 부재(A206/A207) 중 어느 하나(진동판 몸체(A208)의 대향하는 주요 면 상에) 중 양 쪽에 단단하게 고정/결합된다. 대안적으로, 각 내부 강화 부재는 대향하는 수직 응력 강화 부재에 인접하여 연장되지만, 이들로부터 분리된다. 조립하는 동안, 각 내부 강화 부재(A209)는 기계 공학 분야에 공지된 임의의 적절한 방법을 통해 진동판 몸체(A208)의 코어 재료에 단단하게 결합/고정된다. 이 예에서, 부재(A209)는 에폭시 접착제의 비교적 얇은 층을 통해 코어 재료(A208) 및 바람직하게 상응하는 수직 응력 강화 부재(들)(A206/A207)에 본딩된다. 바람직하게는 접착제는 대응하는 내부 강화 부재의 중량의 약 70% 미만이다. 보다 바람직하게는 대응하는 내부 강화 부재(A209)의 중량의 60% 미만, 또는 50% 미만 또는 40% 미만, 또는 30% 미만, 또는 가장 바람직하게는 25% 미만이다.
- [1293] 내부 강화 부재(A209)는 바람직하게는 진동판 베이스 구조(A222) 또는 힘 발생 컴포넌트로부터 가장 멀리 있는 진동판 에지 영역까지 또는 그 근처까지 연장되고, 코일 권선(A109)이며, 여기서 진동판은 사용시 힘의 변화를 겪고, 질량의 큰 부분이 집중된다. 내부 강화 부재(A209)는 선호되는 구성에서 어느 한 측면 상의 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)에 결합된다. 내부 강화 부재는 모터 코일(A109)로부터 상기 모터 코일로부터 가장 멀리 떨어져 있는 진동판의 에지로의 방향으로 이어지는데, 이는 가장 큰 질량 농도(mass concentration)로부터 이들 에지가 멀리 떨어져 있기 때문에 일반적으로 특히 공진을 일으키기 쉽기 때문이다. 따라서 대부분의 버팀대와 모든 내부 강화 부재는 이러한 가장 먼 에지 쪽으로 바로 연장된다.
- [1294] 내부 강화 부재 및 대부분의 버팀대에 대한 이러한 방향의 효과는, 가장 낮고/낮거나 가장 문제가 있는 진동판 파열 주파수(breakup frequency)가 증가하여 진동판 성능을 최적화한다는 것이다. 내부 강화 부재에 의해 지지되지 않는 두께의 측면 에지는 모터 코일 및 진동판 어셈블리의 질량 중심을 포함하는 진동판 구조의 베이스 영역(A222)에 더 가깝기 때문에 공진이 덜 발생한다. 또한 측면의 변위를 수반하는 최저 주파수 공진은 그다지 손

상되지 않는 비틀림 모드(twisting mode)로 나타나는데, 그 이유는 거의 제로인 에어의 순 변위를 가지고, 진동판의 대칭성 및 전체적인 여기 때문에 대개 최소로만 여기되기 때문이다.

[1295] 일부 가능한 수직 응력 강화 변형(Some Possible Normal Stress Reinforcement Variations)

[1296] 내부 강화 부재(A209)는 코어 재료 내에 내장된 패널 및/또는 버팀대의 임의의 조합을 포함하고, 각각은 바람직하게 전단 응력에 충분히 견디기 위해 재료의 두께의 상당한 부분을 덮도록 연장된다. (도 1 및 도 2의 실시예 A 오디오 트랜스듀서에서 사용된 바와 같이) 가장 간단하고 가장 선호되는 버전은 도 49a 및 도 49b에 도시되고, 이에 따라 내부 강화 부재는 실질적으로 편평하고 실질적으로 얇은 포일이다.

[1297] 내부 강화 부재의 다른 형태가 대체될 수 있다. 예를 들어, 전형적인 크레인 구조의 중간 부분의 측면도에서 볼 수 있는 것과 유사한, 도 49c 및 도 49d에 도시된 삼각형의 버팀대의 네트워크이다. 경우에 따라, 전단 강화 기능은 평면에 엄격하게 배향되지 않더라도, 예를 들어 외부 수직 응력 강화 컴포넌트에 연결되어 있는 한, (도 49e 및 도 49f에 도시된 바와 같이) 알루미늄 호일이 주름져 있다면, 꽤 잘 수행될 수 있다.

[1298] 또한, 일부 변형 예에서, 내부 응력 강화 부재는 대응하는 진동판 몸체의 단면 형상에 따라 대안적인 형상(직사각형, 아치형 등)을 취할 수도 있다. 예를 들어, 도 41에 도시된 실시예 G 오디오 트랜스듀서에서, 내부 응력 강화 부재(G109)는 진동판 몸체(G108)의 단면 형상에 일치하도록 실질적으로 직사각형이다. 또 다른 변형이 도 45에 도시되어 있으며, 여기서 내부 강화 부재(G603)가 진동판 몸체(G602)의 단면 형상에 대응하도록 실질적 사다리꼴을 포함한다.

[1299] 구성 R1의 내부 응력 강화의 형태에 대한 몇몇 가능한 변형은 위에서 설명되었지만, 본 발명은 이러한 특정 변형에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 본 명세서의 다른 섹션들에 기술될 수 있는 다른 변형들 및/또는 관련 기술 분야의 당업자에 의해 예상되는 변형들 또한 본 발명의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다. 상기 구성 R1의 예에서 강화 재료, 강화 두께 및/또는 강화 연결 유형을 포함하는 진동판의 다른 특성은 이러한 구성 R1 진동판 변형에도 또한 적용 가능하다.

[1300] 진동판 몸체(Diaphragm Body)

[1301] 도 2 및 도 15를 다시 참조하면, 구성 R1 진동판 구조(A1300)의 이러한 예에서, 진동판 몸체(A208)의 주요 면(A214 및 A215)은 수직 응력 강화 부재(A206 및 A207)가 부착될 수 있는 적절한 프로파일을 허용하도록 실질적으로 매끄럽다. 표면은 바람직하게는 상당히 편평한데, 그 이유는 대응 수직 응력 강화부가 비교적 직선형이어서 적어도 내부 강화 부재(A209)에 의해 지지되지 않는 위치 및 방향에서 좌굴(buckling)되기 어렵다면, 더 최적의 강성을 제공하기 때문이다. 특히 일관성 없는 또는 불규칙한 형태를 갖는 진동판 코어(A208), 예를 들어 불규칙한 벽 및/또는 공동을 갖는 허니콤 코어가 사용된다면, 진동판 몸체의 주요 면의 전체 외주변 프로파일은 가장 바람직하게는 실질적으로 매끄러운데, 그 이유는 국부적인 공진을 최소화하는데 도움이 되도록 벽이 강화부에 횡방향 지지를 제공하고, 전체 진동판 강성을 제공하기 위하여 강화부가 코어에 강성을 제공할 수 있도록, 강화부는 그것이 지나가는 각 벽에 부착될 수 있기 때문이다.

[1302] 이 예에서, 조립될 때 진동판(A101)은 실질적으로 웨지 형상의 몸체(A208) 및/또는 단면이 실질적으로 삼각형인 몸체를 포함한다. (진동판 몸체(A217)의 시상면에 평행한) 회전 트랜스듀서의 진동판 몸체의 일반적인 단면 형상이 바람직하게는 실질적으로 삼각형 또는 웨지 형상이지만, 직사각형, 연(kite) 형상 또는 휘어진(bowed) 프로파일과 같은 다른 기하 구조도 또한 구성 R1의 대안적인 변형에서 가능하며, 본 발명은 이 특정 예의 형상에 한정되는 것으로 의도되지 않는다.

[1303] 다이아몬드 횡단면 프로파일은 직선 동작 트랜스듀서와 잘 맞지만, 다른 프로파일, 예를 들어, 사다리꼴, 직사각형 또는 휘어진 프로파일도 대안적인 변형에서 가능하다.

[1304] 도 45에 도시된 사다리꼴 프로파일과 같은 대략 볼록한 프로파일은 일반적으로보다 우수한 파열(break-up) 특성을 가지며, 더 가볍기 때문에 일반적으로 선호된다.

[1305] 진동판 몸체 코어 재료(Diaphragm Body Core Material)

[1306] 진동판 어셈블리(A101) 또는 진동판 구조(A1300)는 밀도는 16kg/m^3 이고 비탄성률 $0.53\text{MPa}/(\text{kg/m}^3)$ 인 발포 폴리스티렌 또는 밀도가 낮고(이상적으로 100kg/m^3 미만) 비탄성률이 높은 특성을 갖는 다른 코어 재료와 같은 발포 고무인 코어 재료(A208)로부터 형성된 테이퍼링된 웨지형 진동판 몸체를 포함한다(그러나 많은 다른 기하 구조로 구성될 수 있음).

- [1307] 코어(A208)는 바람직하게는 발포 고무 또는 정돈된 3차원 격자 구조 재료와 같은 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 가볍고 상당히 단단한 재료이다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 발포 폴리스티렌 폼이 선호되는 재료이지만, 적합한 대안적인 재료로는 폴리메틸 메타크릴아미드 폼, 에어로젤 폼, 골판지, 금속 마이크로 격자 알루미늄 허니콤, 아라미드 허니콤, 및 발사 목재를 포함할 수 있다. 당업자에게 자명한 다른 재료도 또한 예상되며, 본 발명의 범위로부터 배제되도록 의도되지는 않는다.
- [1308] 진동판 몸체(A208)의 코어 재료는 (예를 들어 외부 및 내부 강화부의 분리 상태에서) 진동판 구조(A101)의 나머지 컴포넌트와 분리되어 비교적 낮은 밀도를 갖는다. 이 예에서, 코어 재료는 약 100kg/m^3 미만인 밀도, 보다 바람직하게는 약 50kg/m^3 미만, 훨씬 더 바람직하게는 약 35kg/m^3 미만, 가장 바람직하게는 약 20kg/m^3 미만의 밀도를 갖는다. 대안적인 형태에서 진동판 몸체의 코어 재료는 이러한 범위를 벗어나는 밀도 값을 가질 수 있음을 이해할 것이다. 이것은 진동판이 과도한 질량을 더하지 않고 비교적 두껍게 만들어질 수 있다는 것을 의미하며, 이는 강성을 증가시키고 질량을 감소시켜 파열 공진에 대한 내성을 향상시킨다.
- [1309] 진동판 어셈블리는 내부 전단 응력과 외부 수직 강화부의 매우 단단한 골격을 포함하지만, 일부 경우에는 국부적인 횡방향 공진에 대한 골격 컴포넌트를 지지하고 골격 컴포넌트들 간의 영역에서 국부적인 '방울(blobbing)' 공진에 대해 자체를 지지하기 위해 몸체 재료가 여전히 요구된다. 진동판 구조의 나머지 컴포넌트와 격리되어 (예를 들어, 외부 및 내부 강화부와 격리되어) 진동판 몸체(A208)는 바람직하게는 비교적 높은 비탄성률을 갖는다. 이 예에서, 구조의 나머지 컴포넌트와 격리되어 진동판 몸체(A208)는 약 $0.2\text{MPa}/(\text{kg/m}^3)$ 보다 높은 비탄성률을 가지며, 가장 바람직하게는 약 $0.4\text{MPa}/(\text{kg/m}^3)$ 보다 높은 비탄성률을 가진다. 대안적인 형태로 진동판 몸체가 이러한 범위를 벗어나는 비탄성률 값을 가질 수 있음을 알 수 있을 것이다. 높은 비탄성률은 진동판 몸체가 국부적인 '횡방향' 및 '방울' 공진 모드에 대해 각각 골격, 특히 자체 무게를 지탱할 수 있음을 의미한다.
- [1310] 진동판 몸체 두께(Diaphragm body thickness)
- [1311] 진동판 몸체(모든 몸체 부분(A208)로 구성됨)는 (가장 두꺼운 영역에서) 실질적으로 두껍다. 본 명세서에서, 그리고 달리 특정하지 않는 한, 실질적으로 두꺼운 진동판 몸체를 언급하는 것은 몸체를 가로지르는 최대 대각선 길이(A220)(이하 진동판 몸체의 최대 진동판 몸체 길이 또는 최대 길이라고도 함)와 같은 적어도 몸체의 최대 치수와 비교하여 비교적 두꺼운 최대 두께를 적어도 포함하는 진동판 몸체를 의미하는 것으로 의도된다. (대부분의 실시예에서와 같이) 3차원 몸체의 경우, 대각선 길이 치수는 3차원에서 몸체의 두께/깊이 및 너비를 가로질러 연장될 수 있다. 진동판 몸체는 반드시 하나 이상의 치수를 따라 실질적으로 두꺼운 균일 한 두께를 필수적으로 포함하지 않을 수 있다. 최대 치수와 관련하여 비교적 두껍다는 문구는 예를 들어 (최대 몸체 길이(A220)와 같은) 최대 치수의 적어도 약 11%를 의미할 수 있다. 보다 바람직하게 최대 두께(A212)는 몸체(A220)의 최대 치수의 적어도 약 14%이다. 본 명세서에서, 실질적으로 두꺼운 진동판 몸체에 대한 최대 두께는 두께 치수에 실질적으로 수직인 진동판 몸체의 길이 치수(이하 진동판 몸체 길이(A211)라고도 함)와 관련될 수도 있다. 이 문맥에서 비교적 두껍다는 문구는 진동판 몸체 길이(A211)의 적어도 약 15%, 또는 보다 바람직하게는 진동판 몸체 길이(A211)의 적어도 약 20%를 의미할 수 있다. 일부 실시예들에서, 진동판은 질량 위치(A218)(진동판 어셈블리에 의해 나타냄)로부터 진동판 몸체의 가장 먼 주변까지의 진동판 반경(또는 길이 치수)에 비하여 비교적 두꺼운 것으로 고려될 수 있다. 이 문맥에서 비교적 두껍다는 문구는 최대 진동판 반경(A221)의 적어도 약 15%, 또는 보다 바람직하게는 최대 반경(A221)의 적어도 약 20%를 의미할 수 있다. 일부 실시예들에서, 특히 회전 동작 드라이버의 경우, 진동판 몸체 길이(A211)는 회전축으로부터 가장 먼 주변 에지까지 측정될 수 있다.
- [1312] 본 실시예에서, 진동판이 회전 동작 트랜스듀서 용으로 설계되는 경우, (적어도 가장 두꺼운 영역에서) 진동판 몸체 두께(A212)는 (회전축(A114) 또는 베이스 영역(A222)으로부터 진동판 몸체의 대향하는 말단부/팁까지의 길이인) 진동판 몸체 길이(A211)에 비하여 실질적으로 두껍다. 바람직하게는, 진동판 몸체 두께(A212)의 길이(A211)에 대한 비율은 전술한 바와 같이 적어도 15% 또는 가장 바람직하게는 적어도 20%이다.
- [1313] 바람직하게는 최대 두께의 영역은 진동판 구조의 베이스 영역이다.
- [1314] 두께가 증가하면 특히 수직 응력 강화부가 외부 표면에 위치하는 경우 및 진동판 몸체에 여기에 설명된 것과 같은 전단 강화부가 있는 경우 진동판의 전반적인 강성이 불균형하게 증가할 수 있다.
- [1315] 각도 탭(Angle Tabs)
- [1316] 도 2g를 참조하면, 본 실시예에서, 특히 코일 권선(A109), 스페이서(A110) 및 샤프트(A111)를 포함하는 내부 강화 부재(A209)와 진동판 베이스 구조(A222) 사이의 전단 하중에 대한 단단한 연결을 돕기 위해, 진동판 몸체/웨

지(A208)의 베이스 내측에 다수의 각도 탭(A210)이 삽입되어 부착(또는 단단하게 고정)되고, 각 탭은 스페이서(A110) 및 내부 강화 부재(A209)와 큰 접촉 표면적을 제공하여 연결의 강도를 향상시킨다. 이 예에서, 4개의 탭이 사용되지만, 임의의 수의 탭이 이용될 수 있으며, 이는 일반적으로 내부 강화 부재(A209)의 수 및/또는 진동판 몸체(A208)를 구성하는데 사용되는 부분의 수에 의존할 것라는 것을 알 것이다.

[1317] 일단 모든 각도 탭(A210)이 진동판 몸체/웨이(A208) 내에 부착되면, 진동판 몸체/웨이 구조(A208)는 에폭시 수지와 같은 비교적 단단한 접착제를 사용하여 관련된 트랜스듀서 어셈블리의 코일, 스페이서 및 샤프트에 접촉된다.

[1318] 많은 접착제가 강도를 향상시키기 위해 연화제를 함유하고 있지만 강성이 가장 중요한 여기에 설명된 많은 다른 응용뿐만 아니라 이 응용에서 해로울 수 있다. 강도 고려 사항에 따라 연화제가 포함되지 않은 수지를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 유리 섬유는 적층에 사용되는 에폭시 수지가 적합할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[1319] 생산 방식(Method of production)

[1320] 본 예의 진동판 구조(A1300)의 대량(bulk) 제조 방법을 이하에 설명한다. 개별적인 방법 또는 대량 생산을 위해 다른 방법이 이용될 수 있으며, 본 발명은 이 특정 예에 한정되는 것으로 의도되지 않는다는 것을 이해할 것이다.

[1321] 본 예의 경우, 초기에 코어(A208) 및 내부 강화 부재(A209)를 포함하는 웨지가 형성된다. 내부 강화 부재 재료(A209)의 다수(이 경우에는 4개)의 큰 시트는 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제를 사용하여 코어 재료(A208)의 다수(이 경우에는 5개)의 큰 시트 사이에 적층(laminate)된다. 일단 경화되면, 적층판은 이 특정 예에서 예를 들어 웨지(A208)와 같은 조각으로 (또는 다른 변형에서 진동판 몸체에 필요한 형상이 무엇이든) 슬라이스된다. 각 조각/웨이(A208)는 도 2 및 도 15에 도시된 바와 같이 하나의 진동판 몸체(A208)를 형성하고, 관련된 변환 메카니즘(예를 들어 코일 권선)의 힘 발생 컴포넌트 및/또는 진동판 베이스 구조(A222)와 같은 다른 컴포넌트에 부착된다. 그런 다음 수직 응력 강화부는 웨지 적층판의 주요 면에 연결될 수 있다. 대안적인 실시예들에서, 진동판 구조는 각 개별 진동판 구조를 개별적으로 형성하는 것과 같은 다른 방법을 사용하여 형성된다는 것을 알 수 있다.

[1322] 사용시 박리를 방지하기 위해 충분해야 한다는 제약 조건 하에, 내부 전단 응력 강화 부재와 수직 응력 강화부를 서로 또는 진동판 코어에 결합시키는 데 사용되는 접착제의 질량을 최소화하는 것이 바람직하다. 이는 접착제가 구조물의 성능, 특히 강성에 비례하여 기여하지 않기 때문이다. 바람직하게는 접착제는 대응하는 내부 강화 부재의 단위 면적당 질량의 약 70% 미만이다. 보다 바람직하게는 대응하는 내부 강화 부재의 단위 면적당 질량의 60% 미만, 또는 50% 미만 또는 40% 미만, 또는 30% 미만, 또는 가장 바람직하게는 25% 미만이다.

[1323] 얇은 접착제 층을 수직 또는 전단 강화 부재에 적용하기 위하여, 상기 부재를 진동판 코어 재료에 접착하기 위한 준비로서, 몇 가지 적합한 방법이 존재한다. 하나의 방법은 접착제가 미세한 스프레이의 형태로 도포되는 것을 포함한다. 또 다른 방법은 접착제를 초기에 과도하게 도포한 다음, 예를 들어 마찰 또는 브러싱 동작에 의해 최소량 및 균일한 양의 접착제가 남을 때까지 제거하는 것을 포함한다. 이러한 두 방법 모두의 경우 접착제의 점도가 낮으면 유리하다.

[1324] 접착제가 얼마나 많이 도포되었는지를 결정하는 유용한 방법은 색상의 음영을 시각적으로 결정하는 것이다. 노란색인 에폭시 수지가 사용되면 접착제의 더 두꺼운 부분은 (예를 들어) 알루미늄 호일 시트에 적용될 때 노란색의 더 어두운 색조가 된다. 정확한 스케일은 접착제가 도포되기 전후에 강화재의 질량을 측정하는 데 사용될 수 있으며, 이 정보는 도포된 접착제의 전체 질량을 나타내는 데 사용될 수 있다. 접착제를 도포할 때, 얇은 층은 폴리스티렌 폼의 코어에 매우 만족스러운 접착력을 제공할 수 있는데, 예를 들어 알루미늄 강화 시트는 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 만큼 낮은 단위 면적당 질량이 도포되는 에폭시 수지를 사용하여 발포 폴리스티렌 코어에 적절히 접촉될 수 있다. 이 층의 두께는 약 $0.5\mu\text{m}$ 이다. 강화재의 양쪽 면이 접착제를 요구할 때, 코어 재료의 두개의 조각 사이에 적층된 단일 강화 부재의 경우에, 접착제 질량은 두배가 된다.

[1325] 접착제는 (코어가 아닌) 강화 부재의 표면에만; (강화 부재가 아닌) 코어의 표면에만; 또는 서로 접촉되는 강화 부재와 코어의 양 표면에만 도포될 수 있다.

[1326] 접착제는 코어 재료에 가능한 한 선택적으로 도포되어, 강화재와 접촉하는 부분만 코팅되고 반면에 코어의 작은 모든 폐색부(occlusion)는 코팅되지 않는데, 그 이유는 폐색부가 내부 강화재와 접촉하지 않을 것이기 때문에, 접착제를 도포하면 강도를 향상시키지 않고 질량을 증가시킬 것이기 때문이다. 이 결과를 얻는 한 가지 방법은

접착제 도포 보드 또는 시트, 예를 들어, 테프론 또는 UHMWPE 시트에 접착제를 얇게 (예를 들어, 앞에서 설명한 방법을 사용하여) 도포하는 것이다. 코어 재료는 그 다음에 접착제 도포 보드 상의 접착제에 놓여지며(dabbed), 이는 편평한 표면 상에 위치하여, 패색부를 채우지 않고 접착제가 코어의 정확한 부분, 즉 기관에 접촉하는 부분으로 전달된다.

- [1327] 사용되는 접착제의 질량을 최소화하는 것이 바람직하며, 이 접착제는 컴포넌트를 적절히 서로 접착할 수 있으며 일부 시행 착오가 사용된다. 효과적인 접착제의 양은 부착되는 강화재 및 핵심 재료의 유형에 따라 달라질 수 있다.
- [1328] 강화 부재와 코어 재료를 적층할 때는, 접착제가 경화되면서 이들 부분이 적절히 결합되도록 보장하는 것이 중요하다. 이를 달성하기 위한 방법 중 하나는 먼저 부착할 순서로 부분들을 쌓은 다음 예를 들어 무게를 적용하여 힘을 가하는 것이다. 지그(jig)는 힘이 고르게 적용되는 것을 보장하도록 구성될 수 있다. 이러한 지그는 적층 스택이 놓이는 베이스 보드, 및 적층 스택의 상부를 베이스 보드 쪽으로 밀어주는 상부 보드를 포함할 수 있다. 지그는 또한 (필요할 경우) 힘이 가해질 때 적층 스택 내의 부분들이 옆으로 미끄러지는 것을 방지하는 데 도움이 되는 측면 가이드를 포함할 수 있다.
- [1329] 적용해야 할 압력을 결정하는 한 가지 방법은 예를 들어 먼저 실험에 의해 또는 제조업체의 명세서를 조사함으로써 코어의 성능(특히 비탄성률)을 상당히 감소시키는 손상을 주지 않고 적용할 수 있는 최대 값을 확인하고, 그 후 안전 마진을 제공하기 위해 이를 다소 감소시키는 것이다. 예를 들어, 이 압력을 50% 감소시키는 것이 효과적이고 안전한 목표가 될 수 있다. 대안적인 선호되는 대량 제조 방법은 적층 스택이 과도하게 압축되는 것을 기계적으로 제한하는 스톱퍼를 포함하는 지그를 포함한다.
- [1330] 구성 R1 진동판 구조가 통합된 오디오 트랜스듀서(Audio Transducer Incorporating the Configuration R1 Diaphragm Structure)
- [1331] 구성 R1 진동판 구조는 오디오 트랜스듀서 어셈블리에서 사용하도록 의도되고 구성되며, 그 예는 도 1에 도시되어 있다. 이 예에서, 진동판 구조(A1300)는 제1 선호되는 실시예 A 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 따라 사용하도록 구성된다. 실시예 A 트랜스듀서 어셈블리는 회전 동작 오디오 트랜스듀서 어셈블리이다. 조립된 상태에서, 트랜스듀서는 진동판 어셈블리(A101)가 결합되고 이에 대해 회전하는 베이스 구조(A115)를 포함한다. 베이스 구조(A115)는 동작 중에 진동판 어셈블리(A101)가 베이스 구조에 대해 회전하게 하는 동작 메커니즘(actuating mechanism)의 적어도 일부를 포함한다. 오디오 트랜스듀서의 이 실시예에서, 전자기 동작 메커니즘은 동작 중에 진동판을 회전시킨다. 베이스 구조(A115)는 진동판 어셈블리(A101)에 인접한 몸체(A102)의 단부에서 대향되고 분리된 폴 피스(A103 및 A104)를 갖는 자석 몸체(A102)를 포함한다. 진동판 어셈블리(A101)는 진동판 구조(A1300), 및 진동판(A1300)의 베이스에 단단하게 결합되고 폴 피스(A103과 A104) 사이에 위치하여 진동판(A101)의 동작 단부에 결합되는 전자기 메커니즘의 코일을 갖는 진동판 베이스 구조(A222)를 포함한다.
- [1332] "진동판 구조" 및 "진동판 어셈블리"라는 용어가 오디오 트랜스듀서 실시예들 각 특정 특징의 조합을 지칭하는 것으로 본 명세서에서 사용되었지만, 이는 주로 간결성을 목적으로 이루어졌으며 용어는 그러한 특징들의 조합에 제한되는 의도가 아니라는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 본 명세서 및 청구범위에서, 가장 넓은 해석으로, 달리 언급하지 않는 한, 진동판 구조에 대한 언급은 적어도 진동판 몸체를 의미할 수 있고, 진동판 어셈블리에 대한 언급은 또한 적어도 진동판 몸체를 의미할 수도 있다. 진동판에 대한 언급은 진동판 구조 또는 진동판 어셈블리를 의미할 수도 있다.
- [1333] 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 전기 에너지를 오디오로 변환하도록 구성된 전기-음향 트랜스듀서인 것이 바람직하다. 다음 설명은 이러한 유형의 애플리케이션 또는 이 애플리케이션에 적합한 컴포넌트를 참조할 수 있다. 그러나, 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 수정된다면, 또는 특정 컴포넌트가 당업자에게 쉽게 명백한 바와 같이 그 대응물(counterpart)로 대체된다면, 음향 전기 트랜스듀서로서 이용될 수도 있음을 이해할 것이다.
- [1334] 진동판 어셈블리(Diaphragm Assembly)
- [1335] 도 2를 참조하면, 진동판(A1300)의 더 두꺼운 일 단부(때로는 진동판의 베이스 단부 또는 베이스 영역으로 지칭됨)는 그것에 부착된 힘 발생 컴포넌트를 포함하는 진동판 베이스 구조(A222)를 갖는다. 적어도 힘 발생 컴포넌트에 결합된 진동판 구조(A1300)는 진동판 어셈블리(A101)를 형성한다. 힘 발생 컴포넌트는 에너지에 응답하여 진동판 구조에 기계적 힘을 부여하도록 구성된다. 이 실시예에서, 힘 발생 컴포넌트는 진동판 구조(A1300)의 베이스 단부의 형상과 일치하도록 2개의 긴 변(A204) 및 2개의 짧은 변(A205)으로 이루어진 대략 직사각형 형상으로 감겨진 전자기 코일(A109)이다. 나선형 또는 헬릭스 형 권선과 같은 다른 형상이 가능하며, 형상은 진동판

몸체(A208)의 형상 및 형태에 의존할 것이라는 것을 인식할 것이다. 코일 권선은 구리와 같은 임의의 적합한 도전성 재료 또는 예를 들어 에폭시 수지와 함께 유지되는 에나멜 피복 구리선으로부터 제조될 수 있다. 이는 바람직하게는 플라스틱 강화 탄소 섬유 또는 에폭시 함침 페이퍼(epoxy impregnated paper)와 같이 비도전성 또는 약간만 전도성인 임의의 적합한 물질로 형성될 수 있는 스페이서(A110) 주위에 감길 수 있다. 스페이서는 약 200GPa의 영률을 포함할 수 있다. 스페이서는 또한 진동판 구조(A1300)의 더 두꺼운 베이스 단부에 상보적인 프로파일을 가지므로, 진동판 어셈블리(A101)의 조립된 상태에서 진동판 구조(A1300)의 더 두꺼운 베이스 단부의 주변 에지 둘레에 또는 그에 인접하여 연장된다. 스페이서(A110)는 스틸 샤프트(A201)에 부착/고정 결합된다. 진동판 몸체(A208)의 베이스/두꺼운 단부에 위치한 이들 3가지 컴포넌트의 조합은 실질적으로 콤팩트하고 견고한 기하학적 구조를 갖는 진동판 어셈블리의 강성 진동판 베이스 구조(A222)를 형성하여, 진동판 어셈블리의 보다 경량인 웨지 부분이 단단하게 부착된 견고하고 공진에 강한 플랫폼을 형성한다.

[1336] 본 발명의 실시예 A에 도시된 것과 같은 회전 동작 오디오 트랜스듀서에서, 트랜스듀싱 메커니즘이 회전축에 비교적 근접하여 위치될 때 최적 효율이 얻어질 수 있다. 이것은 원하지 않는 공진 모드의 최소화에 관한 본 발명의 목적, 특히 통상적으로 무거운 여기 메커니즘을 상기 회전축에 가까이 위치시킴으로써 진동판 어셈블리의 회전 관성을 크게 증가시키지 않으면서 비교적 무겁고 콤팩트한 컴포넌트를 통해 힌지 메커니즘으로의 단단한 연결이 가능해진다는 전술한 관찰에 잘 부합한다. 실시예 A의 경우에, 코일의 반경은 개인용 오디오 유형 애플리케이션들에 사용될 때, 예를 들어, 약 2mm 또는 진동판 몸체 길이(A211)의 약 13%일 수 있지만, 이는 오디오 트랜스듀서의 크기 및 목적에 종속적이라는 것을 이해할 것이다.

[1337] 극대화된 진동판 편위 운동 및 공진에 대한 민감성 감소를 통해 하이 파이(high-fidelity) 오디오 재생을 제공하는 트랜스듀서의 성능을 극대화하기 위해, 회전축으로부터 측정된, 힘 발생 컴포넌트의 부착 위치 반경의 진동판 몸체 길이(A212)에 대한 비율은 바람직하게는 0.5 미만, 가장 바람직하게는 0.4 미만이다. 이는 또한 효율성을 최적화하는 데 도움이 될 수 있다.

[1338] 힘 전달 컴포넌트가 코일인 경우, 효율 고려 사항은 회전축으로부터 다시 측정된 진동판 몸체 길이에 대한 코일 반경의 비가 0.1보다 큰 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 0.15 초과, 훨씬 더 바람직하게는 0.2 초과, 가장 바람직하게는 0.25를 초과한다. 일반적으로 드라이버 효율 및 파열(breakup)을 최적화하기 위해 더 큰 코일 반경이 더 낮은 코일 권선의 질량과 더 잘 동작할 것이다.

[1339] 트랜스듀서 베이스 구조(Transducer Base Structure)

[1340] 진동판 구조(A1300) 및 진동판 베이스 구조(A222)를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)는 트랜스듀서 트랜스듀서 구조(A115)에 회전 가능하게 결합되어 오디오 트랜스듀서를 형성하도록 구성된다.

[1341] 도 1a 및 도 1b에 도시된 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 높은 비탄성률 특성을 갖는 하나 이상의 컴포넌트/부분으로 구성되는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)를 갖는다. 이것의 주요 이점은 구조가 비교적 뾰뚱하고 비교적 가볍기 때문에 비교적 높은 주파수에서 베이스 구조(A115)에 고유한 공진 주파수가 발생한다는 것이다. 이 바람직한 실시예에서, 베이스 구조(A115)는 자석 몸체(A102)와, 자석 몸체(A102)의 대향 측면들에 결합된 대향되고 분리된 폴 피스(A103 및 A104)를 포함하는 전자기 구동 메커니즘의 일부를 포함한다. 폴 피스는 원위치에서 코일 권선(A109)의 긴 변(A204)에 인접/근접하고 그것을 둘러싸는 방향으로 자속을 유도하도록 구성되며, 이에 의해 권선과 동작 가능하게 협력하여, 동작 메커니즘을 형성한다.

[1342] 가늘고 긴 접촉 바(contact bar)(A105)는 폴 피스들 사이에 형성된 갭 내에서 자석 몸체를 횡 방향으로 가로질러 연장된다. 접촉 바(A105)는 오디오 트랜스듀서의 접촉 힌지 어셈블리의 일부를 형성하고, 일측에서 자석 몸체에 결합되고, 대향측에서 진동판 어셈블리(A101)의 샤프트(A111)인 접촉 힌지 어셈블리의 나머지 부분에 결합된다. 이 실시예의 접촉 힌지 어셈블리는 참조로서 본 명세서에 포함된 본 명세서의 섹션 3.2에 상세히 기재되어 있으며, 간결함을 위해 반복되지 않을 것이다. 접촉 바(A105)는 진동판 어셈블리(A101)를 결합하는 측에 대해 자석(A102)을 결합하는 측에서 더 큰 접촉 표면적을 갖도록 형성된다.

[1343] 한 쌍의 분리 핀(A107 및 A108)은 자석 몸체(A102)의 대향 측면으로부터 측 방향으로 돌출하고, 베이스 구조(A105)를 원위치의 관련 하우징에 피봇식으로 결합하도록 구성된 분리 시스템의 일부를 형성한다. 이 실시예의 분리 시스템은 참조로서 본 명세서에 포함된 본 명세서의 섹션 4.2에 상세히 설명되어 있으며, 간결함을 위해 반복되지 않을 것이다.

[1344] 실시예 A의 선호되는 구성에서, 베이스 구조(A115)는 네오디뮴(NdFeB) 자석(A102), 스틸 폴 피스(A103 및 A104), 스틸 접촉 바(A105) 및 티타늄 분리 핀(A107 및 A108)을 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 모

든 부분은 접착제, 예를 들어 에폭시 계 접착제를 사용하여 연결된다. 당업자라면 쉽게 알 수 있는 바와 같이, 용접 또는 패스너에 의한 클램핑과 같은 다른 재료 및 연결 방법이 이 실시예의 대안적인 구성에 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[1345] 이 실시예에서, 트랜스듀서는 진동판 어셈블리(A101)를 베이스 구조(A115)에 대해 중립 회전 위치로 바이어싱하기 위해 진동판 어셈블리(A101)에 동작 가능하게 결합된 복원/바이어싱 메커니즘을 더 포함한다. 중립 위치는 왕복 운동 진동판 어셈블리(A101)의 실질적으로 중앙 위치인 것이 바람직하다. 이 실시예의 선호되는 구성에서, 토션 바(A106) 형태의 진동판 센터링 메커니즘은 트랜스듀서 베이스 구조(A115)를 진동판 어셈블리(A101)에 링크하고, 진동판 어셈블리(A101)를 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 대해 평형(equilibrium) 위치로 센터링하기에 충분히 강한 복원/바이어싱 힘을 제공한다. 복원 메커니즘(A106)은 이 예에서 힌지 어셈블리의 일부를 형성하며, 본 명세서의 섹션 3에서 보다 상세히 설명된다. 이 구성에서, 복원력을 제공하기 위해 비틀림 스프링이 이용되지만, 대체 구성에서 당 업계에 공지된 다른 바이어싱 컴포넌트 또는 메커니즘이 회전 복원력을 제공하도록 사용될 수 있음을 알 것이다.

[1346] 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 트랜스듀서의 FRO 외부에서 임의의 공진 모드가 바람직하게 발생하도록 실질적으로 강성으로 설계된다. 이러한 유형의 설계의 일례는 자석(A102) 및 폴 피스(A103 및 A104)로 구성된 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 주요 부분(즉, 베이스 구조의 질량의 대부분)이 어떤 치수도 다른 어떤 것보다 상당히 크지 않은 실질적으로 단단하고 콤팩트한 기하학적 구조를 가진다.

[1347] 접촉 바(A105)는 (도 3에서 볼 수 있는 바와 같이) 말단 탭(A303)에서 토션 바(A106)에 연결되고, 단단한 방식으로 이 연결을 용이하게 하기 위해, 접촉 바(A105)는 자석(A102) 및 외부 폴 피스(A103과 A104)로부터 밖으로 멀리 돌출되어야 한다. 토션 바(A106)는 진동판 어셈블리(A101)의 측면으로부터 그리고 베이스 구조(A115)에 가장 근접한 어셈블리(A101)의 단부에서 또는 그제 인접하여 측 방향으로 그리고 실질적으로 직각으로 연장된다.

[1348] 접촉 바(A105)의 측 방향으로 돌출된 단부는 비교적 가늘고 대응하여 공진하는 경향이 있다. 이들의 효과를 완화하기 위해 돌출부는 말단 자유 단부를 향하여 테이퍼링되어, 굴곡이 최대 변위를 초래하는 단부 탭(A303) 근처의 질량을 감소시키며, 또한 임의의 변형이 단부 탭 영역의 최대 변위를 초래하게 될 돌출부의 베이스를 향하여 스퀴트 벌크에 의해 제공되는 지지체의 상대적 강성을 증가시킨다. 접촉 바는 또한 접착제와 관련된 유연성을 최소화하기 위해 자석(A102)과의 연결부에서 두개의 상이한 평면으로 배향한 넓은 표면적을 가지고 있는데, 이는 접착제인 에폭시 수지가 약 3GPa의 비교적 낮은 영률을 가지고 있기 때문이다.

[1349] 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 진동판의 일 단부를 향하여 장착되기 때문에, 진동판 구조의 전방 및 후방 주요 면(A214, A215)은 장애를 받지 않아 에어 흐름을 최대화하고, 에어 볼륨이, 예를 들어, 종래의 동적 헤드폰 드라이버의 진동판과 자석 사이에 포함될 때 달리 생성될 수 있는 에어 공진을 최소화한다.

[1350] 도 8 내지 도 12에 도시되고 앞서 상세히 설명된 구성 R1 진동판 구조의 예들 중 임의의 하나가 대안적으로 실시예 A 트랜스듀서 어셈블리와 함께 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 도시되지는 않았지만 상기 설명으로부터 용이하게 명백한 다른 구성 R1 진동판 구조는 또한 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시예 A 트랜스듀서 어셈블리에 포함될 수 있다.

[1351] 오디오 트랜스듀서의 동작 중에, (예를 들어, 오디오 트랜스듀서가 스피커 드라이버인) 전기 음향 변환 애플리케이션에서, 오디오 신호는 케이블 또는 임의의 다른 적절한 방법을 통해 코일 권선으로 전송되어, 권선(A109)이 베이스 구조(A115)의 자석 및 폴 피스에 의해 생성된 자기장에 반응하게 한다. 이 반응은 기계적 운동을 일으켜서 그 후 진동판 구조(A1300)의 베이스에 부여된다. 힌지 시스템은 진동판 어셈블리(A101)가 그 후 베이스 구조(A115)에 대해 회전 가능하게 진동할 수 있게 한다. 진동판 구조(A1300)의 이러한 진동은 진동판(A1300)의 양측에서의 에어압의 변화를 초래하여 사운드를 발생시킨다. 구성 R1 진동판 구조는 진동판 굽힘, 비틀림 및/또는 다른 변형으로 인한 원하지 않는 공진 파열 모드가 FRO로 의도된 트랜스듀서 바깥으로 또는 적어도 하위 및 상위 대역폭 한계에 근접하도록 무시되도록 설계된다. 예를 들어, 하이파이 오디오 트랜스듀서는 가청 주파수 범위의 적어도 상당 부분에 걸쳐 있는 FRO를 가질 수 있으며 이 범위 내에서 구성 R1 진동판 구조는 원하지 않는 공진을 겪지 않는다. 복원 메커니즘(A106)은 오디오 신호가 권선(A109)에 의해 더 이상 수신되지 않을 때 진동판 어셈블리(A101)를 다시 중립 위치 쪽으로 바이어싱하도록 동작한다.

[1352] 구성 R1 진동판 구조의 다른 예(Other examples of a configuration R1 diaphragm structure)

[1353] 도 15의 진동판 구조의 일부 변형 예가 예를 들어, 도 8 내지 도 12를 참조하여 이미 상술되었다. 구성 R1의 다른 예시적인 진동판 구조가 이제 도 40 내지도 47을 참조하여 설명될 것이다. 이러한 예시적인 구성 R1 진동판

구조는 선형 동작 트랜스듀서에 가장 바람직하게 사용되지만, 이들 용도는 이러한 용도에 한정되는 의도는 아니다.

- [1354] 예시적인 구성 R1 진동판 구조는 도 40 및 도 41의 실시예 G 오디오 트랜스듀서와 관련하여 도시된다. 이 예에서, 진동판 몸체(G108)는 실질적으로 만곡된 코너 영역을 갖는 직사각형 프리즘 형태이다. 진동판 몸체(G108)의 재료 및 두께는 전술한 서브 섹션에서 실시예 A의 예시적인 진동판 몸체와 관련하여 기술된 바와 같을 수 있다. 이 예에서, 진동판 몸체(G108)는 경량 발포 고무 또는 등가 코어(G108), 특히 저밀도 폴리스티렌을 포함한다. 실질적으로 직사각형의 견고한 시트 형태의 수직 응력 강화부(G110)는 각 주요 면에 제공되고, 몸체(G108)의 관련된 주요 면의 형상에 상호보완적이다. 상기 폼 코어의 내부에 본딩되고 진동판 몸체(G108)의 관상면(G114)에 실질적으로 수직으로 배향된 내부 전단 응력 강화 부재(들)(G109)에 의해 추가 강화부가 제공된다. 각 내부 전단 응력 강화 부재(G109)는 진동판 몸체(G108)의 단면 형상에 따라 실질적으로 직사각형이다.
- [1355] 외부 수직 응력 강화부(G110) 및 내부 전단 응력 강화부(G109)는 실시예 A의 오디오 트랜스듀서의 예시적인 진동판 구조와 관련하여 상기 정의된 바와 같은 재료로부터 형성된다. 예를 들어, 외부 수직 응력 강화부(G110) 및 내부 강화 부재(G109)는 플라스틱과는 대조적으로 금속 또는 세라믹 또는 고 탄성을 섬유와 같은 높은 비탄성률을 갖는 재료로 제조된다. 바람직하게는 수직 응력 강화부가 적어도 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 또는 보다 바람직하게는 적어도 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 또는 가장 바람직하게는 적어도 $100\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 가지며 바람직하게는 내부 응력 강화부는 적어도 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 또는 가장 바람직하게는 적어도 $100\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 갖는다. 이 예에서 알루미늄 호일이 사용될 수 있다. 또한, 외부 수직 응력 강화부(1010) 및 내부 강화 부재(들)(G109)는 얇은 것으로, 예를 들어 종래의 10인치 드라이버와 동등한 면적을 갖는 진동판에 대해 약 0.08mm이다.
- [1356] 이 특정 실시예는 회전 동작에 반대되는 선형 동작으로 움직이고, 종래의 서라운드 및 스피커 진동판 서스펜션 시스템에 의해 지지된다. 바람직하게는, 내부 강화 부재(들)(G109)는 폼 코어(G108)뿐만 아니라 전방 및 후방 외측 응력 강화부(G110)에 고정(예를 들어, 본딩)된다. 바람직하게는 상기 내부 강화 부재(들)는 전단 변형을 포함하는 주요 기능을 효과적으로 수행하기 위해 반드시 필요한 것은 아니지만 실질적으로 평면이다. 바람직하게는, 외부 수직 응력 강화부(G110)와 같이, 이들은 금속, 세라믹 또는 고 모듈러스 섬유와 같은 비교적 단단한 재료로 제조된다. 후자의 경우에, 바람직하게는 상기 섬유의 적어도 일부가, +45도 및 -45 도의 각도로 진동판 몸체의 코로 널 평면에 대해 비교적 기울어졌다. 주된 목적은 전단에 견디는 것이기 때문이다. 이 실시예에서는 알루미늄 호일이 사용된다.
- [1357] 동등하거나 유사한 역할을 수행하기 위해 대안적인 반전단(anti-shear) 강화 구조를 대체할 수 있다. 예를 들어, 일반적인 크레인 구조의 중간 부분에서 볼 수 있는 것과 유사한 삼각형의 버팀대 네트워크가 유사하게 수행될 것이다. 예를 들어, 알루미늄 호일이 주름진 경우, 외부 수직 응력 강화 컴포넌트에 대한 충분한 연결이 있는 한, 반전단 기능은 어떤 경우에는 평면에서 엄격하게 배향되지 않더라도 상당히 잘 수행될 수 있다.
- [1358] 바람직하게는, 접착제가 구조의 성능에 비례하여 기여하지 않기 때문에, 이 컴포넌트와 관련된 질량을 최소화하기 위해, 박리(delamination)를 피하기 위해 충분한 예측시 접착제의 얇은 층이 사용된다.
- [1359] 내부 강화 부재는 주요 면 사이에서 연장되고 중심 베이스 영역으로부터 멀리 떨어져 위치한 진동판 몸체의 주변 측면에 (예를 들어 무거운 모터 코일을 결합하도록 구성되는) 중심 베이스 영역으로부터 연장된다. 중심 베이스 영역으로부터 가장 먼 진동판 구조의 주변 영역은 더 낮은 주파수에서 보다 공진하기 쉽기 때문에, 상기 내부 강화 부재의 사용을 통해 여기서의 편향과 관련된 전단 변형을 최소화함으로써 이 영역에 대한 지지부의 구조적 완전성을 최적화하는 것이 유리하다. 따라서, 내부 강화 부재에 대한 이러한 배향의 효과는 파열 주파수가 증가되고 성능이 최적화된다는 것이다.
- [1360] 이 예에서, 내부 강화 부재에 의해 지지되지 않는 대향 주변 측은 무거운 모터 코일 및 진동판 어셈블리의 질량 중심을 포함하는 진동판 구조의 베이스 영역에 더 가깝기 때문에 공진이 덜 발생한다. 그러나, 일부 변형 예에서 이러한 영역은 또한 내부 강화 부재에 의해 지지될 수 있다.
- [1361] 캐비티는 진동판 몸체의 중심 영역에 형성되어 관련 진동판 어셈블리의 여기 메커니즘의 일부를 지지하고 수용한다. 캐비티는 진동판 구조의 베이스 영역에 위치한다.
- [1362] 도 40 및 도 41에 도시된 바와 같이, 이 실시예 G 오디오 트랜스듀서는 선형 동작 오디오 트랜스듀서를 위한 진동판을 포함하는 스피커 드라이버로 구성된다. 진동판은 (도 40c에 도시된 바와 같이) 종래의 가요성 서라운드(G102) 및 스피커(G105)를 포함하는 진동판 서스펜션 시스템에 의해 지지된다. 진동판 구조(G101)는 전방 및

후방 외부 수직 응력 강화부(G110)뿐만 아니라 코어(G108)에 본딩되는 경량 폼 코어(G108) 내에 내장된 내부 강화 부재(G109)를 포함한다. 구성은 전술한 바와 같이 종래의 진동판에 영향을 미치는 진동판 파열의 관점에서 주요 제한 요소를 다루기 위해 전용되고 최적화된 구조를 포함하기 때문에, 개선된 파열 행동을 제공한다. 구조는 공생하여 함께 동작한다: 1차/주요/대형/대형 진동판 파열 공진 모드와 관련된 인장/압축 변형은 외부 수직 응력 강화부(G110)에 의해 주로 저항을 받으며, 이는 상당한 최대의 물리적인 분리를 가지고(즉, 분리는 진동판의 전체 두께임), I-빔 원리로 인해 진동판 굽힘 강성이 증가하고; 이러한 모드와 관련된 전단 변형은 주로 내부 강화 부재(G109)에 의해 저항을 받으며; 내부 강화 부재(G109)는 또한 전단 하중을 상기 폼 코어의 넓은 영역으로 전달하도록 동작하여 이에 의해 국부적인 폼 방울 공진 모드에 대하여 그것을 지지하는데 도움이 되며; 폼 코어(G108)는 상기 외부 수직 응력 강화부(G110) 및 내부 강화 부재(G109)의 좌굴 및 국부적인 횡방향 공진을 최소화하도록 동작하며; 또한 동작 중에 에어를 대체한다.

[1363] 오디오 트랜스듀서는 영구 자석(A104), 상기 자석의 하나 이상의 면을 따라 또는 그 주위로 연장되는 내부 폴 피스(G107) 및 상기 자석의 하나 이상의 면을 따라 또는 그 주위로 연장되는 외부 폴 피스(G106)를 포함하는 실질적으로 두껍고 콤팩트한 기하학적 구조의 트랜스듀서 베이스 구조를 더 포함한다. 내부 및 외부 폴 피스는 분리되어 트랜스듀서의 힘 발생 컴포넌트(G112)를 수용하기 위한 채널을 그 사이에 제공한다. 예전의 또는 다른 진동판 베이스 프레임(G111)은 진동판 구조의 중심 베이스 영역으로부터 트랜스듀서 베이스 구조를 향하여 결합되어 그 측 방향으로 연장한다. 이 실시예에서 하나 이상의 코일(G112)을 포함하는 힘 발생 컴포넌트는 트랜스듀서 베이스 구조에 인접한 베이스 프레임의 단부에 꼭 단단하게 권선된다. 진동판 베이스 프레임(G111)은 실질적으로 견고한 재료로 형성되고 실질적으로 길며, 원통형 형상을 포함할 수 있다. 베이스 프레임의 일 단부는 내부 강화 부재(G109)에 또는 외부 강화부재(G110) 또는 진동판 코어(G108) 또는 이들의 임의의 조합에 단단하게 결합될 수 있다.

[1364] 베이스 프레임(G111), 코일 및 진동판 구조는 진동판 어셈블리를 형성한다. 코일은 동작 중에 여기를 야기하는 원위치의 자기 폴 피스 사이에 형성된 채널 내에서 연장된다. 진동판 어셈블리는 가요성 서라운드 부재(G102) 및 가요성 스파이더(G105)에 의해 인클로저 또는 배플(G103)과 같은 하우징에 대해 그 주변 주위로 지지된다. 스파이더 및 서라운드는 진동판 어셈블리의 길이의 전체 부분을 따라 사실상 연장된다. 서라운드(G102)는 일단 부에서 진동판 구조의 주변 에지에 그리고 대향하는 단부에서 하우징(인클로저 또는 배플)(G103)의 내주변 에지에 고정적으로 결합된다. 스파이더(G103)는 일 단부에서 진동판 베이스 프레임에, 그리고 대향 단부에서 하우징(G103)의 내주변에 고정적으로 결합된다. 진동판 서스펜션은 코일(G112)을 통해 수신된 전기 신호에 응답하여 진동판 어셈블리가 왕복 운동함에 따라 작동 중에 구부러지도록 실질적으로 가요성이다.

[1365] 도 42 내지 도 44는 이 예의 수직 응력 강화부에 대한 변형을 보여준다. 이러한 변형에서 외부 수직 응력 강화부(G110)의 양/질량은 관련 주요 면의 에지에 인접한 영역에서 감소한다. 예를 들어 도 42의 변형에서, 수직 응력 강화부의 너비는 감소되고, 삼각형 공극(void) 또는 노치(notch)는 수직 응력 강화부의 양쪽 단부에 위치한다. 삼각형 공극은 수직 응력 강화 부재(G110)의 중심 쪽으로 테이퍼링된다. 도 43의 변형에서 두개의 추가적인 삼각형 애퍼처가 각 삼각형 공극에 인접하여 양측에 형성된다. 도 44 변형에서, 수직 응력 강화부는 삼각형 공극 및 애퍼처에 인접한 말단 영역(G502)에서 두께가 감소하고, 이에 의해 이들 외부 영역에서 수직 응력 강화부의 양/질량을 더 감소시킨다. 이들 변형 예 각각에서, 공극 및 애퍼처는 아치형, 환형 등과 같은 대안적인 형태를 취할 수 있음을 이해할 것이다. 도 44 변형 예에서는, 두께 감소가 G503에서 계단형이었지만, 이는 대안적으로 다른 실시예들에서는 점진적일 수 있음을 이해할 것이다.

[1366] 구성 R1 진동판 어셈블리(G600)의 또 다른 예가 도 45에 나와 있다. 이 예에서, 몸체는 사다리꼴 프리즘 형상을 포함한다. 진동판 몸체(G108)의 재료 및 두께는 도 40 및 도 41의 예와 관련하여 전술한 바와 같을 수 있다. 이 예에서, 진동판 몸체의 대향하는 주요 면상의 수직 응력 강화 부재(G601)는 형태가 상이하다. 제1 수직 응력 강화 부재(G601)는 관련 상부 주요 면의 형태에 상응하도록 실질적으로 편평하고 평면이다. 대향 면상의 제2 수직 응력 강화 부재(G601)는 관련된 하부 주요 면의 형태에 대응하도록 (중심 면으로부터 외측으로 연장되는 4개의 경사진 면을 가진) 중공 사다리꼴 프리즘 형상을 포함한다(본 실시예에서는 4개의 모든 경사진 면 및 상부 면이 주요 면으로 간주됨에 주목해야 한다). 내부 강화 부재(G603)는 진동판 몸체(G602)의 단면 형상에 대응하도록 실질적으로 사다리꼴 형상을 포함한다.

[1367] 도 46과 도 47은 이 예의 수직 응력 강화부의 변형을 보여준다. 이러한 변형에서 외부 수직 응력 강화부(G601)의 양/질량은 관련된 주요 면의 에지에 인접한 영역(G602)에서 감소한다. 예를 들어 도 46의 변형에서 상부 수직 응력 강화 부재의 너비는 감소되고, 삼각형 공극 또는 노치는 수직 응력 강화부의 양쪽 단부에 위치하고, 두개의 추가적인 삼각형 애퍼처가 각 삼각형 공극에 인접하여 양측에 형성된다. 하부 수직 응력 강화 부재는 2개

의 대향하는 경사진 면이 생략되어 있다. 두개의 다른 마주 보는 경사진 면은 그 말단부에 삼각형 공극이 형성되고 두개의 추가적인 삼각형 애퍼처가 삼각형 공극에 인접하여 양측에 형성된다.

[1368] 도 47 변형에서 수직 응력 강화 부재는 일련의 버팀대를 포함한다. 상부 주요 면을 따른 버팀대는 주요 면의 길이 방향 에지에 멀리 실질적으로 평행하게 연장되는 한 쌍의 길이 방향 버팀대를 포함한다. 한 쌍의 교차-버팀대는 양쪽 단부에 위치하고 한 쌍의 길이 방향 버팀대 사이에 뻗어 있다. 진동판 몸체의 아래쪽에서, 수직 응력 강화부는 대향하는 한 쌍의 각진 면 중 각각 한 쌍의 나란한 삼각형 톱니 및 각진 면 사이의 중심 면의 에지를 따라 연장되고 각 각진 면의 톱니에 연결되는 한쌍의 길이 방향 버팀대를 포함하는 폐쇄 형을 형성하는 일련의 버팀대를 포함한다. 이 변형 예에서, 수직 응력 강화부는 단계(G802)를 통해 말단 영역(G801)에서 두께가 감소하여, 이들 외부 영역에서 수직 응력 강화부의 양/질량을 더 감소시킨다. 이들 변형 예 각각에서, 공극 및 애퍼처는 아치형, 환형 등과 같은 대안적인 형태를 취할 수 있음을 이해할 것이다. 도 47 변형에서, 두께의 감소가 G802에서 계단형인 반면, 이는 다른 실시예들에서 대안적으로 점진적일 수 있음을 이해할 것이다.

[1369] 도 42 내지 도 47에 도시되고 앞서 상세히 설명된 구성 R1 진동판 구조의 실시예 중 임의의 하나가 대안적으로 실시예 G 트랜스듀서 어셈블리와 함께 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도시되지는 않았지만 상기 설명으로부터 용이하게 이해될 수 있는 다른 구성 R1 진동판 구조는 또한 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시예 G 트랜스듀서 어셈블리에 탑재될 수 있다.

[1370] 구성 R1의 하위 구조인 다양한 진동판 구조 구성을 예들을 참조하여 상세히 설명한다. 별도의 언급이 없는 한, 위 섹션 1.2에서 설명한 구성 R1 진동판 구조의 특징 및 가능한 변형은 다음 하위 구조 각각에도 적용될 것이다. 이러한 공통 특징 및 가능한 변형은 간결하고 명료함을 위해 각 하위 구조에 대해 다시 설명되지 않을 것이다. 특정 하위 구조 설계가 제한되도록 의도된 특징만 다음 섹션들에서 설명할 것이다.

[1371] 2.2.2 구성 R2-R4 진동판 구조(Configurations R2-R4 Diaphragm Structures)

[1372] 많은 진동판은 일정한 프로파일과 구성을 가지고 있다.

[1373] 일부 강성-방식 진동판 설계에서, 전자기 코일 또는 다른 무거운 여기 컴포넌트를 포함하는 진동판 어셈블리의 주요 대량/질량이 종종 위치하는 베이스 영역으로부터 외진(remote) 및/또는 먼 진동판 구조의 지지되지 않은 외부 에지 또는 주변 영역은, 중요(key) 파열 공진 모드의 여기 때문에 비교적 큰 거리를 이동시키는 경향이 있고, 이러한 영역의 질량은 불필요한 진동판 공진 모드의 주파수를 불균형하게 제한/감소시킬 수 있다. 따라서 이러한 영역에서 불필요한 질량은 진동판 파열에 영향을 줄 수 있는 또 다른 제한 요소이다.

[1374] 각각의 또는 모든 주요 면에서 이러한 먼 에지 영역에서 외부 수직 응력 강화부의 양을 줄이는 것은, 강화 재료의 감소에도 불구하고 진동판 구조 질량을 줄이고 중요 진동판 파열 공진 모드의 빈도를 증가시키는 윈-윈(win-win) 이점을 제공할 수 있는데, 이는 그러한 전략적 위치에서의 질량 감소가 일련의 지지 구조를 언로딩하기(unload) 때문이다.

[1375] 코어 전단을 줄이기 위해 내부 강화 부재와 함께 사용하면 두 가지 제한 요소가 동시에 제거됨으로써 진동판 파열 성능이 크게 향상될 수 있다.

[1376] 구성 R2-R4 진동판 구조는 다양한 예를 참조하여 이제 더욱 상세히 설명될 것이나, 본 발명은 이들 예에 한정되는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다. 달리 언급하지 않는 한, 본 명세서에서 R2-R4 진동판 구조의 언급은 다음의 설명된 예시적인 진동판 구조 중 어느 하나를 의미하는 것으로 해석되거나, 또는 당업자에게 명백한 설명된 설계 특징을 포함하는 임의의 다른 구조를 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[1377] 구성 R2(Configuration R2)

[1378] 원하지 않는 공진 문제를 다루도록 설계된 본 발명의 진동판 구조 구성은 이제 도 1, 도 2 및 도 15에 도시된 제1 예를 참조하여 설명될 것이다. 이 진동판 구조의 구성을 여기서는 구성 R2라 칭한다. 구성 R2 진동판 구조는 구성 R1의 하위 구조이며, 이와 같이 구성 R1 구조에 포함된 많은 특징들이 구성 R2 구조에도 통합되어 있다. 구성 R2 진동판 구조는 진동판 몸체 또는 구조의 둘레/주변에서 또는 그 근처 영역에서, 특히 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 먼 하나 이상의 주변 영역에서 구조의 질량을 줄임으로써 진동판 구조의 질량 분포를 최적화하고 (구성 R1에서와 같이) 코어 전단 문제를 해결함으로써 향상된 진동판 파열 성능을 제공한다. 다시 말하면, 진동판 구조는 베이스 영역에서 또는 그 근처의 영역(들)에서 진동판 구조의 질량에 대해 베이스 영역으로부터 먼 하나 이상의 주변 영역에서 더 낮은 질량을 포함한다. 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, 진동판 몸체 또는 진동판 구조의 주변 또는 외주변을 언급하는 것은 주요 면의 집합적인 주변 에지, 주변 에지에

바로 인접한 근처의 주요 면의 영역 및 주요 면의 주변 에지를 연결하며 존재할 수 있는 임의의 측면(side face)을 포함하여, 진동판 몸체의 주요 면에 대한 전체 경계를 의미하는 것으로 의도된다. 이 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, 진동판 몸체 또는 진동판 구조의 주변 영역 또는 외주변 영역에 대한 언급은 진동판 몸체 또는 진동판 구조의 주변 내의 영역을 각각 의미하도록 의도되며, 주변의 부분 또는 전체 부분을 포함할 수 있다. 구성 R2에서, 진동판 구조의 상기 둘레/주변 영역에서의 진동판 구조의 질량 감소는 이들 영역에서 외부 수직 응력 강화부의 질량 감소를 통해 달성된다. 따라서, 진동판 몸체의 적어도 하나의 주요 면에 인접하여 결합된 외부 수직 응력 강화부의 양 및/또는 질량이, (진동판 구조(A1300)를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)의 질량 중심(A218)이 나타나는) 베이스 영역(A222)으로부터 먼/외진 주요 면의 하나 이상의 주변 에지에서 또는 그를 향하여 감소한다는 점을 제외하고는 구성 R2는 구성 R1과 유사하다. 이러한 상황에서, 진동판 어셈블리(A101)는 진동판 구조(A1300) 및 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 통합될 때 진동판 구조에 단단하게 연결되어 진동판 구조와 함께 움직이는 모든 다른 부분으로 구성되는 의도이다. 바람직하게는, 베이스 영역으로부터 먼 하나 이상의 주변 에지는 질량 중심 위치로부터 가장 먼 하나 이상의 에지이다. 구성 R1에서와 같이, 코어 전단 문제를 해결하기 위해 구성 R2의 진동판 구조에 내부 강화부가 사용된다. 다음 예에서, 하나의 주요 면과 관련하여 수직 응력 강화부의 형태가 참조될 것이다. 달리 언급되지 않는 한, 가장 선호되는 구성에서, 이 형태는 진동판 구조의 임의의 다른 주요 면에서 또는 그에 인접하여 위치된 수직 응력 강화부에도 적용될 수 있음을 알 것이다.

[1379] 구성 R2 진동판 구조(A101)의 제1 예가 도 1, 도 2 및 도 15에 도시되어 있다. 특히 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 이 예에서, 하나 이상의 (바람직하게는 모든) 수직 응력 강화 버팀대(A206 및 A207)의 질량은 진동판 구조(A1300)의 베이스 영역(A222)으로부터 가장 먼 관련 주요 면의 주변 에지에 또는 그 근처에 있는진동판 구조(A1300)의 영역에서 각 버팀대(A206, A207)의 너비를 감소시킴으로써 감소된다. 환언하면, 감소된 질량 영역은 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리의 베이스 영역(A222) 또는 질량 중심(A218)에 대해 가장 먼 영역에 위치된다. 진동판 어셈블리는 전술한 바와 같이 진동판 구조(A101) 및 진동판 베이스 구조(A222)를 포함한다. 이 특정 예에서, 진동판 베이스 구조(A222)는 상기 섹션 2.2.1에서 설명된 바와 같이 코일 권선(A109), 스페이서(A1102) 및 힌지 어셈블리의 샤프트(A1111)를 포함한다(그러나 대안적으로 이들 부분 중 하나 이상의 조합을 포함할 수도 있음). 이 예에서, 질량 중심은 진동판 구조(A1300)의 나머지 부분에 비해, 코일(A109), 스페이서(A110) 및 스틸 샤프트(A111)를 포함하는 진동판 베이스 구조(A222)의 비교적 큰 질량으로 인해 진동판 구조(A1300)의 더 두꺼운 베이스 단부 근처에 위치된다. 이와 같이, 감소된 질량을 갖는 수직 응력 강화부의 영역은 테이퍼링 진동판 몸체(A208)의 가장 얇은 영역, 즉 진동판 구조(A1300)의 먼 자유 단부에 근접하여 위치한다. 따라서, 이러한 구성에 있어서 바람직하게는 각 주요 면의 수직 응력 강화부는 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 주변 에지 영역에서 비교적 더 작은 질량을 포함하고, 베이스 영역에서 또는 그 근처에서 비교적 더 높은 질량을 포함한다. 이 예에서, 각 주요 면의 수직 응력 강화부는 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 먼 영역에서 비교적 더 낮은 너비와, 베이스 영역에서 또는 그 근처에서 비교적 더 넓은 너비를 포함한다. 본 명세서에서, 달리 언급하지 않는 한, 진동판 몸체의 주요 면의 주변 에지 영역에 대한 언급은 관련된 주요 면의 주변 에지에 위치되고 그 주변 에지에 직접 인접하고 그 근처에 위치되는 영역을 의미하도록 의도된다.

[1380] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 이 예에서, 수직 응력 강화 버팀대(A206, A207)의 너비의 감소는 A216에서 계단식으로 발생하지만, 너비의 감소는 그렇지 않은 경우 버팀대의 길이를 가로질러 점진적이고/이거나 테이퍼링될 수 있다. 또한, 계단형 영역(A216)은 진동판 몸체(A208)의 길이 방향의 대략 중앙에 위치하고 있다. 그러나, 이것은 설계의 문제이며, 요구되는 공진 응답, 사용되는 재료 및 진동판 몸체의 설계뿐만 아니라, 당업자에게 명백한 다수의 다른 인자를 포함하는 다수의 인자에 의존한다는 것을 이해할 것이다.

[1381] 버팀대(A206, A207)의 너비의 감소는 관련 영역의 질량을 감소시키기 위한 두께를 감소일 수 있다. 더욱이, 감소는 관련 영역에서 버팀대에 사용되는 재료를 변경함으로써 달성될 수 있지만, 구현하기가 더 어려울 수 있음을 알 것이다.

[1382] 구성 R2 구조의 제2 예가 도 9에 나와 있다. 이 예에서, 하나 이상의 리세스(A902)는 (제1 실시예에서 전술한 바와 같이) 베이스 영역(A222)으로부터 멀리 떨어진 영역에서 각 주요 면의 수직 응력 강화 부재(A901)에 형성된다. 수직 응력 강화부가 없는 영역(A902)은 동작 중에 원하는 공진 응답을 달성하기 위해 요구되는 임의의 형상일 수 있다. 도시된 예에서, 리세스(A902)는 타원형으로 절두된다(truncated). 질량의 감소는 베이스 영역(A222)으로부터의 거리의 함수로서 증가한다. 리세스(A902)는 예를 들어 테이퍼링되고 베이스 영역(A222)으로부터 가장 먼 영역에서 너비가 증가한다. 일부 변형 예에서, 리세스는 직사각형, 삼각형 또는 임의의 다른 형상을 포함할 수 있다. 비슷하게, 리세스의 수는 원하는 공진 응답 및 애플리케이션에 따라 변경될 수 있다. 도 10은 예를 들어 도 9 진동판 구조의 변형을 보여 주며, 여기서 단일 절두 원형/타원형 리세스(A1002)가 진동판 몸체

의 너비의 상당 부분을 가로 질러 연장된다.

- [1383] 도 1i를 참조하면, 구성 R2 진동판 구조의 다른 예가 도시되어 있다. 이 예에서, 각 주요 면에 인접한 수직 응력 강화 판은 진동판 구조의 베이스 영역(A222)에 근접한 증가된 두께의 영역(A1101)과, 진동판 구조의 베이스 영역에 먼 감소된 두께의 영역(A1102)을 포함한다. A1103에서 두께의 감소가 계단형이지만, 이 예의 변형에서는 점진적이거나 테이퍼링될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 질량의 감소는 테이퍼링될 수 있고, 일부 변형에서는 베이스 영역(A222)으로부터 가장 먼 영역에서 증가할 수 있다. 또한, 계단(A1103)은 진동판 몸체의 길이를 따라 대략 중간에 위치하지만, 이는 상기 베이스 영역(A222)으로부터 충분히 먼 임의의 다른 영역에 있을 수 있음을 알 것이다. 도 12는 (강화 판 대신에) 강화 버팀대(A1201, A1202)에서 두께 감소가 발생하는 이 예의 변형을 보여준다. 다시, 감소는 A1203에서 계단형이지만, 점진적이거나 테이퍼링될 수 있고, 감소는 진동판 몸체의 길이의 중간에서 발생하지만, 상기 베이스 영역(A222)으로부터 충분히 먼 다른 영역에 위치할 수 있다.
- [1384] 외부 수직 응력 강화부(G301)의 양이 여기(excitation) 위치(들) 및 진동판 어셈블리의 질량 중심이 나타나는 중심 베이스 영역으로부터 멀리 떨어진 둘레/주변 에지 쪽으로 감소한다는 것을 제외하면, 도 40에 도시된 것과 유사한 진동판을 갖는 도 42에 도시된 오디오 트랜스듀서 실시예 내에서, 구성 R2 진동판 구조가 또한 예시된다. 이 예에서, 리세스는 진동판 몸체의 둘레에 인접하고 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 가장 먼 영역의 각 주요 면의 수직 응력 강화 판에 형성된다. 또한, 각 응력 강화부는 중심 베이스 영역에 더 근접하여 위치된 주요 면 에지에 인접하여, 각 수직 응력 강화 판의 양측(G303)에서 생략된다. 리세스는 베이스 영역으로부터 가장 먼 영역에서 너비가 증가하도록 테이퍼링된다. 이 실시예에서, 단부 리세스(G304)는 삼각형이지만 다른 형상도 또한 가능하다. 일부 변형 예에서, 리세스는 실질적으로 일정한 너비를 가질 수 있다. 이 예에서, 진동판 어셈블리의 베이스 영역/질량 중심은 진동판 몸체의 실질적으로 중심에 위치된 모터 코일(G112) 및 코일 형성기(coil former)(G111)에 근접하여 위치된다. 따라서, 통상의 응력 강화 질량은 진동판 몸체의 관련된 주요 면의 둘레/주변 에지 영역에서, 바람직하게는 균등하게 감소된다.
- [1385] 이 예에서, 각 외부 수직 응력 강화 판(G301)은 일정한 두께이고, 도 40의 실시예와 동일한 두께이고, 이 경우 외부 수직 응력 강화 판(G301)의 감소는 강화재의 제거를 통해 발생하고, 제거는, 코일 형성기(G111)에 부착된 코일(G112)로부터 가장 먼 에지 쪽으로 증가한다.
- [1386] 외부 수직 응력 강화 판(G301)의 일부는 내부 전단 응력 강화 부재(G109) 사이의 중간에 위치된 에지 영역(G304)으로부터 생략된다. 이것은 외부 수직 응력 강화 판(G301)의 상기 부분 및 폼 코어(G108)에 상기 부분을 부착하는데 사용되는 접착제와 관련된 질량을 감소시키는 목적을 제공한다.
- [1387] 상기 수직 응력 강화 판(G301)이 질량을 최소화하기 위해 표면의 일부로부터 생략되면, 이것이 질량 감소를 최대화하기 때문에, 진동판 표면의 나머지 부분은 노출된 채 있거나 페인트의 얇은 코팅과 같은 적어도 임의의 코팅이 매우 가볍다는 것이 바람직하다.
- [1388] 외부 수직 응력 강화 재료(G301)의 양의 감소는 인접한 내부 강화 부재(G109) 사이의 국부적인 영역에서의 진동판 굴곡에 대한 내성을 감소시키지만, 이 거리는 짧으며, 국부적인 진동판 공진에 대한 관련 악영향은 감소된 질량 및 굽힘 및 전단 모드 변형에 대한 관련 감수성 감소에 의해 상쇄된다. 경우에 따라 순 효과는 국부적인 '방울' 공진의 측면에서 순수한 향상일 수 있다.
- [1389] 전체 진동판 굽힘과 같은 국부적이지 않은 공진을 살펴보면, 감소된 외부 층 수직 응력 강화부(G301)로 인한 굽힘 모드 변형에 대한 저항이 다시 감소하지만, 이는 외부 층이 생략된 영역은 내부 강화 부재(G109)에 연결되지 않았기 때문에 이 영역에서 전체 진동판 굽힘에 비해 비교적 덜 효과적이라는 사실; 및 외주변 에지 영역의 질량 감소에 의해 어느 정도 상쇄된다.
- [1390] 각 주요 면의 이 주변 에지 영역은 중요하고, 그 이유는 대부분의 나머지 진동판으로부터 그리고 무거운 여기 메커니즘으로부터 위치가 멀리 떨어져 있기 때문에 이 경우 진동판 중간에 부착된 모터 코일은 그것이 핵심 파열 공진 모드의 여기 하에 비교적 큰 거리만큼 변위하는 경향이 있다는 것을 의미한다. 주변 에지 영역을 내리는 것은 진동판 질량의 감소는 물론, 진동판 파열의 불균형 감소라는 원-원 이점을 제공하는 경향이 있다.
- [1391] 이 진동판 구조의 경우, 반전단 내부 강화 부재(G109)의 존재 때문에 외부 수직 응력 강화 재료/층이 생략되지 않은 에지 영역은 외부 층이 생략된 에지 영역과 비교하여 국부적 공진에 덜 민감하다는 것을 유의해야 한다. 다시 말하면, 각 리세스(G108)의 외주변은 내부 응력 강화재에 연결되거나 직접 인접하여 위치하여, 이에 의해 수직 응력 강화부를 포함하는 주요 면의 주변 에지 영역을 강화한다. 또한, 외부 수직 응력 강화부(G301)는 공진 효과를 향상시키기 위해 내부 강화 부재(들)(G109)에 단단하게 연결되는 것이 바람직하다. 이러한 이유로 내

부 강화 부재(G109)에 인접하거나 그 사이에 위치하거나, 그 위에 바로 위치하지 않는 주변 예지 영역에서 수직 응력 강화부(G301)가 생략되는 것이 바람직하다.

[1392] 도 43은 도 42의 구성 R2 진동판 구조의 또 다른 변형을 보여준다. 이 예에서, 각 수직 응력 강화 판(G401)의 대향하는 예지 영역에 다수의 리세스가 형성되어 예지 영역 쪽으로 외측으로 테이퍼링되는 버팀대를 남긴다.

[1393] 도 44는 도 42의 구성 R2 진동판 구조의 또 다른 변형을 도시한다. 이 예에서 진동판 구조는 외부 수직 응력 강화부의 두께가 중심 베이스 영역으로부터 먼 둘레/주변 예지로 또한 감소한다는 점을 제외하고는 도 43에 표시된 진동판 구조와 유사하다. 수직 응력 강화부는 위치(G501)에서 비교적 두껍고, 위치(G503)에서 리세스에 인접한 비교적 더 얇은 부분(G502)로 단이 내려간다(step down). 이 구성은 예를 들어 두꺼운 영역(G501)과 얇은 영역(G502)을 결합한 단일 컴포넌트를 사용하거나 두개의 적층 컴포넌트로부터 만들어 수 있고, 하나의 컴포넌트는 영역(G502)으로 연장되고 나머지 컴포넌트는 위치(G503)에서 멈춘다. 두께의 감소는 다른 예들에서는 계단형 또는 다른 점진적/테이퍼링될 수 있으며, 관련 주요 면의 주변 예지 쪽으로 감소한다.

[1394] 도 42, 도 43 및 도 44에 도시된 바와 같이, (진동판 구조가 진동판 어셈블리의 일부인 경우 여기 메커니즘 및/또는 질량 중심 위치가 나타나는) 베이스 영역으로부터 멀리 떨어진 주변 예지 영역 쪽으로의, 외부 수직 응력 강화부의 양의 감소는 예를 들어, 외부 수직 응력 강화 층의 얇아짐, 특정 구역/영역으로부터의 외부 수직 응력 강화부의 생략, 버팀대의 협소화, 강화부의 테이퍼링 및 당업자라면 쉽게 알 수 있는 바와 같은 임의의 다른 가능한 질량 감소 방법을 통해 발생할 수 있다. 또한, 진동판 구조는 질량이 주요 면의 예지에 더 가깝게 감소되는 주변 예지 영역에서의 테이퍼된 질량 감소를 포함할 수 있다. 이는 리세스의 너비의 증가 또는 강화 판의 두께의 테이퍼링, 또는 예를 들어 강화 버팀대의 두께 및/또는 너비의 테이퍼링을 통해 수행될 수 있다. 또한, 감소된 질량의 주변 영역은 내부 응력 강화부에 바로 인접하거나 위에 위치하는 주요 면의 영역들, 다시 말해서, 진동판 구조의 내부 응력 강화 부재에 바로 인접하거나 또는 그 위에 위치하는 수직 응력 강화부를 포함하는 주변 영역에 인접하거나 그 사이에 위치하는 것이 바람직하다.

[1395] 도 46 및 도 47은 본 발명의 구성 R2 구조의 또 다른 2개의 예를 도시한다. 이들 예에서, 외부 수직 응력 강화부(G601)의 양/질량은 관련된 주요 면의 주변 예지 영역 또는 그 근처의 영역(G602)에서 감소된다. 예를 들어, 도 46의 변형에서, 상부 수직 응력 강화 부재의 너비는 감소되고, 삼각형 리세스 또는 노치는 수직 응력 강화부의 양 끝에 위치하고 두개의 추가적인 삼각형 애퍼처/리세스가 양측에 그리고 각 삼각형 리세스에 인접하여 형성된다. (진동판 몸체의 3개의 주요 면 위로 연장되는) 2개의 대향하는 각진 면이 생략되어 있다. 2개의 다른 마주 보는 각진 면은 그 말단부에 형성된 삼각형의 리세스를 가지며, 2개의 추가적인 삼각형 애퍼처가 양측에 삼각형 리세스에 인접하여 형성된다. 이러한 방식으로, 리세스는 베이스 영역으로부터 먼 관련 주요 면의 수직 응력 강화 인접 영역의 질량을 감소시킨다. 외부 영역은 베이스 영역으로부터 먼 영역이고, 여기서 이 구조를 포함하는 진동판 어셈블리의 모터 코일(G112) 및 형성기(G111)가 위치된다.

[1396] 도 47의 예에서, 수직 응력 강화 부재는 일련의 버팀대를 포함한다. 상부 주요 면을 따른 버팀대는 주요 면의 길이 방향 예지에 실질적으로 평행하게 멀리 연장되는 한 쌍의 길이 방향 버팀대를 포함한다. 한 쌍의 교차-버팀대는 그 후 양쪽 단부에 위치하고 한 쌍의 길이 방향 버팀대 사이에 연장된다. 진동판 몸체의 아래쪽에 (3개의 주요 면 위로 또한 연장되는) 수직 응력 강화부는 한 쌍의 대향하는 각진 면 중 각각에 한 쌍의 인접한 삼각형 톱니를 포함하는 밀폐된 형태를 형성하는 일련의 버팀대, 및 각진 면들 사이의 중심 면의 예지를 따라 연장되고 각 각진 면의 톱니에 연결되는 한 쌍의 길이 방향 버팀대를 포함한다. 이 변형 예에서, 수직 응력 강화부는 단계(G802)를 통해 주변 예지 영역(G801)에서 두께가 감소하여, 이에 의해 베이스 영역으로부터 먼 이들 외부 영역에서 수직 응력 강화부의 양/질량을 더 감소시킨다. 베이스 영역은 진동판 구조 및 모터 코일(G112) 및 형성기(G111)를 포함하는 진동판 어셈블리의 질량 중심이 나타나는 영역이다. 이들 예 각각에서, 리세스 및 애퍼처는 아치형, 환형 등과 같은 대안적인 형태를 취할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 또한, 도 47의 예에서, 두께의 감소가 G802에서 계단형이지만, 이는 다른 실시예들에서 대안적으로 점진적일 수 있음을 이해할 것이다.

[1397] 도 9는 단일-진동판 회전-동작 진동판 어셈블리에 구현된 구성 R2의 예인 실시예 A9를 도시한다. 도 33은 다중-진동판 회전-동작 진동판 어셈블리에 구현된 구성 R2의 예인 실시예 D1를 도시한다.

[1398] 구성 R3(Configuration R3)

[1399] 진동판 맨 끝에서의 코어 전단 변형 및 높은 질량으로 인한 공진 문제를 동시에 해결하도록 설계된 본 발명의 추가 진동판 구조 구성은 이제 도 1 및 도 2에 도시된 제1 예를 참조하여 설명될 것이다. 이 진동판 구조를 본 명세서에서는 구성 R3이라 칭한다. 구성 R3 진동판 구조는 구성 R1의 하위 구조이며, 이와 같이 구성 R1 구조에

포함된 많은 특징도 구성 R3 구조에 포함된다. 구성 R3 진동판 구조는 구성 R1에 따른 진동판 구조로 이루어지며, 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 먼 진동판 몸체의 하나 이상의 주변 영역은 진동판 몸체의 나머지 부분에 비해 뒤틀/또는 진동판 구조의 베이스 영역에 가까운 영역에 비해 두께가 감소된다. 이는 구성 R2 구조에서와 같이 질량 중심으로부터 먼 영역에서 진동판 구조의 질량을 줄이는 효과가 있다. 구성 R3의 가장 선호되는 실시예에서, 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 멀리 있거나 동떨어진 하나 이상의 주변 영역(들)은 베이스 영역에 인접한 영역(들)에 비해 감소된 두께를 포함한다. 도 1, 도 2 및 도 15에 도시된 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 예에서, 진동판 구조(A1300)는 웨지 형상이고, 보다 두꺼운 단부(A1300b)로부터 얇은 단부(A1300a)까지의 몸체의 길이를 따라 두께가 테이퍼링된다. 두께/테이퍼의 감소는 점진적이고 연속적이지만, 대안적으로 계단형이거나 임의의 다른 프로파일을 포함할 수 있고, 뒤틀/또는 테이퍼는 몸체의 길이를 따라 중간에 있는 영역에서 시작될 수 있으며 반드시 주변 영역에 위치할 필요가 없는 것이 바람직하다. 감소된 두께를 갖는 주변 영역(들)은 바람직하게는 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 가장 멀리 떨어져있는 영역(들)이다. 이 예에서, 베이스 영역(A1300b)에 또는 그 근처에 있고 진동판 베이스 구조를 결합하도록 구성된 진동판 몸체(A208)의 하나의 단부는 베이스 영역으로부터 먼 대향하는 단부 영역(A1300a)보다 더 두껍다.

[1400] 실시예 A의 예에서, 진동판 몸체의 베이스 영역(A1300b)과 베이스 영역으로부터 가장 먼 대향 주변 영역(A1300a) 사이의 두께 엔벨로프 또는 프로파일은 진동판 몸체의 관상면에 대해 적어도 약 4도 각도로 경사져 있고, 보다 바람직하게는 진동판 몸체(A208)의 관상면에 대해 적어도 약 5도 경사져 있다. 예를 들어, 도 2f에 도시된 각도(A223)는 진동판 구조(A1300)의 주요 면(A214)이 관상면(A213)에 대해 약 7.5도의 각을 이룬다는 것을 나타낸다.

[1401] 구성 R3 진동판 구조의 또다른 예가 도 45에 도시된 오디오 트랜스듀서 실시예와 관련하여 도시되어 있다. 진동판 몸체(G602)는 (진동판 구조에 결합된 모터 코일(G112) 및 형성기(G111)를 포함하여, 진동판 어셈블리 베이스 구조에 또는 그 근처에 있는) 진동판 구조의 중심 베이스 영역으로부터 먼 감소된 두께의 하나 이상의 주변 영역을 포함한다. 전술한 바와 같이, 두께의 감소는 이들 먼 영역에서 진동판 구조의 질량을 감소시킨다. 진동판 몸체는 몸체가 테이퍼링되고 중심 베이스 영역으로부터 바깥쪽으로 두께가 감소되는 절두 사다리꼴 형상을 포함한다. 이 예에서, 모든 주변 영역으로 이루어진 전체 주변은 진동판 몸체의 비교적 더 두꺼운 부분, 바람직하게는 가장 두꺼운 부분을 포함하는 중심 영역에 비해 감소된 두께를 포함한다.

[1402] 구성 R3 진동판 구조는 베이스 영역으로부터 먼(바람직하게는 가장 먼) 영역에서 진동판 구조의 질량을 감소시킴으로써 구성 R2의 진동판 구조에 의해 달성되는 것과 유사한 결과를 달성한다. 두 가지 예에서, 기하 구조가 에지 근처의 코어 굽힘에 의해 촉진된 국부적인 횡방향 공진 및/또는 코어 재료 전단에 의해 촉진된 코어 방울 공진에 대하여 외부 수직 응력 강화부(예를 들어, G601) 및 코어(예를 들어, G602) 자체의 질량을 지지하지 않을 수 있기 때문에(이 모드들은 이 경우 동일한 것으로 결합되는 경향일 수 있음), 바람직하게는 주변 영역을 너무 얇게 만들어서는 안 된다는 것을 유의해야 한다. 다시 말해서, 구조는 바람직하게는 이들 주변 영역에서 실질적으로 강성을 유지한다. 내부 강화 부재(예를 들어, G603)는 코어 전단 문제를 해결한다.

[1403] 구성 R4(Configuration R4)

[1404] 본 발명의 구성 R1 진동판 구조의 또 다른 하위 구조가 이제 설명될 것이다. 이 진동판 구조는 본 명세서에서 구성 R4로 지칭될 것이며, 관련 구조의 베이스 영역에서 먼 하나 이상의 주변 영역에서 진동판 몸체의 진동판을 얇게 사용함으로써 그리고 구조의 베이스 영역으로부터 먼 주요 면의 주변 에지 영역에서 또는 그 근처에서 적어도 하나의 주요 면의 외부 수직 응력 강화부 질량을 감소시킴으로써, 구성 R2 및 R3보다 더 포괄적으로 동일한 공진 소스를 다룬다(본질적으로는 구성 R2 및 구성 R3 진동판 구조의 조합임).

[1405] 베이스 영역으로부터 먼 주변 에지 영역(들)에서의 수직 응력 강화부의 감소된 질량은 지지할 진동판 몸체의 관련 주변 영역에 대한 질량이 더 적다는 것을 의미하며, 이는 진동판 몸체의 주변 영역이 훨씬 더 얇게 만들어짐으로써, 시너지 효과를 제공한다는 것을 의미한다. 구성 R4는 웨지형 진동판 몸체 유형 구조의 도 1/2, 도 9, 도 10, 도 11 및 도 12에 도시된 진동판 구조에 예시되어 있고 사다리꼴 프리즘 진동판 몸체 유형 구조에 대한 도 46 및 도 47에 도시된 진동판 구조에 예시되어 있다. 수직 응력 강화부의 형태는 구성 R2에 자세히 설명되어 있으며 간결함을 위해 반복하지 않는다. 유사하게, 이들 실시예에 대한 진동판 몸체 질량의 감소는 구성 R3 아래에 상세히 기술되어 있으며, 간결함을 위해 반복하지 않을 것이다. 이러한 모든 예에서, 수직 응력 강화부의 질량 감소 및 진동판 몸체의 질량/두께의 감소는 진동판 구조를 포함하는 관련 진동판 어셈블리의 질량 중심 위치가 나타나는 베이스 영역으로부터 먼(바람직하게는 가장 먼) 진동판 구조의 동일한 주변 영역에 존재한다.

[1406] 예를 들어, 도 46에 도시된 실시예 내에서, 외부 수직 응력 강화부(G701)의 부분들이 질량을 감소시키기 위해

생략되고, 특히 내부 강화 부재(G603) 사이의 중도에 위치한 주변 예지 영역으로부터 생략된다는 점을 제외하고는, 도 45에 도시된 실시예와 유사하다. 이것은 중요한 예지 영역으로부터 상기 부분을 코어(G602)에 부착하는데 사용되는 접착제뿐만 아니라 외부 층(G701)의 상기 부분과 관련된 질량을 감소시키는 목적을 제공한다. 순효과는 주변 영역의 질량이 감소하여 진동판 몸체 코어(G602)가 그 자체의 질량만을 지지해야 한다.

[1407] 구성 R2와 관련하여 전술한 바와 같이, 수직 응력 강화부(G701)의 일부가 생략될 때, 이것은 내부 강화 부재(G603) 사이의 영역에서 발생하는 것이 바람직하다.

[1408] 구성 R4 진동판 구조의 중요한 목적이 진동판 파열 공진 모드와 관련된 악영향의 완화이지만, 진동판 주변 영역을 얇게 하는 것(thinning) 및 주변 예지 영역으로부터의 강화 재료를 제거하는 것은 전체 진동판 질량이 감소하고 드라이버 효율이 향상된다는 점에서 추가 이점을 가진다.

[1409] 2.3 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서(Configurations R5-R7 Audio Transducers)

[1410] 원추형 및 반구형 막 유형 진동판을 갖는 종래의 스피커는 가능하면 모드의 여기를 최소화하기 위해 제조 정확도의 밸런싱 및 개선과 같은 기술에 의해, 또한 플라스틱, 코팅되거나 슬라이스된 종이, 실크 및 케블라(Kevlar)와 같은 진동판 재료의 사용을 통해 댐핑(damp)함으로써 때때로 해결되는 다수의 막 유형 공진 모드를 겪는다.

[1411] '진동판 서라운드' 컴포넌트는 기존의 얇은 막 유형 진동판에서 중요한 역할을 한다: 1) 거친 진동판 예지를 지원하여 그것이 구부러질 때 서라운드 컴포넌트를 터치하지 않는다. 2) 진동판은 '공(gong)' 모드와 같은 특정 공진에 대한 내성면에서 낮은 강성을 가질 수 있기 때문에 공진을 댐핑시킨다.

[1412] 기존의 서라운드 및 스파이더 진동판 서스펜션 컴포넌트는 문제가 있는 3-웨이 설계 위험을 생성하여, 이에 의해 진동판 편위(excursion)를 증가시키거나 진동판의 기본 공진 주파수를 감소시키는 요구 사항이 각각 더 넓고 더 매끄러운 서스펜션 컴포넌트를 초래하고, 이는 결국 스피커의 주파수 대역폭이 상단 단부에서 공진 문제를 증가시킨다. 간단히 말해서 이것은 저음을 개선하면 불필요한 공진이 증가한다는 것을 의미한다.

[1413] 그럼에도 불구하고 진동판 서라운드 서스펜션 컴포넌트는 다양한 막이 아닌 진동판 유형과 결합하여 아주 흔하다.

[1414] 그러나 이 공생 효과는 기존의 서라운드가 두껍고 튼튼한 설계 방식의 진동판과 결합될 때 적용되지 않는다.

[1415] 주변 구조와 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변 영역 및 실질적으로 강성인 진동판 구조를 결합하는 오디오 트랜스듀서는 몇 가지 이점을 제공한다. 첫째, 진동판의 주변 영역은 덜 단단하고 더 가벼울 수 있는데, 그 이유는 더 이상 서라운드를 지원할 필요가 없으며 자체의 비교적 낮은 질량만을 지원해야 하기 때문이다. 중간 진동판 영역은 더 이상 서라운드를 지원할 필요가 없기 때문에 상당히 더 가볍게 만들 수 있으며 제거된 주변 영역 질량의 컴포넌트도 마찬가지이다. 진동판의 베이스는 더 이상 서라운드를 지원할 필요가 없으므로 여전히 더 가벼울 수 있으며, 제거된 주변 영역 질량의 컴포넌트 또는 제거된 중간 영역 질량의 컴포넌트도 마찬가지이다. 전자기 코일은 다른 곳에서의 질량 감소로 인해 이제 더 가볍게 만들 수 있다. 회전 동작 진동판의 경우 힌지 메커니즘은 질량이 적으므로, 개선된 지지를 제공한다.

[1416] 이러한 확인된 원리를 사용하여 전술한 단점을 해결하기 위해 설계된 다양한 오디오 트랜스듀서 구성이 이제 몇 가지 예를 참조하여 설명될 것이다. 아래의 오디오 트랜스듀서 구성은 간결성을 위해 본 명세서에서 구성 R5-R7이라고 할 것이다. 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서는 예를 참조하여 보다 상세하게 설명될 것이나, 본 발명은 이들 예들에 한정되는 것은 아니라는 것을 인식할 것이다. 별도로 명시하지 않는 한, 이 명세서에서 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 대한 언급은 설명된 다음 예시적인 오디오 트랜스듀서들 중 임의의 하나 또는 당업자에게 명백한 이러한 구성들의 설명된 설계 특징을 포함하는 임의의 다른 오디오 트랜스듀서를 의미하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[1417] 자유로운 주변(Free Periphery)

[1418] 각 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에서, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서의 주변 구조와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 갖는 진동판 구조를 갖는 진동판 어셈블리로 구성된다.

[1419] 이 문맥에 사용된 "물리적 연결이 없는(free from physical connection)"이라는 문구는 진동판 구조 주변의 관련 자유 영역과 하우징 사이에 직접 또는 간접적인 물리적 연결이 없음을 의미하려는 의도이다. 예를 들어, 자유 또는 연결되지 않은 영역은 바람직하게는 직접적으로 또는 솔리드 서라운드, 솔리드 서스펜션 또는 솔리드

밀봉 요소와 같은 중간 솔리드 컴포넌트를 통해 하우징에 연결되지 않고, 이들이 서스펜드되어 있는 구조로부터 분리되거나 보통 갭에 의해 서스펜드되어 있다. 갭은 바람직하게는 가스 또는 액체 갭과 같은 유체 갭이다.

[1420] 또한, 이 문맥에서의 하우징이란 용어는 또한 그 사이 또는 그 내부의 진동판 구조의 적어도 실질적인 부분을 수용하는 임의의 다른 주변 구조를 포함하도록 의도된다. 예를 들어, 진동판 구조의 일부 또는 전체를 둘러쌀 수 있는 베플, 또는 오디오 트랜스듀서의 다른 부분으로부터 연장되고 진동판 구조의 적어도 일부분을 둘러싸는 벽조차도, 하우징 또는 적어도 서라운드 구조를 이 문맥에서 구성할 수 있다. 따라서 물리적 연결이 없는 문구는 경우에 따라 다른 주위 솔리드 파트와 물리적 관련성이 없는 것으로 해석될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조는 이러한 솔리드 서라운드 부분으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 회전 동작 실시예에서, 진동판 구조의 베이스 영역의 일부분은 관련된 힌지 어셈블리에 의해 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 물리적으로 연결되고 서스펜드된 것으로 간주될 수 있다. 그러나, 진동판 구조 주변의 나머지 부분은 연결이 없으며, 따라서 진동판 구조는 적어도 부분적으로 자유로운 주변을 포함한다.

[1421] 본 명세서에서 외주변과 관련하여 사용되는 "적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는"이라는 문구(또는 "자유로운 주변"로 가끔 간략화되는 "적어도 부분적으로 자유로운 주변"과 같은 다른 유사한 문구)는 다음과 같은 외주변을 의미하는 것으로 의도된다:

[1422] ● 거의 모든 주변이 물리적 연결이 없거나

[1423] ● 그렇지 않으면 주변이 서라운드 구조/하우징에 물리적으로 연결된 경우 적어도 하나 이상의 주변 지역은 물리적 연결이 없으므로 이들 영역이 주변과 서라운드 구조 사이의 둘레에 대한 연결에서 불연속성을 구성한다.

[1424] 주변의 대략 전체 길이를 따라 하나 이상의 에지를 따라 물리적으로 연결되지만 (도 40에 도시된 종래의 서스펜션과 같이) 하나 이상의 다른 주변 에지 또는 측면을 따라 연결이 없는 진동판 구조 주변은 이 경우에 전체 주변 길이 또는 둘레가 적어도 하나의 영역에서 지지되고 둘레 주위로 연결에 불연속이 없기 때문에, 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함하는 진동판 구조를 구성하지 않는다.

[1425] 이와 같이, 오디오 트랜스듀서가 예를 들어, 솔리드 서라운드 또는 밀봉 요소를 포함하는 솔리드 서스펜션을 포함하는 경우, 바람직하게는 솔리드 서스펜션은 진동판 구조를 하우징 또는 주변 주위의 연결이 불연속성을 갖는 주변 구조에 연결한다. 예를 들어 서스펜션은 주변의 둘레의 80% 미만의 길이를 따라 진동판 구조를 연결한다. 보다 바람직하게는, 서스펜션은 주변의 둘레의 50% 미만의 길이를 따라 진동판 구조를 연결한다. 가장 바람직하게는, 서스펜션은 주변의 둘레의 20% 미만의 길이를 따라 진동판 구조를 연결한다.

[1426] 도 48A 내지 도 48E에 도시된 오디오 트랜스듀서 실시예(이하, 실시예 G9 라 함)는 부분적으로 자유 주변 구현의 예이다. 이 오디오 트랜스듀서는 도 40a 내지 도 40c와 비슷하다. 자석 어셈블리 및 바스켓(G103) 및 스피커(G105)는 도 40a 내지 도 40c에 도시된 것과 동일한 어셈블리이며, 진동판 어셈블리(G600)는 도 45a 내지 도 45f에 도시된 것과 동일한 어셈블리이다. 유일한 다른 차이점은 진동판 구조 서스펜션(G102)이 여러 서스펜션 부재(G901)로 대체되어 둘레 주위의 서스펜션에 불연속성을 초래한다는 것이다. 이러한 방식으로, 이 실시예는 진동판 구조의 하나 이상의 외주변 영역(G908)이 서라운드(G902)와 물리적 연결이 없는 자유 에지 설계를 구성한다. 자유 주변 영역(G908)에서, 진동판 구조의 외주변 및 (구조(G902)의 위치들(G902b)에서의) 서라운드 구조(G902) 사이에는 에어 갭(G903)이 존재한다. 서라운드 구조(G902)는 바스켓(G103)에 단단하게 결합될 수 있다.

[1427] 도시된 바와 같이, 바람직하게는 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역(G908)은 진동판 구조의 전체 둘레의 적어도 20%(예를 들어, 대략 $2 \times G906 + 2 \times G905$)를 구성한다. 보다 바람직하게, 하나 이상의 자유 주변 영역은 둘레의 적어도 50%, 적어도 80%를 구성한다. 이러한 물리적 연결 부재는 진동판 구조의 둘레에 대해 더 높은 연결 정도를 갖는 실시예들에 비해 이점을 제공한다. 하나의 장점은 더 낮은 기본 주파수 W_n 이 용이하다는 것, 또 다른 하나는 서라운드가 기계적 공진을 일으키기 쉽기 때문에 사운드 전파 컴포넌트의 영역 및 주변 길이를 줄이면 음질에 이점을 줄 수 있다는 것이다. 예를 들어 둘레의 약 20%를 따라 심지어 부분적으로 물리적 연결이 없는 주변은 (예를 들어, 기본 주파수 W_n 를 낮춤으로써) 동작 대역폭에서 상당한 이점을 여전히 제공하고, 서라운드의 파열로 인해 생성되는 왜곡을 감소시킨다. 다른 예로서, 주변이 부분적으로 물리적 연결이 없도록 만들어지고 남아있는 서라운드 재료가 두껍게 되어 기본 진동판 주파수가 변경되지 않고 유지되면, 이는 서라운드에 고유한 공진 모드가 주파수를 증가시키게 할 수 있다. 연결이 없는 진동판(G908)의 주변 영역의 부분은 에어 갭(G903)에 의해 서라운드 구조(G902)로부터 분리되어 있다. 바람직하게는, 이러한 갭은 실질적으로 작다. 예를 들어 일부 애플리케이션에서는 0.2-4mm 사이일 수 있다.

[1428] 진동판 서스펜션 부재(G901)는 진동판(G600)을 서라운드 구조(G902)의 주요 면(G902a)에 연결하는데, 이는 이

경우에 바스켓(G103)의 안내판(guide plate)(G902)이다. 스파이더(G105)와 결합하여 이것은 진동판 어셈블리(G600)를 바스켓 및 마그네트 어셈블리 내에 동작적으로 서스펜드시키는 진동판 서스펜션 시스템을 제공한다. 각 진동판 서스펜션 부재(G901)는 가요성 영역(G901a)과 연결 탭(G901b, G901c)으로 구성되어 있다. 탭(G901c)은 안내판 주요 면(G902a)에 부착 할 표면적을 제공한다. 탭(G901c)은 진동판 구조의 외주변에서 외부 강화부(G601) 및 코어(G602)에 부착된다. 이 실시예에서, 진동판 서스펜션 부재(G901)는 고무로 제조된다. 다른 적합한 물질은 스프링강(spring steel) 및 티타늄과 같은 금속, 실리콘, 폐쇄 셀 폼 및 플라스틱을 포함한다. 이러한 컴포넌트는 솔리드 서스펜션 컴포넌트이다(예를 들어, 유체 서스펜션이 아님). 기하 구조, 예를 들어, 길이(G907) 및 영역(G901a)의 너비는 서스펜션 시스템의 유연성에 큰 영향을 미친다. 재료 기하 구조와 영물의 조합은 바람직하게는 이 트랜스듀서에 실질적으로 낮은 기본 주파수 f_n 를 제공하도록 유연한이어야 한다.

[1429] 임의의 오디오 트랜스듀서 실시예에 있어서, 진동판 구조 주변이 적어도 부분적으로 및 상당히 물리적 연결이 없는 것이 선호된다. 예를 들어, 상당히 자유로운 주변은 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 약 적어도 20%, 또는 보다 바람직하게는 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 약 적어도 30%를 구성하는 하나 이상의 자유 주변 영역을 포함할 수 있다. 진동판 구조는 보다 바람직하게는 예를 들어, 물리적 연결이 없는 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 50%와, 또는 보다 바람직하게는 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 80%와 실질적으로 물리적 연결이 없다. 가장 바람직하게는 진동판 구조는 거의 완전히 물리적 연결이 없다.

[1430] 본 발명의 일부 오디오 트랜스듀서 실시예에서 강자성 유체는 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 5.2.5의 실시예 P 및 Y에 대해 기술된 바와 같이 진동판 구조의 외주변을 지지하기 위해 이용될 수 있다. 강자성 유체는 진동판 구조의 외주변과 서라운드 구조의 내주변 사이에 (상기 기준에 의해 정의된 바와 같이) 물리적 기계적 연결이 실질적으로 존재하지 않는다면, 솔리드 서스펜션과 같은 솔리드 컴포넌트를 구성하지 않는다. 예를 들어, 실시예 G9 트랜스듀서의 갭(G903)에서 자성 유체 또는 다른 서스펜션 유체가 위치할 수 있으며, 진동판 구조는 여전히 자유 주변 유형으로 고려될 수 있다.

[1431] (섹션 2.3 밖의) 자유 주변 구성 또는 섹션 2.3에 정의된 자유 주변 구성에 참조가 이루어지고 또는 다른 유사한 참조가 이루어지는 본 명세서에서, 달리 명시되지 않는 한, 이러한 구성은 아래의 섹션 2.3.1 ~ 2.3.3에 설명된 추가 특징으로 제한되는 의도가 아니며, 이러한 추가 특징은 해당 참조의 하위 구성으로 배제되지 않는다.

[1432] 2.3.1 구성 R5(Configuration R5)

[1433] 본 발명의 오디오 트랜스듀서 구성은 이제 도 6a를 참조하여 설명될 것이다. 오디오 트랜스듀서(A100)는 구성 R5로 참조되지만, 이 오디오 트랜스듀서에 사용된 진동판 구조는 구성 R1 진동판 구조의 하위 구조일 필요가 없다는 것을 유의하는 것이 중요하지만, 일부 변형에서 가능하다. 구성 R5 오디오 트랜스듀서는 베이스 영역(A222)으로부터 멀리 떨어져 있는 진동판 몸체(A208)/진동판 구조(A1300)의 하나 이상의 주변 영역에서 진동판 서스펜션/서라운드를 실질적으로 동시에 제거하고 외부 수직 응력 강화 질량을 감소시킴으로써, 개선된 진동판 파열 거동을 제공한다. 구성 R5의 오디오 트랜스듀서는 진동판 어셈블리(A101)로 구성되고, 진동판 어셈블리(A101)는 트랜스듀서의 서라운드 구조와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역을 가진 진동판 구조(A1300) 및 진동판 구조의 베이스 영역(A222)으로부터 먼 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역 쪽으로 질량이 감소하는 하나 이상의 주요 면과 관련된 외부 수직 응력 강화부를 가진 실질적으로 가벼운 진동판 몸체(A208)를 포함한다.

[1434] 도 6g의 구성 R5 오디오 트랜스듀서에 도시된 바와 같이 (본 명세서에서 오디오 트랜스듀서를 포함하는 오디오 디바이스로서 지칭될 수도 있는) 오디오 트랜스듀서 어셈블리(A100)는 (이전에 기술된 구성 R1, R2, 및 R4 진동판 구조에서와 같이) 외부 수직 응력 강화부(A2076/A207)로 강화된 하나 이상의 주요 면을 갖는 몸체(A208)를 갖는 (도 15에 도시된) 진동판 구조(A1300)를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)를 포함한다. 구성 R2 진동판 구조와 마찬가지로, 구성 R5 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조의 수직 응력 강화부는, 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 멀거나 진동판 어셈블리의 질량 중심 위치로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역에서 비교적 더 낮은 양의 질량을 초래하는 질량 분포를 포함한다.

[1435] 오디오 트랜스듀서는 예를 들어 진동판 어셈블리(A101)를 내부에 수용하기 위한 인클로저 및/또는 베플의 형태인 하우징 또는 서라운드(A601)를 더 포함한다. 또한 하우징은 그 내부에 트랜스듀서 베이스 구조(A115)를 수용하는 것이 바람직하다. 수직 응력 강화부의 질량 감소에 추가하여, 진동판 구조(A1300)는 주변 구조의 내부와 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 주변을 포함하며, 이 예에서 하우징(A601)이다. 이 예에서, 진동판 구조(A1300)의 주변의 약 96%는 하우징(A601) 및 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하는 임의의 서라운드 구조와의 물리적 연결이 없으며, 에어 갭(A607)에 의해 도시된 바와 같이 하우징의 내부 벽으로부터 이격된다. 이와 같이

외주변은 거의 완전히 물리적 연결이 없다. 그러나, 베이스 영역(A222)은 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판 서스펜션 시스템에 의해 서스펜드되어 있고, 힌지 조인트에서의 베이스 구조와 물리적 연결을 이룬다(주변 에지 둘레의 대략 4%를 구성함). 그러나, 일부 변형 예에서, 진동판 구조의 주변은 상술한 바와 같이 상이한 양만큼 하우징과의 물리적 연결이 부분적으로만 없을 수 있지만 여전히 물리적 연결은 현저히 없다. 예를 들어, 물리적 연결이 현저히 없는 진동판 구조의 경우 바람직하게는 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역은 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 약 20%를 구성하거나, 보다 바람직하게는 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 약 30%를 구성한다. 진동판 구조는 물리적 연결이 실질적으로 없을 수 있으며, 예를 들어, 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 50%가 물리적 연결이 없거나, 보다 바람직하게는 외주변의 길이 또는 2차원 둘레의 적어도 80%가 물리적 연결이 없다.

[1436] 이 예에서, 물리적 연결이 없는 적어도 하나 이상의 주변 영역은 진동판 구조의 베이스 영역으로부터 가장 먼 적어도 하나의 주변 영역(예를 들어, 진동판 어셈블리의 베이스 영역에 대향하는 에지)을 포함한다.

[1437] 구성 R5는 실시예 A 오디오 트랜스듀서(A100)에서 사용된다. 그러나, 이러한 구성 오디오 트랜스듀서에서 사용되는 진동판 구조는 구성 R1-R4 진동판 구조 또는 하나 이상의 주요 면을 갖는 진동판 몸체 및 동작 중 몸체가 겪는 압축-인장 응력에 견디기 위한 상기 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합된 수직 응력 강화부를 포함하는 임의의 다른 진동판 구조 중 어느 하나일 수 있으며, 수직 응력 강화부의 질량 분포는 비교적 더 낮은 양의 질량이 진동판 어셈블리의 질량 위치 중심으로부터 먼 하나 이상의 영역에 있도록 된다. 진동판 어셈블리(A101) 대신에 사용될 수 있는 예시적인 진동판 어셈블리는 예를 들어 도 11에 도시된다. 이 어셈블리는 코어(A1004)가 내부에 적층된 내부 전단 강화부를 선택적으로 가지지 않고, 외부 수직 응력 강화부가 얇은 포일로 구성되어 있다는 점을 제외하고는 실시예 A의 어셈블리와 유사하다. 포일은 진동판 어셈블리의 비교적 높은 질량 베이스에 가까운 영역(A1101)에서 더 두껍고, 하나 이상의 먼 영역에서 진동판 팁을 향하는 영역(A1102)에서 더 얇다. 두께의 단계적 변화는 위치(A1103)에서 도 11b의 상세도에서 볼 수 있다. 이 예에서, 진동판 몸체의 하나 이상의 말단 영역은 감소된 두께 또는 질량을 갖는 수직 응력 강화부의 하나 이상의 먼 영역과 정렬된다. 다른 구성에 대해 이전에 언급한 바와 같이, 두께의 변화는 다른 대안적인 변형에서 달리 테이퍼링되거나 점진적일 수 있다. 이 변형에서 감소된 두께의 영역(A1102)은 사용시 여기 메카니즘을 결합하도록 구성된 영역으로부터 가장 먼 진동판의 팁/에지 영역에 가장 가깝다.

[1438] 구성 R1 및 R2에 대해 전술한 바와 같이, 질량 중심으로부터 먼 영역에서 외부 수직 응력 강화부의 질량 감소를 달성하는 많은 대안적인 변형이 존재한다는 것을 이해할 것이다. 이러한 변형은 구성 R5 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조에서도 또한 가능하지만 제한은 없다. 예를 들어 도 1/2, 도 9, 도 10, 도 12, 도 42, 도 43 및 도 46의 진동판 구조의 외부 수직 응력 강화부가 대안적으로 사용될 수 있다. 도 42, 도 43 및 도 46의 진동판은 (예를 들어, 실시예 G9 또는 그와 유사하게) R5 구성을 구성하기 위해 주변이 물리적으로 연결되지 않도록 적어도 부분적으로 남겨두는 진동판 서스펜션을 사용하여 배치될 필요가 있을 것이다. 또한, 일부 변형 예에서, 진동판 구조는 구성 R1 하에 설명된 임의의 진동판 구조에 따라 내부 응력 강화부를 또한 포함할 수도 있다. 이러한 구성의 오디오 트랜스듀서에 사용된 진동판 구조는 (이전에 기술된) 다음 특징 중 하나 이상의 임의의 조합을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다:

[1439] ● 질량 중심 위치에서 가장 먼 하나 이상의 주변 영역에는 수직 응력 강화부가 없다;

[1440] ● 진동판 몸체는 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 영역에 비교적 더 낮은 질량을 포함한다;

[1441] ● 진동판 몸체는 하나 이상의 먼 영역에서 비교적 더 낮은 두께를 포함한다. 두께는 하나 이상의 먼 영역 쪽으로 테이퍼링되거나 계단형일 수 있다;

[1442] ● 진동판 몸체의 두께는 질량 중심 위치 또는 그 근처 영역으로부터 질량 중심 위치로부터의 하나 이상의 가장 먼 영역까지 연속적으로 테이퍼링된다; 및/또는

[1443] ● 진동판 몸체의 하나 이상의 먼 영역이 감소된 두께 또는 질량을 갖는 수직 응력 강화부의 하나 이상의 먼 영역과 정렬된다.

[1444] 진동판 구조의 베이스 영역에 가깝게 위치한 외부 수직 응력 강화부의 일부는 파열 조건 하에서 더 많은 하중을 받는데, 그 이유는 베이스 영역과 무거운 진동판 베이스 및 힌 전단 컴포넌트로부터 먼 에지 영역과 같이, 진동판의 다른 먼 부분을 진동판 굽힘에 대항하여 지지해야 하는 끼어 있는 존재('piggy-in-the-middle')기 때문이다. 이것은 (베이스로부터 먼) 에지가 아닌 영역이 더 두꺼운 외부 강화를 갖는 것이 더 최적이라는 것을 의미한다. 반면 진동판 어셈블리의 질량 중심에서 멀어지고 주변 근처에 위치한 외부 층의 부분은 진동판의 먼 부분

을 지지 할 필요가 없으므로 외부 수직 응력 강화부를 전술한 바와 같이 줄일 수 있다.

[1445] 도 11의 진동판 어셈블리는 또한 구성 R3 진동판 구조에서와 같이 진동판 구조의 베이스 영역 및/또는 진동판 어셈블리의 질량 중심으로부터 떨어진 외부 주변 영역 쪽으로 테이퍼링되는 진동판 두께를 특징으로 하는데, 이는 주변 영역에서의 과도한 두께와 관련된 과도한 진동판 질량으로부터 생기는 단점이 또한 제거되는 것을 의미하지만, 대안적인 실시예에서, 두께는 진동판 몸체의 길이를 따라 테이퍼링되지 않을 수 있고, 실질적으로 균일하지 않을 수 있음을 이해할 것이다.

[1446] 이러한 구성의 일부 구현 예에서, 강자성 유체는 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 섹션 5.2.5의 실시예 P 및 Y에 대해 기술된 바와 같이 진동판 어셈블리의 외주변을 지지하기 위해 이용될 수 있다. 전술한 바와 같이, 강자성 유체 변형은 진동판 어셈블리의 외주변과 서라운드 구조의 내주변 사이에 (상기 기준에 의해 정의된 바와 같은) 물리적 기계적 연결이 실질적으로 존재하지 않는다면, 이 구성의 범위 내에 여전히 존재할 것이다. 예를 들어 본 명세서의 섹션 2.2에 기술된 실시예 A 트랜스듀서를 포함하는 회전 동작 오디오 트랜스듀서 중 임의의 것은 관련된 진동판 구조 또는 어셈블리에 대한 강자성 유체 지지를 포함하도록 수정될 수 있으며 본 발명은 실시예 P 및 Y에 예시된 선형 동작 오디오 트랜스듀서의 진동판 어셈블리를 지지하는 것에 제한되는 의도는 아니다.

[1447] 2.3.2 구성 R6(Configuration R6)

[1448] 다른 오디오 트랜스듀서 구성은 이제 도 6g 및 도 10를 참조하여 설명될 것이다. 이 오디오 트랜스듀서 구성은 구성 R5 오디오 트랜스듀서의 하위 구성이며 이후 구성 R6이라고 지칭할 것이다. 본 발명의 구성 R6 오디오 트랜스듀서는 진동판 몸체의 하나 이상의 주요 면에서 외부 수직 응력 강화부에 의해 강화된 경량(바람직하게는 발포 고무) 진동판 몸체를 갖는 오디오 트랜스듀서를 포함한다. 진동판 구조는 구성 R1-R4에 대해 설명한 바와 같이 내부 응력 강화부를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 도 6g는 서라운드 하우징과 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 진동판 구조 주변을 도시한다. 구성 R5와 관련된 위의 설명은 이러한 자유 주변 설계의 특징을 설명한다. 도 10을 참조하면, 구성 R6 오디오 트랜스듀서 어셈블리에서, 도 10의 진동판 어셈블리는 실시예 A의 오디오 트랜스듀서에서 이용되며, 구성 R5 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조에 따라, 감소된 질량의 하나 이상의 영역을 포함하는 수직 응력 강화 부재(A1001)를 갖는 진동판 구조를 포함한다. 이 구성에서, 진동판 구조는 관련된 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역(A1002)에서 수직 응력 강화부가 전혀 없으며, 각 주변 에지 영역(A1002)은 질량 중심 위치로부터 관련 주요 면의 가장 먼 주변 에지까지 총 거리의 50%인 질량 중심 위치에 중심을 둔 반경에 또는 그 너머에 위치한다.

[1449] 질량 중심 위치는 전술한 구성에 따라 진동판 구조를 통합하는 진동판 어셈블리의 질량 중심의 위치이다. 외측 수직 응력 강화부(A1001)는 중요한 외부 에지 영역에서 질량의 감소를 달성하기 위해 베이스 영역으로부터 먼 관련 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역 근처에서 불연속이다. 또한, 서라운드 구조와의 물리적 연결이 실질적으로 없는 진동판 구조 설계가 구성 R5에 따라 채택된다. 즉, 구성 R6의 오디오 트랜스듀서는 진동판 어셈블리를 수용하기 위한 인클로저 및/또는 배플을 갖는 하우징을 더 포함하며, 진동판 구조는 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 외주변 영역을 포함한다. 전술한 바와 같이, 바람직하게는 하나 이상의 외주변 영역은 도 6g에 도시된 바와 같이 진동판 구조의 외주변의 길이의 적어도 20%를 구성한다. 진동판 구조는 정상 동작 중에 상당히 강성으로 유지되도록 설계된다. 또한 전술한 바와 같이 50%의 반경을 넘어서, 보다 바람직하게는 진동판 어셈블리의 질량 중심으로부터의 거리의 80%를 넘어서 놓여 있는 하나 이상의 주변 영역에서 관련 표면으로부터 생략된 일부 수직 응력 강화 재료가 있다. 바람직하게는, 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 진동판 구조의 주변 영역들 및 하우징의 내부 사이에 작은 에어 갭이 있다. 어떤 경우, 진동판 구조의 주변 영역과 하우징 사이의 거리에 의해 한정되는 에어 갭의 너비는 진동판 몸체의 주요 면을 따라 최단 길이의 1/10 미만이고, 보다 바람직하게는 1/20 미만이다. 어떤 경우에는 에어 갭 너비가 진동판 몸체 길이의 1/20 미만이다. 경우에 따라 에어 갭 너비가 1mm 미만이다.

[1450] 외부 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 관련된 주요 면의 면적의 총 적어도 약 10%, 보다 바람직하게는 적어도 약 25%, 가장 바람직하게는 적어도 약 50%로부터의 영역(A1002)에서 생략된다. 얇게 하는 것과 반대로, 특정 영역으로부터 수직 응력 강화부를 생략하는 것의 이점은 접착제를 필요로 하지 않는다는 것이다. 결국, 이것은 이러한 영역의 진동판 몸체는 자체 질량을 지지할 수 있어야 할 필요가 있다는 것을 의미한다. 이러한 이유로, (필수적이지는 않지만) 수직 응력 강화부가 전혀 없는 영역(A1002)이 이 임계 영역에서의 질량을 최소화하기 위해 노출되거나 코팅되지 않은 채로 남겨지는 것이 바람직하고, 또는 이들 영역에서 이용되는 적어도 어떤 코팅도 예를 들어, 페인트의 얇은 코팅과 같이 매우 경량이다.

[1451] 도 10에 도시된 실시예는 구성 R6 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 사용될 수 있는 진동판 구조의 예이다. 코어

(A1004)는 솔리드하고, 진동판 표면에서의 수직 응력 강화부는 실질적으로 균일/일정한 두께이고, 베이스 영역에 대향하는 진동판 몸체의 먼 에지로부터 진동판 몸체의 관련 주요 표면으로 연장되는 상기 와 I 부 응력 가오 하부에 대략 반원형의 공극 또는 리세스를 가진다. 리세스(A1002)는 예를 들어 도 9, 도 42, 도 43 및 도 46의 외부 응력 강화부에 도시된 바와 같이, 임의의 다른 형태 또는 형상을 취할 수 있고, 직사각형 또는 삼각형일 수 있고 및/또는 다수의 리세스가 있을 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도 42, 도 43 및 도 46의 진동판은 R6 구를 구성하기 위해 물리적 연결이 없는 주변의 적어도 20%를 남겨두는 진동판 서스텐션으로 배치성(예를 들어, G9 오디오 트랜스듀서에 배치)될 필요가 있을 것이다. 도 9 예의 수직 응력 강화부(A1001)는 또한 진동판 몸체의 상당 부분 또는 전체 부분의 길이를 따라 진동판의 2개의 주요 면 중 어느 한 쪽으로부터 생략되었다. 그러나, 다른 실시예들에서, 재료의 스트립이 이들 측면 영역에서 생략되지 않을 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 외부 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 두 주요 면에서 동일하다.

[1452] 이 예에서, 수직 응력 강화부는 얇은 알루미늄을 포함하고, 코어는 폴리스티렌 폼을 포함하지만, 이는 단지 예시적이고, 수직 응력 강화부 및 진동판 몸체를 위한 다른 재료가 예를 들어 구성 R1 진동판 구조에 정의된 바와 같이 이용될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[1453] 바람직하게는 진동판 몸체는 그 길이에 대해 실질적으로 두껍고, 예를 들어 몸체의 길이의 15%보다 큰 최대 두께를 가질 수 있다.

[1454] 구성 R6 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조는 예를 들어, 구성 R1 진동판 구조에 대해 정의된 대로 내부 응력 강화 부재를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.

[1455] 이러한 구성의 일부 구현 예에서 강자성 유체는 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 섹션 5.2.5의 실시예 P 및 Y에 대해 기술된 바와 같이 진동판 어셈블리의 외주변을 지지하기 위해 이용될 수 있다. 자성 유체 변형은 진동판 어셈블리의 외주변과 서라운드 구조의 내주 사이에 (상기 기준에 의해 정의된 바와 같이) 물리적 기계적 연결이 실질적으로 존재하지 않는다면, 여전히 이 구성의 범위 내에 존재할 것이다.

[1456] 2.3.4 구성 R7(Configuration R7)

[1457] 도 6g 및 도 12를 참조하면, 본 발명의 오디오 트랜스듀서의 또 다른 구성이 도시되어 있다. 이러한 구성에서, 도 12에 도시된 진동판 구조는 실시예 A의 오디오 트랜스듀서 및 특히 도 6g에 도시된 어셈블리 내에 이용된다. 진동판 구조는 진동판 몸체의 전방 및 후방 주요 면의 표면 상에 또는 그 근처에 외부 수직 응력 강화부(A1201/A1202)에 의해 뿔뿔해진 경량의 코어 진동판 몸체를 포함한다. 이 구성에서 일련의 버팀대를 이용하여 외부 응력 강화를 제공하여, 표면의 다른 부분을 강화되지 않은 상태로 유지한다. 구성 R5에 대해 정의된 바와 같이, 구성 R7 오디오 트랜스듀서는 내부에 진동판 어셈블리를 수용하기 위한 인클로저 및/또는 베플의 형태의 하우징을 더 포함한다. 수직 응력 강화부에서의 질량 감소에 추가하여, 이 진동판 구조는 하우징의 내부와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 없는 외주변을 포함한다. 이 실시예에서, 주변은 거의 완전히 연결이 없지만, 일부 변형에서, 주변은 하우징과의 물리적 연결이 부분적으로만 없을 수 있으며, 바람직하게는 외주변의 길이의 적어도 20%를 따라 연결이 없다. 구성 R7 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조는 일련의 또는 네트워크의 버팀대(A1201/A1202)의 형태인 외부 수직 응력 강화부를 포함하여 이에 의해 수직 응력 강화부가 실질적으로 거의 완전히 없는 관련된 주요 표면을 유지한다.

[1458] 바람직하게는 버팀대는 수직 응력 강화부 및 접착제의 전체 질량을 감소시키기 위해 실질적으로 좁다. 바람직하게는 수직 응력 강화부의 농도(concentration)는 각 버팀대가 너비의 1/100이 넘는 두께, 보다 바람직하게는 너비의 1/60이 넘는 두께, 또는 가장 바람직하게는 너비의 1/20이 넘는 두께를 포함한다. 이것은 강화부가 접착제 질량을 줄이는 데 도움이 되는 더 작은 영역으로 집중되고, 내부 전단(internal shearing) 감소를 통해 버팀대 내 섬유 사이의 보다 더 효과적인 협력을 제공하며, 다른 버팀대와의 교차점 및 내부 강화 부재로의 연결에서와 같이 다른 강화 컴포넌트와의 연결 및 협력을 향상시킨다.

[1459] 접착제 질량의 감소는 특히 에지 부분(edge zone) 영역 근처에서 폼 코어 전단 문제를 줄이는 데 도움이 된다. 에지 부분 영역은 버팀대가 지지를 제공하는 영역들 사이에서 A1201 등과 같은 버팀대에 의해 포괄적으로 지지되거나 발포 고무 몸체는 국부적인 '방울' 공진 모드에 대향하여 자체 질량을 지원해야만 한다.

[1460] 도 12에 도시된 진동판 구조는 또한 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리의 질량 중심 위치로부터 먼 하나 이상의 주변 영역 쪽으로 질량이 감소하는 외부 수직 응력 강화부를 포함한다. 버팀대(A1201 및 A1202)는 (어셈블리의 질량 중심 위치에 근접한 회전축(A114) 근처의) 진동판 구조의 베이스 영역에 근접하여 더 두껍고, 진동판의 관련된 주요 면의 길이의 중간(예를 들어 진동판 몸체의 주요 면을 가로 지르는 대략 중간)으로부터 베

스 영역에 대항하는 주변 에지 쪽으로 수직 응력 강화 버팀대의 두께가 감소되어 질량을 감소시킨다. 도 12c의 상세도는 진동판 몸체의 각 주요 면의 측면에 평행하게 이어지는 두개의 버팀대(A1201)에 있는 계단 위치(A1203)에서 가늘어짐을 보여준다. 도 12b의 상세도는 이러한 버팀대의 교차점을 막 지나쳐서, 계단 위치(A1204)에서 주요 면을 가로질러 대각적으로 이어지는 버팀대 2(A1202)의 가늘어짐을 보여준다. 진동판의 주요 면 모두에서 구성이 동일하다. 이러한 두께의 변화는 (질량 중심 위치로부터 먼) 주변 에지 영역에서의 추가적인 질량 감소를 달성하고, 따라서 진동판 파열 성능을 향상시킬 수 있다. 교대로 또는 부가적으로, 질량 감소는 관련된 주요 면에 충분히 결합되는 요건에 따라 버팀대의 너비를 감소시킴으로써 달성될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 더욱이, 버팀대의 두께 및/또는 너비의 감소는 계단형 대신에 대안적으로 테이퍼링되거나 점진적이거나 이들의 임의의 조합일 수 있다.

- [1461] 실질적으로 물리적 연결이 없는 주변을 갖는 진동판 구조 설계는 또한 진동판 구조 주변에서 질량을 감소시키며 (진동판 서스펜션이 여기에 연결되지 않았거나 거의 없기 때문에), 진동판의 나머지 부분을 통해 연속적인(a cascade of) 언로딩(unloading)을 초래하고, 따라서 내부 코어 전단 문제를 해결한다.
- [1462] 이러한 특징으로 인해 내부 전단 응력 강화부를 요구하지 않고, 동작 대역폭 내에서 최소한의 공진을 생성하고 따라서 동작 대역폭 내에서 예외적으로 매우 낮은 에너지 저장 특성을 가지는 드라이버를 초래한다. 그러나 대안적인 실시예에서, 구성 R7 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조는 예를 들어 구성 R1 진동판 구조에 대해 정의된 바와 같은 내부 전단 응력 강화부를 포함할 수 있음을 이해할 것이다.
- [1463] 바람직하게는 수직 응력 강화부는 적어도 $8\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 보다 바람직하게는 적어도 $20\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, 또는 가장 바람직하게는 적어도 $100\text{MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ 의 비탄성률을 가진다. 바람직하게는, 수직 응력 강화부는 버팀대의 방향으로 증가된 강성을 갖는 이방성 재료를 포함해야 한다. 이 애플리케이션에서 강성도(stiffness)가 강도보다 종종 더 중요하기 때문에, 단방향 탄소 섬유가 적합하며, 이상적으로는 높은 탄성률로 다양하고, 예를 들어 영률(바인더 매트릭스 제외)은 온-엑시스(on-axis) 450GPa가 넘는다. 바람직하게는, 복합재를 구성하는 섬유의 영률은 100GPa보다 높고, 보다 바람직하게는 200GPa보다 높고, 가장 바람직하게는 400GPa보다 높다.
- [1464] 바람직하게는 하나 이상의 주요 면의 전체 표면적의 적어도 10% 또는 적어도 25%, 또는 적어도 50%가 하나 이상의 에지 부분 영역에 수직 응력 강화부가 없다.
- [1465] 구성 R7의 이러한 예에서, 2개 이상의 버팀대(A1201/A1202)가 교차하고 상기 교차점에서 결합된다. 바람직하게는, 버팀대 사이의 교차 영역은 어셈블링된 질량 중심 위치로부터 진동판의 주변까지의 총 거리의 50% 이상에 위치한다. 그러나 교차점의 다른 영역도 총 거리의 50% 이내에 또한 위치할 수 있다.
- [1466] 또한 하나 이상의 버팀대(A1201/A1202)는 진동판 몸체의 관련된 주요 면을 따라 관련 주요 면의 적어도 하나의 주변 에지 쪽으로 길이 방향으로 연장되고, 공통 주변 에지에서 또는 그 근처에서, 대향 주요 면 또는 그에 가까이 위치한 다른 대응하는 버팀대(A1201/A1202)에 연결된다. 바람직하게는, 상기 연결은 진동판 몸체의 관상면에 수직인 방향으로의 변위에 대하여 관련된 공통 주변 에지를 지지하는 실질적으로 삼각형의 강화부를 형성한다.
- [1467] 구성 R7의 이러한 예에서, 외부 수직 응력 강화부가 진동판 베이스로부터 먼 특정 영역으로부터 생략된다는 사실은, 강화부가 다른 영역에 집중되어 있음을 의미한다. 이것은 교차 지점에서 변위의 가능성을 제한하기 위해 외부 수직 강화부가 다른 외부 수직 강화부에 연결되는 경우 더 효과적인 연결이 이루어질 수 있다는 이점을 제공한다. 따라서, 상기 설계는 진동판 베이스로부터 먼 주변 쪽으로, 특히 버팀대가 교차하는 전략적으로 선택된 위치로 강성을 돌출시키는 단방향 버팀대를 바람직하게 포함하는 골격으로서 생각될 수 있다. 이러한 교점 위치는 비교적 말하면 진동판 베이스에 비해 공간에 단단하게 고정(lock)한다. 주변의 다른 위치는 경량으로 유지되어, 폼 코어의 자체 질량을 초과하는 질량을 지지해야 할 필요 없이 교차 위치에 의해 지지될 수 있다.
- [1468] 진동판 몸체의 관상면에 수직인 방향으로 베이스로부터 먼 진동판 구조의 주변 영역의 변위(상기 변위는 기본 모드와 반대되는 진동판의 파열로 인한)를 제한하는 것이 특히 유용하다. 아마도 내부 전단 응력 강화 부재를 포함하는 구조만큼 유리하지는 않지만, 진동판 구조 주변 영역에서 전략적으로 선택된 위치에서 만나는 대향 면상에 버팀대를 포함하는 삼각형 구성이 코어 전단 변형을 덜 받는 식으로 상기 주변 영역을 지지하는데 도움이 될 것이다. .
- [1469] 특정 영역으로 강화부를 집중하면 다음 중 하나 이상을 포함한 다른 이점을 가진다:
- [1470] ● 이방성 섬유의 다른 형태의 맞춤형 배치와 비교하여 보다 용이한 제조;

- [1471] ● 코어 재료에 손상을 주지 않으면서 높은 압축 또는 열과 같은 통제된 조건 하에서 상기 강화부가 별도로 제조될 수 있게 한다;
- [1472] ● 강화부 위치의 최적화를 허용한다;
- [1473] ● 다양한 골격 요소 사이에 보다 제어된 상호 작용을 허용한다. 예를 들어, (예를 들어, 실시예 A에서와 같이) 내부 강화 부재의 에지를 따라 버팀대가 이어질 수 있어서, 이에 의해 (내부 강화 부재(들)로부터 떨어진 영역에 걸쳐 퍼져 있는 경우와 달리) 모든 인장/압축 강화가 전단(shear)에 대해 잘 지지되도록 보장한다. 이것은 특히 단방향 섬유 강화 폴리머 또는 등가 복합 이방성 강화 재료의 경우에 사실이며, 만일 넓은 영역에 걸쳐 넓게 분포된다면, 낮은 전단 탄성률을 보여주거나, 제로 전단 탄성률을 갖는 갭이 심지어 있을 수 있고, 이는 강화 섬유의 일부가 효과적으로 다 전단 계수가 0이거나 심지어 전단 계수가 0 인 틈이 있을 수 있는데, 이는 강화 섬유의 일부가 전단 강화를 로드 업(load up)하는데 도움이 되고 이에 의해 진동판을 강화시키는 데 효과적으로 선택되지(co-opted) 않을 수 있음을 의미한다.
- [1474] 단위 면적당 요구되는 낮은 질량을 달성하면서 3차원에서 단단한 매우 작은 진동판을 제조하는 것은 특히 어려울 수 있으며, 이방성 복합 강화부가 사용되는 경우 복합 강화부를 충분히 얇은 층으로 제조하고 그 후 이것을 경량 방식으로 폼(등) 코어 진동판의 양 측면의 넓은 영역에 부착하는 것이 어렵기 때문에 특히 그렇다. 강화부에 집중하면 이 문제를 해결하는 데 크게 도움이 되므로 구성 R7을 포함한 버팀대-기반 진동판 구성은 특히 개인 오디오 및 고음 드라이버와 같이 진동판이 작은 응용 분야에 특히 유용하다.
- [1475] 이러한 구성의 일부 구현 예에서 강자성 유체는 본 명세서의 섹션 5.2.1 및 섹션 5.2.5의 실시예 P 및 Y에 대해 각각 기술된 바와 같이 진동판 어셈블리의 외주변을 지지하기 위해 이용될 수 있다. 진동판 어셈블리의 외주변과 서라운드 구조의 내주변 사이에 (상기 기준에 의해 정의된 바와 같이) 물리적 기계적 연결이 실질적으로 존재하지 않는다면, 자성 유체 변형은 이 구성의 범위 내에 여전히 존재할 것이다.
- [1476] 2.4 구성 R8 및 R9 오디오 트랜스듀서(Configurations R8 and R9 Audio Transducers)
- [1477] 힌지 시스템은 특정 측면에서 매우 효과적인 진동판 서스펜션이다. 예를 들어 진동판 운동, 진동판 공진 주파수 및 원하지 않는 공진 사이의 3방향 트레이드 오프는 여기에 설명된 것과 같은 혁신적인 힌지 시스템의 사용을 통해 일부 경우 해결하기가 더 쉬울 수 있는데, 고주파 성능은 진동판 운동 및 기본 진동판 공진 주파수와 더 독립적이기 때문이다. 또한, 회전 동작 오디오 트랜스듀서는 선형 동작 트랜스듀서처럼 저주파수 전체-진동판 록킹 공진 모드를 겪지 않는다.
- [1478] 회전 동작 진동판을 기반으로 한 트랜스듀서는 힌지가 3 방향의 병진 및 2 방향의 회전의 면에서 진동판 구조를 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결하기 때문에, 선형 진동판 동작이 있는 트랜스듀서와 비교하여 진동판 공진에 대항하여 설계하기가 더 어려운 경향이 있다. 이 결합은 진동판의 베이스가 트랜스듀서 베이스 구조의 높은 질량에 고정되는 것을 의미하고, 이는 진동판이 심각한 전체-진동판 굽힘 유형 파열 공진을 겪는 주파수를 감소시킨다. 영향을 받는 주파수를 감소시키는 것을 의미한다(예를 들어, 전체 진동판 굽힘 유형 분리 공진). 또한 회전 동작 드라이버의 진동판 공진은 약하게 댄핑하는 경향이 있으며 일부는 강하게 흥분한다.
- [1479] 피닉스 골드(Phoenix Gold)가 제조한 '사이클론(Cyclone)'스피커와 같은 이전의 회전 동작 진동판 스피커는 홈 또는 차량 오디오 시스템과 같은 원거리장(far-field) 애플리케이션에 저음을 제공할 목적으로 하이 볼륨 편위(high volume excursion) 및 낮은 기본 진동판 공진 주파수를 제공하기 위하여 힌지-동작 진동판의 기능을 이용하려고 시도하였지만, 회전 동작 스피커는 고품질 오디오 재생의 경우, 특히 미드레인지(mid-range) 및 고음 대역폭에서 주목할 만하지 못했다.
- [1480] 회전 운동 트랜스듀서의 잠재력을 실현하고 그 성능을 향상시키기 위해서는, 진동판 파열의 약점이 해결되어야 하며, 이는 앞서 기술된 본 발명의 진동판 구조 구성을 사용하여 달성될 수 있다.
- [1481] 이러한 확인된 원리를 사용하여 위에서 언급된 단점을 해결하기 위해 설계된 두개의 오디오 트랜스듀서 구성을 이제 몇 가지 예를 참조하여 설명한다. 이하의 오디오 트랜스듀서 구성은 본 명세서에서 간결함을 위해 구성 R8 및 R9로 지칭될 것이다. 구성 R8 및 R9 오디오 트랜스듀서는 실시예를 참조하여 더 상세하게 설명될 것이나, 본 발명은 이들 예에 한정되는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다. 달리 명시되지 않는 한, 본 명세서에서 구성 R8 및 R9 오디오 트랜스듀서에 대한 언급은 설명된 다음의 예시적인 오디오 트랜스듀서들 중 임의의 하나 또는 당업자에게 명백해듯이, 설명된 설계 특징을 포함하는 임의의 다른 오디오 트랜스듀서를 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[1482] 2.4.1 구성 R8(Configuration R8)

[1483] 본 명세서에서 구성 R8이라 칭하는 본 발명의 오디오 트랜스듀서 구성은 진동 회전 동작을 통해 사운드를 생성하기 위해 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합되는 구성 R1-R4 중 임의의 하나에 정의된 진동판 구조를 포함한다. 구성 R8의 예가 도 1의 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 도시되어 있다. 이 오디오 트랜스듀서는 진동판 몸체의 전방 및 후방 주요 면상의 외부 수직 응력 강화부에 의해 강화된 경량 폼 또는 등가 코어(A208)를 포함하는 적어도 하나의 진동판 몸체를 가지는 회전 동작 진동판 구조를 포함하며, 추가적인 강화가 진동판 몸체의 내부 및 바람직하게는 외부 수직 응력 강화부에 결합된 내부 전단 응력 강화 부재(A209)에 의해 제공된다. 내부 전단 응력 강화 부재(A209)는 구성 R1에 정의된 바와 같이 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 평행하게 바람직하게 배향된다.

[1484] 실시예 A의 경우에, 수직 응력 강화부는 버팀대(A206 및 A207)으로 구성되지만, 구성 R1에서 언급된 바와 같이 다른 형태의 수직 응력 강화부가 있을 수 있다.

[1485] 구성 R8 오디오 트랜스듀서 어셈블리에 적합한 진동판 구조의 또 다른 예가 도 8에 도시되어 있으며, 이는 구성 R1에 더 자세히 설명되었다.

[1486] 구성 R8의 이러한 예에서, 관련 진동판 구조의 각 내부 강화 부재는 직접적으로 또는 적어도 하나의 중간 컴포넌트를 통해 힌지 어셈블리에 단단하게 결합된다. 진동판 어셈블리(A101)를 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 회전 가능하게 결합하는데 사용되는 접촉 힌지 어셈블리는 본 명세서의 섹션 3.2에서 보다 상세하게 설명된다. 그러나, 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 3.3에서 상세히 설명된 바와 같은 가요성 힌지 메커니즘과 같은 다른 적절한 힌지 메커니즘을 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합될 수 있음을 이해할 것이다.

[1487] 힌지 어셈블리는 진동판 편위(excursion), 진동판 공진 주파수 및 FRO 외부의 원하지 않는 공진 시프트 사이의 3방향 진동판 서스펜션 트레이드 오프를 해결하는 데 도움이 되며, 또한 일부 선형 동작 드라이버에 영향을 미치는 저주파수 전체-진동판 흔들림(rocking) 공진 모드를 제거한다. 한편, 전단 강화부는 진동판의 코어 전단 변형을 줄임으로써 대역폭을 증가시킨다.

[1488] 2.4.2 구성 R9(Configuration R9)

[1489] 본 명세서에서 구성 R9로 지칭되는, 구성 R6 오디오 트랜스듀서의 하위 구조인 본 발명의 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 다른 구성이 이제 설명될 것이다. 이 오디오 트랜스듀서의 일례는 도 10의 진동판 어셈블리를 오디오 트랜스듀서의 실시예 A에 포함시키는 것이다.

[1490] 구성 R9는 진동판 어셈블리를 포함하는 오디오 트랜스듀서로 구성되며, 진동판 어셈블리는 근사 축 주위로 실질적으로 회전 동작으로 움직이고; 경량 폼 또는 등가 코어(A1004)로 제조된 진동판 몸체를 포함하고; 전방 및 후방 주요 면의 표면 상에 또는 그에 가까이 외부 수직 응력 강화부(A1001)를 포함하고; 수직 응력 강화부(A1001)는 관련 주요 면의 주변 에지 영역에서 전방 및/또는 후방 표면의 하나 이상의 부분으로부터 생략된다. 주변 에지 영역은 바람직하게 (베이스 영역 및 진동판 어셈블리의 질량 중심에 가까이 지나) 회전축으로부터 축에서 가장 먼 진동판 구조의 주변 에지까지의 거리의 80%의 반경을 넘어 위치되고, 반경은 회전축 중심에 위치한다. 진동판 몸체는 사용시 실질적으로 강성을 유지한다.

[1491] 이 특정 예에서, 수직 응력 강화부(A1001)는 강화부가 수직 응력 강화부의 에지(A1003)까지 연장되는 진동판 몸체의 2개의 주요 면의 측면 및 강화부가 수직 응력 강화부의 아치형 에지(A1002)까지 연장되는 관련 주요 면의 중간 주변 에지 영역으로부터 생략된다.

[1492] 구성 R2, R4 및 R6의 경우와 같이 베이스 영역으로부터 먼 관련 주요 면의 주변 에지로부터 수직 응력 강화부를 생략하면, 외부 영역의 질량의 감소를 달성한다. 회전 동작의 경우, 말단 에지/단부의 영역을 포함하여 베이스 영역으로부터 먼 영역에서의 드라이버 질량 감소는 이것이 더 무거운 트랜스듀서 베이스 구조를 결합하는 힌지로부터 가장 먼 영역이기 때문에 유리하고, 키 파열 공진 모드의 여기의 결과로서 비교적 큰 거리를 변위하는 경향이 있고, 따라서 특히 공진이 발생하기 쉽다.

[1493] 다시 힌지 어셈블리를 사용하면 진동판 운동, 진동판 공진 주파수 및 공진 사이의 3방향 트레이드 오프뿐만 아니라 선형 동작 드라이버에 영향을 미치는 저주파수 전체-진동판 흔들림 공진 모드를 해결하는 데 도움이 된다. 외부 장력/압축 강화의 감소는 힌지 샤프트 또는 베이스 영역으로부터 먼 진동판 구조 주변 영역을 언로딩함으로써 진동판 전단 변형을 해결한다(구성 R6에 따라, 구성 R9는 코어 전단을 명시적으로 해결하기 위한 내부 강화 부재를 반드시 포함할 필요는 없지만 일부 구현에서는 그렇게 할 수 있다). 그 결과 광대역에 걸쳐 저음

(bass) 확장 및 공진 없는 성능이 가능하다.

- [1494] 3. 힌지 시스템 및 이를 포함한 오디오 트랜스듀서(HINGE SYSTEMS AND AUDIO TRANSDUCERS INCORPORATING THE SAME)
- [1495] 3.1 서론(Introduction)
- [1496] 수십 년에 걸쳐 기존의 원추형 및 반구-진동판 스피커 드라이버에서 진동판 및 진동판 서스펜션 파열 공진 모드의 영향을 최소화하는 방법에 대한 많은 연구가 수행되었다. 회전 동작 스피커 진동판 및 진동판 서스펜션에서 파열 성능, 진동판 운동 및 기본 진동판 공진 주파수의 개선 및 최적화에 대해 비교적 적은 연구가 수행된 것으로 보인다.
- [1497] 표준 가요성 고무 타입 서라운드와 가요성 스파이더 서스펜션으로 구성되는 기존의 진동판 서스펜션 시스템은 진동판 운동을 제한하고 진동판 기본 공진 주파수를 증가시키고 공진을 도입한다. 사용된 부드러운 소재와 사용되는 운동(motion) 범위는 일반적으로 후크의 법칙과 관련하여 비선형적이며, 오디오 신호를 변환할 때 부정확성을 초래한다.
- [1498] 회전 동작 진동판 스피커는 워터폴(waterfall)/CSD 플롯으로 측정된 에너지 저장 면에서 깔끔한 성능을 제공하는데 주목받지 못했고 특히 미드레인지 및 고음 주파수 대역에서 오디오 음질을 제공하는 데도 주목을 받지 못했다.
- [1499] 이러한 드라이버와 기존의 스피커 드라이버의 베이스 구조는 종종 주파수 범위 내에서 불리한 공진 모드가 발생하기 쉽고, 특히 진동판 서스펜션 시스템이 약간의 강성을 포함할 경우 이러한 모드는 드라이버 모터에 의해 여기되고 진동판에 의해 증폭될 수 있다.
- [1500] 3.1.1 개요(Overview)
- [1501] 진동판 서스펜션 시스템은 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조 또는 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조와 같은 비교적 고정된(stationary) 구조에 이동 가능하게 결합하여, 진동판 구조 또는 어셈블리가 고정된 구조에 대해 움직여 사운드를 생성 또는 변환할 수 있게 한다. 다음의 설명은 진동판 구조가 사운드를 생성 및/또는 변환하기 위해 베이스 구조에 대해 회전하도록 구성되는 회전 동작 오디오 트랜스듀서에 관한 것이다. 이러한 오디오 트랜스듀서에서, 진동판 구조를 베이스 구조에 회전 가능하게 결합하기 위해 힌지 시스템이 필요하다. 원하지 않는 공진의 발생을 최소화하기 위해, 힌지 시스템은 움직임을 단일 운동도(degree of movement)으로, 즉 오디오 트랜스듀서의 동작 주파수 범위 전체에 걸쳐 최소 또는 0의 병진 또는 다른 회전 운동을 통해 단일 축 주위의 회전으로 제한하는 것이 바람직하다. 본 발명의 힌지 시스템은 진동판 어셈블리가 트랜스듀서 베이스 구조 및/또는 오디오 트랜스듀서의 다른 고정 부분에 비해 실질적으로 단일 자유도로 움직일 수 있게 하도록 개발되었다. 이러한 힌지 시스템은 진동판 어셈블리의 다른 모든 움직임의 면에서 또한 높은 강성을 제공하면서 단일 움직임 동작을 허용한다.
- [1502] 후술하는 다양한 실시예들에 도시된 바와 같이, 힌지 시스템은 둘 이상의 상호 운용 가능한 서브 시스템들의 시스템, 둘 이상의 상호 운용 가능한 컴포넌트 또는 구조의 어셈블리, 둘 이상의 상호 운용 가능한 컴포넌트를 갖는 구조를 포함할 수 있거나, 심지어 단일 컴포넌트 또는 디바이스를 포함할 수 있다. 따라서, 이 문맥에서 사용되는 시스템이라는 용어는 여러 개의 상호 운용 가능한 부분들 또는 시스템들로 제한되려는 의도가 아니다.
- [1503] 힌지 시스템의 두 가지 카테고리/유형, 접촉 힌지 시스템과 굴곡(flexure) 힌지 시스템이 본 명세서에서 상세히 설명될 것이다. 두 시스템 모두 공통된 목적을 가지고 있으며 (어느 정도) 호환될 수 있으며 일부 구현에서는 하나의 실시예로 결합될 수 있다.
- [1504] 이 섹션에서 설명된 두 카테고리 및 각 오디오 트랜스듀서 실시예에서, 힌지 시스템은 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조와 진동판 어셈블리 사이에 결합된다. 힌지 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조 및 힌지 시스템 중 하나 또는 둘 모두의 일부를 형성할 수 있다. 그것은 오디오 트랜스듀서의 이들 컴포넌트들 중 하나 또는 모두와 별개로 형성될 수 있거나, 그렇지 않으면 이들 컴포넌트들 중 하나 또는 모두와 일체로 형성되는 하나 이상의 부분을 포함할 수 있다. 따라서, 이들 가능한 변형들에 따라 아래에서 설명되는 오디오 트랜스듀서 실시예들에 대한 수정이 예상되고, 본 발명의 범위로부터 배제되도록 의도되지는 않는다.
- [1505] 예를 들어, 실시예 A, B, E, K, S, T 오디오 트랜스듀서와 같은 일부 실시예들에서, 진동판 어셈블리는 전기 또는 움직임을 변환시키는 트랜스듀싱 메커니즘의 힘 발생 컴포넌트를 통합하고, 이는 진동판 구조에 단단하게 결합된다. 일반적으로 힘 발생 컴포넌트의 질량은 진동판 구조에 비해 비교적 높기 때문에, 종종 진동판 어셈블

리의 다른 부분들의 질량과 동일한 크기 순으로, 진동판 구조와 힘 발생 컴포넌트 사이의 단단한 결합이 다른 쪽의 질량과 반대로 움직이는 하나의 질량으로 구성된 공진 모드를 방지하기 위해서 바람직하다.

[1506] 트랜스듀서 베이스 구조는 힌지 시스템의 일부분과 일체로 형성되거나, 또는 에폭시 수지와 같은 접착제를 사용하여 또는 용접에 의해, 패스너를 사용한 클램핑에 의해, 또는 2개의 컴포넌트/어셈블리 사이의 실질적으로 단단한 연결을 달성하기 위한 당해 분야에 공지된 임의의 수의 다른 방법에 의해 힌지 시스템에 단단하게 연결될 수 있다. .

[1507] 힌지 시스템의 선호되는 구성에서, 어셈블리는 진동판 몸체의 너비에 대해 진동판 어셈블리 상의 적어도 2개의 실질적으로 넓게 이격된 위치에서 연결된다. 마찬가지로, 힌지 시스템은 진동판 몸체의 너비에 대해 트랜스듀서 베이스 구조 상의 적어도 2개의 실질적으로 넓게 이격된 위치에서 연결되는 것이 바람직하다. 이 위치에서의 연결은 분리되거나 동일한 결합의 일부일 수 있다.

[1508] 트랜스듀서 베이스 구조로부터 진동판 어셈블리로의 연결 사이의 적절히 넓은 간격은 힌지 시스템 또는 힌지 시스템의 조합이 원하지 않는 진동판/트랜스듀서 베이스 구조 공진 모드의 범위에 효과적으로 견딜 수 있다는 것을 의미한다.

[1509] 트랜스듀서 베이스 구조로부터 힌지 시스템으로 그리고 힌지 시스템으로부터 진동판 어셈블리로의 연결은 병진 유연성 면에서 강성을 제공하는 것이 또한 바람직하다. 이러한 힌지 조인트 연결이 적절하게 넓은 간격으로 사용될 때, 결과 힌지 메커니즘은 파열 모드가 잠재적으로 FRO를 넘어서 고주파수로 푸시될 수 있도록 진동판 어셈블리에 적절한 강성을 제공할 수 있다.

[1510] 3.1.2 이점(Advantages)

[1511] 본 명세서에서 충분히 설명되는 본 발명의 선호되는 힌지 시스템 구성은 종래의 진동판 서스펜션 시스템에 비해 잠재적인 이점을 갖는다. 예를 들어, 도 57(a-b)에 도시된 서라운드(J105) 및 스파이더(J119)에서와 같이 종래의 진동판 서스펜션 시스템에 사용되는 부드러운 가요성 서스펜션 컴포넌트는 동작 중에 기계적 공진을 일으킬 수 있다. 또한, 이러한 서스펜션은 주요 운동축 이외의 축을 따라 진동판(J101)의 병진 운동에 충분히 견디지 않으며, 따라서 원하지 않는 공진을 더욱 촉진할 수 있다.

[1512] 본 발명의 힌지 시스템은 실질적으로 유연한 기본 회전 운동을 용이하게 하면서 동시에 다른 회전 및 병진 방향으로 상당한 강성을 제공한다. 이와 같이, 이들은 FRO의 넓은 대역폭에 걸쳐 실질적으로 단일 자유도 동작 모드로 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성될 수 있다. 기본 회전 모드가 매우 유연한이므로 트랜스듀서의 낮은 기본 주파수 ω_n 가 용이해져, 저음 주파수의 하이 파이 재생을 돕고 고주파 성능에 최소한만의 악영향을 끼친다.

[1513] 또 다른 잠재적인 이점은 힌지 컴포넌트 자체가 오디오 트랜스듀서의 FRO 내에서 내부의 불리한 공진을 갖지 않도록 설계될 수 있다는 것이다(이 명세서에서 자세히 설명됨).

[1514] 3.1.3 선호되는 간단한 회전 메커니즘 개념(Preferred simple rotational mechanism concept)

[1515] 다음의 설명은 본 발명의 접촉 힌지 시스템 및 가요성 힌지 시스템 모두에 적용된다.

[1516] 회전 동작 오디오 트랜스듀서에 대한 간단한 형태의 오디오 트랜스듀서 진동판 서스펜션 시스템은 진동판 어셈블리의 움직임을 트랜스듀서 베이스 구조 주위의 실질적인 회전 운동으로 제한하는 메커니즘이다. 도 56a는 힌지 시스템(H801)에 의해 트랜스듀서 베이스 구조(H803)의 일부에 연결된 진동판 어셈블리(H802)를 상징화하는 개략도이다. 이 개략도에서, 진동판 어셈블리(H802)는 웨지의 형상으로 도시되어 있지만, 다양한 대체 형상 및 힌지 위치가 구현될 수 있으며, 도시된 구성은 설명을 돕기 위한 것으로서 달리 언급되지 않는 한 제한하려는 의도가 아니다. 트랜스듀서 베이스 구조(H803)에 대해 진동판 어셈블리(H802)의 대략적인 회전 축 또는 힌지 샤프트가 있다. 이 구성은 도 56b-c를 참조하여 이 문서의 뒷부분에서 설명하는 4절 링크 구성에 바람직하다. 본 발명의 선호되는 형태의 힌지 시스템에서, 힌지 시스템은 원하는 FRO 내의 단일 운동도(degree of motion)(바람직하게는 단일 회전축에 대한 피봇 운동)으로 관련된 진동판 어셈블리의 움직임을 제한하도록 구성되어, 에너지를 저장하고 방출하는 다른 동작 모드가 변환되는 오디오에 왜곡을 추가하게 할 수 있다.

[1517] 3.1.4 4절 링크 개념(The four-bar linkage concept)

[1518] 다음의 설명은 본 발명의 접촉 힌지 시스템 및 가요성 힌지 시스템 모두에 적용된다.

[1519] 단일 자유도 타입의 오디오 트랜스듀서 진동판 서스펜션의 예는 4절 링크 메커니즘을 포함하고, 힌지 시스템은

4절 링크의 각 코너에 위치된다. 그러한 개념의 예가 도 56b의 개략도에 도시되어 있으며, 이에 의해 진동판 어셈블리(H802)는 (도 56a에 도시된 개념에 따라) 힌지 시스템(H801)에 의해 트랜스듀서 베이스 구조(H803)의 일부에 연결된다. 또한 힌지 시스템(H806, H807 및 H808)은 막대(H804 및 H805)에 의해 연결된다. 힌지 시스템(H806)은 진동판 어셈블리(H802)에 연결되고 막대(H805)는 힌지 시스템(H808)을 통해 이전 힌지 시스템(H807 및 H806)을 트랜스듀서 베이스 구조에 링크한다. 막대는 링크 부재를 나타내기 위해 도면에서 길고 가느다란 빔으로서 형상을 가지지만, 이들 부재는 임의의 형상 또는 크기일 수 있으며, 본 발명은 달리 언급되지 않는 한 임의의 특정 형상 또는 크기로 제한되는 의도가 아니다. 이개념에서 트랜스듀싱 메커니즘의 일부는 막대(H804 또는 H805)(또는 심지어 진동판(H802))에 부착될 수 있다.

[1520] 도 56c는 다중 힌지 시스템을 갖는 4절 링크 메커니즘을 이용하는 진동판 서스펜션 시스템의 다른 예를 도시한다. 이 개념은 도 56b에 표시된 버전과 유사하지만, 진동판은 (막대(H804) 대신에) 힌지 메카니즘(H806)과 힌지 메카니즘(H807) 사이에 연결되고, 막대(H809)는 (진동판 대신에) 힌지 시스템(H806)과 힌지 시스템(H801)을 링크한다. 막대(H805 및 H809)가 (이 예에서) 동일한 길이이기 때문에, 이 메커니즘은 (트랜스듀서 베이스 구조에 대한) 운동의 회전 성분에 비해 실질적으로 진동판을 병진시킨다. 이 메커니즘은 진동판의 움직임을 항상 같은 방향으로 가리키도록 제한하지만, 진동판의 틈은 여전히 (베이스 구조에 대해) 중요한 원호를 긋는다(scribe).

[1521] 이 동작에 대한 많은 변형은 막대의 길이와 힌지 시스템 간의 거리를 변경하여 만들 수 있다.

[1522] 4절 링크의 목적은 진동판의 움직임을 단일 자유도로 제한하는 메커니즘을 제공하는 것이다. 여기에 설명된 힌지 조인트를 사용하여, 각각이 설계된 회전 방향을 제외한 모든 방향에서 높은 유연성을 제공하여, 전체 4절 링크 메카니즘은 진동판을 단일 운동도로 제한하고 진동판이 생성하는 사운드를 왜곡시킬 수 있는 원하지 않는 움직임을 제한한다.

[1523] 도 56a, 도 56b 및 도 56c에 나타낸 것과 같은 메커니즘을 사용하는 장점은 힘 발생 컴포넌트를 이동 거리가 반드시 진동판과 동일하지는 않은 위치에 배치할 수 있다는 것이다. 예를 들어 (일반적으로 많은 거리 이동 없이 최대 동작 효율을 위해 최적화된) 피에조(piezo) 트랜스듀서는 진동판 회전축에 더 가깝게 위치되거나, 그 변환 메카니즘에 필요한 최적 이동에 따라, 하나의 막대를 다른 막대 등에 연결하며 위치될 수 있다.

[1524] 다중 힌지 시스템의 다른 구성은 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하도록 구성될 수 있다.

[1525] 3.2 접촉 힌지 시스템(CONTACT HINGE SYSTEM)

[1526] 파닉스 골드 사이클론(Phoenix Gold Cyclone) 스피커의 것과 같은 베어링 레이스(bearing race) 기반 힌지 시스템을 포함함으로써 나타나는 견고한 내하중(load-bearing) 요소 및 회전 대칭은 어떤 경우에는 대부분의 다른 이전의 진동판 서스펜션 설계와 달리, 모든 3개의 직교 병진축을 따라 낮은 유연성이 제공될 수 있음을 의미한다. 모든 3개의 직교 병진축을 따라 거의 제로인 유연성이 있는 이러한 유형의 완전히 단단한 힌지의 문제는, 예를 들어 제조 공차(manufacturing variance)(예를 들어, 베어링 볼 상의 범프) 때문에 또는 분진이나 다른 이물질이 예를 들어 힌지 내로 도입될 때 오동작을 일으키기 쉽다는 것이다.

[1527] 위에 언급된 몇 가지 단점을 해결하기 위해 설계된 오디오 트랜스듀서의 힌지 시스템 구성을 몇 가지 예를 참조하여 자세하게 설명한다. 다음의 구성은 관련된 접촉 부재에 대해 단단하게 물링하거나 피봇하며, 바이어싱 메카니즘이 합리적으로 일정한 힘을 접촉 결합(contact join)에 가할 수 있도록 바이어싱 메카니즘에 의해 원위치에 강성으로 유지되는 적어도 하나의 힌지 요소를 포함하는 진동판 어셈블리 서스펜션 힌지 시스템을 포함한다. 바이어싱 메카니즘은 적어도 병진축 상을 따라, 적어도 하나의 방향으로 바람직하게는 실질적으로 유연하다. 바이어싱 메커니즘의 유연성은 바람직하게는 실질적으로 일정하고, 반복적으로 제조될 수 있고, 및/또는 환경적 또는 동작적 편차에 영향을 받지 않는다. 그러한 힌지 시스템은 여기서 접촉 힌지 시스템으로서 지칭될 것이다.

[1528] 후술하는 다양한 실시예들에 도시된 바와 같이, 바이어싱 메커니즘은 둘 이상의 상호 운용 가능한 시스템, 둘 이상의 상호 운용 가능한 컴포넌트 또는 구조의 어셈블리, 둘 이상의 상호 운용 가능한 컴포넌트를 갖는 구조를 포함할 수 있고, 또는 심지어 단일 컴포넌트 또는 디바이스를 포함할 수 있다. 따라서, 이 문맥에서 사용된 메커니즘이라는 용어는 여러 개의 상호 운용 가능한 부분 또는 시스템으로 제한되려는 의도가 아니다.

[1529] 3.2.1 접촉 힌지 시스템-설계 고려 사항 및 원리(Contact Hinge system - Design Considerations and Principles)

[1530] 도 55a 내지 도 55c를 참조하면, 본 발에 따른 (힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리를 갖는) 회전 동작 오디오 트랜스듀서를 위한 접촉 힌지 시스템을 설계하기 위한 개념

및 원리가 이제 기술될 것이다. 이것은 이러한 개념/원리에 따라 설계된 예시적인 힌지 시스템 실시예에 대한 설명이 뒤따를 것이다.

- [1531] 본 발명의 접촉 힌지 시스템의 기본 힌지 조인트(H701)의 예가 도 55a 내지도 55d에 개략적으로 도시되어 있다.
- [1532] 접촉 힌지 조인트는, 예를 들어 흔들림(rocking), 롤링(rolling) 및 비틀림과 같은 운동을 허용하면서, 하나가 다른 것에 대해 회전하도록 하는 방식으로 서로 접촉하도록 구성된 2개의 컴포넌트를 포함한다. 바람직하게는, 힌지 시스템의 힌지 조인트는 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판 어셈블리의 회전을 실질적으로 규정한다.
- [1533] 도 55a는 힌지 조인트(H701)를 도시하며, 이에 의해 힌지 요소(H702)로 지칭되는 제1 컴포넌트는 접촉 지점/영역(H704)에서 제2 컴포넌트(여기서는 접촉 부재(H703)로 지칭됨)와 접촉한다. 접촉 지점/영역(H704)에서, 힌지 요소(H702)는 실질적으로 볼록한 곡면을 가지며, 접촉 부재(H703)는 실질적으로 평탄한 표면을 갖는다. 본 명세서에서, 볼록하게 만곡된 또는 오목한 곡면 또는 부재에 대한 언급은 회전에 실질적으로 수직인 적어도 횡단면을 가로 지르는 볼록 또는 오목 곡선을 의미하는 것으로 의도된다는 것을 이해할 것이다.
- [1534] 도 55a 내지 도 55d는 힌지 요소 및 접촉 부재가 유연한 방식으로 함께 유지되도록 위치(H706)에서 힌지 요소(H702)에 힘을 가하고 위치(H603)에서 접촉 부재(H703)에 대항하는 힘을 가하는 긴장 상태의 코일 스프링으로서 상징화된 바이어싱 메커니즘(H705)을 도시한다. 스프링 심볼이 사용되었지만, 바이어싱 메커니즘은 스프링 이외의 구조 또는 시스템의 형태를 취할 수 있으며, 그 예는 본 명세서에서 설명된다. 스프링 심볼은 힌지 요소 및 접촉 부재에 대한 별도의 구조를 나타내지만, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소 및 접촉 부재 중 하나 또는 모두를 포함(comprise)하거나 통합(incorporate)할 수 있으며, 사실 전혀 분리되지 않을 수 있다. 이러한 바이어싱 메커니즘 구성의 예가 또한 본 명세서에서 설명된다.
- [1535] 도 55b는 힌지 조인트(H701)를 도시하고 이에 의해 힌지 요소(H702)가 접촉 지점/영역(H704)에서 접촉 부재(H703)와 접촉한다. 접촉 지점/영역(H704)에서, 힌지 요소(H702)는 실질적으로 평탄한 표면을 갖고 접촉 부재(H702)는 볼록한 곡면을 갖는다.
- [1536] 도 55c는 힌지 조인트(H701)를 도시하고 이에 의해 힌지 요소(H702)가 접촉 지점/영역(H704)에서 접촉 부재(H703)와 접촉한다. 접촉 지점/영역(H704)에서, 힌지 요소(H702)는 볼록한 곡면을 가지며, 접촉 부재(H703)도 또한 볼록한 곡면을 갖는다. 힌지 요소(H702)는 접촉 부재(H703)의 표면보다 비교적 더 큰 반경의 표면을 포함한다(또는 비교적 더 평탄하다) .
- [1537] 도 55d는 힌지 조인트(H701)를 도시하고 이에 의해 힌지 요소(H702)가 접촉 지점/영역(H704)에서 접촉 부재(H703)와 접촉한다. 접촉 지점/영역(H704)에서, 힌지 요소(H702)는 볼록한 곡면을 가지며, 접촉 부재(H703)는 오목하게 만곡된 곡면(H703)을 갖는다.
- [1538] 이들은 접촉 힌지 조인트의 네 가지 예이다. 예를 들어, 힌지 요소는 접촉 지점/영역에서 오목하게 만곡될 수 있고 접촉 부재는 이 동일한 지점/영역에서 볼록하게 만곡될 수 있는 다른 구성이 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 두 개의 표면이 볼록하게 만곡되어 있는 일부 경우에, 하나의 표면은 도 55c에서와 같이 나머지 것보다 비교적 더 큰 반경을 가질 수 있고, 이것은 힌지 요소 또는 접촉 부재 표면일 수 있거나, 다른 경우에 두 표면은 실질적으로 동일한 반경을 가질 수 있다. 양측 컴포넌트의 회전에 수직인 평면에서 본 횡단면 프로파일은 반드시 일정한 반경을 가질 필요는 없다. 포물선과 같은 다른 프로파일 형상이 사용될 수 있다.
- [1539] 3.2.1a 접촉 지점/영역에서 곡률 반경(Curvature Radius at the contact point/region)
- [1540] 상기 예들에 따르면, 회전에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일로 볼 때 힌지 요소(H702) 또는 접촉 부재(H703) 중 하나는 나머지 표면보다 비교적 더 작은 반경/날카로운 곡률의 볼록한 곡면 또는 적어도 동일한 반경을 가질 것이다, 비교적 더 작은 또는 적어도 동일한 반경의 만곡된 표면은 바람직하게는 동작 중에 대향 표면 위로 롤링하는데 충분히 낮은 저항을 제공하도록 충분히 작은 반경을 포함한다.
- [1541] 이것은 힌지 조인트가 가능하도록 하기 위한 것이다:
- [1542] ● 비교적 낮은 오디오 트랜스듀서의 동작의 기본 주파수 ω_n
- [1543] ● 비교적 낮은 노이즈 발생 레벨 및/또는
- [1544] ● 제조 공차 및/또는 표면들 사이의 먼지와 같은 이물질의 도입으로 인하여 접촉 표면이 불연속을 가지는 경우 충분히 일정한 힌지 성능

- [1545] 이 반경은 바람직하게는 너무 작지 않고 지나치게 날카롭지 않은데, 왜냐하면 접촉 지점/영역 접촉에서 롤링 면적이 현저히 감소하면 국부적인 변형 및 부적절한 유연성이 발생하기 쉽기 때문이다. 따라서 볼록한 접촉 표면에 대해 요구되는/원하는 곡률 반경을 설정하는 데 고려해야 할 위험이 있다.
- [1546] 또한, 더 볼록한 곡면에 필요한 곡률 반경을 설계할 때 다음 요소를 고려할 수 있다:
- [1547] ● 비교적 더 길거나 더 큰 진동판 어셈블리/구조의 경우 볼록한 곡면의 곡률 반경은 일반적으로 비교적 더 크게 만들 수 있고 비교적 더 짧거나 더 작은 진동판 어셈블리/구조의 경우 곡률 반경이 비교적 더 작게 만들 수 있고/있거나;
- [1548] ● (예를 들어, 전용 고음 드라이버와 같이) 비교적 낮은 기본 동작 주파수가 필요하지 않은 오디오 트랜스듀서의 경우, 접촉 표면에서의 비교적 더 큰 곡률 반경(더 큰 롤링 영역)이 사용될 수 있으며, 비교적 낮은 기본 주파수를 필요로 하는 오디오 트랜스듀서의 경우에는 비교적 더 작은 곡률(더 작은 롤링 영역)이 사용될 수 있다.
- [1549] 예를 들어, 곡률 반경을 결정할 때, 바람직하게는 힌지 요소의 접촉 표면 또는 접촉 부재 중 어느 것이든 비교적 덜 편평하거나/비교적 더 작은 곡률 반경을 가진 볼록한 곡면을 갖는 것이 (회전축에 수직인 평면으로 횡단면 프로파일에서 볼 때) 다음 관계식을 만족하는 미터 단위의 곡률 반경 r 을 가진다:
- [1550]
$$r > \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$
- [1551] 여기서 l 은 (접촉 부재에 대하여) 힌지 요소의 회전축으로부터 진동판 구조의 가장 먼 에지까지의 미터 단위의 거리이고, f 는 Hz 단위의 진동판의 기본 공진 주파수이고, E 는 바람직하게는 약 3 내지 30, 예를 들어 3, 보다 바람직하게는 6, 보다 바람직하게는 12, 더욱 더 바람직하게는 20, 가장 바람직하게는 30인 상수이다.
- [1552] 대안적으로 또는 부가적으로, 곡률 반경을 결정할 때, 바람직하게는 힌지 요소의 접촉 표면 또는 접촉 부재 중 어느 것이든, 회전축에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일에서 볼 때, 비교적 덜 편평하거나/비교적 더 작은 곡률 반경을 가진 볼록한 곡면을 갖는 것이 (회전축에 수직인 평면으로 횡단면 프로파일에서 볼 때) 다음 관계식을 만족하는 미터 단위의 곡률 반경 r 을 가진다:
- [1553]
$$r < \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$
- [1554] 여기서, l 은 접촉 부재에 대하여 힌지 요소의 회전축으로부터 진동판 구조의 가장 먼 에지까지의 미터 단위의 거리이고, f 는 Hz 단위의 진동판의 기본 공진 주파수이고, E 는 약 140 내지 50의 범위, 예를 들어 140, 보다 바람직하게는 100, 보다 바람직하게는 다시 70, 더욱 더 바람직하게는 50, 가장 바람직하게는 40인 상수이다.
- [1555] 3.2.1b 롤링 저항(Rolling resistance)
- [1556] 진동판의 기본 공진 주파수를 감소시키기 위해 힌지 요소 및 접촉 부재의 롤링 저항은 바람직하게는 진동판 어셈블리의 관성에 비해 낮아야 한다. 바람직하게는, 정상 동작 중에 서로에 대해 회전하는 힌지 요소 및 접촉 부재의 표면은 실질적으로 매끄럽고, 자유롭고 부드러운 동작을 가능하게 한다.
- [1557] 롤링 저항은 롤링 접촉 표면에서의 곡률 반경을 감소시킴으로써 감소될 수 있다. 바람직하게는, 회전축에 수직인 평면에서의 횡단면 프로파일에서 볼 때, 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 부재의 접촉 표면 중 어느 것이든, 더 작은 곡률 반경은 접촉 위치에 바로 인접한 동일한 컴포넌트의 국부적인 부분에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트를 가로 질러 회전축에 수직인 방향으로 최대 거리의 약 30% 미만, 보다 바람직하게는 여전히 약 20% 미만, 가장 바람직하게는 약 10% 미만의 곡률 반경을 가진다. 예를 들어, 도 1 내지 도 7에 도시된 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 경우, 강성 진동판 어셈블리(A101)는 진동판 몸체 길이(A211)와 동일한 회전축(A114)에 수직인 방향으로 최대 길이를 갖는다. 트랜스듀서 베이스 구조(A114)의 접촉 바(A105)의 평탄한 표면을 갖는 접촉부(A112)의 위치에서의 샤프트(A111)의 곡률 반경은 대략적으로 진동판 몸체 길이(A211)의 10%보다 작다.
- [1558] 대안적으로 또는 부가적으로, 회전축에 수직인 평면으로 횡단면 프로파일에서 볼 때, 힌지 요소의 접촉 표면 및 접촉 부재의 접촉 표면 중 어느 것이든, 회전축에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일에서 볼 때, 더 작은 곡률 반경을 가진 것은 또한 다음 중 더 작은 것을 가로질러 회전축에 수직인 방향으로 거리의 30% 미만, 보다 바람직하게는 20% 미만, 가장 바람직하게는 10% 미만인 반경을 가진다:
- [1559] 1) 힌지 요소와의 접촉 위치의 바로 근처에서 접촉 표면의 일부에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트에 걸친 최대 치수, 또는

- [1560] 2) 접촉 표면과의 접촉 위치의 바로 근처에서 힌지 요소의 일부에 효과적으로 단단하게 연결된 모든 컴포넌트에 걸친 최대 치수.
- [1561] 진동판의 관성은 진동판의 길이가 증가함에 따라 일반적으로 증가하기 때문에, 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 부재의 접촉 표면 중 더 작은 곡률 반경을 갖는 어느 것이든 회전축에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일에서 볼 때, 두 부분의 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지 측정된 진동판 길이에 비하여 비교적 작은 반경을 또한 가진다. 바람직하게는, 이 반경은 진동판 길이의 5%보다 작아야 한다.
- [1562] 3.2.1c 접촉 지점과 접촉 선(Contact points and contact lines)
- [1563] 도 55a 내지 도 55d는 모두 접촉 힌지 시스템 힌지 조인트의 측면도를 도시한다. 일부 형태에서, 접촉 부재 및 힌지 요소는 실질적으로 길이 방향이고 회전축의 방향으로 길이 방향 프로파일을 가질 수 있고, 이에 따라 이들 부분의 접촉 표면은 부분의 길이를 따라 동일한 단면을 갖는다. 이 형태에서, 힌지 요소(H702)와 접촉 부재(H703) 사이에 접촉 선이 존재한다. 접촉 선은 일련의 접촉 지점으로 간주될 수 있으므로 이 경우 도 55a에 표시된 접촉 지점(H704)은 이 접촉 선의 일부가 될 것이다. 이 구성은 힌지 요소(H702)가 접촉 부재(H703)에 대한 대략적인 회전축에 한정된다는 것을 의미한다. 힌지 시스템이 접촉 선을 가진, 전술한 힌지 조인트를 사용한다면, 동일한 힌지 메카니즘/어셈블리의 일부로서 사용되는 임의의 추가 힌지 조인트는, 자유롭게 제한없이 메카니즘이 작동하는 것을 보장하는데 도움이 되기 위하여 제1 힌지 조인트의 접촉 선과 실질적으로 동일 선상에 유지되는 접촉 지점 또는 접촉 선을 가진다.
- [1564] 또 다른 형태로, 힌지 조인트(H701)는 단일 지점에서만 접촉할 수 있다. 예를 들어, 도 55a에 도시된 힌지 조인트의 경우, 힌지 요소(H702)가 접촉 지점(H704)에서 구형 표면을 갖는다면, 접촉 선은 없고 단지 접촉 지점만 있을 것이다.
- [1565] 3.2.1d 바이어싱 메커니즘(biasing mechanism)
- [1566] 기본 힌지 조인트(H701)가 원하는대로 동작하기 위해서는, 힌지 요소는 접촉 부재와 직접적이고 실질적으로 일정한 접촉 상태로 유지되는 것이 바람직하다. 이를 달성하기 위해, 힌지 조인트(H701)는 정상 동작 중에 접촉 부재(H703)에 대하여 힌지 요소(H702)를 직접 또는 간접적으로 유지하는, 다시 말해서 접촉 표면들 사이에 마찰 결합을 유지하는 충분히 크고 일관된 힘을 가하는 바이어싱 메커니즘(H705)에 의해 지지될 수 있다. 또한, 바이어싱 메커니즘(H705)은 후술하는 바와 같이 힌지의 효율적인 피봇 운동을 가능하게 하기 위해 더 작은 반경의 볼록한 곡면의 접촉 표면의 접선 평면에 실질적으로 수직한 방향으로 유연한 것이 바람직하다.
- [1567] 바이어싱 힘(Biasing Force)
- [1568] 바이어싱 메커니즘(H705)은 정상 동작 중에 접촉 부재(H703)에 대해 힌지 요소(H702)를 직접 또는 간접적으로 유지하는 중요하고 일관된 힘을 가한다.
- [1569] 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소에 부가적인 힘이 가해질 때 순 힘을 나타내는 벡터가 힌지 요소와 접촉 표면과의 접촉 영역을 통과하고 바이어싱 힘에 비해 비교적 작도록 각 힌지 요소에 충분한 바이어싱 힘을 가하도록 구성되고, 힌지 부재와 관련된 접촉 부재 사이의 실질적으로 일관된 물리적 접촉은 접촉 영역에서 접촉 표면에 수직인 방향으로의 접촉 표면에 대한 병진 운동에 대항하여 접촉 영역에서 힌지 요소를 단단하게 구속한다.
- [1570] 바이어싱 메커니즘(H705)에 의해 촉진되는 힌지 요소(H702)와 접촉 부재(H703) 사이의 접촉은, 힌지 요소가 접촉 지점에서 접촉 부재에 대해 병진 변위에 대항하여 단단하게 구속되도록 하는 마찰력, 바람직하게는 논슬립 정적 마찰력을 초래한다.
- [1571] 여러 힌지 조인트를 포함하는 힌지 시스템의 경우, 다수의 힌지 조인트 내의 각 접촉 부재에 대항하여 힌지 요소를 유지하는 데 필요한 힘을 가하기 위해 단일 바이어싱 메커니즘이 사용될 수 있는 것이 가능하다. 예를 들어 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이에 연결된 단일 스프링은 진동판 어셈블리의 베이스 중간에 힘을 가하여, 트랜스듀서 베이스 구조쪽으로 유지하고 진동판의 각 측면 쪽으로 위치한 힌지 조인트 내에서 반력을 생성할 수 있다.
- [1572] 바람직하게는 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 상당한 양의 접촉력이 바이어싱 메커니즘에 의해 제공된다. 따라서 바이어싱 메커니즘은 예를 들어 동작 과정에서 힘 발생 컴포넌트에 의해 가해지는 하중 또는 중력과 같은 외부 바이어싱 수단보다는 물리적 컴포넌트, 구조, 시스템 또는 어셈블리이다. 중력은 일반적으로 예를 들어 접촉 힌지 조인트의 컴포넌트를 효과적으로 함께 바이어싱하기에는 너무 약하다. 사용된 힘이 너무 약하면 컴포넌트가

예기치 않게 미끄러지거나 달가닥거릴 위험이 있다.

- [1573] 이러한 움직임은 경량 진동판을 통해 기계적으로 증폭될 수 있기 때문에 미끄러짐은 불균형적으로 큰 왜곡을 일으킬 수 있고, 따라서 정상 동작 중에 미끄러짐 현상이 발생하지 않는 것이 바람직하고, 발생하더라도 드문 것이 바람직하다.
- [1574] 또한, 위에서 언급한 바와 같이 피봇 또는 롤링 조인트 인터페이스에서의 병진 유연성은 접촉력이 증가함에 따라 감소할 수 있는데, 이는 증가된 접촉력으로 인해 진동판 공진이 감소할 수 있음을 의미한다.
- [1575] 바람직하게는, 모든 바이어싱 메커니즘에 의해 인가된 순 힘은 진동판 어셈블리에 작용하는 중력보다 크고/크거나 진동판 어셈블리의 무게보다 크다.
- [1576] 따라서, 모든 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 순 힘은 바람직하게는 진동판 어셈블리에 작용하는 중력보다 크고/크거나 진동판 어셈블리의 무게보다 크거나 보다 바람직하게는 중력의 약 1.5배보다 크고/크거나 더 바람직하게는 진동판 어셈블리의 무게의 약 15배보다 크다. 이것은 트랜스듀서가 헤드폰 및 이어폰에서와 같이 상이한 각도의 방향으로 동작할 수 있는 애플리케이션에서 특히 바람직한데, 만일 중력이 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 힘의 방향과 반대 방향으로 작용한다면 트랜스듀서가 계속 적절히 동작하는 것이 중요하기 때문이다. 바람직하게는 바이어싱 힘은 진동판 어셈블리의 최대 여기력(excitation force)에 비해 실질적으로 크다. 바람직하게는 바이어싱 힘은 트랜스듀서의 정상 동작 동안 경험되는 최대 여기력의 1.5배보다 크거나, 더 바람직하게는 2.5배보다 크거나, 훨씬 더 바람직하게는 4배보다 더 크다.
- [1577] 또한, 바이어싱 힘은 보다 큰 관성을 갖는 진동판 어셈블리에 대해 더 크고, 또한 더 높은 주파수에서 동작하는 진동판 어셈블리에 대해 더 큰 것이 바람직하다.
- [1578] 바이어싱 힘이 진동판의 공진을 최소화하기 위해, 바람직하게는 힌지 시스템 내에서 이러한 유형의 힌지 조인트의 수(n) 내에서 각 힌지 요소를 관련 접촉 표면쪽으로 바이어싱하는 모든 힘(Newtons)(F_n)의 평균($\sum F_n/n$), 접촉 표면에 대해 진동판 어셈블리의 회전축 주위의 진동판 어셈블리의 회전 관성(kg.m²)(I), 진동판의 기본 공진 주파수(Hz)(f)는, 일정한 여기력이 정상적인 운동 범위 내에 임의의 위치로 진동판을 변위시키도록 가해질 때, 다음 관계식을 일정하게 만족한다:
- [1579]
$$\frac{\sum F_n}{n} > D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$
- [1580] 여기서 D는 바람직하게는 5인 상수, 보다 바람직하게는 15인 상수, 보다 더 바람직하게는 30인 상수 또는 보다 바람직하게는 40인 상수이다.
- [1581] 바이어싱 힘이 너무 크면 이것은 기본 진동판 공진 주파수를 부당하게 제한할 수 있으며, 예를 들어 먼지가 접촉 영역에 들어간다면, 트랜스듀서가 저주파수에서 노이즈 발생의 영향을 받기 쉽도록 할 수 있다.
- [1582] 따라서, 바람직하게는 힌지 시스템 내에서 이러한 유형의 힌지 조인트의 수(n) 내에서 각 힌지 요소를 관련 접촉 표면쪽으로 바이어싱하는 모든 힘(Newtons)(F_n)의 평균($\sum F_n/n$)은, 일정한 여기력이 정상적인 운동 범위 내에 임의의 위치로 진동판을 변위시키도록 가해질 때, 다음 관계식을 일정하게 만족한다:
- [1583]
$$\frac{\sum F_n}{n} < D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$
- [1584] 여기서 D는 바람직하게는 200인 상수, 보다 바람직하게는 150인 상수, 보다 바람직하게는 100인 상수 또는 가장 바람직하게는 80인 상수이다.
- [1585] 전술한 바와 같이, 각 바이어싱 메커니즘은 접촉력의 일정 정도를 제공하기 위해 유연하게 바이어싱 힘을 가한다.
- [1586] 전술한 바와 같이, 바이어싱 메커니즘(H705)은 힌지 요소(H702)를 접촉 부재(H703)에 대해 강성으로 유지하기에 충분한 힘을 가하도록 설계되거나 구성되는 것이 바람직하다. 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 힘의 양은 다음을 포함하는 다수의 요인에 좌우될 수 있다(이에 국한되지 않음).
- [1587] ● 오디오 트랜스듀서의 의도된 FRO;
- [1588] ● 진동판 구조 또는 어셈블리의 회전 관성 및/또는 진동판 구조 또는 어셈블리의 길이, 너비, 깊이 모양 또는

크기. 및/또는

[1589] ● 진동판 구조 또는 어셈블리의 질량.

[1590] 바람직하게는 힌지 요소를 접촉 부재에 바이어싱하는 순 힘(F)은 다음의 관계식을 만족시킨다:

$$[1591] F > D \times (2\pi f_i)^2 \times I_s$$

[1592] 여기서 I_s ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)는 상기 힌지 요소에 의해 지지되는 진동판 어셈블리 부분의 회전축 주위의 회전 관성이고, f_i (Hz)는 FRO의 하한이며, D는 바람직하게는 5인 상수, 보다 바람직하게는 15인 상수, 보다 바람직하게는 30인 상수, 보다 바람직하게는 40인 상수, 보다 바람직하게는 50인 상수, 보다 바람직하게는 60인 상수, 또는 가장 바람직하게는 70인 상수이다.

[1593] 바람직하게는 상기 관계식은 정상 동작 과정에서 접촉 부재에 대한 힌지 요소의 모든 회전 각도에서 일관되게 만족된다.

[1594] 일반적으로, 바이어싱 힘을 증가시키는 것은 더 강하고 보다 단단한 연결을 형성하여, 이에 의해 접촉 부재(H703)에 대한 힌지 요소(H702)의 잠재적인 원하지 않는 병진 운동을 완화하거나 부분적으로 경감시킨다. 이는 일부 경우에 더 높은 힘이 바람직할 수 있음을 의미하고, 특히 고음 드라이버와 같이 비교적 높은 주파수에서 동작하도록 의도된 오디오 트랜스듀서의 경우에 그렇다. 또한 높은 진동판 구조의 질량은 높은 주파수에서 동작하는 동안 충분한 접촉을 유지하기 위해 더 높은 힘이 필요할 수 있음을 의미한다. 저음 드라이버와 같이 낮은 주파수의 동작에서, 비교적 높은 바이어싱 힘은 접촉 표면의 롤링 중에 더 높은 마찰력/접촉력으로 인해 노이즈 발생 및/또는 운동에 대한 저항을 야기할 수 있다는 점에서 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 또한, 진동판의 회전 관성이 높으면 이는 낮은 주파수에서 작동을 과도하게 손상시키지 않으면서 보다 높은 접촉력을 사용할 수 있다는 것을 의미하며, 다른 모든 것은 동일하다.

[1595] 바이어싱 유연성(Biasing Compliance)

[1596] 바이어싱 메커니즘은 바람직하게는 힌지 시스템에서 기인하는 롤링 저항이 동작 중에 특정 상황에서 감소될 수 있도록, 접촉 표면에 대하여 측 방향으로 유연한(compliant) 힘을 가한다. 환언하면, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 유연성 레벨 또는 정도(degree)를 도입하여, 힌지 요소가 원하는 회전축 주위로 접촉 부재에 대해 회전 또는 롤링할 수 있게 하고, 또한 어떤 상황에서는 상대적인 측면 운동을 허용한다.

[1597] 바이어싱 메커니즘의 유연성 정도 또는 레벨은 스프링에 부착된 물체가 스프링의 강성에 영향을 받는 방식과 유사한 동작 중에 진동판의 진동 주파수에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 바이어싱 메커니즘의 유연성은 오디오 트랜스듀서의 의도된 FRO를 포함하는(그러나 이에 국한되지 않음) 하나 이상의 요소를 고려하여 설계될 수 있다. 예를 들어 저음 드라이버와 같은 비교적 낮은 주파수에서 동작하도록 구성된 오디오 트랜스듀서의 경우, 바이어싱 메커니즘 유연성은 비교적 높을 수 있는 반면에, 고음 드라이버와 같은 비교적 높은 주파수에서 동작하도록 구성된 트랜스듀서의 경우, 바이어싱 메커니즘 유연성은 FRO 하단(lower end)의 성능에 과도하게 영향을 미치지 않으면서 비교적 낮을 수 있다(예를 들어, 뺏뺏할 수 있다).

[1598] 힌지 시스템을 설계할 때 다른 힌지 시스템 유연성이 또한 고려될 수 있으며, 이에 대해서는 이하에서 좀 더 상세하게 설명될 것이다.

[1599] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘은 충분히 유연하여:

[1600] 진동판 어셈블리가 동작 중에 중립 위치에 있을 때; 접촉 표면에 수직인 접촉 표면과 힌지 요소의 접촉 영역을 통과하는 방향으로 추가적인 힘이 접촉 부재로부터 힌지 요소에 가해지며;

[1601] 추가적인 힘은 바이어싱 힘에 비해 비교적 작아서 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 분리가 발생하지 않으며;

[1602] 접촉 부재에 의해 힌지 요소 상에 가해지는 반력의 결과적인 변화는 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 힘의 결과적인 변화보다 크다.

[1603] 바람직하게는 바이어싱 구조 유연성은 접촉 부재와 비교하여 바이어싱 메커니즘 내의 비-접합 컴포넌트들과 관련된 유연성 및 그 영역에서의 유연성을 배제한다.

[1604] 바람직하게는, 바이어싱 메커니즘(H705)은 충분히 유연하여, 진동판이 전체 이동 범위를 횡단할 때 바이어싱 메커니즘이 가하는 바이어싱 힘은 트랜스듀서가 정지했을 때 평균 힘의 200%, 보다 바람직하게는 150% 또는 가장

바람직하게는 100%를 초과하는 만큼 변화하지 않는다.

- [1605] 구조의 유한 요소 분석(Finite element analysis, FEA)과 같은 컴퓨터 모델 시뮬레이션 방법을 사용하여 바이어싱 메커니즘에 내재된 유연성을 분석할 수 있다. 예를 들어, 접촉 표면으로부터 힌지 요소에 힘을 가할 수 있고, 바이어싱 메커니즘에서의 유연성으로 인한 변위가 그 후 관찰될 수 있다.
- [1606] 바람직하게는 힌지 요소에 동작하는 바이어싱 메커니즘의 강성 k (여기서 " k "는 후크의 법칙에 정의된 바와 같다)는 바람직하게는 5,000,000 미만, 보다 바람직하게는 1,000,000 미만, 보다 바람직하게는 500,000 미만, 보다 바람직하게는 200,000 미만이며, 보다 바람직하게는 100,000 미만, 보다 바람직하게는 50,000 미만, 보다 바람직하게는 20,000 미만, 보다 바람직하게는 5,000 미만, 가장 바람직하게는 500 미만이다.
- [1607] 바람직하게는 진동판이 정상 동작 중에 평형 변위에 있을 때, 각 표면에 하나의 힘으로, 2개의 동일하고 반대 방향의 힘이 접촉 표면에 수직으로 이들을 분리하는 방향으로 가해지면, 초기 분리를 달성하는 데 필요한 힘을 초월한 작은 힘의 증가와(dF)(뉴턴), 드라이버의 나머지의 변형으로 인한 표면에서의 결과적인 분리 변화(dx)(미터)의 비(dF/dx)는, 바이어싱 메커니즘 내의 비-접합 컴포넌트들 사이의 접촉 지점들의 국부화된 영역과 관련된 유연성 및 그 영역에서의 유연성을 배제하고, 10,000,000 미만이다. 보다 바람직하게는, 이것은 5,000,000 미만, 보다 바람직하게는 3,000,000 미만, 보다 바람직하게는 1,000,000 미만, 보다 바람직하게는 500,000 미만, 보다 바람직하게는 200,000 미만, 보다 바람직하게는 100,000 미만, 보다 바람직하게는 40,000 미만, 보다 바람직하게는 10,000 미만, 보다 바람직하게는 1,000 미만, 가장 바람직하게는 500 미만이다.
- [1608] dF/dx 는 힌지 요소와 접촉 표면을 분리하기 위하여 접촉 표면들에 수직인 방향으로 힌지 조인트에 가해지는 병진력의 측면에서, 구조의 강성(또는 역방향 유연성)으로 생각될 수 있다.
- [1609] 예를 들어, 미세한 표면 특징으로 인하여, 강성 물질 간의 국부적인 접촉 지점들과 관련된 유연성은 바이어싱 메커니즘 유연성 분석과 관련하여 항상 유용한 것은 아니므로, 무시될 수 있다는 것을 유의해야 한다. 이는 먼지가 갭 및 제조 공차로 인한 유닛 사이에 들어간다면, 그러한 유연성이 진동판 이동, 시간/마모(wear)와 불일치할 수 있기 때문이다. 따라서, 바이어싱 메커니즘은 보다 제어 가능하고, 신뢰성 있고 제조 가능한 구조를 통해 유연성을 제공한다.
- [1610] 컴퓨터 시뮬레이션이 유연성을 결정하는데 사용된다면, 그리고 위에서 설명한 이유 때문에 바이어싱 메커니즘 내에서 비-접합 컴포넌트들 간의 접촉 지점의 국부화된 영역과 관련된 유연성을 제외하기를 원한다면 그리고 또한 지점 부하(point load) 상황에서 컴퓨터 시뮬레이션이 유연성을 계산할 수 없는 것과 관련된 부정확성을 피하기를 원한다면, 이러한 접촉 지점은 스폿 용접과 동일한 매우 작은 솔리드 연결로 대체될 수 있다. 이러한 연결은 피검사 변수에 영향을 미치는 다른 유연성 소스와 비교할 때 상기 지점에서 피봇팅(분석 목적의 롤링과 동등함)에 대한 저항이 무시할 만큼 충분히 작아야 한다. 또한 스폿 용접은 압축 상태에 있는 조인트에만 적용된다는 점에 주의해야 하고, 긴장 상태에 있는 조인트는 실제 시나리오에서 발생하는 것처럼 자유롭게 분리되어야 한다.
- [1611] 예로서, 이 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 내재된 유연성을 분석하기 위해, 실시예 K 오디오 트랜스듀서에서 접촉 힌지 시스템을 도시하는 도 58g 및 도 58i를 참조하면, 하나의 가능한 방법은 분석될 제1 접촉 위치($k114$)에서, 접촉 부재($K105$)로부터 힌지 요소($K108$)를 분리하는 힘을 가하는 것이다(도 58g 및 도 58i 참조). 그 다음에 제1 접촉 위치($k114$)에서 분리를 초래하는데 요구되는 힘을 시행 착오에 의해 결정하도록 힘이 변화된다. 작은 분리가 달성되면, 힌지 시스템의 나머지 접촉 표면들 또는 표면(이 예에서는 단지 하나만 있음)이 분리가 발생하는지 여부를 보기 위해 관찰된다. 다른 접촉 위치에서 분리가 발생하면 이것은 양호하고, 또는 분리가 발생하지 않으면 매우 작은 '스폿 용접(spot weld)'이 이 위치에서 모델에 추가되어 서로에 대해 가까이/멀리 병진하는 면에서 접촉 요소를 결합시키고, 이에 따라 이 위치에서 미세한 표면 특징과 관련된 유연성을 제거한다. 이는 미세한 표면 특징이나 지점 부하와 관련된 부정확한 분석과는 대조적으로 바이어싱 메커니즘과 관련된 유연성으로의 분석을 분리한다. 그러면 적용된 힘이 증가하고 분리의 관련 변화가 관찰된다. 분리의 변화와 결합된 힘의 증가는 바이어싱 메커니즘의 유연성을 나타낸다.
- [1612] 가능한 확인으로서, 두 경우의 용접이 충분히 작아서 결과가 이 변경에 의해 거의 무시할 수 정도로 영향을 받는 것을 확인하기 위하여, 스폿 용접 크기가 감소될 수 있고 위의 분석이 반복된다.
- [1613] 바람직하게는, 힌지 요소 상에 작용하는 바이어싱 메커니즘의 전체 강성 k (여기서, " k "는 후크의 법칙에 정의된 바와 같다), 상기 접촉 표면을 통해 지지되는 진동판 어셈블리 부분의 회전축 주위의 회전 관성, 및 진동판의 기본 공진 주파수(f)(Hz)는 다음 관계식을 만족한다:

- [1614] $k < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$
- [1615] C는 바람직하게는 200, 보다 바람직하게는 130, 보다 바람직하게는 100, 보다 바람직하게는 60, 보다 바람직하게는 40, 보다 바람직하게는 20, 가장 바람직하게는 10으로 주어지는 상수이다.
- [1616] 바람직하게는, 진동판이 정상 동작 중에 평형 변위에 있을 때, 각 표면에 하나의 힘으로, 2개의 작은 동일하고 반대 방향의 힘이 접촉 표면에 수직으로 이들을 분리하는 방향으로 가해지면, 바이어싱 메커니즘 내의 비-접합 컴포넌트들 사이의 접촉 지점들의 국부화된 영역과 관련된 유연성 및 그 영역에서의 유연성을 배제하고, 초기 분리를 달성하는 데 필요한 힘을 초월한 작은 힘의 증가와(dF)(뉴턴), 드라이버의 나머지의 변형으로 인한 표면에서의 결과적인 분리 변화(dx)(미터), 접촉 표면에 대해 진동판의 회전축 주위의 진동판의 회전 관성(I)(kg.m²), 및 진동판의 기본 공진 주파수(f)(Hz)는 다음 관계식을 만족한다:
- [1617] $\frac{dF}{dx} < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$
- [1618] 여기서 C는 바람직하게는 200, 보다 바람직하게는 130, 보다 바람직하게는 100, 보다 바람직하게는 60, 보다 바람직하게는 40, 보다 바람직하게는 20, 가장 바람직하게는 10으로 주어지는 상수이다.
- [1619] 평형 달성(Achieving equilibrium)
- [1620] 바이어싱 메커니즘은 아래와 같은 위치 및 방향으로 접촉력을 적용하는 것이 바람직하며,
- [1621] 1) 진동판 피봇 복원력을 가하기 위한 별도의 수단이 있는 경우, 바이어싱 힘은 진동판을 불안정화시켜 불안정한 평형을 생성하거나 그렇지 않으면 진동판의 기본 모드 주파수를 과도하게 증가시키는 중요한 순간을 초래하지 않거나,
- [1622] 2) 바이어싱 힘이 직접 또는 간접적으로 진동판 복원력을 가할 책임이 있는 경우, 복원력은 정상 동작 중 진동판 편위(excursion)와 충분히 선형적이어야 한다.
- [1623] 바람직하게는, 힌지 요소에 적용된 바이어싱 힘은 진동판 편위의 전체 범위에 걸쳐 접촉 표면에 대해 진동판의 회전축과 동일 선상에 있는 에지에 근접하게 가해진다. 보다 바람직하게는, 힌지 요소와 접촉 표면 사이에 가해지는 바이어싱 힘은 회전축에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일로 볼 때, 진동판 편위의 전체 범위에 걸쳐 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 부재의 접촉 표면 중에서 비교적 더 작은 반경을 가지고 불록하게 만곡된 접촉 표면층의 접촉 반경의 중심에 가깝게 통과하는 축선과 동일한 선상의 위치에 인가된다. 바람직하게는, 정상 작동 중 항상 바이어싱 힘의 위치 및 방향은 회전축에 평행하게 배향되고 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉 지점, 라인 또는 접촉 영역을 통과하는 가상의 선을 통과하는 것과 같다.
- [1624] 설명된 구성은 진동판에 작용하는 임의의 복원력을 최소화(Wn을 최소화)하고 불안정한 평형을 생성하는 것을 방지하는데 도움이 될 수 있고, 진동판에 대한 지나친 복원력이 기본 진동판 공진 주파수 Wn을 과도하게 증가시키는 것을 방지하는 데 도움이 될 수 있다.
- [1625] 많은 상이한 형태의 바이어싱 메커니즘이 가능하며 상기한 요구 사항에 따라 설계될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 스프링 또는 다른 탄성 부재 구조가 일부 실시예들에서 사용될 수 있다. 그렇지 않으면 자력 기반 구조가 또한 이용될 수 있다. 이들의 예는 본 발명의 실시예를 참조하여 주어질 것이다. 그러나, 당해 기술 분야에 공지된 다른 바이어싱 메커니즘이 대신 사용될 수 있으며, 본 발명은 이러한 예들로 제한되도록 의도되지 않는다는 것을 이해할 것이다.
- [1626] 3.2.1e 접촉에 의해 제공된 강한 구속(Rigid restraint provided by contact)
- [1627] 힌지 요소(H702)와 접촉 부재(H703) 사이의 접촉은 바람직하게는 접촉 지점/영역에서 최소한 힌지 요소의 표면에 접하는 평면에 수직인 방향으로 접촉 부재에 대한 병진에 대항하여 접촉 지점/영역(H704)에서 힌지 요소를 실질적으로 강하게 구속한다. 이것은 바람직하게 바이어싱 메커니즘에 의해 제공되지만 일부 실시예들에서는 그렇지 않을 수도 있다. 정상 동작에서, 바이어싱 힘과 비교하여 (반대의) 작은 힘이 힌지 요소(H702)에 가해질 때, 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 일관된 물리적 접촉은 접촉 표면에 수직인 방향으로 접촉 부재에 대해 힌지 요소의 접촉 부분을 병진 운동에 대항하여 강하게 구속한다. 바람직하게는, 바이어싱 힘에 비하여 작은 힘, 즉 정상 동작 중에 통상적인 힘이 힌지 요소에 가해질 때, 일관된 물리적 접촉은 또한 접촉 지점에서 힌지 요소를 접촉 지점/영역에서 힌지 요소의 표면에 접하는 평면에 실질적으로 평행한 방향으로 또는 실질적으로 그 평면 내에서 병진에 대항하여 단단하게 구속할 것이다. 그러한 구속은 가장 바람직하게는 힌지 요소와 접촉 표면 사

이의 정지 마찰로부터 발생한다. 중요한 병진 구속이 제공되지 않으면 힌지 시스템이 FRO 내에서 파열 모드가 발생하는 것을 방지할 수 있다는 측면에서 잘 또는 전혀 동작하지 않을 것이다.

[1628] 3.2.1f 탄성률 및 기하 구조(Modulus and geometry)

[1629] 힌지 요소(H702) 및 접촉 부재(H703) 모두는 실질적으로 강성인 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 접촉 영역에서 소량의 편향(deflection)은 진동판 파열 모드의 빈도를 상당히 감소시키고 그에 상응하는 음질 감소를 초래할 수 있다.

[1630] 예를 들어, 힌지 요소 및 접촉 부재는 약 8GPa보다 높은, 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 높은 영률을 갖는 재료로 제조된다. 적절한 재료는 예를 들어 스틸, 티타늄 또는 알루미늄과 같은 금속 또는 세라믹 또는 텅스텐을 포함한다.

[1631] 힌지 요소(H702) 및 접촉 부재(H703)의 접촉 표면은 또한 견고하고, 내구성이 있고 단단한 코팅으로 코팅될 수 있다. 알루미늄 컴포넌트는 양극 처리(anodized)될 수 있거나, 스틸 컴포넌트는 세라믹 코팅을 가질 수 있다. 하나 또는 바람직하게는 양쪽 컴포넌트 상의 세라믹 코팅은 접촉 지점에서 프레팅(fretting) 및/또는 다른 부식 메커니즘으로 인한 부식을 감소시키거나 제거할 것이다. 이러한 이유로, 접촉 위치에서의 힌지 요소와 접촉 부재의 접촉 표면들 중 어느 하나 또는(바람직하게는) 양자 모두는 비금속 재료 또는 코팅 및/또는 내식 재료 또는 코팅 및/또는 프레팅-관련 부식에 견디는 재료 또는 코팅을 포함할 수 있다.

[1632] 힌지 요소(H702) 및 접촉 부재(H703)의 기하 구조는 또한 접촉 지점/영역(H704) 가까이에서 실질적으로 강성이어야 한다. 양쪽 컴포넌트가 예를 들어 접촉 지점/영역의 근처에서 지지되지 않은 특히 얇은 벽을 갖는 경우, 편향 및 관련 힌지 유연성의 리스크가 있을 수 있으며, 예를 들어, 접선 평면 내에서 병진 운동을 허용한다. 이러한 이유로, 힌지 요소 및 접촉 부재 모두는 접촉 위치(H704)에서 비교적 더 작은 반경 접촉 표면의 곡률 반경에 비해 실질적으로 두껍고 및/또는 넓은 것이 바람직하다.

[1633] 바람직하게는, 힌지 요소는 접촉 위치에서 힌지 요소 및 접촉 부재 중에서 측면 프로파일이 더 볼록한 접촉 표면의 반경의 1/8 또는 1/4 또는 1/2, 또는 가장 바람직하게 반경보다 더 두껍다. 또한, 접촉 부재의 벽 두께는 접촉 위치에서 힌지 요소 및 접촉 부재 중에서 측면 프로파일이 더 볼록한 접촉 표면의 반경의 1/8 또는 1/4 또는 1/2, 또는 가장 바람직하게 반경보다 더 두껍다.

[1634] 바람직하게는, 병진 하중이 힌지 조인트를 통해 진동판으로부터 트랜스듀서 베이스 구조로 통과하여 지나갈 수 있는 적어도 하나의 실질적으로 유연하지 않은(non-compliant) 경로(pathway)가 있다. 예를 들어, 진동판 몸체를 실질적으로 강성인 컴포넌트로 구성된 베이스 구조에 연결하는 적어도 하나의 경로가 있으며, 따라서 하나의 강성 컴포넌트가 단단하게 연결되지 않고 다른 강성 컴포넌트와 접촉하는 곳 바로 근처에서, 모든 재료는 8GPa보다 더 높은, 훨씬 더 바람직하게는 20GPa보다 높은 영률을 가진다.

[1635] 3.2.1g 롤링(Rolling)

[1636] 힌지 요소(H702)는 동작 중에 실질적으로 자유로운 방식으로 접촉 부재(H703)에 대해 롤링 및/또는 흔들림(rocking)할 수 있는 것이 바람직하다. 롤링 메커니즘은 반드시 완벽하게 순수한 회전 동작을 정의하지는 않는다는 것을 유의해야 한다. 예를 들어, 더 작은 반경의 볼록한 곡면이 0보다 큰 반경을 갖는다면, 회전축에 수직인 평면에서 횡단면 프로파일로 볼 때, 그 표면의 이동에 있어 나머지에 대항하는 병진 요소가 또한 있을 것이고, 이는 동작 중에 회전축의 위치를 변경할 수 있다. 또한, 힌지 요소(H702)가 회전축에 수직인 평면에서 볼 때 포물선 단면 프로파일을 가지며, 접촉 부재가 편평한 단면 프로파일을 갖는다면, 회전축에 수직인 평면에서 보았을 때, 회전축의 위치를 변경하면서 진동판이 다시 변위함에 따라 병진 정도가 달라질 수 있다. 일부 구성에서, 병진 거리가 중요할지라도, 본 발명의 목적 상, 회전축에 대한 언급은 동작 중 힌지 조인트에 의해 정의되는 대략적인 회전축을 의미 할 것이다.

[1637] 3.2.1h 마찰(Rubbing)

[1638] 일부 구성에서, 힌지 요소(H702)는 힌지될 때 접촉 부재(H703)의 표면을 따라 마찰, 비틀림, 슬라이딩하거나 움직일 수 있다. 예를 들어, 일 구성에서, 힌지 요소는 접촉 부재와 접촉하고 접촉 지점/접촉 영역(H704)에서 표면에 접하는 평면에 수직인 축을 중심으로 회전한다(또는 비틀린다). 힌지 요소 및 접촉 부재 모두에 적합한 재료는 사파이어 또는 루비와 같은 경질(hard) 및 강성(rigid) 재료를 포함할 수 있다. 이 구성에서 하나의 힌지 조인트가 진동판 너비의 한쪽에 위치될 것이고 제2 요소는 다른 쪽에 위치될 것이다. 두 힌지 조인트는 함께 회전축을 정의할 것이다.

- [1639] 마찰 또는 슬라이딩의 모든 지점은 가능한 한 회전축에 가깝게 위치하는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 회전축에 수직인 평면을 따라 단면 프로파일로 볼 때, 힌지 요소의 접촉 표면과 접촉 표면 중 어느 것이든 더 작은 볼록 곡률 반경을 가지며, 상기 두 부분의 회전축으로부터 진동판의 가장 먼 주변까지 측정된 진동판 어셈블리의 길이와 비교하여 비교적 작은 반경을 가진다. 이 반경은, 예를 들어 진동판 어셈블리 길이의 2% 미만, 가장 바람직하게는 진동판 어셈블리 길이의 1% 미만이다.
- [1640] 3.2.1i 베이스 구조 및 진동판과의 연결(Connection to base structure and diaphragm)
- [1641] 힌지 조인트(H701)를 포함하는 힌지 시스템은 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이에 결합하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 접촉 힌지 조인트의 힌지 요소(H702)를 포함하는 힌지 시스템의 힌지 어셈블리(H701)는 진동판 어셈블리에 단단하게 연결될 수 있고, 어셈블리의 힌지 조인트의 접촉 부재(H703)는 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 부착될 수 있다. 이것은 간단하고 효과적인 힌지 조인트 메커니즘을 형성하여 진동판과 베이스 구조 사이에서 병진력이 전달되는 경로가 직접적이며, 이는 순수 병진에 대한 강성을 달성하는 데 도움이 된다. 중간 컴포넌트가 없으면 유연성 기회를 최소화하는데 도움이 된다. 다시 말해서, 연결은 진동판 구조 또는 어셈블리와 힌지 요소와의 인터페이스에서 그리고 베이스 구조와 접촉 부재와의 인터페이스에서 낮은 것에서 제로까지의 유연성이 있도록 견고하다.
- [1642] 대안적으로, 힌지 조인트는 힌지 요소(H702)가 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 부착되고 접촉 부재(H703)가 진동판 어셈블리에 단단하게 부착되도록 역전될 수 있다.
- [1643] 바람직하게는, 진동판은 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 대략적인 회전축을 중심으로 실질적으로 회전하도록 힌지 시스템에 의해 동작 가능하게 지지된다. 바람직하게는, 힌지 요소는 진동판의 회전축과 실질적으로 동일 선상에 있는 축을 중심으로 접촉 표면에 대해 롤링한다. 그러나 대안적으로 힌지 요소는 평행하지만 회전 축선과 동일 선상에 있지 않은 축을 중심으로 롤링한다.
- [1644] 진동판 구조 또는 물체를 포함하는 진동판 어셈블리는 바람직하게는 각 힌지 조인트 및 관련된 접촉 표면에 밀접하게 관련되고 및/또는 접촉하여, 가까이 근접해 있다. 모든 의도와 목적에 따라 진동판 구조가 직접 접촉하여 향상된 병진 강성을 초래하도록, 힌지 요소(또는 접촉 부재)는 진동판 구조에 단단하게 부착되어 컴포넌트가 되며 진동판 어셈블리의 일부를 형성하는 것이 바람직하다. 유사하게, 트랜스듀서 베이스 구조, 특히 베이스 구조의 스퀘트 벌크(squat bulk)는 바람직하게는 각 힌지 조인트 및 관련된 접촉 표면에 밀접하게 관련되고 및/또는 접촉하여, 가까이 근접해 있다. 또한, 모든 의도 및 목적에 따라 베이스 구조가 직접 접촉하여 향상된 병진 강성을 초래하도록, 접촉 부재(또는 힌지 요소)는 베이스 구조의 스퀘트 벌크에 단단하게 부착되어 컴포넌트가 되며 베이스 구조의 일부를 형성하는 것이 바람직하다.
- [1645] 진동판 구조와 접촉 표면을 분리하는 거리가 있는 경우, 이 거리는 회전축으로부터 진동판 구조의 가장 먼 주변까지의 총 거리와 비교하여 작은 것이 바람직하며, 따라서 진동판 및 각 힌지 조인트는 밀접하게 관련되어 있다. 예를 들면, 이 거리가 진동판 팁으로부터 회전축까지의 최대 거리의 1/4 미만인 것이 바람직하거나, 훨씬 더 바람직하게는 진동판 팁으로부터 회전축까지의 최대 거리의 1/8 미만, 또는 가장 바람직하게는 진동판 팁으로부터 회전축까지의 최대 거리의 1/16 미만이다. 이는 진동판 몸체와 힌지 조인트 사이의 유연성을 감소시키는 데 도움이 된다. 유사하게, 트랜스듀서 베이스 구조의 스퀘트 벌크 및 각 힌지 조인트는 바람직하게는 분리가 있으면 유사한 거리만큼 밀접하게 관련된다.
- [1646] 3.2.1i 힌지 시스템에서의 심(Shim in hinge system)
- [1647] 일부 가능한 구성에서, 접촉 부재(H703)는 하나 이상의 심(shim) 또는 다른 실질적으로 강성인 부재를 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 부착될 수 있다. 이들은 몇몇 경우에 접촉 부재(H703)의 일부를 형성하는 것으로 간주될 수 있다. 예를 들어, 설계자는 아마 심을 갭(H704) 내로 삽입하는 것이 유용하다고 결정할 수 있다. 이 경우 힌지 시스템(H701)은 병진 유연성의 최소 증가만으로도 여전히 잘 동작할 수 있다. 이 구성에 사용되는 심은 강성이 높은 것이 바람직하고, 약 8GPa보다 높거나 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 높은 영률을 가진 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 적절한 재료는 예를 들어 스틸, 티타늄 또는 알루미늄과 같은 금속 또는 세라믹 또는 텅스텐을 포함한다.
- [1648] 바람직하게는, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 하나는 접촉 영역의 바로 근처에서 각 힌지 조인트의 힌지 요소의 적어도 일부에 효과적으로 단단히 연결되고, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 다른 하나는 상기 접촉 영역의 바로 근처에서 각 힌지 조인트의 접촉 부재의 적어도 일부에 효과적으로 견고하게 연결된다.

- [1649] 또한, 정상 동작 중에 항상, 힌지 요소와 접촉 부재가 접촉하는 지점 또는 영역은, 모든 방향에서의 병진 변위의 측면에서 힌지 요소와 트랜스듀서 베이스 구조 모두에 효과적으로 단단하게 연결되는 것이 바람직하다. 이러한 방식으로, 각 힌지 조인트의 접촉 표면 및 힌지 요소는 병진 변위의 측면에서 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 모두에 대해 사실상 실질적으로 움직이지 않는다.
- [1650] 바람직하게는, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 하나는 힌지 요소에 효과적으로 단단하게 연결되고, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조물 중 다른 하나는 접촉 부재에 효과적으로 단단하게 연결된다. 보다 바람직하게는, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 하나는 힌지 요소 및 접촉 부재가 접촉하는 위치에 바로 인접하여 힌지 요소의 일부 또는 일부들에 효과적으로 단단하게 연결되고, 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 중 나머지 하나는 힌지 요소와 접촉 부재가 접촉하는 위치의 바로 근처에서 접촉 부재의 일부 또는 일부들에 효과적으로 단단하게 연결된다.
- [1651] 도 1f에 도시된 실시예는 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 간소 함, 저비용 및 원치 않는 공진에 대한 낮은 민감성을 포함하는 이점을 제공하는 이러한 구성의 예이다.
- [1652] 편평한 금속 심이 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이의 갭에 삽입되어 진동판 어셈블리에 의해 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 일정한 접촉 상태로 유지되면, 디바이스는 여전히 상당히 잘 동작할 것이라는 것을 유의해야 한다. 심은 적어도 접촉 지점/영역의 국부적인 영역에서 마치 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된 것처럼 동작할 것이다. 이 경우, 접촉 부재가 심을 포함하고 진동판 어셈블리가 힌지 요소를 포함하면, 트랜스듀서 베이스 구조는 심/접촉 부재에 효과적으로 단단하게 연결되어 유지되고, 힌지 요소는 진동판 어셈블리에 단단하게 연결되기 때문에 유리한 구성이 상기한 바와 같이 여전히 존재한다.
- [1653] 3.2.2 실시예 A -접촉 힌지 시스템(EMBODIMENT A - CONTACT HINGE SYSTEM)
- [1654] 힌지 시스템 개요(Hinge System Overview)
- [1655] 전술한 설계 원리 및 고려 사항에 따라 설계된 본 발명의 접촉 힌지 시스템 구성의 일례가 도 1에 도시된 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 도시되어 있다. 본 발명의 실시예 A 트랜스듀서는 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 피봇식으로 결합되는 진동판 어셈블리(A101)를 갖는 회전 동작 드라이버를 포함한다. 본 명세서의 섹션 3.2에서 언급된 바와 같이, 진동판 어셈블리는 동작 중에 실질적으로 강성을 유지하는 진동판 몸체를 포함한다. 진동판 어셈블리는 바람직하게는 동작 중에 트랜스듀서의 FRO 위에 실질적으로 강체 형태를 유지한다. 힌지 시스템은 진동판 어셈블리를 동작 가능하게 지지하도록 구성되며, 진동판 어셈블리(A101)가 베이스 구조(A115)에 대해 회전하거나 흔들림/진동할 수 있도록 진동판 어셈블리(A101)와 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 사이에 롤링 접촉을 형성한다. 이 예에서, 힌지 시스템은 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리(A301)(도 3a에 도시됨)를 포함하며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하고, 접촉 부재는 접촉 표면을 갖는다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리는 진동판 어셈블리의 양측에 한 쌍의 힌지 조인트를 포함한다. 힌지 조인트의 힌지 요소는 동일하거나 개별적인 컴포넌트일 수 있고/있거나, 힌지 조인트의 접촉 부재는 이하의 설명으로부터 명백해지는 바와 같이 동일하거나 개별적인 컴포넌트의 부재일 수 있다. 동작 중에 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 실질적으로 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 관련 접촉 부재에 대해 움직이도록 구성된다. 또한, 힌지 시스템은 힌지 요소를 접촉 표면 쪽으로 바이어싱한다. 힌지 시스템은 각 조인트의 힌지 요소에 관련 접촉 표면 쪽으로 바이어싱 힘을 유연하게 가하도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [1656] 이 실시예에서, 두개의 힌지 조인트는 공통 힌지 요소를 포함하며, 이는 접촉 부재에 대하여 롤링하는 길이 방향 힌지 샤프트(A111)이고, 접촉 표면(도 1f에 또한 도시됨)을 갖는 길이 방향 접촉 바(A105)이며, 동작 중에 실질적으로 슬라이딩하지 않거나 사소하게 슬라이딩한다. 이 예에서, 힌지 요소(A111)는 접촉 영역(A112)에서 힌지 요소의 일 측면 상에 실질적으로 볼록하게 만곡된 접촉 표면 또는 정점(apex)을 포함하고, 접촉 영역(A112)에서 접촉 바(A105)의 일 측면 상의 접촉 표면은 실질적으로 평면이거나(planar) 편평하다(flat). 전술한 바와 같은 대안적인 구성에서, 다른 표면에 대한 하나의 표면의 롤링을 가능하게 위하여 힌지 요소(A111) 또는 접촉 부재(A105) 중 하나는 일 측면 상에 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함할 수 있고, 접촉 바 또는 힌지 요소의 다른 대응 표면은 평면의 오목하고 (비교적 더 큰 곡률 반경의) 덜 볼록한 표면, 또는 심지어 유사한 반경의 다른 볼록 표면을 포함할 수 있음을 이해할 것이다.
- [1657] 힌지 요소(A111) 및 접촉 부재(A105) 컴포넌트는 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 의해 어느 정도의 유연성이 가해지는 실질적으로 일정한 힘에 의해 실질적으로 일정하고 및/또는 일관된 물리적 접촉을 유지한다. 바이어싱 메커니즘은 힌지 어셈블리의 일부, 예를 들어 힌지 요소의 일부 및/또는 그와 분리된 것을 포함할 수 있

며, 이는 이하의 몇몇 예들과 함께 더 설명될 것이다. 진동판 어셈블리, 구조 또는 몸체는 또한 몇몇 실시예에서 바이어싱 메커니즘을 포함할 수 있다. 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 예에서, 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘은 대향 폴 피스(A103 및 A104)를 갖는 영구 자석(A102) 및 진동판 어셈블리에 내장된 자기 흡인(magnetically attractive) 스틸 샤프트(A111)를 갖는 자기 구조 또는 어셈블리를 포함한다. 바이어싱 메커니즘은 원하는 유연성 레벨로 힌지 요소를 접촉 부재에 대해 가압하도록 동작한다. 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소(11) 및 접촉 부재(A105)가 오디오 트랜스듀서의 동작 중에 물리적 접촉 상태를 유지하도록 보장하며, 바람직하게는 힌지 시스템 및 특히 움직이는 힌지 요소가 예를 들어 힌지 시스템의 제조 또는 조립 중에 접촉 표면에서의 제조 공차 또는 불완전성 및/또는 어셈블리로 부주의하게 도입될 수 있는 먼지 또는 다른 이물질과 같은 요인들로 인해 동작 중에 존재할 수 있는 롤링 저항에 덜 취약하도록 충분히 유연하다. 이런 방법으로, 힌지 요소(A111)는 동작 중에 진동판의 회전 운동에 크게 영향을 미치지 않고 접촉 부재에 대해 계속해서 롤링할 수 있고, 그렇지 않으면 발생할 수 있는 사운드 교란을 완화시키거나 적어도 부분적으로 경감시킨다.

[1658] 바람직하게는 바이어싱 힘은 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 인가된다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 실질적으로 유연하다. 바람직하게는 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉 영역에서 접촉 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 실질적으로 유연하다. 힌지 요소와 접촉 부재 사이의 접촉은 바람직하게는, 접촉 지점/영역에서 최소한 힌지 요소의 표면에 접하는 평면에 수직인 방향에서 접촉 부재에 대한 병진에 대하여 접촉 지점/영역에서 힌지 요소를 실질적으로 강하게 구속한다.

[1659] 바이어싱 메커니즘은 진동판 구조의 길이 방향 축에 실질적으로 평행한 방향으로 및/또는 접촉 영역(A112) 또는 라인 또는 힌지 요소(A111)의 정점에 접하는 평면에 실질적으로 수직인 방향으로 힘을 가하여, 힌지 요소(A111)를 접촉 부재(A105)에 대해 유지하도록 구성된다. 바이어싱 메커니즘은 또한 롤링 힌지 요소가 최소한의 저항으로 힌지 시스템의 접촉 표면들 사이에 존재하는 결함 또는 이물질 위로 움직일 수 있도록 적어도 이러한 횡방향에서 충분히 유연한이고, 이로써 동작 중에 접촉 부재 위로 힌지 요소의 매끄럽고 충분히 방해받지 않는 롤링 동작을 허용한다. 다시 말해서 바이어싱 메커니즘의 증가된 유연성은 힌지가 완벽히 매끄럽고 방해받지 않는 접촉 표면을 갖는 힌지 시스템과 유사하게 동작할 수 있게 한다.

[1660] 바이어싱 메커니즘(Biasing mechanism)

[1661] 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 예에서, 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘은 대향하는 폴 피스(A103 및 A104)를 갖는 자석(A102) 및 진동판 어셈블리에 내장된 자기 흡인 샤프트(A111)를 갖는 자석 기반 구조를 포함한다. 자석(A102)은 예를 들어 네오디뮴 물질로 제조될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 대향 폴 피스(A103 및 A104)는 예를 들어 연강(mild steel)과 같은 강자성 재료로 제조될 수 있지만 이에 한정되지는 않는다. 폴 피스(A103 및 A104)는 접촉 바(A105) 및 피봇 샤프트(A111)의 양측에 위치함으로써 접촉 부재(A105)를 향하여 이를 바이어싱하는 샤프트(A111)에 힘을 가하는 자기장을 생성한다. 이 예에서, 자석(A102)은 진동판 어셈블리와 길이 방향으로 정렬하여 위치되고, 폴 피스는 필요한 자기장을 얻기 위하여 진동판 어셈블리의 대향 주요 면의 양쪽 가까이 위치되지만, 다른 구성도 또한 가능하다는 것을 이해할 것이다.

[1662] 샤프트(A111)는 예를 들어 스테인리스 스틸과 같은 강자성 재료로 제조될 수 있으며(이에 한정되지는 않음), 이 경우 진동판 어셈블리(A101)의 일부를 형성한다. 이 예에서, 접촉 바(A105)는 또한 스테인리스 스틸과 같은 강자성 재료로 제조되지만, 다른 적절한 재료가 대안적인 구성에서 포함될 수 있다. 422 등급의 스틸과 같이 충분히 자성인 스틸이 바람직하게 사용되지만, 다른 유형도 또한 가능하다. 바람직하게는 접촉 바(A105) 및 샤프트(A111) 모두가 바람직한 형태로 질화 크롬과 같은 얇은 물리적 기상 증착 세라믹 층을 사용하여 코팅되며: 이는 (접촉 지점에서의 미끄러짐을 방지하는데 도움이 되는) 합리적으로 높은 마찰 계수를 가지고, 바람직하게는 낮은 마모 특성을 가지며, 비금속인 것은 프레팅과 같은 부식 방지에 도움이 되는 측면에서 유용하다. 전술한 섹션에서 설명된 바와 같이 접촉 바(A105) 및/또는 샤프트(21)에 다른 재료 및/또는 코팅이 이용될 수 있으며, 본 발명은 이러한 특정 예에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 진동판 어셈블리(A101) 및 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 실질적으로 강성이다. 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조 모두의 재료, 기하 구조 및/또는 구성은 접촉 바(A105) 상의 접촉 영역(A112)의 바로 근처 및/또는 근처에서 비교적 강성이다.

[1663] 전술한 바와 같이, 자석(A102), 트랜스듀서 베이스 구조의 폴 피스(A103, A104) 및 힌지 및 진동판 어셈블리의 샤프트(A111)를 포함하는 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소(A111)에 특정 바이어싱 힘을 인가하는 자기장을 형성하고, 특정 정도의 유연성 및/또는 움직임에 대한 강성을 지니고 있다. 환언하면, 자력은 힌지 요소가 진동판 어셈블리(A101)의 길이 방향 축에 실질적으로 평행한 축을 따라 접촉 부재에 대해 병진 운동을 할 수 있게 하는

정도로 유연하다.

- [1664] 이 구조에 의해 발생된 자기장은 자석(A102)의 북쪽(도 1e에서 화살표 방향 및 "N" 기호로 표시된 바와 같은 북쪽)으로부터 횡단하고 북쪽 외부 폴 피스(A103)을 통해 코일(A109)에 가장 가까운 단부 쪽으로 그리고 나서 제1 코일 권선 긴 변(long side)(A109), 스페이서(A110)의 제1 측, 샤프트(A111)를 통해 그리고 남쪽 외부 폴 피스(A104)의 단부까지 대략 선형적인 방식으로 연장되는 자기력선을 포함한다. 그 다음, 자기장은 남쪽 외부 폴 피스(A104)을 따라, 남쪽(도 1e에서 화살표 방향 및 "S" 기호로 표시된 바와 같이 남쪽)에서의 자석(A102)으로 다시 들어간다. 자석의 N 극과 S 극의 배향은 대안적인 구성에서 변경될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [1665] 하나의 코일 권선 측(A109)에 의해 가해지는 힘의 방향은 코일을 통과하는 전류의 방향에 의존할 것이다. 생성된 힘은 항상 전류 및 자기장의 방향 모두에 수직이기 때문에, 도 1e 및 도 1f를 참조하면, 하나의 코일 권선의 긴 변(A109)에 의해 인가되는 힘의 방향은 대략 좌 또는 우로 될 것이다.
- [1666] 자기 바이어싱 메커니즘은 바이어싱 메커니즘의 목적에 대해 이점을 제공하며, 바람직하게는 실질적인 유연성으로 하나 이상의 힌지 조인트에 가해진 실질적인 힘을 제공하고, 하나 이상의 힌지 요소를 하나 이상의 접촉 부재에 바이어싱하는 동시에, 힌지 요소들 및 접촉 부재들의 각 쌍들 사이의 실질적으로 장애물 없는 회전 운동을 여전히 허용한다.
- [1667] 다른 구성에서, 바이어싱 메커니즘은 서로 반발 및/또는 끌어당기도록 배열된 다수의 자석으로 구성될 수 있다.
- [1668] 유연성 레벨 및 힘의 정도는 위에 설명된 다음 요소 중 하나를 기준으로 설계할 수 있다:
- [1669] ● 오디오 트랜스듀서의 의도된 FRO;
- [1670] ● 진동판 구조 또는 어셈블리의 회전 관성 및/또는 진동판 구조 또는 어셈블리의 길이, 너비, 깊이 모양 또는 크기; 및/또는
- [1671] ● 진동판 구조 또는 어셈블리의 질량.
- [1672] 유한 요소법 분석은 섹션 3.2.1d에서 설명한 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 내재된 유연성을 결정하는 좋은 방법이다.
- [1673] 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 채용된 본 발명의 힌지 시스템은 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이에서 하중이 전달되는 주 경로가 전체적으로 강성 재료로 만들어지고 단단한 기하 구조를 갖는 컴포넌트로 구성되기 때문에, 힌지 조인트에서의 병진 유연성(즉, 샤프트(11)가 접촉 바(A105)에 대해 병진할 수 있는 용이성)가 비교적 낮거나 완화된다는 원-원 이점을 제공한다. 또한, 샤프트(A111)와 접촉 바(A105)를 함께 유지하는 힘이 유연하게 인가되기 때문에, 회전에 대한 저항은 특히 접촉의 견고성과 관련하여 비교적 낮고, 일관되고 신뢰성 있게 만들어 질 수 있다.
- [1674] 이 성능은 힌지 시스템에 내재하는 비대칭성을 통해 이루어지는데, 한 쪽에서는 바이어싱 메커니즘이 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 고정시키는 일관된 힘을 가하고, 반대쪽에서 트랜스듀서 베이스 구조는 실질적으로 일정한 변위를 정의함으로써 응답하여, 반대 방향으로 작용하는 동일한 반대의 반력 및 원치 않는 진동판-베이스 구조 공진 모드를 악화시킬 수 있는 최소 병진 유연성을 초래한다. 바람직하게는 반력은 비교적 비-유연한 접촉 부재의 몸체에 접촉 표면을 연결하는 접촉 부재의 부분들에 의해 제공된다.
- [1675] 이 실시예의 바이어싱 메커니즘은 동작 중에 진동판 어셈블리에 대해 상당한 내부 하중을 나타내지 않도록 충분히 유연하다. 예를 들어, 동작 중, 작은 하중이 사용시 진동판 어셈블리에 인가되는 경우, 예를 들어 파열 공진 모드가 여기될 때, 힌지 및 진동판 어셈블리의 샤프트(A111)의 변위는 주로 접촉 바(A105)의 접촉에 의해 저항을 받는데, 그 이유는 이러한 연결이 비유연하게 구성되기 때문이다. 반면에, 바이어싱 메커니즘은 비교적 유연하기 때문에, 비교적 일정한 내부 하중을 유지하도록 구성되며, 그러한 변위에 효과적으로 견디지 않는다.
- [1676] 바람직하게는, 힌지 요소/샤프트(A111)는 진동판 구조에 단단하게 연결되어 진동판 어셈블리의 일부를 형성하고, 특히 접촉 표면(A112)에 바로 국부적인 힌지 요소(A111)의 영역, 및 이 영역과 진동판 어셈블리의 나머지 사이의 연결은 바이어싱 메커니즘에 비해 비교적 비유연하다.
- [1677] 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 경우, 코일 권선(A109)인 여기 메커니즘 힘 발생 컴포넌트에 의해 가해지는 힘은 힌지 요소 및 접촉 부재가 예기치 않게 슬라이딩하게 하는 방식으로 잠재적으로 동작할 수 있다. 이 가능성을 최소화하기 위해 모든 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 순 힘은 바람직하게는 여기 메커니즘에 의해 가해지는 최대 힘보다 더 커야 한다. 바람직하게는, 힘은 트랜스듀서의 정상 동작 중에 경험되는 최대 기진력의

1.5배, 보다 바람직하게는 2.5배, 또는 훨씬 더 바람직하게는 4배보다 크다.

[1678] 힌지 요소(A110)를 접촉 부재(A105)를 향하여 바이어싱하는 힘은, 바람직하게는, 최대 여기가 트랜스듀서의 정상 동작 중에 진동판 어셈블리에 인가될 때 힌지 요소(A110)와 접촉 부재(A105) 사이에서 실질적으로 중요하지 않거나 논-슬라이딩(non-sliding) 접촉이 유지되도록 충분히 크다. 바람직하게는, 특정 힌지 조인트에서의 바이어싱 힘은, 트랜스듀서의 정상 동작 중에 최대 여기가 진동판 어셈블리에 적용될 때 접촉 표면에 평행한 방향으로 힌지 조인트에서 발생하는 반력의 성분의 3배, 보다 바람직하게는 6배, 또는 가장 바람직하게는 10배보다 크다. 바람직하게는 힌지 부재와 접촉 부재 사이의 접촉력의 적어도 30%, 보다 바람직하게는 적어도 50%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 70%가 바이어싱 메커니즘에 의해 제공된다.

[1679] 모든 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 순 힘은 대략적인 방향으로 가해지며 정상 동작 중에 진동판이 회전함에 따라 약간의 변동을 허용하고, 이는 접촉 지점(들)에서 미끄러지는 경향을 최소화한다. 따라서, 실시예 A의 경우, 바이어싱 힘은 사용시 힌지 요소에 접촉하는 접촉 표면에 수직인 축(또는 접촉 표면에 수직인 벡터)에 대해 25도 미만, 보다 바람직하게는 10도 미만, 훨씬 더 바람직하게는 5도 미만의 각도를 가진 방향으로 가해지는 것이 바람직하다. 가장 바람직하게는 각도는 사용시 둘 사이에 약 0도이고, 이는 실시예 A의 경우이다.

[1680] 힌지 조인트(Hinge Joint)

[1681] 실시예 A의 예에서, 접촉 바(A105)는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 단단하게 연결된다. 접촉 바(A105)는 임의의 적절한 메커니즘을 통해 베이스 구조에 개별적으로 단단하게 결합되거나 또는 그렇지 않으면 베이스 구조(A115)의 다른 부분과 일체로 형성될 수 있다. 접촉 바(A105)는 베이스 구조의 일부를 형성 할 수 있다. 이 예에서, 접촉 바(A105)는 베이스 구조(A115)의 자석(A102)의 면에 단단하게 결합되고, 베이스 구조의 일부를 형성한다. 마찬가지로, 힌지 요소/샤프트(A111)는 진동판 구조(A101)에 단단하게 결합되고 따라서 진동판 어셈블리(A101)의 일부를 형성할 수 있다. 샤프트(A111)는 진동판 어셈블리와 별개로 또는 일체로 형성될 수 있다. 이 예에서, 샤프트(A111)는 개별적으로 형성되고, 볼록한 곡면에 대향하는 평면의 단부 면(planar end face)은 당 업계에 공지된 임의의 적절한 메커니즘을 통해 진동판 몸체(A208)의 대응하는 평면의 단부 면을 단단하게 결합한다.

[1682] 이 예에서, 피봇 샤프트(A111)의 볼록한 곡면(A311)은 접촉 위치/영역(A112)에서 대략 0.05-0.15mm, 예를 들어 0.12mm의 비교적 작은 반경을 포함한다. 이는 회전축(A114)으로부터 진동판의 말단 팁/예지까지 진동판 몸체(A208)의 길이(A211)(도 2f에 표시됨)의 1% 미만이다. 예를 들어, 이 예에서 진동판 몸체의 길이는 약 15mm이다. 이 비율은 자유 진동판 운동과 낮은 기본 진동판 공진 주파수(W_n)를 촉진하는 데 도움이 된다. 이러한 치수들은 단지 예시적이고, 본 특허 명세서의 진술한 설계 원리 및 고려사항 섹션에 정의된 바와 같이 다른 치수들도 가능하다는 것을 이해할 것이다.

[1683] 도 3a를 참조하면, 힌지 시스템의 접촉 힌지 어셈블리의 컴포넌트가 보다 상세하게 도시되어 있다. 힌지 요소 또는 샤프트(11)는 대체로 원통형인 전체 형상의 실질적으로 길이 방향 몸체를 포함한다. 샤프트의 크기는 트랜스듀서의 적용 및 크기에 따라 달라지며, 예를 들어 개인용 오디오 애플리케이션의 경우 대략 1-10mm 사이일 수 있다. 다른 크기가 예상되며, 이 예는 가능한 크기의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 도 2g를 참조하면, 샤프트(A111)의 양 단부(A203)에 인접하여, 감소된 직경(A202)의 리세스 또는 단면이 있다. 이러한 방식으로, 샤프트(A111)는 중심 섹션(A201) 및 실질적으로 유사한 직경의 2개의 단부 섹션, 및 중심 섹션 및 중심 및 단부 섹션에 비해 실질적으로 감소된 직경의 양 단부 섹션 사이의 2개의 리세스된 섹션을 포함한다. 접촉 부재(A105)는 실질적으로 평면 표면을 갖는 주요 몸체를 포함한다. 한 쌍의 접촉 블록이 평면 표면으로부터 축 방향으로 돌출한다. 주요 몸체는 트랜스듀서의 조립된 상태에서 트랜스듀서 어셈블리의 자석(A102) 및/또는 베이스 구조(A115)를 결합하도록 구성된다.

[1684] 각 리세스된 섹션(A202)은 접촉 부재(A105)의 면으로부터 돌출하는 대응 접촉 블록(A105a 및 A105b)을 수용할 수 있는 크기이다. 각 접촉 블록은 대응하는 리세스 내에 수용되도록 크기가 정해지고, 리세스된 섹션의 대향면에 대향하여/인접하여 위치하도록 구성된 실질적으로 평면인 접촉 표면(A105c)을 포함한다. 피봇 샤프트(A111)의 각 리세스된 섹션(A202)은 어셈블리의 조립된 형태로 접촉 부재(A105)의 대응 접촉 블록(A105a/A105b)의 접촉 표면(A105c)에 접촉하도록 구성된 (단면에서) 실질적으로 볼록한 곡면을 포함한다. 피봇 샤프트(A111)의 중심 섹션(A201)은 접촉 부재의 접촉 블록들 사이에 위치하도록 구성되고 단부(A203)는 접촉 블록의 외부에 위치하도록 구성된다. 중심 섹션(A201)은 바람직하게는 접촉 부재(A105)로부터 이격된다. 이러한 방식으로, 샤프트(1111)는 접촉 블록의 접촉 표면에 대해 롤링하는 리세스된 섹션(A202)의 동작에 의해 접촉 부재에 대해 롤링할 수 있다. 따라서 힌지 시스템은 진동판 어셈블리가 최소한의 제한으로 앞뒤로 자유롭게 흔들리거나 진동할 수

있게 한다.

- [1685] 샤프트(A111)의 각 리세스된 섹션(A202)은 볼록하게 만곡된 접촉 표면(A311)까지 이어지는 각진 표면을 갖는다. 이는 최소한의 저항으로 접촉 부재(A105)의 접촉 표면(A105c)에 대해 샤프트가 롤링하는 공간을 제공한다. 각진 표면은 예를 들어 약 120도일 수 있지만 다른 각도도 또한 가능하며 본 발명은 이에 한정되는 의도는 아니다. 각진 섹션의 정점에서, 각 리세스된 섹션(A202)의 단면은 실질적으로 평면인 접촉 블록(A105a/A105b) 또는 접촉 영역(A112)에서 접촉 바(A205) 상의 플랫폼에 대하여 접촉하고 롤링하는 (전술한 바와 같이 0.05mm-0.15mm 사이와 같은) 비교적 작은 반경의 볼록한 곡면(A311)을 가진다.
- [1686] 이 예에서, 힌지 시스템은 어셈블리의 회전축(A114)을 따라 이격된 한 쌍의 힌지 조인트를 포함하고 각각은 리세스된 섹션과 대응하는 접촉 블록/플랫폼(A105a/A105b)에 의해 정의된다. 한 쌍의 힌지 조인트 및 특히 양쪽 모두의 접촉 영역(A112)은 실질적으로 정렬되어, 접촉 영역(A112)/라인은 힌지 시스템에 대한 공통 근사 회전축(A114)을 형성하도록 동일 선상에 있다. 대안적인 실시예들에서는 길이 방향 축을 따라 2개가 넘는 힌지 조인트가 존재할 수 있거나, 힌지 시스템의 길이 방향 길이의 실질적인 부분을 가로 질러 연장되는 단일 힌지 조인트가 있을 수 있음을 이해할 것이다. 이 예에서, 한 쌍의 힌지 조인트는 트랜스듀서의 조립된 상태에서 진동판 어셈블리(A201)의 진동판 몸체(A208)의 너비의 양측 근처에 위치하도록 구성된다.
- [1687] 고정 구조(Fixed Structure)
- [1688] 도 3a는 본 실시예의 힌지 시스템의 힌지 어셈블리(A301)를 포함하는 부분의 확대 사시도이다. 도 3a를 참조하면, 이 실시예에서, 힌지 어셈블리(A301)는 진동판 어셈블리(A101)를 접촉 표면에 실질적으로 수직한 방향으로 제 위치에 유지하도록 동작하는 리거먼트(ligament)(A306 및 A307)를 포함한다. 이들은 회전에 크게 영향을 미치지 않도록 설계되었다. 이들은 진동판 과열 공진을 최소화하기 위해 병진 변위에 크게 기여하기에는 너무 세밀하고 유연한이므로 주로 진동판을 대략 제 위치에 유지하는 역할을 한다.
- [1689] 정상 동작 중에 또는 낙하 또는 범프 시나리오와 같은 다른 상황에서 접촉 지점에서 접촉 표면의 접선 방향으로 힘이 힌지 요소에 가해질 수 있으므로, 고정 구조는 동작을 위한 원하는 위치에서 접촉 부재에 대해 힌지 요소를 위치시키는 것이 바람직하지만 여전히 자유 회전 동작 모드를 허용한다.
- [1690] 고정 구조에는 여러 가지 가능한 구성이 있다. 실시예 A의 트랜스듀서는 힌지/모터 구성을 가지며, 여기서 한 단부가 폴 피스(A103) 쪽으로 끌어 당겨지고 다른 단부가 폴 피스(A104)에 끌어 당겨지는 대각선 위치로 회전시키기 위하여 샤프트(11)에 작용하는 힘이 있을 가능성이 있다. 진동판 어셈블리 내에 내장된 자기 요소(스틸 샤프트(A11))를 포함하는 이러한 구성에 있어서, 고정 구조는 큰 반력을 가할 수 있어야 하지만 여전히 허용 가능한 진동 회전 모드의 관점에서 낮은 유연성을 제공할 수 있어야 한다.
- [1691] 실시예 A에서, 이것은 리거먼트로 구성된 고정 구조에 의해 달성된다. 그러한 리거먼트는 바람직하게는, 다수의 스트랜드로 이루어져서 감소된 기본 진동판 공진 주파수를 초래하는 더 큰 만곡(bending) 유연성; 예를 들어 10GPa보다 높거나, 보다 바람직하게는 20GPa보다 높거나, 보다 바람직하게는 30GPa보다 높거나, 또는 가장 바람직하게는 50GPa인 높은 인장 탄성률; 시간 경과에 따른 낮은 크리프(creep) 경향을 갖는 것을 용이하게 하는데, 그 이유는 이는 이상적인 위치로부터 벗어나 진동판의 위치 변화; 마모(wear)를 방지하는데 도움이 되는 마모(abrasion)에 대한 높은 내성을 초래할 수 있기 때문이다. 리거먼트에 적합한 재료는 Vectran™과 같은 액정 폴리에스터 섬유이다.
- [1692] 진동판 어셈블리에 내장된 자기 요소, 예를 들어 실시예 E를 포함하지 않는 힌지/모터 구성의 경우, 더 간단한 다른 고정 구조가 보다 비용 효율적일 수 있다. 예를 들어, 도 35a 내지 도 35k에 도시된 실시예 E는 접촉 부재 오목부(indentation)(E117) 및 접촉 위치(E114)에서 오목부 내에서 접촉하고 롤링하는 힌지 요소 돌출부(E125)를 갖는 베이스 블록(E105)을 가지고, 돌출부는 진동판 베이스 프레임(E107)의 일부이다. 트랜스듀서가 떨어지는 것과 같은 충격이 발생할 경우, 오목부(E117)의 경사진 측벽(E117b/E117c/E117d)과 접촉하는 돌출부(E125)는 돌출부의 과도한 변위를 방지할 수 있다. 돌출부가 축의 방향으로 이동하는 경우, 경사진 측벽(E117d).
- [1693] 바람직하게는, 힌지 요소 및 접촉 표면 중 다른 하나는 회전축과 동일 평면이고 접촉 표면의 평면에 수직인 평면에서의 단면(즉, 도 35k에 도시된 단면) 프로파일에서 제1 요소가 회전축의 방향으로 너무 멀리 이동하는 것을 방지하는 하나 이상의 상승부(raised portion)를 포함한다.
- [1694] 실시예 A의 도 4에서 상세히 설명된 토션 바(A106)는 상이한 유형의 고정 구조이며, 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 대해 샤프트(1111)의 위치 설정에 기여하는 금속 스프링이다.

- [1695] 실시예 A의 리거먼트 고정 구조에 대한 대안으로서, 토션 바(A106)와 유사하지만 동일하지 않은 2개의 토션 바가 사용될 수 있으며, 하나는 도 1에 도시된 위치에 있고, 다른 하나는 진동판의 대향측에 부착되어 있다. 토션 바(A106)은 회전축에 수직인 병진 힘의 측면에서 강성을 제공하도록 설계되지 않았기 때문에 수정이 가능하다. 가요성 탭(A401)은 감소되거나 제거될 필요가 있을 수 있으며, 바람직하게는 토션 바의 단면이 더 커질 것이다. 이러한 이중 토션 바 고정 구조는 리거먼트형 고정 구조보다 생산이 더 간단하고 저렴할 수 있지만 진동판 편위 뿐만 아니라 기본 진동판 공진 주파수를 제한할 수 있다.
- [1696] 굽힘(flexing) 스프링을 사용하는 이러한 고정 구조에 대해, 상기 스프링은 피로(fatigue)에 내성이 있는 것이 바람직하다. 예를 들어, 스틸 또는 티타늄과 같은 금속이 적합할 것이다.
- [1697] 접촉 부재에 대해 힌지 요소의 위치를 제공하기 위해 엘라스토머의 소프트 가요성 블록 또는 자기적 센터링과 같은 다른 유형의 고정 구조가 사용될 수 있다.
- [1698] 도 3a 및 도 3f-i를 참조하면, 힌지 어셈블리(A301)는 접촉 바(A105)에 대해 피봇 샤프트(A111)를 위치시키는 것을 돕기 위해 고정 구조를 더 포함한다. 고정 구조는 각 힌지 조인트에서 샤프트의 각 단부에 인접한 한 쌍의 리거먼트(A306 및 A307)로 구성된다. 각 힌지 조인트에 대해, 제1 리거먼트(A306)는 (접촉 부재에 대향하는) 샤프트의 평면 표면의 일측의 제1 리거먼트 핀(A308)을 감싸고 제2 리거먼트(A307)는 제2 리거먼트 핀(A310)을 감싸며, 제2 리거먼트는 샤프트(21)의 평면 표면의 반대측에 있다. 각 리거먼트 핀(A308, A310)은 진동판 어셈블리의 샤프트(A111)와 스페이서(A110)에 단단하게 부착된다. 이는 임의의 적절한 메커니즘을 통해, 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 통해 이루어질 수 있다. 각 리거먼트(A206, A307)는 피봇 샤프트(A111)를 지나 그 리고 밑에 그리고 접촉 부재의 대향 측면 상에서 리거먼트 핀을 감싸는 재료의 긴 스트랜드를 포함하고, 그 길이를 따라 피봇 샤프트(A111) 및 접촉 부재 (A105)에 고정되어, 이에 의해 2개의 부품을 함께 고정한다.
- [1699] 예를 들어, 도 3f를 참조하면, 리거먼트(A307)는 핀(A310) 둘레에서 루프하고 샤프트(A111)의 측면 둘레를 통과할 때 위치(A307-1)에서 교차한다. 리거먼트(A307)는 그 후 각진 평평 표면(A307-2)를 따라 연장되고, 여기서 바람직하게는 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 사용하여 샤프트(A111)에 부착된다. 그러나 접착제가 위치(A307-3)에서 작은 반경에 가까워지는 것을 방지하기 위해 주의를 기울인다. 이는 위치(A307-3) 가까이 편평한 표면(A307-2)의 길이의 약 절반이 접착제가 없음을 의미한다. 이는 리거먼트(A307)가 위치(A307-3)의 볼록한 곡면(A311) 주위를 통과할 때 가능한 한 편평하게 하여, 낮은 기본 주파수 W_n 를 용이하게 한다. 리거먼트(A307)는 그 후 에어를 통하여 리거먼트 핀(A310)에 대한 접촉 블록(A105a)의 대향측 상의 위치(A307-5)에서 코너/에지로 향한다. 위치 (A307-3)의 반경 영역 아래에는, 접촉 바(A105)의 접촉 블록(A105a) 내로 리세스된 작은 틈새(clearance)(A309)가 있다. 이 리세스(A309)는 샤프트(A111)가 리거먼트(A306, A307)를 스쿼싱(squash)하는 것을 방지하는데, 이것이 시간에 따라 파괴되게 할 수 있고 또한 리거먼트가 접촉 영역(A112)에서 샤프트가 접촉 바(A105)에 직접 접촉하는 것을 제한하는 것을 방지할 수 있기 때문이다. 리거먼트(A307)는 블록의 코너/에지(A307-5)를 돌아서(pass around), 그 다음 블록 및 주요 몸체를 따라 접촉 바(A105) 상에 형성된 슬롯(A304) 내를 통과한다. 리거먼트는 바람직하게는 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제를 사용하여 영역(A307-6)을 따라 접촉 바에 부착된다. 리거먼트는 그 후 위치(A307-7)에서 접촉 바(A105)의 주요 몸체 아래로 지나하고 접촉 블록(A105a)에서 몸체의 대향측에 있는 채널(A305) 내로 전달되어 여기서 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제를 사용하여 접촉 바에 다시 부착된다. 리거먼트(A306)는 반대 방향을 제외하고 리거먼트(A307)와 비슷한 경로를 따른다. 그것은 리거먼트 핀(A308) 위에서 루프로 시작하고, 루프는 위치(A306-2)에서 하나의 리거먼트로 합쳐지며, 도 3i에 도시된 바와 같이 위치(A306-2, A306-3, A306-4, A306-5, A306-6 및 A306-7)을 통해 경로를 따라간다. 리거먼트 핀(A308)과 리거먼트(A306)는 리거먼트 핀(A310)과 리거먼트(A307)에 따라 연결된다. 위치(A306-4)에서의 리거먼트(A306)의 방향은 위치(A307-4)에서 리거먼트(A307)에 실질적으로 평행한 방향이다. 두 개의 리거먼트는 이 영역에서 중첩한다.
- [1700] 진동판 편위의 모든 각도 및 모든 시간에, 리거먼트는 샤프트(A111)와 접촉하는 접촉 바(A105)의 접촉 표면(A105c)과 실질적으로 동일 선상을 유지한다. 이러한 두 가지 특징은 샤프트(A111)가 허용 가능한 회전 진동판 동작에 대해 최소한으로 제한되도록 하여 낮은 기본 주파수 W_n 를 용이하게 한다.
- [1701] 모든 리거먼트는 접착제가 접착될 영역에 적용되기 전에 이 경우 약 80g의 작은 인장 하중(tensile load) 하에 놓여서, 그렇지 않으면 부정확한 진동판 위치 설정을 초래할 스택을 최소화하는데 도움이 된다.
- [1702] 피봇 샤프트(Pivot Shaft)
- [1703] 샤프트(A111)는 그 위치에서 자기장을 받게 되고, 샤프트(A111)가 접촉 영역(A112)에서 접촉 부재 및/또는 트랜

스듀서 베이스 구조(A115)에 대해 흔들릴 수 있는 방식으로 고정된다. 자기장은 샤프트(A111)를 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 유지시키는 바이어싱 힘을 가하는 이점을 제공한다.

- [1704] 모든 경우는 아니지만 일부에서는 이러한 자력으로 인해 문제가 발생할 수 있다. 자기장은 샤프트를 두 가지 방식으로 회전시킬 수 있다: 1) 불안정한 평형 상태를 만들어서 진동판이 극단적인 편위 각도로 이동하거나 2) 진동판을 평형 각도로 유지하는 센터링 힘을 적용하여 동작 중 진동판 기본 주파수를 높인다.
- [1705] 자기장에 의해 샤프트에 적용되는 토크를 제어하는 두 가지 요소는 다음과 같다: 1) 하나 또는 다른 폴 피스 쪽으로의 샤프트의 순 이동은 일반적으로 포텐셜 에너지를 방출하므로 가능하면 이 방향으로 자기장에 의해 작용하는 힘이 있을 수 있고, 2) 자기장은 하나의 폴 피스에서 다른 폴 피스로 샤프트를 통해 이동하는 자속을 최대화하는 각도로 샤프트를 위치시키려고 시도할 것이다. 따라서 자기장은 가장 넓은 부분이 있다고 가정할 때 단면 프로파일에서 샤프트의 가장 넓은 부분이 폴 피스 사이의 갭에 걸치도록 정렬되는 각도로 샤프트를 회전시키려고 시도할 것이다.
- [1706] 접촉 영역(A112)에서 샤프트(A111)의 표면의 곡률 반경 및 힘의 바이어싱이 가해지는 순(net) 위치에 대한 만곡된 표면의 위치는 간단한 기하학적 고려 사항 때문에 샤프트(A111)에 토크를 또한 인가할 수 있다. 자기장 선의 방향과 강도는 또한 평형에 영향을 미친다.
- [1707] 고성능 트랜스듀서의 목표는 낮은 기본 주파수 W_n 가 달성될 수 있도록 이러한 모든 요소들 간의 균형을 이루는 것이다.
- [1708] 실시예 A의 예에서, 트랜스듀서의 자기장과 관련된 상기 문제점 요소는 다음 방식으로 실질적으로 완화된다. 첫째, 샤프트(A111)는 대략 원통형이다. 상기 샤프트(A111)는 접촉 지점(A112)과 센터링 리거먼트(A306 및 A307)가 위치하는 영역에 위치하는 전술한 바와 같은 2개의 큰 리세스(A202)를 갖지만(샤프트가 시종일관 단순한 환형 단면이 아님을 의미함), 두개의 리세스는 샤프트(A111)의 벌크 또는 전체 프로파일/형상을 상당히 변경시키지 않도록 여전히 비교적 작다. 또한, 리세스는 만곡된 접촉 표면이 샤프트(A111)의 중심 길이 방향 축에 인접하여 및/또는 실질적으로 정렬되도록 형상/크기가 정해진다. 샤프트(A111)의 원통형 형상의 중심 길이 방향 축에 가까운 접촉 영역(A112)에 의해 정의되는 바와 같은 대략적인 회전축(A114)을 위치시킴으로써, 샤프트(A111)의 몸체는 회전 중에 외부 폴 피스(A103, A104)에 더 가까이 거의 이동하지 않는다.
- [1709] 샤프트(A111)의 몸체는, 예를 들어 진동판 어셈블리가 동작 중 회전하거나 또는 리거먼트(306 또는 307)가 부정확하게 또는 신축성 있게(stretch) 설치됨에 따라, 하나 또는 다른 폴 피스 쪽으로 약간 병진할 수 있고, 이 경우 불안정한 평형이 초래될 수 있다. 이를 방지하기 위해, 샤프트(A111)는 대향 단부(A203)상의 편평해진 표면 및 접촉 부재(A105)에 직접 인접하여 구성된 샤프트의 중심 섹션(A201)을 포함한다. 샤프트(A111)가 진동판 몸체(A208)와 접촉하는 전체 면에 대해 더 평탄한 표면이 생성된다. 이로 인해 약간 직사각형의 단면 프로파일이 생성된다. 직사각형 프로파일의 주축은 어느 정도는 두개의 외부 폴 피스(A103 및 A104) 사이에서 연장되는 자기력선과 정렬되기를 원할 것이며, 이는 낮은/중립적인 순 토크를 제공하는 불안정성에 대항한다(counteract).
- [1710] 또한, 접촉 영역(A112)에서 샤프트(A111)의 접촉 표면(A311)의 곡률 반경은 비교적 작고, 명세서의 설계 원리 및 고려 사항 섹션에서 보다 자세히 설명된 것처럼, 병진 강성에 대한 상반되는 요구 조건(반경이 더 클 경우 더 좋음) 및 낮은 기본 진동판 공진 주파수 및 낮은 노이즈 생성의 균형을 맞추도록 선택된다. 비교적 작은 반경은 또한 힌지 요소가 접촉 부재에 대해 물렁하면서 불안정한 평형을 유도 할 수 있는 폴 피스를 향한 병진을 최소화한다.
- [1711] 설명된 실시예 A의 접촉부 및 자기 구조의 기하학적 구조를 조정함으로써, 진동판 어셈블리는 평형 또는 불안정 평형의 상태로 위치될 수 있고, 이에 따라 이들 상태 중 하나에서 진동판 어셈블리를 유지하는 자력은 작다. 이것이 달성되면, 진동판 어셈블리를 그 정지 위치에 센터링하는 더 쉬운 제어 방법이 작은 힘을 극복하고 여전히 낮은 기본 주파수를 제공하는 데 사용될 수 있다.
- [1712] 복원 메커니즘(Restoring mechanism)
- [1713] 동작 중에, 힌지 요소/샤프트(A111)는 중심 중립 회전 위치의 양측에 바람직하게 위치한 두개의 최대 회전 위치 사이에서 접촉 부재/바(A105)에 대해 피봇하도록 구성된다. 이 실시예에서, 힌지 시스템은 또한 기진력이 진동판에 가해지지 않을 때 힌지 및 진동판 어셈블리를 기본 공진 모드의 측면에서 원하는 중성 또는 평형 회전 위치로 복원하기 위한 복원 메커니즘을 더 포함한다. 복원 메커니즘을 사용함으로써, 저음 롤-오프(roll-off) 주파수 응답을 트랜스듀서의 진동판 편위 성능에 맞게 조정하여, 편위 성능을 최대한 활용하는 저음 응답을 최적

화할 수 있다.

- [1714] 복원 메커니즘은 진동판 어셈블리를 중립 회전 위치를 향하여 바이어싱하는 임의의 형태의 탄성 수단을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 토션 바는 복원/센터링 메커니즘으로서 이용된다. 또 다른 형태에서, 복원 메커니즘은 회전축에 근접하여 위치된 부드러운 플라스틱 재료(예를 들어, 실리콘 또는 고무)와 같은 유연한 가요성 요소를 포함한다. 실시예 E와 관련하여 본 명세서에서 기술된 바와 같은 다른 형태에서, 복원 메커니즘 및 힘의 전부 또는 일부는 접촉 표면의 기하학적 구조를 통해 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 바이어싱 힘의 위치, 방향 및 강도를 통해 힌지 조인트 내에 제공된다. 동일하거나 대안적인 형태에서, 복원/센터링 메커니즘 및 힘의 상당 부분은 자기 구조에 의해 제공된다.
- [1715] 전술한 바와 같이, 도 1에 도시된 실시예 A 트랜스듀서는 (도 1에 도시된 바와 같이) 토션 바(A106)의 형태인 진동판 복원 및/또는 센터링 메커니즘을 포함한다. 토션 바(A106)는 진동판 어셈블리(A101)와 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 사이에 연결되어 진동판을 중립 회전 위치로 복원한다.
- [1716] 스프링, 이 경우에는 토션 바(A106)와 같은 탄성 부재는 사용하기 쉽고 직선적이며 신뢰할 수 있는 메커니즘이다. 토션 바는 또한 진동판 어셈블리(A101)의 이동 부분이 동작 중 원위치의 진동판 어셈블리(A101)의 둘레 주위로 연장될 수 있는 (도 6에 도시된 바와 같은) 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 또는 트랜스듀서 하우징(A115)에 접촉 및 마찰하지 않도록 회전축(A114)에 평행한 병진 방향으로 진동판 어셈블리(A101)를 위치시키는 것인 제2의 목적에 부합한다. 토션 바는 코일 권선(A109)에 이르는 와이어를 더 지지하고, 이들이 공진하는 것을 방지하여 오디오 재생 품질에 악영향을 미친다.
- [1717] 도 4는 실시예 A에 사용된 토션 바(A106)의 구성을 상세하게 도시한다. 토션 바는 금속 또는 탄성 플라스틱 재료와 같은 임의의 적합한 탄성 재료로 형성될 수 있다. 이 예에서, 토션 바는 예를 들어 0.05mm와 같이 비교적 작은 두께의 티타늄 호일로부터 폴딩된다. 토션 바의 형상은 트랜스듀서 FRO 내에서 최소한의 불리한 공진을 가지거나 불리한 공진을 전혀 가지지 않도록 충분히 단단하며, 또한 비틀림(torsion)이 충분히 유연하여 낮은 기본 진동판 공진 주파수 W_n 를 제공한다.
- [1718] 사용된 재료는 바람직하게는 (낮은 기본 주파수 및 높은 편위를 촉진하는 것을 돕기 위한) 비교적 낮은 영률, 합리적으로 높은 비 영률(즉, 낮은 영률에도 불구하고 내부 공진을 완화하기 위한 저밀도), 높은 항복 강도(yield strength)를 가지고 및/또는 바람직하게는 다수의 동작 사이클에 걸쳐 크리프 또는 피로로부터 상당히 고통받지는 않는다. 티타늄과 같은 비자성 재료는 또한 자기 어셈블리로의 인력으로 인한 문제를 예방하거나 완화하는데 유용할 수 있다. 다른 재료도 또한 적합한데 예를 들어 402 등급의 스테인레스 스틸이 충분할 수 있다.
- [1719] 토션 바는 중심 길이 방향 굴곡 섹션/영역(A402)을 갖는 길이 방향 몸체를 포함한다. 이 영역은 (도 4d에서 교차 해칭되어 보이는 것처럼) 일정한 단면을 갖는 것이 바람직하다. 이 섹션(A402)은 바의 길이를 연장하는 채널을 형성하는 실질적으로 구부러진 또는 만곡된 벽을 포함한다. 섹션(A402)의 벽은 약 90도에서 구부러져 있다. 영역(A402)은 길고, (도 4b의 측면 입면도에서 보듯이) 측면 프로파일이 벽이 얇기 때문에 비틀림에 있어 유연하다. 섹션(A402)은 바람직하게는 또한 섹션(A402)에 수직인 힘에 응답하여 굽힘에 대해 실질적으로 단단하다/뻣뻣하다. 이는 포일의 두께에 비해 상당히 더 큰 높이 및 너비 치수를 갖도록 형성함으로써 섹션(A402)을 형성함으로써, 달성된다. 기하 구조는 그러한 긴 범위(span)에 걸쳐 공진을 완화하거나 방지하는데 중요하다.
- [1720] 토션 바는 중심 굽힘 영역(A402)의 양단에 넓어지고(widened) 비교적 넓은(broad) 날개(winged) 섹션(A401)을 더 포함한다. 중심 굽힘 영역(A402)은 토션 바의 양 단부에서 또는 그에 인접한 영역(A404)에서 날개 섹션으로 전이(transition)하도록 넓어진다. 이 영역(A404)에서의 넓이는 서서히 테이퍼링되고, 바람직하게는(그러나 배타적이지는 않게) 도시된 바와 같이 만곡된 테이퍼를 사용하고, 계단형이 아니며, 시간이 지남에 따라 피로를 일으킬 수 있는 응력 레이저(stress raiser)의 생성을 피하고, 더 넓은 편평-날개 스프링 섹션(A401)으로 부드럽게 전이한다. 테이퍼는 다른 구성에서 선행될 수 있고/있거나 응력 레이저의 리스크를 감소시키기 위한 일련의 단계로 구성될 수 있음을 이해할 것이다. 토션 바(A106)의 각 단부(A401)는 날개를 형성하는 한 쌍의 분리 탭(A401)을 포함한다. 각 날개 섹션(A401)의 경우, 각 탭은 중심 굽힘 섹션(A402)의 폴딩된 벽의 일측으로부터 연장하고, 대향 탭 쪽으로 구부러진 폴딩된 벽을 포함한다. 탭의 대향하는 벽은 이 실시예에서 이격되고 분리되어 그 사이에 채널을 형성한다. 이들 날개(A401)는 접촉 바(A105)의 주요 몸체의 한 단부로부터 또한 진동판 어셈블리의 코일 권선(A109)의 짧은 측(A205)으로 연장되는 (도 3a에서 볼 수 있는) 측 방향 단부 탭(A303)에 효과적으로 부착하기에 충분히 큰 표면적을 제공한다.

- [1721] 원위치에서, 토션 바는 몸체의 일측으로부터 길이 방향으로 연장되고 단부에 축 방향 돌출 탭(A303)을 갖는 접축 부재(A105)의 주요 몸체의 암(arm)(A312) 상에 위치하도록 구성된다. 암(A312) 내의 리세스는 그 안의 토션 바의 날개 섹션(A401)을 보유하기 위한 탭에 인접하여 위치한다. 암(A312)과 피봇 샤프트(A111) 사이의 다른 리세스는 토션 바의 다른 날개(A401)를 유지하고, 중심 섹션(A402)은 암(A312) 상에 위치한다. 하나의 날개는 탭(A303)에 단단하게 결합되고 다른 단부는 코일 권선의 측면(A109)과 같은 진동판 어셈블리에 단단하게 결합된다. 임의의 적절한 고정 메커니즘이 예를 들어 적합한 접착제를 통해 사용될 수 있다.
- [1722] 토션 바(A106)에 대하여, 토션 바(A106)의 굽힘(flexing) 영역(A402)이 비틀어짐에 따라 토션 바의 단부 부분을 왜곡(skew)하고 싶어하는 경향이 있기 때문에, 4개의 만곡(bend) 위치(A403)에서 (실질적으로 평면이고 얇은) 단부 탭 벽에서의 만곡은 유니버설 조인트와 유사한 정도의 회전 가요성을 도입한다. 이러한 유연성이 제공되지 않는다면, 어셈블리의 기본 주파수 W_n 를 증가시키는 비틀림에 대한 굽힘 영역(A402)을 억제하는 효과가 있다. 또한, 왜곡 힘(skewing force)은 토션 바의 단부를 고정시키는 접착제 또는 다른 메커니즘을 파괴하도록 동작할 수 있다. 바람직하게는 단부 날개 섹션 중 하나 또는 보다 바람직하게는 양쪽 모두는 중간 섹션의 길이에 수직인 방향으로 회전 가요성을 통합한다. 바람직하게는 병진 및 회전 가요성은 토션 바의 일 단부 또는 양 단부에서 하나 이상의 판 스프링/단부 탭 벽에 의해 제공되며, 그 평면은 토션 바의 주축에 실질적으로 수직하게 배향된다. 바람직하게는 양쪽 단부 날개 섹션은 토션 바의 주축에 수직인 방향으로 병진하는 측면에서 비교적 비유연하다.
- [1723] 바람직하게는, 상기 섹션들의 적어도 하나의 단부는 토션 바의 주축 방향으로 병진 유연성을 제공한다. 4개의 만곡 위치(A403)에서 단부 탭 벽의 만곡부는 또한 토션 바의 길이 방향 축을 따라 약간의 병진 가요성을 도입하여 접축 영역(A112)이 동작 중 비틀림을 겪을 때 토션 바(A106)의 굽힘 섹션(A402)의 임의의 부족으로 인하여 회전축(A114)을 따라 슬라이딩되지 않도록 보장하는데 도움이 된다. 또한 떨어뜨림과 같은 충격 시나리오에서 4개의 만곡 위치(A403)에서의 만곡 부는 또한 토션 바가 트랜스듀서 베이스 구조(A105) 및 진동판 어셈블리(A101)로의 연결로부터 찢어지지 않도록 보장하는데 도움이 된다.
- [1724] 도 4에 표시된 토션 바 설계는 트랜스듀서의 FRO 내에서 실질적으로 공진이 없다.
- [1725] 바람직하게는 복원력을 제공하는 메커니즘은 힘 대 변위 관계(변위된 거리 또는 회전된 각도로 측정된 변위)에 대해 실질적으로 선형이다. 메커니즘이 실질적으로 후크의 법칙을 따르는 경우, 이는 오디오 신호가 보다 정확하게 재현될 것임을 의미한다.
- [1726] 바람직하게는 모터 코일에 연결되는 도선이 토션 바의 중간 섹션의 표면에 부착된다. 바람직하게는, 와이어는 토션 바에 평행하게 이어지는 축에 가깝게 부착되고, 이 주위로 트랜스듀서의 정상 동작 중에 토션 바가 회전한다.
- [1727] 바이어싱 메커니즘 변형(Biasing mechanism Variations)
- [1728] 실시예 E와 관련하여 기술된 바와 같이, 기계적 바이어싱 메커니즘은 바이어싱 메커니즘의 목적에 대해 이점을 제공하며, 바람직하게는 힌지 요소 및 접축 부재의 각 쌍 사이에서 실질적으로 자유로운 회전 운동을 허용하면서, 실질적인 유연성으로 가해진 실질적인 힘을 하나 이상의 힌지 조인트에 제공하고, 하나 이상의 힌지 요소를 하나 또는 더 많은 접축 부재로 바이어싱한다.
- [1729] 기계적 바이어싱 메커니즘에는 많은 유형과 구성이 있다. 일 형태에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소를 접축 표면 쪽으로 바이어싱 또는 가압(urge)하는 탄성 요소, 부분 또는 컴포넌트를 포함한다. 탄성 요소는 실시예 E에서 설명된 바와 같이 진동판을 접축 표면쪽으로 바이어싱 또는 가압하도록 힌지 요소의 각 단부에 배치된 스프링 부재와 같은 초기-인장된(pre-tensioned) 탄성 부재, 또는 인장(예를 들어, 늘어난 라텍스 고무 밴드) 또는 압축(예를 들어, 고무의 부스러기 블록)에서 사용되도록 구성된 실리콘 고무, 천연 고무 또는 점탄성 우레탄 중합체⑩와 같은 낮은 영률을 가진 엘라스토머일 수 있다. 바늘 스프링, 비틀림 스프링, 코일 압축 스프링 및 코일 인장 스프링과 같은 다른 종류의 스프링이 또한 효과적일 수 있다. 이러한 스프링들은 바람직하게는 스틸 또는 티타늄과 같은 높은 항복 응력(yield stress)을 가진 재료로 구성된다.
- [1730] 다른 구성에서, 바이어싱 메커니즘은 트랜스듀서 베이스 구조에 부착된 일 단부를 갖는 (굽혀진(flexed) 상태의) 금속 판 스프링을 포함하고, 타 단부는 리거먼트로 구성된 중간 컴포넌트의 일 단부에 연결되고 리거먼트의 진동판 어셈블리에 연결된다. 이러한 구성의 경우 VectranTM과 같은 액정 폴리머 섬유 또는 SpectraTM와 같은 초고 분자량 폴리에틸렌 섬유와 같은 (예를 들어, 10GPa보다 높은) 고 인장 계수(tensile modulus)의 멀티스트랜드 리거먼트를 사용하는 것이 바람직할 것이다.

- [1731] 일부 구성에서, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소와 접촉하거나 단단하게 연결된 제1 자기 요소 및 제2 자기 요소를 포함할 수 있으며, 제1 자기 요소와 제2 자기 요소 사이의 자력은 힌지 요소와 사용시의 접촉 표면 사이의 일관된 물리적 접촉을 유지하도록 접촉 표면 쪽으로 힌지 요소를 바이어싱 또는 가압한다. 제1 자기 요소는 강자성 유체일 수 있다. 제1 자기 요소는 진동판 몸체의 단부 근처에 위치한 강자성 유체일 수 있다. 제2 자기 요소는 영구 자석 또는 전자석일 수 있다. 대안적으로, 제2 자기 요소는 접촉 부재의 접촉 표면에 결합되거나 내장된 강자성 스틸 부분일 수 있다. 바람직하게는, 접촉 부재는 제1 및 제2 자기 요소 사이에 위치한다.
- [1732] 당업자에게는 본 명세서에 설명된 원리와 일치하는 동등하거나 유사한 기능을 수행할 수 있는 바이어싱 메커니즘의 광범위한 다른 가능한 구성이 명백해야 한다.
- [1733] 전술한 바와 같이, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소와 접촉 부재 사이에 바이어싱 힘을 가할 때 어느 정도의 유연성을 제공한다. 한편, 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조는 바람직하게는 단단하고 비유연한이어야 한다. 이러한 이유 때문에, 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조 또는 메커니즘과는 별도의 구조이거나 적어도 별도로 동작하는 것이 바람직하다. 바이어싱 메커니즘이 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조 또는 메커니즘과는 별도로 동작할 수 있지만 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조 또는 메커니즘과 여전히 통합되어 있을 수 있음을 유의해야 한다. 이것은 예를 들어, 실시예 S 오디오 트랜스듀서의 힌지 시스템과 관련하여 더 설명된다.
- [1734] 따라서, 실시예 A의 오디오 트랜스듀서와 관련하여 전술한 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이들 변형 중 어느 하나에 의해 대체될 수 있다.
- [1735] 진동판 어셈블리(Diaphragm Assembly)
- [1736] 상기 힌지 시스템은 임의의 형태의 진동판 어셈블리와 함께 이용될 수 있지만, 본 명세서의 섹션 2의 구성 R1-R11에 정의된 진동판 구조들 중 어느 하나를 포함하는 진동판 어셈블리가 사용되는 것이 바람직하다. 진동판 어셈블리(A101)는 (예를 들어, 섹션 2.2의 구성 R1-R4 진동판 구조 또는 섹션 2.3 및 2.4의 R5-R9 오디오 트랜스듀서 구성의 진동판 구조에 대해 정의된 바와 같이) 공진 제어에 대한 엄격한 접근법을 채용하는 실질적으로 두 겹고 강성 진동판을 포함한다. 본 발명에 따른 힌지 시스템은 진동판의 파열을 초래하는 접촉 표면에 걸친 병진 유연성을 최소화 할 수 있다는 장점을 가지며, 그러한 힌지 메커니즘을 강성 진동판 구조와 결합하는 것은 종종 그 이점을 악화(compound)시킬 것이다.
- [1737] 따라서, 전술한 힌지 시스템은 바람직하게는 예를 들어 본 발명의 구성 R1 진동판 구조와 관련하여 설명된 바와 같이 강성 진동판 구조를 갖는 오디오 트랜스듀서에 통합된다. 이 오디오 트랜스듀서 예의 구성 R1 진동판 구조의 특징 및 양태는 본 명세서의 섹션 2.2에 상세히 기술되어 있으며, 이는 본 명세서에 참고로 포함된다. 이 진동판 구조에 대한 간략한 설명만이 간결함을 위해 이하에 주어질 것이다.
- [1738] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상술된 분리(decoupling) 시스템을 통합하는 오디오 트랜스듀서는 샌드위치 진동판 구성을 포함하는 구성 R1의 진동판 구조(110)를 더 포함한다. 이 진동판 구조(A101)는 동작 중에 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 진동판 몸체의 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 인접하여 진동판 몸체에 결합된 실질적으로 경량의 코어/진동판 몸체(A208) 및 외부 수직 응력 강화부(A206/A207)로 구성된다. 수직 응력 강화부(A206/A207)는 동작 중에 압축-인장 응력에 충분히 견디기 위해 적어도 하나의 주요 면(A214/A215)에 직접 인접하여 또는 실질적으로 근처에서, 몸체 외부에 및 (도시된 예에서와 같이) 적어도 하나의 주요 면(A214/A215) 상에 또는 대안적으로 몸체 내에서 결합될 수 있다. 수직 응력 강화부는 동작 중에 몸체가 겪게 되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 진동판 몸체(A208)의 대향하는 주요 전방 및 후방 면(A214/A215)의 각각에 강화 부재(A206/A207)를 포함한다.
- [1739] 진동판 구조(1110)는 코어 내에 내장되고 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위해 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 대해 소정 각도로 배향된 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209)를 더 포함한다. 내부 강화 부재(들)(A209)는 하나 이상의 외부 수직 응력 강화 부재(들)(A206/A207) 상에 (바람직하게는 양 측면 상에, 즉, 각 주요 면에) 부착되는 것이 바람직하다. 내부 강화 부재(들)는 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 완화시키도록 동작한다. 바람직하게는 진동판 몸체의 코어 내에 복수의 내부 강화 부재(A209)가 분포되어 있다.
- [1740] 코어(A208)는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 재료로 형성된다. 코어 재료는 바람직하게는 발포 고무 또는 정돈된 3차원 격자 구조 재료이다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다.

- [1741] 바람직하게는, 기하 구조가 넓은 대역폭에 걸쳐 실질적으로 강성의 거동을 유지하기에 충분히 튼튼하기 위하여 진동판 몸체 두께는 그 길이의 15%보다 크거나, 보다 바람직하게는 길이의 20%보다 크다. 대안적으로 또는 부가적으로, 진동판 몸체는 (몸체를 가로 지르는 대각선 길이와 같은) 최대 치수의 11%보다 크거나 보다 바람직하게는 14%보다 큰 최대 두께를 포함한다.
- [1742] 일부 실시예들에서, 이 예시적인 트랜스듀서의 진동판 구조의 내부 응력 강화부가 제거될 수 있다. 그러나 내부 응력 강화부가 있는 것이 선호된다. 이러한 선호되는 구성에서, 내부 강화부는 진동판 전단 변형을 다루고, 힌지 시스템은 그렇지 않으면 전체-진동판 파열 공진 모드를 초래할 수 있는 병진 변위에 대한 고도의 지지를 제공한다. 힌지 시스템은 또한 높은 진동판 편위 및 낮은 기본 진동판 공진 주파수를 제공한다.
- [1743] 도 2를 참조하면, 더 두꺼운 단부인 진동판(A101)의 일 단부에는 그에 부착된 힘 발생 컴포넌트가 있다. 힘 발생 컴포넌트에 결합된 진동판 구조(A101)는 진동판 어셈블리를 형성한다. 이 실시예에서, 코일 권선(A109)은 2개의 긴 변(A204) 및 2개의 짧은 변(A205)으로 이루어진 대략 직사각형 형상으로 권선된다. 코일 권선은 에폭시 수지와 함께 유지되는 에나멜 코팅 구리선으로 만들어진다. 이것은 에폭시 함침 페이퍼와 같은 대체 물질로 충분할지라도, 약 200GPa의 영률을 갖는 플라스틱 강화 탄소 섬유로 제조된 스페이서(A110) 주위에 권선된다. 스페이서는 진동판 구조(A101)의 더 두꺼운 단부와 상보적인 프로파일이므로, 이에 의해 오디오 트랜스듀서/진동판 어셈블리의 조립된 상태에서 진동판 구조의 두꺼운 단부의 주변 에지 주위에 또는 그에 인접하여 연장된다. 스페이서(A110)는 피봇 샤프트(A111)에 부착/고정 결합된다. 진동판 몸체(A208)의 베이스/두꺼운 단부에 위치한 이들 3개의 컴포넌트들의 결합은 실질적으로 콤팩트하고 튼튼한 기하 구조를 갖는 진동판 어셈블리의 강성 진동판 베이스 구조를 형성하여, 진동판 어셈블리의 보다 경량의 웨지 부분이 단단하게 부착되는 견고하고 공진에 강한 플랫폼을 형성한다.
- [1744] 3.2.3 실시예 S & T(Embodiment S & T)
- [1745] 진동판 구조를 베이스 구조에 피봇식으로 연결하고 본 발명의 원리에 따라 설계된 힌지 시스템을 갖는 본 발명의 회전 동작 오디오 트랜스듀서의 두가지 추가 실시예는 이제 설명될 것이다. 특히, 이들 힌지 시스템과 관련된 바이어싱 메커니즘이 상세히 설명될 것이다. 다른 컴포넌트들은 간결함을 위해 상세히 기술되지 않을 것이다. 그러나, 베이스 구조, 진동판 어셈블리 및 여기 메커니즘을 포함하는 트랜스듀서의 나머지 컴포넌트는 전술한 오디오 트랜스듀서 구성들 중 임의의 것일 수 있거나, 당업자에게 자명한 심지어 상이한 구성일 수 있다는 것을 이해할 것이다. 다시 말해서, 실시예 S 또는 T 오디오 트랜스듀서에 대해 설명된 힌지 시스템은 실시예 A, B, D, E, K, S, T, W, X 및 Y와 관련하여 설명된 오디오 트랜스듀서들 중 하나에 포함될 수 있다.
- [1746] 다음의 실시예는 전술한 원리에 따라 설계된 바이어싱 메커니즘을 예시한다. 특히, 후속하는 실시예의 바이어싱 메커니즘 또는 메커니즘은, 동작 중에 일관된 물리적 접촉을 유지하기 위해 접촉 부재에 대해 힌지 시스템의 힌지 요소를 강제하도록, (접촉 표면이 서로에 대해 슬라이딩하지만 롤링하지 않는 것과 같은) 접촉 영역에서 접촉 표면의 평면에서 병진 변위를 최소화하는 방식으로 구성된다. 또한, 바이어싱 메커니즘 또는 메커니즘은 접촉 표면에 대하여 측 방향으로의 유연성 정도를 포함하여, 필요시 동작 중 표면 들간의 마찰 접촉력의 상대적인 감소를 허용한다.
- [1747] 3.2.3a 배경(Background)
- [1748] 롤링 또는 피봇팅 요소를 기반으로 하는 힌지 조인트는 높은 진동판 편위 및 위에서 언급한 회전 동작 스피커에서 합리적으로 낮은 유연성에 대한 포텐셜을 제공한다.
- [1749] 표준 볼 베어링 레이스 힌지는 대부분의 선행 기술 회전 동작 오디오 트랜스듀서에 사용되는 다소 표준적인 메커니즘이다. 이 힌지 설계는 높은 회전 저항 및/또는 볼의 덜격거림에 취약하다. 이러한 문제는 마모, 부식 및 먼지와 같은 이물질 도입으로 악화될 수 있다. 제조 공차가 높아야 비용이 증가한다.
- [1750] 부분들이 마모되거나 제조 과정에서 부분들의 부정확성 또는 온도 변동에 의해 (일단) 접촉 표면 사이에 갭이 생기면, 이것은 부분들이 덜거덕거리고/거리거나 진동판에 제공될 수 없는 제한 때문에 파열 주파수가 나타나게 할 수 있다. 이 메커니즘은 또한 1) 베어링이 (동작 중 부분 마모로 인해 생성될 수 있는) 먼지에 노출되는 경우, 2) 부분들이 제조 부정확성을 가지는 경우 또는 3) 온도 변동으로 인해 치수가 달라질 때와 같은 상황에 약간의 걸림(jammed)이 발생하기 쉬울 수 있다. 이러한 모든 문제로 인해 원하지 않는 노이즈가 발생하고 비선형 응답이 발생하여 음질이 떨어진다.
- [1751] 매우 작은 크기의 진동판, 예를 들어 개인용 오디오 헤드폰 또는 이어버드(earbud) 스피커 드라이버와 함께 사

용될 때, 이러한 종류의 문제는 훨씬 더 문제가 되는데, 그 이유는 이러한 종류의 애플리케이션에서는 낮은 기본 주파수 f_n 가 필요하고, 작고 낮은 질량의 진동판을 사용하여 달성하는데 추가적 어려움이 있고, 그에 상응하여 더 작은 제조 공차가 요구되기 때문이다.

[1752] 기존의 일부 롤링 요소 베어링(예를 들어, 볼 베어링)에는 사전 부하를 유연한 방식으로 적용하는 구성에 스프링 요소가 포함되어 있다. 많은 표준 사전 부하 베어링 유형은 여전히 활용될 수 있지만 오디오 트랜스듀서 응용에 그다지 적합하지 않다.

[1753] 도 77a내지 도 77e를 참조하면, 유연하게 인가된 사전 적재(pre-load)를 포함하는 표준 선행 기술 볼 베어링(V101)이 도시되어 있다. 베어링(V101)은 외부 셸(V102)을 포함하고, 내부에 환형 외부 레이스(V109)와 환형 내부 레이스(V110) 사이에 수용되고 롤링가능한 일련의 볼(V112)을 각각 갖는 한 쌍의 베어링 요소(V106a 및 V106b)를 수용한다. 중심 샤프트(V103)는 베어링의 환형 내부 레이스(V110)를 통해 연장된다. 이 메커니즘은 하나의 컴포넌트를 샤프트에 결합하고 다른 컴포넌트를 셸/시스(sheath)(V102)에 결합함으로써 두 컴포넌트 사이에 힌지를 형성할 수 있다. 사전 적재는 베어링 중 하나의 셸/시스(sheath)(V102)와 외부 레이스(V109a) 사이에 위치한 스프링-적재 와셔(spring-loaded washer)(V108b 및 V108a)를 통해 메커니즘에 적용된다. 스프링-적재 와셔는 외부 레이스(V109a)가 외부 시스(V102)에 대해 우측(right hand side)으로 슬라이딩하게 하고, 이는 외부 레이스(V109a)의 프로파일이 만곡되어 있기 때문에, 베어링의 중심 축 쪽으로 접촉 롤링 요소를 밀어내고, 그에 따라 우측 베어링 레이스(V106a)를 유연하게 적재(load)한다. 이것은 좌측(left hand side) 외부 레이스(V106b)가 스프링에 인접하지 않는다는 사실에도 불구하고 발생한다는 것을 유의하여야 한다.

[1754] 진동판 및 힘 변환 컴포넌트가 베어링(V101)에 장착되어 회전 동작 진동판 어셈블리를 형성하는 경우, 이것은 종래 기술의 오디오 트랜스듀서에 비해, 그 밖의 모든 요소는 동등하며, 롤링 요소의 유연한 적재가 감소되고 더욱 일관된 롤링 저항을 야기한다는 측면에서 이점을 제공할 것이며, 이는 예를 들어 자체 노이즈 발생이 감소될 수 있는 것처럼 더 적은 왜곡으로 더 깊은 저음을 잠재적으로 촉진할 수 있다. 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 예를 들어 진동판 어셈블리베이스 구조에 힌지 결합시키는 베어링(V101)을 포함할 수 있다.

[1755] 그러나, 베어링(V101) 내에서의 롤링 요소(V112a)의 우측 세트는 스피커에서의 고주파 성능에 최적이지 않으며, 그 이유는 외부 레이스(V109a)와 외부 시스(V102) 사이에 슬라이딩할 수 있는 단단한 접촉이 없기 때문이다. 대신 (레이스(V109a)가 시스(V102)에 대해 슬라이딩할 수 있도록) V109a와 V102 사이의 접촉이 최소인 작은 에어 갭(VI13)이 있다. 이것은 하중이 샤프트(V103)로부터 외부 시스(V102)로 전달되는 경로에 불연속성이 있음을 의미하며, 이 불연속성은 진동판 구조 또는 어셈블리 및 힌지 어셈블리의 힌지 요소 사이에 효과적으로 있는, (바이어싱 메커니즘이 아니라) 힌지 어셈블리에서의 원하지 않는 병진 유연성을 회전축에 수직인 방향으로 도입한다. 힌지 어셈블리에서 이러한 원치 않는 유연성은 동작 중 진동판 파열 또는 다른 형태의 공진을 초래할 수 있다. 이 슬라이딩 접촉은 유연성을 소개할 뿐만 아니라 또한 덜거덕거리는 가능성을 일으킬 수 있다. 다른 한편으로, 예를 들어 실시예 A와 관련하여 기술된 바와 같은 본 발명의 힌지 시스템은 진동판 어셈블리와 힌지 요소 사이의 비교적 매우 낮은 것에서 제로까지의 유연성을 갖는다.

[1756] 불연속성 문제를 해결하는 또 다른 솔루션은 힌지-동작 진동판의 일측의 각 단부에 하나씩 배치될 수 있는 베어링(V101)을 두개 이상 사용하는 것일 것이다. 베어링 요소(V106b)의 좌측면은 비유연한 방식으로 병진 하중을 전달할 수 있기 때문에, 그러한 베어링 요소가 2개 사용되는 경우 진동판의 양측은 비유연하게 구속될 것이고, 따라서 원치 않는 공진 가능성을 줄일 수 있다. 유연성 및 비(non)-유연성과 관련한 명확성을 위해, 전반적인 목표는 하나의 축을 중심으로 한 회전 측면에서 유연한이고, 병진 및 다른 회전 축의 관점에서 유연하지 않은 힌지 어셈블리를 제공하는 것이며, 이것은 유연한 바이어싱 메커니즘과 유연하지 않은 롤링 접촉의 조합을 포함하는 힌지 시스템을 통해 달성된다. 한편, 감소되고 일관된 롤링 저항의 장점이 유지되므로, 비교할 만한 종래 기술 스피커에 비하여 낮은 주파수 성능이 향상된다.

[1757] 도 66-3 및 도 69-4는 덜거덕거리는 경향이 적고 슬라이딩 표면 및/또는 액체에 대한 필요성을 제거하는 보다 단순하고 보다 효과적인 2개의 솔루션을 도시한다. 이들 실시예는 본 명세서의 섹션 3.2.1에 설명된 설계 원리에 따라 개발된 대안적인 힌지 시스템을 나타낸다.

[1758] 3.2.3b 실시예 S(Embodiment S)

[1759] 도 66를 참조하면, 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(S101)(도 68a 내지 도 68e에 도시됨)에 피봇식으로 결합되는 진동판 어셈블리(S102)(도 67a 내지 도 67e에 도시됨)를 갖는 회전 동작 오디오 트랜스듀서의 대안적인 형태가 도시된다. 진동판 어셈블리(S102)는 본 명세서의 섹션 2.2에 정의된 구성 R1-R4 구조와 유사한

진동판 구조를 포함한다. 또한, 트랜스듀서 베이스 구조(S101)는 영구 자석(S119) 및 외부 폴 피스(S103)를 갖는 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 따라 비교적 두껍고 스퀘트한 기하 구조를 포함하여, 여기 메커니즘의 자기장을 정의한다. 오디오 디바이스에 구현 될 때, 진동판 구조는 섹션 2.3의 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서들 중 어느 하나에 정의된 바와 같이 디바이스의 서라운드 구조와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 실질적으로 또는 거의 완전히 없는 외주변을 포함할 수 있다. 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 4.2.1에 있는 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 대해 설명된 바와 같은 분리 장착 시스템을 포함할 수 있다. 그렇지 않으면 섹션 4.3에 설명된 원리에 따라 설계된 임의의 다른 분리 장착 시스템을 사용할 수 있다.

[1760] 이 실시예의 힌지 시스템은 원래의 수(전형적으로 8개 이상)의 볼의 절반이 제거되어 각 하위 베어링/베어링 요소에 단지 4개 이하의 볼이 있도록 하는 것을 제외하고는, 표준 롤링 요소 베어링(예를 들어, 볼 베어링) 구성에 기초한다. 플라스틱 재질(S118)로 만든 케이지(cage)는 원주 방향의 볼 분리를 유지하기 때문에 플라스틱이 질량이 적고 고유한 댐핑이 덜거덕거림에 덜 민감하다는 것을 의미하지만 다른 케이지 설계도 또한 사용할 수 있다.

[1761] 바람직하게는 각 베어링 요소의 외부 레이스(S116)는 이 반경의 롤링 요소에서 전형적인 것보다 프로파일에 있어 더 얇다. 외부 레이스(S116)는 바람직하게는 가압되고 바람직하게는 얇은 벽의 알루미늄 튜브(S112)에 접촉된다. 대안적으로, 튜브(S112)는 임의의 비교적 단단한 재료로 만들어질 수 있고, 예를 들어 탄소 섬유 강화 플라스틱도 또한 적합할 것이다. 간섭-핏(Interference-fit) 롤링 요소(S117)가 사용되고, 외부 레이스(S116) 및 튜브(S112)는 유연하게 표준 롤링 요소 베어링과 관련된 걸림(jamming) 및 다른 문제점 없이 이를 수용하도록 변형된다.

[1762] 각 베어링 요소에서 보다 적은 롤링 요소(S117)가 있다는 사실은, 도 66g에서 볼 수 있는 것과 같이 측면에서 볼 때, 외부 레이스 및 튜브의 롤링 요소(S117) 사이의 범위(span) 또는 거리가 전형적인 롤링 요소 베어링의 경우와 비교하여 증가된다는 것을 의미하고, 이것은, 외부 레이스(S116) 및 튜브(S112)와 관련하여, (이 경우 힌지 시스템 바이어싱 메커니즘의 일부에 대해) 각 베어링 요소(S117)의 바로 근처에서 국부적인 측면 유연성이 전형적인 롤링 요소 베어링에서 통상적인 것보다 더 크다는 것을 의미한다.

[1763] 각 볼의 바로 근처에 국부적인 외부 레이스(S116) 및 그 지지 튜브(S112)에 내재된 측 방향 유연성이 있을 수 있지만, 힌지 시스템의 (측 방향 유연성이 아니라) 전체 병진 유연성은 트랜스듀서 베이스 구조(S101)와 진동판 어셈블리(S102) 사이의 반경 방향 하중의 전달의 면에서 낮다. 이것은 특정 볼의 바로 근처에 있는 국부적인 유연성/편향의 유연성에 좌우되는 것과 반대로, 힌지 시스템의 전반적인 유연성이 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 튜브의 전체 유연성/편향(deflection)에 좌우되기 때문이다.

[1764] 이는 다시, 각 볼과 외부 레이스 사이의 국부적인 접촉 영역에서의 측 방향 병진 유연성 때문에 감소되고 일관된 롤링 저항의 이점이 유지된다는 것을 의미하고, 전체 진동판(S102)의 병진 측면에서 전체적인 병진 유연성은 매우 낮은데, 그 이유는 특정 볼로부터의 압력에 응답하여 외부 레이스의 국부적인 측면 변형이 전체 진동판의 병진 운동을 용이하게 하는 비례(proportional) 유연성을 초래하지 않기 때문이다. 힌지 메커니즘의 이러한 낮은 전체적인 병진 유연성은 원하지 않는 공진/진동판 파열에 대한 감수성을 줄이면서 고주파수 확장을 용이하게 한다.

[1765] 이 경우 힌지에서의 감소된 및/또는 보다 일정한 회전 마찰은, 그렇지 않고 다른 모든 것이 동일하게 가능한 것보다 더 큰 반경 베어링의 사용을 용이하게 한다. 이것은 결국 큰 직경의 중공(hollow) 샤프트(S112)의 지지를 용이하게 하며, 이는 내부 폴 피스로서 두배가 되고 넓은 대역폭에 걸쳐 공진이 없이 유지되도록 충분히 두꺼운 고정 스틸 샤프트(S104/S113)를 수용할 수 있다. 이 설계의 변형이 가능하고 만일 예를 들어 더 작은 직경의 롤링 요소 베어링이 사용되면 이것은 회전 마찰을 감소시켜 이에 의해 저주파 성능을 향상시킨다.

[1766] 이러한 설계는 또한 롤링 요소(S117)의 과도한 구속의 가능성을 제거하여, 일부는 적재되고 다른 것은 적재되지 않으며, 따라서 덜거덕거리기 쉽다.

[1767] 이 실시예에서, 외부 레이스(S116) 및 지지 튜브(S112)를 포함하는 바이어싱 메커니즘은 구조 또는 메커니즘과는 별도로 동작하는데, 이 구조 또는 메커니즘은 이 경우 집합적으로 4개의 볼(S117) 외부 레이스(S116) 및 튜브(S112)이고, 이는 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조와 관련하여 병진에 대해 지지하지만, 동일한 구조의 필수 부분이다. 바이어싱 메커니즘이 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조 또는 메커니즘과는 별도로 동작할 수 있지만 힌지 요소를 진동판 어셈블리에 연결하는 구조 또는 메커니즘과 여전히 통합되어 있을 수 있음을 유의해야 한다.

[1768] 3.2.3c 실시예 T(Embodiment T)

[1769] 도 69a 내지 도 69h를 참조하면, 본 발명의 회전 동작 오디오 트랜스듀서(T1)의 또 다른 실시예가 유연한 바이어싱 메카니즘을 포함하는 힌지 시스템을 통해 (도 71a 내지 도 71e에 도시된) 트랜스듀서 베이스 구조(T101)에 회전 가능하게 결합된 (도 70a 내지 도 70e에 도시된) 진동판 어셈블리(T102)를 포함하도록 도시된다. 진동판 어셈블리(T102)는 본 명세서의 섹션 2.2에 정의된 구성 R1-R4 구조와 유사한 진동판 구조를 포함한다. 또한, 트랜스듀서 베이스 구조(T101)는 영구 자석(119) 및 외부 폴 피스(T103)를 갖는 실시예 A의 오디오 트랜스듀서에 따라 비교적 두껍고 스퀘트한 기하 구조를 포함하여 여기 메카니즘의 자기장을 정의한다. 오디오 디바이스에 구현될 때, 진동판 구조는 섹션 2.3의 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서들 중 어느 하나에 정의된 바와 같이 디바이스의 서라운드 구조와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 실질적으로 또는 거의 완전히 없는 외주변을 포함할 수 있다. 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 4.2.1에 있는 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 대해 설명된 바와 같은 분리 장착 시스템을 포함할 수 있다. 그렇지 않으면 섹션 4.3에 설명된 원리에 따라 설계된 임의의 다른 분리 장착 시스템을 사용할 수 있다.

[1770] 힌지 시스템은 외부 레이스(V109a)와 케이싱(casing)(V102) 사이의 문제가 되는 슬라이딩 접촉을 피하는 방식으로 유연성이 도입되는 도 77a 내지 도 77e의 베어링의 변형이다. 대신에, 베어링 사전 적재는 진동판 어셈블리(T102) 내에 도입된 유연성을 통해 인가되고, 이러한 유연성은 과도한 진동판 파열 공진을 야기하지 않는 방식으로 도입된다. 이 경우, 진동판은 2개의 롤링 요소 베어링 어셈블리(T110a 및 T110b)에 의해 지지된다. 유연성은 롤링 요소 베어링 어셈블리(T110b)에 인접하여 위치하는 리프 스프링 부시 컴포넌트(leaf spring bush component)(T122)를 구성하는 다수의 판 스프링(T123)에 내재되어 있다. 스프링(T123)은 길이를 따라, 즉 반경 방향으로 힘을 비유연하게 전달하면서 축 방향으로 유연하게 힘을 전달할 수 있기 위하여 회전축(T127)에 수직인 평면에 배향된다.

[1771] 실시예 V 및 S에서와 같이, 이 경우에 판 스프링(T123)을 통해 도입된 유연성은, 감소되고 더욱 일관된 롤링 저항을 초래한다. 이 경우, 롤링 요소(T117)는 실시예 S의 반경에 비해 코일(T111)의 반경에 비해 더 작은 반경에 위치하며, 이는 결과적으로 롤링 저항을 더욱 감소시키고 저주파수 확장을 개선하며, 등가 코일 반경 구성을 위한 저주파수에서의 노이즈 생성을 감소시킨다.

[1772] 전체 진동판은 판 스프링이 인접하지 않은 다른 롤링 요소 베어링 어셈블리(T110a)를 통한 축 방향 변위에 대해 단단하게 구속된다. 축 방향 하중은 컴포넌트(T124)를 통해 진동판에 전달되며, 컴포넌트(T124)는 진동판 베이스 튜브(T112)에 단단하게 부착될 때, 도 69e에 도시된 바와 같이 이 목적을 위한 삼각형의 프로파일을 형성한다.

[1773] 3.2.5 실시예 K(Embodiment K)

[1774] 도 58g 내지 도 58j를 참조하면, 본 발명의 또 다른 접촉 힌지 시스템 실시예가 실시예 K 오디오 트랜스듀서와 관련하여 도시되어 있다. 실시예 K 오디오 트랜스듀서의 다른 특징들은 본 명세서의 섹션 5.2.2에 상세히 설명되어 있다. 다음은 단지 이 실시예와 관련된 힌지 시스템의 설명이다.

[1775] 힌지 시스템은 이 명세서의 3.2.1 절에 기술된 설계 원리 및 고려 사항에 따라 구성된 접촉 힌지 시스템이다. 힌지 시스템은 어셈블리의 양측에 한 쌍의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함한다. 각 힌지 조인트는 접촉 표면 및 상기 접촉 표면에 대해 인접하여(abut) 롤링하도록 구성된 힌지 요소를 제공하는 접촉 부재를 포함한다. 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 일정한 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 접촉 부재에 대해 움직일 수 있게 하도록 구성되고, 힌지 요소는 접촉 표면 쪽으로 바이어싱된다.

[1776] 힌지 샤프트(K108) 형태의 힌지 요소는 커넥터(K117)를 통해 진동판 베이스 프레임(K107)에 일측에 단단하게 결합된다. 대향 측면상에서, 힌지 샤프트(K108)는 접촉 부재(K138)에 회전 가능하게 또는 피벗식으로 결합된다. 도 58i에 도시된 바와 같이, 이 실시예에서, 각 접촉 부재는 샤프트(K108)의 자유 측이 롤링할 수 있게 하기 위하여 오목하게 만곡된 접촉 표면(K137)을 포함한다. 오목한(K137) 표면은 샤프트(K108)의 것보다 더 큰 곡률 반경을 포함한다. 각 접촉 부재(K138)는 베이스 구조 어셈블리로부터 진동판 어셈블리를 향하여 축 방향으로 연장되는 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리(K118) 베이스 컴포넌트(K105)의 베이스 블록이다. 한 쌍의 베이스 블록(K138)이 베이스 부재(K105)의 양측으로부터 연장되어, 샤프트(K108)의 양단부에 회전 가능하게 또는 피벗식으로 결합되어 이에 의해 2개의 분리된 힌지 조인트를 형성한다. 베이스 블록은 진동판 구조의 베이스 단부에 형성된 대응하는 리세스 내로 연장될 수 있다. 접촉 힌지 조인트는 진동판 구조 및 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련되는 것이 바람직하다.

- [1777] 도 581 내지 도 58m을 참조하면, 힌지 샤프트(K108)는 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 의해 베이스 블록(K138)의 접촉 표면(K137)에 대하여 탄력적으로 맞/또는 유연하게 유지된다. 바이어싱 메커니즘은 압축 스프링의 형태로 실질적으로 탄성인 부재(K110) 및 접촉 핀(K109)을 포함한다. 스프링(K110)은 일 단부에서 베이스 구조(K105)에 단단하게 결합되고, 접촉 위치(K116)에서 대향 단부에서 접촉 핀(K109)과 맞물린다. 탄성 접촉 스프링(K110)은 접촉 핀(K109) 쪽으로 바이어싱되어 적어도 약간 원위치에서 압축 상태로 유지된다. 그 위치에서, 접촉 핀(K109)은 커넥터(K117)를 통해 진동판 베이스 프레임(K107)에 단단하게 결합되고, 커넥터(K117)의 대응하는 오목한 곡면에 대해 접촉 부재(K138) 사이에 고정적으로 연장된다. 접촉 핀(K109) 및 대응하는 바이어싱 스프링(K110)은 바람직하게는 힌지 조인트들 사이의 중심에 위치한다. 이러한 배치는 베이스 프레임(K107), 커넥터(K117) 및 힌지 샤프트(K108)를 포함하는 진동판 베이스 구조를 힌지 조인트의 접촉 베이스 블록(K138)에 대해 유연하게 당긴다(pull). 이러한 방식으로, 샤프트(K108)는 2개의 접촉 위치에서 베이스 블록(K138)의 만곡된 표면(K137)과 접촉한다. 유연성 및/또는 탄성 정도는 본 명세서의 섹션 3.2.2에 기술되어 있다. 샤프트(K108)는 2개의 접촉 위치에서 베이스 블록(K138)의 곡면(K137)과 접촉한다.
- [1778] 힌지 시스템의 기하 구조는 진동판 어셈블리(K101)와 트랜스듀서 베이스 구조(K118) 사이의 접촉(K137)의 2개의 위치와, 바람직하게는 또한 접촉 핀(K109)과 접촉 스프링(K110) 사이의 접촉 위치에서 일치하는 트랜스듀서의 대략적인 회전축(K119)(도 58b에 도시됨)으로 설계된다. 이러한 구성은 이들 컴포넌트에 의해 발생된 복원력을 최소화하는데 도움이 되고, 따라서 트랜스듀서의 기본 공진 ω_n 을 감소시키는데 도움이 된다.
- [1779] 일부 형태에서, 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 하나는 외부 힘이 발생할 때 또는 오디오 트랜스듀서에 가해질 때, 힌지 요소 또는 접촉 부재 중 다른 하나가 상승부 또는 돌출부를 넘어서 이동하는 것을 방지하도록 구성된 하나 이상의 사용된 부분 또는 돌출부를 갖는 접촉 표면을 포함한다.
- [1780] 응용 분야에 따라 모터 코일과 같은 잠재적으로 취약한 컴포넌트에 대한 충격을 방지하는 스토퍼(stopper)를 제공하는 것도 또한 유용할 수 있다. 이들은 접촉 표면에 작용하는 스토퍼와 독립적일 수 있다.
- [1781] 이 실시예에서, 힌지 요소(K108)는 도 58i에서와 같이 회전축에 수직인 평면에서 보았을 때 볼록한 단면 프로파일, 및 베이스 컴포넌트(K105K)의 베이스 블록 돌출부이고 실질적으로 오목한 접촉 표면(K137)을 포함하는 접촉 부재(K138)를 적어도 부분적으로 포함한다. 이러한 구성은 힌지 요소가 접촉 표면의 중심 중립 영역(K137a)으로부터 멀어지게 강제되는 상황에서 힌지 메커니즘의 재-센터링(re-centering)에 기여한다. 중심 영역의 양측에 위치하는 접촉 표면의 오목하게 상승된 에지 영역(K137b 또는 K137c)은, 요소가 의도된 위치를 넘어 이동하게 강제되는 경우에, 관련 힌지 요소(K108)가 중심 영역(K137a) 쪽으로 다시 재-집중화(re-centralize)하게 할 것이다. 이 특징은 트랜스듀서가 두절되거나 떨어질 때 접촉 지점(K114)이 미끄러지는 경우와 같이 사소한 충격의 경우에 유리한데, 그 이유는 설명된 기하 구조가 잠재적으로 접촉을 일으켜 과도한 미끄러짐을 방지하여 디바이스의 동작 동안 청각적인 래틀링(rattling) 왜곡을 초래할 것이다. 이러한 구성은 실시예 A, E, S 또는 T와 같이 본 명세서에 기술된 다른 접촉 힌지 실시예의 임의의 하나에 적용될 수 있다.
- [1782] 이 구조에 대한 추가의 개선이 바람직하며, 이에 따라 정상 동작 중에는 회전축에 수직인 평면에서 단면 프로파일에서 보았을 때, 볼록 반경이 오목 반경보다 더 큰 장소에서 힌지 요소(K108)의 볼록한 표면이 오목한 표면(K137)과 접촉할 수 있는 위치가 없다. 이러한 구성은 생각할 수 있는 바로는 센터링을 일으키지 않고 반복될 수 있는 표면 사이의 충동을 실질적으로 방지함으로써, 진행중인 래틀링 왜곡을 발생시킨다. 대신에, 힌지 요소(K108) 볼록 반경보다 더 큰 반경을 갖는 접촉 표면(K137)을 갖는 실시예 K에서와 같이, 센터링은 접촉 표면에서의 경사에 의해서만 야기될 수 있으며, 이는 경사에서의 슬라이딩에 의해 생성되는 임의의 왜곡은 반드시 센터링 위치에서의 보정과 관련됨을 의미하며, 이에 의해 진행중인 왜곡의 기회를 감소시킨다. 이러한 구성은 실시예 A, E, S 또는 T와 같이 본 명세서에 기술된 다른 접촉 힌지 실시예의 임의의 하나에 적용될 수 있다.
- [1783] 3.2.5 실시예 E(Embodiment E)
- [1784] 개요(Overview)
- [1785] 도 35 내지 도 38를 참조하면, 본 명세서에서 실시예 E로 지칭되는 본 발명의 또 다른 오디오 트랜스듀서 실시예가 도시되어 있으며, 이 명세서의 섹션 3.2.1에 명시된 원리에 따라 설계된 접촉 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(E101)를 포함한다. 요약하면, 진동판 어셈블리(E101)는 본 명세서의 섹션 2.2에 정의된 바와 같은 구성 R1-R4 구조와 유사한 진동판 구조를 포함한다. 또한, 트랜스듀서 베이스 구조(E102)는 영구 자석(E102) 및 외부 폴 피스(E103) 및 내부 폴 피스(E113)를 갖는 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 따른 비교적 두껍고 스퀘트한 기하 구조를 포함하여, 여기 메커니즘의 자기장을

정의한다. 진동판 구조에 단단하게 결합된 하나 이상의 코일 권선(E130/131)은 동작 중에 진동판 어셈블리를 이동시키기 위해 자기장 내에서 연장된다. 도 36에 도시된 바와 같이, 진동판 구조는 섹션 2.3의 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서 중 임의의 하나에 대해 정의된 트랜스듀서의 서라운드 구조(E201-E204)와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로, 실질적으로 또는 거의 완전히 없는 외주변을 갖는다. 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 4.2.2에서 설명한 바와 같이 분리 장착 시스템을 포함할 수 있다. 그렇지 않으면 섹션 4.3에 설명된 원리에 따라 설계된 다른 분리 장착 시스템을 사용할 수 있다.

[1786] 진동판 베이스 구조(Diaphragm Base Structure)

[1787] 도 35h는 오디오 트랜스듀서의 단면을 도시하며, 코일 권선의 긴 변(E130 및 E131)의 단면은 회전축(E119)을 중심으로 하는 반경으로 만곡되어 오버행되어(overhung), 진동판이 회전함에 따라, 변위 각은 코일 권선의 긴 변들이 외부 폴 피스(E103 및 E104)와 내부 폴 피스(E113) 사이의 자속 갭의 영역을 벗어나기 시작하기 전에 이용 가능하다. 이러한 방식으로, 높은 수준의 구동 토크의 선형성이 달성된다.

[1788] 도 37은 2개의 측면 아크 코일 보강재(E301), 2개의 보강재 삼각형(E302), 진동판의 너비를 연장하는 주요 베이스 판(E303), 진동판의 너비를 또한 확장시키는 아래쪽 버팀대 판(E304), 진동판의 너비를 다시 확장시키는 위쪽 버팀대 판(E305), 중간 아크 코일 보강재(E306) 및 진동판의 너비를 연장하는 아래쪽 베이스 판(E307)을 포함한다.

[1789] 진동판 베이스 프레임(E107)에는 코일 권선(E106)이 부착되어 있다. 각 코일 권선 짧은 변(E129)은 2개의 측면 아크 코일 보강재(E301) 각각에 부착된다. 코일 권선 긴 변(E130, E131)은 2개의 측면 아크 코일 보강재(E301) 및 중간 아크 코일 보강재(E306)에 부착된다. 코일 권선 긴 변(E130)은 위쪽 버팀대 판(E305)의 에지에 부착된다.

[1790] 코일 권선(E106)에 부착된, 진동판 베이스 프레임(E107)의 모든 영역: 측면 아크 코일 보강재(E301), 보강재 삼각형(E302), 주요 베이스 판(E303), 아래쪽 버팀대 판(E304), 위쪽 버팀대 판(E305), 중간 아크 코일 보강재(E306) 및 아래쪽 베이스 판(E307)의 모든 결합은 실질적으로 강성인 진동판 베이스 구조를 생성하고 FRO 내에서 공진하지 않는다. 진동판 베이스 프레임(E107) 및 권선(E106)의 질량은 진동판 어셈블리(E101)의 다른 부분에 비해 비교적 높지만, 질량이 회전축(E119)에 가까이 위치되기 때문에, 회전 관성은 감소된다.

[1791] 3개의 코일 보강재(E301, E306)는 각각 회전축과 직교하는 방향으로 연장되고, 코일(E130)의 제1 긴 변과 코일(E131)의 제1 제2 긴 변을 연결하는 패널을 포함한다. 각 측면 아크 코일 보강재(E301)는 코일(E106)의 각 짧은 변(E129)에 가까이 위치하여 접촉하고, 코일(E130)의 제1 긴 변과 제1 짧은 변(E129) 사이의 대략 접합부로부터 코일(E131)의 제2 긴 변과 제1 짧은 변 사이의 대략 접합부까지 연장되며, 또한 진동판 베이스 프레임의 다른 부분 쪽으로 회전축에 수직인 방향으로 연장된다. 이들 진동판 베이스 프레임 부분이 (동일한 실시예에서와 같이, 하나의 부품으로서 소결(sinter)된) 동일한 재료 조각으로 제조되지 않는다면, 예를 들어 솔더링, 용접 또는 에폭시 수지 또는 시아노아크릴레이트와 같은 접착제를 사용하여 접착제를 사용하는 접착과 같은 적절한 단단한 연결 방법이 사용되어야 하고, 접착될 부분들 사이의 적당한 크기의 접촉 영역이 사용되는 것이 보장되도록 주의해야 한다.

[1792] 바람직하게는 코일 강화 패널은 8GPa보다 높은 영률 또는 보다 바람직하게는 20GPa보다 높은 영률을 갖는 재료로 제조된다.

[1793] 코일의 긴 변(E130, E131)은 형성기(former)에 연결되지 않고 대신 코일 보강재 사이의 영역에서 스스로를 지지할 수 있도록 충분히 두껍다. 형성기도 또한 사용할 수 있다.

[1794] 힌지 어셈블리에 접촉(Contact Hinge Assembly)

[1795] 접촉 힌지 어셈블리는 진동판 어셈블리(E101)에 부착된 코일 권선(E106)을 통해 연주되는 전기 오디오 신호에 응답하여 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 대해 진동판 어셈블리(E101)가 대략 회전축(E119)을 중심으로 전후로 회전하는 것을 용이하게 한다.

[1796] 힌지 어셈블리는 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조의 어느 한쪽에 위치한 한 쌍의 힌지 조인트를 포함한다. 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함한다. 진동판 베이스 프레임(E107)은 힌지 조인트의 힌지 요소를 형성하는 진동판 베이스 프레임의 양측(그 중 하나는 도 35g 및 도 35i의 단면 상세도에 도시됨)에 위치한 2개의 볼록하게 만곡된 (단면의) 돌출부(E125)를 가진다. 트랜스듀서 베이스 구조(E118)는 베이스 블록(E105)을 포함하며, 여기서 어느 한 측면은 힌지 조인트의 접촉 부재를 형성한다. 베이스 블록(E105)의 각 측면

은 오목하게 만곡된 접촉 표면(E117)을 포함하고, 이에 대해 동작 중에 관련된 힌지 요소(E125)가 베어링 및 롤링한다. 대안적인 실시예에서, 오목한 오목부가 진동판 측에 있고 볼록한 돌출부가 트랜스듀서 베이스 구조 측에 있도록 접촉 어셈블리가 역전될 수 있다.

[1797] 힌지 요소는 진동판 파열 공진을 초래할 수 있는 병진 및 회전 변위(원하는 회전 모드 제외)에 대해 진동판을 단단하게 지지하기 위해 충분히 높은 탄성률을 갖는 재료로 형성된다.

[1798] 접촉 베이스 블록(E105)과의 접촉 영역에서, 각 힌지 요소(E125)는 자유로운 움직임 및 낮은 진동판 기본 공진 주파수 f_n 를 촉진하는데 도움이 되도록, 실시예 A와 관련하여 설명된 바와 같이 진동판 몸체 길이(E126)에 비해 실질적으로 작은 반경을 갖는 표면(E114)을 포함하지만, 바람직하게는 접촉 재료가 구부러지도록 작아서는 안되며, 파열 성능에 영향을 미친다.

[1799] 운반 중에 오디오 트랜스듀서에 부딪힘이 있거나 떨어뜨렸거나 나중에 과도하게 사용하면(예를 들어, 수백만 사이클), 힌지 요소가 베이스 블록의 접촉 표면의 가운데에 앉아서 움직일 수 있다. 접촉 표면은 모든 방향으로 접촉 영역으로부터 증가하는 경사를 포함하여, 힌지 요소가(예를 들어, 일회적인 충격 이벤트로 인해) 최적의 위치로부터 너무 멀리 이동하면, 결국 접촉 표면은 적절한 접촉 위치로 다시 바이어싱하기에 충분한 경사에 도달할 것이다. 접촉 블록의 접촉 표면의 측면은 진행중인 래틀링 왜곡을 일으킬 수 있는 충격의 가능성이 없도록, 점진적인 기울기 변경을 또한 포함한다.

[1800] 진동판은 힌지 어셈블리를 통해 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 대해 대략적인 축(E119)을 중심으로 회전하도록 구성된다. 진동판 몸체(E123)의 관상면은 회전축(E119)으로부터 외부로 이상적으로 연장되어, 회전하는 동안 다량의 에어를 변위시킨다.

[1801] 실시예 A 오디오 트랜스듀서와는 달리, 실시예 E 오디오 트랜스듀서는 진동판 어셈블리(E101) 내에 매입된 강자성 재료를 가지지 않아서, 자석(E102) 및 폴 피스는 진동판 어셈블리 또는 힌지 요소 상에 바이어싱 힘을 가하지 않아서 힌지 요소 및 접촉 부재 사이에 접촉을 유지한다.

[1802] 이 실시예의 힌지 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조(E118)의 접촉 부재(E117)에 대해 진동판 베이스 프레임(E107) 상의 힌지 요소를 유지하는 탄성 부재(E110)를 갖는 바이어싱 메커니즘을 포함한다. 탄성 부재(E110)는 실질적으로 얇은 몸체로 만들어진 가늘고 긴 부재이다. 탄성적인 단부 중 어느 하나를 연결하는 몸체의 중간 부분은 임의의 적합한 방법에 의해 베이스 블록(E105)에 단단하게 연결되고 따라서 구부러지지 않는다. 탄성 바이어싱 부재(E110)의 한쪽 단부는 베이스 프레임의 돌출부/힌지 요소를 향하여 베이스 블록을 바이어싱하도록, 진동판 베이스 프레임의 양측에 각각 결합된다. 바이어싱 부재는 동작 중에 힌지 조인트의 접촉 표면을 함께 유지하기 위해 일정한 바이어싱 힘을 가하지만, 동작 중에 회전축을 중심으로 진동판 어셈블리를 회전시키는 것을 가능하게 할 정도로 충분히 유연한이고, (본 명세서의 섹션 3.2.1 및 3.2.2에 설명된 바와 같이 먼지의 존재 및 제조 공차로 인한 것과 같은) 특정 환경에서 그 사이의 측 방향 운동을 가능하게 한다.

[1803] 도 35i는 오디오 트랜스듀서의 일측 상의 탄성 바이어싱 부재(E110)의 길이 방향 단면을 도시한다. 바이어싱 부재의 각 단부는 베이스 블록(E105)의 측면으로부터 연장되어, (중간 단면에 대해 거의 직각으로) 만곡되고, 그것이 오디오 트랜스듀서의 측면에 대략 평행하게 연장되어, 진동판 베이스 프레임(E107)의 힘 인가 핀(force application pin)(E107)을 둘러쌀 때까지 오디오 트랜스듀서의 측면에 거의 평행하게 연장된다. 바이어싱 부재(E110)의 각 만곡 단부는 그것을 측 방향으로 굽힘으로써 단부가 그 위치로부터 벗겨지지 않도록 충분한 길이를 갖는 것이 바람직하다. 진동판 어셈블리가 트랜스듀서 베이스 구조(E118a)와 먼저 조립되고 바이어싱 부재(E110)의 단부가 베이스 프레임(E107) 상에 후크 결합될 때, 단부는 일단 원위치에서 후크 결합되면 필요한 접촉력(크기 및 이유는 예를 들어 섹션 3.2.1에 설명됨)을 제공할 수 있도록, 적절히 사전 인장되어야 한다.

[1804] 도 35e는 힘 인가 핀(E109)에 걸려 있는 탄성 바이어싱 부재(E110)의 일 단부의 측면도를 도시한다. 대략 사각형 구멍(hole)이 보인다. 힘 인가 위치(E116)에서 힘인가 핀(E109)과 접촉하는 구멍의 예지는 실질적으로 편평하다. 힘이 가해지는 방향은 그 편평한 예지에 실질적으로 수직이고, 힘 인가 핀(E109)을 향한다. 이 방향은 각 측면상의 접촉 영역(E114)에서 힌지 요소의 볼록한 곡면에 접하는 평면에 실질적으로 수직으로 선택되었다. 이러한 방식으로, 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 대해 언밸런스하도록 동작하는 진동판 어셈블리에 힘의 조합이 인가되지 않는다. 힘 인가 핀 위치(E116)는 회전축(E119)과 일치한다. 회전축(E119)에 대한 두개의 힘 인가 위치(E116)에 의해 한정된 축의 위치 설정은 공진 주파수 f_n 를 감소시키고, 진동판을 그 평형 위치로 센터링하기 위한 복원력을 제공한다. 예를 들어, 힘 인가 위치(E116)에 의해 한정된 축이 회전축(E119)으로부터 진동판 측 쪽으로(도 35e에 대하여 왼쪽으로) 오프셋되어 위치되면, 진동판이 회전함에 따라 그것은 불안정해질 것이고 일

측으로 획 움직일 것이다(flick). 힘 인가 위치(E116)에 의해 한정된 축이 회전축(E119)으로부터 베이스 구조 축 쪽으로(도 35e에 대하여 오른쪽으로) 오프셋되어 위치되면, 힘은 평형 안정 상태에서 진동판을 센터링하도록 동작할 것이다.

[1805] 두개의 힌지 조인트 돌출부/힌지 요소(E125)는 진동판 몸체 너비(E128)에 대해 진동판 몸체(E124)의 시상면의 일 측면 상에, 진동판 몸체의 최대 너비에 가까운, 합리적인 거리로 이격되어 위치되고, 또 다른 돌출부(E125)는 나머지 측에 유사하게 이격된다. 접촉 힌지 조인트를 적당하게 이격시킴으로써, 상기 조합은 진동판(Wn)의 기본 회전 모드가 아닌 진동판의 회전 모드에 대해 진동판 어셈블리(E101)에 향상된 강성 및 지지를 제공할 수 있다. 진동판의 기본 회전축(E119)에 실질적으로 수직인 회전축을 가지며, 둘 다 서로에게 실질적으로 수직인 두개의 회전 모드가 있다. 이들은 본 명세서 내에서 실시예 A에 행해진 분석과 유사하게, 이 트랜스듀서의 컴퓨터 모델의 유학 요소 분석을 사용하여 식별된다.

[1806] 이 실시예에서, 힌지 시스템의 구성은 보다 소형의 트랜스듀서 어셈블리를 제공하기 위해 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 소정의 각도로 진동판 어셈블리에 서스펜드되어 있다. 다시 말해서, 조립된 상태에서, 베이스 구조의 길이 방향 축은 진동판 어셈블리의 중립 위치/상태에서 진동판 어셈블리의 길이 방향 축에 대한 일정한 각도로 배향된다. 이 각도는 바람직하게는 둔각이지만, 대체 구성에서 직각이거나 심지어 예각일 수 있다.

[1807] 트랜스듀서 베이스 구조(Transducer Base Structure)

[1808] 트랜스듀서 베이스 구조(E118)는 베이스 블록(E105), 외부 폴 피스(E103 및 E104), 자석(E102) 및 내부 폴 피스(E113)를 포함한다. 이들 트랜스듀서 베이스 구조 부분들은 모두 에폭시 수지와 같은 점착제를 통해 접착되거나 그렇지 않으면 서로 단단하게 연결된다. 자석(E102)은 N 극이 외부 폴 피스(E103)에 연결된 면 상에 위치되고, S 극이 외부 폴 피스(E104)에 연결된 면 상에 위치하도록, 자화된다. 이것은 대안적인 실시예에서 다른 방향일 수 있다.

[1809] 자기 회로는 자석(E102), 외부 폴 피스(E103, E104) 및 2개의 내부 폴 피스(E113)에 의해 형성된다. 자속은 외부 폴 피스(E103, E104)와 내부 폴 피스(E113) 사이의 작은 에어 갭에 집중된다. 외부 폴 피스(E103)와 내부 폴 피스(E113) 사이의 갭 내의 자속의 방향은 전체적으로 대략 회전축(E119)을 향한다. 코일 권선(E106)은 에나멜 피복된 구리선으로부터, 전술한 바와 같이 2개의 긴 변(E130, E131)과 2개의 짧은 변(E129)을 갖는 대략 직사각형 형상으로 권선될 수 있다. 긴 변(E130)은 외부 폴 피스(E103)과 내부 폴 피스(E113) 사이의 작은 에어 갭에 대략 위치하며, 다른 쪽 긴 변(E131)은 외부 폴 피스(E104)과 내부 폴 피스(E113) 사이의 작은 에어 갭 내에 위치한다. 동작 중에, 전기적 오디오 신호가 코일 권선을 통해 재생됨에 따라, 진동판 어셈블리가 진동하게 하는 동일한 방향으로 코일 권선의 긴 변(E130 및 E131) 둘 모두에 의해 토크가 가해진다. 코일 권선(E106)은 비교적 단단하게 (그리고 에폭시와 같은 점착제와 함께 접착되어) 충분히 두껍게 권선되어 있으며, FR0를 초과하여 원하지 않는 공진 모드를 밀어 낸다(push up). 바람직하게는 코일 형성기를 필요로 하지 않을 정도로 충분히 두꺼우며, 이는 소정의 코일 권선 두께에 대해, 그리고 코일 권선 긴 변(E130, E131) 및 폴 피스(E103, E104, E113)사이의 소정의 클리어런스 갭에 대해, 자속 갭이 더 작게 만들어질 수 있음(자속 밀도 및 오디오 트랜스듀서 효율을 증가시킴)을 의미한다.

[1810] 진동판 구조(Diaphragm Structure)

[1811] 진동판 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 대해 근사 축(E119)을 중심으로 회전하도록 구성된다. 진동판 몸체 두께(E127)는 진동판 몸체 길이의 길이에 비해 실질적으로 두껍다. 예를 들어, 최대 두께는 길이의 적어도 15%, 보다 바람직하게는 길이의 적어도 20%이다. 이 두께는 구조에 향상된 강성을 제공하여, 공진 모드를 동작 범위 밖으로 밀어 내도록 도와준다. 진동판의 기하 구조는 대체로 평면이다. 이상적으로 진동판 몸체(E123)의 관상면은 회전하는 동안 다량의 에어를 변위시키도록 회전축(E119)으로부터 외측으로 연장된다. 그것은 도 38c에 도시된 바와 같이 약 15도의 각도(E402)로 테이퍼링되어, 그 회전 관성을 상당히 감소 시키고, 향상된 효율 및 파열 성능을 제공한다. 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판 어셈블리(E101)의 질량 중심(E401)로부터 멀리 테이퍼링된다.

[1812] 진동판은 저밀도 코어(E120)의 웨지 사이 및 복수의 각진 각도 탭(E122)을 따라 적층된 복수의 내부 강화 부재(E121)를 포함한다. 이러한 부분은 점착제, 예를 들어 에폭시 점착제, 합성 고무 기반 점착제 또는 라텍스 기반 점착 점착제를 사용하여 부착된다. 일단 부착되면, (4개의 각도 탭(E122)의 면을 포함하는) 이 웨지 적층부의 베이스 면 단부가 그 후, 주요 베이스 판(E303)에 부착된다. 다수의 얇은 평행 버팀대(E112)를 포함하는 수직 응력 강화부는 몸체의 주요 면(E132)에, 바람직하게는 다수의 내부 강화 부재(E121)에 정렬되어 부착되고, 위쪽

버팀대 판(E305)에 연결된다. 두개의 대각선 버팀대(111)를 포함하는 추가의 수직 응력 강화부는 몸체의 동일한 주요 면(E132)을 가로 질러 그리고 평행 버팀대(E112)의 상부 위에 교차 구성으로 부착되며, 또한 위쪽 버팀대 판(E305)에 연결된다. 몸체의 다른 주요 면(E132)에는, 아래쪽 베이스 판(E307)에 연결하는 것을 제외하고는, 버팀대(E111, E112)가 유사한 방식으로 부착된다. 버팀대는 바람직하게는 약 900Gpa의 영률(매트릭스 바인더 없음)을 갖는 초 고강도 탄소 섬유(ultra-high-modulus carbon fibre), 예를 들어 미쓰비시 다이아리드(Mitsubishi Dialead)로 제조된다. 이러한 부분들은 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제를 사용하여 서로 부착된다. 그러나, 다른 연결 방법 또한 다른 실시예와 관련하여 앞서 기술된 바와 같이 예상된다.

[1813] 예를 들어, EPS 발포 고무로 제조된 두꺼운 저밀도 코어(E120)의 바깥쪽에 연결된 고 탄성률 버팀대(E111 및 E112)의 사용은 진동판 강성의 측면에서 유익한 복합 구조를 제공하는데, 그 이유는 다시, 버팀대가 제공할 수 있는 면적 이점의 이차 모멘트를 최대화하는 두꺼운 기하 구조 때문이다.

[1814] 동작 중에, 진동판 몸체(E120)는 에어가 회전할 때 에어를 이동시키므로, 상당히 다공성이 아닌 것이 요구된다. EPS 발포 고무는 합리적으로 높은 비탄성률 및 16kg/m^3 의 낮은 밀도를 갖기 때문에 바람직한 재료이다. EPS 소재 특성은 기존의 회전 동작 오디오 트랜스듀서에 비해 진동판의 과열을 개선하는 데 도움이된다. 강성 성능은 코어(E120)가 버팀대(E111 및 E112)에 약간의 지지를 제공할 수 있게 하며, 이는 매우 얇아서, 코어(E120) 없이는 FRO 내의 주파수에서 국부적인 가로 공진(transverse resonance)을 겪을 것이다. 적층된 내부 강화 부재(E121)는 개선된 진동판 전단 강성을 제공한다. 각 내부 강화 부재의 평면의 배향은 바람직하게는 진동판이 이동하는 방향에 대략 평행하고 또한 진동판 몸체(E124)의 시상면에 대략 평행하다. 내부 강화 부재(E121)가 진동판 몸체의 전단 강성을 적절히 보조하기 위해서는, 각 내부 강화 부재의 양측에 놓인 평행한 버팀대(E112)에 적당히 견고한 연결이 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 진동판의 베이스 단부에서, 내부 강화 부재(E121)로부터 주요 베이스 판(E303)으로의 연결은 단단해야 하며, 이러한 강성을 돕기 위해 각도 탭(E122)이 사용된다. 각 탭(E122)은 각 내부 강화 부재(E121)에 연결하기 위한 큰 접착 표면적을 가지며, 전단력이 탭의 코너 둘레로 전달되고, 다른 측은 주요 베이스 판(E303)에 연결된 다른 큰 접착 표면적이다.

[1815] 진동판 어셈블리 하우징(Diaphragm Assembly Housing)

[1816] 도 36은 서라운드(E201), 주요 그릴(E202), 2개의 측면 보강재(E203) 및 섹션 4.2.2에서 설명된 분리의 2개의 304 분리 핀(E208)을 포함하는 진동판 하우징에 장착된 실시예 E 오디오 트랜스듀서를 도시한다.

[1817] 서라운드(E201)는 베이스 블록(E105), 외부 폴 피스(E103) 및 자석(E102)에 부착되며, 진동판 구조의 주변과 서라운드(E201)의 내벽 사이에 약 0.1mm 내지 1mm 사이의 작은 에어 갭(E206)이 존재하도록 조립된다.

[1818] 횡단면 도 36e는 서라운드(E201)가 진동판의 팁에서 작은 에어 갭(E205)에서 만곡된 표면을 가짐을 보여준다. 이 곡면의 반경의 중심은 진동판이 회전 할 때, 작은 에어 갭(E205)이 진동판의 팁에서 유지되도록 오디오 트랜스듀서의 회전축(E119)에 대략 위치한다. 에어 갭(E206 및 E205)은 정상 동작 중에 존재하는 압력 차로 인해 상당한 양의 에어가 통과하지 못하도록 충분히 작아야 한다.

[1819] 서라운드(E201)는 장벽 또는 배플로 동작하는 벽이 있어, 뒤쪽의 역상(anti-phase) 방사로 인해 진동판 앞쪽에서 방사선이 제거되는 것을 줄여준다. 애플리케이션에 따라, 전방 및 후방 음향 방사의 상쇄를 더 감소시키기 위해 트랜스듀서 하우징(또는 다른 배플 컴포넌트)이 또한 요구될 수 있다.

[1820] 주요 그릴(E202)과 두개의 측면 보강재(E203)는 접착제(예를 들어, 에폭시 접착제)를 통해 적절한 방법을 사용하여 서라운드(E201)에 부착된다. 이러한 진동판 하우징 컴포넌트는 모두 트랜스듀서 바닥 구조에 단단하게 부착되어 있기 때문에, 베이스 구조 어셈블리인 결합 구조는 불리한 공진 모드가 FRO 위에 있을 정도로 충분히 단단하다. 이를 위해 결합된 구조의 전체적인 기하 구조는 작고 스퀘트하며 이는 다른 것보다 상당히 더 큰 치수가 없음을 의미한다. 또한 진동판 주위로 연장되는 진동판 하우징의 영역은 주요 그릴(E202) 및 플라스틱 서라운드(E201) 주위의 딱딱한 케이스를 형성하는 측면 보강재(E203)로 포함된 삼각형 알루미늄 버팀대를 사용하여 보강된다. 삼각형 구조는 그렇지 않은 구조와 비교하여 질량이 적으며 강성이 그만큼 줄어들지 않으므로 이는 삼각형 구조가 일반적으로 불리한 공진의 관점에서 더 잘 수행될 것이라는 것을 의미한다.

[1821] 진동판 하우징에는 낙하와 같은 드문 경우를 제외하고 진동판 어셈블리와 연결되지 않는 스톱퍼, 또는 진동판 어셈블리의 더 취약한 부분에 손상이 발생하는 것을 방지하는 수단인 범프가 통합되어 있다. 진동판 베이스 프레임(E107)의 일부인 원통형 스톱퍼 블록(E108)은 진동판 어셈블리(E101)의 각 측면으로부터 돌출한다. 트랜스듀서가 진동판 하우징에 장착되고 진동판 하우징과 접촉하는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부가 예를 들어 에폭시와 같은 접착제의 사용에 의해 연결된 후에, 2개의 스톱퍼 링(stopper ring)(E207)이 진동판 하우징 서라운드

(E201)의 각 측면 안에 삽입된다. 조립된 상태에서, 각 스톱퍼 링(E207)과 각 스톱퍼 블록(E108) 사이에는 작은 갭(E209)이 존재한다. 이들 갭(E209)의 크기는 바람직하게는 진동판 몸체(E126)의 길이 및 진동판(E205, E206)의 둘레 에지 주위의 갭의 크기와 비교하여 작다. 이는 낙하의 경우에 스톱퍼 갭이 단히고 스톱퍼 컴포넌트(E207 및 E108)가 진동판 어셈블리(E101)의 다른 부분이 다른 곳, 예를 들어 진동판 하우징 서라운드(E201)에 연결되기 전에 연결되도록 하는 것이다. 각 스톱퍼 링(E207)이 일단 설치되면, 플라스틱으로 만들어진 두개의 플러그(E204)가 진동판 하우징의 각 측면에 있는 나머지 구멍에 삽입된다. 이는 진동판의 한 측면에 포지티브 음압이 가해지는 영역으로부터 다른 쪽 면에 네거티브 음압이 가해지는 영역으로의 에어 흐름 경로를 방지하는데 도움이 된다. 스톱퍼 링(E207) 및 플러그(E204)는 에폭시와 같은 접착제를 통해 진동판 하우징 서라운드(E201)에 서로 연결된다.

[1822] 다른 구성에서, 실시예 E의 오디오 트랜스듀서는 진동판 하우징을 포함하지 않으며, 오디오 트랜스듀서는 분리 장착 시스템을 통해 트랜스듀서 하우징에 수용된다.

[1823] 3.3 가요성 힌지 시스템(FLEXIBLE HINGE SYSTEM)

[1824] 종래 기술의 가요성 힌지 설계는 종종 위험(compromise)을 겪으며, 이에 의해 저주파 성능을 확장시키기 위해 진동판 기본 주파수 f_n 를 감소시키고 진동판 편위를 증가시키는 것은, 적어도 하나의 방향으로 병진 유연성을 증가시키는 경향이 있어, 문제가 있는 진동판/힌지 상호 작용 공진 모드의 빈도를 감소시키고, 이는 에너지 저장의 최소화가 주요 설계 목표인 설계에서 고주파 성능을 저하시킨다.

[1825] 예를 들어 스프링 컴포넌트를 포함하는 얇은 벽 섹션 또는 요소와 같은 가요성의 탄성 섹션 또는 요소를 포함하는 힌지 어셈블리는 워터폴/CSD 플롯에서 측정된 낮은 에너지 저장 특성을 갖는 오디오 트랜스듀서 설계를 용이하게 할 수 있으며, 이는 적절하게 설계된 경우 우수한 오디오 재생뿐 아니라, 우수한 볼륨 편위 및 대역폭 기능을 용이하게 한다.

[1826] 바람직하게는 3개의 직교 축을 따라 전체 힌지 어셈블리의 병진 유연성을 감소시키면 고성능 회전 동작 오디오 트랜스듀서를 달성하는 데 도움이된다.

[1827] 2개 이상의 가요성 및 탄성 요소 및/또는 섹션을 포함하는 본 발명의 굴곡 힌지 시스템은 몇 가지 예를 참조하여 이제 상세히 설명될 것이다. 요소들 및/또는 섹션들은 단일 탄력 컴포넌트의 일부를 형성할 수도 있고 분리될 수도 있다.

[1828] 예들은 진동판 어셈블리, 트랜스듀서 베이스 구조, 및 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 모두에 단단하게 연결된 굴곡 힌지 시스템을 포함하는 오디오 트랜스듀서를 참조하여 설명될 것이다. 진동판 어셈블리는 굴곡 힌지 시스템에 의해 동작 가능하게 지지되어, 동작 중에 진동판이 베이스 구조에 대해 피벗 운동 할 수 있게 한다. 힌지 시스템은 적어도 2개의 탄성 힌지 요소를 포함하며, 이는 단일 부재의 섹션일 수 있다. 상기 요소들은 분리되거나 결합될 수 있다(일체형 또는 분리형). 두 요소는 트랜스듀서 베이스 구조 및 진동판 어셈블리에 단단하게 결합되고, 근사 회전축 주위로 힌지 어셈블리 주위로 진동판 어셈블리의 움직임을 용이하게 하기 위해 거기에 수직인 힘에 반응하여 변형되거나 굴곡된다. 각 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조 및 진동판 모두와 밀접하게 관련되며, 요소를 따라 그리고 요소를 가로 질러 압축, 인장 및/또는 전단 변형에 견디는 실질적인 병진 강성을 포함한다. 적어도 하나의 힌지 요소는 진동판 어셈블리와 일체화되거나 또는 진동판 어셈블리의 일부를 형성할 수 있고 및/또는 적어도 하나의 힌지 요소는 트랜스듀서 베이스 구조와 일체화되거나 또는 그 일부를 형성할 수 있다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 일부 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 만곡을 갖는 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 이들 실시예에서, 각 힌지 요소는 그 자리에서 비틀림에 대해 실질적으로 강성이다. 대안적인 실시예들에서, 각 힌지 조인트의 각 가요성 힌지 요소는 비틀림이 실질적으로 가요성이다. 바람직하게는, 이들 실시예에서, 각 가요성 힌지 요소는 그 위치에서 만곡에 대해 실질적으로 강성이다.

[1829] 본 명세서에 설명된 굴곡 힌지 시스템은 예를 들어 실시예 A, D, E, K, S, T, W 및 X의 오디오 트랜스듀서를 포함하여 본 명세서에 기술된 회전 동작 오디오 트랜스듀서 실시예 중 임의의 하나에 포함될 수 있으며, 본 발명은 아래에 설명된 실시예들에서 그들의 응용에 제한되도록 의도되지는 않는다.

[1830] 몇몇 실시예에서 설명되는 바와 같이, 탄성 섹션은 만곡에 의해 구부러질 수 있고, 일부 다른 예에서는 비틀림에 의해 탄성 섹션이 구부러질 수 있다. 다른 구성에서, 탄성 섹션은 만곡 및 비틀림을 통해 구부러질 수 있다.

[1831] 3.3.1 실시예 B 오디오 트랜스듀서(Embodiment B Audio Transducer)

- [1832] 도 16은 예시적인 굴곡 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 피봇식으로 결합된 진동판 어셈블리(B101)(도 17a 내지 도 17g에 도시됨)를 포함하는 본 발명의 예시적인 회전 동작 오디오 트랜스듀서(이후 실시예 "B" 힌지 시스템이라 칭함)를 도시한다. 이 실시예에서, 굴곡 힌지 시스템은 (도 18에 상세히 도시된 바와 같이) 굴곡 힌지 어셈블리(B107)를 포함한다. 이 예의 오디오 트랜스듀서는 회전 동작 풀 레인지 헤드폰 스피커 오디오 트랜스듀서이지만, 트랜스듀서는 대안적으로 임의의 다른 스피커 설계 또는 마이크로폰과 같은 음향 전기 트랜스듀서일 수 있다는 것을 인식할 것이다. 진동판 어셈블리(B101)는 예를 들어 구성 R1-R4 진동판 구조와 관련하여 또는 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서의 진동판 구조와 관련하여 설명한 바와 같이, 실질적으로 낮은 회전 관성의 복합 진동판을 포함한다. 힌지 어셈블리(B107)는 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이에 단단하게 결합되는 적어도 하나의 힌지 조인트를 포함한다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리(B107)는 일 단부에서 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 그리고 대향 단부에서 진동판 어셈블리(B101)에 단단하게 결합되는 제1 힌지 조인트(B201) 및 제2 힌지 조인트(B203)를 포함한다. 굴곡 힌지 어셈블리(B107)는 진동판 어셈블리에 부착된 코일 권선(B106)을 통해 재생되는 전기 오디오 신호에 응답하여 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 대해 대략적인 회전축(B116) 주위의 진동판 어셈블리(B101)의 회전/피봇 운동/진동을 용이하게 한다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리는 오디오 트랜스듀서의 조립된 상태에서, 진동판 어셈블리의 일부를 형성하는 각 힌지 조인트의 일측/단부에 진동판 베이스 프레임을 포함하고, 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성하는 각 힌지 조인트의 대향 측/단부에 베이스 블록을 포함한다. 힌지 조인트는 진동판 어셈블리와 트랜스듀서 베이스 구조 사이의 중간 조인트를 형성한다.
- [1833] 3.3.1a 힌지 어셈블리 개요(Hinge Assembly Overview)
- [1834] 힌지 어셈블리(B107) 및 특히 각 힌지 조인트는 관련된 힌지 요소(B201a/b 및 B203a/b)의 평면 내에서 경험되는 장력 및/또는 압축 및/또는 전단력에 견디도록 실질적으로 강성하도록 구성된다. 힌지 요소가 서로에 대해 각을 이루기 때문에, 이는 진동판 어셈블리 전체가 힌지 어셈블리의 필요한 회전축에 대한 회전 운동을 제외하고 모든 병진 및 회전 변위에 대해 단단하게 구속된다는 것을 의미한다. 특히, 압축, 인장 및 전단의 힌지 요소의 강성 및 각 조인트의 한 쌍의 힌지 요소 사이의 상대 각도는, 진동판 어셈블리가 동작 중에 적어도 둘, 바람직하게는 3개의 모든 실질적으로 직교하는 축을 따라 각 힌지 조인트에서 병진 운동/변위를 향하여 충분히 실질적으로 저항함(resistant)/경직됨(stiff)을 의미한다. 두 힌지 조인트의 너비 넓은 분리 및 요소의 상대 각도는 진동판 어셈블리가 동작 중에 힌지 어셈블리의 필요한 회전축에 수직인 축을 중심으로 회전 운동/변위 쪽으로 또한 충분히 실질적으로 저항함/경직됨을 의미한다. 각 힌지 요소는 바람직하게는 어셈블리의 회전축에 대해 실질적으로 가요성이며, 따라서 힌지 어셈블리는 가요성이며 이 축을 중심으로 회전할 수 있다.
- [1835] 일부 구성에서, 특히 진동판이 매우 큰 편위를 겪을 때, 힌지 어셈블리(B107) 구성은 진동판의 운동을 단일 회전축에 대한 순수한 회전 운동으로 반드시 제한하지는 않지만, 운동은 근사 회전축(B116)을 중심으로 대략 회전하는 것으로 간주될 수 있다.
- [1836] 도 17은 진동판 어셈블리(B101)에 연결된 힌지 어셈블리(B107)를 도시한다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리는 트랜스듀서의 여기 메커니즘의 코일 권선(B106)이 부착되는 진동판 베이스 프레임을 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조는 명확성을 위해 이 도면으로부터 제거되었다. 도 18에 도시된 바와 같이, 힌지 어셈블리(B107)는 실질적으로 길이 방향의 진동판 베이스 프레임(본 명세서에서 더 설명됨) 및 한 쌍의 등가 힌지 조인트를 포함하며, 제1 힌지 조인트(B201)는 요소 쌍(B201a 및 B201b)으로 구성되고, 제2 힌지 조인트(B203)는 요소(B203a 및 B203b)로 구성되어, 베이스 프레임의 양 단부로부터 축 방향으로 연장되고 원위치의 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조의 어느 한쪽에 위치하도록 구성된다. 진동판 베이스 프레임은 진동판 몸체의 더 두꺼운 베이스 단부에서 너비의 실질적인 부분을 따라 연장되고, 진동판 몸체와 코일 권선(B106)을 원위치에서 결합하도록 구성된다. 베이스 프레임의 구조는 이하에서 더 상세히 설명될 것이다.
- [1837] 도 18은 이 예의 가요성 힌지 어셈블리(B107)를 상세하게 도시한다. 각 힌지 조인트(B201 및 B203)는 트랜스듀서 베이스 구조(B120)의 일 측면을 단단하게 결합하도록 구성된 연결 블록(B205/B206)에 연결된다. 트랜스듀서 베이스 구조(B120)는 구조의 표면 상에 상보적인 리세스(recess)를 포함하여 부분들의 결합을 돕는다. 힌지 어셈블리(B107)는 한 쌍의 가요성 힌지 요소(B201a/B201b 및 B203a/B203b)를 포함한다. 힌지 조인트 쌍(B201a/B201b 및 B203a/B203b)의 힌지 요소는 서로에 대해 기울어져 있다. 이 예에서, 힌지 요소(B201a 및 B201b)는 서로에 대해 실질적으로 직각이며, 힌지 요소(B203a 및 B203b)는 서로에 대해 실질적으로 직각이다. 그러나, 예를 들어, 힌지 요소의 각 쌍에 대해 그 사이에 예각을 포함하는 다른 상대 각도가 예상된다. 각 힌지 요소는 실질적으로 요소에 수직인 힘과 진동판 어셈블리의 회전축(B116)의 원하는 방향의 모멘트에 응답하여 굴곡될 수 있도록 실질적으로 가요성이다. 이러한 방식으로, 힌지 요소는 회전축(B116)을 중심으로 진동판 어셈블

리의 회전/피봇 운동 및 진동을 가능하게 한다. 또한, 힌지 어셈블리는 전체적으로 바람직하게는 중립 위치 쪽으로 바이어싱되도록 탄력적(resilient)이어서, 트랜스듀서의 동작 중에 원위치에서 진동판 어셈블리를 중립 위치쪽으로 바이어싱한다. 각 요소는 진동판 어셈블리가 중립 위치의 어느 한 방향으로 피봇할 수 있는 방식으로 구부러질 수 있다. 이 예에서, 각 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)는 가요성 및 탄성 재료의 실질적으로 평면인 섹션이다. 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 다른 형상들이 가능하며, 본 발명은 이 예에 제한되지 않는다.

[1838] 3.3.1b 가요성 힌지 요소(Flexible Hinge Elements)

[1839] 형태, 치수 및 재료(Form, Dimensions and Material)

[1840] 각 힌지 조인트에 대해, 각 쌍의 가요성 힌지 요소(그러나 바람직하게는 양쪽 모두) 중 적어도 하나는 이 예에서 충분히 얇으며 및/또는 요소에 수직인 힘에 응답하여 힌지 요소의 굴곡을 허용하기에 충분한 치수를 갖는다. 이는 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 대해 진동판 어셈블리(B101)의 낮은 기본 주파수 f_n 를 허용한다. 각 쌍의 하나 또는 두개의 가요성 요소는 실질적으로 평면인 시트 또는 재료의 섹션으로 형성되지만, 다른 형태도 가능할 수 있음을 알 것이다. 바람직하게는, 각 힌지 요소는 그 길이와 비교하여 회전축에 대한 진동판의 회전 운동을 용이하게 하기 위해 요소의 길이에 비해 비교적 얇다.

[1841] 일부 구성에서, 한 쌍 또는 각 쌍의 힌지 요소는 시트의 길이의 약 1/8 미만, 보다 바람직하게는 길이의 약 1/16 미만, 또는 보다 바람직하게는 길이의 약 1/35 미만, 훨씬 더 바람직하게는 길이의 약 1/50 미만, 또는 가장 바람직하게는 길이의 약 1/70 미만의 두께를 가진 충분히 얇은 재료 시트이다. 만일 두께가 너무 얇으면, 예를 들어 낙하 또는 범프 시나리오와 같이 큰 힘이 가해진 상황에서 굴곡이 발생할 위험이 있다. 이러한 이유로, 바람직하게는 각 얇은 재료 시트는 길이의 1/500보다 더 두껍다.

[1842] 일부 구성에서, 하나 또는 각 힌지 요소의 너비는 그 길이의 2배 미만 또는 길이의 1.5배 미만, 또는 가장 바람직하게는 길이보다 작다.

[1843] 일부 구성에서, 각 쌍의 하나 또는 각 힌지 요소의 두께는 너비의 약 1/8 미만, 바람직하게는 너비의 약 1/16 미만, 또는 보다 바람직하게는 너비의 약 1/24 미만, 훨씬 더 바람직하게는 너비의 약 1/45 미만, 또는 훨씬 더 바람직하게는 너비의 약 1/60 미만, 가장 바람직하게는 너비의 약 1/70이다.

[1844] 각 쌍의 하나 또는 각 가요성 힌지 요소(이 예에서 두개)는 일반적인 플라스틱 재료 또는 고무와 같은 부드럽고 유연한 소재가 아니라, 재료 평면에서 실질적으로 강성인 재료, 예를 들어 금속 또는 세라믹 재료와 같이 실질적으로 높은 영률을 갖는 재료로 만들어진다. 이러한 방식으로, 가요성 힌지 요소는 요소의 평면에서 인장력 및 압축력에 실질적으로 견딘다. 바람직하게는 또한 상기 재료는 재료의 평면에서 경험되는 전단 하중에 실질적으로 견딘다. 그러므로, 가요성 힌지 요소는 그러한 힘으로 인한 재료 내지 최소한의 변형을 원위치에서 동작 중에 경험한다. 각 쌍의 적어도 하나 또는 양쪽의 가요성 힌지 요소는 진동판 어셈블리의 회전축에 실질적으로 평행하게 배향되어, 힌지 어셈블리(B107)는 진동판 회전의 측면에서 유연한이고, 상기 힌지 요소의 굴곡은 진동판 회전의 원하는 방향을 용이하게 한다. 바람직하게는, 각 쌍의 하나 또는 양쪽 힌지 요소는 영률이 8GPa보다 높은, 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 재료로 제조된다.

[1845] 이 예의 바람직한 구성에서 각 힌지 요소는 고강도 스틸 합금 또는 텅스텐 합금 또는 티타늄 합금 또는 "리퀴드 메탈(Liquidmetal)" 또는 "비트렐로이(Vitreloy)"와 같은 비정질 금속 합금으로 만들어진다. 다른 형태에서, 힌지 요소는 플라스틱 강화 탄소 섬유와 같이 충분히 높은 영률을 갖는 복합 재료로 제조될 수 있다.

[1846] 일부 구성에서 힌지 요소가 형성되는 재료는 정상 동작 중에 구부러질 때 힘과 변위(변위된 거리 또는 회전된 각도로 측정된 변위) 관계가 선형이며 후크의 법칙을 따르는 범위에서 사용된다. 이는 오디오 신호가 더 정확하게 재생될 것이라는 것을 의미한다.

[1847] 언급한 바와 같이, 이 예에서, 각 쌍 내의 각(또는 적어도 하나의) 가요성 힌지 요소는 대략 또는 실질적으로 평면 프로파일, 예를 들어 실질적으로 편평한 시트 또는 재료의 섹션의 형태이다. 다른 형태에서, 하나 이상의 가요성 힌지 요소는 이완/중립 상태에서 그 길이를 따라 약간 구부러질 수 있고, 정상 동작 중에 구부러질 때 및/또는 원위치에서 힌지 어셈블리와 결합될 때 실질적으로 평면이될 수 있다.

[1848] 바람직하게는 각 힌지 조인트의 각 힌지 요소는 정상 동작 중에 크게 변형되는 힌지 요소 길이의 부분을 따라 계산될 때, 회전축에 수직인 평면에서의 단면적의 관점에서 평균 단면적의 제공근의 3배보다 크거나, 보다 바람직하게는 5배보다 크거나, 가장 바람직하게는 6배보다 큰 평균 너비 또는 높이 치수를 가진다. 이는 힌지 축을

중심으로 한 회전의 관점에서 요소에 충분한 유연성을 제공하는 데 도움이 된다.

[1849] 배향(Orientation)

[1850] 힌지 조인트(B201)를 위한 각 쌍(B201a/B201b) 및 힌지 조인트(B203)를 위한 각 쌍(B203a/B203b)의 힌지 요소는 서로에 대해 각을 이루고, 이에 의해 실질적으로 상이한 평면에서 배향된다. 그 기하 구조에 의해, 또한 전술한 바와 같이, 힌지 요소는 압축/인장 및/또는 전단 하중에 관해서는 비교적 강성이지만, 실질적으로 수직인 힘에 응답하여 그리고 회전축(B116)의 방향의 모멘트에 응답하여, 만곡의 관점에서 비교적 유연한/가요성이다. 이는 가요성 힌지 요소가 진동판에 대한 각 부착 지점에서 각 평면에 평행하고 평면 내부에 있는 임의의 방향으로의 병진 운동의 관점에서 진동판을 효과적으로 억제할 수 있음을 의미한다.

[1851] 실질적으로 상이한 평면에 놓이도록 서로에 대해 소정 각도로 각 쌍의 힌지 요소를 배향하는 것은, 각 힌지 요소가 그 평면에서 병진 운동에 견딜 수 있다면, 전체 힌지 어셈블리는 모든 방향에서 진동판의 순수한 병진에 대해 강한 저항을 전달할 것이라는 것을 의미한다.

[1852] 약 20 내지 160도, 보다 바람직하게는 약 30 내지 150도, 또는 심지어 더 바람직하게는 약 50 내지 130도, 또는 심지어 더 바람직하게는 약 70도 내지 110도 사이의 힌지 요소의 평면들 사이의 각도로 적당한 성능을 달성하는 것이 가능할 수 있지만, 이들 사이의 각도는 대략 수직/90도, 즉 각 힌지 조인트의 한 쌍의 힌지 요소가 서로에 대해 실질적으로 직각을 이루는 것이 가장 바람직하다. 이 실시예에서, 각 힌지 조인트의 하나의 가요성 힌지 요소는 회전축에 실질적으로 수직인 제1 방향으로 상당히 연장된다.

[1853] 한 쌍의 가요성 힌지 요소(B201a 및 B201b)를 갖는 제1 힌지 조인트(B201)로 구성된 힌지 구조에 있어서, 회전축(B116)은 각 가요성 힌지 요소에 의해 점유된 평면의 교차점에 또는 교차점과 대략 동일 선상에 및/또는 힌지 요소들 사이의 교차점에 위치한다. 가요성 힌지 요소(B203a 및 B203b)를 갖는 힌지 조인트(B203)로 구성된 다른 힌지 구조에 있어서, 회전축은 또한 이들 2개의 가요성 힌지 요소에 의해 점유된 평면의 교차점에 대략 위치한다. 진동판의 낮은 기본 주파수(W_n)를 보장하기 위해, 오디오 트랜스듀서의 각 측면상의 2개의 힌지 조인트(B201 및 B203) 각각에 의해 한정된 축의 정렬은 실질적으로 동일 선상이다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리의 각 가요성 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)는 각 가요성 힌지의 평면 내에서 인장/압축 및 전단력에 충분히 견딜 수 있도록 상기 회전축(B116)의 방향으로 충분히 넓기 때문에, 결과적으로 2개의 힌지 조인트 구조 각각이 병진 운동과 관련하여 3차원에서의 높은 강성도를 가지는 것을 보장한다. 각 힌지 조인트는 또한 구조의 공통 회전축(B116)에 대해 비교적 높은 정도의 회전 유연성을 제공한다. 두개의 힌지 조인트의 조합은 함께 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판 어셈블리를 동작 가능하게 지지하는 힌지 어셈블리를 제공하여, 비교적 낮은 기본 주파수(W_n)를 허용하고, 다른 모든 회전 모드 및 모든 병진 모드에 대해 충분히 강성이다.

[1854] 위치(Location)

[1855] 바람직하게는, 진동판 구조는 힌지 어셈블리에 가까이 근접하여/밀접하게 관련되어, 가요성 힌지 요소와 진동판 구조 사이의 거리를 최소화하고, 굴곡이 덜 생기는 트랜스듀서의 FRO 내에서 이들 사이의 보다 견고한 연결을 생성하며, 이는 원하지 않는 파열 공진 모드와 관련하여 성능에 악영향을 미친다. 예를 들어, 진동판 몸체 또는 구조는 힌지 요소의 각 단부에 바로 인접하여/직접 연결될 수 있다. 다른 예들에서, 진동판 몸체 또는 구조는 직접 부착되지 않을 수도 있지만, 그 사이의 컴포넌트는 진동판 몸체가 힌지 요소들과 밀접하게 관련될 수 있게 하는 치수를 포함한다.

[1856] 바람직하게는 진동판 몸체 또는 구조로부터 가요성 힌지 요소들 중 하나 또는 둘 모두와의 거리는 진동판의 회전축까지의 최대 거리의 절반보다 작거나, 보다 바람직하게는 회전축까지의 진동판의 가장 먼 외주변/말단부의 최대 거리의 1/3 미만, 또는 보다 바람직하게는 회전축까지의 진동판의 가장 먼 외주변/말단부의 최대 거리의 1/3 미만이다. 유사하게, 트랜스듀서 베이스 구조는 힌지 어셈블리에 가까이 인접하여/밀접하게 관련되어, 가요성 힌지 요소와 진동판 구조 사이의 거리를 최소화하고, 굴곡이 덜 발생하는 트랜스듀서의 FRO 내에서 보다 견고한 연결을 생성하며, 원하지 않는 파열 공진 모드와 관련하여 성능에 악영향을 미친다. 예를 들어, 트랜스듀서 베이스 구조는 힌지 요소의 각 단부에 바로 인접하여/직접 연결될 수 있다. 다른 예에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 직접 부착되지 않을 수도 있지만 그 사이의 컴포넌트는 진동판 몸체 또는 구조가 힌지 요소와 밀접하게 관련될 수 있게 하는 치수를 포함한다.

[1857] 바람직한 실시예에서, 트랜스듀서 메카니즘 힘 발생 컴포넌트, 예를 들어 모터 코일(B106)은 레버 암 또는 힌지 등을 통하는 것과 반대로, 진동판에 직접 부착되어, 오디오 트랜스듀서 시스템의 단일 자유도(single-degree-of-freedom) 거동을 촉진하고 용이하게 한다.

- [1858] 2개의 힌지 조인트(B201 및 B203)는 진동판 몸체 너비(B215)에 대해 적당한 간격을 두고 배치된다. 블록(B205)에 연결된 제1 힌지 조인트(B201)의 외측은 평면(B217)에 위치하고, 블록(B206)에 연결된 제2 힌지 조인트(B203)의 외측은 평면(B218)에 위치한다. 바람직하게는, 이들 평면(B217 및 B218)은 조립된 형태로 진동판 몸체(B119)의 중심 관상면에 평행하고 그 양측에 위치한다. 바람직하게는 하나의 굴곡 힌지 조인트(B201)의 적어도 일부는 진동판 몸체(B119)의 중심 시상면으로부터 오프셋된 진동판 몸체 너비(B215)의 20%의 거리에 위치한 평면(B219) 밖에 위치하고, 적어도 하나의 굴곡 힌지 조인트(B203)의 적어도 일부는 중심 시상면의 다른 측면으로부터 오프셋된 진동판 몸체 너비(B215)의 20%의 거리에 위치한 평면(B220) 외부에 위치한다. 굴곡 힌지 조인트를 적절하게 이격시키거나, 단지 하나만 있는 경우에는 충분히 넓은 힌지 조인트를 가짐으로써, 힌지 어셈블리는 진동판의 기본 회전 모드(W_n)가 아닌 진동판의 회전 모드에 대하여 진동판 어셈블리(B101)에 추가적인 강성 및 지지를 제공한다. 일반적으로 두개의 회전 모드가 존재하는데, 회전 축을 가지는 것은 둘 다 일반적으로 진동판(B116)의 회전의 기본 축에 실질적으로 수직이고, 둘 모두는 일반적으로 서로 실질적으로 수직이다. 이들은 이 명세서 내의 실시예 A에 대해 수행된 분석과 유사하게, 이 트랜스듀서의 컴퓨터 모델의 유한 요소 분석을 사용하여 식별될 수 있다.
- [1859] 이 예에서, 한 쌍의 힌지 조인트는 원위치의 진동판 구조/어셈블리의 측면 에지에 인접하여 위치하도록 구성된다. 한 쌍의 힌지 조인트(B201, B203)는 진동판 구조(B215)의 너비와 비교하여 진동판 구조 상의 적어도 2개의 넓게 이격된 위치에서 진동판 구조에 연결되는 것이 바람직하다. 힌지 조인트가 넓게 이격되지 않은 위치에서 연결되는 경우, 추가의 힌지 요소, 굴곡 또는 메커니즘이 바람직하게 포함되어, 적어도 2개의 넓게 이격된 위치에서 진동판 어셈블리에 연결이 이루어지도록 한다. 마찬가지로, 한 쌍의 힌지 조인트를 포함하는 굴곡 힌지 어셈블리는, 바람직하게는 진동판 몸체의 너비와 비교하여 트랜스듀서 베이스 구조상의 적어도 2개의 넓게 이격된 위치에 부착된다. 만일 굴곡 힌지 어셈블리가 넓게 이격되지 않은 위치(또는 위치들)에 부착되면, 바람직하게는 추가 힌지 요소, 굴곡 또는 메커니즘이 함께 포함되어, 적어도 2개의 넓게 이격된 위치에서 트랜스듀서 베이스 구조에 연결이 이루어지도록 한다. 힌지 조인트는 진동판 구조 또는 어셈블리의 주변 측면에서 또는 그 근처에서 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조의 주변 측면에서 또는 그 근처에서 위치될 수 있다.
- [1860] 이 실시예에서 각 힌지 조인트는 진동판의 양측에 위치한다. 바람직하게는, 제1 힌지 조인트는 진동판의 단부면의 제1 코너 영역 근처에 위치하고, 제2 힌지 조인트는 단부면의 제2 대향 코너 영역 근처에 위치하며, 힌지 조인트는 사실상 동일 선상에 있다. 바람직하게는 각 힌지 조인트는 진동판 몸체의 너비의 적어도 0.2 배인 진동판의 중심 시상면으로부터 일정 거리에 위치한다.
- [1861] 일부 실시예들에서, 한 쌍의 가요성 힌지 요소를 포함하는 단일 힌지 조인트는 진동판 구조/어셈블리 상에서 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조에서 적어도 2개의 넓게 이격된 위치에 단단하게 부착되도록 진동판 구조 또는 어셈블리의 실질적인 부분을 가로 질러 연장될 수 있다.
- [1862] 연결(Connection)
- [1863] 각 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)는 하나의 에지에서 진동판 어셈블리(B101)에 단단하게 연결되고, 대향 에지에서 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 단단하게 연결된다. 이 예에서, 힌지 요소의 각 쌍은 연결 블록(B205 및 B206)을 통해 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된다. (예를 들어, 힌지 요소와 진동판 베이스 프레임 사이, 힌지 요소와 연결 블록 사이의) 이러한 연결은 에폭시 수지와 같은 접착체에 의해, 또는 용접에 의해, 또는 패스너를 사용하는 클램핑에 의해, 또는 기계 공학 분야에서 잘 알려진 바와 같이 이들의 임의의 조합을 포함하는 다수의 다른 방법에 의해 이루어질 수 있다. 진동판 구조와 굴곡 힌지 요소를 연결하고 또한 힌지 요소를 트랜스듀서 베이스 구조에 연결하는 데 사용되는 기하 구조는, 축 방향으로 (예를 들어, 레버 암처럼) 길고 얇고 가늘지 않고, 대신 그 방향으로 짧고, 스퀴트하고, 아마도 (트러스 유형 구조를 사용하는) 삼각형일 수 있다. 바람직하게는, 진동판은 레버 암 없이 힌지 요소들 중 하나 또는 모두에 단단하고 동작 가능하게 결합된다. 예를 들어, 본 실시예에서, 진동판 베이스 프레임은 진동판 구조를 힌지 요소에 연결하는데 사용된다. 베이스 프레임은 실질적으로 짧고, 적어도 축 방향으로(즉, 연결 인터페이스를 가로 지르지만 반드시 연결 인터페이스를 따라 있지는 않음) 스퀴트하다. 유사하게 힌지 요소를 트랜스듀서 베이스 구조의 나머지 부분에 연결하는 연결 블록은 (연결 인터페이스를 가로 질러) 적어도 축 방향으로 적어도 실질적으로 짧고 스퀴트하다. 환언하면, 힌지 요소는 진동판 구조 및 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 힌지 요소는 진동판 구조 및 트랜스듀서 베이스 구조에 직접 인접하여 위치할 수 있다. 이러한 유형의 기하 구조는 FRO 내에서 발생하는 과열 모드에 기여할 수 있는 이 영역에서 발생하는 굽힘(flex)을 방지하는데 도움이 된다. 이러한 구조에 사용되는 재료는 또한 바람직하게는 8GPa보다 큰 영률, 보다 바람직하게는

20Gpa보다 큰 영률을 갖는 강성이어야 한다.

- [1864] 또한, 각 힌지 조인트와 진동판 구조 또는 몸체 사이의 실질적으로 단단한 연결을 용이하게 하기 위해, 연결의 크기는 진동판 구조 또는 (조인트가 연결된) 몸체의 단부 면의 크기에 비해 충분히 큰 것이 바람직하다. 바람직하게는 단 부 면의 2개의 직교 치수에 평행한 연결의 적어도 하나의 크기 치수가 충분히 크다. 바람직하게는, 접속의 2개의 직교 크기 치수가 충분히 크다. 예를 들어, 바람직하게는 하나 이상의 힌지 조인트는 진동판의 적어도 하나의 표면 또는 주변에 연결되고, 각 연결의 적어도 하나의 전체 크기 치수는 관련 표면 또는 주변이 대응 치수의 1/6보다 크거나, 보다 바람직하게는 1/4보다 크거나, 가장 바람직하게는 1/2보다 크다. 예를 들어, (힌지 조인트를 진동판에 연결하는) 진동판 베이스 프레임의 주요 판(B303)은 진동판 구조의 단부 면을 결합하고, 진동판 구조의 단부 면의 높이 및 너비와 실질적으로 유사한 높이 및 너비를 포함한다. 또한, 상기 진동판 베이스 프레임에 판(B304)은 진동판 구조의 주요 면(B121)을 결합하고, 주요 면의 너비와 유사한 너비, 주요 면의 길이의 1/16보다 큰 길이를 포함한다.
- [1865] 실질적으로 균일한 편평 힌지 요소의 종단에서 접착제의 사용은 오디오 트랜스듀서의 일부 환경에서는 최적이지 않을 수 있다. 힌지 요소가 슬롯에 삽입되어 있더라도 접착제는 가벼운 균열을 형성하는 경향이 있고, 이는 완전한 균열을 일으키지는 않지만 가볍고 저-댐핑(poorly-damped) 진동판과 결합하면 기계적으로 증폭될 수 있는 삐걱거림(creaking)을 발생시킨다.
- [1866] 힌지 요소는 대안적으로 접착제를 사용하지 않고 슬롯 내에서 클램핑될 수 있으며, 실패없이 높은 편위를 여전히 달성하지만, 이는 가볍고 저-댐핑 진동판과 결합되면 다시 기계적으로 증폭되는 삐걱거림 및 노이즈 발생을 초래하는 경향이 있다.
- [1867] 따라서 접착제를 통해 힌지 요소를 연결하는 것은 진동판 편위에 대한 제한으로서 동작할 수 있기 때문에 일부 실시예들에서는 바람직하지 않을 수 있다.
- [1868] 본 발명의 힌지 어셈블리의 대안적인 구성에서, 각 힌지 조인트 쌍의 제1 및 제2 얇은 벽의 가요성 힌지 요소는 그들의 말단 에지/경계(B210/B211)를 향하여 두꺼워지고/지거나 넓어지고, 이들은 진동판 어셈블리/진동판 베이스 프레임과 B208/B209로 연결되며, 연결 블록/트랜스듀서 베이스 구조에 연결된다. 두꺼워지고/지거나 넓어지는 것은 바람직하게는 가요성 힌지 요소의 스틸/세라믹 등의 질90에변화를 수반하지 않으며, 즉 모두 단일의 균일한 재료 피스로 형성된다. 대안적으로, 상기 두꺼워지는 것은 용접 또는 납땜(brazing)에 의한 것과 같이 다른 강한 재료에의 강한 본딩을 통해 구현될 수 있다.
- [1869] 말단 에지쪽으로 두꺼워지고/지거나 넓어지는 것은 강하고 단단한 굴곡 컴포넌트 내의 응력 레벨을 감소시키므로, 응력이 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조에서 점착/클램핑 등의 점에 도달할 때쯤 많이 감소된다. 이것은 높은 응력이 점착 및/또는 클램핑의 국부적인 영역으로 전달되는 것을 방지하고 클램핑된 접합부에서 국부적인 점착제 실패 또는 삐걱거림을 야기한다.
- [1870] 힌지 요소의 상기 더 두껍고/두껍거나 더 넓은 섹션은 진동판 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조에 본딩하기에 적합한 충분한 표면적을 갖는 것이 바람직하다. 내부 응력이 점착 또는 클램핑의 전체 영역에 걸쳐 보다 신뢰성 있게 감소되기 때문에, 두꺼워지는 것이 넓어지는 것보다 더 바람직 할 수 있다. 추가적으로 두꺼워지고/지거나 넓어지는 것은 날카로운 모서리 및 "응력 레이저(stress raiser)"를 생성할 수 있는 그러한 기하 구조를 최소화하기 위해 점진적으로 매끄럽게 발생하는 것이 바람직하고(즉, 매끄럽게 테이퍼링되고), 이에 의해 최대 진동판 편위를 제한한다.
- [1871] 도 17a 내지 도 17e를 참조하면, 이 예에서 가요성 힌지 요소(B201a)는 위치(B210)에서 진동판 베이스 프레임에 연결되며, 여기서 요소의 횡단면 두께는 이위치의 양측에서의 작은 반경을 사용하여 점진적으로/증가하여 더 두껍게 된다(테이퍼링된다). 유사하게, 가요성 힌지 요소(B201b)가 위치(B211)에서 진동판에 연결되는 경우, 요소의 단면 두께는 또한 작은 반경을 사용하여 점진적으로/증가하여 더 두껍게 된다(즉, 테이퍼링된다). 다시, 가요성 힌지 요소(B201a 및 B201b)가 각각 위치(B209 및 B208)에서 대응하는 블록(B205)에 연결되는 경우, 이들 요소의 두께는 작은 반경의 사용에 의해 증가된다. 이 모든 연결에서 단면의 점진적인 두께 증가는 응력 상승 기하 구조의 생성을 최소화한다. 유사한 두께 증가는 또한 제2 힌지 조인트(B203)의 가요성 힌지 요소(B203a 및 B203b)에 대해 나타난다.
- [1872] 아래 섹션 3.3.2는 실시예 B 오디오 트랜스듀서에서 달리 채택될 수 있는 힌지 어셈블리 변형을 개략적으로 설명한다.

- [1873] 3.3.1c 진동판 베이스 프레임(Diaphragm Base Frame)
- [1874] 이 예에서, 진동판 구조는 사용시 힌지 어셈블리에 직접 부착되는 단부를 따라 또는 그 근처에서 진동판 베이스 프레임에 의해 지지되고, 진동판 베이스 프레임은 힌지 요소들 중 하나 또는 모두에 직접 또는 밀접하게 부착된다. 바람직하게는 진동판 베이스 프레임은 진동판 구조와 힌지 조인트 사이의 단단한 연결을 용이하게 하도록 배치된다. 진동판 베이스 프레임은 진동판 어셈블리의 일부 또는 힌지 어셈블리의 일부로 간주되거나 바람직하게는 양쪽 모두로 간주될 수 있다. 각 힌지 조인트의 힌지 요소의 각 단부는 진동판 베이스 프레임에 단단하게 결합된다. 이 예에서 베이스 프레임은 진동판 구조의 단부 면을 수용하고 단단하게 연결하는 길이 방향 채널을 포함한다.
- [1875] 도 18를 참조하면, 이 실시예에서, 진동판 베이스 프레임은 진동판 구조를 결합하도록 구성된 제1 채널에 대해 예각으로 기울어진 제2 채널을 포함한다. 제2 채널은 코일/힘 발생 컴포넌트(B106)를 결합하도록 구성된다. 채널들 사이의 각도는 진동판 구조의 단부 면과 코일의 상대적인 배향에 상응함을 알 수 있을 것이다. 진동판 단부 면에 연결된 제1 채널은 실질적으로 L 자형 단면을 포함하여, 채널이 단부 면 및 진동판 구조의 인접한 주요 면에 원위치로 연결될 수 있어서, 연결의 강성을 향상시킨다. 복수의 측면 보강 판(B301, B306)은 제2 채널 내에서 연장되어, 진동판 어셈블리의 코일/힘 발생 컴포넌트(B106)에 연결됨으로써, 코일의 길이 방향 길이를 따라 분포된 위치들에서 단단하게 연결되고, 이에 의해 또한 그 사이의 접속의 강성을 향상시킨다.
- [1876] 이 예에서, 진동판 베이스 프레임은 길이 방향 진동판 베이스 프레임의 양 단부에 위치한 한 쌍의 아치형 단부 판(B301)을 포함한다. 각 판(B301)은 실질적으로 아치형/만곡된 말단 자유 에지를 포함한다. 각 아치형 단부 판의 외부 측면 상에 삼각형의 보강 용기부(stiffening ridge)(B302)가 측 방향으로 연장된다. 이 예에서, 어셈블리는 아치형 단부 판(B301)으로부터 이격되어 평행하게 연장되는 추가 중간/중심 아치형 판(B306)을 더 포함한다. 일부 실시예들에서, 단부 판(B301) 사이에 이격된 2개 이상의 중간 판(B306)이 있을 수 있다. 주요 베이스 판(B303)은 진동판 베이스 프레임의 너비 방향을 따라 길이 방향으로 연장되며, 진동판 구조의 너비에 대응한다. 단부 판은 주요 베이스 판(B303)의 일측으로부터 측 방향으로 연장된다. 아래쪽 버팀대 판(B304)은 주요 베이스 판(B303)의 길이 방향 에지로부터 아치형 판(B301, B303)의 대향 측면으로부터 측 방향으로 연장된다. 아래쪽 버팀대 판(B304)은 어셈블리(B107)의 가요성 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)에 인접하여 위치한다. 주요 베이스 판(B303)은 또한 진동판 베이스 프레임의 너비의 상당 부분을 따라 연장된다. 위쪽 버팀대 판(B305)은 주요 베이스 판(B303)의 길이 방향 에지로부터 측 방향으로 연장되고, 아래쪽 버팀대 판(B304)이 연장되는 에지에 대향하고 아래쪽 버팀대 판(B304)에 대향하는 방향으로 연장된다. 위쪽 버팀대 판(B305)은 각 아치형 판(B301, B303)의 아치형 에지의 일부분을 따라 연장된다. 또한 위쪽 버팀대는 진동판 베이스 프레임의 너비의 실질적인 부분을 따라 길이 방향으로 연장된다. 진동판 베이스부 프레임의 너비의 실질적인 부분을 따라 길이 방향으로 연장되는 아래쪽 베이스 판(B307)은 삼각형 보강재(B302)와 실질적으로 정렬하여 아치형 판(B301, B303)의 아래쪽에 인접하여 위치한다. 아래쪽 베이스 판은 가요성 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)와의 연결에 인접하여 힌지 어셈블리의 중심 영역으로부터 연장된다.
- [1877] 아래쪽 버팀대 판(B304)과 주요 베이스 판(B303)은 진동판 구조의 베이스 단부를 수용하고 연결하는 제1 채널을 그 사이에 형성한다. 아래쪽 베이스 판(B307) 및 주요 베이스 판(B303)은 두개의 아치형 단부 판(B301), 중심 아치형 판(B306) 및 위쪽 버팀대 판(B305)을 수용하고 연결하기 위해 제1 채널의 대향 측면 상에 제2 채널을 그 사이에 형성하고, 이러한 4개의 컴포넌트(B301, B306 및 B305)는 차례로 코일(B106)을 수용하고 연결한다.
- [1878] 도 16f를 다시 참조하면, 오디오 트랜스듀서의 조립된 상태에서, 코일 권선(B106)은 힌지 어셈블리(B107)의 진동판 베이스 프레임에 단단하게 부착된다. 코일 권선 짧은 변(B109)은 두개의 아치형 단부 판(B301)에 부착된다. 코일 권선 긴 변(B108 및 B117)은 아치형 단부 판(B301) 및 중심 아치형 판(B306)에 부착된다. 코일 권선 긴 변(B108)은 또한 위쪽 버팀대 판(B305)의 에지에 부착된다. 이러한 부분들은 예폭시 수지 접착제와 같은 접착제를 사용하여 부착될 수 있다. 다른 결합 방법도 또한 가능하다.
- [1879] 단부 판(B301), 삼각형 보강재(B302), 주요 베이스 판(B303), 아래쪽 버팀대 판(B304), 위쪽 버팀대 판(B305), 중간 아치(B306) 및 아래쪽 베이스 판(B307)을 포함하는 진동판 베이스 프레임 컴포넌트의 조합은 진동판 몸체 베이스의 영역에서 코일 권선(B106)에 단단하게 부착되고, 실질적으로 강성인 진동판 베이스 구조를 생성하고, 트랜스듀서의 FRO 내에서 공진하지 않는다.
- [1880] 진동판 베이스 프레임 및 권선(B106)의 질량은 진동판 어셈블리(B101)의 다른 부분들에 비해 비교적 높지만, 질량이 회전축(B116)에 가깝기 위치하기 때문에 회전 관성은 감소된다.

- [1881] 3개의 아치형 판(B301, B302 및 B306)은 코일 보강재로서 동작하고 각각은 회전축에 수직인 방향으로 연장되는 패널을 포함한다. 각 판(B301, B302, B306)의 아치형 예지는 코일(B117)의 제1 긴 변과 코일(B108)의 제2 긴 변 사이를 연결한다. 각 단부 판(B301, B302)은 코일(B106)의 각 짧은 변(B109)에 가까이 위치되고 바람직하게는 인접해 있고 코일(B117)의 제1 긴 변과 제1 짧은 변(B109) 사이의 대략 접합부로부터 대략 코일(B108)의 제2 긴 변 및 제1 짧은 변(B109) 사이의 접합부로 연장되고, 또한 회전축에 수직인 방향으로 연장된다. 이들 진동판 베이스 프레임 부분이 동일한 재료 피스로 제조되지 않는다면(본 실시예에서와 같이, 이는 하나의 필수 컴포넌트로서 소결됨), 바람직하게는 에폭시 수지 또는 시아노아크릴레이트와 같은 접착제를 사용하여 납땜, 용접 또는 접착과 같은 적절한 단단한 연결 방법이 사용된다. 접착제가 사용되는 경우, 접착제에 내재된 유연성이 시스템 성능을 제한하지 않도록 접착될 부분들 사이의 적절한 크기의 접촉 영역을 보장하도록 주의해야 한다.
- [1882] 이 실시예에서, 코일(B106)의 긴 변(B117 및 B108)은 형성기에 연결되지 않고 대신 코일 보강재들 사이의 영역에서 그 자체를 지지할 수 있을 정도로 충분히 두껍다는 것을 알 수 있을 것이다. 형성기는 그러나 대안적인 실시예에서도 사용될 수 있다.
- [1883] 3.3.1d 연결 블록(Connecting Blocks)
- [1884] 힌지 어셈블리(B107)는 트랜스듀서 베이스 구조 측면 상에 연결 블록(B205 및 B206)을 더 포함한다. 연결 블록은 전술한 바와 같이 4개의 얇고 편평한 가요성 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)에 단단하게 부착되고, 진동판을 트랜스듀서 베이스 구조에 링크시킨다. 서로 대략 직각인 굴곡 힌지 요소(B201a 및 B201b)의 배열은 블록(B205)에 연결된 오디오 트랜스듀서의 일측에 힌지 조인트(B201)를 형성하고, 유사한 배치의 가요성 힌지 요소(B203a 및 B203b)는 진동판이 회전축(B116)을 중심으로 회전하는 방식으로 움직이도록 구속되도록 블록(B206)에 연결되는 다른 측에서 힌지 조인트(B203)를 형성한다. 도 17e에는 오디오 트랜스듀서의 한쪽에 있는 힌지 어셈블리의 측면도가 자세히 나와 있다.
- [1885] 각 연결 블록(B205, B206)은 각 힌지 요소 쌍(B201a/B201b, B203a/B203b)의 단부를 결합하기 위해 실질적으로 각진 표면을 갖는 웨지 형상으로 형성된다. 연결 블록에 대한 다른 형상도 또한 예상된다. 일부 실시예들에서, 힌지 요소 쌍 둘다에 연결되는 단일 연결 블록이 제공될 수 있다.
- [1886] 연결 블록(B205 및 B206)은 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 사용하거나 당 업계에 공지된 임의의 다른 적절한 방법을 통해 트랜스듀서 베이스 구조 블록(B105)에 단단하게 부착될 수 있다. 그렇지 않으면, 각 연결 블록은 트랜스듀서 베이스 구조의 나머지 또는 다른 부분과 일체로 형성될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조 블록(B105)은 일부 구성에서 알루미늄으로 제조될 수 있지만, 다른 적절한 재료도 또한 예상된다. 이 진동판 베이스 프레임 및 연결 블록은 소결된 알루미늄과 같은 임의의 적합한 강성 재료로 제조될 수 있지만, 다른 재료에 의해 만들어질 수 있고 더 작은 부분들을 함께 용접 또는 납땜하는 것과 같은 방법을 사용할 수 있다.
- [1887] 진동판 베이스 프레임은 굴곡부의 진동판 측에 있는 힌지 어셈블리(B107)의 모든 부분을 포함하는 것으로 간주될 수 있다. 바람직하게는 모든 진동판 베이스 프레임 컴포넌트는 영률이 8GPa보다 높은, 보다 바람직하게는 20GPa보다 높은 재료로 제조된다. 유사하게, 연결 블록은 바람직하게는 영률이 8GPa보다 크거나, 보다 바람직하게는 20GPa보다 큰 재료로 만들어진다.
- [1888] 3.3.1e 트랜스듀서 베이스 구조 및 힘 발생(Transducer Base Structure and Force Generation)
- [1889] 다음은 본 발명의 실시예 B 오디오 트랜스듀서의 진동판 어셈블리(B101) 및 트랜스듀서 베이스 구조(B120)의 구성을 설명한다. 그러나, 전술한 가요성 힌지 어셈블리(B107)는 임의의 적절한 회전 가능한 동작 오디오 트랜스듀서 구성에 포함될 수 있으며, 본 발명은 이 실시예에 대해 설명된 구조/어셈블리의 조합에 한정되도록 의도되는 않는다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 힌지 어셈블리(B107)는 여기에 설명된 실시예 A, D, E, K, S, T, W 또는 X 오디오 트랜스듀서 중 어느 하나에 포함될 수 있다.
- [1890] 도 16e 및 도 16f를 참조하면, 트랜스듀서 베이스 구조(B120)는 (바람직하게는 알루미늄과 같은 실질적으로 강성인 재료로 만들어진) 베이스 블록(B105)을 포함한다. 베이스 블록(B105)은 자석 어셈블리를 일 단부에 수용하고, 힌지 어셈블리(B107)는 대향 단부에 수용한다. 트랜스듀서 베이스 구조(B120)의 자석 어셈블리는 (예를 들어 스틸로 제조된) 외부 폴 피스(B104 및 B103), 그 사이에 유지되는 (예를 들어 네오디뮴 등급 N52 NdFeB로 제조된) 자석(B102), 및 (예를 들어 연강으로 제조된) 내부 폴 피스 부분(B115)을 포함한다. 외부 폴 피스(B104, B103) 및 자석(B102)은 베이스 블록(B105)의 대응하는 실질적으로 편평한 표면 상에 적층된다. 내부 폴 부분(B115)은 만곡되고, 베이스 블록의 상부 표면으로부터 측 방향으로 연장되는 만곡된 브레이싱 부재(bracing member)에 대향하여 위치되도록 구성된다. 제 위치에서, 내부 폴 부분(B115)은 코일(B106)에 대해 그 사이에 접

을 제공하기 위해 외부 폴 피스(B104 및 B103)와 인접하지만 약간 이격되어 위치한다. 베이스 블록의 대향 단부에서, 계단형 영역/리세스는 힌지 어셈블리(B107)의 연결 블록(B205 및 B206)을 수용하고 단단하게 결합한다. 외측 폴 피스(B104, B103), 내부 폴 피스 및 연결 블록(B205, B206)은 모두 베이스 블록(B105)에 에폭시 수지 등의 접착제를 통해 접착되어 있다. 자석(B102)은 에폭시 수지와 같은 적합한 접착제를 통해 대향하는 주요 표면에서 대응하는 외부 폴 피스(B104, B103)에 접착된다. 그러나 대안적인 실시예의 경우 다른 적절한 결합 방법이 예상된다.

[1891] 이 예에서, 자석(B102)은 N 극이 외부 폴 피스(B103)에 연결된 면상에 위치되고 S 극은 외부 폴 피스(B104)에 연결된 면 상에 위치하도록 자화되지만, 대안적인 구성이 또한 적합할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 진동판 어셈블리(B101)는 동작 중에 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 대한 대략적인 회전축(B116)을 중심으로 회전하도록 구성된다.

[1892] 이 구성에 있어서, 자기 회로는 자석(B102), 외부 폴 피스(B103, B104) 및 2개의 내부 폴 피스(B115)에 의해 원 위치에서 형성된다. 자속은 외부 폴 피스(B103, B104)와 내부 폴 피스(B115) 사이의 작은 에어 갭에 집중된다. 외부 폴 피스(B103)와 내부 폴 피스(B115) 사이의 갭에서의 자속 방향은 전체적으로 대략 회전축(B116)을 향한다. 내부 폴 피스(B115)와 외부 폴 피스(B104) 사이의 갭 내의 자속 방향은 전체적으로 회전축(B116)으로부터 대략 떨어져 있다. 대안적인 실시예들에서는 자속 방향이 반대일 수 있음을 알 수 있을 것이다. 이 예에서, 코일 권선(B106)은 2개의 긴 변(B108 및 B117) 및 2개의 짧은 변(B109)을 갖는 대략 만곡된 직사각형 형상의 에나멜 피복된 구리선으로부터 권선된다. 원위치의 긴 변(B108)은 외부 폴 피스(B103)와 내부 폴 피스(B115) 사이의 작은 에어 갭에 대략 위치하며, 다른 쪽 긴 변(B117)은 외부 폴 피스(B104)와 내부 폴 피스(B115) 사이의 작은 에어 갭에 위치한다. 동작 중에, 전기 오디오 신호는 코일 권선을 통해 재생될 수 있고, 코일 권선 긴 변(B108)을 따른 전류는 다른 긴 변(B117)의 반대 방향으로 흐른다. 코일 권선의 긴 변(B108 및 B117) 모두에 의해 가해지는 토크는 설명된 전류 및 자속 방향으로 인해 동일한 방향으로 있다. 코일 권선(B106)은 충분히 두껍고, 에폭시와 같은 접착제로 함께 비교적 단단하게 접착되어, 바람직하지 않은 공진 모드가 바람직하게 FR0 외부에서 발생한다. 그것은 코일 형성기가 필요하지 않을 만큼 두꺼우며, 이것은 자속 갭이 자속 밀도를 높이고 오디오 트랜스듀서 효율을 향상시키기 위해 더 작게 만들어질 수 있다는 것을 의미하며 다른 모든 것은 동일하다. 자석 및 코일 권선의 이들 양태는 대안적인 실시예에서 변경될 수 있으며, 본 발명은 이러한 특징으로 제한되지는 않는다는 것을 알 것이다.

[1893] 도 16e은 오디오 트랜스듀서의 단면을 도시하고, 코일 권선의 긴 변(B108 및 B117)의 단면은 진동판 어셈블리(B101)의 회전축(B116)을 중심으로 하는 반경으로 만곡되어 있다. 코일 권선은 동작 중에 진동판이 회전함에 따라, 코일 권선의 긴 변(B108 및 B117)이 외부 폴 피스(B103 및 B104) 사이의 2개의 자속 갭(B122)의 영역 및 내부 폴 피스(B115)를 벗어나기 시작하기 전에, 변위 각도가 이용 가능하도록 오버행된다(overhung). 이러한 방식으로 높은 선형도의 구동 토크가 달성된다. 내부 폴 부분(B115)에 인접한 외부 폴 피스(B103 및 B104)의 내측 단부는 내부 폴 부분(B115)의 내측 상의 유사한 각도 또는 곡선과 일치하도록 각을 이루거나 만곡되어 있다. 이 구성은 코일 권선이 연장되도록 외부 및 내부 폴 피스 사이에 2개의 대략 구부러진 자속 갭(B122)을 형성한다. 특히, 코일 권선(B106)은 갭(B122)의 곡률에 대응하여 실질적으로 만곡된 형태를 갖는다. 이러한 방식으로, 진동판의 회전 동안, 회전 위치에 관계 없이 진동판에 실질적으로 균일한 토크가 인가된다. 갭(B122)은 코일 권선(B106)이 진동판의 일부 회전 위치에서 동작하는 동안 베이스 블록(B115) 내로 연장될 수 있도록, 베이스 블록(B105)의 대응하는 만곡된 리세스(B123)와 정렬된다.

[1894] 3.3.1f 진동판 구조(Diaphragm Structure)

[1895] 이 예에서, 힌지 어셈블리는 어셈블리의 양측에 한 쌍의 가요성 힌지 요소를 포함하고, 비교적 실질적으로 두꺼운 진동판 구조를 지지한다. 예를 들어, 진동판 몸체는 회전축으로부터 진동판 몸체의 가장 먼 주변까지의 길이의 15%보다 큰 최대 두께를 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는 회전축으로부터 진동판 몸체의 가장 먼 주변까지의 길이의 20%보다 큰 두께를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 진동판 몸체는 예를 들어, 섹션 2.2의 실시예 A에 대해 정의된 바와 같이, 몸체의 최대 치수(예를 들어 몸체를 가로 지르는 대각선 길이)의 약 11%보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 최대 치수의 약 14%보다 큰 최대 두께를 포함할 수 있다. 진동판 굴곡 공진 모드에 적절하게 견디는 기하 구조를 제공하기 위해서는 비교적 두꺼운 진동판 구조가 필요하다. 진동판의 순수 병진에 견디는 데 효과적인 힌지 어셈블리와 함께 사용하면, 넓은 대역폭에 걸쳐 원치 않는 공진 모드에 특히 강한 오디오 트랜스듀서가 된다. 이 예에서, 진동판 몸체 두께(B214)는 예를 들어 진동판 몸체 길이의 28% 일 수 있는 약 4.2mm일 수 있다. 이 두께는 구조에 향상된 강성을 제공하여 공진 모드를 동작 범위 밖으로 밀어 내도록 도와준다. 진동판 몸체의 기하 구조는 대체로 평면이다. 진동판 몸체(B118)의 관상면은 회전축(B116)으

로부터 실질적으로 바깥쪽으로 연장되어, 회전시 다량의 에어를 변위시킨다. 그것은 테이퍼링되어서, 회전 관성을 현저히 줄여, 향상된 효율성 및 과열 성능을 제공한다. 바람직하게는, 진동판 몸체는 진동판 어셈블리의 질량 중심(B222)으로부터 멀리 테이퍼링된다.

[1896] 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 예를 들어 본 발명의 구성 R1 진동판 구조와 관련하여 설명된 강성 진동판 구조를 포함할 수 있다. 구성 R1 진동판 구조의 특징 및 양태는 본 명세서의 섹션 2.2에 상세히 기재되어 있으며, 이는 본 명세서에 참고로 포함된다. 이 진동판 구조에 대한 간략한 설명만이 간결함을 위해 이하에 주어질 것이다. 이 진동판 구조는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 본 명세서의 섹션 2.2의 구성 R1-R4 또는 섹션 2.3의 구성 R5-R7에 기술된 바와 같은 임의의 진동판 구조로 대체될 수 있음을 이해할 것이다.

[1897] 도 16a 내지 도 16f를 참조하면, 상술된 힌지 시스템(B107)을 포함하는 오디오 트랜스듀서는 샌드위치 진동판 구성을 포함하는 진동판 구조를 갖는 진동판 어셈블리(B101)를 더 포함한다. 이 진동판 구조는 동작 중에 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위하여, 실질적으로 경량의 코어/진동판 몸체(B112) 및 진동판 몸체의 주요 면(B121) 중 적어도 하나에 인접하여 진동판 몸체에 결합된 외부 수직 응력 강화부(B110/B111)로 구성된다. 수직 응력 강화부(B110/B111)는 적어도 하나의 주요 면(B121)에 직접 인접하고 실질적으로 인접하여, 몸체의 외부에 및 (도시된 예에서와 같이) 적어도 하나의 주요 면(B121) 상에 또는 대안적으로 몸체 내에 결합될 수 있으며, 동작 중에 압축-인장 응력을 충분히 견딜 수 있다. 수직 응력 강화부는 동작 중에 몸체가 겪게 되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 진동판 몸체(B112)의 대향하는 주요 전방 및 후방 면(B121) 각각 상에 강화 부재(B110/B111)를 포함한다.

[1898] 진동판 구조는 코어 내에 내장되고 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고 및/또는 실질적으로 완화하기 위해 주요 면(B121) 중 적어도 하나에 대해 소정 각도로 배향된 적어도 하나의 내부 강화 부재(B113)를 더 포함한다. 내부 강화 부재(들)(B113)는 하나 이상의 외부 수직 응력 강화 부재(들)(B110/B111)(바람직하게는 양 측면에 - 즉, 각 주요 면)에 부착되는 것이 바람직하다. 내부 강화 부재(들)는 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고 및/또는 완화시키도록 동작한다. 바람직하게는 진동판 몸체의 코어 내에 복수의 내부 강화 부재(B113)가 분포된다.

[1899] 코어(B112)는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 재료로 형성된다. 코어 재료는 바람직하게는 발포 고무 또는 정돈된 3차원 격자 구조 재료이다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다.

[1900] 일부 실시예들에서, 이 예시적인 트랜스듀서의 진동판 구조의 내부 응력 강화부가 제거될 수 있다.

[1901] 이 진동판 구조는 상기 힌지 유형이 회전 유연성 및/또는 최대 변위를 손상시키지 않으면서 적어도 한 방향으로 병진 변위에 대한 높은 수준의 지지를 제공할 수 있기 때문에, 전술한 가요성 힌지 어셈블리와 함께 특히 잘 동작함으로써 원하지 않는 공진을 최소화하도록 최적화된다.

[1902] 이 구성에서 내부 강화부는 내부 전단을 최소화함으로써 진동판 과열 공진 문제를 해결한다. 힌지 어셈블리는 병진 운동에 대한 저항을 제공하여 전체-진동판 과열 공진 모드를 처리하면서 높은 진동판 편위 및 낮은 기본 공진 주파수를 허용한다.

[1903] 이러한 실시예 B의 예에서, 진동판 구조는 저밀도 코어(B112)의 5개의 웨지 사이에 그리고 4개의 각진 각도 탭(B114)을 따라 적층된 4개의 내부 강화 부재(B113)를 포함한다. 이러한 부분들은 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 사용하는 것과 같이 견고한 연결을 위한 임의의 적절한 방법을 사용하여 부착된다. 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 주요 면(B121)에 부착되고, 내부 강화 부재(B113)와 정렬되고, 위쪽 버팀대 판(B305)에 연결되는 얇은 평행 버팀대(B111)를 포함한다. 2개의 대각 버팀대(B110)를 포함하는 추가의 수직 응력 강화부는 진동판 몸체의 동일한 주요 면(B121)을 가로 질러 그리고 평행 버팀대(B111)의 상부 위에 교차 구성으로 부착되며 또한 위쪽 버팀대 판(B305)에 연결된다. 진동판 몸체의 다른 주요 면(B121)에는 아래쪽 베이스 판(B307)에 연결하는 것을 제외하고는 버팀대(B110, B111)가 또한 유사한 방식으로 부착된다. 버팀대는 바람직하게는 약 900Gpa의 영률(매트릭스 바인더 없음)을 갖는 초 고강도 탄소 섬유, 예를 들어 미츠비시 다이아리드(tsubishi Dialead)로 제조된다. 이들 부분들은 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제를 사용하는 것과 같은 임의의 적합한 연결 방법을 사용하여 서로 부착된다. 구성 R1-R4 진동판 구조에 대해 정의된 바와 같이, 다른 형태의 내부 및 외부 강화부, 코어 재료 및 부착 방법이 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다.

[1904] 진동판 구조는 다음 방식으로 힌지 어셈블리(B107)에 결합된다. (4개의 각도 탭(B114)의 면을 포함하는 진동판 몸체의 더 두꺼운 단부에서) 진동판 몸체의 단부 면은 힌지 어셈블리(B107)의 진동판 베이스 프레임의 주요 베

이스 판(B303)에 단단하게 결합된다. 얇은 평행 버팀대(B111)를 포함하는 수직 응력 강화부는 위쪽 버팀대 판(B305)에 연결된다. 2개의 대각선 버팀대(B110)를 포함하는 추가의 수직 응력 강화부는 또한 위쪽 버팀대 판(B305)에 부착된다. 다른 주요 면(B121)에서, 버팀대(B110 및 B111)는 힌지 어셈블리의 아래쪽 베이스 판(B307)에 부착된다.

[1905] 두꺼운 저밀도 진동판 몸체 코어(B112)의 바깥쪽에 연결된 비교적 높은 탄성률/강성 버팀대(B110 및 B111)의 사용은, 정면과 후면에서의 버팀대 사이에 달성된 분리와 관련된 면적 이점의 이차 모멘트를 최대화하는 두꺼운 기하 구조로 인하여 다시, 진동판 강성의 측면에서 유용한 복합 구조를 제공한다.

[1906] 동작 중에, 진동판 몸체(B112)는 에어가 회전/진동함에 따라 에어를 변위시키므로, 상당히 다공성이 아닌 것이 요구된다. 이 예에서 진동판 몸체는 합리적으로 높은 비탄성률로 인해 그리고 16kg/m^3 의 낮은 밀도를 가지기 때문에 EPS 발포 고무로 형성된다. 진동판 몸체 코어 재료는 바람직하게는 진동판의 팁 근처와 같은 임계 위치에서 큰 흡장(occlusion)을 포함하지 않는다. EPS 소재의 특성은 개선된 진동판 파열을 용이하게 하는데 도움이 된다. 강성 성능은 코어(B112)가 얇은 탄소 섬유 버팀대(B110 및 B111)에 일부 지지를 제공할 수 있게 하고, 이들은 매우 얇아서, 코어(B112) 없이도 39R0 내의 주파수에서 국부적인 가로 공진을 겪을 것이다. 적층된 내부 강화 부재(B113)는 개선된 진동판 전단 강성을 제공한다. 각 내부 강화 부재의 평면의 배향은 바람직하게는 진동판이 이동하는 방향에 대략 평행하고 또한 진동판 몸체(B119)의 길이 방향에 대략 평행하다. 진동판 몸체의 전단 강성을 돕기 위한 내부 강화 부재(B113)에 대해, 각 내부 강화 부재의 어느 한 면에 놓인 평행한 탄소 섬유 버팀대(B111)에 합리적으로 견고한 연결이 만들어질 필요가 있다. 또한, 진동판의 베이스 단부에서, 내부 강화 부재(B113)로부터 주요 베이스 판(B303)으로의 연결은 바람직하게는 단단하고, 이러한 강성을 돕기 위해 각도 탭(B114)이 사용된다. 각 탭(B114)은 각 내부 강화 부재(B113)에 연결하기 위한 큰 접착 표면적을 가지며, 전단력이 탭의 모서리 둘레로 전달되고, 그 나머지 면은 주요 베이스 판(B303)에 연결된 또다른 넓은 접착 표면 영역이다.

[1907] 이 실시예에서, 힌지 시스템 구성은 진동판 구조의 중립 위치/상태에서 트랜스듀서 베이스 구조의 길이 방향 축에 대해 소정의 각도로 진동판 구조가 배향되도록 된다. 이 각도는 바람직하게는 둔각이지만 실질적으로 직각이거나 심지어 예각일 수 있다. 진동판 몸체와 트랜스듀서 베이스 구조 사이의 상대적인 배향은 오디오 트랜스듀서의 전체 크기에 영향을 주어, 보다 콤팩트한 디바이스를 제공한다. 이 특정 예에서, 오디오 트랜스듀서는 비교적 작은 치수일 수 있다: 예를 들어, 회전축으로부터 측정된 바와 같이) 진동판 몸체 너비(B215) 및 진동판 몸체 길이(B213)는 모두 대략 15mm일 수 있다. 그러나, 많은 다른 크기가 애플리케이션 및 요구되는 FR0에 따라 또한 가능하고, 본 발명은 이들 치수에 제한되는 것으로 의도되지 않는다.

[1908] 3.3.1g 진동판 구조 하우징(Diaphragm Structure Housing)

[1909] 도 19a 내지 도 19f는 서라운드(B401), 주요 그릴(B402) 및 2개의 측면 보강재(B403)를 포함하는, 진동판 하우징에 장착된 도 16a 내지 도 16f에 도시된 "실시예 B" 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 오디오 트랜스듀서의 조립된 형태에서, 진동판 하우징은 진동판 구조(B101) 및 트랜스듀서 베이스 구조를 실질적으로 둘러싸고있다. 서라운드는 폴리카보네이트 플라스틱과 같은 플라스틱 재료로 만들 수 있으며 주요 그릴과 측면 보강재는 스탬프 및 프레스 알루미늄으로 만들 수 있다. 대안적으로 레이저 커팅 또는 소결과 같은 다른 공정에 의해 이러한 부분들이 만들어질 수 있으며, 더 뾰족한 주요 그릴 및 측면 보강재를 서라운드로 인서트 몰딩할 수 있다. 대안적으로 이 모든 부분을 알루미늄과 같은 재료로 만들어진 단일의 일체 부분으로 결합될 수 있고 소결될 수 있다.

[1910] 서라운드(B401)의 내부 표면은 임의의 적절한 방법을 사용하여 트랜스듀서 베이스 구조의 베이스 블록(B105)의 대응 외부 표면에 단단하게 결합된다. 이 예에서, 에폭시 접착제와 같은 접착제가 서라운드(B401)를 베이스 블록(B105)에 결합하는데 사용된다. 또한, 서라운드의 내부 표면은 외부 폴 피스(B103)의 외부 표면 및 자석(B102)에 단단하게 결합되는 것이 바람직하다. 서라운드는 트랜스듀서 베이스 구조 및 진동판 구조에 대해 형상 및 크기가 정해져 있어, 조립된 상태에서 (전체 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 전체 크기에 비해) 진동판의 측면들과 서라운드(B401) 사이에 약 0.01mm-1mm, 예를 들어 0.3mm의 비교적 작은 에어 갭(B406)이 존재하고(그러나 이 갭의 크기는 애플리케이션에 따라 다르다는 것을 인식할 것이다), 또한 진동판의 팁과 서라운드(B401) 사이에 비교적 작은 에어 갭(B405)(예를 들어, 측면에 인접한 것과 유사한 크기의 갭)이 존재한다.

[1911] 횡단면도 도 19e는 서라운드(B401)가 진동판 몸체의 팁에 인접하여 (작은 에어 갭(B405)을 가지고) 위치하도록 구성된 단부에 만곡된 표면을 가지고 있음을 보여준다. 이 곡선의 반경 중심은 오디오 트랜스듀서의 회전축(B116)에 대략 위치하여, 진동판이 회전함에 따라 실질적으로 균일한 에어 갭(B405)이 진동판 몸체의 서라운드와 자유 단부/팁 사이에서 유지된다. 에어 갭(B406 및 B405)은 작아서, 정상 동작 중에 존재하는 압력 차로 인

해 상당한 양의 에어가 통과하지 못하게 한다.

- [1912] 서라운드(B401)에는 장벽 또는 배플로 동작하는 벽이 있어, 후방으로부터 역위상(anti-phase) 방사선에 의해 진동판 앞쪽으로부터 방사선이 제거되는 것을 줄여준다. 애플리케이션에 따라 트랜스듀서 하우징(또는 다른 배플 컴포넌트)이 또한 전방 및 후방 음향 방사의 제거를 추가로 감소시키는 것이 바람직할 수 있음을 주목한다.
- [1913] 주요 그릴(B402) 및 2개의 측면 보강재(B403)는 에폭시 접착제와 같은 임의의 적합한 방법을 사용하여 서라운드(B401)에 단단하게 부착되거나, 대안적으로 서라운드와 일체로 형성된다. 주요 그릴과 두개의 측면 보강재도 트랜스듀서 베이스 구조에 또한 단단하게 부착되어 있다. 이들 진동판 하우징 컴포넌트는 모두 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 부착되기 때문에, 베이스 구조 어셈블리인 결합 구조는 불리한 공진 모드가 FRO 위에서 발생할 수 있도록 충분히 단단하다. 이를 달성하기 위해, 결합된 구조의 전체적인 기하 구조는 짧고 스퀘트한 것이 바람직하다. 또한, 진동판 주위로 연장되는 진동판 하우징의 영역은 주요 그릴(B402) 및 서라운드(B401)의 플라스틱 컴포넌트를 지지하는 강성 케이지를 형성하는 측면 보강재 (B403)에 포함된 삼각형 알루미늄 버팀대의 사용에 의해 보장된다.
- [1914] 진술한 바와 같이, 트랜스듀서 베이스 구조는 전방에서 후방으로 이동하는 에어에 대해 효과적으로 밀봉하기 위해 진동판 주위에 좁은 갭(B405 및 B406)을 갖는 진동판 하우징에 단단하게 장착된다. 진동판 하우징은 하나 이상의 구조 재료로 제조되며, 그 중 적어도 하나는 바람직하게는 알루미늄 또는 마그네슘과 같은 금속과 같이 높은 비탄성률을 가져서 상기 진동판 하우징이 충분히 단단하게 제조될 수 있다. 바람직하게는, 상기 재료는 적어도 8MPa/(kg/m³) 또는 보다 바람직하게는 적어도 20MPa/(kg/m³)의 비탄성률을 갖는다. 바람직하게는 상기 오디오 트랜스듀서에 단단하게 장착될 때, 진동판 하우징 진동 모드 및 진동판 하우징/오디오 트랜스듀서 시스템의 공진은 고주파수, 바람직하게는 FRO를 넘는 주파수에서 발생하며, 따라서, 상기 단단한 장착을 통해 그 다음 상기 단단한 힌지 어셈블리를 통해 경량의 진동판으로 전달된 다음, 진동판의 밝기에 의해 기계적으로 증폭되는 임의의 공진에 의해 야기되는 오디오 열화는 현저하게 잘 들리지 않는다.
- [1915] 이 실시예에서, 진동판 구조는 서라운드 구조의 내부와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 없는 주변을 포함하며, 이 예에서 진동판 하우징/트랜스듀서 베이스 구조이다. 진동판 구조와 관련하여 물리적 연결이 없는 주변은 본 명세서의 섹션 2.3에 자세히 설명되어 있다. 이 예에서, 진동판 구조의 거의 전체 주변은 하우징과의 물리적 연결이 없으며, 갭에 의해 도시된 바와 같이 하우징의 내벽으로부터 이격되어 있다. 그러나, 일부 변형 예에서, 진동판 구조의 주변은 부분적으로만 하우징과의 물리적 연결이 없지만, 여전히 물리적 연결은 현저히 없다. 예를 들어, 진동판 구조의 하나 이상의 주변 영역은 하우징의 내부와 물리적 연결이 없으며, 집합적으로 하나 이상의 주변 영역은 주변이 물리적 연결이 현저히 없도록 하기 위하여, 진동판 구조의 길이 또는 주변 둘레의 약 적어도 20%를 구성한다. 바람직하게는, 하우징의 내부와 물리적 연결이 없는 하나 이상의 주변 영역은 외주변의 약 적어도 30%를 구성한다. 보다 바람직하게는, 진동판 구조의 외주변은 외주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50%, 또는 가장 바람직하게는 외주변의 길이 또는 둘레의 적어도 80%를 따라 실질적으로 물리적 연결이 없다.
- [1916] 다른 구성에서, 실시예 B의 오디오 트랜스듀서는 진동판 하우징을 포함하지 않고, 오디오 트랜스듀서는 예를 들어 실시예 A 또는 실시예 E와 관련하여 설명된 하우징 및 분리 장착 시스템과 유사한 분리 장착 시스템을 통해 트랜스듀서 하우징에 수용되거나, 아니면, 본 명세서의 섹션 4.3에 요약된 원리에 따라 설계된 임의의 분리 장착 시스템에 의해 수용된다.
- [1917] 3.3.2 대체 힌지 시스템(Alternative Hinge Systems)
- [1918] 실시예 B 오디오 트랜스듀서의 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 원리에 따라 설계된 굴곡 힌지 시스템에 사용될 수 있는 힌지 어셈블리의 변형 예를 이제 도 20 내지 도 30을 참조하여 설명할 것이다. 달리 언급하지 않는 한, 힌지 어셈블리(B107)의 특징은 또한 다음 변형에 적용될 것이며, 대부분의 경우 간결성을 위해 차이점만 설명될 것이다. 예를 들어, 이러한 변형의 대부분은 비록 바람직하다 할지라도, 진동판에 부착된 트랜스듀싱 메커니즘 힘 발생 컴포넌트를 보여주지 않는다.
- [1919] 3.3.2a 만곡 힌지 조인트(Bending Hinge Joints)
- [1920] 도 20(a-e)는 본 발명의 힌지 어셈블리(C102)에 연결된 진동판 구조(C101)를 갖는, 예를 들어 실시예 B에서 설명된 것과 같은 오디오 트랜스듀서의 개략도를 도시한다. 이 힌지 어셈블리(C102)는 진동판 베이스 프레임(C103)을 포함하며, 이는 일측에서 진동판 구조(C101)에 연결되고 나머지 측에서 2개의 가요성 힌지 요소(C105a 및 C105b)를 포함하는 힌지 조인트(C105)에 연결된다. 진동판 베이스 프레임(C103)은 실시예 B와 관련하여 진술한 힌지 어셈블리(B107)의 진동판 베이스 프레임과 동일하거나 유사할 수 있다. 대안적으로, 진동판 베이스 프

레이은 예를 들어, 실시예 A, D, E, K, S, T, W 및 X의 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 임의의 진동판 베이스 프레임과 동일하거나 유사할 수 있다.

[1921] 도 20e에 도시된 바와 같이, 힌지 어셈블리 프로파일은 실시예 B 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 힌지 어셈블리(B107)의 것과 유사하지만, 어셈블리의 어느 한쪽에 하나씩 2개의 힌지 구조를 가지기보다는 이 힌지 어셈블리 변형 예(C102)는 어셈블리의 길이의 상당 부분을 가로 질러 연장되고 관련 진동판 구조(C101)의 너비의 상당 부분을 가로 질러 걸쳐 있도록 구성된 단일 길이 방향 힌지 어셈블리 구조를 포함한다. 이 설계는 회전축의 양 단부에 구속(restraint)을 제공하고 원하는 단일 자유도 결과를 얻는다. 서로에 대해 각진 한 쌍의 가요성 힌지 요소(C105a 및 C105b)는 진동판 구조의 너비를 가로 질러 원위치에서 위치에서 연장된다. 이 변형 예의 바람직한 구현에서, 한 쌍의 가요성 힌지 요소(C105a 및 C105b)는 서로에 대해 실질적으로 수직/직교하게 배향되고, 진동판 측상의 진동판 베이스 프레임(C103)에 인접한 접합부(C107)에서 단단하게 결합된다. 상기 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 바와 같이 다른 상대 각도가 또한 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 힌지 요소(C105a 및 C105b)는 각 평면 내에서 인장력/압축력에 견딜 수 있지만, 각 평면에 수직인 힘에 응답하여 굴곡/변형할 수 있도록 실질적으로 평면이고 얇다. 각 힌지 요소(C105a, C105b)의 대향 단부는 트랜스듀서 베이스 구조 측상의 단일 연결 블록(C104)을 단단하게 결합한다. 연결 베이스 블록(C104)은 진동판 구조의 너비의 상당 부분을 가로 질러 연장되도록 구성된 단일의 길이 방향 블록인 것을 제외하고는, 힌지 어셈블리(B107)와 관련하여 설명된 베이스 블록(B205 및 B206)과 유사하다. 조립된 형태에서 동작 중에, 진동판은 대략적인 회전축(C107)을 중심으로 회전하도록 구성된다. C109는 진동판 몸체의 관상면을 나타내고 C108은 진동판 몸체의 시상면을 나타낸다.

[1922] 힌지 어셈블리(C102)는 예를 들어 티타늄의 와이어 방전 가공(wire-electrical-discharge-machinig, WEDM)을 포함하여 상기 섹션 3.3.1b에 기술된 바와 같은 임의의 적절한 재료 및 방법으로 제조될 수 있다.

[1923] 도 21(a-d)는 본 발명의 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다. 도면은 힌지 어셈블리에 단단하게 결합된 진동판 어셈블리(C201)의 개략도를 도시한다. 힌지 어셈블리는 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 진동판 베이스 프레임과 동일하거나 유사할 수 있는 진동판 베이스 프레임(C202)을 포함한다. 특히, 진동판 베이스 프레임은 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리 및 바람직하게는 또한 전술한 바와 같은 관련 코일 권선을 단단하게 결합하도록 구성된다. 진동판 베이스 프레임은 어셈블리(B107)와 관련하여 알루미늄과 같은 이전에 설명된 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다. 진동판 구조에 각 힌지 조인트를 결합하기 위한 컴포넌트를 나타내기 위한 예시적인 목적을 위해 진동판 베이스 프레임이 여기에 도시되어 있음을 알 수 있을 것이다. 다른 컴포넌트가 대안적으로 사용될 수 있고/있거나 힌지 조인트가 진동판 구조에 직접 결합될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

[1924] 힌지 어셈블리는 또한 힌지 어셈블리의 진동판 베이스 프레임 단부에 연결된 한 쌍의 가요성 힌지 부재(C204, C205)를 더 포함한다. 힌지 부재의 대향 단부는 트랜스듀서 베이스 구조를 결합(및 부분을 형성)하도록 구성된 연결 블록(C203)에 단단하게 결합된다. 각 힌지 부재(C204 및 C205)는 서로에 대해 각진 한 쌍의 가요성 힌지 요소(C204a, b 및 C205a, b)를 각각 갖는다. 힌지 요소의 각 쌍은 힌지 조인트를 형성한다. 이 예에서, 2개의 힌지 조인트가 어셈블리의 양측에 제공되고, 조인트의 대응 요소는 동일한 부재/시트 재료에 의해 형성된다. 각 힌지 부재(C204, C205)는 원위치에서 진동판 구조의 너비의 상당 부분을 가로 질러 연장되도록 구성된다. 이 변형 예의 바람직한 구현에서, 한 쌍의 가요성 힌지 부재 및 각 조인트의 가요성 힌지 부재 쌍은 서로에 대해 실질적으로 수직/직교하게 배향된다. 상기 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 바와 같이 다른 상대 각도가 또한 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 힌지 요소는 각 평면 내에서 인장력/압축력에 견딜 수 있지만 각 평면에 수직인 힘에 응답하여 굴곡/변형할 수 있도록 실질적으로 평면이고 얇다. 제 위치에서, 힌지 요소는 의도된 회전축에 실질적으로 평행한 축에 대해서만 실질적으로 가요성인 것이 바람직하다. 연결 블록(C203)은 가요성 힌지 요소의 단부를 결합하기 위한 각진 표면을 갖도록 웨지 형상이다. 블록(C203)은 알루미늄과 같이 힌지 어셈블리(B107)에 대하여 설명된 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다.

[1925] 각 가요성 힌지 부재(C204, C205)는 부재의 너비의 실질적인 부분을 가로 질러 중앙으로 연장되는 중심 리세스를 포함하고, 이에 의해 감소된 너비의 두개의 가요성 힌지 요소(제1 힌지 부재에 대한 C204a/C205a 및 제2 힌지 부재에 대한 C204b/C205b)를 형성한다. 따라서, 힌지 요소는 이 예에서 공통 부재의 섹션이고, 전체적으로 이들은 진동판 어셈블리(C201)의 양측에 위치된 2 쌍의 가요성 힌지 조인트를 형성한다. 일부 실시예들에서, 이들 힌지 요소는 분리될 수 있고 중심 브릿지에 의해 연결되지 않을 수 있다. 이 힌지 어셈블리에 있어서, 진동판 어셈블리(C201)는 대략 회전축(C212)을 중심으로 회전하도록 구성된다. C211은 진동판 몸체의 관상면을 나타내고 C210은 진동판 몸체의 시상면을 나타낸다.

- [1926] 2 쌍의 가요성 힌지 요소(C204a/C204b 및 C205a/C205b)에 의해 형성된 2개의 힌지 조인트는 실시예 B 오디오 트랜스듀서의 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 2개의 힌지 조인트(B201 및 B203)와 유사하다. 이 예에서, 가요성 힌지 부재, 베이스 프레임(C202) 및 연결 블록(C203)은 일체로 형성될 수 있지만 바람직하게는 힌지 어셈블리의 이들 부분은 분리되고 임의의 적합한 단단한 고정 메커니즘을 통해 분리되어 서로 연결된다. 예를 들어, 힌지 어셈블리를 형성하기 위해, 가요성 힌지 요소(C204a, C204b, C205a 및 C205b)는 티타늄과 같은 재료의 단일 시트로부터 스탬핑 또는 레이저 커닝되고, 그런 다음 예를 들면 90도와 같은 원하는 상대 각도에 의해 시트를 접음으로써 제조될 수 있다. 접힘부(fold)의 모서리는 접착제, 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 임의의 적절한 고정 방법을 사용하여 진동판 베이스 프레임(C202)에 부착될 수 있다. 이 접힘부는 진동판 베이스 프레임(C202)의 실질적인 부분 또는 전체 너비로 연장되므로, 고정(예를 들어, 접착제) 표면적이 개선된다. 힌지 요소의 대향 단부는 예를 들어 적절한 접착제를 통해 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 임의의 적합한 고정 방법을 통해 연결 블록(C203)의 각 에지에 연결된다. 연결 블록(C203)은 힌지 요소와의 연결 표면적을 증가시키기 위해 각진 표면의 어느 한 단부에 납작해지거나 실질적으로 평면인 에지 영역을 포함한다. (트랜스듀서 베이스 구조 측 상의) 가요성 힌지 요소의 대향 단부는 또한 오디오 트랜스듀서의 상당 부분 또는 전체 너비에 걸쳐 있어, 향상된 연결(예를 들어, 접착) 표면적을 제공한다.
- [1927] 가요성 힌지 요소의 두께가 그 길이 및 너비를 따라 실질적으로 균일하고/하거나 일정하기 때문에(편평한 시트로부터 커팅됨), 모든 연결 조인트에 응력 레이저(stress raiser)가 존재하고, 연결 실패, 굴곡 분리(flexure breaking off) 또는 균열 뺏겨거림(fracture creaking)의 리스크가 있다. 이를 방지하기 위해 각 가요성 힌지 요소(C204a, C204b, C205a, C205b)의 너비는 연결 블록(C203) 및 진동판 베이스 프레임(C202)과 연결 조인트에 인접한 위치에서 증가한다. 환언하면, 가요성 힌지 요소(C204a, C204b, C205a 및 C205b)의 각 단부는 더 강한 연결을 이루기 위해 플랜지를 이룬다. 플랜지 영역/작은 반경은 각 연결 영역에 가까운 각 가요성 힌지 요소를 점진적으로 넓히기 위해 사용되며, 따라서 진동판이 회전함에 따라, 가요성 힌지 요소 내의 응력은 좁은 중간 영역의 응력과 비교하여 진동판 베이스 프레임(C202) 및 연결 블록(C203) 모두로의 연결 영역에서 감소된다. 예를 들어, 가요성 힌지 요소(C205a)는 연결 블록(C203)에 연결되는 영역(C209)에서 2개의 반경의 사용에 의해(즉, 플랜지를 포함) 점진적으로 넓어진다. 가요성 힌지 섹션(C205a)은 또한 진동판 베이스 프레임(C202)에 연결되는 영역(C208)에서 2개의 반경의 사용에 의해(즉, 플랜지를 포함) 점진적으로 넓어진다. 다른 3개의 가요성 힌지 요소(C204a, C204b 및 C205b)는 또한 연결 영역에서 유사한 플랜지를 포함한다.
- [1928] 도 22는 도 21와 관련하여 전술한 것과 유사한 또 다른 대안적인 힌지 어셈블리를 도시한다. 이 변형 예에서, 힌지 조인트(C301)는 진동판 어셈블리(C201)가 그 휴식/중립 위치에 있을 때 자연스럽게 만곡 상태에 있는 2개의 가요성 힌지 요소(C301a, C301b)를 포함한다. 진동판(C201)이 시계 방향으로 회전하기 시작하면, 가요성 힌지 요소(C301a)는 곧아지기 시작하고, 가요성 힌지 요소(C301b)는 더 많이 휘어지게 된다. 마찬가지로, 진동판(C201)이 중립 위치로부터 반시계 방향으로 회전하기 시작하면, 가요성 힌지 요소(C301b)는 곧게 되기 시작하고, 가요성 힌지 요소(C301a)는 더 많이 구부러진다. 가요성 힌지 요소는 굽힘/좌굴(buckling) 없이 인장력 및 압축력의 저항을 돕기 때문에 바람직하게는 단지 중립 상태에서 약간 구부러져 있으며, 이는 결국 모든 병진 모드 및 주요 진동판 회전 모드 이외의 회전 모드를 포함하는 과열 모드의 빈도를 증가시킨다. 이 변형에서 연결 블록(C303)은 가요성 힌지 요소의 각진 단부에 연결하기 위한 각진 에지를 포함한다. 진동판 어셈블리(C201)는 이 힌지 어셈블리를 통해 대략적인 회전축(C304)을 중심으로 회전하도록 구성되며, 유사한 베이스 프레임(C202)을 통해 힌지 어셈블리에 연결된다. 약간 만곡된 가요성 힌지 요소를 갖는 이 힌지 어셈블리는 더 곧은 가요성 힌지 요소를 갖는 힌지 어셈블리만큼 바람직하지 않으며, 그 밖의 모든 것은 동일하다.
- [1929] 도 23은 본 발명의 가요성 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다. 이 예에서, 힌지 조인트(C401)는 진동판 베이스 프레임(C405)으로부터 연결 블록(C404) 쪽으로 연장되는 3개의 가요성 힌지 요소(C401a-c)를 포함한다. 가요성 힌지 요소(C401a, C401b 및 C401c)는 실질적으로 평면이고 서로에 대해 각지므로, 이들의 결합된 효과는 힌지 어셈블리가 3개의 직교 축을 따라 병진 운동에 견디고, (회전축을 제외하고) 2개의 직각 축 주위로 회전 운동에 저항하게 한다. 각 힌지 요소는 단일 길이 방향 성분일 수 있거나 또는 이와 달리, 어셈블리의 양 측면에 적어도 하나의 섹션을 갖는, 길이 방향으로 이격된(연결되거나 분리된) 복수의 섹션을 포함할 수 있다. 가요성 힌지 요소는 실질적으로 고르게 방사상으로 변위될 수 있으며, 또는 어떤 경우에는 이와 달리 고르지 않게 적용된다. 진동판 베이스 프레임과 연결 블록 사이를 연결하고 서로에 대해 각진 2개 이상의 가요성 힌지 요소 중 임의의 개수가 있을 수 있다. 연결 블록(C404)은 가요성 힌지 요소(C401a-c)의 단부에 연결하기 위한 날카로운 오목한 표면을 포함한다. 진동판 베이스 프레임은 각 요소(C401a-c)의 대응 단부에 연결하기 위한 연결 플랜지를 포함한다. 연결 블록 및/또는 진동판 베이스 프레임은 가요성 힌지 요소의 대응 단부를 수용하기 위한 리

세스 또는 홈(groove)을 포함할 수 있다. 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 납땜 또는 접착제와 같은 임의의 적절한 연결 메커니즘이 힌지 요소를 진동판 베이스 프레임 및/또는 연결 블록에 연결하는데 사용될 수 있다. 이 어셈블리로, 진동판 어셈블리(C201)는 진동판 베이스 프레임에서 힌지 요소의 단부에 인접한 근사 회전축(C406) 주위로 회전하도록 구성된다.

[1930] 도 24(a-e)는 전술한 힌지 어셈블리(B107)의 원리에 따라 설계된 가요성 힌지 어셈블리의 또 다른 변형 예의 개략도이다. 이 힌지 어셈블리는 서로에 대해 기울어지고 그 길이의 중간에서 교차하는 평면을 가져 "X" 구성(이하, "X-굴곡" 힌지 조인트라고 칭함)을 형성하는 적어도 한 쌍의 실질적으로 평면인 힌지 요소/판(C505a 및 C505b)을 포함한다. 힌지 요소들의 각 쌍은 바람직하게는 서로에 대해 직교하지만 다른 상대 각도들이 가능할 수 있다. 이 예의 바람직한 구성에서, 2 쌍의 X-굴곡 힌지 조인트가 있으며, (어셈블리(B107)의 힌지 조인트의 구성과 유사하게) 진동판 몸체의 양측에 위치하도록 힌지 어셈블리의 각 측면에 하나씩 배치된다. 단일 길이 방향 X-굴곡 힌지 조인트가 대안적으로 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[1931] 진동판 어셈블리(C501)는 전술한 바와 같은 임의의 적절한 연결 메커니즘을 통해 코일 권선(C502)에 부착되는 진동판 베이스 프레임(C504)에 단단하게 결합된다. 가요성 힌지 요소(C505a, C505b, C601a 및 C601b)는 진동판 베이스 프레임(C504)에 단단하게 연결된 일 단부/에지 및 전술한 바와 같은 임의의 적절한 방법을 통해 다시 연결 블록(C503)에 단단하게 연결된 대향 단부를 갖는다. 제1 쌍의 가요성 힌지 요소(C505a 및 C505a)는 힌지 어셈블리의 일측에 제1 X-굴곡 구조, 힌지 조인트(C505)를 형성하고, 제2 쌍의 가요성 힌지 요소(C601a 및 C601b)는 나머지 측에 제2 X-굴곡 구조, 힌지 조인트(C601)를 형성한다. 이 힌지 어셈블리의 회전축(C507)은 각 쌍의 가요성 힌지 요소의 평면의 교차 선상에 대략 위치한다. C508은 진동판 몸체의 관상면을 나타내고 C509는 진동판 몸체의 시상면을 나타낸다.

[1932] 이 예에서, 진동판 베이스 프레임은 각 X-굴곡 구조의 실질적으로 분리된 단부를 수용하기 위한 대안적인 형태를 포함한다. 유사하게, 연결 블록(C503)은 X-굴곡 구조를 수용하기 위한 대안적인 형태를 포함한다.

[1933] 도 25(a-d)는 도 24와 관련하여 전술한 힌지 어셈블리를 도시하지만, 명료성을 위해 연결 블록(C503)은 제거되었다. 도시된 바와 같이, 각 X-굴곡 구조는 서로 인접하고 접촉하지만 겹치지 않는 한 쌍의 힌지 요소를 포함한다. 이 예의 대안적인 구성에서, 힌지 요소는 중첩될 수 있거나 약간 분리될 수 있다. 베이스 프레임(C504)은 코일 권선(C502)의 상하 길이 방향 내부 면에 연결하기 위한 상부 및 하부 측면 판과, 진동판 구조의 대응 단부면과 연결하기 위해 상부 및 하부 측면 판 사이를 연결하는 단부 판을 포함한다. 각 가요성 힌지 요소는 진동판 구조의 단부 면의 상부 또는 하부 에지에 인접하여 연결되도록 구성된다.

[1934] 도 26(a-e)는 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 원리에 따라 설계된 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다. 이 예에서, 어셈블리는 적어도 하나의 힌지 조인트(C702)를 포함하며, 결국 이 힌지 조인트는 서로에 대해 각을 이루지만 양 단부 에지에서 실질적으로 이격된 한 쌍의 가요성 힌지 요소(C702a 및 C702b)를 포함한다. 다시 말해서, 각 쌍의 힌지 요소는 베이스 프레임(C706) 단부와 연결 블록(C701) 단부에서 이격되어 있다. 이 예의 바람직한 구성에서, 두개의 힌지 조인트(C702 및 C703)가 존재하며, 진동판 어셈블리(C501)를 정지시키기 위해 위해 진동판 몸체(C710)의 시상면의 각 측면에 위치하도록 구성되며, 각 쌍은 관상면(C709)의 각 측면 상에 하나의 가요성 힌지 요소를 가진다. 베이스 프레임이 힌지 요소의 각 단부가 연결되는 각진 외부 테두리(rim)을 추가로 포함한다는 점을 제외하면, 진동판 베이스 프레임은 도 24 및 도 25에 도시된 힌지 어셈블리에 대해 설명된 것과 유사하다. 이 예에서 가요성 힌지 요소(C702a, C702b, C703a 및 C703b)는 진동판 베이스 프레임의 길이 방향 테두리 에지 중 하나에 단단하게 연결된다. 각 가요성 힌지 요소 쌍에 대해, 하나의 힌지 요소는 그 단부가 진동판 베이스 프레임(C502)의 길이 방향 에지 중 하나에 연결되고 다른 힌지 요소는 진동판 베이스 프레임(C502)의 다른 대향 길이 방향 에지에 연결된 대응 단부를 갖는다. 가요성 힌지 요소의 타 단부는 트랜스듀서 블록 구조를 결합하도록 구성된, 연결 블록(C701)에 연결된다. 연결 블록(C701)에 대한 이 힌지 어셈블리를 갖는 진동판 어셈블리의 회전축(C707)은 각 쌍의 가요성 힌지 요소들의 평면들의 교차점에 대략 위치한다. 가요성 힌지 요소들의 각 쌍의 평면들 간의 각도(C708)는 직각일 수 있거나 아니면 다른 각도가 충분할 수 있다. 이 예에서, 각도(C708)는 약 60도이다. 90도의 각도는 가장 낮은 원하지 않는 병진 및 회전 파열 모드의 빈도를 높이는 관점에서 더 좋을 수 있지만, 특정 애플리케이션에서는 적어도 60도의 각도도 또한 적절하게 수행할 것이다.

[1935] 도 27(a-d)는 도 24 및 도 25와 관련하여 전술한 것과 유사한 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다(연결 블록은 도시되지 않음). 이 예에서, 각 X-굴곡 구조, 예를 들어 힌지 조인트(C801)는 그 너비의 실질적인 부분 또는 전체를 따라 교차하는 한 쌍의 중첩하는 힌지 요소(C801a 및 C801b)를 포함한다. 두개의 X-굴곡 구조 힌지 조인트(C801 및 C802)는 이 예에서 진동판 어셈블리의 양측에 위치하지만, 단일 X-굴곡 힌지 조인트는 진동판

어셈블리의 너비를 따라 실질적으로 연장될 수 있음을 알 것이다. 가요성 힌지 요소(C801a 및 C801b)는 서로에 대해 직교 할 수 있다. 이 힌지 어셈블리의 경우, 진동판은 각 힌지 조인트의 힌지 요소의 교차점에 위치한 대략적인 회전축(C803)을 중심으로 회전하도록 구성된다. C804는 진동판 몸체의 관상면을 나타내고 C805는 진동판 몸체의 시상면을 나타낸다.

[1936] 도 28(a-b)는 도 27에 표시된 어셈블리에 대해 설명한 X-굴곡 구조, 힌지 조인트(C801)의 예를 보여준다. 힌지 요소(C801a/C801b)는 너비 전체에 걸쳐 일정한 단면을 포함할 수 있으며 예를 들어 티타늄으로부터 와이어 방전 가공(WEDM)을 사용하여 제조될 수 있다. 그러나, 전술한 바와 같이 다른 제조 방법 및 형태도 예상된다. 하나의 평면상의 가요성 힌지 요소(C801a)는 제1 평면에 대략 수직인 다른 평면에서 가요성 힌지 요소(C801b)를 통과하고, 이들은 교차점(C903)에서 연결된다. 전술한 바와 같이, 힌지 요소의 두께는 교차점(C903)에서 증가되어 응력 레이저로 인한 성능 저하를 완화하는데 도움이 된다.

[1937] 3.3.2b 비틀림 힌지 조인트(Torsional Hinge Joints)

[1938] 도 200(a-e)는 힌지 어셈블리(B107)의 원리에 따라 설계된 힌지 어셈블리의 또 다른 변형 예의 개략도이다. 힌지 어셈블리는 예를 들어 비틀림 빔의 형태일 수 있는 적어도 하나의 길이 방향의 실질적으로 탄성적인 비틀림 부재를 포함하며, 비틀림 부재는 서로에 대해 각을 이루고 교차점에서 연결되는 한 쌍의 가요성 및 탄성의 길이 방향 힌지 요소를 가진다.

[1939] 이 예의 바람직한 구성에서, 비틀림 부재는 진동판 어셈블리(C001)의 양측에 위치되어 2개의 힌지 조인트(C1005 및 C1006)를 형성한다. 각 비틀림 부재는 비틀림에 대해 탄성이지만, 압축, 인장 및 전단력에 대응하여 실질적으로 단단하다(rigid)/뻣뻣하다(stiff). 제1 비틀림 힌지 조인트(C1005)는 한 쌍의 힌지 요소(C1005a 및 C1005b)를 포함하고 제2 비틀림 힌지 조인트(C1006)는 한 쌍의 힌지 요소(C1006a 및 C1006b)를 포함한다. 2쌍의 힌지 요소는 (2개의 별개의 비틀림 부재를 형성하기 위해) 분리되어, 진동판 어셈블리의 양측에 연결될 수 있거나, 또는 대안적으로 2개의 쌍은 연결되거나 일체화되어 진동판의 너비를 가로 질러 실질적으로 진동판의 양측을 지나서 연장되는 단일 비틀림 부재를 형성할 수 있다. 이 예에서, 힌지 요소는 각 조인트 내의 단일 비틀림 부재의 섹션이다. 각 비틀림 힌지 조인트의 힌지 요소는 바람직하게는 다른 각도가 예상되더라도 서로에 대해 직각으로 각을 이룬다. 각 쌍의 힌지 요소(C1005a/C1005b 및 C1006a/C1006b)는 의도된 회전축에 실질적으로 평행한 방향으로 진동판의 각 측면을 지나 실질적으로 돌출(project)/돌출(protrude)한다. 각 비틀림 부재는 실질적으로 L 자형 단면을 포함한다. 조립된 상태에서, L 자형 부재의 내부 표면은 진동판 어셈블리를 향한다. 이러한 방식으로, 각 쌍의 하나의 힌지 요소는 한 면에 인접하거나 대향하여 진동판을 지지하고, 한 쌍의 다른 힌지 요소는 진동판의 인접면을 지지한다. 각 비틀림 부재의 일 단부는 진동판 어셈블리(C001)의 단부 면에 단단하게 연결된다. 이러한 연결은 다른 예들에서 앞서 기술된 바와 같이 직접 또는 진동판 베이스 프레임(C1002)을 통해 이루어질 수 있다. 진동판 어셈블리로부터 먼 각 비틀림 부재(C1006 및 C1005)의 말단부는 연결 블록(C1004 및 C1003)에 의해 각각 지지된다. 각 연결 블록(C1003, C1004)은 트랜스듀서 베이스 구조에 원위치에서 단단하게 연결되고/되거나 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성한다.

[1940] 각 비틀림 부재는 빔의 각 힌지 요소의 평면에서 인장력, 압축력 및 전단력에 견딜 수 있는 실질적으로 강성인 재료 및/또는 기하 구조로 형성된다. 예를 들어, 비틀림 부재는 티타늄과 같은 실질적으로 높은 탄성을 재료로 제조된다. 진동판 베이스 프레임(C1002) 및 연결 블록(C1003, C1004)은 바람직하게는 높은 비탄성률을 갖는 실질적으로 강성인 재료로 형성된다. 예를 들어, 진동판 베이스 프레임 및 연결 블록은 또한 티타늄으로 형성될 수 있지만, 이들 컴포넌트의 강성을 증가시키기 위해 비틀림 부재보다 더 두껍게 형성된다. 비틀림 부재(들)는 임의의 적합한 연결 방법을 통해 진동판 베이스 프레임(C1002)에 단단하게 연결되며, 예를 들어 에폭시 수지와 같은 적절한 접착제를 사용하여 접착되거나 용접될 수 있다. 비틀림 부재(들)는 또한 임의의 적합한 방법을 통해 연결 블록(C1003, C1004)에 단단하게 연결되며, 예를 들어, 이들은 에폭시 수지와 같은 적절한 접착제를 사용하여 접착되거나 용접될 수 있다. 진동판 베이스 프레임(C1002)은 다시 접착제 또는 용접을 통해서와 같은 임의의 적합한 연결 방법을 통해 진동판 어셈블리(C001)에 단단하게 연결된다. 또한, 연결 블록(C1003, C1004)은 접착제 또는 용접을 통해서와 같은 임의의 적합한 연결 방법을 통해 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조에 단단하게 연결된다. 대안적인 실시예에서, 상술한 컴포넌트에 대한 다른 접속 방법이 사용될 수 있거나 또는 컴포넌트가 몇몇 구성에서 일체로 형성될 수 있음을 알 것이다. 2개의 비틀림 힌지 조인트(C1005 및 C1006)는 대략적인 회전축(C1009)을 중심으로 회전하도록 비교적 높은 유연성을 제공하고, 다른 모든 회전 및 병진 방향에서 비교적 낮은 유연성을 제공하여, 이는 관련된 파열 진동수를 FR0의 범위 밖으로 밀어내는데 도움이 된다. C1010은 진동판 몸체의 관상면을 나타내고 C1011은 진동판 몸체의 시상면을 나타낸다.

- [1941] 도 30(a-f)는 도 200과 관련하여 설명된 힌지 어셈블리의 비틀림 부재의 단면 형상/형태의 변형을 도시한다. 이들 도면에 도시된 각 비틀림 부재 설계는 대략 회전축(C1101)을 중심으로 하는 회전에 대한 비교적 높은 유연성 및 다른 모든 회전 및 병진 방향에서의 비교적 낮은 유연성/높은 강성을 달성한다. 달리 말하면, 각 부재는 비틀림에서는 실질적으로 탄성 및 가요성이지만, 압축, 인장 및 전단력에 대응하여 실질적으로 단단하다/뻣뻣하다. 도 30a는 빔의 두개의 힌지 요소(C1102a-b)가 서로에 대해 각을 이루고 인접한 단부에서 분리/접촉하지 않는 비틀림 힌지 조인트(C1102)를 도시한다. 하나의 힌지 요소는 진동판 어셈블리의 일면에 결합될 수 있고 다른 힌지 요소는 인접 면에 결합될 수 있다. 조합하여 비틀림 힌지 조인트를 형성한다. 도 30b는 서로에 대해 각진 2개의 가요성 힌지 요소 또는 섹션(C1103a-b)을 갖는 실질적으로 아치형/만곡된 길이 방향 물체를 포함하는 비틀림 힌지 조인트(C1103)를 도시한다. 각 힌지 요소는 이 실시예에서 동일한 부재의 섹션이다. 물체의 일 에지에 인접한 제1 가요성 힌지 요소(C1103a)는 진동판 어셈블리의 제1 면을 결합하도록 구성될 수 있고, 대향 에지에 인접한 섹션 가요성 힌지 섹션(C1103b)은 진동판 어셈블리의 제2면을 제1 면에 인접하여 결합하도록 구성된다. 도 30c는 2개의 가요성 힌지 요소(C1104a-b)를 포함하는 비틀림 힌지 조인트(C1104)를 도시한다. 도 30d는 회전축(C1101)을 형성하는 공통 축에서 균일하게 반경 방향으로 이격되어 교차하는 3개의 가요성 힌지 요소(C1105a-c)를 포함하는 비틀림 힌지 조인트(C1105)를 도시한다. 도 30e는 중심 섹션의 대향 측면상의 2개의 다른 가요성 힌지 섹션(C1106a 및 C1106c)에 대해 각을 이루는 중심 가요성 힌지 섹션(C1106b)을 갖는 U자형 또는 말굽형 비틀림 힌지 조인트(C1106)를 도시한다. 도 30f는 실질적으로 원통형이지만 물체의 길이를 따라 리세스를 갖는 비틀림 힌지 조인트(C1107)를 도시하며, 그에 따라 물체는 서로에 대해 각진 다수의 힌지 요소 섹션(C1107a-d)을 포함한다. 이 예에서 서로에 대해 각진 단일 부재의 복수의 균일하게 이격된 가요성 힌지 섹션은 비틀림 힌지 조인트를 형성한다.
- [1942] 도 30c 및 도 30d뿐만 아니라 도 20 내지 도 29의 예에서, 한 쌍의 힌지 요소 사이의 배향 변화는 갑작스럽거나 날카롭다. 반면에, 도 30b, 도 30e 및 도 30f의 예들에서, 힌지 요소들 간의 배향 변화는 점진적이거나 매끄럽다.
- [1943] 도 29 및 도 30의 예에서, 힌지 요소는 비틀림 부재의 벽 또는 복수의 벽을 형성한다. 일부 구성에서, 벽은 실질적으로 평면이고, 다른 경우에 벽은 만곡되거나 실질적으로 아치형이다. 예를 들어, 도 29a 내지 도 229e, 도 30a, 도 30c 및 도 30d는 실질적으로 평면인 벽을 갖는 비틀림 부재를 도시하고, 도 30b, 도 30e 및 도 30f는 실질적으로 만곡된 벽을 갖는 비틀림 부재를 나타낸다.
- [1944] 도 30e 및 도 30f의 실시예 경우에서 알 수 있는 바와 같이, 가요성 요소가 실질적으로 비틀림으로 동작하는 경우, 회전축(C1101)은 반드시 요소에 의해 점유된 평면의 교차점에 있지는 않다는 것을 유의해야 한다. 유한 요소 해석은 회전축의 위치가 결정될 수 있는 한 가지 방법이다.
- [1945] 도 31은 도 29와 관련하여 설명된 것과 유사한 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다. 이 힌지 어셈블리에서, 각 비틀림 힌지 조인트(C1201 및 C1207)는 각 길이 방향의 가요성 힌지 요소가 요소의 길이를 따라 변하는 단면 두께를 포함하는 것을 제외하고는 도 200과 관련하여 기술된 것과 유사하다. 특히, 각 가요성 힌지 요소(C1201a, C1201b, C1207a 및 C1207b)는 진동판 베이스 프레임(C1002) 및/또는 연결 블록(C1003, C1004)을 결합하도록 구성된 요소의 섹션에서 증가된 두께의 영역을 포함한다. 각 힌지 요소의 두꺼운 섹션과 얇은 섹션 사이의 교차점에서 두께의 변화는 (예를 들어, 위치(C1203-C1206)에서) 점진적이라도 테이퍼링되고(예를 들어, 반경이 이 영역에 존재한다), 이는 응력 레이저로 인한 성능 저하를 완화한다. 대안적인 실시예들에서는 두께의 변화가 계단형일 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 가요성 힌지 요소(C1201a)는 진동판 베이스 프레임(C1002)에 가까이 두께가 점진적으로 증가하는 영역(C1205)에서 작은 반경/테이퍼를 가지며, 연결 블록(C1004)에 가까이 두께가 점진적으로 증가하는 영역(C1203)에서 또한 작은 반경/테이퍼를 갖는다. 유사하게, 굴곡 힌지 요소(C1201b)는 진동판 베이스 프레임(C1002)에 가까이 두께가 점진적으로 증가하는 영역(C1206)에서 작은 반경/테이퍼를 가지며, 연결 블록(C1004)에 가까이 두께가 점진적으로 증가하는 영역(C1204)에서 또한 작은 반경/테이퍼를 갖는다. 더 두꺼운 부분은 도 29의 오디오 트랜스듀서의 유사한 영역과 비교하여 정상 동작 중에 덜 응력을 받을 것이기 때문에, 이에 따라 이들 부분은 진동판 베이스 프레임(C1002) 또는 연결 블록(C1003 및 C1004)에 용접되지 않고 접촉될 수 있다. 예폭시 접촉체는 접촉 불량, 균열 형성 및 동작 중 삐걱거리거나 파열되는 제한된 리스크를 가지고 대신 사용될 수 있다. 그러나 용접과 같은 대안적인 연결 방법이 사용될 수 있음을 이해할 것이다.
- [1946] 도 32는 각 가요성 힌지 요소가 감소된 단면 너비의 (요소의 돌출부에서의) 중간 영역을 포함한다는 것을 제외하고는, 도 29에 대해 설명된 어셈블리와 유사한 힌지 어셈블리의 또 다른 변형을 도시한다. 다시 말해서, 각 힌지 요소는 요소가 진동판 베이스 프레임(C1002) 및 연결 블록(C1003, C1004)에 연결되는 영역에서 증가하는

단면 너비를 포함한다. 이는 가요성 힌지 요소(C1301a, C1301b, C1307a 및 C1307b)가 더 넓은 단부 섹션 사이에서 연장되는 중간 섹션에서 더 좁아지는 것을 의미한다. 바람직하게는 중간의 좁은 섹션은 각 요소의 길이의 실질적인 부분을 포함한다. 각 힌지 요소의 더 넓은 섹션과 더 좁은 섹션 사이의 교차점에서 너비의 변화는 (예를 들어, 영역(C1303, C1304, C1305 및 C1306)에서) 테이퍼링되고, 이는 더 넓은 영역으로부터 더 좁은 영역으로 그리고 그 반대로 단면이 점진적으로 변화한다는 것을 의미하고, 이는 응력 레이저로 인해 성능 저하를 완화시킨다. 더 넓은 부분은 도 200의 오디오 트랜스듀서의 더 작은 영역과 비교하여 정상 동작 중에 덜 응력을 받게 될 것이므로, 이에 따라, 이들 부분은 진동판 베이스 프레임 또는 연결 블록에 반드시 용접될 필요가 없고, 접착제와 같은 더 약한 연결이 대신 사용될 수 있다. 전술한 확장(widening)은 접착 불량, 균열 형성 및 동작 중 부분이 빠격거리거나 파열될 리스크를 제한한다. 그러나 용접과 같은 대안적인 연결 방법이 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[1947] 상기 비틀림 부재의 각 예에서, 비틀림 부재는 실질적으로 평행하게 그리고 회전축에 근접하게 연장되도록 배치되고, 진동판의 관상면에 수직인 방향으로 높이를 갖는 것이 바람직하며, 밀리미터로 측정된 높이는 그램 단위로 측정된 진동판 어셈블리의 질량의 대략 두배보다 크다. 바람직하게는 비틀림 부재는 진동판에 평행하고 축에 수직인 방향으로, 그램으로 측정된 진동판 어셈블리의 질량의 약 2배보다 큰 밀리미터로 측정될 때의 너비를 가진다. 바람직하게는 비틀림 부재는 그램 단위로 측정된 진동판 어셈블리의 질량의 약 4배보다 큰, 보다 바람직하게는 6배보다 큰, 가장 바람직하게는 8배보다 큰 밀리미터로 측정된 너비 및 높이를 가진다.

[1948] 상기 비틀림 부재의 각 예의 대안으로 또는 부가적으로, 각 비틀림 부재의 너비 및 높이는 회전축으로부터 진동판 구조/몸체의 가장 먼 주변까지의 진동판 구조 또는 몸체의 길이의 3%보다 크다. 보다 바람직하게는, 너비 및 높이는 진동판 몸체/구조와 관련된 (회전축으로부터 가장 먼 주변까지의) 길이의 4%보다 크다. 바람직하게는, 하나 이상의 비틀림 부재는 회전축에 수직인 방향으로의 평균 치수를 가지며, 이는 정상 동작 중에 크게 변형되는 비틀림 스프링 부재 길이의 부분을 따라 계산된 바와 같이, (많은 강도를 제공하지 않는 접착제 및 와이어를 제외하는) 평균 단면적의 제공근의 2배보다 크거나, 보다 바람직하게는 3배보다 크거나, 보다 바람직하게는 정상 동작 중에 크게 변형되는 스프링 길이의 부분을 따라 계산된 바와 같이, 평균 단면적의 제공근의 4배보다 크다. 바람직하게는, 적어도 하나 이상의 비틀림 부재가 회전축에 또는 그 근처에 장착되고, 조합하여, 진동판이 회전축에 수직인 임의의 방향으로 작은 순수한 병진을 겪을 때 복원력의 적어도 50%를 직접 제공한다.

[1949] 3.3.3 실시예 D 오디오 트랜스듀서(Embodiment D Audio Transducer)

[1950] 간단히 도 33e를 참조하면, 전술한 원리들에 따른 굴곡 힌지 어셈블리가 본 발명의 대안적인 오디오 트랜스듀서 실시예에서 구현되는 것으로 도시되어 있다. 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(D104)에 힌지 결합된 진동판 어셈블리(D101)를 포함한다. 힌지 어셈블리는 도 26과 관련하여 기술된 것과 유사하고, 적어도 하나의 가요성 힌지 조인트(D112)(바람직하게는 2개가 진동판 어셈블리의 양쪽에 위치함)를 포함하고, 각 힌지 조인트(D112)는 서로에 대해 각을 이루고 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조(D104)에 단단하게 결합된 한 쌍의 가요성 힌지 요소(D112a, D112b)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 힌지 요소(D112a-b)는 코일 권선(D116)을 결합하여 일단에서 진동판 어셈블리에 연결되고, 트랜스듀서 베이스 구조의 대향 단부에서 연결 블록(D113)을 결합한다. 가요성 힌지 요소의 단부는 이들 영역에서 연결을 강화시키기 위해 두껍게 되고/되거나 넓어진다. 각 힌지 요소는 재료의 평면에서의 압축 및 인장력에 견디도록 실질적으로 강성인 재료로 형성된다. 또한, 각 구조는 진동판 어셈블리의 의도된 회전축에 직교하는 축을 중심으로 한 회전에 저항할 수 있지만, 진동판 어셈블리의 회전축에 대한 회전의 관점에서 유연하다. 실시예 B의 힌지 어셈블리(B107)에 대해 설명된 바와 같이 트랜스듀서의 FRO 내에 원하지 않는 공진을 최소화하기 위하여, 각 힌지 요소는 또한 일 단부에서 진동판 어셈블리와, 대향 단부에서 트랜스듀서 베이스 구조에 밀접하게 관련된다.

[1951] 이 특정 실시예에서, 진동판 어셈블리는 방사상으로 이격된 다수의 진동판 구조를 포함한다. 진동판 어셈블리는 코일 권선(D116)에 차례로 연결되는 강성 측면 프레임(D107, D108)에 의해 외측/외주변에 연결된 3개의 진동판(D101, D102, D103)을 포함한다. 각 측면 프레임은 알루미늄으로 구성될 수 있다. 각 진동판 구조는 각 진동판 몸체의 주요 면 상에 코어, D118, D119 및 D120, 수직 응력 강화부(D109, D110, D111)를 포함하고, 섹션 2.2 하의 구성 R1-R4 진동판 구조에 기재된 바와 같은 각 진동판 내에 내장된 내부 전단 응력 강화 부재를 포함한다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.3에 정의된 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.

[1952] 트랜스듀서 베이스 구조는 자석(D104), 외부 폴 피스(D105 및 D106), 베이스 블록(D113) 및 내부 폴 피스(D117)를 포함한다. 힌지 시스템의 각 가요성 힌지 요소는 일 단부(D115)에서 코일 권선(D116)에 그리고 타 단부(D114)에서 베이스 블록(D113)에 단단하게 부착된다. D125는 진동판 어셈블리의 시상면과 모든 세개의 진동판

구조를 나타낸다. D121은 진동판(D101)의 관상면을 나타낸다. D122는 진동판(D102)의 관상면을 나타낸다. D123은 진동판(D103)의 관상면을 나타낸다. 수직 응력 강화부(D109, D110, D111)는 회전축(D124)에서 먼 또는 진동판 어셈블리(D126)의 베이스 영역에서 먼 영역에서 각 진동판 몸체의 주요 면을 덮지 않는다. 본 명세서의 섹션 2.2 또는 2.3에 기술된 임의의 다른 진동판 구조가 이용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 각 진동판의 강성을 향상시키기 위해 각 진동판 몸체(D118, D119 및 D120)의 베이스 면에 진동판 베이스 강화부(D127, D128 및 D129)가 제공될 수 있다.

- [1953] 도 34는 실질적으로 원통형인 진동판 어셈블리 하우징이 합체된 도 33의 오디오 트랜스듀서를 도시한다. 트랜스듀서 베이스 구조는 진동판 하우징에 단단하게 부착되어 있다. 하우징은 진동판 하우징 몸체(D203)와 2개의 진동판 하우징 측면(D204)을 포함한다. 각 진동판 하우징 측면의 다수의 벤트 구멍(vent hole)(D205)은 동작 중에 진동판이 한 방향으로 회전함에 따라 에어가 한 쪽에서 화살표(D201)의 방향으로 들어와서, 화살표(D202)를 따라 다른 쪽으로 나갈 수 있게 한다. 진동판 하우징은 콤팩트하고 견고한 기하 구조이며, 트랜스듀서의 FRO에 대해 공진하지 않도록 설계되는 것이 바람직하다. 이 트랜스듀서는 인클로저 또는 배플에 장착되어, 다른 쪽 밖으로 발산(emanate)되는 네거티브 음압이 있는 트랜스듀서의 한 쪽으로부터 발생하는 포지티브 음압이 제거되는 것을 방지하는데 도움이 될 수 있다. 이 트랜스듀서는 진동판의 기계적 공진 없이 큰 주파수 대역폭에서 동작할 수 있기 때문에, 예를 들어 본 명세서의 섹션 4에 기술된 바와 같은 본 발명의 분리 장착 시스템을 이용함으로써 인클로저 또는 배플로부터 트랜스듀서를 분리하는 것이 또한 바람직하다.
- [1954] 여러 개의 진동판을 사용하면 (최소한의 에너지 저장의 결과로서) 저음 주파수에서 높은 음압 레벨, 콤팩트한 폼 팩터 및 높은 음질이 필요한 애플리케이션에 유용하다.
- [1955] 이 드라이버는 이 문서에 설명된 다른 힌지 어셈블리 중 임의의 것을 사용하도록 구성될 수 있다. 드라이버의 크기는 애플리케이션에 따라 더 많은 에어를 변위시키기 위해 크기를 늘리거나(scale up), 고주파수 응답을 개선하기 위해 크기를 줄일(scale down) 수 있다.
- [1956] 3.3.4 개인 오디오 애플리케이션(Personal Audio Application)
- [1957] 본 명세서에 설명된 가요성 힌지 시스템의 변형 예 및/또는 실시예 D 오디오 트랜스듀서를 포함하는 실시예 B 오디오 트랜스듀서는 개인용 오디오 디바이스에 통합될 수 있다. 섹션 5에 정의된 대로, 개인용 오디오 디바이스는 예를 들어, 헤드폰 또는 버드 이어폰에서 사용시 귀의 10cm 이내에 위치하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 섹션 5의 실시예 K, W 및 X에서 설명된 오디오 디바이스의 오디오 트랜스듀서는 실시예 B 또는 D 오디오 트랜스듀서에 의해 대체될 수 있고, 및/또는 본 명세서에 설명된 가요성 힌지 시스템 중 임의의 것은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 이들 실시예에서 구현될 수 있다.
- [1958] 4. 분리 장착 시스템 및 이를 포함하는 오디오 트랜스듀서(DECOUPLING MOUNTING SYSTEMS AND AUDIO TRANSDUCERS INCORPORATING THE SAME)
- [1959] 4.1 서론(Introduction)
- [1960] 인클로저로부터 종래의 오디오 드라이버를 분리하는 단점은, 드라이버에 내재된 공진이 인클로저로 소산(dissipate)될 수 없기 때문에 실제로 악화될 수 있다는 점이다. 또한 얇은 막 진동판과 고무 서라운드 서스펜션을 갖는 일반적인 기존 드라이버를 분리하면, 동작 대역폭에서 오디오 재생을 흐리게 하는(cloud) 진동판과 서라운드 공진이 있기 때문에, 결과적으로 인클로저 공진 여기의 감소로 인해 주관적인 사운드 품질을 크게 향상시키지 못한다. 따라서 이점은 제한적이며 분리의 장점은 단점과 그에 따른 비용의 가치가 없을 수 있다.
- [1961] 유사하게, 더 큰 저음 드라이버-인클로저 시스템으로부터 소형 예를 들어 미드레인지 드라이버-인클로저 시스템을 분리하는 것은, 후자 시스템의 여기가 감소하더라도 이전 시스템에 내재된 내부 공진이 소산되지 않을 것이라는 불리한 면이 있다는 것을 의미한다.
- [1962] 분리 시스템은 예를 들어 운송 중에 손상이 발생할 가능성이 증가하고 제품의 복잡성과 비용이 추가된다는 점을 포함하여 오디오와 관련되지 않은 단점을 추가로 가지고 있다.
- [1963] 이것은 분리 시스템이 기존 드라이버에서 가치를 가지기에 충분하지 않을 수도 있다는 것을 의미한다.
- [1964] 반면에, 본 발명의 설계 특징을 포함하는 오디오 드라이버는 적어도 동작 대역폭 내에서, 최소의 내부 공진으로 인해 동작 대역폭 내에서 낮은 또는 제로 에너지 저장을 가질 수 있다. 따라서 공진이 일반적으로 드라이버의 FRO 내에서 거의 없거나 존재하지 않기 때문에, 종래의 드라이버와 같이, 그러한 드라이버로부터 인클로저로 내

부 공진을 소산시키는 것에 이점이 전혀 없거나 거의 없다.

- [1965] 만일 내부 공진이 낮거나 제로인 트랜스듀서가 공진이 없는 것이 아닌(no resonance-free) 인클로저(또는 하우징 또는 스탠드 또는 배플 등)에 단단하게 장착된 경우, 드라이버와 인클로저는 동일한 시스템의 일부가 되며 드라이버는 새로운 드라이버/인클로저 상호 작용 공진뿐만 아니라 인클로저의 공진을 취할(take on) 것이다. 이는 분리가 본 발명의 다른 오디오 트랜스듀서 설계 특징들과 관련하여 유리하여, 적어도 내부 드라이버 공진을 제거하거나(FRO로부터 벗어남) 적어도 완화시키고 성능을 향상시키는 것을 돕는다는 것을 의미한다.
- [1966] 예를 들어 (예를 들어, 이 명세서의 섹션 2.2에 있는 구성 R1-R4 진동판 구조에 정의된 바와 같이) 공진 제어에 대한 엄격한 접근법을 사용하는 실질적으로 두껍고 강성인 진동판이 오디오 트랜스듀서의 인클로저에서 충분히 분리되면, 인클로저 공진 또는 진동판 공진은 둘다 동작 대역폭 내에서 오디오 재생을 흐리게 하지 않을 것이다.
- [1967] 유사하게, (예를 들어, 이 명세서의 섹션 2.3에 기재된 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 정의된 바와 같이) 만일 서라운드와 물리적 연결이 실질적으로 없는 진동판 구조 주변을 갖는 오디오 트랜스듀서가 인클로저로부터 충분히 분리되면, 인클로저 공진 또는 진동판 서스펜션 공진은 둘다 동작 대역폭 내에서 감소되거나 제거되어, 오디오 재생의 흐림(clouding)을 방지하는데 도움이 될 수 있다. 이러한 오디오 트랜스듀서에 대한 진동판 서스펜션은 전반적인 진동판의 유연성 및 편위를 과도하게 손상시키지 않으면서 공진에 대해 보다 기하학적으로 단단하게 만들 수 있다. 그들은 또한 발생할 수 있는 공진이 덜 들릴 정도로 축소된 공간을 가진다.
- [1968] 더욱이, 강성 재료로 만들어지며 (예를 들어 본 명세서의 섹션 2.2에서 정의된 바와 같이) 콤팩트하고 견고한 기하학적 구조를 가지기 때문에 비교적 공진이 없는 오디오 드라이버의 베이스 구조가 있다면, 인클로저 공진 또는 베이스 구조 공진은 둘다 동작 대역폭 내에서 오디오 재생을 흐리게 하지 않을 것이다.
- [1969] 마지막으로 강자성 진동판 서스펜션은 분리 시스템과 함께 유용한데, 그 이유는 진동판 서스펜션 공진이 진동판 편위 및 기본 공진 주파수를 손상시키지 않으면서 실질적으로 제거되기 때문이다.
- [1970] 4.2 분리 장착 시스템의 실시예(Decoupling Mounting System Embodiments)
- [1971] 이제, 본 발명의 오디오 트랜스듀서 분리 시스템의 여러 실시예가 도면을 참조하여 설명될 것이다.
- [1972] 4.2.1 실시예 트랜스듀서 - 분리 시스템(Embodiment A Transducer - Decoupling System)
- [1973] 본 발명의 예시적인 오디오 트랜스듀서 분리 시스템 및 이를 포함하는 오디오 디바이스가 이제 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명될 것이다. 도 5a 내지 도 5h를 참조하면, 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 피봇식으로 결합된 진동판 어셈블리(A101)를 포함하는 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예(본 명세서에서는 실시예 A로 칭함)가 도시되어 있다. 오디오 트랜스듀서는 본 발명의 예시적인 분리 시스템(A500)에 결합된다. 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 회전 동작 트랜스듀서이지만, 도시된 예시적인 분리 장착 시스템은 대안적으로 선형 동작 트랜스듀서와 함께 사용될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 더욱이, 대안적인 분리 장착 시스템은 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 본 명세서에 설명된 분리 설계 원리 및 고려 사항에 따라 회전 동작 또는 선형 동작 오디오 트랜스듀서를 위해 설계될 수 있다.
- [1974] 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 (본 명세서의 섹션 2.2.1에 설명된 바와 같이) 구성 R1 진동판 구조를 포함하는 진동판 어셈블리(A101)를 포함하고, 전기 오디오 신호를 동작적으로 변환(또는 음압에 해당하는 음향 전기 트랜스듀서의 경우 회전 운동)하도록 구성된 진동판 어셈블리(A101)에 결합된 트랜스듀싱 메커니즘(도시되지 않음)을 더 포함한다.
- [1975] 분리 시스템(A500)은 오디오 디바이스의 하우징(A613)(도 6a에 도시됨)과 같은 다른 컴포넌트에 오디오 트랜스듀서(A100)를 장착한다. 분리 장착 시스템은 또한 오디오 트랜스듀서(A100)를 관련 하우징과 같은 다른 컴포넌트로부터 분리한다. 효과적으로, 분리 장착 시스템(A500)은 진동판 어셈블리(A101)와 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이에 위치한다. 이 문맥에서 "사이(between)"라는 용어는 직접 및 간접적으로 두 컴포넌트 사이를 의미한다. 예를 들어 일련의 연결된 컴포넌트에서 분리 장착 시스템(A500)은 한쪽 또는 양쪽 컴포넌트와 장착 시스템 사이에 하나 이상의 다른 중간 컴포넌트가 있더라도 일련의 두 컴포넌트 사이에 놓여 있다고 말할 수 있다. 예를 들어, 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조와 하우징에만 직접 연결되더라도 진동판 어셈블리와 하우징 사이에 위치한다. 이는 일련의 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분과 진동판 어셈블리(A101) 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시킬 것이다.
- [1976] 분리 장착 시스템(A500)은 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분으로부터 진동판 어셈블리를 효과적으로

분리시키기 위해 오디오 디바이스의 2개의 컴포넌트를 탄력적으로 장착하도록 구성된다. 예를 들어, 분리 시스템은 디바이스의 2개의 컴포넌트를 탄력적으로 장착한다. 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분은 다른 진동판 어셈블리, 예를 들어 다중-방향 스피커 시스템에서의 다른 트랜스듀서의 것이 아니라 오히려 진동판 어셈블리(A101)로부터 분리된 오디오 디바이스의 다른 부분인 것이 바람직하다. 이 예에서, 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서를 베이스 또는 인클로저와 같은 관련 하우징으로부터 분리하기 위해 오디오 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 장착된다. 분리 장착 시스템(A500)은 컴포넌트들이 적어도 하나의 병진 축을 따라, 그러나 바람직하게는 관련 트랜스듀서의 동작 중에 3개의 직교하는 회전축을 따라 서로에 대해 이동할 수 있도록 2개의 컴포넌트를 탄력적으로 장착하도록 구성되는 것이 바람직하다. 대안적으로, 그러나 보다 바람직하게는 이러한 상대적인 병진 운동에 추가하여, 분리 시스템(A500)은 적어도 하나의 회전축, 바람직하게는 관련 트랜스듀서의 동작 중에 약 3개의 직교하는 회전축을 중심으로 서로에 대해 피봇팅할 수 있도록, 2개의 컴포넌트를 탄력적으로 장착한다. 이런 방법으로, 상기 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 병진 축을 따라, 보다 바람직하게는 적어도 두 개의 실질적으로 직교하는 병진 축을 따라, 훨씬 더 바람직하게는 3개의 실질적으로 직교하는 병진 축을 따라, 상기 진동판과 상기 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시킨다. 또한, 분리 장착 시스템은 적어도 하나의 회전축, 또는 보다 바람직하게는 적어도 두 개의 실질적으로 직교하는 회전축, 또는 훨씬 더 바람직하게는 약 3개의 실질적으로 직교하는 회전축을 중심으로 진동판과 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시킨다.

[1977] 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조의 양 측면으로부터 측 방향으로 연장되는 한 쌍의 분리 핀(A107, A108)을 포함한다. 분리 핀(A107, A108)은 그 길이 방향 축이 트랜스듀서 어셈블리의 노드 축의 위치(A506)와 실질적으로 일치하도록 위치된다. 노드 축은 진동판 진동 동안 나타나는 반력 및/또는 공진력으로 인해 트랜스듀서 베이스 구조가 회전하는 축이다. 실제로 노드 축의 위치는 동작 중에 변경될 수 있다. 분리 핀이 일치하는 위치(A506)는 트랜스듀서 어셈블리가 가상의 지지되지 않은 상태에서 동작되고 원치 않는 진동판 공진이 발생하는 것보다 실질적으로 낮은 주파수에서 동작될 때 노드 축의 위치에 대응한다. 이 위치(A506)를 식별하는 방법은 이하에서 더 상세히 설명될 것이다. 일부 실시예들에서 단일 분리 핀이 베이스 구조(A115)를 통해 연장되고, 양 단부가 한 쌍의 분리 핀들(A107, A108)을 형성할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 분리 핀(A107, A108)은 베이스 구조(A115)의 상부 및 하부 주요 면들(A116 및 A117) 사이의 측면들로부터 트랜스듀서 어셈블리의 길이 방향 축에 실질적으로 직교하게 연장되며, 베이스 구조(A115)에 단단하게 결합되고/되거나 일체형으로 된다. 부시(A505)는 각 핀(A107, A108) 주위에 장착된다. 와셔(A504)는 또한 부시(A505)와 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 관련 측면 사이에 결합될 수 있다. 부시 및 와셔는 본 명세서에서 "노드 축 장착부(node axis mounts)"로 언급될 수 있다. 노드 축 장착부(A504, A505)는 트랜스듀서 하우징의 대응 내부면을 연결하도록 구성되며, 이에 대해서는 이하에서 더 상세히 설명된다.

[1978] 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 주요 면(A116 및 A117) 중 하나 또는 바람직하게는 모두에 위치된 하나 이상의 분리 패드(A501)를 더 포함한다. 패드(A501)는 관련 베이스 구조 면과 트랜스듀서 하우징의 대응하는 내부 벽/면 사이의 인터페이스를 제공하여 컴포넌트의 분리를 돕는다. 이 예에서, 하나의 패드(A501)는 베이스 구조의 각 주요 면(상부 및 하부 면) 상에 위치된다. 분리 패드는 바람직하게는 노드 축 위치(A506)로부터 먼 트랜스듀서 베이스 구조의 영역에 위치된다. 예를 들어, 이들은 진동판(A101)에 인접한 베이스 구조(A115)의 에지에서 또는 그 근처에 위치된다. 각 패드(A501)는 바람직하게는 길이 방향의 형상이고 베이스 구조(A115)의 횡 방향 에지를 따라 길이 방향으로 연장된다. 도 5f에 도시된 바와 같이, 바람직일 형태에서, 각 패드(A501)는 몸체의 깊이를 따라 테이퍼링 너비를 갖는 피라미드 형 몸체(A501)를 포함한다. 바람직하게는, 피라미드(A501)의 정점(A502)은 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 관련 주요 면에 결합되고, 피라미드의 대향하는 베이스는 원위치의 트랜스듀서 하우징의 관련 면을 결합하도록 구성된다. 그러나 일부 구현에서는 이 방향이 바뀔 수 있다. 대안적인 실시예에서, 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 주요 면(A116 및 A117) 중 하나 이상 주위에 및/또는 분리 핀이 연장되는 베이스 구조의 측면 상에 분포된 다수의 패드를 포함할 수 있고, 본 발명은 당업자에게 자명 한 바와 같이 이 예의 구성에 한정되는 것으로 의도되지 않는다는 것을 인식할 것이다. 이러한 장착부를 본 명세서에서 "말단 장착부(distal mounts)"라고 한다.

[1979] 노드 축 장착부(A504, A505) 및 말단 장착부(A501)는 각각이 부착된 두 컴포넌트 사이의 상대적인 운동의 관점에서 충분히 유연하다. 예를 들어, 노드 축 장착부 및 말단 장착부는 그들이 부착된 두 컴포넌트 사이의 상대적인 운동을 허용 할만큼 충분히 유연할 수 있다. 그들은 유연성을 달성하기 위해 가요성 또는 탄성을 가진 부재 또는 재료를 포함할 수 있다. 장착부는 바람직하게는 이들이 부착되는 (예를 들어, 트랜스듀서 베이스 구조 및 오디오 디바이스의 하우징에 대해) 적어도 하나의, 그러나 바람직하게는 둘 모두의 컴포넌트에 대해 낮은 영률을 포함한다. 장착부는 또한 바람직하게는 충분히 댐핑된다. 예를 들어, 노드 축 장착부(A504, A505)는 실리콘

고무와 같은 실질적으로 가요성 플라스틱 재료로 제조될 수 있으며, 패드(A501)는 또한 실리콘 고무와 같은 실질적으로 가요성 재료로 제조될 수 있다. 패드(A501)는 예를 들어, 바람직하게는 실리콘 고무 또는 보다 바람직하게는 점탄성 우레탄 중합체와 같은 충격 및 진동 흡수 재료로 형성된다. 대안적으로, 노드 축 장착부 및/또는 말단 장착부는 금속 분리 스프링과 같은 가요성 및/또는 탄성 부재로 형성될 수 있다. 트랜스듀서를 서스펜드하기 위한 이동에 대한 충분한 정도의 유연성을 포함하는 자기 부상과 같은 다른 실질적으로 유연한 부재, 요소 또는 메커니즘이 또한 대체 구성에서 사용될 수도 있다. 노드 축 장착부 및 말단 장착부에 대해 가능한 재료의 몇 가지 예가 있다(본 발명은 이러한 예에 제한되려는 의도가 아니다):

- [1980] ● 영률 값이 약 0.7MPa인 경도 등급 30 경도계(shore A scale)의 실리콘 고무;
- [1981] ● 영률 값이 약 1.8MPa인 경도 등급 50 경도계(shore A scale)의 니트릴 고무;
- [1982] ● 영률 값이 약 0.3MPa과 1MPa 사이인 경도 등급 30 경도계(shore A scale)의 소보텐(Sorbothane); 또는
- [1983] ● 영률 값이 약 10MPa인 경도 등급 30 경도계(shore A scale)의 천연 고무.
- [1984] 노드 축 장착부 및 말단 장착부는 예를 들어 약 0.5 내지 30Mpa의 영률 값을 갖는 재료로 제조될 수 있다. 이 값들은 단지 예시적인 것이며 제한하려는 것은 아닙니다. 유연성은 또한 예를 들어 재료의 기하학적 구조에 의존한다는 것을 알 수 있으므로 다른 영률 값을 갖는 재료도 또한 사용될 수 있다.
- [1985] 바람직한 실시예에서, 노드 축 장착부(A505)에서의 분리 시스템은 말단 장착부(A501)에서 분리 시스템에 비해 유연성이 낮다(즉, 관련 부분들간에 더 뻣뻣하거나 더 뻣뻣한 연결을 형성한다). 이는 상이한 재료의 사용을 통해 달성될 수 있고/있거나, 이 실시예의 경우에 이것은 말단 장착부(A501)에 비해 노드 축 장착부(A505)의 (형상, 형태 및/또는 프로파일과 같은) 기하 구조를 변경함으로써 달성된다. 이 기하 구조의 차이는 노드 축 장착부(A505)가 말단 장착부(A501)에 비해 베이스 구조 및 하우징과 더 큰 접촉 표면적을 포함함으로써, 이들 부분간의 연결 유연성을 감소시키는 것을 의미한다.
- [1986] 일부 애플리케이션에서는 베이스 구조와 하우징 사이에 비경적 강성인 분리를 갖는 것이 바람직한데, 그 이유는 이것이 공진 모드 동안 및 디바이스가 충분히 큰 충격을 받을 때 베이스 구조의 이동을 최소화하기 때문이다. 그러나, 강성인 분리를 갖는 것은 예를 들어 진동으로 인해 베이스 구조 변위가 보다 쉽게 전달된다는 것을 의미한다. 이 실시예의 분리 시스템은 강성 분리 시스템의 이러한 단점을 완화하는 것을 돕는다. 노드 축 위치(A506)에서 분리 시스템의 덜 유연한 부분을 위치시키는 것은 동작 중에 이 위치에서 트랜스듀서 베이스 구조(A515)의 움직임이 줄어들며, 따라서 관련 하우징으로 원하지 않는 진동이 덜 전달된다는 것을 의미한다. 노드 축 장착부(A504, A505) 및 말단 장착부(A501)에서의 분리 시스템의 유연성의 차이(예를 들어, 가요성)는 또한 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 트랜스듀서의 동작 중에 노드 축 위치가 이동(shift)할 수 있는 양을 방지하거나 적어도 감소시키는 것을 돕는다. 노드 축 위치가 이동하는 양을 방지하거나 줄이는 것은 베이스 구조가 트랜스듀서의 FRO 전체를 통하여 노드 축 장착부 위치에서 최소 변위를 계속 가지는 것을 의미한다. 다시 말하면, 노드 축 장착부(보다 강성인 장착부)에서의 변위를 최소화하는 것은, 임의의 비교적 강성의 분리를 통해 트랜스듀서 하우징으로의 진동 또는 기타 원하지 않는 기계적 움직임의 전달이 줄어든다는 것을 의미한다.
- [1987] 피라미드(A501)의 접촉 정점(A502)은 매우 작은/얇은 팁이 트랜스듀서 베이스 구조와 접촉하는 도 5f 및 도 5h에서 상세히 볼 수 있다. 이러한 작은 접촉 영역은 접촉하기 때문에 그리고 재료가 유연하기 때문에 이 위치에서 제공되는 지지대는 예를 들어 다른 지지 위치(예를 들어, 노드 축 장착부)와 비교하여 매우 유연하다. 이러한 위치는 트랜스듀서 노드 축 위치(A506)에서 멀리 떨어져 있으므로 중요하며, 이는 트랜스듀서의 이러한 부분이 자연스럽게 가상의 지지되지 않은 상태(예를 들어, 장착부 없음 및 무중력 없음)에서 사용시 공진 모드 중에 상당한 변위가 발생함을 의미한다. 비교적 더 유연한 분리 장착부는 상응하는 높은 하중을 하우징으로 전달하지 않으면서 그러한 변위를 허용한다.
- [1988] 한편, 부시(A505) 및 와셔(A504)는 트랜스듀서 노드 축 위치(A506)에 가깝게 위치하며, 변위는 가상의 지지되지 않은 상태에서 작다. 따라서 이러한 컴포넌트는 비교적 유연성(즉, 말단 장착부(A501)과 비교하여 비교적 낮은 유연성(예를 들어, 가요성))을 덜 갖도록 설계되었으며, 트랜스듀서 하우징 내에 트랜스듀서를 위치시키는 대부분의 지원을 제공한다. 노드 축 위치에서 비교적 덜 유연한 장착부를 제공한다는 것은, 분리가 노드 축 위치의 이동에 건디는 역할을 한다는 것을 의미하며 트랜스듀서 동작 중에이 축을 중심으로 회전하는 베이스 구조의 경향을 지원하는데 도움이 된다 - 이러한 강성인 분리 위치에서의 최소 변위/병진을 의미한다.
- [1989] 이제 또한 도 6a 내지 도 6i를 참조하면, 오디오 트랜스듀서 어셈블리(A100)는 분리 시스템(A500)을 사용하여 오디오 디바이스의 트랜스듀서 하우징(A613) 내부에 결합하도록 구성된다. 하우징(A613)은 상응하는 트랜스듀서

어셈블리를 수신하고 수용할 수 있는 형상의 리세스를 갖는 하우징 몸체(A601)와, 그 자리에 개방 리세스 위에 위치되고 단도록 구성된 뚜껑(lid)(A602)을 포함한다. 뚜껑(A602)은 예를 들어 하우징의 모서리에 위치한 패스너(A603)와 같은 적절한 고정 메커니즘에 의해 하우징에 단단하게 결합된다. 뚜껑(A602)은 음압의 전달을 가능하게 하기 위해 오디오 트랜스듀서 어셈블리가 하우징(A613) 내에 결합될 때 진동판 어셈블리(A101)에 인접하여 배치되도록 구성된 영역에 그릴 또는 애퍼처(A604)를 포함한다. (이 특정 예에서 실시예 A의) 오디오 트랜스듀서 어셈블리는 도 6c 및도 6g의 트랜스듀서 하우징(A613)에 장착된 것으로 도시되어 있다. 말단 장착부 피라미드(A501)는 도 6c에 표시되어 있으며 그 중 하나는 도 6d에 자세히 나와 있다. 각 장착부(A501)는 접착제(예를 들어, 에폭시 접착제)를 통해 적절한 고정 메커니즘을 사용하여 관련 표면에 양쪽에 연결된다. 말단 장착부(A501) 중 하나는 베이스 측상에서 하우징의 뚜껑(A602)의 내부 면에 그리고 대향하는 정점 측(A502)에서 트랜스듀서 베이스 구조의 관련된 주요 면(A116)에 연결된다. 다른 말단 장착부(A501)는 베이스 측상에서 하우징 몸체(A601)의 내부 면(A609)에 그리고 대향하는 정점 측(A502)에서 트랜스듀서 베이스 구조의 관련된 주요 면(A117)에 연결된다(예를 들어, 하나의 장착부(A501)의 연결을 도시하는 도 6d 참조). 이 실시예에서, 하나의 말단 장착부(A501)는 (도 6d에 도시된 바와 같이) 베이스 구조의 폴 피스(A104)에 결합되고, 다른 하나는 (도 5f에 도시된 바와 같이) 베이스 구조의 폴 피스(A103)에 결합된다. 대안적인 실시예들에서, 장착부(A501)의 방향은 하우징의 표면 및 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 장착부의 베이스에 결합된 각 장착부의 정점을 가지고 역전될 수 있음을 알 것이다.

[1990] 와셔(A504) 및 부시(A505)는 분리 시스템의 두개의 슬러그(A610)를 통해 트랜스듀서 하우징 몸체(A601)에 연결되며, 이는 도 7a 내지 도 7f에 상세히 도시되어 있다. 각 슬러그(A610)는 실질적으로 편평하거나 평면인 표면 및 실질적으로 아치형 표면을 갖는 절두(truncated) 원통형 몸체를 포함한다. 실질적으로 환형의 리세스(A701)는 관련 와셔(A504)에 대한 착좌(seating)/교대(abutment) 표면을 제공하기 위해 평면 표면에 형성된다. 애퍼처는 리세스 내에 위치하며 슬러그(A610)의 몸체의 내부 캐비티(A704) 내로 횡 방향으로 연장된다(그리고 바람직하게는 반드시 완전히 연장되는 것은 아님). 캐비티(A704)는 분리 시스템의 상응하는 분리 핀(A107, A108) 및 부시(A505)를 원위치로 수신하고 수용할 수 있는 크기로 되어 있다. 도 6h에 표시된 것처럼, 애퍼처는 부시(A505)가 그 위치에 위치되는 애퍼처의 나머지에 비해 감소된 직경의 입구를 포함한다. 이렇게 하면 부시(A505)가 멈추는 내부 테두리 또는 정지부(stop)(A611)가 생긴다. 이 정지부(A611)의 목적은 이하에서 더 상세하게 설명될 것이다. 각 슬러그의 몸체는 슬러그의 일측을 따라 길이 방향으로 연장되는 좁은 슬릿(slit)(A702)을 더 포함한다. 나사식 애퍼처(A703)는 몸체의 만곡된 부분을 통해, 분리 핀 애퍼처 및 몸체의 길이 방향 축에 실질적으로 직각으로 연장되고, 나사식 패스너를 수용하도록 구성된다. 애퍼처(A703)는 슬릿(A702)과 정렬되고 그로 연장되며, 삽입시, 애퍼처(A703)로부터 가장 먼 슬릿의 측부에 결합하여 힘을 가하기 위해 패스너가 홈으로 완전히 조여질(screwed) 수 있다. 이것은 몸체의 베이스가 크기/너비/직경에서 팽창하도록 하며 이에 의해 트랜스듀서의 하우징의 대응 리세스(A614) 내에서 마찰력있게 결합되어 원위치에 고정될 수 있게 한다.

[1991] 특히 도 6h 및 도 6i를 참조하면, 하우징 (A601) 내에서 실시예 A 오디오 트랜스듀서를 조립하기 위해, 먼저 분리 시스템의 와셔(A504)가 핀(A107 및 A108) 위로 슬라이딩된다. 그 다음, 각 부시(A505)는 내부 정지부(A611) 상에 놓일 때까지 증가된 직경 단부로부터 관련 슬러그(A610)의 각 캐비티(A704) 내로 슬라이딩된다. 부시가 보유된 슬러그(A610)는 그 후 각 와셔가 관련 슬러그(A610)의 각 시트/리세스(A701)와 접촉할 때까지 핀(A107 및 A108) 상으로 슬라이딩된다. 리세스(A701)는 와셔의 두개의 일부를 수용하여, 트랜스듀서 베이스 구조의 외주면 벽과 하우징(A601) 사이에 갭(A607)을 형성한다. 더욱이, 분리 패드(A501)는 트랜스듀서 베이스 구조의 관련 주요 면에 (바람직하게는 진동판에 인접한 횡 방향 에지 근처에) 부착된다.

[1992] 슬러그(A610)를 보유한 트랜스듀서 어셈블리(A100)는 그 후 하우징 몸체(A601)의 대응 리세스 내에 조심스럽게 위치된다. 특히 슬러그(A610)는 몸체(A601)의 대응하는 대향 아치형 채널(A614)과 정렬되고 그 안으로 슬라이딩된다. 일단 제 위치에 있으면, 그러브 나사(grub screw)(A612)가 하우징 몸체(A601)의 구멍(A605)에 삽입되고 슬러그(A610)의 나사식 애퍼처(A703)에 나사로 조여진다. 완전히 홈으로 조여질 때, 각 그러브 나사는 대응 슬롯(A702)의 말단 에지/측면에 접촉하고, 슬롯 옆의 슬러그(A610)의 관련된 좁은 측면을 부드럽게 굽힘으로써 슬러그의 베이스의 직경을 확장시키고 하우징 몸체(A601)의 관련 채널(A614) 내에 슬러그를 마찰력 있게 고정한다. 이러한 방식으로, 트랜스듀서 어셈블리는 하우징의 관련된 리세스 내에 마찰력 있게 안전하게 결합된다.

[1993] 도 6h는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 슬러그(A610), 핀(A107) 및 자석 몸체(A102) 사이에 안착된 분리 부시(A505) 및 와셔(A504)의 단면 상세도를 도시한다. 슬러그 스톱퍼 표면(A611)은 핀(A107)으로부터 비교적 작고 정확한 거리이다. 이 구성은 정상 동작 중에 트랜스듀서 어셈블리와 트랜스듀서 하우징 사이에 접촉이 이루어지

지 않는다는 것을 의미한다. 그러나, 부딪힘 또는 낙하의 경우, 스톱퍼 표면은 핀(A107)과 접촉하여 하우징에 대한 트랜스듀서 어셈블리의 임의의 큰 변위를 방지할 것이다. 이는 진동판 어셈블리(A101)가 트랜스듀서 하우징과 접촉하여 이러한 경우에 손상되는 것을 방지한다.

[1994] 트랜스듀서가 하우징 내에 조립될 때, 트랜스듀서 베이스 구조/자석(A102)과 하우징 몸체(A601) 사이에는 또한 도 6g 및 도 6h에 도시된 바와 같이 좁고 실질적으로 균일한 갭/공간(A607)이 형성된다. 이러한 좁은 갭(A607)은 베이스 구조(A115)의 둘레(및 바람직하게는 전체 둘레)의 적어도 실질적인 부분까지 대략 연장될 수 있다. 갭(A607)은 또한 낙하와 같은 충격 사건에서 일부 영역에서 감소 또는 폐쇄될 수 있다. 중요한 움직임이 옆으로(회전축(A114)의 방향으로) 발생하면, 견고한 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 보다 연약한 진동판 어셈블리(A101)가 하우징 몸체(A601)와 접촉할 수 있기 전에 하우징 몸체(A601)에 충돌하도록 구성되어, 추가적인 스톱퍼/보호 구조로서 작용한다. 이는 진동판 어셈블리(A101)의 에지 및 측면과 하우징의 인접 내부 벽 사이의 갭보다, 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 에지 및 측면과 하우징의 인접 내부 벽 사이에 비교적 더 좁은 갭을 허용함으로써 달성될 수 있다.

[1995] 전술한 바와 같이, 트랜스듀서 베이스 구조 스톱퍼는 특히 오디오 디바이스로의 비정상적인 부딪힘 또는 낙하의 경우에 진동판 어셈블리가 서라운드에서 부딪치지 않도록 보호하는데 사용된다. 이러한 스톱퍼는 비정상적인 낙하 또는 부딪힘 사건 동안 트랜스듀서 하우징의 영역 또는 지점에 의해 물리적으로 제한되는 트랜스듀서 베이스 구조의 영역 또는 지점으로 구성된다. 전술된 경우에, 분리 와셔(A504) 및 분리 부시(A505)에 가까운 위치에 있는 핀(A107 및 A108)에 위치한 장착부는 예를 들어 불완전한 제조 공차 또는 장착부 크리프 경우와 같이 분리의 손실을 초래하는 원치 않는 사용 중 접촉에 대한 민감성을 일으키지 않으면서 정밀한 스톱퍼 허용 오차를 용이하게 한다.

[1996] 다시 말해서, 분리 시스템은 노드 축 분리 장착부에서 진동판 베이스 구조와 하우징 사이에 실질적으로 좁은 갭을 제공하도록 구성된다. 좁은 갭은 각 분리 핀의 길이 방향 축선 주위에 위치하며, 슬러그(A610)의 내부 표면(A611)이, 진동판 어셈블리가 하우징과 접촉하게 할, 트랜스듀서와 하우징 사이의 현저한 상대적 이동을 방지하는 스톱퍼로서 동작할 수 있도록 진동판 어셈블리와 하우징 사이의 갭보다 비교적 작도록 크기가 정해진다. 추가의 갭(A607)은 트랜스듀서가 분리 핀의 길이 방향 축에 실질적으로 평행한 방향으로 움직일 때 진동판 어셈블리가 하우징과 접촉하게 되는 것을 방지하기 위해, 진동판 어셈블리와 하우징 사이의 갭보다 실질적으로 좁은 분리 핀의 길이 방향 축에 평행한 분리 시스템에 의해(와셔의 작용에 의해) 제공된다.

[1997] 도 6i를 참조하면, 이 예에서, 오디오 디바이스는, 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 사용하여 일측에서 하우징 몸체(A601)의 트랜스듀서 애퍼처 내의 내부 벽에 그리고 나머지 측에서 뚜껑(A602)의 내부 벽에 또한 연결되는 진동판 편위 스톱퍼(A606)를 더 포함한다. 원위치에서, 어셈블리(A101)의 진동판 구조에 인접한 영역에서 각 면을 따라 길이 방향으로 실질적으로 균일하게 이격되어 연장된 하나 이상의(이 예에서는 3개의) 스톱퍼(A606)가 존재할 수 있다. 도 6c에 도시된 바와 같이, 이들 스톱퍼(A606)는 디바이스가 떨어뜨린 경우 또는 매우 큰 오디오 신호가 제공되는 경우와 같이 임의의 비정상적인 경우에 진동판과 접촉하도록 위치된 각이진 표면을 가지며, 진동판의 과도한 이탈을 유발할 수 있다. 각진 표면은 진동판이 부주의하게 이 지점으로 회전하게 되면 진동판 몸체의 각도와 일치하도록 원위치의 진동판 몸체(A208)에 인접하여 위치하도록 구성된다. 스톱퍼(A606)는 진동판의 손상을 방지하기 위해 발포 폴리스티렌 폼과 같은 실질적으로 부드러운 재료로 제조된다. 바람직하게는, 재료는 손상을 완화하기 위하여, 예를 들어, 진동판 몸체의 것보다 비교적 부드럽다(예를 들어, 진동판 몸체의 폴리스티렌보다 비교적 가벼운 밀도일 수 있다). 스톱퍼(A606)는 진동판을 효과적으로 감속 시키도록 큰 표면적을 가지지만, 너무 많은 에어 흐름을 차단하고/하거나 공진하는 경향이 있는 밀폐된 에어 캐비티를 생성할 정도로 크지는 않다.

[1998] 도 6g 및 도 6h를 다시 참조하면, 전술한 바와 같이, 원위치의 트랜스듀서의 실질적인 부분 주위로, 그러나 바람직하게는 전체 둘레 에지 주위로 연장되는 작은 갭(A607)이 존재한다. 이 갭은 0.5mm에서 거의 1mm에 이르는 작은 크기여서, 트랜스듀서의 한쪽 면의 포지티브 음압이 사용시 나머지 면의 네거티브 음압과의 상쇄로부터 제한되도록 보장한다. 바람직하게는, 갭의 크기는 가장 단단한 분리 장착부(A504/A505)에 가까운 위치에 비하여, 가장 단단한 분리 장착부(A504/A505)로부터 더 먼 위치에서 더 큰데, 왜냐하면 낙하 시나리오에서는 이들 위치가 A611과 같은 스톱퍼 표면 가까이 있는 것보다 더 멀리 변위하는 경향이 있기 때문이다.

[1999] 본 발명의 이러한 예시적인 분리 시스템에서, 분리 장착 시스템을 통하는 것 이외에 트랜스듀서 하우징(A601)과 트랜스듀서 어셈블리(A100)의 접촉이 없고, 또한 어떤 경우에는 트랜스듀서 어셈블리의 모터 코일 권선(A109)에 전류를 전달하는 와이어(도시되지 않음)를 통한다. 이들 와이어는 공진 및 버징(buzzing)을 방지하기 위해 예를

들어 에폭시 접착제와 같은 접착제를 사용하여 트랜스듀서에 완전히 접착되는 것이 바람직하다. 이들은 토션 바(A106)의 (토션 바가 낙하에서 인장되는 경우 와이어 파열을 피하기 위해) 제1 만곡부(A403) 주위에서 코일 권선(A109)의 측면으로부터 연결되어, 굴곡 중간 영역(A402)에서 접힘부의 내부 코너를 따라, (이 위치는 와이어 피로의 위험이 있을 때 사용시 크게 늘어나거나 압축되지 않기 때문에), 제2 만곡부(A403) 주위로, 접촉 바(A105)의 단부 탭(A303)을 통과하고, 접촉 바를 따라 자석(A102) 쪽으로 이어진다. 정상 동작 중에 변위가 최소가 되는 위치인, 트랜스듀서 노드 축 위치(A506)에 가장 가까운 실제 위치에서 와이어는 트랜스듀서를 떠나 에어 갭을 가로 질러 트랜스듀서 하우징으로 이어지고, 여기서부터 증폭기 및 오디오 소스로 연결된다.

[2000] 가장 바람직하게는, 와이어는 갭의 양측에 고정되고, 중간 부분은 충분히 짧아서 공진이 없으므로, 이에 의해 분리되지 않은(non-decoupled) 모든 요소의 실질적으로 공진 없는 특성을 유지할 수 있다.

[2001] 이들 와이어는 도면에 도시되지 않음을 주목한다. 설명된 와이어 경로가 공진 관리 및 신뢰성의 관점에서 유리하다고 여겨지더라도, 다른 와이어 구성도 또한 효과적일 수 있고, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니라는 점에 유의해야 한다.

[2002] 댐핑은 공진 제어에 도움이 되기 때문에, 바람직하게는 분리 장착부(A504, A505 및 A501)는 양호하게 댐핑된다. 바람직하게는, 장착부는 예를 들어 점탄성 우레탄 중합체로부터 비교적 낮은 크리프를 갖는 재료로 만들어지며, 그렇지 않으면 중력으로 인한 것과 같은 장기간의 하중을 받을 때 트랜스듀서는 시간에 따라 변위되어 정상 동작 중에 잠재적으로 하우징 또는 스토퍼에 대한 접촉을 야기한다. 이는 결국 분리 효과의 손실을 초래할 수 있다. 노드 축 부시는 바람직하게는 부상(bushing) 상의 장기 응력이 사용되는 재료의 크리프 응력 한계 내에 있도록 충분한 접촉 표면적(특히 분리 핀(A107, A108)과 부시(A505) 사이의 접촉 영역)을 갖는다.

[2003] 상기 설명된 분리 시스템은 임의의 유형의 오디오 트랜스듀서 어셈블리를 갖는 오디오 디바이스에 통합될 수 있으며, 상기 설명에서 사용된 실시예 A 트랜스듀서는 분리 시스템에 대한 배경을 제공하기 위한 예시일 뿐이라는 것을 이해할 것이다. 위에서 설명된 분리 시스템과 결합되는 몇몇 바람직한 오디오 트랜스듀서 어셈블리가 이제 더 상세히 설명될 것이다.

[2004] 상술한 분리 장착 시스템은 바람직하게는 하나 이상의 (그러나 바람직하게는 모든) 임의의 조합을 포함하는 오디오 트랜스듀서에 통합된다:

[2005] ● 이 명세서 섹션 2.2의 구성 R1-R4 진동판 구조 또는 섹션 2.3의 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 설명된 진동판 구조에서 설명된 바와 같이 공진 제어에 엄격한 접근 방식을 채택한 두겹고 강성인 진동판,

[2006] ● 본 명세서의 섹션 2.2.1에 따른 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 대해 설명된 강성인 견고한 기하 구조를 가진 베이스 구조, 및/또는

[2007] ● 이 명세서의 섹션 2.3에 기술된 오디오 트랜스듀서에 대해 정의된 진동판 어셈블리 서스펜션; 및/또는

[2008] ● 본 명세서의 섹션 3.2 또는 3.3에 정의된 힌지 시스템을 갖는 회전 동작 트랜스듀서.

[2009] 상기 어셈블리, 구조 또는 시스템 중 하나 이상을 본 명세서에 기술된 분리 시스템과 결합하면 (하기에서 더 상세히 기술되는 CSD/위터폴 플롯에 의해 도시된 바와 같이 오디오 트랜스듀서의 동작 대역폭 내에서 무시할 정도의 에너지 저장을 초래한다). 예를 들어, 본 발명의 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 이러한 분리 시스템과 상기 모든 오디오 트랜스듀서 특징의 조합을 포함한다. 이것에 대해서는 이 명세서의 섹션 4의 하위 섹션에서 더 자세하게 설명한다.

[2010] 노드 축 분리(Node Axis Decoupling)

[2011] 도 5 및 도 6을 다시 참조하면, 전술한 바와 같이, 분리 시스템(A500)의 분리 핀(A107, A108)은 이들이 통합되거나 부착되는 회전 동작 오디오 트랜스듀서의 노드 축과 실질적으로 일치하는 길이 방향 축을 포함한다. 오디오 트랜스듀서의 노드 축은 트랜스듀서가 외부 반력이 나타나지 않거나 구조에 영향(예를 들어, 장착으로 인해 나타나는 반력)을 미치지 않는 가상의 지지되지 않는 상태에서 동작할 때 관찰될 수 있다. 관심 있는 노드 축 위치(A506)는 진동판 어셈블리 및 베이스 구조가 원하지 않는 진동판 공진이 나타나는 주파수보다 충분히 낮은 주파수에서 가상의 지지되지 않는 상태에서 동작될 때, 진동판 진동 동안 나타나는 반력으로 인하여, 트랜스듀서 베이스 구조가 회전하는 위치이다. 베이스 구조가 회전하는 축을 본 명세서에서 "트랜스듀서 노드 축"이라고 한다. 트랜스듀서의 가상의 지지되지 않는 상태 동안 노드 축의 위치는 본 명세서에서 노드 축 위치(A506)로 지칭된다. 일반적인 트랜스듀서에서 이러한 축은 존재하지 않거나 베이스 구조 어셈블리에서 떨어진 위치에 있다. 많은 회전 동작 트랜스듀서 및 몇 가지 다른 드라이버의 경우, 축이 베이스 구조 어셈블리 가까이 또는 내부에

존재한다. 전술한 오디오 트랜스듀서의 예에서, 노드 축은 진동판 어셈블리(A101)의 힌지 샤프트와 실질적으로 평행하다.

[2012] 일반적으로 분리 장착부는 효과적이기 위해 병진에 대해 유연해야 하지만, 정상 동작 과정에서 (구속되지 않을 때) 중요한 회전 성분이 있는 동작으로 움직이는 트랜스듀서 베이스 구조를 가진 회전 동작 오디오 트랜스듀서의 경우, 분리 장착부(A505/A504)가 상기 회전이 발생하는 노드 축의 위치(A506)에서 또는 그 근처에 위치할 수 있는 특별한 경우가 있다. 이 경우, 이러한 분리 장착부는 노드 축에 대한 회전을 유연하게 촉진하는 한, 상당한 수준의 병진 유연성을 제공할 필요가 없다. 정상적인 동작 과정에서 트랜스듀서는 이 위치(A506)에서 실질적으로 병진하려고 하지 않을 것이기 때문에, 최소 병진 병위만 그것이 장착된 인클로저 내로 전달될 것이다.

[2013] 또한, 진동이 이러한 장착부(A505/A504)의 병진을 통해 외부 소스에서 트랜스듀서로 전달되는 경우, 이것은 진동판 힌지 지점에서 최소 병진만 초래하므로, 결국 진동판의 모든 여기가 실질적으로 힌지 축을 중심으로 한 회전에 국한될 것이라는 것을 의미한다. 진동판 기본 모드는 그러한 여기에 대해 잘 댐핑된 분리의 형태로서 동작한다. 트랜스듀서 베이스 구조가 이러한 방식으로 분리되면, 인클로저 공진 및 다른 외부 진동이 경량 진동판을 통해 기계적으로 증폭되는 전술한 효과가 크게 완화될 것이다. 이것은 또한 마이크로폰 트랜스듀서의 경우에도 동작하며, 장착부에 힌지 조인트가 효과적으로 존재한다는 사실에도 불구하고, 마이크로폰이 외부 진동에 최소한으로만 반응할 것이라는 것을 의미한다.

[2014] 이는 그러한 트랜스듀서가 병진에 대한 저항성을 제공하는 장착 시스템을 통해 분리될 수 있기 때문에, 비교적 견고하고 신뢰할 수 있음을 의미한다. 실제로 노드 지점이 동작 대역폭에 걸쳐 또는 심지어 단일 진동판 진동의 과정에 걸쳐 약간 시프트할 수 있기 때문에 이러한 장착부는 실제로 유연성 정도를 포함하고 더 바람직한 계는 또한 댐핑을 제공하는 것이 선호된다는 것을 유의해야 한다.

[2015] FEA - 노드 축 결정(FEA - node axis determination)

[2016] 전술한 바와 같이, 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리 노드 축 위치(A506)는 오디오 트랜스듀서가 가상의 지지되지 않은 상태에서 동작될 때 제로 또는 적어도 최소 병진 운동으로 베이스 구조의 회전이 발생하는 위치이다. 가상의 지지되지 않은 상태는 진동판 진동으로 인해 나타나는 힘을 제외하고는 장착부와 같은 외부 반력이 없는 상태이다. 트랜스듀서가 장착부를 필요로 하지 않기 때문에 무중력 상태에서 이 상황을 달성할 수 있지만 실제로는 무중력을 달성하기가 어렵다.

[2017] 노드 축 위치(A506)를 결정하기 위한 본 발명의 바람직한 방법은 트랜스듀서 장착부 없이 무중력 상태에서 트랜스듀서 어셈블리의 동작을 시뮬레이션하기 위해 유한 요소 분석(finite element analysis, FEA)을 이용하는 것이다.

[2018] 시뮬레이션에 대한 또 다른 접근법은 주파수 대역에 걸쳐 어셈블리의 진동판에 사인파(sinusoidal) 입력 여기를 사용하여 오디오 트랜스듀서를 동작시키고 결과적인 베이스 구조의 움직임을 분석하여 제로 병진을 겪는 위치를 식별하는 것이다.

[2019] 노드 축의 위치(A506)는 트랜스듀서가 예외적으로 유연하고 가볍고 중력으로 인한 힘에 반응하여 효과적으로 일정한 지지 하중을 적용하는 장착부를 사용하여 장착된 경우, 실험적으로 결정될 수 있다. 그 후 사인파 여기에 대한 트랜스듀서의 응답은 실제로 장착부와는 독립적으로 되므로, 제로 병진 축의 위치(A506)는 가속도계와 같은 센서를 사용하여 결정할 수 있다. 드라이버에 비해 가벼운 센서를 사용하는 것이 유리할 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서의 베이스 구조 어셈블리는 얇은 유연한 고무 밴드를 통해 서스펜드될 수 있으며, 가볍고 유연한 피스의 개방-셀 폼 또는 베개 충전물 위에 놓일 수 있다. 드라이버의 여기는 장착 유연성이 무시할 정도로, 그러나 트랜스듀서가 실질적으로 단일 자유도 방식으로 동작하도록 충분히 낮도록, 충분히 높은 주파수에서 발생해야 한다.

[2020] 상기는 특정 트랜스듀서 어셈블리의 노드 축 위치를 결정하기 위해 당업자가 이용할 수 있는 예이다.

[2021] FEA를 사용하는 바람직한 방법을 다시 참조하면, 다음을 포함하여 취해질 수 있는 FEA를 이용하는 여러 방식이 존재한다: 1) 모달 해석(modal analysis): 무중력 상태에서 드라이버의 FEA 모달 해석을 실행하고, 노드 축(A506)은 기본 진동판 공진 주파수가 관찰될 때 최소한으로만 병진하는 베이스 구조의 일부이다; 2) 선형 동적 유한 요소 분석: 이것은 다시 무중력 상태에서 드라이버의 또 다른 FEA 분석으로서, 예를 들어 20Hz ~ 30KHz의 넓은 주파수 범위에 대해 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조에 각각 사인 기진력 및 반력이 적용된다. 베이스 구조 상의 시뮬레이션된 센서 위치에서의 변위 진폭이 계산될 수 있고, 이 정보로부터 최소 변위를 겪는 베이스

구조 상의 위치를 결정하는 것이 가능할 수 있다. 이것은 노드 축(A506)이 될 것이다.

- [2022] 상기 모달 해석 방법 1)을 보다 상세하게 설명한다.
- [2023] 이 방법에 따라 수행된 컴퓨터 시뮬레이션 결과는 도 13a 내지 도 13m에 나와 있다. 이 컴퓨터 시뮬레이션에서, 진술한 실시예 A의 트랜스듀서 어셈블리와 동일 및/또는 실질적으로 유사한 트랜스듀서 모델이 구축되고 이용된다. 이 모델은 하우징이 없는 트랜스듀서 어셈블리를 나타낸다.
- [2024] 트랜스듀서는 자유 공간에 떠있는 것처럼 모델링된다. 사용된 다양한 재료의 밀도, 탄성률 및 포아송 비(Poisson's ratio)가 모델링되었다. 트랜스듀서에 고유한 공진 모드를 확인하기 위해 모달 해석이 수행된다. 시뮬레이션이 무중력이기 때문에 계산된 처음 6개의 공진 모드는 전체 트랜스듀서의 3개의 병진 및 3개의 회전 모드로 구성되며 0Hz에서 발생하며 무시된다. 트랜스듀서에 고유한 다른 공진 모드가 도 13a 내지 도 13m에 나와 있다.
- [2025] 110Hz에서 발생하는 제1 관련 공진 모드는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 대해 회전하는 진동판 어셈블리(A101)의 기본 동작 모드이며, 이는 도 13a, 도 13b, 도 13c 및 도 13d에 도시된다. 도 13a 내지 도 13d는 변위의 벡터 플롯을 보여주는데, 수백개의 화살표는 변위의 방향과 크기를 나타낸다. 각 화살표의 방향과 길이는 화살표의 끝 부분에 위치한 트랜스듀서 점의 변위의 방향과 크기를 나타낸다.
- [2026] 트랜스듀서 베이스 구조 노드 축(A506)은 그들 사이에 약 2.6도의 약간의 각도(A1301)가 존재하지만 회전축(A114)과 거의 평행하게 보일 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조가 진동판 몸체(A217)의 시상면에 대해 더 대칭이면, 이 두 축이 평행에 더 가까울 것이다. 도 13b는 (도 13a에 도시된) 방향 A의 도면을 도시하며, 방향 벡터(A303)의 방향이 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 상의 한 점에 대해 모두 동심(concentric)이며, 따라서 트랜스듀서 노드 축의 위치(A506)를 나타낸다.
- [2027] 변위를 또한 나타내는 화살표(A1302)는 진동판의 움직임이 더 무거운 트랜스듀서 베이스 구조의 움직임과 비교하여 크다는 것을 나타내기 때문에 일반적으로 화살표(A1303)보다 훨씬 크다. 화살표(A1302)는 매우 응축되어 크고, 개개의 화살표는 보기 어렵고, 진동판 어셈블리(A101)의 외형은 불분명하다는 것을 유의해야 한다.
- [2028] 도 13d는 벡터 플롯이고, 도 13e는 회색 음영에 의한 변위의 크기를 나타내는 변위 플롯이라는 것을 제외하고는, 도 13d 및 도 13e는 기본 공진 모드 변위의 동일한 등각 투영도를 도시한다; 회색 음영이 흰색일수록 변위가 커진다.
- [2029] 도 13f 및 도 13g는 18.2kHz에서 오른쪽 진동판 팁이 반대 방향으로 뒤로 이동함에 따라 왼쪽 진동판 팁이 앞으로 움직이는 진동판 비틀림 모드인 제2 진동판 공진 모드(제1 진동판 파열 모드라고 함)의 벡터 및 그레이 스케일(grey scale) 스타일 변위 플롯을 보여준다.
- [2030] 도 13h와 도 13i는 19.4kHz에서 진동판의 좌우 팁이 같은 방향으로 옆으로 움직이는 진동판 슬라이싱(slicing) 모드인 제2 진동판 파열 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여준다.
- [2031] 도 13j 및 도 13k는 19.9kHz에서 진동판 팁의 중간 영역이 앞뒤로 변위하는 진동판 만곡 모드인 제3 진동판 파열 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여준다.
- [2032] 도 13l와 도 13m는 22kHz에서 진동판 팁의 좌우 측 모두가 뒤로 변위함에 따라 진동판 팁의 중간 영역이 앞으로 변위하는 진동판 모드인, 제4 진동판 파열 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여준다.
- [2033] 트랜스듀서 베이스 구조에 다른 부분이 단단하게 부착된 트랜스듀서를 모델링하고 있었다면 이러한 다른 부분은 베이스 구조의 질량 분포에 영향을 미치며 컴퓨터 모델에도 포함되어야 한다는 것을 유의해야 한다. 따라서 전체 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리에 대해 축 위치를 결정해야 한다.
- [2034] 분리 시스템의 성능(Performance of Decoupling System)
- [2035] 분리 및 다른 바람직한 트랜스듀서 어셈블리 특징들을 포함하는 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 성능은 이제 또 다른 시뮬레이션을 참조하여 설명될 것이다.
- [2036] 도 14a는 위에 설명된 동일한 오디오 트랜스듀서 모델의 컴퓨터 모델을 보여주며, 이제는 도 5a의 실시예 A에서 사용되었고 위에서 섹션 4.2에서 설명된 분리 시스템과 유사한 분리 시스템에 장착되어 있다. 특히, 노드 축 장착부(A504, A505)는 상기 지지되지 않은 시뮬레이션으로부터 결정된 노드 축 위치(A506)와 일치하도록 위치되고, 말단 장착부(A505)는 진동판 힌지 근처의/인접한 주요 면 상에 위치된다. 도 14b는 동일한 모델의 또

다른 모습을 보여주며, 6개의 시뮬레이션된 센서 위치(A1401, A1402, A1403, A1404, A1405 및 A1406)의 위치를 나타낸다. 이 도면에는 센서 위치(A1405)를 가리지 않기 위해 트랜스듀서의 센서 위치 측 위에 분리 부시(A505), 분리 와셔(A504) 및 분리 핀(A107)을 도시하지 않지만, 이러한 부분들은 컴퓨터 모델 안에 포함되어 있다.

[2037] 시뮬레이션된 센서 위치는 트랜스듀서의 측면을 따라 식별되는데, A1401은 진동판 어셈블리(A101)의 팁에 있고, A1402는 진동판의 측면의 일부이고(part way up the side of the diaphragm), A1403은 진동판 베이스 근처에, A1404는 진동판에 상당히 가까운 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 위에, A1405는 분리 핀(A107)을 위한 장착 구멍에 가까이 트랜스듀서 베이스 구조 위에, A1406은 진동판의 가장 먼 단부에 있는 트랜스듀서 베이스 구조 위에 있다.

[2038] 이 컴퓨터 모델은 일반적으로 공간에 고정되어, 트랜스듀서 하우징과 접촉하는 분리 시스템의 표면을 가지고 고조파/모달 유한 요소 분석을 사용하여 분석되었다. 예를 들어, 분리 부시(A505)의 외부 원통형 표면, 분리 와셔(A504)의 외부 편평한 표면 및 분리 피라미드(A501)의 외부 편평한 표면은 모두 공간에 고정되었으며, 이는 이들 표면이 하우징(예를 들어, 도 6a에 설명된 하우징)의 고정 부분에 부착된 것을 나타낸다. 처음 8가지 진동 모드의 변위 플롯이 도 14c 내지 도 14r에 나와 있다.

[2039] 동일한 모델이 또한 선형 동적 유한 요소 해석(FEA)과 50Hz ~ 30kHz의 주파수 범위에 걸쳐 각각 진동판 및 트랜스듀서 베이스 구조에 적용되는 사인력 및 반력을 사용하여 분석되었다. 시뮬레이션된 센서 위치에서의 변위 진폭은 주파수에 대해 계산되어 도 14s의 그래프에 표시된다.

[2040] 도 14s는 A1401이 트랜스듀서 시뮬레이션에서 6개의 시뮬레이션된 센서 위치에 대한 로그 변위 대 로그 주파수 그래프이며, A1407은 센서(A1401)에 대한 플롯을 나타내고, A1408은 센서(A1402)에 대한 플롯을 나타내고, A1409는 센서(A1403)에 대한 플롯을 나타내고, A1410은 센서(A1404)에 대한 플롯을 나타내고, A1411은 센서(A1406)에 대한 플롯을 나타내고, A1412는 센서(A1405)에 대한 플롯을 나타낸다.

[2041] 이 시뮬레이션을 위해 2%의 댐핑 비가 모든 재료에 사용되었음에 유의해야 한다. 이는 낮은 것으로, 사용된 분리 재료에서 볼 것으로 기대하는 댐핑 반응을 나타내지는 않으며, 이는 바람직한 구현에서 점탄성 우레탄 중합체 및 실리콘 고무이다. 낮은 비율이 사용된 이유는 각 모드와 관련된 공진 피크가 더 날카롭고 눈에 띄기 때문에 도 14s의 그래프에서 이러한 모드를 쉽게 식별할 수 있기 때문이다.

[2042] 도 14c 내지 도 14r는 트랜스듀서 및 분리 장착부 시스템의 다양한 공진 모드에 대한 고조파/모달 해석 결과이다. 도 14c 및 도 14d는 64Hz에서의 제1 분리 공진 모드를 위한 분리 장착부의 전체 드라이버에 대한 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 각각 보여준다. 플롯은 대략 분리 부시(A505) 및 분리 와셔(A504)를 통해 위치한 측에 대한 회전 모드를 나타낸다. 도 14s의 그래프에서 주파수 위치(A1413)은 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 상의 세 센서에 해당하는 플롯(A1410, A1411 및 A1412)의 명확한 피크 및 진동판 센서(A1409)에 대한 플롯을 나타낸다. 진동판 팁에 가장 가까운 두개의 센서에 대한 플롯(A1407 및 A1408)은 작은 편차만을 보여 주며, 이는 트랜스듀서의 기본 공진(W_n)과 관련된 진동판 변위가 제1 분리 공진으로 인한 변위를 압도하기 때문이다. 플롯(A1412)에 표시된 변위는 64Hz에서 매우 작음에 유의해야 하는데 이는 비교적 단단한 노드 측 분리 장착부(A504, A505)의 위치에서 최소 병진으로 양호한 성능을 나타낸다. 비교적 부드러운(soft) 분리 장착부(A501)는 노드 측 위치(A506)에서 떨어진 다른 위치에서 사용되며, 이러한 위치는 64Hz 근처 및 그 이상의 주파수에서 상당한 에너지와 움직임을 전달하는 것처럼 보인다.

[2043] 111Hz에서 트랜스듀서의 기본 진동판 공진(W_n)은 주파수 A1414로 표시된 도 14s의 플롯에서 다음 공진이다. 관련된 피크는 6개의 센서 위치 플롯 모두에서 볼 수 있다. 도 14e 및 도 14f는 이 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 나타내며 이는 도 13a 내지 도 13d에 표시된 모드와 동일하다. 플롯(A1410, A1411 및 A1412)에 표시된 변위는 절대적으로 64Hz에서 비교할 수 있지만 진동판 변위와 관련하여 이 플롯은 실제로 111Hz에서 피크를 나타내지 않는다. 이것은 모든 주파수에서 진동판 변위를 일정하게 유지하기 위해 등화되는 플롯에서 더욱 분명해질 것이다. 따라서, 이 주파수에서 분리 장착부 상의 변위를 포함하는 베이스 구조 공진이 없다. 정상적인 동작에서, 기본 진동판 공진 주파수는 전기 댐핑에 의해 잘 제어될 것이라는 것을 유의해야 한다.

[2044] 도 14g 및 도 14h는 주파수 A1415로 표시된 259Hz에서의 제2 분리 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 도시하며, 트랜스듀서가 실질적으로 진동판의 팁 쪽으로 그리고 거기서 멀어지는 방향으로 앞뒤로 움직이는 병진 모드이다. 도 14i 및 도 14j는 266Hz에서의 제3 분리 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일

변위 플롯을 나타내며 주로 병진 모드이다. 이 두 모드의 관련 피크는 위치(A1415)에서 도 14s의 그래프에서 볼 수 있지만, 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 위치한 단지 세개의 센서에서만 볼 수 있다. 이들 모드 모두가 주파수에 있어 매우 가깝기 때문에 두 피크가 하나로 합쳐졌다. 이 두 가지 모드 모두는 매우 작은 변위 진폭을 초래하며, 이는 변위가 작은 베이스 구조 노드 축에서 모드에 영향을 주는 주요 장착부의 배치로 인해 간신히 여기되기 때문이다. 이것은 분리 장착부 설계가 이 두 가지 공진 모드를 성공적으로 완화했다는 것을 나타낸다. 분리 댐핑에 대한 현실적인 값이 모델에 사용되었다면, 변위는 더 감소될 것임을 또한 주목해야 한다.

[2045] 도 14k와 도 14l은 회전 모드인 345Hz에서의 제4 분리 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여준다. 이 특수 모드는 도 14s의 그래프의 어떤 플롯에서도 명확히 볼 수 없는데(따라서 이 위치가 표시되지 않음), 그 이유는 코일에 의해 가해지는 힘과 트랜스듀서 베이스 구조에 의해 가해진 반력이 한 방향으로 동작하고, 잘 여기시키지 않는 위치에서 적용된다. 다시 말하지만, 이것은 분리 장착부 설계가 이 공진 모드를 성공적으로 완화시켰음을 나타낸다.

[2046] 도 14m과 도 14n은 회전 모드인 468Hz에서의 제5 분리 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여준다. 도 14o 및 도 14p는 주로 병진 모드인 479Hz에서 제6 분리 공진 모드의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여주지만, 도 14p에 보이는 원형 변위 선에 의해 표시된 것처럼 관련된 중요한 회전 동작이 또한 있다. 두 모드 모두가 주파수에 있어 가깝기 때문에 두개의 피크가 하나의 위치로 합쳐져 위치(A1416)에 표시된다. 이것은 두 가지 모드가 모두 매우 작은 변위 진폭을 발생시키는 또 다른 경우로서, 분리 장착부 위치와 유연성의 선택을 통해 성공적으로 완화되었음을 나타낸다.

[2047] 도 14q 및 도 14r은 18.2kHz에서 제2 진동판 공진 모드(제1 진동판 파열 모드라고 함)의 벡터 및 그레이 스케일 스타일 변위 플롯을 보여 주며, 트위스트 진동판 모드이다(도 13f 내지도 13g에도 표시됨). 관련된 피크는 위치(A1417)에서 도 14s의 그래프에 있는 모든 플롯에서 볼 수 있다. 이 주파수 대역에서 진동판 트랜스듀서는 더 이상 단일 자유도로 동작하지 않으며 이는 트랜스듀서가 분리 장착부의 위치에 또는 그 근처에서 노드 축을 가질 가능성이 없음을 의미한다. 그러나 높은 주파수 변위가 작고 모든 장착부가 일부 유연성을 갖고 있으므로 분리 성능은 여전히 양호해야 한다.

[2048] 이 트랜스듀서의 경우 가장 견고하고/가장 덜 유연한 분리 장착부의 위치(A1405)에 해당하는 플롯(A1412)은 전체 FR0에 걸쳐 모든 센서 위치의 최저 변위를 나타낸다.

[2049] 이 분리 시스템 설계의 이점은 6가지 분리 시스템 공진 모드 중 단 하나만이 강하게 여기되고 진동판 변위에 큰 영향을 미친다는 것이다. 다른 다섯 가지 모드는 진동판과 심지어 베이스 구조에도 매우 작은 영향을 미치는데, 이는 모든 관련 피크가 동일한 주파수에서 진동판 변위보다 작은 규모(orders of magnitude)라는 사실에 의해 알 수 있다. 이 분리 시스템의 또 다른 이점은 장착 시스템이 다른 시스템보다 비교적 견고하고 덜 유연하다는 사실에도 불구하고, 여기되는 하나의 분리 시스템 공진 모드는 비교적 낮은 64Hz 주파수에서 발생한다는 것이다(이것은 실세계 실시예에 있는 주파수가 아닐 수 있음을 유의해야 한다). 또한 모든 분리 시스템 공진 모드는 고도로 댐핑된다.

[2050] 시뮬레이션 결과 설명(Simulation Results Explained)

[2051] 단순화된 서스펜션 시스템은 질량에 힘이 가해지고 아이디어가 스프링과 댐퍼가 부착된베이스로 힘이 전달되는 것을 최소화하는 것인 고전적인 단일 자유도 질량-스프링-댐퍼 시스템이다. 일반적으로 분리는 공진 주파수보다 높은 '질량 제어(mass-controlled)' 영역에서 이루어진다. 공진 주파수(댐핑 제어 영역) 주변 및 공진(강성 제어 영역) 아래에서 분리 시스템은 일반적으로 비효율적이다.

[2052] 분리 시스템에서 일반화된 3차원 트랜스듀서로 이동하면, 이제 분리 시스템에서 움직이는 트랜스듀서의 6 자유도(+ 기본 진동판 공진 주파수와 관련된 저주파수에서 발생하는 7 자유도)가 있다. 6 자유도는 3개의 직교 평면을 따라 3개의 병진 및 3개의 직교 회전 축을 3개 회전이다. 실시예 A의 경우, 6개의 관련된 트랜스듀서 공진 모드가 도 14c/d, 도 14g/h, 도 14i/j, 도 14k/l, 도 14m/n 및 도 14o/p에 도시되어 있다. 제7 기본 진동판 공진 주파수는 A143e/f에 나와 있다.

[2053] 단일 자유도 시스템과 마찬가지로 일반화된 3차원 트랜스듀서 및 분리 시스템에서 분리는 일반적으로 최고 주파수 트랜스듀서 공진을 넘어서는 질량 제어 영역에서만 달성된다. 실시예 A 트랜스듀서의 경우, 트랜스듀서가 분리 시스템을 사용하여 장착될 때의 최고 주파수 공진 모드는 도 14o/p에 도시되어 있으며, 시뮬레이션에서 약 479Hz에서 발생한다. 이것은 일반적으로 분리 시스템이 아마도 958Hz(최고 공진 주파수의 두 배)를 넘는 것과 같은 더 높은 주파수에서만 효과적이기 시작한다는 것을 의미한다. 그러나 위의 섹션 4.7에서 설명했듯이, 이

외에도 섹션 4.2에서 설명되었고 시뮬레이션된 분리 시스템은 가장 낮은 공진 모드에 가까운 주파수까지 효과적이며, 약 64Hz에서 일어나는 것으로 도 14c/d에 도시되어 있다.

[2054] 이것은 분리 성능이 가장 낮은 64Hz 모드에 대하여 질량 제어된 영역 쪽으로 낮아지는 모든 다른 5개의 공진 모드를 포함하여 다른 트랜스듀서-온-분리-장착부(transducer-on-decoupling-mounts) 공진 모드의 가장 높은 공진 모드 아래의 주파수에서 유지된다는 점에서 이러한 분리 시스템이 신규하다는 것을 보여준다. 이는 동작 중 진동판의 의도된 변위에 비해 공진 주파수에서 관찰되는 비교적 낮은 레벨의 변위로부터 명백하다.

[2055] 이는 근본적으로, (가상의 지지되지 않은 상태에서) 거의 제로 병진의 트랜스듀서의 노드 축 위치(A506)에서의 비교적 덜 유연한 노드 축 분리 장착부(A504, A505)의 위치가 단단한 장착부를 압축하지 않고 마치 무중력 상태에 있는 것과 동일한 방식으로 효과적으로 움직일 수 있게 하기 때문이다. 이러한 분리 설계는 트랜스듀서의 '무중력' 거동과 분리 시스템의 거동을 정렬하는 것으로서 볼 수 있어, 변위가 트랜스듀서 장착부에 의해 영향을 받는 전체 트랜스듀서/분리 시스템의 강성 및 공진 제어 영역에서의 주파수에서('제1 동작 상태') 그리고 또한 변위가 트랜스듀서 장착부에 의해 영향을 받지 않거나 영향을 덜 받는 트랜스듀서의 질량-제어 영역에서의 주파수에서('무중력'과 같은 '제2 동작 상태'), 트랜스듀서의 변위는 실질적으로 동일한 축을 중심으로 하는 회전을 포함한다. 이러한 정렬은 그것이 축(A506)으로부터 떨어져 위치한 더 유연한 말단 장착부(A501)만이라는 것을 의미하며, 이는 (노드 축 장착으로 디바이스가 마치 '무중력' 상태인 것처럼 동작하는 동안) 동작 중에 크게 병진 운동을 분리하고 분리 성능을 향상시키는데 사용된다. 이러한 말단 장착부(A501)는 실시예 A 트랜스듀서의 경우, 관련된 공진 모드가 64Hz의 저주파수에서 발생하도록 충분히 유연하다.

[2056] 동작 주파수 범위(Frequency range of operation)(FRO)

[2057] 도 14a와 관련하여 앞서 설명한 시뮬레이션된 드라이버의 컴퓨터 모델은 기본 주파수가 111Hz일 때 볼륨이 빠르게 떨어지더라도 20Hz만큼 낮게 연장되는 주파수 동작 범위를 가질 수 있다. 이 드라이버의 하한은 배치되는 최종 구성에 따라 다를 것이다.

[2058] 개인용 오디오 드라이버로서 구현될 때 귀 근접성으로 인해 "근접 효과(proximity effect)"가 저음 주파수의 볼륨을 높일 수 있다. 진동판의 고막(ear drum) 측이 다소 밀봉되면 저음 응답이 더욱 향상될 수 있다.

[2059] 트랜스듀서의 포지티브 에어 압력 측의 고막 면과 다른 쪽의 네거티브 에어 압력 면 사이의 밀봉을 제어함으로써 기본 공진 주파수와 기본 모드의 댐핑을 조정(tailor)할 수 있다는 것을 주목해야 한다.

[2060] 이 드라이버의 주파수 응답의 상단 단부는 정상적으로 인간의 청력 한계(20 kHz)로 간주된다는 것과 가깝게 연장될 수 있다. 제1 진동판 파열 모드는 18.2kHz이며 비틀림 모드이다. 이 피크(A1417)는 진동판의 측면 틈에 있는 센서(A1401)에 의해 변위 플롯(A1407)(도 14s)에서 명확하게 볼 수 있다. 이 모드가 온-엑시스 마이크로폰으로 측정되었다면, 모드가 강하게 여기되지 않기 때문에, 그리고 진동판의 왼쪽에 생성된 포지티브 음압이 진동판의 오른쪽 네거티브 음압에 의해 상쇄되기 때문에 식별하기 어려울 것이다. 도 50의 실제 위터폴 플롯에서는 위치(H203)에서 이 모드가 거의 나타나지 않으므로 FRO를 여전히 더 높게 연장할 수 있다.

[2061] 19.4kHz에서 발생하는 컴퓨터 시뮬레이션의 제2 진동판 파열 모드도 균형을 이루고 상당한 양의 에어를 이동시키지 않으므로 도 14s의 변위 플롯에서 실제로 볼 수 없다.

[2062] 도 14s의 변위 플롯에서 피크(A1418)에 해당하는 19.9kHz에서 발생하는 컴퓨터 시뮬레이션의 제3 진동판 파열 모드는 진동판의 만곡 모드이며 여기에 영향 받기 쉬운 모드이다. 이 모드는 위터폴 플롯과 또한 주파수 응답 플롯 모두에서 눈에 띄는 피크를 생성할 것이다. 이 경우에 왜곡이 가청 대역폭의 프린지(fringe)에 있지만, FRO는 상당한 오디오 왜곡을 초래하므로, 이 모드의 주파수보다 낮은 것이 바람직하다.

[2063] 4.2.2 실시예 E 트랜스듀서 - 분리 시스템(Embodiment E Transducer - Decoupling System)

[2064] 도 35 및 도 36을 참조하면, 적합한 힌지 어셈블리를 통해 트랜스듀서 베이스 구조(E118)에 피봇식으로 결합된 진동판 어셈블리(E101)를 포함하는 오디오 트랜스듀서 디바이스(E200)(여기서는 실시예 E 오디오 트랜스듀서라 칭함)의 실시예가 도시된다. 도 36에 도시된 바와 같이, 트랜스듀서 어셈블리(E200)는 트랜스듀서 하우징(E118b) 내에 수용된다. 트랜스듀서 하우징은 베이스 구조의 섹션 4.2의 분리 시스템에 설명된 분리 핀과 유사한 분리 핀(E208)을 포함한다. 분리 핀의 위치는 내부에 수용된 트랜스듀서 하우징(E118b), 및 베이스 구조(E118a) 및 진동판 어셈블리(E101)를 포함하는 트랜스듀서 베이스 구조에 대한 노드 축 위치를 결정하기 위해 도 36에 도시된 어셈블리(E200)의 모든 부분을 모델링함으로써 결정되었다. 이것은 섹션 4.6에서 이전에 설명된 것처럼 오디오 디바이스의 다른 부분에서 어셈블리를 분리하는 데 선호되는 위치를 식별하는 데 도움이 된다.

이 다른 부분은 예를 들어 다른 배플, 인클로저, 하우징 또는 헤드폰의 헤드밴드일 수 있다. 분리 핀(E208)은 이 노드 측에 또는 그 근처에 위치되었다.

[2065] 이 실시예에 바람직한 분리 장착 시스템은 분리 핀(E208)에 위치한 도 36에 도시된 어셈블리에 대부분의 지지를 제공하기 위해 엘라스토머로 제조된 것과 같은가요성 장착부를 포함할 것이다. 어셈블리가 분리된 오디오 디바이스의 부분에 대해 어셈블리가 너무 멀리 회전하는 것을 방지하는 가벼운 지지를 제공하기 위하여, 그리고 동작 중에 그 두 부분이 닿지 않게 하기 위하여, 시스템은 또한 섹션 4.2에서 설명한 것처럼 노드 측으로부터 멀리 위치된 추가적인 말단 장착부를 또한 포함할 것이다. 설명된 분리 장착 시스템은 도면에 완전히 도시되지는 않았지만, 도 2에 도시되고 섹션 4.2에 기술된 바와 같이 실시예 A 트랜스듀서를 분리하는 시스템과 유사하다.

[2066] 4.2.3 실시예 U 트랜스듀서 - 분리 시스템(Embodiment U Transducer - Decoupling System)

[2067] 구성(Construction)

[2068] 도 73을 참조하면, 본 발명의 분리 시스템(U103)을 통해 하우징(또는 하우징의 일부) 또는 서라운드(U102) 상에 장착되는 오디오 트랜스듀서(U101)를 갖는 오디오 디바이스가 도시된다. 분리 시스템(U103)은 트랜스듀서(U101)의 주변 주위에 위치된 다수의 가요성이고 유연한 장착부(U103a-c)를 포함한다. 분리 장착 시스템은 트랜스듀서(U101)와 하우징(U102) 사이에서 주변의 실질적인 부분, 바람직하게는 장착 위치로부터 떨어진 전체 둘레 주위에 작은 갭(U104)을 유지하도록 구성된다. 도 74를 참조하면, 트랜스듀서(U101)는 트랜스듀서 베이스 구조(U202) 및 베이스 구조에 움직일 수 있게 결합된 진동판 어셈블리(U201)를 포함하는 선형 동작 트랜스듀서이다. 베이스 구조(U202)는 실질적으로 두꺼운 강성 및 스킵트 기하 구조를 포함하고, 움직일 수 있는 진동판 어셈블리(U201)를 수용하기 위한 일 측면 상에 실질적으로 중공(hollow) 개방 챔버(U215)를 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리는 부분(U202)을 포함하고 또한 자석(U205) 및 폴 피스(U206a-c)로 구성된 자석 어셈블리를 포함한다는 점을 주목해야 한다. 이 실시예에서, 진동판 어셈블리(U201)는 강자성 유체에 의해 챔버(U215)에 대해 고정 위치에서 지지된다. 당업자에게 명백한 대안적인 실시예들에서 챔버(U215) 내의 진동판 어셈블리를 지지하기 위해 다른 기계적 메커니즘이 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 진동판 어셈블리는 챔버(U215) 내에서 왕복 운동하여 사운드를 변환시킨다. 특히, 트랜스듀싱 메커니즘은 진동판 구조(U212)로부터 측 방향으로 자석(U205) 및 관련 폴 피스(U206a-c)에 의해 생성된 자기장 내로 연장되는 코일(U209)을 포함하는 전자기 메커니즘을 포함한다. 진동판 어셈블리(U201)는 정렬되어 챔버에 연결되지 않아서, 실질적으로 균일한 갭(U203)이 진동판 구조(U212)의 외주변과 챔버(U215)의 내주변 사이에서 유지된다. 이와 같이, 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 본 명세서의 섹션 2.3에 따른 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 대해 정의된 바와 같이 서라운드 구조와의 물리적 연결이 실질적으로 없는 진동판 구조를 포함한다. 그러나, 진동판 구조는 이 실시예에서 내부 및/또는 외부 강화부를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다.

[2069] 다시 도 73을 참조하면, 분리 시스템(U103)은 오디오 트랜스듀서의 주변, 특히 트랜스듀서 베이스 구조(U202) 주위에 분포된 복수의 장착부를 포함한다. 이 실시예에서, 한 쌍의 분리 장착부(U103b, 103c)는 캐비티(U105) 주위에 위치되고 분포되며, 제3 장착부는 베이스 구조(U202)의 대향 단부/측면에 위치된다. 대안적인 실시예에서는 상이한 개수의 장착부가 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 장착부(U103b 및 U103c)는 진동판 구조에 인접한 캐비티(U105)의 외주변 벽과 하우징(U102)의 내주변 벽 사이를 결합한다. 하우징의 내벽은 대응하는 리세스를 포함하고, 관련 장착부(U103b, U103c)를 수용하도록 구성된다. 각 장착부는 캐비티(U105)의 만곡된 외주변 벽에 대응하도록, 만곡된 내부 단부 면을 포함한다. 장착부(U103b, U103c)의 대향 단부 면은 또한 관련된 하우징 리세스의 내벽과 대응하도록 만곡된다. 제3 분리 장착부(U103a)는 베이스 구조의 단부 면과 하우징의 내벽 사이의 캐비티(U105)에 대한 트랜스듀서 베이스 구조(U202)의 대향 측면 상에 위치한다. 장착부(U103a)는 하우징의 내벽의 대응하는 리세스 내에 위치한다. 이 장착부(U103a)는 베이스 구조의 실질적으로 평면인 단부 면 및 리세스의 평면과 일치하도록, 실질적으로 평면인 대향 단부 면을 포함한다. 각 장착부(U103a-U103c)의 일 단부는 원위치의 대응하는 리세스 내의 대응하는 홈(도시되지 않음) 내에 상주하도록 플랜지 결합된다. 각 장착부(U103a-c)는 대응하는 하우징 리세스의 깊이보다 실질적으로 더 큰 두께를 포함하여, 이에 의해 베이스 구조의 외주변 벽과 하우징의 내주변 벽 사이의 트랜스듀서 베이스 구조 주위에 실질적으로 균일한 갭(U104)을 생성한다. 각 장착부(U103a-c)는 바람직하게는 연질 플라스틱 재료, 예를 들어 고무 또는 실리콘 재료와 같은 적합하게 가요성이고 유연한 재료로 형성된다. 또한, 상기 장착부는 바람직하게는 당업자에게 자명한 바와 같이 접착제와 같은 임의의 적합한 방법을 통해 베이스 구조 및 하우징에 양측에서 단단하게 결합된다.

[2070] 장착부(U103a)는 트랜스듀서(U101)의 노드 측에 또는 그 근처에 위치하고, 이 측은 진동판 어셈블리의 진동 동안 오디오 트랜스듀서가 가상의 지지되지 않는 상태에서 피벗할 측이다. 도 74h는 본 실시예의 오디오 트랜스듀

서에 대한 노드 축(U214)의 위치를 도시한다. 이 예에서 노드 축 장착부(U103a)는 노드 축으로부터 트랜스듀서 어셈블리/베이스 구조의 길이 방향 길이의 약 10% 거리 내에 위치한다. 대안적인 형태에서, 상기 장착부는 전술한 바와 같은 베이스 구조 어셈블리의 가장 큰 치수의 25%, 20%, 또는 15%의 거리보다 작게 위치될 수 있음을 알 것이다. 이 장착부는 일부 구성에서 말단 장착부(U103b 및 U103c)보다 비교적 덜 유연할 수 있다. 말단 장착부(U103b 및 U103c)는 노드 축으로부터 멀다. 그것들은 노드 축으로부터 베이스 구조의 길이의 약 80-90%의 거리에 위치하지만, 대체 실시예에서는 25% 또는 40%보다 큰 거리에 위치할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 말단 장착부(U103b 및 U103c)는 전술한 바와 같이 노드 축 장착부(U103a)보다 비교적 더 유연할 수 있다.

[2071] 성능(Performance)

[2072] 실시예 U의 분리 시스템은 본 명세서의 섹션 4.4에 설명된 성능 기준 및 설계 고려 사항을 충족시키는 유연성 프로파일을 갖도록 설계되었다. 이 오디오 트랜스듀서의 성능을 시뮬레이션한 결과가 아래에 설명되어 있다.

[2073] 도 74g 내지 도 74m은 본 실시예의 오디오 트랜스듀서가 가상의 지지되지 않은 상태에서 시뮬레이션될 때 대략 41Hz에서 발생하는 기본 진동판 공진 주파수의 FEM 모달 해석을 나타낸 것이다. 이 분석의 목적을 위해 진동판 서스펜션은 분석을 설정하기 쉽게 하기 위해 강자성 유체와는 반대로 얇은 실리콘으로서 모델링된다는 것을 주목해야 한다.

[2074] 도 74i 및 도 74j에서 알 수 있는 바와 같이, 오디오 트랜스듀서는 가상의 지지되지 않은 상태에 있을 때 베이스 구조(U202)가 회전하는 노드 축(U214)을 갖는다. 이것은 오디오 트랜스듀서의 비대칭 프로파일 및 베이스 구조의 일 측면상의 진동판 어셈블리 및 챔버(U215)의 위치로 인해 진동판이 실질적으로 선형 동작으로 움직인다는 사실에도 불구하고이다.

[2075] 도 75c 및 도 75d는 분리 장착부(U103a-c) 상에 장착된 드라이버의 FEM 모달 해석의 결과를 도시한다. 이 도면들은 분리 장착부에서 드라이버 베이스 구조가 움직이는 최고 주파수 공진 모드를 보여준다. 시뮬레이션에서 이 공진 모드는 약 173Hz에서 발생했다. 이 경우, 상기 장착부들은 비대칭이며, 이는 일반적으로 이 경우에서와 같이, 진동판 어셈블리가 동작될 때 모든 공진 모드가 여기되는 결과를 낳는다는 것을 주목해야 한다. 장착부(N103a-c)의 외부 면은 시뮬레이션에서 공간에 고정되어 있으며, 드라이버 서라운드 및/또는 인클로저가 비교적 단단하고 무거우면이 가정이 유효하다는 것을 또한 주목해야 한다.

[2076] 분리 장착부(103a-c)에 의해 제공되는 유연성 레벨은 이 오디오 트랜스듀서가 예를 들어 대략 100Hz-1600Hz의 FRO를 갖는 미드레인지 오디오 트랜스듀서로서 동작하기에 충분하다는 것을 의미한다. 이 FRO에 해당하는 옥타브 값은 4 옥타브이다. 아래 섹션 4.3.1에 요약된 유연성 기준 b) 경우를 취하면, FRO의 하한 (100Hz) $\times 2^{(4/4)} = 100\text{Hz} \times 2^1 = 200\text{Hz}$ 이다. 200Hz는 이 오디오 트랜스듀서의 173Hz의 최고 공진 모드 주파수보다 높다. 173Hz 모드는 분리 장착부의 베이스 구조에서 가장 높은 주파수 공진이기 때문에, 이는 분리 장착 시스템이 200Hz보다 낮은 주파수에서 분리 장착부 상의 베이스 구조의 모든 진동 모드가 발생하도록 분리 장착 시스템이 충분히 유연함을 의미한다. 다시 말해서, 이러한 오디오 트랜스듀서의 공진은 FRO의 하부 1/4에 국한되어, 이 기준에 따른 미드레인지 트랜스듀서로서 적합하게 만든다.

[2077] 4.3 일반적인 분리 - 설계 고려 사항(General Decoupling - Design Considerations)

[2078] 상술한 시뮬레이션은 본 명세서의 섹션 4.2.1-4.2.3에 설명된 분리 시스템에 따라 효과적인 분리 시스템을 설계하는 것을 돕기 위해 이하에 기술될 동작 원리 및 설계 고려 사항을 유도한다. 이러한 원리들 및 고려 사항들이 섹션 4.2.1-4.2.3에 기술된 것들에 대한 대안적인 분리 시스템을 설계하는데 사용될 수 있고, 이러한 원리들 및 고려 사항들에 기초한 그러한 대안적인 설계는 본 발명의 범위로부터 배제되는 것으로 의도되지 않는다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 달리 언급되지 않는 한, 본 발명의 분리 시스템에 대한 언급은 섹션 4.2에 기술된 실시예뿐만 아니라 다음의 고려 사항에 따라 설계될 수 있는 분리 시스템을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[2079] 4.3.1 FRO 한계 가까이 또는 밖의 여기 모드(Exciting Modes Outside or close to the FRO limits)

[2080] 적절한 성능을 얻기 위해, (베이스 구조의) 상당한 움직임을 야기하는, 진동판 구조의 동작 중에 상당히 여기되는 베이스 구조의 모든 진동 모드가 트랜스듀서의 FRO 밖에 있는 주파수에서 또는 FRO의 더 낮은 주파수 범위 내에 적어도 가까운 주파수에서 발생하도록, 분리 시스템이 설계될 수 있다.

[2081] 주요 고려 사항은 분리 시스템의 유연성 및/또는 유연성 프로파일 및 관련된 베이스 구조 어셈블리(또는 분리 중인 다른 컴포넌트)에 대한 분리 시스템의 위치이다. 분리 시스템과 관련된 문구 "유연성 프로파일"은 모든 분리 장착부와 관련된 전체적인 유연성 정도 및/또는 트랜스듀서 어셈블리의 상이한 위치들에 분포된 분리 장착부

사이의 상대적 유연성 정도를 포함하는 것으로 의도된다.

- [2082] 예를 들어, 일부 실시예들에서, 효과적인 분리를 위해, 분리 장착 시스템의 유연성 및/또는 유연성 프로파일 및 관련된 베이스 구조 어셈블리에 대한 분리 장착 시스템의 위치는, 진동판이 아닌 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분에 비해 베이스 구조 어셈블리의 상당한 움직임을 야기하기 위해, 관련 오디오 트랜스듀서의 진동판의 동작 중에 상당히 여기되는 모든 진동 모드가 아래보다 더 낮은 주파수에서 발생하도록 된다:
- [2083] a) 오디오 트랜스듀서의 FRO;
- [2084] b) $FRO \times 2^{\frac{1}{4}}$ 의 하한 ((FRO와 동등한 옥타브 값)/4);
- [2085] c) $FRO \times 2^{\frac{1}{2}}$ 의 하한 ((FRO와 동등한 옥타브 값)/2);
- [2086] 예를 들어, FRO가 150Hz ~ 9600Hz이면 FRO는 정확히 6 옥타브($9600 = 150 \times 2^6$)이다. 따라서 FRO에 상응하는 옥타브 값은 6이다.
- [2087] 전술한 바와 같이, 진동판이 아닌 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분에 비해 베이스 구조 어셈블리의 상당한 움직임을 야기하기 위해 관련 오디오 트랜스듀서의 진동판의 동작 중에 크게 여기된 유일한 공진 모드는 64Hz에서 발생하는 것이다. 이는 오디오 트랜스듀서의 FRO가 64Hz 미만(즉, 150Hz 미만)이므로, a) 경우가 적용된다는 것을 의미한다. 이 경우 정상 동작(150Hz-9600Hz) 중에 분리 모드가 여기되지 않기 때문에 분리 성능이 우수하다.
- [2088] 트랜스듀서가 20Hz에서 10,240Hz까지 사용되고 있었다면 FRO와 동등한 옥타브 값은 9 옥타브이다. 이것은 $64Hz < FRO$ 의 하한 $\times 2^{\frac{1}{4}}$ ((FRO와 동등한 옥타브 값)/4) = $20Hz \times 2^{\frac{9}{4}} = 95Hz$ 의 하한선이므로, 상기 b) 경우가 적용된다는 것을 의미한다. 95Hz에서 10,240Hz까지의 주파수 대역은 FRO의 3/4을 포함하므로 트랜스듀서는 여전히 FRO의 대다분에서 분리되어 있고 성능이 여전히 꽤 우수하다는 것을 의미한다.
- [2089] 4.3.2 노드 축 위치의 이동 최소화(Minimising Shift of Node Axis Location)
- [2090] 실제로, 고품질 분리 장착 시스템에 장착된 트랜스듀서는 동작 중에 움직이는 트랜스듀서 노드 축 위치를 가질 수 있다. (FRO와 관련하여) 비교적 낮은 주파수 범위에서 트랜스듀서 베이스 구조의 움직임과 노드 축 위치(만일 존재한다면)는 기본적으로 분리 장착 시스템의 기계적 제약(예를 들어, 장착부(A504, A505 및 A501)에서의 상대적 유연성)으로 정의된다 - 본 명세서에서는 "제1 동작 상태"라고 칭한다. 일반적으로 트랜스듀서 베이스 구조의 움직임은 상이할 것이며, 만일 노드 축이 있으면 트랜스듀서의 가상의 지지되지 않은 상태에서의 움직임과 비교하여 시프트될 것이다.
- [2091] 이러한 더 낮은 주파수 범위를 벗어나는 주파수에서 트랜스듀서 베이스 구조의 움직임과 노드 축 위치(만일 존재한다면)는 트랜스듀서 베이스 구조에 적용되는 (진동판 진동으로부터의 반력 및/또는 공진력과 같은) 힘의 위치와 방향에 의해 그리고 베이스 구조 어셈블리의 질량 분포에 의해 주로 정의된다 - 본 명세서에서는 "제2 동작 상태"라 칭한다(전형적으로 가상의 지지되지 않는 상태에서의 노드 축 위치와 동일함).
- [2092] 상기 섹션 4.2.1에 설명된 분리 시스템은 노드 축 위치의 시프트 측면을 포함하여 그러한 움직임 변화에 저항하거나 적어도 상당히 감소시킨다. 분리 시스템은 FRO 내에 노드 축 위치의 움직임이 매우 최소한 있거나 전혀 없도록 설계되어, 덜 유연한 분리 위치에서 병진 운동을 최소화하거나 방지한다.
- [2093] 분리 장착 시스템에 장착된 모든 트랜스듀서가 제1 및 제2 동작 상태 모두에서 노드 축을 가지는 것은 아닐 것인데, 그 이유는 관련 공진 모드가 둘 중 하나 또는 두 가지 상태에서 순전히 병진 상태일 가능성이 있기 때문이다. 제2 동작 상태는 특히 트랜스듀서가 분리되는 하우징 또는 베플 또는 인클로저 등이 분리가 비효율적일 때 여기될 수 있는 공진을 갖는 주파수에서, FRO의 대부분의 대역폭에 대한 바람직한 동작 모드이다. 트랜스듀서 노드 축이 제2 동작 상태에 대해 존재한다면, 제1 동작 상태에서 이 축의 위치가 멀리 시프트하지 않도록 하거나 적어도 축에서의 그러한 시프트가 (FRO에 대하여) 비교적 낮은 주파수에서 발생하도록 분리 장착 시스템을 설계하는 것이 바람직하다.
- [2094] 본 발명의 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 경우에 기술된 바와 같이, 이는 노드 축 장착부(A504, A505), 즉 비교적 덜 유연한 장착부에 의해 제공되는 대부분의 지지가 가상의 지지되지 않는 상태에서 트랜스듀서의 체로 병진 축에 또는 적어도 가까이에 위치될 때 달성된다(이 상태는 '제2 동작 상태'와 균등함).
- [2095] 만일 실시예 A 오디오 트랜스듀서가 제2 동작 상태 트랜스듀서 노드 축 위치에 근접하게 제공되는 대부분의 지지를 갖지 않은 분리 장착 시스템을 사용했다면, 하나 이상의 고주파수 트랜스듀서/분리 시스템 공진 모드가 강

하게 여기될 것이고, 또한, 그러한 여기는 제2 동작 상태에서부터 제1 동작 상태로의 시프트 중에 노드 축 위치의 시프트를 초래할 것이다. 노드 축 장착부에서의 회전 유연성이 비교적 작게 유지된다면, 말단 장착부(A501)의 유연성에 비하여, 노드 축 장착부(A504, A505)에서 분리 시스템의 병진 유연성을 충분히 증가시키면, 이 위치를 제2 동작 상태에서뿐만 아니라 제1 동작 상태에서 노드 축이 되게 할 것이고, 이는 제2 동작 상태에서부터 제1 동작 상태로의 시프트(및 그 반대)가 더 부드러운 말단 장착부의 유연성에 의해 주로 지배되는(FR0에 대하여) 더 낮은 주파수에서 일어날 것이라는 것을 의미한다.

[2096] 예를 들어, 차선의 분리 구성은 병진 진동판 동작을 가지고 회전 대칭을 나타내지만 비대칭 분리 장착 유연성을 갖는 표준 원추형(cone)-진동판 드라이버일 수 있다. 이 시스템은 트랜스듀서 노드 축을 갖지 않는 제2 동작 상태 및 트랜스듀서 노드 축이 있는 제1 동작 상태를 나타낼 수 있고, 제2 상태에서 제1 상태로의 전이는 비교적 높은 주파수에서 발생할 수 있다. 이 경우, 분리 시스템은 비교적 높은 주파수에서 발생하는 하나 이상의 강하게 여기된 모드를 생성하고, 이 주파수를 훨씬 웃도는 것이 아니라 진동이 하우징 또는 배플 또는 인클로저 등 내로 통과하는 것을 효과적으로 방지하는데 실패할 수 있다.

[2097] 분리 시스템의 효과는 진동을 전달하는 정도와 관련이 있다. 진동 전달은 높을 수 있으며, 분리 시스템 유연성이 공진 모드를 생성하는 주파수 주변에서 비-분리(non-decoupled) 시스템에서의 레벨을 초과하여 증가할 수도 있다. 디바이스가 이러한 주파수보다 높게 동작하는 것이 가장 좋지만, 이것이 항상 실용적이지는 않는다. 이러한 주파수 주변 및 그 미만에서 트랜스듀서 노드 축의 위치는 분리 장착 시스템의 기계적 제약에 의해 정의되거나 부분적으로 영향을 받는다.

[2098] 일부 실시예들에서, 분리 장착 시스템의 유연성 및/또는 유연성 프로파일 및 관련된 베이스 구조 어셈블리에 대한 분리 장착 시스템의 위치는, 베이스 구조 어셈블리가 대략 다음 중 하나 이상의 동작 주파수보다 높은 동작 주파수를 겪을 때, 오디오 트랜스듀서가 제2 동작 상태로 동작하도록 된다:

[2099] a) 오디오 트랜스듀서의 FR0의 하한;

[2100] b) FR0의 하한 $\times 2^{\frac{((FR0 \text{와 동등한 옥타브 값})-1)}{4}}$;

[2101] c) FR0의 하한 $\times 2^{\frac{((FR0 \text{와 동등한 옥타브 값})-1)}{2}}$;

[2102] 이는 분리 시스템 공진, 및 장착 시스템이 효과적으로 분리되지 않는 주파수가 FR0에 비해 그리고 바람직하게는 또한 인간의 귀가 가장 민감한 400 ~ 4kHz인 주파수 대역과 비교하여 낮은 주파수에서 발생하도록 분리 장착 시스템이 충분히 유연한 경우 음질이 향상되기 때문이다.

[2103] 시뮬레이션된 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 가장 높은 주파수의 제6 분리 모드(479Hz)보다 훨씬 높은 주파수, 예를 들어 1 옥타브 높은 주파수에서 제2 동작 상태로 동작하므로, 479Hz보다 1 옥타브 위에, 즉, 958Hz를 초과하여 제2 동작 상태에 있다.

[2104] 비록 더 낮은 주파수에서도 좋은 성능을 얻을 수 있다는 것을 보여주었지만, 이 시나리오는 A14에서와 같이 장착부를 신중하게 설계한 특별한 경우에 최적의 분리 성능을 유지한다. 특히, 시스템 A14가 64Hz에 가깝게, 예를 들어 128Hz까지 동작하면, 이 대역폭의 분리 모드는 최소한으로만 여기되어, 드라이버가 제1 동작 상태로 전이 하더라도 최소한의 오디오 열화만 초래할 것이다.

[2105] 설명된 바와 같이, 분리 장착 및 분리 유연성이 제1 동작 상태의 트랜스듀서 노드 축이 제2 동작 상태의 위치와 동일하도록 구성되면, 분리 시스템에 의해 최적의 격리가 제공될 것이다. 실제로, 허용 오차가 예상되며, 따라서 분리 장착 및 분리 유연성이 제1 동작 상태의 트랜스듀서 노드 축이 제2 동작 상태의 위치에 매우 가깝거나 근접하도록 구성되면 분리 시스템에 의해 적절한 격리가 제공될 것이다.

[2106] 일부 실시예들에서, 분리 장착 시스템은 제2 동작 상태에서 트랜스듀서 노드 축으로부터 떨어져서, 베이스 구조 어셈블리의 최대 치수의 25%, 보다 바람직하게는 40%의 거리를 넘어서 위치한 하나 이상의 말단 장착부를 갖는다. 베이스 구조 어셈블리의 움직임은 그것이 장착된 컴포넌트에 대하여 아마 중요할 수 있으므로, 말단 장착부가 유연하고 노드 축 장착부에 비해 트랜스듀서에 많은 지지를 제공하지 않는 것이 바람직하다. 말단 장착부의 목적은 주로 센터링 기능을 제공하여 정상 동작 중에 트랜스듀서가 하우징 또는 오디오 디바이스의 다른 일부에 닿지 않도록 하는 것이다. 바람직하게는, 말단 장착부는 집합적으로 충분히 유연하여, 만일 남아 있는 모든 분리 장착 시스템 장착부가 제거된다면, 베이스 구조 어셈블리가 장착된 컴포넌트에 대한 베이스 구조 어셈블리의 움직임을 수반하는, 오디오 트랜스듀서의 동작 중에 상당히 여기되는 모든 베이스 구조 어셈블리 공진 모드의 주파수는 다음보다 더 낮다:

- [2107] a) 오디오 트랜스듀서의 FRO;
- [2108] b) FRO의 하한 $\times 2^{\lceil ((\text{FRO와 동등한 옥타브 값})/8) \rceil}$;
- [2109] c) FRO의 하한 $\times 2^{\lceil ((\text{FRO와 동등한 옥타브 값})/4) \rceil}$;
- [2110] 이러한 공진 모드의 주파수를 계산하는 적절한 방법은 유한 요소 해석을 사용하는 컴퓨터 모델을 통하는 것이다.
- [2111] 4.4.3 다양한 분리 재료 및 구성(Various decoupling materials and configurations)
- [2112] 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 한 부분으로부터 다른 부분으로 적절하게 유연한 지지를 제공하여 둘 사이의 진동의 기계적 전달을 유용하게 완화하기 위한 다양한 상이한 재료 및 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 분리 장착 시스템은 고무, 실리콘 또는 점탄성 우레탄 중합체 또는 연질 플라스틱 재료로 형성된 다른 부재와 같은 가요성 및/또는 탄성 재료를 포함할 수 있다. 그것은 강자성 유체를 포함할 수 있으며, 유체는 자기장의 인가에 의해 원위치에 유지될 수 있다. 분리 장착 시스템은 자기 반발력을 사용할 수 있으며, 아마도 한 부분의 자성 요소가 다른 부분의 다른 자성 요소를 밀어 낸다. 또 다른 구성에서, 분리 장착 시스템은 제1 및 제2 컴포넌트 사이에 지지를 제공하는 유체 또는 겔을 포함할 수 있다. 유체 또는 겔은 가요성 물질을 포함하는 캡슐 내에 함유될 수 있다. 선택적으로, 또는 부가적으로, 장착 시스템들 중 적어도 하나는 금속 스프링 또는 다른 금속성 탄성 부재와 같은 가요성 및/또는 탄성 부재 또는 요소를 포함할 수 있다.
- [2113] 일부 실시예들에서, 분리 장착 시스템은 24°C에서 0.2보다 큰, 또는 0.4보다 큰, 또는 0.8보다 큰, 또는 가장 바람직하게는 1보다 큰 기계적 손실 계수(mechanical loss coefficient)를 갖는 가요성 재료를 포함한다. 이것은, 분리 장착부에서 움직이는 드라이버를 수반하는 공진 모드가 더 잘 제어될 수 있다는 것을 의미한다.
- [2114] 4.4 분리와 결합된 선호되는 오디오 트랜스듀서 특징(Preferred Audio Transducer Features in Combination with Decoupling)
- [2115] 전술한 바와 같이, 예를 들어 섹션 4.2의 실시예들에 설명된 본 발명의 분리 장착 시스템 및/또는 섹션 4.3에 설명된 고려 사항들에 따라 당업자에 의해 설계될 수 있는 임의의 다른 분리 시스템은 바람직하게는 하나 이상의(그러나 바람직하게는 모두) 다음의 특징의 임의의 조합을 포함하는 오디오 트랜스듀서에 통합된다:
- [2116] ● 본 명세서의 섹션 2.2의 구성 R1-R4 진동판 구조 또는 섹션 2.3의 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 설명된 진동판 구조에서 설명된 바와 같이 공진 제어에 엄격한 접근 방식을 채택한 두껍고 강성인 진동판,
- [2117] ● 본 명세서의 섹션 2.2.1에 따른 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 대해 설명된 단단하고 견고한 기하 구조를 가진 베이스 구조, 및/또는
- [2118] ● 본 명세서의 섹션 2.3에 설명된 오디오 트랜스듀서에 대해 정의된 자유 주변 진동판; 및/또는
- [2119] ● 본 명세서의 섹션 3.2 또는 3.3에 정의된 힌지 시스템을 갖는 회전 동작 트랜스듀서.
- [2120] 분리 시스템과 이들 특징의 조합은 본 명세서의 섹션 4.2.1에서 설명된 분리 시스템을 통합하는 실시예 A 오디오 트랜스듀서를 참조하여 (주로) 설명될 것이다. 그러나 설명된 다음의 오디오 트랜스듀서 특징은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 섹션 4.2.2 또는 섹션 4.2.3에서 설명된 임의의 다른 분리 시스템과 결합되거나 아니면 섹션 4.3에서 설명된 기준에 따라 설계될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [2121] 4.4.1 강성 진동판과의 분리(Decoupling in combination with Rigid Diaphragm)
- [2122] 전술한 바와 같이, (예를 들어 섹션 2.2에서의 구성 R1-R4 진동판 구조에 대해 정의된 바와 같이) 공진 제어에 대한 엄격한 접근법을 채택하는 실질적으로 두껍고 강성인 진동판 구조가 드라이버의 인클로저로부터 충분히 분리되면, 인클로저 공진이나 진동판 공진은 동작 대역폭 내에서 오디오 재생을 흐리게 하지 않을 것이다. 따라서, 본 발명의 분리 시스템은 바람직하게는 예를 들어 본 발명의 구성 R1 진동판 구조와 관련하여 설명된 강성 진동판 구조를 갖는 오디오 트랜스듀서를 갖는 오디오 디바이스에 통합된다. 이 오디오 트랜스듀서 예의 구성 R1 진동판 구조의 특징과 양태는 본 명세서의 강성 진동판(Rigid Diaphragm) 섹션에 자세히 설명되어 있고, 이는 본 명세서에 참고로 인용된다. 간결함을 위해 이 진동판 구조에 대한 간략한 설명만이 이하에 주어질 것이다.
- [2123] 도 2 및 도 15를 참조하면, 일 실시예에서, 본 발명의 상술한 분리 시스템 중 하나를 포함하는 오디오 디바이스는 샌드위치 진동판 구성을 포함하는 구성 R1의 진동판 구조(A1300)를 갖는 오디오 트랜스듀서를 더 포함한다.

이 진동판 구조(A1300)는 실질적으로 경량의 코어/진동판 몸체(A208) 및 동작 중 몸체의 면에서 또는 그에 인접하여 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위하여 진동판 몸체의 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 인접하여 진동판 몸체에 결합된 외부 수직 응력 강화부(A206/A207)로 구성되어 있다. 수직 응력 강화부(A206/A207)는 몸체 외부 및 (도시된 예에서와 같이) 적어도 하나의 주요 면(A214/A215) 또는 대안적으로 몸체 내에서 결합될 수 있으며, 적어도 하나의 주요 면(A214/A215)에 직접 인접하고 실질적으로 근처라서, 동작 중에 압축-인장 응력을 충분히 견딜 수 있다. 수직 응력 강화부는 동작 중에 몸체가 겪게 되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 진동판 몸체(A208)의 대향하는 주요 전면 및 후면(A214/A215)의 각각에 강화 부재(A206/A207)를 포함한다.

- [2124] 진동판 구조(A1300)는 코어 내에 내장된 적어도 하나의 내부 강화 부재(A209)를 더 포함하며, 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고 및/또는 실질적으로 완화시키는 주요 면(A214/A215) 중 적어도 하나에 대해 소정 각도로 배향된다. 내부 강화 부재(들)(A209)는 하나 이상의 외부 수직 응력 강화 부재(들)(A206/A207)(바람직하게는 양 측면 - 즉, 각 주요 면)에 부착되는 것이 바람직하다. 내부 강화 부재(들)는 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고 및/또는 완화시키도록 동작한다. 진동판 몸체의 코어 내에 복수의 내부 강화 부재(A209)가 분포되는 것이 바람직하다.
- [2125] 코어(A208)는 3차원으로 변화하는 상호 연결된 구조를 포함하는 재료로 형성된다. 코어 재료는 바람직하게는 발포 고무 또는 정돈된 3차원 격자 구조 재료이다. 코어 재료는 복합 재료를 포함할 수 있다. 바람직하게는 코어 재료는 발포 폴리스티렌 폼이다.
- [2126] 진동판은 트랜스듀서의 FRO에 걸쳐 동작하는 동안 실질적으로 강성을 유지하는 실질적으로 강성인 진동판 몸체를 포함한다.
- [2127] 바람직하게는 진동판 몸체는 회전축에 대한 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%인 최대 두께를 포함한다. 보다 바람직하게는 최대 두께는 회전축에 대한 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 15%이다.
- [2128] 일부 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 먼 영역 쪽으로 두께를 감소시키도록 테이퍼링된다. 다른 실시예들에서, 진동판 몸체의 두께는 진동판 어셈블리의 질량 중심에 먼 영역 쪽으로 두께를 감소시키도록 계단형이다.
- [2129] 일부 실시예들에서, 이 예시적인 트랜스듀서의 진동판 구조의 내부 응력 강화부는 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서에 설명된 진동판 구조에서와 같이 제거될 수 있다.
- [2130] 4.4.2 자유 주변 유형 오디오 트랜스듀서와 결합하여 분리(Decoupling in combination with free periphery type audio transducer)
- [2131] 진술한 바와 같이, 예를 들어, 섹션 2.3에 정의된 바와 같이 서라운드 구조와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 없는 주변을 갖는 진동판 구조를 갖는 오디오 트랜스듀서가 오디오 드라이버의 인클로저로부터 충분히 분리되면, 인클로저 공진 및 진동판 서스펜션 공진 모두가 동작 대역폭 내에서 감소되거나 제거되어, 오디오 재생의 흐려짐(clouding)을 방지하는데 도움이 될 수 있다.
- [2132] 적어도 부분적으로 자유로운 주변 진동판 구조에 대한 진동판 서스펜션은 전체 진동판의 유연성 및 편위를 과도하게 손상시키지 않으면서 공진에 대해 보다 기하학적으로 단단하게 만들 수 있다. 그들은 또한 발생할 수 있는 공진이 덜 들리도록 영역을 축소했다. 따라서, 일부 실시예들에서, 본 발명의 분리 시스템은 바람직하게는 본 명세서의 섹션 2.3에 기술된 바와 같은 자유 돌레 유형 진동판을 갖는 오디오 트랜스듀서에 통합되며, 이는 본 명세서에 참고로 포함된다.
- [2133] 간결함을 위해 바람직한 구조에 대한 간략한 설명만이 하기에 제공될 것이다. 바람직한 구성에서, 분리 시스템은 본 명세서의 섹션 2.3의 구성 R5-R7에 기술된 바와 같이 오디오 트랜스듀서 구성에 통합된다.
- [2134] 도 2를 참조하면, 이 예의 오디오 트랜스듀서는 진동판 서라운드 서스펜션을 동시에 제거하고 진동판 몸체 에지(들) 근처의 외부 수직 응력 강화 질량을 감소시킴으로써 개선된 진동판 파열 거동을 제공하도록 구성된다. 이 예의 오디오 트랜스듀서는 서라운드 구조와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 없는 주변을 갖는 진동판 구조를 갖는 진동판 어셈블리로 구성된다. 진동판 구조는 바람직하게는 진동판 어셈블리의 질량 중심으로부터 먼 관련된 주요 면의 하나 이상의 주변 에지 영역 쪽으로 질량이 감소하는 외부 수직 응력 강화부를 갖는 실질적으로 경량의 진동판 몸체를 또한 포함한다. 도시된 예에서, 진동판 어셈블리 질량 중심은 코일 권선과 같은 힘 전달 컴포넌트 가까이 위치되지만, 이것은 어셈블리의 설계에 따라 다른 곳에 위치될 수 있음을 알 것이다.
- [2135] 진동판 어셈블리(A101)는 외부 응력 수직 응력 강화부로 강화된 하나 이상의 주요 면을 갖는 몸체를 갖는 진동판 구조(A1300)를 포함한다. 진동판 구조의 수직 응력 강화부는 진동판 어셈블리의 질량 중심 위치로부터 먼 하

나 이상의 영역에서 비교적 더 낮은 양의 질량을 초래하는 질량 분포를 포함한다. 수직 응력 강화부에서의 질량의 감소에 추가하여, 진동판 구조는 원위치의 하우징(A601)의 내부와 물리적 연결이 실질적으로 없는 주변을 포함한다. 이 예에서, 주변은 하우징과의 물리적 연결이 거의 완전히 없지만, 일부 변형 예에서 주변의 길이의 적어도 20, 30, 50 또는 80%를 따라 또한 연결이 없을 수도 있다.

[2136] 이 예에서, 일련의 버팀대가 이용되어 표면의 다른 부분들을 강화되지 않은 상태로 남겨두는 외부 응력 강화를 제공하지만, 다른 형태의 강화가 사용될 수 있음을 알 것이다. 버팀대는 진동판 구조의 베이스 영역(어셈블리의 질량 중심 위치에 근접한 회전축 근처) 가까이에서 더 넓고, 진동판 몸체의 관련된 주요 면의 길이의 중간에(예를 들어, 대략 진동판 몸체의 주요 면을 가로 질러 중간에서), 주요 면 팁의 대향 주변 에지 쪽으로, 수직 응력 강화 버팀대의 너비가 감소되어 질량을 감소시킨다.

[2137] 이 오디오 트랜스듀서는 또한 하나 이상의 진동판 구조 주변 영역에서 감소된 질량을 포함하여(여기에 연결된 진동판 서스펜션이 없거나 매우 최소이기 때문임), 진동판의 나머지 부분을 통해 연속적인(a cascade of) 언로딩(unloading)을 초래하고 이에 의해 내부 코어 전단 문제를 또한 해결한다.

[2138] 바람직하게는, 인클로저 내부와의 연결이 없는 진동판 구조의 하나 이상의 주변 영역 및 인클로저 내부 사이에 작은 에어 갭이 존재한다. 바람직하게는, 상기 에어 갭의 크기는 진동판 몸체 길이의 1/20 미만이다. 바람직하게는 에어 갭의 크기는 1mm 미만이다.

[2139] 일 실시예에서, 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%, 보다 바람직하게는 적어도 14%의 최대 두께를 갖는 진동판 몸체를 포함한다.

[2140] 이러한 특징은 동작 대역폭 내에서 최소의 공진을 생성하는 드라이버를 야기하며, 따라서 동작 대역폭 내에서 예외적으로 낮은 에너지 저장 특성을 갖는다.

[2141] 4.4.3 콤팩트하고 견고한 베이스 구조와 결합된 분리(Decoupling in combination with compact and robust base structure)

[2142] 앞서 언급했듯이, 강성 소재로 만들어져서 비교적 공진이 없는 오디오 드라이버의 베이스 구조가 (예를 들어, 이 명세서의 섹션 2.2.1에 정의된 대로) 콤팩트하고 견고한 기하 구조를 갖는다면, 인클로저 공진 또는 베이스 구조 공진은 동작 대역폭 내에서 오디오 재생을 흐리게 하지 않을 것이다. 이러한 베이스 구조(A115)의 특징 및 양태는 본 명세서의 섹션 2.2.1에 상세히 기재되어 있으며, 이는 본 명세서에 참고로 포함된다. 베이스 구조는 간결함을 위해 아래에서 간단히 설명될 것이다.

[2143] 도 1을 참조하면, 일부 실시예들에서, 본 발명의 분리 시스템은 비교적 높은 비탄성률 특성을 갖는 하나 이상의 컴포넌트/부분으로 구성되는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)를 포함하는 오디오 트랜스듀서를 갖는 오디오 디바이스에 통합된다. 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 임의의 공진 모드가 트랜스듀서의 FRO 외부에서 바람직하게 발생하도록 실질적으로 강성으로 설계된다. 이 유형의 설계의 예는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 주요 부분(베이스 구조의 질량의 대부분)이며, 자석(A102) 및 폴 피스(A103 및 A104)로 구성된다. 자석(A102) 및 폴 피스(A103 및 A104)은 바람직하게는 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 실질적으로 강성이고 스퀴트한 벌크를 구성한다.

[2144] 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 베이스 구조는 베이스 구조 어셈블리가 효과적으로 구속되지 않을 때 상당한 회전 성분을 갖는 동작으로 움직이도록 질량 분포를 갖는다. 예를 들어, 베이스 구조 어셈블리는 트랜스듀서가 분리 장착 시스템의 강성이 무시할 정도이거나 그 정도가 되도록 충분히 높은 주파수에서 동작할 때 효과적으로 구속되지 않는다.

[2145] 베이스 구조(A115)는 자석 몸체(A102) 및 몸체(A102)의 일단 부에 대향되고 분리된 폴 피스들(A103 및 A104)을 포함하는 전자기 동작 메커니즘의 일부를 포함한다. 폴 피스는 자석 몸체(A102)의 대향하는 측면에 결합된다. 가늘고 긴 접촉 바(A105)는 폴 피스들 사이에 형성된 갭 내에서 자석 몸체를 횡 방향으로 가로 질러 연장된다. 접촉 바(A105)는 일측에서 자석 몸체에 그리고 대향측에서 진동판 어셈블리(A101)에 결합된다. 접촉 바(A105)는 진동판 어셈블리(A101)를 결합하는 측면에 비해 자석(A102)을 결합하는 측면에서 더 큰 접촉 표면적을 갖도록 형성된다. 섹션 4.2.1의 분리 시스템의 한 쌍의 분리 핀(A107 및 A108)은 자석 몸체(A102)의 대향 측면으로부터 측 방향으로 돌출하고, 베이스 구조(A105)를 원위치의 관련 하우징에 피벗식으로 결합하도록 구성된다. 베이스 구조(A115)는 네오디뮴(NdFeB) 자석(A102), 스틸 폴 피스(A103 및 A104), 스틸 접촉 바(A105) 및 티타늄 분리 핀(A107 및 A108)을 포함할 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 모든 부분은 예를 들어 에폭시 계 접착제

와 같은 접착제를 사용하여 연결될 수 있다.

- [2146] 이 예에서, 트랜스듀서는 진동판 어셈블리(A101)를 베이스 구조(A115)에 대해 중립 회전 위치로 바이어싱하기 위해 진동판 어셈블리(A101)에 동작 가능하게 결합된 복원/바이어싱 메커니즘을 더 포함한다. 바람직하게는, 중립 위치는 왕복 운동하는 진동판 어셈블리(A101)의 실질적으로 중심 위치이다. 이 실시예의 바람직한 구성에서, 토션 바(A106) 형태의 진동판 센터링 메커니즘은 트랜스듀서 베이스 구조(A115)를 진동판 어셈블리(A101)에 링크하고, 진동판 어셈블리(A101)를 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 비해 평형 위치로 센터링하기에 충분히 강한 복원/바이어싱 힘을 제공한다. 이러한 구성에서, 복원력을 제공하기 위해 비틀림 스프링이 이용되지만, 대안적인 구성에서 당업계에 잘 알려진 다른 바이어싱 컴포넌트 또는 메커니즘이 회전 복원력을 제공하기 위해 이용될 수 있다는 것을 알 것이다.
- [2147] (도 3에서 알 수 있는 바와 같이) 접촉 바(A105)는 말단 탭(A303)에서 토션 바(A106)에 연결되고, 단단한 방식으로 이 연결을 용이하게 하기 위해, 접촉 바(A105)는 트랜스듀서 베이스 구조의 단단하고 스퀴트한 벌크를 구성하는 자석(A102) 및 외부 폴 피스(A103 및 A104)로부터 멀리 밖으로 돌출되어야 한다. 토션 바(A106)는 진동판 어셈블리(A101)의 측면으로부터 그리고 베이스 구조(A115)에 가장 근접한 어셈블리(A101)의 단부에서 또는 그 근처에서 축 방향으로 그리고 실질적으로 직각으로 연장된다.
- [2148] 접촉 바(A105)는 비교적 가늘고, 대응하여 공진하는 경향이 있다. 공진을 최소화하기 위해, 접촉 바(A105)는 테이퍼링되어, 굴곡이 최대 변위를 초래하는 단부 탭(A303) 근처의 질량을 감소시키고, 변형이 단부 탭 영역의 최대 변위를 초래할 돌출부의 베이스 쪽으로 스퀴트 벌크에 의해 제공되는 지지의 상대적 강성을 또한 증가시킨다. 접착제인 에폭시 수지는 약 3GPa의 비교적 낮은 영률을 가지고 있기 때문에, 접촉 바는 또한 접착제와 관련된 유연성을 최소화하기 위해 자석(A102)과의 연결부에서 상이한 평면들로 배향되어 큰 표면적을 가지고 있다.
- [2149] 트랜스듀서 베이스 구조(A115)가 진동판의 한 단부를 향하여 장착되기 때문에, 진동판의 전방 및 후방 주요 면(A214, A215) 모두는 방해받지 않고 에어 흐름을 최대화하고, 트랜스듀서 베이스 구조, 진동판 및 하우징(A601)과 같은 컴포넌트들 사이에 포함된 에어 양에 의해 생성된 에어 공진(air resonance)을 최소화한다.
- [2150] 4.4.4 회전 동작 드라이버와 결합된 분리(Decoupling in combination with rotational action driver)
- [2151] 회전 동작 및 힘 전달 컴포넌트(Rotational Action and Force Transferring Component)
- [2152] 회전 동작 트랜스듀서가 고유의 공진을 갖는 인클로저 또는 다른 구조에 단단하게 장착되는 경우, 이러한 공진은 선형 진동판 동작을 갖는 드라이버에 의한 것과 거의 동일한 방식으로 드라이버에 의해 여기될 수 있어, 바람직하지 않은 에너지 저장을 초래할 수 있다. 회전 동작 드라이버의 경우, 이 저장된 에너지는 진동판 어셈블리 힌지 시스템을 통해 인클로저에서 진동판으로 전달될 수 있으며, 이는 힌지 메커니즘이 일반적으로 단일 회전 기본 모드와 관련하여 꽤 유연함에도 불구하고 내재된 병진 변위에 대한 내성에 의해 에너지를 전달하기 때문이다.
- [2153] 이 과정에서 진동의 진폭은 비교적 무거운 인클로저 패널과 트랜스듀서 베이스 구조 컴포넌트 대(versus) 경량 진동판 사이의 임피던스 불일치로 인해 기계적으로 증폭될 수 있다.
- [2154] 그러므로, 공진 경향이 있는 구조로부터 진동판 구조로의 진동 전달을 감소시키는 분리 시스템으로 회전 동작 오디오 디바이스를 구성함으로써 이점이 존재한다. 예를 들어, 유용한 실시예는 트랜스듀서/인클로저 시스템을 크고 공진 경향이 있는 헤드밴드로부터 분리하는 분리 시스템을 가지고, 전체 트랜스듀서/인클로저가 낮은 공진 시스템이거나 실질적으로 공진이 없도록, 견고하고 콤팩트한 인클로저에 단단하게 장착된 회전 동작 트랜스듀서를 갖는 헤드폰으로 구성된다. 이 구성은 진동이 (우연히 청취자의 귀에서 떨어져 있고 사운드를 직접 방출하지 않을 수도 있는) 헤드밴드로 전달되지 않도록 하고, 내부 헤드밴드 공진 모드를 통해 저장된 다음 진동판을 통해 청취자의 귀에 전달된다.
- [2155] 도 1 및 도 2를 참조하면, 일부 실시예들에서, 본 발명의 분리 시스템은 회전 동작 트랜스듀서를 갖는 오디오 디바이스에 포함된다. 조립된 상태에서, 트랜스듀서는 진동판(A101)이 결합되고 이에 대해 회전하는 베이스 구조(A115)를 포함한다. 베이스 구조(A115)는 동작 중에 진동판이 베이스 구조에 대해 회전하게 하는 동작 메커니즘의 적어도 일부를 포함한다. 오디오 트랜스듀서의 이러한 예에서, 전자기 작동(actuating) 메커니즘은 동작 중에 진동판을 회전시키고, 베이스 구조(A115)는 진동판(A101)에 인접한 몸체(A102)의 단부에, 대향되고 분리된 폴 피스(A103 및 A104)를 갖는 자석 몸체(A102)를 포함한다. 전자기 메커니즘의 코일은 폴 피스(A103 및 A104)

사이에 위치하고, 진동판(A101)의 작동 단부에 결합된다.

- [2156] 도 2를 참조하면, 두꺼운 단부인 진동판(A101)의 일 단부에는 그에 부착된 힘 발생 컴포넌트(A109)가 있다. 하나의 바람직할 형태에서, 다시, 본 명세서에 기술된 분리 장착 시스템의 사용과 관련하여, 트랜스듀싱 메커니즘은 원하지 않는 공진 모드에 대한 기회를 최소화하기 위해 진동판 구조(A1300)에 직접 단단하게 연결된 힘 전달/발생 컴포넌트(예를 들어, 모터 코일 권선(A109) 또는 자석)를 포함한다. 대안적으로, 힘 전달/발생 컴포넌트는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 진동판 구조(A1300)에 단단하게 연결되고, 힘 전달 컴포넌트와 진동판 몸체 사이의 거리는 진동판 몸체의 최대 치수의 75% 미만이다. 보다 바람직하게는, 거리는 진동판 몸체의 최대 치수의 50% 미만, 35% 미만 또는 25% 미만이다. 가까운 근접성은 구조의 강성에 도움이 되고, 다시 원치 않는 공진 모드에 대한 기회를 최소화한다.
- [2157] 힘 발생 컴포넌트에 결합된 진동판 구조(A1300)는 진동판 어셈블리(A101)를 형성한다. 이 예에서, 힘 발생 컴포넌트는 2개의 긴 변(A204) 및 2개의 짧은 변(A205)으로 이루어진 대략 직사각형 형상으로 권선된 코일 권선(A109)이다. 스페이서는 오디오 트랜스듀서/진동판 어셈블리의 조립된 상태에서 진동판 구조(A1300)의 더 두꺼운 베이스 단부에 상보적인 프로파일을 가지므로, 이에 의해 진동판 구조의 두꺼운 단부의 주변 에지 주위에 또는 그에 인접하여 연장된다. 스페이서(A110)는 힌지 어셈블리(A301)의 일부를 형성하는 스틸 샤프트(A111)에 부착된다/고정 결합된다. 진동판 몸체(A208)의 베이스/두꺼운 단부에 위치한 이러한 3개의 컴포넌트의 결합은 실질적으로 콤팩트하고 견고한 기하 구조를 갖는 진동판 어셈블리의 강성 진동판 베이스 구조를 형성하여, 진동판 어셈블리의 더 경량의 웨지 부분이 견고하게 부착되는 솔리드하고 공진에 견디는(resonance-resistant) 플랫폼을 생성한다.
- [2158] 회전 동작 오디오 트랜스듀서에서, 트랜스듀싱 메커니즘이 회전축에 비교적 근접하여 위치될 때 최적 효율이 얻어진다. 이것은 불필요한 공진 모드의 최소화를 둘러싼 본 발명의 목적에 잘 부합하고, 특히 회전축에 가까운 여기 메커니즘을 위치시키는 것이 진동판 어셈블리의 회전 관성의 너무 많은 증가를 초래하지 않고 비교적 무겁고 콤팩트한 컴포넌트를 통해 힌지 메커니즘에 단단하게 연결될 수 있다는 전술한 관찰에 잘 부합한다. 이 경우, 코일 반경은 진동판 몸체 길이(A211)의 약 13% 또는 약 2mm일 수 있지만, 최적화 효율을 위한 다른 반경도 또한 예상된다.
- [2159] 극대화된 진동판 편위 및 공진에 대한 감수성 감소를 통해 하이파이 오디오 재생을 제공하는 트랜스듀서의 성능을 최대화하기 위해, 회전축으로부터 측정된, 진동판 몸체 길이(A211)에 대한 힘 전달 또는 발생 컴포넌트(A109)의 부착 위치의 반경의 비는 바람직하게는 0.5보다 작고, 가장 바람직하게는 0.4보다 작다. 이는 또한 효율성을 최적화하는 데 도움이 될 수 있다.
- [2160] (적어도 하나의 방향으로의) 강성 힌지 (Rigid hinge(in at least one directoin))
- [2161] 바람직하게는, 진동판 어셈블리는 적어도 하나의 병진 방향으로 강성인 힌지 어셈블리에 의해 지지되며, 이것의 이점은 진동판의 과열 주파수를 실질적으로 증가시키는데 필요한 강성 지지를 제공하는 것이다. 본 명세서의 섹션 3.2 및 3.3에 설명된 접촉 힌지 어셈블리 및 굴곡 힌지 어셈블리는 본 발명의 분리 시스템과 관련하여 사용될 수 있는 2개의 그러한 힌지 메커니즘이다.
- [2162] 힌지 어셈블리는 적어도 하나의 축을 따라, 또는 보다 바람직하게는 적어도 두개의 실질적으로 직교하는 병진 축을 따라, 또는 보다 바람직하게는 3개의 실질적으로 직교하는 병진 축을 따라 진동판 어셈블리와 관련 베이스 구조 사이의 상대적인 병진 운동을 충분히 방지할 수 있도록, 동일한 방향으로 실질적으로 강성인 것이 바람직하다.
- [2163] 힌지 어셈블리는 바람직하게는 소정의 방향으로 실질적으로 강성이어서 바람직하게는 어셈블리의 의도된 회전축이 아니라, 적어도 하나의 축, 또는 보다 바람직하게는 적어도 두개의 실질적으로 직교하는 축을 중심으로 하는 진동판 어셈블리와 관련 베이스 구조 사이의 상대적 회전을 충분히 방지한다
- [2164] 접촉 힌지 형태(Contact Hinge Form)
- [2165] 상기 섹션 4.5.1에서 설명된 회전 동작 오디오 트랜스듀서 및 본 발명의 분리 시스템을 갖는 이 오디오 디바이스 실시예의 일 형태에서, 오디오 트랜스듀서는 섹션 3.2에서 설명된 바와 같이 진동판 어셈블리(A101)를 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 피봇식으로 결합하는 접촉 힌지 메커니즘을 더 포함한다. 예시적인 실시예뿐만 아니라 접촉 힌지 시스템과 관련된 설계 원리 및 고려 사항에 대한 전체 설명은 본 명세서의 섹션 3.2에 제공된다. 이 설명에 따라 설계된 임의의 접촉 힌지 메커니즘은 관련 기술 분야의 당업자에게 명백한 바와 같이 이러한 분리 시스템과 관련하여 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 간결함을 위해 이 설명은 아래에 반복하

지 않을 것이며, 단지 실시예 A 오디오 트랜스듀서에 도시된 한가지 예시적인 접촉 힌지 시스템의 간단한 설명만이 제공된다.

[2166] 도 1 및 도 2를 참조하면, 일 형태에서 회전 동작 트랜스듀서는 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 피봇식으로 결합된 진동판 어셈블리(A101)를 포함한다. 힌지 시스템은 진동판 어셈블리(A101)가 베이스 구조(A115)에 대해 회전 또는 흔들릴(rock)/발진할 수 있도록 진동판 어셈블리(A101)와 트랜스듀서 베이스 구조(A115) 사이에 롤링 접촉을 형성한다. 이 예에서, 힌지 시스템은 접촉 표면(도 1f에 가장 잘 보임)을 갖는 길이 방향 접촉 바(A105)인 접촉 부재에 대해 롤링하는 길이 방향 힌지 샤프트(A111)인 적어도 하나의 힌지 요소를 갖는 힌지 어셈블리(A301)를 포함한다. 이 예에서, 힌지 요소(A111)는 접촉 영역(A112)에서 힌지 요소의 일 측면 상에 실질적으로 볼록하게 만곡된 접촉 표면 또는 정점을 포함하고, 접촉 영역(A112)에서 접촉 바(A105)의 일 측면상의 접촉 표면은 실질적으로 평면 또는 편평하다. 대안적인 구성에서, 힌지 요소(A111) 또는 접촉 부재(A105) 중 하나는 일 측면 상에 볼록하게 만곡된 접촉 표면을 포함할 수 있고 접촉 바 또는 힌지 요소의 다른 대응 표면은 평면이거나, 오목하거나 덜 볼록한 표면(비교적 큰 곡률 반경)을 가져서, 다른 표면에 대한 하나의 표면의 롤링을 가능하게 한다.

[2167] 힌지 요소(A111) 및 접촉 부재(A105) 컴포넌트는 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 의해 어느 정도의 유연성으로 가해진 힘에 의해 실질적으로 일정한 접촉 상태로 유지된다. 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소의 일부이거나 또는 힌지 요소와 분리될 수 있다. 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 예에서, 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘은 대향하는 폴 피스(A103 및 A104)를 갖는 자석(A102)을 갖는 자석 기반 구조이며, 힌지 요소를 원하는 유연성 레벨로 접촉 부재에 대해 가압하도록 동작한다. 바이어싱 메커니즘은 힌지 요소(A111) 및 접촉 부재(A105)가 오디오 트랜스듀서의 동작 중에 물리적 접촉 상태로 유지되도록 보장하며, 또한 바람직하게는 접촉 부재와 힌지 요소 사이의 상대적 이동에 충분히 유연하여 힌지 어셈블리, 특히 움직이는 힌지 요소가 예를 들어 힌지 어셈블리의 제조 또는 조립 중에 접촉 표면에서의 제조 공차 또는 불완전성 및/또는 어셈블리로 부주의하게 도입될 수 있는 먼지 또는 다른 이물질과 같은 요인들로 인해 동작 중에 존재할 수 있는 롤링 저항에 덜 취약하다. 이런 방식으로, 힌지 요소(A111)는 동작 중에 진동판의 회전 운동에 크게 영향을 미치지 않고 접촉 부재에 대해 계속해서 롤링할 수 있고, 그렇지 않으면 발생할 수 있는 사운드 교란을 완화시키거나 적어도 부분적으로 경감시킨다.

[2168] 바이어싱 메커니즘은 진동판 구조의 길이 방향 축에 실질적으로 평행한 방향으로 및/또는 접촉 영역(A112) 또는 라인 또는 힌지 요소(A111)의 정점에 접하는 평면에 실질적으로 수직인 방향으로 힘을 가하여, 힌지 요소(A111)를 접촉 부재(A105)에 대해 고정하도록 구성된다. 바이어싱 메커니즘은 또한 적어도 롤링 힌지 요소가 최소 저항으로 힌지 어셈블리의 접촉 표면 사이에 존재하는 결합이나 이물질 위를 이동할 수 있도록 적어도 이 방향으로 충분히 유연하며, 그에 따라 동작 중에 접촉 부재 위로 힌지 요소의 부드럽고 충분히 방해받지 않는 롤링 동작을 허용한다. 다시 말해서, 바이어싱 구조의 증가된 유연성은 힌지가 완벽히 매끄럽고 방해받지 않는 접촉 표면을 갖는 힌지 어셈블리와 유사하게 동작할 수 있게 한다.

[2169] 도 3a를 참조하면, 이 실시예에서, 힌지 어셈블리(A301)는 진동판 구조(A101)를 접촉 표면에 실질적으로 수직한 방향으로 제 위치에 유지하도록 동작하는 리거먼트(A306 및 A307)를 포함한다.

[2170] 동작 중에, 힌지 요소(A111)는 중심 중립 회전 위치의 양측에 바람직하게 위치한 두개의 최대 회전 위치 사이에서 접촉 부재에 대해 피봇하도록 구성된다. 이 실시예에서, 힌지 어셈블리(A301)는 기진력이 진동판에 가해지지 않을 때 힌지 및 진동판 어셈블리를 기본 공진 모드와 관련하여 원하는 중립 또는 평형 회전 위치로 복원하기 위한 복원 메커니즘(A106)(도 1a에 도시 됨)을 더 포함한다. 복원 메커니즘은 진동판 어셈블리를 중립 회전 위치를 향하여 바이어싱하는 임의의 형태의 탄성 수단을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 토션 바(A106)는 복원/센터링 메커니즘으로서 이용된다. 실시예 E와 관련하여 본 명세서에 기술된 바와 같은 다른 형태에서, 복원 메커니즘 및 힘의 전부 또는 일부가 접촉 표면의 기하학적 구조 및 바이어싱 메커니즘에 의해 가해지는 바이어싱 힘의 위치, 방향 및 강도를 통해 힌지 조인트 내에 제공된다. 동일하거나 대안적인 형태로는 복원/센터링 메커니즘 및 힘의 상당 부분이 자기 구조에 의해 제공된다.

[2171] 가요성 힌지 형태(Flexible Hinge Form)

[2172] 상기 섹션 4.5.1에서 설명된 회전 동작 오디오 트랜스듀서 및 본 발명의 분리 시스템을 갖는 이 오디오 디바이스 실시예의 또 다른 형태에서, 오디오 트랜스듀서는 섹션 3.3에서 설명된 바와 같이 진동판 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조로 피봇식으로 결합하는 가요성 힌지 메커니즘을 더 포함한다. 가요성 힌지 시스템 및 예시적인 실시예와 관련된 설계 원리 및 고려 사항에 대한 전체 설명은 본 명세서의 섹션 3.3에 제공된다. 이 설명에

따라 설계된 임의의 접촉 힌지 메커니즘은 관련 기술 분야의 당업자에게 명백한 바와 같이 본 발명의 분리 시스템과 관련하여 사용될 수 있다. 간결성을 위하여 이 설명은 아래에서 반복되지 않을 것이며, 단지 실시예 B 오디오 트랜스듀서에 도시된 한가지 예시적인 가요성 힌지 시스템의 간단한 설명만이 제공된다.

- [2173] 도 16을 참조하면, 본 발명의 예시적인 굴곡 힌지 어셈블리를 통해 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 피봇식으로 결합된 진동판 어셈블리(B101)를 포함하는 본 발명의 예시적인 회전 동작 오디오 트랜스듀서가 도시되어 있다. 힌지 어셈블리(B107)는 일 단부에서 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에, 대향 단부에서 진동판 어셈블리(B101)에 단단하게 결합된다. 굴곡 힌지 어셈블리(B107)는 진동판 어셈블리에 부착된 코일 권선(B106)을 통해 연주되는 전기 오디오 신호에 응답하여 트랜스듀서 베이스 구조(B120)에 대해 대략적인 회전축(B116)을 중심으로 하는 진동판 어셈블리(B101)의 회전/피봇 운동/진동을 용이하게 한다.
- [2174] 힌지 어셈블리(B107)는 각 평면 내에 경험된 인장력 및/또는 압축력 및/또는 전단력에 견디도록 각각 실질적으로 뿔뿔하도록 구성되는, 도 17b에 도시된 힌지 요소(B201a, B201b, B203a 및 B203b)를 포함하지만, 각각은 회전 방향으로 굴곡될 수 있도록 회전축에 실질적으로 직교하는 평면을 따라 충분히 가요성이다.
- [2175] 도 17(a-g)는 진동판 어셈블리(B101) 및 코일 권선(B106)에 연결된 힌지 어셈블리(B107)를 도시한다. 트랜스듀서 베이스 구조는 명확하게 하기 위해 이 도면들에서 제거되었다. 도 18a 내지 도 18d에 도시된 바와 같이, 힌지 어셈블리(B107)는 실질적으로 길이 방향의 베이스 프레임, 및 베이스 프레임의 양 단부로부터 측 방향으로 연장되고 원위치의 진동판 어셈블리 및 트랜스듀서 베이스 구조의 양측에 위치하도록 구성된 한 쌍의 등가 힌지 구조를 포함한다. 베이스 프레임은 진동판 몸체의 더 두꺼운 베이스 단부에서 너비의 실질적인 부분을 따라 연장되고 진동판 몸체와 코일 권선을 원위치로 결합하도록 구성된다. 베이스 프레임의 구조는 이하에서 더 상세히 설명될 것이다.
- [2176] 도 18a 내지 도 18d는 이 예의 가요성 힌지 어셈블리(B107)를 자세히 보여준다. 각 힌지 구조(B201/B203)는 트랜스듀서 베이스 구조(B120)의 일 측면을 단단하게 결합하도록 구성된 연결 블록(B205/B206)을 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조(B120)는 구조의 표면 상에 상보적인 리세스를 포함하여 부분들의 결합을 돕는다. 힌지 구조는 한 쌍의 가요성 힌지 요소(B201, B203)를 더 포함한다. 각 쌍 (B201a/B201b 및 B203a/B203b)의 힌지 요소는 서로에 대해 각을 이룬다. 이 예에서, 힌지 요소(B201a 및 B201b)는 서로에 대해 실질적으로 직교하며, 힌지 요소(B203a 및 B203b)는 서로에 대해 실질적으로 직교한다. 그러나, 예를 들어, 힌지 요소의 각 쌍에 대해 그 사이에 예각을 포함하는 다른 상대 각도가 예상된다. 각 힌지 요소는 요소에 실질적으로 수직인 힘에 응답하여 휘어질 수 있도록 실질적으로 가요성이다. 이러한 방식으로, 힌지 요소는 회전축(B116)을 중심으로 진동판 어셈블리의 회전/피봇 운동 및 진동을 가능하게 한다. 각 쌍의 적어도 하나의 힌지 요소(그러나 바람직하게는 양쪽)는 또한 바람직하게는 그것이 중립 위치를 향하여 바이어싱되도록 탄성적이고, 이에 의해 진동판 어셈블리를 트랜스듀서의 동작 중 및 원위치의 중립 위치 쪽으로 바이어싱한다. 각 요소는 진동판 어셈블리가 중립 위치의 어느 한 방향으로 피봇할 수 있게 하는 방식으로 휘어질 수 있다.
- [2177] 이 예에서, 각 힌지 요소(B201a, B201b, B203a, B203b)는 가요성 및 탄성 재료의 실질적으로 평면인 섹션이다. 섹션 3.3에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 다른 형상들이 가능하며, 본 발명은 이 예에 제한되려는 의도는 아니다.
- [2178] 가요성 힌지 메커니즘의 다른 변형도 또한 본 명세서의 섹션 3.3에 상술된 바와 같이 이러한 분리 시스템(A500)과 조합하여 가능하다.
- [2179] 4.5 기타 선호되는 조합 및/또는 구현(Other preferred combinations and/or implementations)
- [2180] 전술한 바와 같이, 본 발명의 저-공진 오디오 디바이스는 하이파이 오디오 애플리케이션에 특히 유용하며, 이는 공진 문제를 다루는데 도움이 되는 분리 시스템을 포함하는 구성을 포함하여 본 발명의 다수의 공진을 다루는(resonance-addressing) 구성이 하이파이 오디오의 배치에 도움이 되는 특징과 함께 유용하게 배치될 수 있다는 것을 의미한다. 그러한 특징은 스테레오 또는 다중 채널 재생, 넓거나 바람직하게는 전체 대역폭 오디오 재생, 및 개인용 오디오 디바이스의 경우, 사용자의 귀 또는 귀들에 대한 트랜스듀서를(정확하고 반복적으로) 위치시키기 위한 장착 수단을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [2181] 바람직하게는, 여기 수단은 고도로 선형이며, 전류력계형(electro dynamic type) 모터와 같은 하이파이 오디오 재생에 적합한 유형이다.
- [2182] 회전 동작 진동판을 갖는 본 발명의 하이파이 오디오 트랜스듀서에서, 회전축으로부터 측정할 때 진동판 몸체 길이에 대한 힘 전달 컴포넌트의 부착 위치의 반경의 비가 바람직하게는 0.6 미만, 보다 바람직하게는 0.5

미만, 가장 바람직하게는 0.4 미만일 때, 최대화된 진동판 편위 및 공진에 대한 감수성 감소를 통해 오디오 재생이 개선된다.

[2183] 4.5.1 스테레오 애플리케이션(Stereophonic application)

[2184] 본 발명의 분리 장착 시스템을 사용하는 스피커 트랜스듀서는 하이파이 오디오 애플리케이션에 특히 유용하다. 따라서 섹션 4.2에 설명된 분리 시스템 또는 섹션 4.3에 따라 설계될 수 있는 시스템은 모노포닉(monophonic) 시스템과는 대조적으로 스테레오 또는 쿼드러포닉(quadraphonic) 시스템의 일부로서, 예를 들어 2개 이상의 오디오 트랜스듀서(예를 들어, 스피커 트랜스듀서)의 구성을 통해 2개 이상의 상이한 오디오 채널을 갖는 오디오 디바이스에 사용되는 것이 바람직하다. 이 예에서 오디오 트랜스듀서는 바람직하게는 서로 독립적인 적어도 2개의 상이한 오디오 채널을 동시에 재생하도록 구성된다.

[2185] 이러한 애플리케이션에서, 분리 장착 시스템은 제1 트랜스듀서의 진동판 어셈블리와 제2 트랜스듀서 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키도록 장착될 수 있다.

[2186] 4.5.2 개인용 오디오(Personal audio)

[2187] 이전에 논의된 바와 같이, 바람직하지 않은 공진이 청취 범위 밖으로 푸시될 수 있기 때문에, 오디오 트랜스듀서 배치를 맞춤화(tailor)하는 일례는 개인용 오디오 애플리케이션에서 그러한 오디오 트랜스듀서를 사용하는 것이며, 잠재적으로 가청 대역폭의 상한선까지 전례없이 낮은 에너지 저장을 초래한다. 그러므로 섹션 4.2에 설명된 분리 시스템의 다른 바람직한 구현은 헤드폰 또는 이어폰과 같이 사용자의 귀에 또는 그 근처에 위치되도록 구성된 개인용 오디오 디바이스에 있다.

[2188] 예를 들어, 실시예 A 트랜스듀서는 미드레인지/고음 스피커 드라이버 및 저음 스피커 드라이버의 두 가지 형태로 구성될 수 있다. 두 유닛 모두 도 51a에 표시된 양방향 타원형 덮개형(circumaural) 헤드폰으로 구현되어 있으며, 사람 머리(H304) 우측에 위치하고, 타원형 덮개형 패딩(H305)이 귀 외부 주위로 연장된다.

[2189] 도 51b는 머리(H304), 귀(H303), 저음 드라이버(H302) 및 고음 드라이버(H301)를 보여주지만 헤드폰의 나머지는 표시하지 않는다. 고음 드라이버(H301)의 위치 설정은, 다른 드라이버의 저음 주파수가 비교적 무지향성이므로, (대부분의 음압이 생성되는) 진동판의 팁이 외이도 바로 앞에 가까이 위치되도록 된다.

[2190] 이 구현에 사용된 크로스오버 주파수는 300Hz이므로 고음 유닛은 주파수 범위의 대부분(bulk)을 재생한다(300Hz ~ 20kHz). 저음 드라이버(H302)의 진동판의 팁은 귀에 가까이 그리고 고음 드라이버의 팁에 가까이, 귀의 윗부분 앞쪽에 위치하는데 이는 심미적인 이유 때문에 전체 헤드폰 너비를 최소화하면서 설계로 달성할 수 있는 진동판 편위의 활용을 극대화하는 위치이다.

[2191] 고음 드라이버(H301) 및 저음 드라이버(H302) 모두가 헤드폰으로부터 제거되어(uninstalled) 측정되었으며, 본 발명의 실질적으로 공진 없는 성능을 나타내는 CSD(cumulative spectral decay) 플롯이 생성된다.

[2192] 고음 스피커 드라이버(H301)는 15mm의 진동판 몸체 길이(A211)와 진동판 몸체 너비(A219) 모두를 갖는다. 최대 설계된 편위 각도는 +/-15도이며, 이는 진동판의 팁에서 약 7.6mm 피크 대 피크 편위 거리 및 약 800mm³의 피크 대 피크 에어 변위 볼륨에 대응한다.

[2193] 진동판 어셈블리(A101)의 중간 팁으로부터 근접 거리(약 5mm 거리)에 마이크로폰이 있는 축에서 응답이 측정되었고 그 결과인 CSD 플롯을 도 50에 표시한다. y 축은 -60dB에서 0dB까지 범위의 음압에 해당하고, x 축은 약 100Hz에서 20kHz까지 범위의 주파수에 해당하며, z 축은 0에서 2.07ms까지 범위의 시간이다.

[2194] 약 170Hz에서 진동판의 기본 공진의 넓은 피크(H201)는 시간에 있어 전방으로 연장되는 넓은 용기부(ridge)로 볼 수 있다. 진동판의 제1 파열 주파수는 약 15kHz에 위치하며 도 13g에 표시된 것과 유사한 비틀림 모드이다(도 14s에 표시된 그래프와 관련하여 앞에서 설명한 센서 플롯 피크(A1417)와 유사하다). 마이크로폰이 진동판의 중간 근처에 위치했기 때문에 생성된 순 에어 압력은 작았으며 이 모드에서는 도 50의 CSD 플롯에서 식별하기 어렵지만 위치(H203)로 확장되는 작은 용기부는 아마도 이 공진 모드로 인한 것이다.

[2195] 주파수 압력 응답에 심각하게 영향을 주는 제1 파열 모드에 대응하는 용기부는 H204에서 약 20kHz에 위치한다. CSD 플롯을 작성하는 소프트웨어는 약 17kHz에서 그래프 부분을 필터링(filter off)하기 시작한다는 것을 주목해야 한다.

[2196] 이 트랜스듀서의 이러한 워터폴 플롯 응답은 매우 좋다. 약 5kHz 영역에서의 '절벽(cliff)'의 높이는 대략 50dB 강하이지만, 트랜스듀서는 H205로 표시된 대역폭에 대해 실질적으로 공진이 없는 것으로 믿어지는데, 이는 절벽

이 실험적 및 수학적 제한이 없었더라면 여전히 더 높을 것이라 것을 의미한다.

- [2197] 저음 스피커 드라이버(H302)는 36mm의 진동판 몸체 너비와 32mm의 진동판 몸체 길이를 갖는다. 최대 설계된 편위 각도는 $\pm 15^\circ$ 이며, 이는 진동판의 팁에서 16mm의 피크 대 피크 편위 거리 및 약 8900mm^3 의 피크 대 피크 에어 변위 볼륨에 해당한다.
- [2198] 진동판의 중간 팁으로부터 근접 거리(약 5mm 거리)에 마이크로폰이 있는 축에서 응답이 측정되었고 그 결과인 CSD 플롯을 도 54에 표시한다. y 축은 55dB에서 0dB까지 범위의 음압에 해당하고, x 축은 약 100Hz에서 20kHz까지 범위의 주파수에 해당하며, z 축은 0에서 2.07ms까지 범위의 시간을 보여준다.
- [2199] 약 40Hz에서 진동판의 기본 공진은 이 차트의 범위 미만이며, 시간에 있어 전방으로 연장되는 용기부의 원인이며, H605는 이 용기부의 한쪽이다. 진동판의 제1 파열 H601 주파수는 약 6kHz에서 발생하며 도 13g에 표시된 것과 유사한 비틀림 모드이다. H602에 위치된 음압 응답에 심각한 영향을 미치는 중요한 파열 모드에 해당하는 용기부는 약 7kHz에서 발생한다. 플롯에서 가장 큰 파열 모드 용기부는 약 11 kHz의 H603에 있는 것이 가능하다.
- [2200] 저음 트랜스듀서의 성능은 미드레인지/고음 트랜스듀서와 유사하다. 약 4kHz 영역에서 '절벽(cliff)'의 높이는 약 45dB이다.
- [2201] 섹션 5.2.2, 5.2.3 및 5.2.4에 기술된 실시예 K, W 및 Y는 본 명세서에서 설명된 원리에 따라 설계된 분리 시스템을 이용하는 다른 개인용 오디오 디바이스 구성이다.
- [2202] 4.5.3 하나의 구조에 부착된 2개의 트랜스듀서(Two transducers attached to one structure)
- [2203] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 섹션 4.2-4.4(예를 들어, 실시예 A 오디오 트랜스듀서, 실시예 E 오디오 트랜스듀서 및/또는 실시예 U 오디오 트랜스듀서)에서 설명된 바와 같이 둘 이상의 오디오 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 이러한 예에서 바람직하게는 섹션 4.2에 기술된 임의의 것과 유사한 분리 장착 시스템 또는 섹션 4.3에서 식별된 원리에 따라 설계된 다른 것이 결합되어 하나의 트랜스듀서의 진동판과 다른 오디오 트랜스듀서 사이의 진동의 기계적 전달을 부분적으로 완화시켜서, 다른 트랜스듀서를 여기하는 진동판의 진동을 방지하는 데 도움이 된다. 도 51a에 도시된 헤드폰은 이러한 실시예의 예이다. 이 디바이스에는 네개의 스피커 드라이버가 통합되어 있으며, 두개는 헤드폰의 왼쪽에, 두개는 오른쪽에 있다. 우측은 고음 드라이버(H301)(실시예 A 오디오 트랜스듀서와 유사함) 및 저음 드라이버 H302(더 크다는 것을 제외하고는, 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 것과 유사함)를 모두 포함하는 도 51a에만 도시되어 있다. 두 드라이버 모두 각 드라이버(H301과 H302)의 진동판 어셈블리 사이의 진동의 기계적 전달을 줄이는 데 도움이 되는 (위 섹션 4.2.1에서 설명된) 분리 시스템을 가지고 있다. 이 예에서는 두 드라이버 모두 별도의 하우징을 가지고 있으며 오디오 트랜스듀서와 관련 하우징 사이에 분리 시스템이 있다. 섹션 4.2.2 및 섹션 4.2.3에 설명된 것과 같은 가요성 장착부를 갖는 하나 이상의 다른 분리 시스템 또는 섹션 4.3에서 설명된 원리에 따라 설계된 것이 각 드라이버의 하우징 사이에 또한 포함되어, 진동판 어셈블리들 사이의 진동의 기계적 전달을 더욱 완화시킬 수 있다. 헤드폰의 왼쪽은 오른쪽에 있는 것과 반대 버전이다. 4개의 드라이버 중 임의의 하나는 그 드라이버의 진동판과 다른 3개의 드라이버 중 하나의 진동판 사이의 진동의 기계적 전달을 줄이는 데 도움이 되는 분리 시스템을 갖추고 있다.
- [2204] 4.5.4 다중 분리 시스템 구성(Multiple decoupling system configurations)
- [2205] 일부 실시예들에서, 오디오 디바이스는 2개 이상의 분리 장착 시스템을 포함할 수 있다. 단일 오디오 트랜스듀서는 분리 장착 시스템의 다중 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 개인용 오디오 헤드폰 디바이스는 트랜스듀서를 소형 배플에 장착하는 시스템과, 배플을 헤드밴드에 장착하는 또 다른 시스템을 가질 수 있다. 각 시스템은 각 시스템이 연결하는 부분들 간의 진동의 기계적 전달을 완화시키는 데 기여한다. 각 분리 장착 시스템은 섹션 4.2에서 설명한 임의의 것과 동일하거나 상이할 수 있으며, 또는 예를 들어 섹션 4.3에서 확인된 원리에 따라 설계될 수 있다.
- [2206] 예를 들어 도 51a 및 도 51b의 오디오 디바이스 구현에서, 한 쌍의 오디오 트랜스듀서들(H301 및 H302)이 오디오 디바이스에 제공되고, 도 51a에 도시된 바와 같이 단일 하우징(H305)에 유지되어야 한다. 이 실시예에서, 각 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀서 베이스 구조와 각 트랜스듀서의 관련 서브-하우징 사이에서 섹션 4.2.1에서 설명한 것과 유사한 분리 시스템을 포함할 수 있다. 트랜스듀서(H301 및 H302)의 서브-하우징 사이 및/또는 각 서브-하우징과 헤드폰 하우징 사이 또는 사용자의 귀 또는 귀들(H305)에서 또는 그 근처에서 오디오 트랜스듀서를 배치하도록 구성된 일부 다른 컴포넌트 사이에 추가적인 분리 시스템이 존재할 수 있다.
- [2207] 일반적으로, 진동판, 및 전자 오디오 신호 및 음압에 대응하는 진동판의 회전 운동을 동작적으로 변환하도록 구

성된 트랜스듀싱 메커니즘을 갖는 오디오 트랜스듀서를 포함하는 오디오 디바이스는 또한 분리 장착 시스템을 포함하며, 상기 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서를 포함하는 적어도 제1 부분 또는 어셈블리 및 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 또는 어셈블리 사이에 위치되어, 상기 제1 부분 또는 어셈블리, 및 상기 적어도 하나의 다른 부분 또는 어셈블리 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시키며, 상기 분리 장착 시스템은 상기 제1 부분 또는 어셈블리를 오디오 디바이스의 제2 부분 또는 어셈블리로 탄력적으로 장착한다. 제1 부분은 오디오 트랜스듀서를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플과 같은 하우징일 수 있다. 오디오 트랜스듀서와 섹션 4.2에서 설명한 것과 같은 인클로저 또는 배플인 제1 부분 사이에는 분리 장착 시스템이 있을 수 있다. 제2 부분은 사용시 오디오 트랜스듀서를 사용자의 귀 또는 귀들 근처에 가까이 배치하기 위해 사용자가 착용하도록 구성된 헤드밴드일 수 있다. 일부 경우, 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분은 제1 부분의 질량보다 크거나 적어도 동일한 질량을 갖거나, 보다 바람직하게는 적어도 제1 부분의 질량의 60%, 또는 40% 또는 가장 바람직하게는 적어도 20%의 질량을 갖는다. 예를 들어, 하우징 또는 서라운드 트랜스듀서 베이스 구조보다 더 큰 질량인 것이 바람직하다.

- [2208] 이러한 분리 시스템 중 임의의 하나는 섹션 4.2에서 이전에 설명한 것과 유사하거나 섹션 4.3에서 설명한 설계 원리와 고려 사항을 충족시키는 다른 설계와 유사할 수 있다.
- [2209] 이러한 오디오 디바이스의 분리 시스템은 섹션 4.4.1에서 설명한 대로 오디오 디바이스의 성능을 향상시키기 위해 강성인 진동판 구조와 결합될 수 있다. 예를 들어, 진동판은 몸체의 최대 길이 치수의 적어도 11%, 또는 보다 바람직하게는 적어도 14%의 최대 두께를 갖는 몸체를 포함할 수 있다.
- [2210] 그러한 오디오 디바이스의 분리 시스템은 대안적으로 또는 부가적으로 섹션 4.4.2에서 설명된 바와 같이 오디오 디바이스의 성능을 향상시키기 위해 진동판 어셈블리와 관련하여 적어도 부분적으로 자유로운 주변 진동판 구조 설계를 갖는 오디오 트랜스듀서와 결합될 수 있다. 예를 들어, 오디오 트랜스듀서의 진동판은 제1 부분의 내부와 실질적으로 물리적 연결이 없는 주변을 갖는 진동판 몸체를 포함한다.
- [2211] 또한, 오디오 디바이스는 그러한 오디오 트랜스듀서 중 2개 이상 및/또는 그러한 분리 장착 시스템 중 2개 이상을 포함할 수 있다.
- [2212] 4.5.5 분리를 위한 오디오 디바이스 모듈화(Modularising an audio device for decoupling)
- [2213] 본 발명의 문맥에서, 분리는 공진 관리 면에서 다루기 힘든 대형 오디오 디바이스를 더 작은 섹션들(섹션들 중 하나는 드라이버를 포함함)로 분할하는데 가장 흔하게 사용되며 공진 관리가 강성 재료와 견고한 기하학적 구조의 사용을 통해 실현 가능하도록 충분히 작다.
- [2214] 흔히 트랜스듀서는 배플이나 인클로저에서 분리되지만 다른 구성도 가능하고, 예를 들어 트랜스듀서 베이스 구조가 충분히 콤팩트한 배플이나 인클로저에 단단하게 부착되어, '베이스 구조 어셈블리'를 형성할 수 있으며, 이는 그 후 오디오 디바이스의 나머지 부분으로부터 분리된다.
- [2215] 때로는 두개 이상의 트랜스듀서가 동일한 장착 구조, 예를 들어 헤드폰의 헤드밴드 또는 도 88a 내지 도 88d의 소형 개인용 컴퓨터 스피커와 같은 양방향 스피커의 인클로저에 통합될 수 있다. 이러한 경우에, 드라이버가 힌지 동작 드라이버를 이용할 때, 하나의 트랜스듀서를 다른 트랜스듀서로부터 분리시킴으로써, 하나의 트랜스듀서의 진동이 다른 트랜스듀서로 쉽게 전달되어 여기시키지 않고, 예를 들어 더 높은 주파수의 드라이버가 연결된 낮은 주파수 드라이버의 동작에 의해 발진되는 것으로 인하여 도플러 왜곡이 감소하는 것을 포함하는 장점이 제공될 수 있다. 컴퓨터 스피커(Z100)의 경우, 각 스피커 드라이버: 고음 유닛(Z101), 중저음 유닛(Z102)은 모두 인클로저(Z104)로부터 분리된다. 한 드라이버에서 다른 드라이버로 전달되는 기계적 진동의 경우, 드라이버와 관련된 두 분리 시스템을 모두 통과해야 한다. 또한, 인클로저(Z104)는 인클로저를 지면(ground) 또는 바닥(floor)(Z106)으로부터 분리시키는 고무 또는 다른 실질적으로 부드러운 발(feet)(Z105)을 갖는다. 이는, 오디오 트랜스듀서(Z101 또는 Z102)의 두 드라이버 중 임의의 것으로부터 기계적 진동은 바닥에 도달하기 전에 두 세트의 분리 시스템을 통과해야 하며, 이는 바닥 및 바닥에 부착된 벽과 가구의 공진 모드의 여기를 감소시키는 것을 의미한다.
- [2216] 오디오 디바이스의 더 무거운 부분을 분리하면 더 큰 이점이 있다. 중요한 이점을 제공하기 위해, 분리 시스템은 베이스 구조 어셈블리의 질량보다 큰 질량을 갖거나 베이스 구조 어셈블리의 질량의 적어도 60% 또는 40% 또는 20%보다 큰 오디오 디바이스의 일부를 격리시키는 것이 바람직하다.
- [2217] 예를 들어 하나의 가능한 구성에서, 분리된 오디오 트랜스듀서는 강자성 유체에 의해 지지되는 진동판을 포함한다. 진동판 몸체의 관상면에 실질적으로 평행한 방향으로, 병진에 대항하여 진동판에 제공된 지지의 실질적인

부분이 강자성 유체에 의해 제공되는 것이 바람직하다. 이 트랜스듀서 설계는 FRO 내에서 낮은 레벨 또는 심지어 제로 공진을 갖도록 만들 수 있기 때문에, 그것은 트랜스듀서가 인클로저(또는 베플 등)와 결합되는 것을 방지하는 트랜스듀서 분리 시스템과 함께 유용하고, 이에 의해 공진이 발생하기 쉬운(resonance-prone) 시스템을 포함한다.

[2218] 5.개인용 오디오 디바이스(PERSONAL AUDIO DEVICES)

[2219] 5.1 서론(Introduction)

[2220] 예를 들어 헤드폰, 이어폰, 전화기, 보청기 및 휴대폰을 포함하는 개인용 오디오 디바이스는 일반적으로 사용자의 머리 근처 가까이내에 또는 사용자의 머리와 직접적으로 관련되어 위치되도록 설계된 오디오 트랜스듀서를 통합하여, 사용자로 직접 또는 사용자로부터 직접 사운드를 변환한다. 이러한 디바이스는 전형적으로, 예를 들어 사용시에 사용자의 머리, 귀 또는 입에서 약 10 센티미터 이내로 위치하도록 구성된다. 개인용 오디오 디바이스는 전형적으로 콤팩트하고 휴대 가능하며, 따라서 그에 내장된 오디오 트랜스듀서는 또한 예를 들어 가정용 오디오 시스템, 텔레비전, 데스크탑 및 랩탑 컴퓨터와 같은 다른 애플리케이션에 비해 실질적으로 더 콤팩트하다. 이러한 크기 요건은 일반적으로 원하는 음질을 달성하기 위한 가요성을 제한하며, 통합될 수 있는 오디오 트랜스듀서의 수와 같은 요소를 고려해야 한다. 흔히 디바이스의 전체 오디오 범위를 제공하는 데 단일 오디오 트랜스듀서가 필요할 수 있는데, 이는 예를 들어, 디바이스의 품질을 잠재적으로 제한할 수 있다.

[2221] 또한 개인용 오디오 애플리케이션에 사용되는 오디오 트랜스듀서는 일반적으로 오디오 대역폭이 제한되어 있어, 진동판 편위 증가 및 기본 주파수(Wn) 감소로 고주파수에서 흔들림(rocking) 및 공(gong) 모드 파열 공진을 일으키기 쉬운, 진동판 굴곡 영역 또는 진동판 서라운드가 발생하는 위험으로 인해 효과적으로 재생할 수 있다.

[2222] 이전에 기술된 오디오 트랜스듀서 설계는 개인용 오디오 애플리케이션에서 특히 유리할 수 있지만(특히 독점적인 것은 아니지만), 특정 핵심 측면에서 귀에서 멀리 떨어져서 위치하도록 설계된 디바이스, 또는 생산하기에 비교적 저렴할 수 있는 디바이스에서 달성하기가 어렵거나 불가능한 성능 레벨을 달성할 수 있는 잠재력을 가지면서 콤팩트한 설계를 가능하게 한다. 일부 개인용 오디오 애플리케이션 실시예가 아래에서 설명될 것이며, 이 애플리케이션에서 특히 유리한 이전에 기술된 오디오 트랜스듀서 설계의 특징의 특정 조합에 대한 참조가 이루어질 것이다.

[2223] 5.2 개인용 오디오 실시예(Personal Audio Embodiments)

[2224] 5.2.1 실시예 P - 이어폰(Embodiment P - Earphone)

[2225] 도 63 내지 도 65을 참조하면, 개인용 오디오 디바이스(P100)의 제1 실시예가 이어폰 인터페이스 디바이스의 형태로 도시되어 있다. 이 디바이스는 사용자의 각 귀에 대해 한 쌍의 이어폰 인터페이스 디바이스를 포함하는 이어폰 장치의 일부일 수 있다. 다음의 설명은 이어폰과 관련하여 이루어지지만, 기술된 동일한 시스템 또는 어셈블리는 헤드폰, 이동 전화, 보청기 등을 포함하는(이에 한정되지는 않음) 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스에 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 도시된 도면 및 실시예는 단일 이어폰을 참조하여 설명될 것이지만, 개인용 오디오 디바이스는 사용자의 귀 각각에 대해 동일하거나 유사한 구성의 한 쌍의 이어폰을 포함할 수 있음을 알 것이다.

[2226] 특히 도 63을 참조하면, 오디오 디바이스(P100)는 내부에 오디오 트랜스듀서 어셈블리를 수용하기 위한 적어도 하나의 챔버를 갖는 실질적으로 중공의 베이스(P102)를 포함한다. 베이스(P102)는 (캐비티(P120)을 향하는) 일 단부에서 실질적으로 개방되고, 작은 벤트 또는 에어 누출 유체 통로(P105)로부터 이격된 대향 단부에서 실질적으로 폐쇄된다. 양 단부에서 개방된 하우징 또는 서라운드 부분(P103)은 개방 단부에서 베이스를 연결하고 트랜스듀서 어셈블리로부터 에어 통로를 생성한다. 하우징 부분의 대향 단부는 벤트(P109)를 갖는 이어 플러그(P101)와 같은 귀 장착 시스템 또는 인터페이스(P101)에 결합된다. 따라서, 에어 통로는 트랜스듀서 어셈블리로부터 벤트(P109)까지 연장된다. 베이스(P102) 및 하우징 부분(P103)은 임의의 적절한 메커니즘(예를 들어, 스냅-핏(snap-fit) 맞물림, 접착제, 패스너 등)을 통해 결합된 별개의 컴포넌트일 수 있거나, 일체로 형성될 수 있다. 함께, 이 부분들(P102와 P103)은 트랜스듀서 어셈블리에 대한 하우징을 형성한다. 유사하게, 하우징 부분(P103) 및 플러그(P101)는 임의의 적절한 메커니즘(예를 들어, 스냅-핏 맞물림, 접착제, 패스너 등)을 통해 결합된 별개의 컴포넌트일 수 있거나, 일체로 형성될 수 있다. 디바이스(P100)는 사용자의 외이 또는 외이도와 같이 사용자의 귀에 위치하도록 형성된 몸체를 포함하여, 오디오 트랜스듀서를 사용자의 외이도 내에 또는 그 근처에 위치시킬 수 있는 것이 바람직하다. 플러그(P101) 몸체는 편안함을 위해 실리콘 등과 같은 부드러운 플라스틱 재료와 같은 부드러운 재질로 형성되거나 덮여질 수 있다. 제 위치에서 및 사용 중에, 이어 플러그(P101)

는 예를 들어 외이도에 대해 또는 외이도 내에서 실질적으로 밀봉하도록 구성되는 것이 바람직하다. 베이스(P102)는 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조가 단단하게 결합되고 지지되는 내부 서라운드를 포함한다.

[2227] 베이스(P102)는 그 내부에 전자 컴포넌트를 수용할 수 있고 그 안에 다른 디바이스로부터 커넥터(P124)를 수용하기 위한 채널을 포함한다.

[2228] 이제 특히 도면들(도 63g 내지 도 63l 및 도 64a-d)을 참조하면, 오디오 트랜스듀서 어셈블리는 여기/트랜스듀싱 메커니즘을 통해 베이스(P102)에 움직일 수 있게 결합된 진동판 어셈블리(P110)를 포함한다. 이 실시예에서, 여기 메커니즘은 전자기 메커니즘이지만, 대안적인 실시예들에서는 모터 등을 사용하는 것과 같은 다른 메커니즘이 이용될 수 있음을 알 것이다. 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 선형 동작 트랜스듀서이고, 진동판 어셈블리는 사운드를 변환하기 위해 동작 중에 실질적으로 선형적으로 왕복/진동하도록 구성된다. 다른 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서는 베이스 구조에 대해 회전 가능하게 진동하도록 구성된 회전 동작 트랜스듀서일 수 있음을 알 수 있을 것이다. 진동판 어셈블리(P110)는 만곡된 또는 반구형 진동판 몸체(P125)를 포함한다. 진동판 몸체는 바람직하게는 예를 들어 티타늄과 같은 적절한 강성 재료로 형성된다. 이 실시예에서, 진동판 몸체는 트랜스듀서의 동작 중에 왕복 운동함에 따라 굽힘(flexing) 또는 휨(bending)에 견디도록 실질적으로 강성이다. 그러나, 대안적인 실시예에서 진동판 몸체는 실질적으로 가요성일 수 있음을 이해할 것이다. 진동판 몸체는 어느 한쪽에 실질적으로 매끄러운 주요 표면을 포함한다.

[2229] 진동판 몸체의 주변으로부터 연장되고 거기에 단단하게 부착된 길이 방향 진동판 베이스 구조는 진동판 베이스 프레임(P115) 및 거기에 단단하게 결합된 힘 전달 컴포넌트(P114)를 포함한다. 이 실시예에서 힘 전달 컴포넌트(P114)는 여기(또는 변환) 메커니즘의 일부를 형성하는 하나 이상의 코일 권선(P114)이다. 진동판 베이스 프레임(P115)은 코일 또는 코일들이 권선될 실질적으로 길이 방향의 형성기(former)를 형성한다. 이 실시예에서, 제 1 코일(P114a)은 베이스 프레임의 돔(P125) 단부에 더 가깝게 권선되고, 제2 코일(P114b)은 다른 단부에 더 가깝게 권선된다. 임의의 개수 및 분포의 코일 권선이 사용될 수 있으며, 본 발명은 이 예에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 이 실시예에서, 돌출된 가이드 부재(P116a-P116c)는 적절한 위치에서 권선을 유지하는 것을 돕기 위해 코일 권선의 양측에 위치한다. 베이스 프레임(P115) 및 가이드 부재(P116)는 상이한 컴포넌트로 형성되고 이 예에서 임의의 적절한 메커니즘(예를 들어, 스냅-핏, 접착제, 패스너 등)을 통해 서로 결합되지만, 이들은 단일의 완전한 컴포넌트로서 형성될 수 있다는 것을 알 것이다. 베이스 프레임은 진동판 몸체로부터 연장되어 진동판 몸체의 주변에 단단하게 결합된다. 이것은 코일 권선 및 가이드 부재와 함께 진동판 베이스 구조를 형성한다. 진동판 몸체와 결합된 진동판 베이스 구조는 진동판 어셈블리를 형성한다.

[2230] 영구 자석(P112), 내부 폴 피스(P111a 및 P111b), 및 외부 폴 피스(P111c)를 각각 포함하는 한 쌍의 자기 구조는, 귀 장착 위치로부터 멀리 향하는 진동판 몸체의 측면에 위치한 중심 채널 또는 에어 챔버(P121)에서 베이스(P102)의 내부 서라운드에 단단하게 결합된다. 외부 폴 피스(P111c)는 베이스(P102)의 대향하는 실질적으로 수직인 내부 벽을 포함하는 서라운드에 의해 경계지어지고 단단하게 연결된다. 내부 폴 피스(P111b)는 베이스 부분(P102)의 측방향 내부 벽(P102a)에 안착되어 단단하게 연결된다. 다른 내부 폴 피스(P111a)는 자석(P112)에 안착되어 직접 부착된다. 내부 폴 피스(P111a, P111b)는 외부 폴 피스(P111c)와 이격되어 있으며, 자석(P112)의 작용에 의해, 그들 사이에 자기장을 생성하고, 이들 2개의 원형 링 위치에서 자속을 집중시킨다. 이러한 갭은 코일 권선의 수와 일치한다. 이 수는 코일 권선의 수에 따라 다를 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 중립 위치에서, 각 코일 권선(P114a, P114b)은 한 쌍의 갭 중 하나와 정렬된다. 일부 실시예들에서, 매칭되지 않는 수의 갭과 코일이 있을 수 있지만, 갭은 하나 이상의 코일이 동작 중에 그 사이를 횡단하도록 적어도 분포된다. 일부 실시예들에서, 오디오 신호는, 예를 들어, 진동판 편위에 의존하여 상이한 코일로 전환(divert)될 수 있다.

[2231] 내부 및 외부 폴 피스는 코일 형성기(P115) 및 코일 권선(P114a, P114b)을 포함하는 힘 전달 컴포넌트의 일 측면에 대해 그 사이에서 채널을 생성하여, 동작중에 원위치를 통해 연장되고 내부에서 왕복 운동한다. 베이스(P102)의 측방향 내부 벽의 리세스(P102c)는 원통형 스페이서 링(P122)과 마찬가지로 이들 채널과 정렬하여, 동작 중에 힘 전달 컴포넌트가 내부에서 연장되도록 허용한다.

[2232] 이 실시예에서, 진동판 어셈블리(P110)의 힘 전달 컴포넌트의 지지 및 정렬은 강자성 유체(P113a-d)(여기서는 자성 유체(ferrofluid)로 지칭됨)를 사용하여 유지된다. 자성 유체는 여기서 집중하는 자속에 자기적으로 끌여당겨지는 유체에 의해 내부 및 외부 폴 피스들 사이에 형성된 각 갭 내에 유지되고, 진동판 베이스 구조가 그를 통해 연장된다. 각 갭 내에서 원위치에서, 내부 및 외부 자성체 링은 내부 및 외부 폴 피스에 각각 끌여당겨져

서 위치한다. 동작 중에 진동판 어셈블리(P110)는 자성 유체 내에서 및 자성 유체를 통해 왕복 운동하고, 자성 유체의 동작에 의해 폴 피스 사이에 형성된 갭과 정렬 상태로 유지된다. 바람직하게는 자성 유체는 진동판에 대해 밀착 접촉 및/또는 실질적으로 밀봉되어, 그 사이에 에어와 같은 가스의 흐름을 실질적으로 방지한다.

[2233] 후방 벤트 또는 에어 누출 유체 통로(P105)는 진동판 몸체의 한쪽에 있는 베이스 구조(P102)에 형성된다. 유체 통로(P105)는 자석(P102) 사이에서 연장되는 채널과 실질적으로 정렬된다. 유체 통로(P105)는 다른 이물질이 디바이스 내에 침입하는 것을 방지하면서 이 통로를 통하여 에어를 포함하는 가스의 흐름을 허용하기 위해, 베이스(P102)에 결합된 메쉬 또는 개방 셀 발포 고무 재료 또는 직물과 같은 투과성 또는 다공성 요소 재료(P123)를 포함할 수 있다. 이 요소 또는 재료(P123)가 바람직하지만 선택 사항임을 이해할 것이다. 유체 통로(P118)는 서라운드 측면 상에 위치되고 사용자의 귀에 또는 그 근처에 위치하도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면상의 에어 캐비티(P120)를 진동판 어셈블리의 반대쪽에 있는 (디바이스의 귀 장착/인터페이스 면으로부터 멀리 향하는) 에어 캐비티(P121)와 유동적으로 연결한다. 유체 통로(P118)는 내부에 발생할 수 있는 원하지 않는 공진을 또한 댐핑하면서 이 통로를 통하여 에어를 포함하는 가스의 흐름을 허용하기 위해, 베이스(P102)에 결합된 메쉬 또는 발포 직물(foamed fabric) 또는 재료와 같은 투과성 또는 다공성 요소 또는 재료(P126)를 포함할 수 있다. 이 요소 또는 재료(P126)가 바람직하지만 선택 사항임을 이해할 것이다.

[2234] 동작 중에, 여기 메커니즘의 작용에 의해 진동판 어셈블리가 왕복 운동함에 따라, 음압이 발생되어 상부 하우스링(P103)의 채널을 통해 지나가고 이어 플러그(P101)의 벤트 메커니즘(P109) 밖으로 빠져 나간다. 몇몇 경우, 이 채널은 귀 장착부(P101)에 이르는 긴 목(throat) 또는 도관(conduit)을 포함할 수 있다. 동작 중에, 하우스링 부분(P103)의 이 긴 목 또는 도관 내에서 그리고 에어 캐비티 영역(P121) 내에서 원하지 않는 공진이 발생할 수 있다. 발포 재료(P127)와 같은 투과성 또는 다공성 재료는 이들 영역 내에서 동작 중에 발생할 수 있는 원하지 않는 에어 공진을 댐핑(dampen)시키는 것을 돕기 위해 목 내에 위치할 수 있다. 알 수 있는 바와 같이, 이 재료(P127)가 바람직하지만 선택적이다.

[2235] 자유 주변(Free Periphery)

[2236] 개인용 오디오 애플리케이션에서, 작은 크기로 인해 진동판 어셈블리 서스펜션 시스템의 설계가 특히 어렵다. 특히 높은 고음 주파수 범위 쪽에서 진동판 및 서스펜션 공진을 발생시키지 않고 과도한 질량을 추가하지 않으면서 매우 작고 가벼운 진동판 구조로 높은 진동판 편위 및 낮은 기본 진동판 공진 주파수를 달성하는 것이 어렵다.

[2237] 진동판 어셈블리가 선형적으로 왕복 운동하도록 구성된 종래의 선형 동작 유형 개인용 오디오 트랜스듀서에서, 비교적 넓은 대역폭 요건은 예를 들어, 비교 가능한 크기의 가정용 오디오 고음 드라이버의 경우와 달리, 상당한 진동판 편위에 대한 요구 및 높은 서스펜션 유연성에 대한 요구가 있음을 의미한다. 이는 높은 편위를 달성하기 위해 굴곡에 관련된 서라운드 존(zone)의 상당한 영역이 있어야 한다는 것을 의미하며, 일반적인 헤드폰 또는 이어폰 드라이버의 경우 이 넓은 존은 대략 10배 주파수가 더 낮은 진동판에 대한 기본 공진 주파수를 제공하기 위하여 또한 (예를 들어, $W_n = 1000\text{Hz}$ 의 공진 주파수를 달성하는) 전형적인 고음 드라이버의 서라운드보다 약 100배 더 유연해야(예를 들어, $W_n = 100\text{Hz}$ 의 공진 주파수를 달성하기 위하여 100배 덜 뻗뻗해야) 한다.

[2238] 이것이 대부분의 헤드폰과 이어폰이 가정용 오디오에서 수용할 수 있는 것보다 훨씬 높은 기본 진동판 공진 주파수를 갖는 이유이고, 일반적으로 응답은 약 90Hz 미만으로 떨어지면서(roll off), 동등한 가정용 오디오 고음 드라이버보다 더 많은 공진을 겪는 고음 성능을 가진다.

[2239] 예를 들어, 가정용 오디오 스테레오 시스템의 경우 저음 응답이 일반적으로 35-40Hz 미만으로 감소하는 반면, 주력 모델 다이내믹(dynamic) 헤드폰은 일반적으로 약 100Hz의 기본 진동판 공진 주파수를 가지며 저음 응답은 일반적으로 약 80Hz 미만으로 감소한다. 또한 하이 엔드 홈 오디오 고음 드라이버의 워터폴 플랫과 주력 헤드폰의 비교를 보면, 홈 오디오 고음 드라이버가 특히 고음 주파수에서 에너지 저장 왜곡 문제를 훨씬 덜 겪는 것을 알 수 있다.

[2240] 따라서 진동판 서스펜션은 개인용 오디오 애플리케이션의 중요한 설계 특징이다. 예를 들어, 본 명세서의 섹션 2.3에 정의된 바와 같이, 적어도 부분적으로 자유로운 주변 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 사용은 움직임에 비교적 높은 유연성을 갖는 서스펜션을 요구하는 개인용 오디오 디바이스의 동작을 잠재적으로 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 개인용 오디오 디바이스(P100)는 진동판 몸체를 포함하는 진동판 어셈블리(P110)를 갖는 오디오 트랜스듀서와, 전기 신호에 응답하여 사용시 몸체를 움직여서 사운드를 생성하도록 진동판 몸체에 작용하도록 구성된 여기 메커니즘을 포함한다. 오디오 디바이스는 베이스(P102) 및 또한 오디오 트랜스듀서를 수용하는 하우

징 부분(P103)에 의해 부분적으로 형성되는 하우징을 더 포함한다. 도 63h에 도시된 바와 같이, 진동판 몸체/구조는 내부 서라운드와 같은 서라운드 구조 및/또는 베이스 구조(P102)와의 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 이 실시예에서, 진동판 몸체 주변은 대체로 전체 주변을 따라 물리적 연결이 없다. 이 실시예에서, 진동판 몸체를 포함하는 진동판 어셈블리(P110)는 여기 메커니즘의 내부 및 외부 폴 피스(P111a-P111c)와 물리적으로 연결되지 않는다. 이들 부분(P111a-P111c)은 (자석(P112)을 통해 연결된 내부 폴 피스(P111a) 및 내부 폴 피스(P111b)을 가진) 하우징의 내부에 단단하게 연결되기 때문에, 이들은 진동판 어셈블리가 물리적으로 연결되지 않은 내부의 일부를 형성한다. 이 실시예에서, 진동판 몸체 주변 부는 대체로 전체 둘레를 따라 물리적 연결이 없다.

[2241] 진동판 몸체/구조 및 진동판 어셈블리(P110)는 하우징 부분(P103) 내부 및 베이스 구조 부분(P102) 내부와 물리적으로 연결되지 않는다. 진동판 몸체 및 진동판 베이스 구조를 포함하는 진동판 어셈블리(P110)의 모든 움직임은 부분은 하우징 또는 베이스 구조의 내부와의 물리적 연결이 완전히 없다. 본 명세서에 사용된 물리적 연결이 완전히 없는 것은 적어도 대략 물리적 연결이 완전히 없는 것을 의미하려는 의도라고 이해될 것이다. 어떤 경우에는, 예를 들어, 코일로 이끄는 와이어가 서라운드 구조에 단단하게 연결될 필요가 있을 수 있지만, 당업자라면 알 수 있듯이, 이것은 진동판 어셈블리에 대한 지지 또는 서스펜션을 형성하는 것이 아니며 그런 의도도 아니며, 물리적 연결이 완전히 또는 실질적으로 없는 문구가 관련되어 있는 의도이다.

[2242] 부분-자유-주변(partially-free-periphery) 설계가 사용되는 경우에도, 굽힘에 관련된 서스펜션 컴포넌트의 면적이 크게 감소하고, 이들 컴포넌트는 제공되는 유연성 및 편위와 관련하여 내부 공진에 대해 비교적 기하학적으로 더 견고하다. 이것은 진동판 편위, 진동판 기본 공진 주파수 및 기존 서스펜션에 의해 부과된 고주파 공진 간의 3-웨이(3-way) 위험을 해결하는 데 도움이 된다. 대안적인 실시예들에서, 진동판 몸체/구조 및/또는 진동판 어셈블리는 예를 들어, 외주변의 길이의 적어도 20%, 또는 길이의 적어도 30%를 따라 물리적 연결이 적어도 부분적으로 상당히 없을 수 있다는 것을 알 것이다. 보다 바람직하게는 진동판 몸체/구조 및/또는 어셈블리는 예를 들어, 외주변의 길이의 적어도 50%, 그리고 가장 바람직하게는 길이의 적어도 80%를 따라 물리적 연결이 실질적으로 없다.

[2243] 또한, 이 실시예는 사용자의 귀의 외이 또는 외이도 입구 또는 외이도 내에 위치하도록 구성된 이어 플러그를 포함하는 이어폰 디바이스를 도시한다. 전술한 바와 같이 그리고 본 실시예에 도시된 바와 같이, 완전히, 실질적으로 또는 부분적으로 자유로운 주변 진동판 설계의 이점은, 어떤 면에서는 이어폰 애플리케이션에서 과장되어 있는데, 그 이유는 디바이스의 트랜스듀서 부분이 전형적으로 귀의 외이 또는 외이도 내부에 실질적으로 들어맞을 만큼 충분히 작아야 하거나 적어도 헤드밴드 없이 유지될 수 있도록 작아야 하기 때문에, 질량판의 낮은 질량은 기본 공진 주파수를 감소시키는 것을 특히 어렵게 하기 때문이다. 또한, 작은 진동판 어셈블리가 필요하다는 것은 높은 편위가 특히 유용하다는 것을 의미한다.

[2244] 이 경우 트랜스듀서는 가청 대역폭 내에서 발생하는 불필요한 공진이 전혀 없거나 거의 없다. 이어폰 애플리케이션에서 완전히, 실질적으로 또는 부분적으로 자유로운 주변 진동판의 또 다른 장점은 작은 크기 덕분에 종래의 서스펜션에 의해 부과된 구속의 완화 또는 제거가 진동판 어셈블리, 드라이버 및 제조될 수 있는 전체 디바이스를 거의 없거나 재료의 중요한 원하지 않는 공진 모드를 가지도록 남겨 놓는다는 것이다. 전술한 바와 같이, 스피커에서 원하지 않는 공진 모드는 지연된 후에 진동판의 진동 에너지를 저장하고 그 후 방출하는 경향이 있으며, 이는 다시 재생되는 오디오를 주관적으로 희미하게 하고(blur) 흐리게 하는(muddy) 경향이 있다.

[2245] 자성 유체 지원(Ferrofluid Support)

[2246] 이 실시예에서, 하우징과의 물리적 연결이 없는 모든 주변 영역을 포함하는 진동판 어셈블리(P110) 및/또는 구조는 베이스 구조의 여기 메커니즘에 대해 그리고 하우징 내부에 대해 동작 위치에서 유체에 의해, 가장 바람직하게는 자성 유체에 의해 지지된다.

[2247] 서라운드 몸체와의 물리적 연결이 없지만, 여기 메커니즘 및/또는 트랜스듀서 베이스 구조에 대해 진동판 어셈블리를 서스펜드하기 위해 강자성 유체를 사용하여 지지되는 진동판 어셈블리 및/또는 구조는 또한 개인용 오디오 애플리케이션에서 매우 효과적인데, 그 이유는 서스펜션 공진이 실질적으로 제거되었지만 높은 진동판 편위 및 높은 대역폭이 여전히 제공될 수 있기 때문이다. 가요성 진동판 영역 및/또는 가요성 서라운드의 제거는 증가된 선형성, 감소된 고조파 왜곡 및 보다 선형적인 위상 응답을 포함하는(이에 제한되지 않음) 개선을 추가로 초래할 수 있다.

[2248] 자성 유체는 바람직하게는 예를 들어 트랜스듀서 베이스 구조 또는 여기 메커니즘에 대해 진동판 어셈블리 주변

에서 접촉 또는 마찰을 방지하는 정도로 진동판 어셈블리를 지지한다.

- [2249] 대안적인 실시예들에서, 오디오 트랜스듀서의 진동판 몸체는 (예를 들어, 에지의 길이의 적어도 20%를 따라) 하우징의 내부와 완전히, 실질적으로 또는 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없는 외주변을 포함할 수 있고, 하우징의 내부에 물리적으로 연결되지 않은 진동판 어셈블리의 임의의 다른 섹션 및/또는 진동판 몸체의 섹션은 비교적 작은 또는 다른 좁은 에어 갭에 의해 하우징의 내부로부터 분리될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [2250] 진동판 어셈블리는 진동판 어셈블리가 자체 지지되고 진동판 몸체를 지지하기 위해 임의의 서라운드에서 의존하지 않도록 주변에 부착된 모터 코일을 갖는 유형이다. 진동판 서스펜션은 상기 갭 내에 포함된 강자성 유체를 통해 자기 회로 갭에서 모터 코일의 서스펜션으로 구성된다. 강자성 유체는 모터 코일에 센터링 력(centering force)을 부여하며, 이는 결국 진동판을 정확한 위치에 서스펜드한다.
- [2251] 오버행된(overhung) 모터 배치가 사용되어, 코일 권선(P114a 및 P114b)은 각각 폴 피스(P111a 및 P111b)에 인접한 자기장 갭보다 각각 더 넓다. 그러나, 대안적인 실시예에서 언더행된(underhung) 또는 다른 모터 코일 레이아웃이 사용될 수 있다. 코일 권선(P114a 및 P114b)은 진동판 편위의 범위에 걸쳐 실질적으로 일정한 모터 강도를 유지하기 위해 자기장 갭을 넘어 연장되는데, 그 이유는 진동판이 어느 한 방향으로 움직일 때, 폴 피스(P111a 및 P111b)에 인접한 자기장 갭 내에 위치한 실질적으로 일정한 수의 코일 권선이 존재할 것이기 때문이다.
- [2252] 둘레에 모터 코일을 갖는 반구형 진동판 형태는 막(membrane)임에도 불구하고 전체적으로 실질적으로 두꺼우며 공진에 대해 비교적 견고한 3차원의 기하학적 구조를 제공한다. 예를 들어, 기존의 원추형-진동판 스피커 드라이버의 경우처럼 고무 진동판 서라운드로부터의 지지를 필요로 하는 지지되지 않은 막 에지가 없다.
- [2253] 진동판 어셈블리(Diaphragm Assembly)
- [2254] 진동판 어셈블리(P110)의 진동판 몸체는 실질적으로 단단하다. 진동판 어셈블리(P110)의 진동판 몸체는 예를 들어 강성 플라스틱, 고밀도 폼, 금속 재료 또는 강화된 구조와 같은 실질적으로 강성 구조로 형성된다. 일부 형태들에서, 진동판 어셈블리는 본 명세서의 섹션 2.2에서 설명된 바와 같은 구성 R1-R4 진동판 구조들 중 어느 하나를 포함할 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 본 명세서의 섹션 2.3에 기술된 구성 R5-R7 오디오 트랜스듀서 중 임의의 것이 이 실시예의 일부 변형 예에서 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 진동판 몸체는 하나 이상의 주요 면을 포함하는 진동판 몸체일 수 있으며, 수직 응력 강화부는 동작 중에 몸체에서 또는 그 근처에서 경험되는 압축-인장 응력에 견디기 위해 주요 면 중 적어도 하나에 인접하여 결합되고, 선택적으로는 적어도 하나의 내부 강화 부재가 몸체 내에 내장되고, 동작 중에 몸체가 겪는 전단 변형에 견디고/견디거나 실질적으로 완화하기 위하여 주요 면들 중 적어도 하나에 대해 소정의 각도로 배향된다. 그러나, 대안적인 실시예에서 진동판 몸체는 실질적으로 가요성이라는 것을 이해할 것이다.
- [2255] 이 실시예에서, 진동판 몸체는 얇은 반구형 막 또는 일부 다른 유형의 비교적 얇은 진동판 몸체를 포함하지만, 오디오 트랜스듀서의 의도된 동작 대역폭/FRO에 걸쳐 실질적으로 엄격한 거동을 유지하기 위해 주요 전체-진동판 굽힘 모드에 대해 충분히 단단한 기하 구조를 포함한다. 진동판은, 여기 메커니즘과 관련된 컴포넌트를 제외한 주 표면에 수직인 방향의 전체 치수(예를 들어, 반구형(P204)의 깊이)가 주요 면을 가로 지르는 거리(예를 들어, 반구형(P203)의 직경)의 적어도 15%인 방식으로 얇아질 수 있고 만곡될 수 있다. 이것은 이 경우 3차원 반구형 커브인 3차원 기하 구조의 가능성을 촉진시키며, 이는 적어도 진동판이 두껍지 않거나 적어도 만곡된 더 평면 유형인 진동판 설계에 비하여 비교적 자기-지지적(self-supporting)이다. 또한, 바람직하게는, 여기 메커니즘과 관련된 컴포넌트를 포함하는 전체 진동판 어셈블리의 전체 치수는 주요 면에 수직인 방향으로 주요 면을 가로 지르는 최대 거리의 적어도 25%이다. 이것은 3차원에서 중요한 치수를 갖는 진동판 어셈블리가 공진 모드와 관련하여 구조적 완전성을 증가시키는 경향이 있기 때문이다.
- [2256] 힘 전달 컴포넌트와 같은 진동판 어셈블리의 나머지 컴포넌트는 동작 중 진동판 몸체의 강성을 유지하는 데 도움이 될 수 있다.
- [2257] 분리 장착 시스템(Decoupling Mounting System)
- [2258] 또한, 본 명세서의 섹션 4에 기술된 바와 같은 본 발명의 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서의 트랜스듀서 베이스 구조와 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분, 예를 들어 진동판과 오디오 디바이스의 적어도 하나의 다른 부분 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화하기 위한 하우징 부분(P103) 사이에 포함될 수 있다. 섹션 4에 기술된 바와 같이 분리 장착 시스템은 오디오 디바이스의 제2 컴포넌트에 제1 컴포넌트를 탄력적으로 장착하도록 동작한다. 섹션 4.2에 설명된 실시예들 중 임의의 하나 또는 섹션 4.3의 고려 사항들에

따라 설계된 분리 시스템은 예를 들어 사용될 수 있다.

[2259] 에어 누출 유체 통로(Air Leak Fluid Passages)

[2260] 전술한 바와 같이, 개인용 오디오 디바이스(P100)는 진동판 어셈블리를 갖는 오디오 트랜스듀서, 및 트랜스듀서(P100)를 수용하기 위한 인클로저 또는 배플을 포함한다. 진동판 어셈블리는 진동판과, 전기 신호에 응답하여 사용시 진동판 어셈블리에 작용하여 사운드를 발생시키도록 구성된 여기 메커니즘을 포함한다. 진동판은 외주변의 길이의 적어도 20%를 따라, 그러나 가장 바람직하게는 대략 외주변의 전체 부분을 따라, 인클로저 또는 배플의 내부와 실질적으로(또는 적어도 부분적으로) 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다.

[2261] 이어 플러그/인터페이스(P101)는 사용시 사용자의 외이 또는 외이도에 또는 그 근처에 위치한 디바이스 내부의 전방 캐비티(P120) 내의 에어 볼륨과 (주변 대기와 같은) 디바이스 외부의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 제공하도록 구성된다. 이어 플러그에 사용되는 기하학적 구조 및/또는 재료는 예를 들어 밀봉의 충분성에 영향을 줄 수 있다. 이전에 언급한 바와 같이, 플러그(P101)는 사용자의 외이도에 인접하여 오디오 트랜스듀서를 위치시키고 이 위치에 대해 밀봉할 수 있도록 사용자의 외이도 입구와 같은 사용자의 귀 내에 꼭 맞게 위치하도록 모양 지어진 몸체를 포함할 수 있다. 몸체는 실리콘 등과 같은 부드러운 플라스틱 재료와 같이 편안하고 충분한 밀봉을 위해 부드러운 소재로 형성되거나 덮여질 수 있다. 대안적으로 당업자에게 명백하듯이 다른 유형의 기하 구조 및 재료가 충분한 밀봉을 위해 사용될 수 있음을 알 것이다.

[2262] 바람직한 실시예에서, 이어 플러그(P101)는 디바이스의 외이도 측상의 전방 캐비티(P120)와 그 위치에서 디바이스 외부의 에어 볼륨 사이를 충분히 또는 실질적으로 밀봉하도록 구성된다. 실질적인 밀봉(seal)은 예를 들어 동작 중에 적어도 낮은 저음 주파수에서 음압을 향상시키도록(예를 들어, 베이스 부스트를 제공하도록) 구성된 것이다. 예를 들어, 이어 플러그는 원위치에서 사용자의 귀에 대해 실질적으로 밀봉하도록 구성되어, 동작 중에 외이도 내부에서 (적어도 낮은 저음 주파수에서) 발생된 음압을 증가시킬 수 있다. 일부 구현 예에서, 예를 들어, 음압은 (동일한 전기 입력이 인가될 때) 원위치에서 오디오 디바이스가 충분한 밀봉을 생성하지 않을 때 발생하는 음압에 비하여 평균적으로 적어도 2dB, 또는 보다 바람직하게는 적어도 4dB, 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB만큼 증가할 수 있다. 전방 캐비티(P120) 내에 둘러싸인 에어 볼륨은 동작 중에 베이스 부스트를 제공하는 것을 보조하기 위해 실질적으로 작을 수 있다.

[2263] 오디오 디바이스(P100)는 에어 공진을 약화시키고 및/또는 베이스 부스트를 완화시키는데 도움이 되기 위하여 동작 중 제1 캐비티로부터 또 다른 에어 볼륨으로 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 적어도 하나의 유체 통로(P118)를 더 포함한다. 예를 들어, 디바이스(P100)는 디바이스 하우징 부분(P103) 내에 포함되고 사용시 사용자의 외이도 또는 외이에 또는 그 근처에 위치하도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면 상에 위치한 제1 전방 에어 캐비티(P120)를 포함한다. 디바이스(P100)는 또한 디바이스 베이스(P102) 내에 포함되고 사용시 사용자의 외이도 또는 외이로부터 먼 또는 멀리 향하는 진동판의 대향 측 상에 위치한 제2 후방 에어 캐비티(P121)를 더 포함한다. 유체 통로(P118)는 전방 및 후방 에어 캐비티(P120 및 P121)를 유동적으로 연결하여, 그렇지 않으면 캐비티(P120) 내에 밀봉 가능하게 유지되는 에어가 외부 볼륨으로 제한적으로 흐를 수 있어, 내부 공진을 약화시키고 및/또는 사용 중 베이스 부스트를 완화시킨다. 제한된 가스 흐름 경로를 제공하기 위해 통로에 별도의 흐름 제한 요소가 사용되는 것은 필수적인 것이 아니며, 통로는 방해 장벽 없이 실질적으로 개방될 수 있고 축소된 크기, 직경 또는 너비를 갖는 것에 의해 여전히 제한적일 수 있다. 아래에서 더 상세히 설명하는 바와 같이, 유체 통로(P118)는 전방 캐비티(P120) 또는 다른 인접한 캐비티와의 접합부에서 감소된 직경 또는 너비를 갖거나, 또는 이와 달리 흐름 제한 요소(때때로 이 기술 분야에서 저항성 요소(resistive element)로 알려짐)를 포함하거나, 또는 이들 모두를 포함함으로써 에어 흐름을 제한하도록 구성된다. 이 실시예에서, 유체 통로(P118)는 둘 모두를 포함한다.

[2264] 대안적으로, 또는 부가적으로, 디바이스의 유체 통로(P105)는 유체 통로(P118) 및 후방 캐비티(P121)를 통해, 전방 에어 캐비티(P120)를 예를 들어 외부 환경과 같은 디바이스 외부의 에어 볼륨과 유동적으로 연결시킬 수 있다. 이 유체 통로(P105)는 실제로는 출력 벤트(P109)의 실질적으로 밀봉된 주변에서 실제로 존재할 수 있는 임의의 누출 통로와는 별개이다. 이 실시예에서, 에어 벤트 또는 애퍼처(P105)는 하우징의 대향 단부에서 전방 캐비티(P120)(인접한 후방 캐비티(P121))로 제공되어, 유체 통로(P118) 및 후방 캐비티(P121)를 통해 전방 캐비티(P120)으로부터 디바이스 외부의 에어 볼륨으로 에어의 통로를 허용한다. 유체 통로(P105)는 전방 캐비티(P120) 또는 다른 인접한 캐비티(P121)와의 접합부에서 감소된 직경 또는 너비를 갖거나, 그렇지 않으면 흐름 제한 요소 또는 둘 모두를 통합함으로써 에어 흐름을 제한하도록 구성된다. 이 실시예에서, 유체 통로(P105)는 후방 캐비티(P121)으로부터 외부 에어 볼륨으로의 제한적인 흐름 경로를 제공한다.

- [2265] 대안적인 실시예들에서, 임의의 수의 하나 이상의 유체 통로가, 달리 밀봉된 캐비티(P120)로부터의 에어 누출을 제공하기 위하여 포함될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 이 실시예에서, 통로(P118 및 P105)가 모두 제공되어 이를 달성하기 위해 집합적으로 동작한다. 그러나, 대안적인 변형 예에서, 하나 이상의 에어 벤트는 예를 들어 캐비티(P120)에 또는 그에 인접하여 (예를 들어 캐비티(P120)와 동일한 진동판 어셈블리의 측면 상에) 위치될 수 있고, 외부 환경과 같은 디바이스 외부의 에어 볼륨으로 이어진다.
- [2266] 일관된 정도의 에어 누출을 제공하는 패드 또는 플러그를 만드는 것보다, 상이한 귀와 머리 모양 및 다른 위치에 걸쳐 지속적으로 밀봉하는 이어 패드 또는 이어 플러그를 만드는 것이 일반적으로 더 간단하다. 이러한 이유로, 본 발명의 개인용 오디오 디바이스의 이 실시예에서, 이어 패드 또는 이어 플러그는 실질적으로 밀봉되도록 설계되고, 에어 누출이 공진 댐핑을 허용하도록 디바이스 내로 도입된다. 누출은 바람직하게는 사용자의 귀 또는 머리와 디바이스 사이의 인터페이스로부터 멀리 위치되어, 위치 및 저항 뿐만 아니라 임의의 리액턴스와 같은 특성이 귀 모양 및 디바이스 위치의 변화와 실질적으로 무관하게 된다.
- [2267] 각 유체 통로는 사용자의 머리와 오디오 디바이스 사이를 통과하지 않고 동작 중에 사용자의 귀 또는 머리에 인접한 제1 캐비티(P120)으로부터 에어가 빠져 나갈 수 있게 하여, 밀봉에 영향을 준다.
- [2268] 각 유체 통로(P118 또는 P105)는 유체 흐름 제한기(fluid flow restrictor)를 포함하는 것이 바람직하다. 유체 흐름 제한기는 예를 들어 감소된 크기, 너비 또는 직경을 갖는 인접 캐비티로부터의 입구 또는 입력; 및/또는 다공성 또는 투과성 재료와 같은 입구에서의 또는 통로 내의 유체 흐름 제한 요소 또는 장벽의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 유체 통로는 감소된 직경 또는 너비 입구를 갖는 완전히 개방된 통로일 수 있다. 선택적으로, 또는 부가적으로, 유체 통로는 그 내부를 통과하는 가스에 약간의 저항을 가하기 위해 입구에서 또는 통로 내에서 발포 고무 장벽 또는 메쉬 직물 장벽과 같은 유체 흐름 제한 요소를 포함할 수 있다. 유체 통로는 하나 이상의 작은 애퍼처를 포함할 수 있다.
- [2269] 바람직하게는 유체 통로(P118 및 P105)는 동작 중에 외이도 내의 음압을 상당히 감소시키도록 충분히 제한적이지 않다. 예를 들어 음압의 현저한 감소는 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위에 걸쳐 디바이스의 동작 동안 음압의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 50%의 감소를 초래할 수 있다. 이러한 사운드의 감소는 동작 중에 발생하는 음압에서 누출이 거의 없도록 유체 통로를 포함하지 않는 유사한 오디오 디바이스와 관련된다. 음압의 현저한 감소는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%에서 관찰되는 것이 바람직하다. 그러나, 음압의 다른 감소도 또한 예상되며, 본 발명은 이 예에 한정되는 의도가 아니다.
- [2270] 이 실시예에서, 유체 통로(P118)는 전방 캐비티(P120)(및 후방 캐비티(P121))와의 접합부에서 감소된 직경을 포함한다. 직경은 통로의 길이를 따라 실질적으로 균일하지만, 직경은 몇몇 대안에서 가변적일 수 있음을 알 것이다. 유체 통로(P118)는 또한 흐름의 압력 또는 속도를 또한 제한하면서 이 통로를 통해 에어를 포함하는 가스의 흐름을 허용하기 위한 메쉬 또는 발포 직물과 같은 투과성 또는 다공성 흐름 제한 요소 또는 물질(P126)을 통로 내부에 포함하여, 외이도, 에어 캐비티(P120), 유체 통로(P118), 에어 캐비티(P121) 및 유체 통로(P105)를 포함하는 에어 캐비티 시스템 내에서 발생할 수 있는 원하지 않는 공진을 감소시킨다. 이 실시예에서 유체 통로(P118)의 입구/입력에 흐름 제한 재료가 위치하지만, 그것은 출력에 및/또는 통로 내에 위치할 수 있음을 알 것이다.
- [2271] 유체 통로(P105)는 또한 후방 캐비티(P121)와의 접합부에서 감소된 직경을 포함한다. 유체 통로(P105)는 또한 통로를 통하여 에어를 포함하는 가스의 흐름을 허용하면서 그 내부를 통과하는 흐름의 압력 또는 속도를 제한함으로써 전술한 에어 캐비티 시스템 내에서 발생할 수 있는 임의의 원하지 않는 공진을 감소시키도록 구성된 메쉬 또는 발포 재료(P123) 형태의 흐름 제한 요소를 포함한다. 흐름 제한 재료는 이 실시예에서 유체 통로(P105)의 출력에 위치되지만, 입구/입력에 및/또는 통로 내에 위치될 수 있음을 알 수 있다.
- [2272] 각 유체 통로는 진동판 어셈블리 및/또는 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 주변에 인접하거나 또는 심지어 진동판 어셈블리 및/또는 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 애퍼처를 통해 디바이스 내 어디에서나 연장될 수 있다.
- [2273] 이 실시예에서, 에어 공진의 제어는 유체 통로 에어 누출에 의해 생성된 댐핑을 통해 개선된다. 또한 저음 레벨 완화뿐만 아니라 공진 제어는 상이한 청취자/사용자 및 상이한 디바이스 배치에 걸쳐 비교적 일관되게 만들 수 있다.
- [2274] 일부 실시예들에서, 사용자의 외이도 및/또는 외이에 바로 인접하여 또는 내부에 위치하도록 구성된 오디오 디바이스의 채널은 길다란 도관 또는 목을 포함할 수 있다. 이 설계는 에어 공진에 영향을 받기 쉽다. 따라서, 일

부 실시예들에서, 동작 중에 내부 공진을 더욱 약화시키기 위해 이 도판 내에 사운드 약화기(sound dampener)(P127) 및/또는 흐름 제한기가 배치된다.

- [2275] 예를 들어, 벤트(P109)의 목에 위치한 발포 삽입물(P127)은 캐비티(P120)와 외이도 사이에서 움직이는 에어를 포함하는 공진의 댐핑을 달성할 수 있다. 저항은 고주파와 저주파에 상이하게 영향을 미치기 때문에 발포 고무는 주파수 응답에 영향을 줄 수 있다. 대안적으로, 에어의 흐름을 제한하도록 구성된 다른 다공성 또는 투과성 요소는 디바이스의 목 내의 공진을 약화시키는데 사용될 수 있다.
- [2276] 이어폰은 귀의 자연 공진 특성을 수정할 수 있으며 이는 외이도 플러스 외이 시스템의 주파수 및/또는 공진 특성을 잠재적으로 수정하여 뇌가 시스템의 주파수 응답에 대해 더 이상 조정되지 않도록 할 수 있다. 예를 들어, 도 65을 참조하면, (이어폰의 삽입 이후에) 외이도 입구의 위치(P305)에서 이어 플러그(P101) (및 이어폰(P100))에 의해 외이도(P301)가 실질적으로 밀봉되는 이어폰의 경우, 이것은 개방-단부 튜브형 공진으로부터 폐쇄 튜브형 공진으로 변경되게 초래할 수 있다. 또한 공진은 지연을 가지고 에너지를 저장 및 방출하므로 사운드가 흐려지는 경향이 있다. 이러한 이유로, 그러한 공진의 댐핑을 통해서는 포함하여 귀/이어폰 시스템의 공진을 완화시키는 것이 유리할 수 있다. 따라서, 공진을 약화시키기 위하여 사용자의 귀에 장착하도록 구성된 영역에 인접한 진동판 어셈블리의 측면 상에 위치한 에어 캐비티로부터, 진동판 어셈블리의 대향 측면상의 또 다른 에어 캐비티로 및/또는 디바이스 외부의 에어 볼륨으로의 에어 누출을 위한 적어도 하나의 유체 통로를 도입하는 것은 실시예에서와 같이 이어폰의 애플리케이션에 특히 유리하다. 이 통로를 통해 제한적인 유체 통로를 제공하면 공진 댐핑 및/또는 베이스 부스트 완화를 달성하는 데 도움이된다. 그러나, 보청기 애플리케이션뿐만 아니라 아래 섹션 5.2.2에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 헤드폰 애플리케이션에서도 이러한 장점이 관찰될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [2277] 따라서, 이 실시예에서, 유체 통로(P118 및 P105)는 다음을 포함하는 이점을 제공한다: 진동판 어셈블리를 지나고 벤트(P105)를 통과한 누출은 (자연 상태에서 변형된) 외이도 공진, 및 외이도, 에어 캐비티(P120), 유체 통로(P118), 에어 캐비티(P121), 및 유체 통로(P105)를 포함하는 에어 캐비티 시스템의 다른 공진 모드를 약화시킨다; 귀에 대한 밀봉 정도가 변할지라도 귀 밀봉을 지나는 누출은 디바이스 내부의 누출(즉, 높은 제조 공차에 대한 의존 없이 상이한 사용자들에 걸쳐 진동판 어셈블리를 지나고 통로를 통과함)보다 작으므로, 누출 양, 위치, 및 임의의 고유 리액턴스는 사용자 간에 일정하다.
- [2278] 이 실시예에서, 이전 섹션에서 설명된 바와 같이, 오디오 트랜스듀서는 서라운드/인클로저(P102)와의 물리적 연결이 실질적으로 없는 주변을 갖는 진동판 몸체를 포함한다. 이는 증가된 낮은 저음 확장을 위한 낮은 진동판 기본 공진 주파수의 달성을 용이하게 하는 한편 동시에 개인용 오디오 애플리케이션에서 종종 요구되는 높은-편위 및 높은-유연성 서라운드와 관련된 원치 않는 고주파 공진을 감소시킨다.
- [2279] 기존의 다이내믹 및 아마추어 드라이버를 기반으로 하는 이어폰에서 이러한 트레이드 오프는 일반적으로 여러 드라이버 사용으로 해결되지만, 크로스오버 네트워크와 관련된 왜곡이 발생하고 디바이스의 복잡성, 비용 및 크기가 증가할 수 있다.
- [2280] 진동판 주변이 적어도 부분적으로 물리적 연결이 없을 때 위에서 설명한 바와 같이 보다 낮은 기본 진동판 공진 주파수는 저음 레벨의 증가, 잠재적으로 향상된 위상 응답, 볼륨의 변화와 관련된 증가된 선형성 및 감소된 고조파 왜곡을 포함하는(이에 국한되지 않음) 저음에 대한 다양한 개선을 초래할 수 있다. 그러나, 저음 응답의 개선은, 특히 인클로저의 기하 구조와 같은 요인이 응답에 상당한 영향을 줄 수 있는 잠재력을 가지는 개인용 오디오 디바이스에서 구현 방식에 따라 상이하게 관찰될 수 있다. 이를 염두에두고, 저음 응답을 향상시키도록 설계된 오디오 트랜스듀서 구성이 구현될 때, 유체 통로는 디바이스의 저음 응답을 제어, 완화, 및 미세 조정하기 위해 사용될 수 있다.
- [2281] 따라서, 진동판이 에어 누출을 위한 적어도 하나의 유체 통로와 결합하여 실질적으로 (또는 적어도 부분적으로) 물리적 연결이 없는 오디오 트랜스듀서 설계는, (예를 들어, 과도 응답(transient response) 및 CSD 플롯으로 측정되는) 감소된 에너지 저장을 갖는 오디오 디바이스를 제공하는데, 이는 드라이버 및 에어 캐비티 시스템의 공진이 해결되고 기존 설계에 비해 향상된 주파수 응답 특성을 갖기 때문이다.
- [2282] 전술한 바와 같이, 이 실시예의 오디오 트랜스듀서(P100)는 어셈블리의 주변에서 베이스 구조(P102)에 대해 조성 유체에 의해 정확한 정렬되어 지지되는 진동판 어셈블리(P110)를 포함한다. 진동판 어셈블리의 주변 이외의 다른 곳에 위치하는 에어 통로의 도입은 장점을 가지지만, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 이 실시예와 같은 이어폰의 애플리케이션에 있어서, 에어 누출의 작은 변화는, 에어 캐비티의 작은 크기 및 또

한 외이 내에 위치할 만큼 충분히 콤팩트한 매우 작은 트랜스듀서의 사용에 부분적으로 기인하여, 큰 영향을 가질 수 있다. 이것은 에어 누출의 내구성과 일관성을 유지하는 것이 어려울 수 있음을 의미한다. 진동판 어셈블리가 제1 캐비티(P120)와 다른 캐비티 또는 외부 환경 사이에 유체 에어 누출 통로를 생성하는 주변 둘레의 에어 갭을 가질 때, 갭은 제조 단계에서의 변형, 진동판 장착 또는 사용시 진동판의 움직임의 변화로 인하여 크기 또는 형상이 불일치하게 형성될 수 있고, 이는 언급한 바와 같이 디바이스의 동작에 크게 영향을 미칠 수 있다. 에어 갭 크기의 이러한 불일치로 인해 예를 들어 일관성이 없고/없거나 너무 많은 에어 누출을 초래할 수 있다. 이것은, 예를 들어 저음 응답을 강화시키기 위해 충분한 밀봉을 요구하는 소형 트랜스듀서가 요구되지만 그러한 오버사이즈 또는 불균일한 에어 갭에 의해 크게 영향을 받는 경우, 개인용 오디오 디바이스의 일부 구현에서는 분리할 수 있다. 에어 갭 대신에 자성 유체로 주변을 지탱하면 이러한 불일치를 완화할 수 있다. 맞춤형 에어 누출 유체 통로는 대신에 진동판 어셈블리의 주변 이외의 위치에 포함될 수 있으며, 여기서 예를 들어 유체 통로의 크기를 제어하는 것이 보다 용이할 수 있다. 이 실시예에 도시된 바와 같이, 유체 통로(P118 및 P105)는 진동판 어셈블리 및 여기/변환 메카니즘에 인접하여 배치되지만 이들 어셈블리의 주변부에는 배치되지 않는다. 대안적인 실시예들에서, 유체 통로는 진동판 어셈블리의 내부를 통해 제공될 수 있다. 이러한 방식으로 각 유체 통로의 크기는 보다 쉽게 맞춤화되어 원하는 응답을 얻도록 구성될 수 있다.

[2283] 동작의 주파수 범위(Frequency Range of Operation)

[2284] 바람직하게는, 오디오 디바이스(P100)는 160Hz 내지 6kHz의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 포함하거나, 보다 바람직하게는 120Hz 내지 8kHz의 주파수 대역을 포함하거나, 보다 바람직하게는 100Hz 내지 10kHz의 주파수 대역을 포함하거나, 훨씬 더 바람직하게는 80Hz 내지 12kHz의 주파수 대역을 포함하거나, 또는 가장 바람직하게는 60Hz 내지 14kHz의 주파수 대역을 포함한다.

[2285] 일부 변형(Some Variations)

[2286] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 선형 동작 트랜스듀서이다. 그러나, (예를 들어 실시예 X에서 설명되는 바와 같이) 대안적인 실시예들에서 회전 동작 트랜스듀서가 대안적으로 개인용 오디오 디바이스에서 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[2287] 내부 오디오 트랜스듀서 메커니즘은 (예를 들어, 실시예 Y에 대해 설명된) 헤드폰 디바이스 또는 예를 들어 이동 전화 또는 보청기와 같은 다른 개인용 오디오 디바이스에서 대안적으로 구현될 수 있음을 알 것이다.

[2288] 오디오 디바이스(P100)는 다른 실시예를 참조하여 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 다수의 트랜스듀서를 포함할 수 있다.

[2289] 이 실시예의 진동판 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조 및 서라운드에 대해 자성 유체 이외의 방식으로 서스펜드되어, 베이스 구조 및/또는 서라운드에 연결되지 않은 주변 영역에 (자성 유체 대신에) 에어 갭에 의해 분리될 수 있다. 예를 들어 대안적인 실시예들에서 진동판 주변은 콤팩트한 판 스프링 또는 격리된 발포 고무 세그먼트에 의해 지지될 수 있다.

[2290] 5.2.2 실시예 K - 헤드폰(Embodiment K - Headphone)

[2291] 이제 도 58 내지 도 62를 참조하면, 좌측 및 우측 헤드폰 인터페이스 디바이스(K204 및 K205)(이하, 헤드폰 컵(K204 및 K205)라고 함) 및 브리징(bridging) 헤드밴드(K206)(도 59)를 포함하는 헤드폰 장치(K203) 형태의 개인용 오디오 디바이스(이하, 실시예 K 오디오 디바이스라고 함)의 추가 실시예가 도시되어 있다. 각 헤드폰 인터페이스 디바이스는 컵 하우징(K204)(도 60 및 도 61) 내부에 장착된 오디오 트랜스듀서(K100)(도 58)를 포함한다. 이 실시예가 헤드폰 구성을 도시하지만, 오디오 디바이스의 다양한 설계 특징이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고, 예를 들어 이어폰 또는 이동 전화 디바이스와 같은 임의의 다른 개인용 오디오 디바이스에 대안적으로 통합될 수 있음을 이해할 것이다. 왼손 헤드폰 컵(K204)의 특징이 이제 더 상세히 설명될 것이다. 오른손 헤드폰 컵(K205)은 동일하거나 유사한 구성일 것이며, 따라서 간결함을 위해 그 특징은 설명되지 않을 것이라는 것을 알 것이다.

[2292] 도 58을 참조하면, 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 동작 중에 관련 회전축(K119)을 중심으로 진동판을 회전 시키도록 구성된 힌지 시스템을 통해 트랜스듀서 베이스 구조(K118)에 회전 가능하게 결합된 진동판 어셈블리(K101)를 포함하는 회전 동작 트랜스듀서이다. 진동판 어셈블리는 바람직하게는, 예를 들어 최대 진동판 몸체 두께(K127)가 진동판 몸체 길이(K126)의 적어도 15%, 또는 몸체 길이(K126)의 적어도 20%인, 실질적으로 두꺼운 진동판 몸체(K120)를 포함한다. 예를 들어 도시된 실시예에서, 최대 진동판 몸체 두께(K127)는 19mm의 진동판 몸체 길이(K126)의 30%인 5.7mm일 수 있다. 이 두께는 또한 진동판 몸체를 가로 지르는 대각선 길이와 같은 최

대 치수의 적어도 약 11%, 보다 바람직하게는 적어도 약 14%일 수 있다. 예를 들어 도시된 실시예에서 최대 진동판 몸체 두께(K127)는 27.5mm의 진동판 몸체 길이(K139)의 21%인 5.7mm일 수 있다. 그러나, 대안적인 실시예에서, 진동판 몸체는 실질적으로 두껍지 않을 수 있다. 트랜스듀서는 사용시에 진동판 몸체 상에 실질적으로 회전 운동을 부여함으로써 사운드를 변환하기 위한 전자기 메커니즘과 같은 여기 메커니즘을 더 포함한다. 관련된 진동판 몸체에 연결된 오디오 트랜스듀서의 여기/트랜스듀싱 메커니즘의 부분들은 바람직하게는 단단하게 연결되어 있다.

[2293] 강성 진동판 어셈블리(Rigid Diaphragm Assembly)

[2294] 이 실시예에서, 진동판 구조는 음향 파열에 견디기에 적합한 기하 구조를 갖는다.

[2295] 진동판 어셈블리는 동작 중에 실질적으로 강성인 진동판 구조를 포함한다. 진동판 구조는 본 명세서의 섹션 2.2에 기술된 구성 R1-R4 진동판 구조 중 어느 하나인 것이 바람직하다. 이 실시예에서, 진동판 구조는 섹션 2.2의 실시예 A 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 진동판 구조(A1500)와 구성이 유사하며, 진동판 몸체(K120)를 포함하고, 진동판 몸체(K120)는 수직 응력 강화부에 대해 실질적으로 수직으로 배향된 내부의 전단 응력 강화부(K121) 및 몸체의 대향 주요 면(K132) 위에서 또는 그 근처에서 외부 수직 응력 강화부(K111/K112)로 강화된다. 외부 응력 강화부는 제1 그룹(K112)이 관련된 주요 면(K132)을 따라 길이 방향으로 배향된 일련의 길이 방향 버팀대를 포함하고, 제2 그룹(K111)은 제1 그룹에 대해 그리고 서로에 대해 소정 각도로 배향되어 교차-버팀대(cross-strut) 형상물(formation)을 형성한다. 외부 응력 강화부(K111/K112)는 진동판 어셈블리(K101)의 질량 중심 위치로부터 먼 영역에서 (예를 들어, 버팀대의 너비 또는 두께를 감소시킴으로써) 질량이 감소된다.

[2296] 진동판 몸체(K120)는 또한 질량 중심 위치로부터 먼 영역에서 (웨이 형 구조를 형성하기 위해 그 길이를 따라 테이퍼링됨으로써) 질량이 감소된다. 진동판 몸체(K120)는 실질적으로 두껍고, 예를 들어 대략 진동판 몸체 길이(K126)의 적어도 15%, 또는 보다 바람직하게는 길이의 적어도 20%인 최대 진동판 몸체 두께(K127)를 포함한다. 진동판 몸체 길이(K126)는 두께 치수에 실질적으로 수직한 방향으로 (또는 예를 들어, 회전축(K119)에 수직인 방향을 따라) 회전축(K119)으로부터 진동판 구조의 가장 먼 주변까지의 총 거리에 의해 정의될 수 있다. 각도 연결 탭(K122)은 진동판 몸체(K120)의 베이스 단부에 위치하여, 진동판 베이스가 진동판 어셈블리(K101)의 다른 컴포넌트에 단단하게 연결될 수 있게 한다. 본 설명의 섹션 2.2에 정의된 구성 R1-R4에 따라 구성된 임의의 다른 진동판 구조가 대안적으로 이 실시예에서 채용될 수 있음을 알 것이다.

[2297] 진동판 어셈블리(K101)는 진동판 구조의 베이스에, 현지 어셈블리의 일부에 그리고 사용시 진동판을 움직이기 위한 여기 메커니즘의 힘 전달 컴포넌트에 단단하게 연결되는 진동판 베이스 프레임(K107)을 더 포함한다. 도 58l 및 도 58n에 도시된 바와 같이, 진동판 베이스 프레임(K107)은 제1 직립(upright) 판(K107a) 및 제2 각진(angled) 판(K107b)을 포함하는데, 이들은 둘다 실질적으로 평면이고 서로에 대해 각을 이루어, 진동판 몸체의 주요 면(K132) 중 하나와 진동판 몸체의 베이스 면 사이의 상대 각도에 대응한다. 이들 제1 및 제2 판은 베이스 면 및 상기 주요 면(K132)에서 진동판 몸체에 각각 단단하게 결합된다. 주요 면(K132)을 결합하도록 구성된 제2 각진 판(K107b)은 또한 (도 58g, 도 58n, 도 58m에 도시된 바와 같이) 트랜스듀서 베이스 구조의 베이스 블록(K105)로부터 연장되는 접촉 부재(K138), 및 진동판 몸체의 베이스 단부에 형성된 리세스(K120a)와 정렬되도록 구성된 한 쌍의 이격된 애퍼처(K107e)를 포함한다. 이러한 방식으로, 오디오 트랜스듀서의 조립된 상태에서, 접촉 부재(K138)는 베이스 프레임(K107)의 대응 애퍼처를 관통하여 또한 진동판 몸체(K120)의 리세스(K120a) 내로 연장된다.

[2298] 진동판 베이스 프레임(K107)은 제1의 실질적으로 직립인 판(K107a)로부터 연장되고, 제2 판(K107b)에 대향하는 방향으로 연장되는 베이스 프레임의 제4의 각지고 실질적으로 평면인 판(K107d)에 연결되는 제3 아치형 판(K107c)을 더 포함한다. 아치형 판(K107c)은 조립된 상태에서 코일(K130)과 같은 힘 전달 컴포넌트를 결합하도록 구성된다. 코일(K130)은 아치형 판(K107c)의 외부 면을 단단하게 결합한다. 판의 호(arc)는 트랜스듀서 베이스 구조에 의해 형성된 트랜스듀싱 메커니즘의 자기장 갭(K140a 및 K140b)의 호에 대응하도록 구성된다. 하나 이상의 아치형 판(K136)은 프레임(K107)의 제1, 제3 및 제4 판에 의해 형성된 진동판 베이스 프레임 캐비티 내에 삽입될 수 있다. 바람직하게는, 3개의 판이 이러한 캐비티 내에 유지되며, 2개의 내부 캐비티(K107e)를 형성하고, 이 안에서 변환 메커니즘의 내부 폴(K113)이 연장되어 코일(K130)과 동작적으로 협력한다.

[2299] 도 58l 및 도 58m에 도시된 바와 같이, 조립된 상태에서 베이스 프레임(K107)의 제2 K107b 판은 진동판 몸체/구조의 관련된 주요 면을 약간 지나서 연장된다. 이것은 길이 방향 커넥터(K117)가 단단하게 연결되는 에지를 제공한다. 커넥터(K117)는 베이스 단부에서 진동판 몸체의 대응면을 단단하게 연결한다. 커넥터는 베이스 프레임(K107)의 제2 판(K107b)의 애퍼처(K107e)와 정렬되는 리세스를 포함한다. (진동판 몸체에 연결된) 커넥터의 대

향 측부는 그 길이를 따라 커넥터의 중심 영역에서 (적어도 단면에서) 실질적으로 오목한 곡면을 포함한다. 오목한 곡면은 힌지 시스템 바이어싱 메커니즘(이하 더 자세히 후술됨)의 접촉 핀을 수신하고 수용하도록 구성된다. 베이스 프레임(K107)의 제2 판(K107b)을 결합하는 커넥터의 부분으로부터 연장되는 것은 진동판 베이스 프레임(K107)의 제 4 판(K107d)을 단단하게 결합하도록 구성된 각진 부분이다. 이러한 방식으로, 커넥터(K117)는 그 길이를 따라 베이스 프레임(K107)에 단단하게 결합된다. 이 부분은 또한 커넥터(K117)의 길이의 실질적인 부분을 따라 연장되고 힌지 시스템의 힌지 요소(K108)에 접촉하여 고정적으로 결합하도록 구성된, (적어도 단면에서) 실질적으로 오목한 곡면을 포함한다(자세한 내용은 아래 참조). 아래 더 상세히 설명되는 바와 같이, 힌지 요소(K108)는 힌지 시스템의 접촉 블록(K138)을 결합하도록 커넥터의 리세스에 걸쳐 연장된 적어도 힌지 요소(K138)의 섹션에서 (적어도 단면에서) 실질적으로 볼록한 곡면을 포함한다.

[2300] 이러한 방식으로, 조립된 상태에서, 진동판 베이스 구조는 베이스 프레임(K107) 및 커넥터(K117)에 단단하게 결합된다. 또한, 결국 베이스 프레임은 트랜스듀싱 메커니즘의 코일(K130)에 단단하게 고정적으로 결합된다. 커넥터(K117)는 힌지 요소(K108) 및 힌지 어셈블리의 접촉 핀(K109)에 고정적으로 결합된다. 이들 컴포넌트가 조합되어 진동판 어셈블리(K101)를 형성한다.

[2301] 도 58f, 도 58j 및 도 58k를 참조하면, 베이스 프레임(K107), 힌지 요소(K108) 및 커넥터(K117)는 바람직하게는 구조의 베이스 면을 가로 지르는 진동판 구조의 전체 너비에 걸쳐 연장된다. 이들 컴포넌트 중 어느 하나의 단부는 바람직하게는 실질적으로 탄성적인 연결 부재(K125) 및 스페이서 디스크 또는 와셔(K135)를 통해 트랜스듀서 베이스 구조 측 블록(K115)에 결합된다. 각 측면 블록(K115)은 실질적으로 강성일 수 있으며, 예를 들면, 실질적으로 강성인 플라스틱 재료 등으로 형성될 수 있다. 연결 부재(K125) 및/또는 와셔(K135)는 관련 측면 블록(K115)의 내부 벽에 단단하게 결합된다. 이 배치는 (커넥터(K117) 및 힌지 요소(K118)를 포함하는) 진동판 베이스 프레임 어셈블리를 트랜스듀서 베이스 구조의 베이스 컴포넌트(K105)에 유연하게 위치시킨다. 이 메커니즘은 전체적인 힌지 어셈블리에 기여한다. 두개의 연결 부재(K125)는 진동판 어셈블리에 복원력을 제공한다:

[2302] 1) 진동판을 중립 위치 또는 정지(rest) 위치에 위치시키는데 기여하며, 이에 따라 최종 트랜스듀서 기본 주파수(W_n)의 중요한 결정 요인이다; 및

[2303] 2) 접촉 부재(K138)에 대한 힌지 요소(K108)의 위치 설정에 기여하여, 부딪힘(bump) 또는 킥(knock) 또는 나타난 다른 외력의 비정상적인 경우에, 부분들은 진동판 어셈블리의 부분들이 서라운드 부분들에 접촉하여 마찰하지 않는 중립 위치로 재정렬될 것이다.

[2304] 이와 같이, 이 메커니즘은 전체 힌지 어셈블리에 기여할 뿐만 아니라 진동판 복원 메커니즘로서도 동작한다.

[2305] 자유 주변(Free Periphery)

[2306] 진동판 구조는 서라운드(K301)과 같은 서라운드 구조와의 물리적 연결이 없는 외주변을 포함한다. 진동판 구조에 관련된 자유 주변은 이 실시예에도 적용되는 이 명세서의 섹션 2.3에 상세히 설명되어 있다. 요약하면, 진동판 구조 주변은 일부 실시예들에서 예를 들어 주변의 적어도 20%를 따라 서라운드와의 물리적 연결이 적어도 부분적으로 없을 수 있다. 이 실시예에서, 진동판 구조는 (힌지 조인트와는 별도로) 서라운드 및 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하는 서라운드 구조와의 물리적 연결이 거의 완전히 없다. 연결되지 않은, 진동판 구조의 주변의 자유 부분은 비교적 작은 에어 갭(K321 및 K320)에 의해 서라운드로부터 분리된다. 예를 들어, 외주변의 길이 또는 둘레의 적어도 50% 또는 적어도 80%를 따라 외주변은 달리 실질적으로 물리적 연결이 없다는 것을 이해할 것이다.

[2307] 바람직하게는, 진동판 몸체의 외주변과 하우징/서라운드(K301) 사이의 거리에 의해 정의되는 에어 갭(K321 및 K320)의 너비는 진동판 몸체 길이(K126)의 1/10 미만, 보다 바람직하게는 1/20 미만이다. 예를 들어, 진동판 몸체의 외주변과 서라운드 사이의 거리에 의해 한정되는 각 에어 갭의 너비는 1.5mm 미만, 또는 보다 바람직하게는 1mm 미만, 또는 보다 바람직하게는 0.5mm 미만이다. 이 값은 예시적이며 이 범위를 벗어나는 다른 값도 또한 적합할 수 있다.

[2308] 힌지 시스템(Hinge System)

[2309] 회전 동작 오디오 트랜스듀서는 개인용 오디오 디바이스에 매우 적합할 수 있는데, 그 이유는 회전 동작 트랜스듀서는 높은 진동판 편위와 낮은 기본 진동판 공진 주파수를 통해, 확장된 고주파 대역폭 및 확장된 저음의 요구 사항을 충족시킬 수 있는 잠재력이 있기 때문이다.

[2310] 이 실시예에서, 회전 동작 오디오 트랜스듀서와, 귀와 진동판 어셈블리 사이의 에어 볼륨을 완전히 또는 적어도

부분적으로 밀봉하는 오디오 디바이스 인터페이스 설계와의 결합은, 밀봉이 증가된 저음 확장을 용이하게 하는 것을 돕기 때문에 성능이 향상되고, 이는 오디오 트랜스듀서 볼륨 편위 기능에 대한 요구 사항을 줄이고 더 나은 품질의 고음 재생의 달성을 보다 쉽게 할 수 있다.

[2311] 힌지형 진동판 서스펜션은 저주파 공진 모드를 없애거나 적어도 완화시키는데 도움이 된다.

[2312] 힌지 시스템은 이 명세서의 섹션 3.2.1에 기술된 설계 원리 및 고려 사항에 따라 구성된 접촉 힌지 시스템이다. 따라서, 대안적인 실시예에서, 이 힌지 시스템은 예를 들어 실시예 A 오디오 트랜스듀서와 관련하여 섹션 3.2.2에서 설명된 것과 같이, 이 섹션에서 설명된 원리에 따라 설계된 임의의 대안적인 메커니즘으로 대체될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서는 하나 이상의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함하는 힌지 시스템을 포함할 수 있으며, 각 힌지 조인트는 힌지 요소 및 접촉 부재를 포함하며, 접촉 부재는 접촉 표면을 제공하고, 힌지 조인트는 사용시 접촉 표면과 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 접촉 부재에 대해 움직이게 하도록 구성된다. 예를 들어, 힌지는 실시예 A 오디오 트랜스듀서(A100) 또는 실시예 E 오디오 트랜스듀서의 힌지에 대해 설명된 것과 유사할 수 있다. 또한, 또 다른 대안적인 구성에서, 힌지 어셈블리는 실시예 B 및 D 오디오 트랜스듀서의 힌지 어셈블리와 같이 본 명세서의 섹션 3.3에 기술된 바와 같은 가요성 힌지 어셈블리로 대체할 수 있거나 또는 도 20 내지 도 32을 참조하여 설명된 구성에서 예를 들어, 사용시 진동판을 동작 가능하게 지지하는 하나 이상의 (바람직하게는 얇은 벽의) 가요성 요소를 포함한다. 힌지 시스템은 높은 고주파 진동판 공진 모드 및 높은 진동판 편위를 줄이기 위해 동시에 낮은 기본 진동판 공진 모드, 순수 병진에 대한 낮은 유연성을 제공하는데, 이는 모두 개인용 오디오 애플리케이션의 필수 요건이다.

[2313] 이 실시예와 관련된 힌지 시스템의 전체 설명은 본 명세서의 섹션 3.2.5에 제공된다. 다음은 실시예 K 트랜스듀서의 힌지 시스템의 개략적인 개요이다. 도 58g 내지 도 58n을 참조하면, 이 실시예에서, 힌지 시스템은 어셈블리의 어느 한 측 상에 한 쌍의 힌지 조인트를 갖는 힌지 어셈블리를 포함한다. 각 힌지 조인트는 접촉 표면을 제공하는 접촉 부재 및 접촉 표면에 대해 인접(abut)하고 롤링하도록 구성된 힌지 요소를 포함한다. 각 힌지 조인트는 접촉 표면과 일관된 물리적 접촉을 유지하면서 힌지 요소가 접촉 부재에 대해 움직이게 하도록 구성되고, 힌지 요소는 접촉 표면쪽으로 바이어싱된다.

[2314] 힌지 샤프트(K108) 형태의 힌지 요소는 진동판 베이스 프레임(K107) 상에 단단하게 결합된다. 대향 측면상에서, 힌지 샤프트(K108)는 접촉 부재(K138)에 롤링가능하게 또는 피벗식으로 결합된다. 도 58i에 도시된 바와 같이, 각 접촉 부재는 샤프트(K108)의 자유 측이 그쪽으로 롤링할 수 있게 오목하게 만곡된 접촉 표면(K137)을 포함한다. 오목한 K137 표면은 샤프트(K108)의 것보다 큰 곡률 반경을 포함한다. 한 쌍의 접촉 부재(K138)는 베이스 컴포넌트(K105)의 어느 한 측으로부터 연장되어 샤프트(K108)의 어느 한 단부에 롤링가능하게 또는 피벗식으로 결합되어 2개의 분리된 힌지 조인트를 형성한다. 접촉 힌지 조인트는 진동판 구조 및 트랜스듀서 베이스 구조와 밀접하게 관련되는 것이 바람직하다.

[2315] 도 58l 내지 도 58m을 참조하면, 힌지 샤프트(K108)는 힌지 시스템의 바이어싱 메커니즘에 의해 베이스 블록(K138)의 접촉 표면(K137)에 대향하여 탄력적으로 및/또는 유연하게 유지된다. 바이어싱 메커니즘은 압축 스프링의 형태로 실질적으로 탄성인 부재(K110) 및 접촉 핀(K109)을 포함한다. 스프링(K110)은 일 단부에서 베이스 구조(K105)에 단단하게 결합되고, 대향 단부에서 접촉 위치(K116)에서 접촉 핀(K109)과 맞물린다. 탄성 접촉 스프링(K110)은 접촉 핀(K109) 쪽으로 바이어싱되어 원위치에서 적어도 약간 압축 상태로 유지된다. 이러한 배치는 베이스 프레임(K107), 커넥터(K117) 및 힌지 샤프트(K108)를 포함하는 진동판 베이스 구조를 힌지 조인트의 접촉 베이스 블록(K138)에 대향하여 유연하게 풀(pull)한다. 유연성 및/또는 탄성의 정도는 본 명세서의 섹션 3.2.2에 더 설명되어 있다.

[2316] 트랜스듀서 베이스 구조 및 트랜스듀싱 메커니즘(Transducer Base Structure and Transducing Mechanism)

[2317] 바람직하게는, 진동판 구조는 유연하게 부착된 경우, 특히 다른 컴포넌트의 기하 구조가 가늘면 다른 컴포넌트를 통해 부착된 경우와는 반대로, 힘 전달 컴포넌트(K106)에 단단하게 부착된다. 힘 전달 컴포넌트는 바람직하게는 공진을 최소화하는 것을 돕기 때문에 사용시 실질적으로 강성으로 유지되는 유형이다.

[2318] 전류력계형(electrodynamic type) 모터는 다양한 범위의 진동판 변위를 통해 매우 선형적인 거동을 나타내기 때문에 선호된다. 여기 메커니즘은 전기적으로 전도성인 컴포넌트, 바람직하게는 오디오 신호를 나타내는 전류를 수신하는 코일(K106) 형태의 힘 전달 컴포넌트를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 전기 전도성 컴포넌트는 바람직하게는 영구 자석에 의해 제공되는 자기장에 위치한다.

[2319] 이 실시예에서, 트랜스듀서 베이스 구조(K118)는 실질적으로 두껍고 스크트한 기하 구조를 포함하고 전자기 여

기 메커니즘의 자기 어셈블리를 포함한다. 베이스 구조는 베이스 컴포넌트(K105), 영구 자석(K102), 진동판 어셈블리의 진동판 베이스 프레임(K107)의 캐비티 내에 위치한 대향하는 내부 폴 피스(K113)로부터 이격된 자석(K102)에 결합된 외부 폴 피스(K103 및 K104)를 포함한다. 대향하는 외부 및 내부 폴 피스는 그 사이에 실질적으로 곡선 또는 아치형 채널을 생성하는 대향 표면을 갖는다. 진동판 베이스 프레임의 아치형 판은 형상에 있어, 이 아치형 자기장 채널에 대응하는 표면을 포함한다. 하나 이상의 코일 권선(K106)은 진동판 베이스 프레임 아치형 판에 결합되고 채널 내에서 원위치로 연장한다. 바람직하게는, 중립 위치에서 코일은 대응하는 내부 및 외부 폴의 위치와 정렬되어 이들 컴포넌트 사이의 협력을 향상시킨다. 진동판 어셈블리의 나머지는 완복 운동하고 회전축(K119) 주위로 피봇함에 따라 각 코일 권선(K106) 및 베이스 프레임(K107)의 일부는 동작 중에 이 채널 내에서 왕복 운동한다.

[2320] 하우징(Housing)

[2321] 도 60을 참조하면, 오디오 트랜스듀서는 서라운드(K301) 내에 하우징되어 도시되어 있다. 서라운드(K301)는 외부 캡(K302)으로 둘러싸여 있다. 이 두 부분은 트랜스듀서 용 하우징(K204)을 형성한다. 서라운드 및 외부 캡은 임의의 적절한 방법을 통해 예를 들어 스냅-핏 맞물림, 접착제 또는 패스너(K316)를 통해서, 서로 고정적으로 단단하게 결합될 수 있다. 서라운드(K301)는 서라운드(K301) (및 하우징(K204))로부터 트랜스듀서의 장착 및 분리 제공을 돕기 위해 오디오 트랜스듀서의 근처 및 부분 위로 확장되는 내부 캡(K303)을 포함한다. 내부 캡(K303)은 임의의 적절한 방법을 통해 예를 들어 스냅-핏 맞물림, 접착제 또는 패스너(K317)를 통해서, 서라운드(K301)와 일체로 형성되거나 아니면 별도로 형성되고 서라운드(K301)에 단단하게 고정적으로 결합될 수 있다. 서라운드는 트랜스듀서를 내부에 유지하기 위한 캐비티를 포함하고 캐비티의 양측에서 개방된다. 일 측면에서, 개구는 동작 중에 트랜스듀서 어셈블리로부터 사운드가 전파되는 출력 애퍼처(K325)를 형성한다. 도 61를 참조하면, 출력 애퍼처는 디바이스가 사용 중일 때 사용자의 귀(K410) 또는 그 근처에 위치하도록 구성된다. 소프트 이어 패드(K309)는 외부 캡(K302)에 대향하는 측에서 그리고 출력 애퍼처(K325)를 중심으로 서라운드(K301)의 주변 둘레로 연장된다. 소프트 이어 패드(K309)는 사용자에게 편안한 발포 고무 재료와 같은 당 업계에 공지된 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있는 유연한 내부(K310)를 포함한다. 내부(K310)는 비-통기성 직물 외층(K311) 및 통기성 직물 또는 메쉬 내부 층(K312)으로 라이닝될 수 있다. 또한, 개방 메쉬 직물(K318)은 출력 애퍼처(K325)를 통해 연장될 수 있다.

[2322] 이 실시예에서, 오디오 디바이스는 인간 머리(K408)에 압력을 가하고 귀(K410)의 외부 부분을 넘어 위치하는 위치(K409)에서 실질적으로 밀봉되도록 구성되며, 이는 타원형 덮개형 헤드폰에서 전형적이다. 그것은 또한 머리(K408)와 귀(K410)의 하나 이상의 다른 부분에 압력을 가할 수도 있다. 걸침형(supraaural) 구성과 같은 다른 패드 구성도 또한 가능하며, 이에 국한되지는 않는다. 소프트 이어 패드(K309)는 바람직하게는 사용자의 귀에 대해 실질적인 밀봉을 생성하여, 원위치의 디바이스 외부의 에어 볼륨(K414)으로부터 디바이스 내부의 에어 볼륨을 실질적으로 밀봉한다. 이어 패드(K309)는 사용시 사용자의 귀(K410)에 또는 그 근처에 위치한, 디바이스 내부의 전방 캐비티(K406) 내의 에어 볼륨 및 (주변 대기와 같은) 디바이스(K414) 외부의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 제공하도록 구성된다. 패드 내부(K310) 및 외부 직물(K311)에 사용되는 기하학적 구조 및/또는 재료는 예를 들어 밀봉(K409)의 충분성에 영향을 미칠 수 있다.

[2323] 실질적인 밀봉은 예를 들어 동작 중에 적어도 낮은 저음 주파수에서 음압을 향상시키도록(즉, 베이스 부스트를 제공하도록) 구성된 것이다. 예를 들어, 이어 패드는 동작 중에 귀 내부에서 발생한 음압을 (적어도 낮은 저음 주파수에서) 증가시키기 위해 사용자의 귀/머리에 대해 원위치에서 실질적으로 밀봉하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 음압은 오디오 디바이스가 원위치에서 충분한 밀봉을 생성하지 않을 때 발생한 음압에 비해, 평균적으로 적어도 2dB, 보다 바람직하게는 적어도 4dB, 또는 가장 바람직하게는 적어도 6dB 만큼 증가할 수 있다. 전방 캐비티(K406) 내에 둘러싸인 에어 볼륨은 동작 중에 베이스 부스트를 제공하는 것을 돕기 위해 실질적으로 작을 수 있다.

[2324] 언급한 바와 같이, 이 실시예의 디바이스는 디바이스 주위의 에어로부터 귀 주위의 에어를 실질적으로 밀봉함으로써 베이스 부스트를 제공한다. 일부 변형 예에서, 이어 패드(K309)는 발포 고무와 같은 재료, 예를 들어 저탄성 폴리우레탄 발포 고무 또는 폴리에테르 발포 고무와 같은 개방 셀 발포 고무로 제조된 다공성 및 압축성 내부(K310)로 이루어지며, 이는 외부 직물 K311은 실질적으로 비-다공성이며 패드(K301)(예를 들어, 외측으로 향하고 그 일부는 사용시 사용자의 머리/귀에 접촉하도록 구성됨)의 외주변에 위치한 외부 직물(K311)로 덮힌다. 디바이스의 내부로 향하는 이어 패드(K309)의 내부 부분은 노출되지 않은 채로 있거나, 아니면 귀 주위의 음파가 다공성 발포 고무 내부로 전파될 수 있도록 다공성 내부 직물(K312)로 덮여 있으며, 이들의 에너지는 내부

에어 공진을 돕도록 소멸될 수 있다.

- [2325] 이것은 또한 에어 캐비티(K406)가 다공성 이어 패드 내부(K310)의 볼륨을 구성하도록 연결되어 연장되는 것을 의미한다. 이는 예를 들어 이어 패드(K309)와 착용자의 머리(K408) 사이의 누출을 통해 또는 아니면 에어 통로(K320, 321, 322 및 324)를 통해 주변 에어(K414)로부터 에어 캐비티(K406)로 이동하는 음압은 볼륨(K310)에 연결된 더 큰 에어 볼륨(K406)을 채우기 위해 더 오래 걸릴 것이므로, 주변 노이즈의 패시브 감쇠의 개선을 포함하는 추가적인 이점을 초래할 수 있다.
- [2326] 이 변형은 특히 진동판과 서라운드의 트랜스듀서의 원하지 않는 기계적 공진 문제를 해결하고, 향상된 진동판 편위와 기본 진동판 공진 주파수를 제공하는 동시에 댐핑을 통한 내부 에어 공진을 처리한다. 내부 에어 공진은 전방 캐비티(K406), 후방 캐비티(K405) 및 디바이스 및/또는 사용자의 머리 내에 또는 그에 의해 포함된 임의의 다른 캐비티에서 처리될 수 있다.
- [2327] 바람직하게는 유연한 인터페이스/이어 패드(K309)는 출력 애퍼처(K325)를 덮는 투과성 직물(K318)을 포함한다. 통기성 코튼 벨로 또는 폴리에스테르 메쉬가 적합한 재료의 예이다.
- [2328] 외부 캡(K302)은 헤드밴드(K206)의 각 단부에 피벗식으로 결합되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 외부 캡(K302)은 헤드밴드(K206)의 각 단부의 피벗 너트(K401)에 회전 가능하게 결합되는 피벗 나사(K308)를 포함할 수 있다. 이렇게 하면 헤드밴드 위치를 사용자가 편안하게 조절할 수 있다. 임의의 적절한 힌지 메커니즘이 사용될 수 있다. 대안적으로, 헤드밴드는 헤드밴드에 고정적으로 결합될 수 있다.
- [2329] 분리 장착 시스템(Decoupling Mounting System)
- [2330] 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서는 분리 장착 시스템을 통해 서라운드(K301) 내에 장착된다. 분리 장착 시스템은 이 명세서의 섹션 4에 설명된 분리 장착 시스템 중 임의의 하나일 수 있다. 예를 들어, 분리 장착 시스템은 이 명세서의 섹션 4.2에 설명된 시스템 중 하나일 수도 있고, 본 명세서의 섹션 4.3에 설명된 설계 원리 및 고려 사항에 따라 설계된 또 다른 분리 장착 시스템일 수도 있다. 이 실시예에서, 실시예 A 오디오 트랜스듀서와 관련하여 본 명세서의 섹션 4.2.1에서 설명된 것과 유사한 분리 장착 시스템이 사용된다. 분리 장착 시스템은 오디오 트랜스듀서 베이스 구조(K118)를 서라운드(K301)에 탄력적으로 장착하도록 구성된다. 상기 컴포넌트는 적어도 하나의 병진 축을 따라, 그러나 바람직하게는 관련 트랜스듀서의 동작 중에 3개의 직각 병진 축을 따라 서로에 대해 이동할 수 있다. 대안적으로, 그러나 보다 바람직하게는 이러한 상대적인 병진 운동에 추가하여, 분리 시스템은 관련 트랜스듀서의 동작 중에 적어도 하나의 회전축, 바람직하게는 약 3개의 직각 회전축을 중심으로 서로에 대해 피벗할 수 있도록 2개의 컴포넌트를 탄력적으로 장착한다. 이러한 방식으로, 분리 장착 시스템은 진동판과 서라운드(K301), 내부 캡(K303) 및 외부 캡(K302) 사이의 진동의 기계적 전달을 적어도 부분적으로 완화시킨다.
- [2331] 도 60d 내지 도 60f에 도시된 바와 같이, 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조의 양 측면으로부터 축 방향으로 연장되는 한 쌍의 분리 핀(K133)을 포함한다. 분리 핀(K133)은 그 길이 방향 축이 트랜스듀서 어셈블리의 노드 축의 위치와 실질적으로 일치하도록 위치된다. 노드 축은 진동판 발진 동안 나타나는 반력 및/또는 공진력으로 인해 트랜스듀서 베이스 구조가 회전하는 축이며, 본 명세서의 섹션 4에서 보다 상세히 설명된다. 이 실시예에서, 노드 축은 베이스 컴포넌트(K105) 또는 그 근처에 위치한다. 분리 핀(K133)은 베이스 구조(K118)의 상부 주요 면과 하부 주요 면 사이의 측면으로부터 트랜스듀서 어셈블리의 길이 방향 축에 실질적으로 수직으로 연장되며, 베이스 구조(K118)에 단단하게 연결되고/되거나 일체형이다. 부시(K304)는 각 핀(K133) 주위에 장착된다. 일부 구성에서, 와셔가 트랜스듀서 베이스 구조의 관련 측면과 부시 사이에 결합될 수도 있다. 부시 및 와셔는 본 명세서에서 "노드 축 장착부"라고 한다. 노드 축 장착부는 섹션 4.2.1에 설명된 것과 같은 적절한 방법을 통해 또는 예를 들어 접착제를 통해 서라운드(K301)의 해당 내부 면을 결합하도록 구성된다.
- [2332] 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조(K118)의 대향면 상에 배치된 하나 이상의 분리 패드(K305 및 K306)를 더 포함한다. 패드(K305 및 K306)는 관련 베이스 구조 면과 (내부 캡(K303)을 포함하는) 서라운드(K301)의 해당 내부 벽/면 사이의 인터페이스를 제공하여, 컴포넌트의 분리를 돕는다. 분리 패드는 바람직하게는 노드 축 위치로부터 먼 트랜스듀서 베이스 구조의 영역에 위치한다. 예를 들어, 이들은 노드 축이 진동판 회전축에 가깝게 위치됨에 따라 이 실시예에서 진동판 어셈블리(K101)로부터 먼 베이스 구조(K118)의 에지, 측면 또는 단부에 또는 그에 인접하여 위치한다. 각 패드는 바람직하게는 길이 방향의 형상이다. 바람직할 형태에서, 각 패드(K305, K306)는 몸체의 깊이를 따라 테이퍼링 너비를 갖는 피라미드 형 몸체를 포함한다. 바람직하게는, 피라미드의 정점은 트랜스듀서 베이스 구조(K118)의 관련 면에 결합되고, 피라미드의 대향하는 베이스는 트랜스듀서

서라운드의 관련 면을 원위치로 결합하도록 구성된다. 그러나 일부 구현에서는 이 방향이 역전될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 분리 장착 시스템은 트랜스듀서 베이스 구조의 하나 이상의 면에 분포된 다수의 패드를 포함할 수 있다는 것을 알 것이다. 이러한 장착부를 본 명세서에서 "말단 장착부"라고 한다.

[2333] 노드 측 장착부 및 말단 장착부는 각각이 부착된 두 컴포넌트 사이의 상대적 운동 측면에서 충분히 유연하다. 예를 들어, 노드 측 장착부 및 말단 장착부는 부착된 두 컴포넌트 사이의 상대적 운동을 허용할 만큼 충분히 가요성일 수 있다. 그들은 유연성을 달성하기 위해 유연하거나 탄성을 가진 부재 또는 재료를 포함할 수 있다. 장착부는 바람직하게는 이들이 부착되는 적어도 하나의, 그러나 바람직하게는 둘 모두의 컴포넌트에 대해(예를 들어, 트랜스듀서 베이스 구조 및 오디오 디바이스의 하우징에 대해) 낮은 영률을 포함한다. 장착부는 또한 바람직하게는 충분히 댐핑된다. 예를 들어, 노드 측 장착부는 실리콘 고무와 같은 실질적으로 가요성 플라스틱 재료로 제조될 수 있으며, 패드는 또한 실리콘 고무와 같은 실질적으로 가요성 재료로 제조될 수 있다. 패드는 바람직하게는 실리콘 고무 또는 보다 바람직하게는 예를 들어 점탄성 우레탄 중합체와 같은 충격 및 진동 흡수 재료로 형성된다. 대안적으로, 노드 측 장착부 및/또는 말단 장착부는 금속 분리 스프링과 같은 가요성 및/또는 탄성 부재로 형성될 수 있다. 트랜스듀서를 서스펜드하기 위해 움직임에 대한 충분한 정도의 유연성을 포함하는 자기 부상과 같은 다른 실질적으로 유연한 부재, 요소 또는 메커니즘이 대안적인 구성으로 또한 사용될 수도 있다.

[2334] 이 실시예에서, 노드 측 장착부에서의 분리 시스템은 말단 장착부에서의 분리 시스템에 비해 유연성이 더 낮다(즉, 보다 뻣뻣하거나 관련 부분들간에 더 뻣뻣한 연결을 형성한다). 이는 상이한 재료의 사용을 통해 달성될 수 있으며, 및/또는 이 실시예의 경우에 이것은 말단 장착부에 대한 노드 측 장착부의 기하 구조(예를 들어, 형상, 형태 및/또는 프로파일)를 변경함으로써 달성된다. 이러한 기하 구조의 차이는 노드 측 장착부가 말단 장착부에 비해 베이스 구조 및 서라운드와 더 큰 접촉 표면적을 포함함을 의미하며, 이로써 이 부분들 간의 연결 유연성이 감소한다.

[2335] 트랜스듀서가 서라운드 내에 조립될 때, 좁고 실질적으로 균일한 갭/공간(K322)이 트랜스듀서 베이스 구조(K118)와 서라운드/내부 캡(K301/K303) 사이에 형성된다. 일부 실시예들에서, 갭은 균일하지 않을 수 있다. 이러한 협소한 갭(K322)은 베이스 구조(K118)의 둘레(및 바람직하게는 전체 둘레)의 적어도 실질적인 부분 주위로 연장될 수 있다. 트랜스듀서 베이스 구조(K118)의 외주변과 서라운드/내부 캡(K301/K303) 사이의 거리에 의해 한정되는 각 에어 갭의 너비는 1.5mm보다 작거나, 보다 바람직하게는 1mm보다 작거나, 보다 바람직하게는 0.5mm보다 작다. 이 값은 예시적인 것이며 이 범위를 벗어나는 다른 값도 적합할 수 있다.

[2336] 진동판 어셈블리(K101)의 일부 또는 전체 둘레와 서라운드(K301) 사이에 좁은 갭/공간(K321)이 존재한다.

[2337] 오디오 디바이스는 또한 서라운드(K301) 또는 내부 캡(K303)에 연결된 진동판 편위 스톱퍼(K323)를 포함한다. 이러한 스톱퍼가 하나 이상 있을 수 있다. 제 위치에서, 어셈블리(K301)의 진동판 구조에 근접한 영역에서 각 면을 따라 길이 방향으로 실질적으로 균일하게 이격된 하나 이상의(이 예에서는 3개의) 스톱퍼(K323)가 있을 수 있다. 이러한 스톱퍼(K323)는 디바이스를 떨어뜨린 경우 또는 매우 큰 오디오 신호가 나타나는 경우와 같이, 진동판의 과도한 편위를 유발할 수 있는 것과 같은 비정상적인 이벤트의 경우 진동판과 접촉하도록 위치된 각진 표면을 갖는다. 각진 표면은 진동판이 부주의하게 이 지점으로 회전하게 되면 진동판 몸체의 각도와 일치하도록 원위치의 진동판 몸체에 인접하여 위치하도록 구성된다. 스톱퍼(K323)는 진동판의 손상을 방지하기 위해 발포 폴리스티렌 폼과 같은 실질적으로 부드러운 재료로 제조된다. 바람직하게는, 재료는 손상을 완화하기 위해, 진동판 몸체의 것보다 비교적 부드럽다(예를 들어, 진동판 몸체의 폴리스티렌보다 비교적 더 가벼운 밀도일 수 있다). 스톱퍼(K323)는 진동판을 효과적으로 감속시키도록 넓은 표면적을 가지지만 너무 많은 에어 흐름을 차단하거나 공진하기 쉬운 밀폐된 에어 캐비티를 만들 정도로 크지는 않는다.

[2338] 에어 누출 유체 통로(Air Leak Fluid Passages)

[2339] 각 헤드폰 컵(K204)은 공진을 댐핑하고 및/또는 베이스 부스트를 완화시키는 것을 돕기 위해 동작 중에 제1 캐비티로부터 다른 에어 볼륨으로 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 임의 형태의 유체 통로를 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 60d, 도 60e 및 도 61를 참조하면, 이 디바이스는 원위치의 사용자의 귀에 인접하여 위치하도록 구성된 제1 전방 에어 캐비티(K406)를 원위치의 사용자의 귀에서 멀리 위치하도록 구성된 제2 후방 에어 캐비티(K405) 또는 디바이스의 외부에 있는 에어 볼륨(K414)과 유동적으로 연결하는 적어도 하나의 유체 통로를 포함한다. 전방 에어 캐비티(K406)는 그릴 메쉬/출력 애퍼처(K318/K325)의 양측에 2개의 캐비티(K406a 및 K406b)를 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 디바이스는 서라운드(K301)의 출력 애퍼처(K325)와 인접하여 위치하고/하거나 대면하도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면상의 전방 에어 캐비티(K406)를, 서라운드(K301)의 출력 애퍼처(K325)로부터 멀리 향하고/향하거나 멀리 위치한 진동판 어셈블리의 대향 측면상의 후방 캐비

티(K405)와 유동적으로 연결하는 유체 통로(K320, K321, K322)를 포함한다. 서라운드 외부 캡(K302)은 후방 캐비티(K405)로부터 외부 공기(K414)로의 에어 통로(K324)를 생성하는 2개의 작은 구멍을 갖는다. 이러한 에어 통로는 유체 통로(K320/K321/K322)와 함께 전방, 후방 및 외부 에어 캐비티(K406, K405 및 K414)를 유동적으로 연결하여, 전방 캐비티(K406) 내에 밀봉 가능하게 유지되는 에어가 후방 캐비티(K406)로 제한적으로 흐르고, 또한 후방 캐비티로부터 외부 에어 볼륨(K414)으로 제한적으로 흐를 수 있어서, 이에 의해 내부 에어 공진을 약화시키고 및/또는 사용시 베이스 부스트를 완화시킨다. 한정된 가스 흐름 경로를 제공하기 위해 통로(K320 및 K324)에 별도의 흐름 제한 요소가 사용되는 것이 필수적이지 않으며, 통로는 방해 장벽 없이 실질적으로 개방될 수 있으며, 크기, 직경 및/또는 너비가 감소함으로써 여전히 제한될 수 있다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 적어도 하나의 유체 통로(K320/K321/K322)는 전방 캐비티(K406)과의 접합부에서 감소된 직경 또는 너비를 가지거나, 또는 아니면 흐름 제한 요소를 포함하거나, 아니면 둘다에 의해 에어 흐름을 제한하도록 구성된다.

[2340] 이 실시예의 일부 변형 예에서, 전방 캐비티를 외부 에어 볼륨에 직접 유동적으로 연결하기 위해 (예를 들어 실시예 P의 통로(P105)와 유사한) 대체 또는 추가 유체 통로가 제공된다.

[2341] 적어도 하나의 유체 통로(K320/K321/K322/K324)는 유체 흐름 제한기(fluid flow restrictor)를 포함하는 것이 바람직하다. 유체 흐름 제한기는 예를 들어 감소된 크기, 너비 또는 직경을 갖는 인접 캐비티로부터의 입구 또는 입력; 및/또는 다공성 또는 투과성 재료와 같은 입구 또는 통로 내의 유체 흐름 제한 요소 또는 장벽 중 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 유체 통로는 감소된 직경 또는 너비 입구를 갖는 완전히 개방된 통로일 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로 유체 통로는 그 내부를 통과하는 가스에 약간의 저항을 가하기 위해 입구에 또는 통로 내에서 발포 고무 장벽 또는 메쉬 직물 장벽과 같은 유체 흐름 제한 요소를 포함할 수 있다. 유체 통로는 하나 이상의 작은 애퍼처를 포함할 수 있다.

[2342] 바람직하게는, 유체 통로(K320/K321/K322/K324)는 또한 집합적으로 그 내부를 통과하는 가스의 흐름을, 동작 중 외이도 내의 음압에 현저히 감소가 있을 충분한 정도까지 허용한다. 예를 들어 음압의 현저한 감소는 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위에 걸쳐 디바이스의 동작 동안 음압의 감소의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 50%를 초래할 수 있다. 이러한 사운드의 감소는 동작 중에 발생하는 음압에서 누출이 거의 없도록 유체 통로를 포함하지 않는 유사한 오디오 디바이스와 관련된다. 음압의 현저한 감소는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 50% 이상에서 관찰되는 것이 바람직하다. 그러나, 음압의 다른 감소도 예상되며, 본 발명은 이 예들에 한정되려는 의도는 아니다.

[2343] 이 실시예에서, 유체 통로(K320, K321 및 K322)는 전방 캐비티(K406)(및 또한 후방 캐비티(K405))와의 접합부에서 감소된 너비를 포함한다. 통로의 너비는 같거나 다를 수 있다. 각 유체 통로(K320/K321/K322)는 실질적으로 개방되지만 전방 캐비티에 비해 크기가 감소되어, 에어 캐비티(K406) 및/또는 에어 캐비티(K405) 내에서 발생할 수 있는 원하지 않는 공진을 감소시킨다.

[2344] 각 유체 통로는 디바이스 내 어디서든 연장될 수 있는데, 예를 들어, 진동판 어셈블리 및/또는 오디오 트랜스듀서 어셈블리의 주변에 인접하여, 또는 심지어 진동판 어셈블리 및/또는 오디오 트랜스듀서 어셈블리 및/또는 이어 패드(K309)의 애퍼처를 통해서이다. 이 실시예에서, 통로(K321)는 진동판 어셈블리의 주변, 특히 진동판 구조의 측면 및 말단면/에지 주위로 연장된다.

[2345] 이 실시예에서, 에어 공진의 제어는 유체 통로 에어 누출에 의해 생성된 댐핑을 통해 개선된다. 또한, 특히 디바이스 내에 제공된 유체 통로 누출이 이어 패드(K309) 및 사용자의 머리 사이에 일어날 수 있는 유체 누출과 비교하여 중요하다면, 저음 레벨 완화뿐만 아니라 공진 제어는 상이한 청취자/사용자에 걸쳐 그리고 상이한 디바이스 배치를 통해 비교적 일관되게 만들 수 있다.

[2346] K405 또는 K406과 같은 캐비티에 내재된 에어 공진을 약화시키기 위해, 에어 누출 유체 통로는 바람직하게는 캐비티를 다른 에어 캐비티로 또는 서라운드 에어(K414)로 효과적으로 연결할 수 있는 통로를 통한 높은 에어 유량을 피하기 위해 에어 흐름에 대한 충분한 저항을 제공해야 하는데, 그 이유는 이 상황이 중요한 새로운 원치 않는 공진 모드를 발생시킬 수 있기 때문이다. 높은 에어 흐름이 발생하면 흐름 경로는 바람직하게는 발포 고무 플러그와 같은 저항성 요소를 포함하여 관련 공진이 신속하게 쇠퇴하도록 할 것이다. 이러한 새로운 공진 모드의 예는 에어 통로 내의 에어의 이동을 포함하는 헬름홀츠(Helmholtz) 유형의 공진일 수 있으며, 이는 이 시나리오에서 연결된 캐비티 내에 포함된 에어에 의해 제공되는 복원력에 대항하여 통로 내에서 왕복 운동하는 질량을 구성하며, 유연성으로서 작용한다.

- [2347] K405 또는 K406과 같은 캐비티에 내재된 원하지 않는 에어 공진을 약화시키기 위해, 에어 누출 유체 통로는 바람직하게는 충분한 에어 유체 흐름을 허용하여, 문제의 모드와 관련된, 유체 통로 입구의 에어 압력이 현저히 감소되도록 한다. 일반적으로, 이러한 현상이 발생하기 위해서는 통로가 문제의 모드와 관련된 압력 노드에 위치하지 않는 것이 바람직하며, 그렇지 않으면 상기 모드는 유체 통로를 통해 에어를 드라이브하지 않을 것이며 공진은 영향을 받지 않을 것이다. 바람직하게는, 최대 감쇠를 위해, 에어 통로는 원하지 않는 에어 공진 모드의 압력 배(antinode)에 또는 그 근처에 위치한다.
- [2348] 에어 캐비티(K406) 내의 원치 않는 에어 공진 모드의 광범위한 스펙트럼을 약화시키기 위해, K320, K321 및 K322와 같은 에어 누출 유체 통로는 에어 캐비티 K406의 볼륨에 걸쳐 넓게 분포되는 것이 바람직하다. 이것은 K406과 같은 캐비티 내의 일정한 원치 않는 에어 공진에 대해 압력 노드로부터 멀리, 바람직하게는 압력 배(antinode)에 가까이 위치한 에어 누출 유체 통로가 있을 가능성을 향상시킨다. 예를 들어, 에어 누출 유체 통로(K320, K321 및 K322)는 서라운드 컴포넌트(K301)를 가로 지르는 최대 치수에 가까운 거리를 가로 질러 집합적으로 연장된다(그리고 분포된다). 바람직하게는, 에어 누출 유체 통로(K320, K321, K322)는 진동판 몸체의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리보다 큰 거리를 따라 집합적으로 연장되고, 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리보다 50% 큰 거리를 따라, 또는 가장 바람직하게는 진동판의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리의 두배보다 큰 거리를 따라 연장된다. 이것은 보다 뚜렷한 내부 에어 공진의 더 포괄적인 댐핑을 달성하는 것을 돕는다.
- [2349] 대안적인 실시예들에서, 에어 유체 통로는 캐비티(K406)로부터 투과성 또는 다공성 직물을 통해 외부 에어(K414)로 제공된다. 그러나, 본 발명의 구성의 이점은, 귀에 인접한 캐비티(K406)에서 공진을 약화시키는 유체 통로가 외부 에어(K414)와는 반대로 후방 캐비티(K405)로 배출된다는 것이고, 이는 주변 노이즈가 외부 에어(K414)로부터 캐비티(K406a)의 귀로 이동하기 위해 후방 캐비티(K405)를 통과해야 하기 때문에 패시브 노이즈 감쇠가 향상된다는 것을 의미한다.
- [2350] 에어 누출 유체 통로(K320, K321, K322 및 K324)는 후방 에어 캐비티(K405)의 볼륨을 가로 질러 실질적으로 분포된다. 전방 캐비티(K406)의 경우와 유사한 방식으로, 이것은 캐비티(K405) 내의 일정한 원하지 않는 에어 공진에 대해, 압력 노드로부터 멀리 그리고 바람직하게는 압력 배(antinode)에 가까이 위치한 에어 누출 유체 통로가 있을 가능성을 향상시킨다.
- [2351] 5.2.3 실시예 W(Embodiment W)
- [2352] 도 79 내지 도 81을 참조하면, 헤드밴드(W104)에 의해 연결된 좌측 및 우측 헤드폰 인터페이스 디바이스(W102 및 W103)(이하 헤드폰 컵이라 칭함)를 포함하는, 헤드폰 장치(W101)의 형태인 본 발명의 개인용 오디오 디바이스의 추가 실시예(이하, 실시예 W 라 함)가 도시되어 있다.
- [2353] 오디오 트랜스듀서(Audio Transducer)
- [2354] 이 실시예에 포함된 오디오 트랜스듀서는 실시예 K 디바이스에 대한 섹션 5.2.2에서 설명된 오디오 트랜스듀서(K100)와 유사하다. 이전의 섹션에서 진동판 어셈블리, 힌지 어셈블리, 분리 장착 시스템 및 트랜스듀서 베이스 구조 및 여기/트랜스듀싱 메커니즘에 관한 설명은 이 섹션 및 실시예에도 적용되며, 간결함을 위해 반복하지 않을 것이다.
- [2355] 하우징(Housing)
- [2356] 오디오 트랜스듀서는 서라운드(W201) 내에 하우징되도록 도시되어 있다. 서라운드(W201)는 실질적으로 외부 캡(W202)에 의해 둘러싸여있다. 이 두 부분은 트랜스듀서(K100)에 대한 하우징을 형성한다. 서라운드 및 외부 캡은 예를 들어 스냅-핏 맞물림, 접착제 또는 패스너(W216)를 통해 임의의 적합한 방법을 통해 서로 고정적으로 단단하게 결합될 수 있다. 서라운드는 트랜스듀서(K100)를 내부에 유지하기 위한 캐비티(W225)를 포함하고 캐비티의 양 측면에서 개방된다. 일 측면에서, 개구는 출력 애퍼처(W224)를 형성하며, 이 출력 애퍼처를 통해 동작 중에 사운드가 트랜스듀서 어셈블리로부터 전파된다. 출력 애퍼처(W224)는 디바이스가 사용 중일 때 사용자의 귀(W310) 또는 그 근처에 위치하도록 구성된다. 서라운드 캐비티는 트랜스듀서(K100)의 외주변의 형상에 실질적으로 또는 대략 상보적인 내부 벽을 포함하는 것이 바람직하다. 소프트 이어 패드(W210)는 외부 캡(W202)에 대향하는 측에서 그리고 출력 애퍼처(W224)를 중심으로 하여 서라운드(W201)의 주변에 연장된다. 소프트 이어 패드는 사용자에게 편안한 발포 고무 재료와 같은 당 업계에 공지된 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있다. 패드(W210)는 귀(W308) 및 외부 에어(W314)를 향하는 비-통기성 직물 층(W211), 및 캐비티(W306)를 향하는 통기성 직물 층(W212)으로 라이닝될 수 있다. 또한, 개방 메쉬된 직물이 출력 애퍼처(W224) 위로 연장될 수 있다.

- [2357] 이 실시예에서, 오디오 디바이스는 귀의 외부 부분 및/또는 귀(W310)를 넘어서는 헤드(W308)의 하나 이상의 부분에 압력을 가하도록 구성된다. 또한, 오디오 디바이스는 귀(W310)를 넘어서 및/또는 둘러싼 헤드(W308)의 하나 이상의 부분에 압력을 가하도록 구성된다. 소프트 이어 패드(W210)는 바람직하게는 사용자의 귀 주위에 실질적인 밀봉을 생성하여 제위치의 디바이스 외부의 에어 볼륨(W314)으로부터 디바이스 내부의 에어 볼륨을 실질적으로 밀봉한다. 이어 패드(W210)는 사용시 사용자의 귀(W310)에 또는 그 근처에 위치한 디바이스 내부의 전방 캐비티(W306) 내의 에어 볼륨과, (주변 대기와 같은) 디바이스 외부의 에어 볼륨(W314) 사이의 충분한 밀봉을 제공하도록 구성된다. 패드(W210)는 사용자의 귀 위에 그리고 그 주위에 단단하게 위치하여 이 위치에 대해 밀봉되도록 형성된 몸체를 포함할 수 있다. 도시된 바람직한 구현 예에서, 상기 디바이스는 귀를 완전히 둘러싸고 제위치에서 귀를 둘러싸도록 구성된 덮개형 헤드폰이다.
- [2358] 바람직한 실시예에서, 이어 패드(W210)는 디바이스의 귀 측면상의 전방 캐비티(W306)와 제위치에서 디바이스 외부의 에어 볼륨(W314) 사이를 충분히 또는 실질적으로 밀봉하도록 구성된다. 실시예 k와 관련하여 앞서 언급한 바와 같이, 실질적인 밀봉은, 예를 들어 동작 중에 적어도 낮은 저음 주파수에서 음압을 향상시키도록(즉, 베이스 부스트를 제공하도록) 구성된 것이다.
- [2359] 서라운드(W201)는 바람직하게는 헤드밴드(W104)의 각 단부에 피봇식으로 결합된다. 예를 들어, 각 헤드폰 컵(W102 및 W103)의 서라운드(W201)는 피봇 암(W107)을 통해 헤드밴드(W104)의 각 단부에 결합될 수 있다. 이렇게 하면 헤드밴드 위치를 사용자가 편안하게 조절할 수 있다. 임의의 적절한 힌지 메커니즘이 사용될 수 있다. 대안적으로, 헤드밴드는 헤드밴드에 고정적으로 결합될 수 있다. 내부 소프트 패드(W108)는 편안함을 위해 헤드밴드(W104)의 내부 면에 제공될 수 있다.
- [2360] 조립된 상태에서, 각 헤드폰 컵은 사용시에 사용자의 귀(W310)에 인접하여 위치하도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면 상에 출력 애퍼처(W224)에 또는 그에 인접하여 위치한 제1 전방 에어 캐비티(W306)를 포함한다. 헤드폰 컵은 사용시 출력 애퍼처(W224) 및 사용자의 귀에 대항하는 진동판 어셈블리의 측면 상에 위치되도록 구성된 제2 후방 캐비티(W305)를 더 포함한다. 외부 캡(W202)은 오디오 트랜스듀서(K100) 및 후방 캐비티(W305)에 인접하여 위치하도록 구성된 개구(W208) 또는 그릴(W226)을 포함한다. 바람직하게는, 디바이스는 전방 캐비티(W306)에 인접한 출력 애퍼처(W224)를 덮어서, 음압이 전방 캐비티로부터 사용시 사용자의 귀(W310)를 향하여 횡단하도록 하고 또한 디바이스의 내부를 먼지 및 기타 이물질로부터 보호하기 위한 투과성 직물 커버(W207)를 더 포함한다. 바람직하게는, 디바이스는 또한 후방 캐비티(W305)에 인접한 후방 개구/그릴(W226)을 덮어서, 음압이 후방 캐비티로부터 사용시 외부 에어 볼륨(W314) 쪽으로 횡단할 수 있게 하며, 디바이스를 먼지 및 기타 이물질로부터 보호하기 위한 투과성 직물 커버(W208)를 더 포함한다. 통기성 코튼 벨로어 또는 폴리에스테르 메쉬는 직물 커버(W208 및 W207) 모두에 적합한 재료의 예이지만, 당 업계에 공지된 다른 것들이 적합할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. W208 및 W207의 두 경우 모두에서, 상기 커버는 바람직하게는 매우 투과성이 있으며, 에어 흐름에 대한 저항이 극히 작다. 캐비티(W305)는 바람직하게는 상기 캐비티가 둘러싸는 주변 에어(W314)에 효과적으로 개방될 때 고주파에서 내부 공진이 발생하도록 충분히 작고 콤팩트하도록 설계되므로, 공진 관리의 관점에서 커버(W208)를 저항성 있게 만드는 것에서 얻을 수 있는 최소한의 이점이 있다. 캐비티(W306b)는 캐비티(W306a)와 효과적으로 결합된다. 따라서, 이들개구(W224 및 W226)는 실질적으로 제한적인 유체 통로를 형성하지 않는다.
- [2361] 서라운드(W201)는 그 사이의 서라운드에 개구를 형성하는 방사상으로 이격된 복수의 그릴 암(W201a)을 갖는다. 외부 캡(W202)은 대응하는 한 세트의 방사상으로 이격된 그릴 암(W202a)을 가지며, 각 그릴 암의 양 측면의 개구는 서라운드의 개구에 대응한다. 캡의 조립된 상태에서, 그릴 암(W201a, W202a) 및 개구는 하우징 주위에 분포된 다수의 개구를 가진 그릴을 형성하도록 정렬된다. 특히 개구는 오디오 트랜스듀서 캐비티(W225)의 주변 주위에 분포된다. 이러한 개구의 면적 및/또는 볼륨은 캡의 크기의 크기에 비해 및/또는 제위치에서 귀에 직접 인접하여 포함된 에어 볼륨(W306a)에 비해 실질적으로 크다. 그 이유는 이후 섹션에서 설명할 것이다.
- [2362] 외부 캡(W202)과 서라운드(W201) 사이에는 메쉬 직물(W209)이 샌드위치되어, 트랜스듀서(K100) 둘레에 분포된 개구를 덮는다. 이 실시예에서, 메쉬(W209)는 스테인리스 스틸 크로스-위브(cross-weave) 직물이다. 메쉬(W209)는 실질적으로 제한적이고 전방 캐비티(W306)로부터 디바이스 외부의 에어 볼륨(W314)으로의 제한적인 가스 흐름 경로를 형성하도록 충분히 낮은 투과성을 포함한다. 그릴과 메쉬에 있는 애퍼처의 재질 특성과 기하 구조를 조정함으로써 에어 흐름에 대한 제한을 변경하여 오디오 성능을 최적화 할 수 있고, 예를 들어, 저음 응답을 최적화하고 에어 공진을 약화시킬 수 있다. 다른 유형의 유체 통로 제한이 대체될 수 있으며, 예를 들어 통기성 코튼 벨로어, 종이, 폴리에스테르 메쉬, 또는 폴리카보네이트의 구멍이 뚫린 솔리드 시트가 사용될 수 있지만, 당 업계에 공지된 다른 투과성 재료가 또한 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 후속 섹션에서 더 상세히 설명되

는 바와 같이, 메쉬의 이 영역은 제위치에서 귀 근처에 포함된 에어 볼륨(W306a)에 비해 비교적 크다는 것이 선호된다. 전방 캐비티(W306b)를 외부 에어 볼륨(W314)으로부터 분리하는 제한 메쉬(W209)의 면적은 예를 들어 약 10-20cm²이지만, 구현에 따라 다른 크기가 또한 예상된다. 메쉬(W209)의 면적은 시스템의 특성에 기여한다.

[2363] 서라운드(W201)의 외부 캡(W202)에 대한 대향 측면 상에 위치한 패딩(W213)의 얇은 층은 원위치에서 귀(W310)에 직접 인접하여 및/또는 귀에 접촉하여 위치하도록 구성된다. 패딩(W213)은 코튼 직물에 의해 덮인 개방 셀 폴리우레탄 폼과 같은 임의의 적합한 통기성 재료로 형성될 수 있다. 이는 플라스틱 서라운드(W201)의 부분들이 귀에 접촉하는 것을 방지하여 사용자에게 편안함을 향상시키는 것을 돕는다. 또한, 패딩을 위한 다른 형태 및 재료가 당해 기술 분야에 공지된 대체 실시예에서 적합하고 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다

[2364] 에어 누출 유체 통로(Air Leak Fluid Passages)

[2365] 실시예 K에서 언급된 바와 같이, 각 헤드폰 컵은 또한 공진을 약화시키고 및/또는 베이스 부스트를 완화시키는 것을 돕기 위해 동작 중에 제1 캐비티(W306)으로부터 또 다른 에어 볼륨으로 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 하나 이상의 유체 통로를 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 80g 및 도 81를 참조하면, 이 디바이스는 원위치의 사용자의 귀(W310)에 인접하여 위치하도록 구성된 제1 전방 에어 캐비티(W306)를, 원위치에서 사용자의 귀로부터 멀리 위치하도록 구성된 제2 후방 캐비티(W305)와, 또는 디바이스 외부의 에어 볼륨과 유동저그올 연결하는 적어도 2개의 유체 통로(W221 및 W209)를 포함한다. 이 실시예에서, 디바이스는 서라운드(W201)의 출력 애퍼처(W224)에 인접하여 및/또는 마주 보도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면상의 전방 에어 캐비티(W306)를, 서라운드(W201)의 출력 애퍼처(W224)로부터 멀리 향하고/향하거나 멀리 위치된 진동판 어셈블리의 대향 측상의 후방 캐비티(W305)를 유동적으로 연결하는 진동판 어셈블리의 주변 주위에 유체 통로(W221)를 포함한다. 유체 통로(W221)는 전방 및 후방 캐비티(W306 및 W305)를 유동적으로 연결하여, 전방 캐비티(W306) 내에 밀봉 가능하게 유지되는 에어가 외부 볼륨으로 제한적으로 흐를 수 있게 함으로써 사용시 내부 공진을 약화시키고 및/또는 베이스 부스트를 완화시킨다.

[2366] 제한된 가스 흐름 경로를 제공하기 위해 통로에 별도의 흐름 제한 요소가 사용되는 것은 필수적이지 않으며, 통로는 방해하는 장벽 없이 실질적으로 개방될 수 있고, 감소된 크기, 직경 및/또는 너비를 가지면서 여전히 제한적일 수 있다.

[2367] 유체 흐름 제한기는 예를 들어 감소된 크기, 너비 또는 직경을 갖는 인접 캐비티로부터의 입구 또는 입력; 및/또는 다공성 또는 투과성 재료와 같은 입구에서의 또는 통로 내의 유체 흐름 제한 요소 또는 장벽의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 유체 통로는 감소된 직경 또는 너비 입구를 갖는 완전히 개방된 통로일 수 있다. 선택적으로, 또는 부가적으로, 유체 통로는 그 내부를 통과하는 가스에 약간의 저항을 가하기 위해 입구에서 또는 통로 내에서 예를 들어 그릴 유체 통로(W209) 내에 위치된 메쉬(209)와 같이, 발포 고무 장벽 또는 메쉬 직물 장벽과 같은 유체 흐름 제한 요소를 포함할 수 있다. 유체 통로는 하나 이상의 작은 애퍼처를 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 유체 통로(W221)는 전방 캐비티(W306b)(및 또한 후방 캐비티(W305))와의 접합부에서 감소된 너비를 포함한다. 통로의 너비는 같거나 다를 수 있다. 유체 통로(W221)는 실질적으로 개방되지만 전방 캐비티(W306)에 비해 크기가 감소되고, 이 에어 캐비티 내에서 발생할 수 있는 임의의 원하지 않는 공진을 감소시키도록 동작한다.

[2368] 또한, 디바이스의 메쉬(W209)에 의해 덮인 그릴 암(W201a 및 W202a)의 양측의 유체 통로는 전방 에어 캐비티(W306a/W306b)를 예를 들어 외부 환경과 같은 디바이스(W314) 외부의 에어 볼륨과 유동적으로 연결시킬 수 있다. 이 유체 통로는 실제로 경계(W309)에서 이어 패드 커버링(W211)과 착용자의 머리(W308) 사이에 존재할 수 있는 누출 통로와는 별개이다. 이 실시예에서, 그릴 또는 개구는 전방 캐비티(W306a)(인접한 후방 캐비티(W305))에 대한 하우징의 대향 단부에 제공되어, 전방 캐비티(W306a)로부터 디바이스(W314) 외부의 에어 볼륨으로 에어를 통과시킨다. 유체 통로는 흐름 제한 요소(W209)의 포함에 의해 에어 흐름을 제한하도록 구성된다. 이 실시예에서, 유체 통로는 전방 캐비티(W306)로부터 외부 에어 볼륨으로 매우 제한적인 흐름 경로를 제공한다. 또한, 이 가스 경로의 단면적은, 특히 진동판의 크기 및/또는 캐비티(W306a)에서 귀에 직접 인접하여 포함된 에어 볼륨의 크기와 비교하여, 실질적으로 크다. 이러한 구성은 디바이스의 베이스 응답을 현저히 향상시키는 동시에 에어의 누출이 음압의 감소를 허용하고 불필요한 공진을 약화시키도록 허용한다. 실시예 K에 대해 설명된 바와 같이, 제한된 가스 흐름 통로의 이러한 영역 및 분포는 W306과 같은 캐비티 내의 일정한 원하지 않는 에어 공진에 대해, 압력 노드로부터 멀리 위치되고 바람직하게는 압력 배에 가까이 위치된 에어 누출 유체 통로가 있을 가능성을 향상시킨다. 바람직하게는, 에어 캐비티(W306) 내에서 원하지 않는 에어 공진 모드의 넓은 스펙트럼을 감소시키기 위해, 에어 누출 유체 통로가 에어 캐비티(306)의 볼륨을 가로 질러 광범위하게 분포되는 것이

바람직하다. 유체 통로(W221 및 W209)는 서라운드 컴포넌트(W201)에 걸친 최대 치수에 가까운 거리를 가로 질러 집합적으로 연장된다(그리고 분포된다). 이것은 보다 뚜렷한 내부 에어 공진의 더 포괄적인 약화(damping)를 달성하는 것을 돕는다.

[2369] 바람직하게는, 에어 누출 유체 통로(W221 및 W209)는 진동판 몸체 주위에 분포되고 상당한 거리를 따라 연장된다. 예를 들어, 에어 누출 유체 통로(W221 및 W209)는 진동판 몸체의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리보다 큰 거리를 가로질러, 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리보다 50% 큰 거리를 따라, 또는 가장 바람직하게는 진동판의 주요 면(K132)을 가로 지르는 최단 거리의 2배를 초과하는 거리를 따라 분포된다. 캐비티(W306)의 볼륨을 가로 지르는 유체 통로의 넓은 분포는 캐비티(W306)의 보다 뚜렷한 내부 에어 공진의 보다 포괄적인 약화를 달성하는 것을 돕는다.

[2370] 일부 실시예들에서, 유체 통로(W221) 또는 그릴 유체 통로(W209) 중 하나가 다른 방식으로 밀봉된 캐비티(W306)으로부터의 에어 누출을 제공하기 위해 포함될 수 있음을 이해할 것이다.

[2371] 바람직하게는, 유체 통로(W208, W209, W221)는 집합적으로 관통하는 가스의 흐름을 동작 중에 외이도 캐비티 내의 음압을 현저히 감소시키는 충분한 정도까지 허용한다. 예를 들어 음압의 현저한 감소는 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위에 걸쳐 디바이스의 동작 동안 음압의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 50%의 감소를 초래할 수 있다. 이러한 사운드의 감소는 동작 중에 발생하는 음압에서 누출이 거의 없도록 유체 통로를 포함하지 않는 유사한 오디오 디바이스와 관련된다. 음압의 현저한 감소는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%에서 관찰되는 것이 바람직하다. 그러나, 음압의 다른 감소도 또한 예상되며, 본 발명은 이 예에 한정되는 의도가 아니다.

[2372] 이 실시예는 실질적으로 지지되지 않는 진동판 주변 및 다른 트랜스듀서 특징의 사용을 통해, 특히 진동판 및 진동판 서스펜션의 트랜스듀서의 불필요한 기계적 공진 문제를 해결한다. 진동판 편위 및 기본 진동판 공진 주파수 또한 개선될 수 있다. 연결되지 않은 진동판 주변 설계에 의해 제공되는 높은 진동판 편위 및 낮은 기본 진동판 공진 주파수는 충분한 저음 응답을 유지하면서 적절한 수준의 에어 누출을 제공할 수 있음을 의미한다. 저항성 에어 누출 유체 통로(W221 및 W209)는 전방 캐비티(W306), 후방 캐비티(W305) 및 디바이스 및/또는 사용자의 머리 내부에 또는 그에 의해 포함된 임의의 다른 캐비티의 내부 에어 공진을 댐핑을 통해 처리한다. 또한, 저음 레벨 완화뿐만 아니라 공진 제어는 상이한 청취자/사용자에 걸쳐 그리고 상이한 디바이스 배치를 통해 비교적 일관되게 만들 수 있다. 또한 연결되지 않은 진동판 주변 설계는 진동판 서라운드 및 관련 공진의 부재로 인해 정확한 오디오 재생 응답을 용이하게 하는데 도움이 된다. 마지막으로, 배플/헤드폰 컵과 헤드폰의 헤드밴드의 기계적 공진은 분리 장착 시스템에 의해 처리된다.

[2373] 5.2.4 실시예 X(Embodiment X)

[2374] 도 82 및 도 83를 참조하면, 이어폰 하우징(X100-X103) 내에 하우징된 오디오 트랜스듀서 어셈블리(K100)를 포함하는, 이어폰 장치(X100)의 인터페이스 디바이스의 형태로 본 발명의 개인용 오디오 디바이스의 추가 실시예가 도시되어 있다. 이어폰 장치는 사용자의 각 귀에 대해 한 쌍의 그러한 인터페이스 디바이스를 포함할 수 있다. 오디오 트랜스듀서(K100)는 섹션 5.2.2의 실시예 K와 관련하여 설명된 것과 동일하거나 유사한 회전 동작 트랜스듀서이지만, 예를 들어 더 작을 수도 있으므로, 간결함을 위해 더 상세히 설명하지는 않을 것이다. 이전 섹션에서 진동판 어셈블리, 힌지 어셈블리 및 여기 메커니즘에 관한 설명은 이 섹션 및 실시예에도 적용된다. 분리 장착 시스템 및 트랜스듀서 베이스 구조에 관한 설명은 X100 구성의 대체 구성으로 적용될 수 있다. 그러나, 이 실시예에서, 트랜스듀서 베이스 구조는 이어폰의 하우징/몸체(X101)에 단단하게 결합된다. 그러므로, 이어폰의 몸체(X101)는 이 구성에서 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성한다.

[2375] 이 실시예는 회전 동작 트랜스듀서에 기초한 이어폰으로 구성된다. 외이도 입구에 삽입되어 밀봉되는 가요성의 예를 들어 실리콘 또는 고무 또는 소프트 폼의 플러그(X104)가 있다. 에어는 두 경로를 통해 외이도와 외부 에어 사이를 이동할 수 있으며, 먼저 진동판 둘레 에어 갭(X109)을 통과하고 두번째로 전용(예를 들어, 2mm 직경) 벤트(X114b)를 통과한다. 드라이버 뒤에는 대형 그릴이 있어 효과적으로 후방 챔버가 없거나 매우 작고, 에어 누출은 진동판을 지나 외부로 흐른다. 벤트는 튜브 내부의 에어 흐름에 대한 저항력을 제공하는 작은 열린 셀 폼 플러그(X107)로 구성된 댐퍼(damper)를 가진다. 튜브의 존재 및 튜브 내부의 폼은 에어 캐비티 시스템의 음향 공진 모드를 약화시키는 역할을 한다. 보다 바람직하게는, 저음 성능을 향상시키기 위해 유연한 인터페이스는 디바이스의 외이도 측면에 있는 에어 볼륨과 디바이스의 외부면에 있는 에어 볼륨 사이에 밀봉을 생성한다. 이러한 특징은 아래에서 더 자세히 설명된다.

- [2376] 오디오 디바이스(X100)는 오디오 트랜스듀서를 보유하기 위해 오디오 트랜스듀서(K100)의 프로파일과 실질적으로 상보적인 캐비티(X112)를 갖는 서라운드(X102)를 포함한다. 서라운드(X102)는 진동판 어셈블리의 주요 면의 양쪽에 열려 있다. 하우징의 중간 커버 부분(X101)은 캐비티 및 오디오 트랜스듀서를 그 내부에 실질적으로 둘러싸도록 서라운드 위에서 결합하도록 구성된다. 오디오 트랜스듀서는 예를 들어 섹션 5.2.2에서 설명한 것과 유사한 분리 장착 시스템을 통해 서라운드 커버(X101)에 결합될 수 있다. 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서(K100)는 서라운드 커버(X101) 및 서라운드(X102) 모두에 단단하게 결합된다.
- [2377] 서라운드 커버는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성한다. 커버 부분(X101)은 트랜스듀서에 의해 발생된 음압이 디바이스의 출력 벤트 쪽으로 횡단 할 수 있게 하는 개구 또는 그릴(X115)을 포함한다. 상기 디바이스는 개구 또는 그릴 주위에 또는 그 근처의 상기 커버 부분(X101) 위로 결합하도록 구성된 제3 하우징 부분(X103)을 더 포함한다. 하우징 부분(X103)은 실질적으로 중공(hollow)이고, 말단 출력 벤트 또는 개구(X113)에 이르는 실질적으로 긴 목 캐비티(X110)를 포함한다. 다공성 및/또는 투과성 삽입물(X106) 형태의 사운드 감쇠기(sound dampener)는 동작 중에 상기 영역 내에서 발생된 공진을 약화시키기 위한 출력 벤트(X113) 주위의 목에 위치될 수 있다. 삽입물은 예를 들어 개방 셀 폼 재료로 제조될 수 있다. 사용자의 외이(X203b) 내 또는 외이도(X201)의 입구 또는 외이도(X201) 내부에 위치하도록 구성된 이어 플러그(X104) 형태의 인터페이스는 하우징 부분(X103)의 출력 벤트(X113)를 연결한다. 이어 플러그(X104)는 도 83에 도시된 바와 같이 사용 중에 사용자의 외이도 내에 예를 들어 위치(X204)에서 밀봉 가능하게 끼울 수 있도록 실질적으로 가요성인 몸체를 포함할 수 있다. 플러그(X104)는 또한 바람직하게는 사용자에게 안락함을 제공하기 위해 실질적으로 부드럽다. 예를 들어, 몸체는 실리콘과 같은 부드럽고 가요성의 플라스틱 재료로 형성될 수 있다.
- [2378] 조립된 상태에서, 디바이스(X100)는 출력 벤트(X113)에 면하는 진동판 어셈블리(K101)의 측면 상의 제1 전방 에어 캐비티(X110), 및 출력 벤트에서 멀리 향하는 진동판 어셈블리의 대향 측면상의 제2 후방 캐비티(X111)를 포함한다. 후방 캐비티(X111)에 인접한 서라운드(X102)의 개구(X117)는 디바이스의 동작 중에 에어가 누출될 수 있는 제1 유체 통로를 형성한다. 덮힐 수 있는 개구(X117)는 에어를 포함하는 가스의 흐름/누출을 제한하기 위한 다공성 또는 투과성 커버(X105)를 포함할 수 있지만, 본 실시예에서는 커버(X105)가 매우 투과성이어서 주로 먼지 커버로서 동작하고 거의 음향 저항을 제공하지 않는다. 커버(X105)는 예를 들어 고 투과성 메쉬 또는 발포 고무 재료로 형성될 수 있다. 하우징 부분(X103)은 출력 개구(X113)에 인접하여 연장되는 제2 유체 통로(X114)를 더 포함한다. 플러그(X104)는 제2 유체 통로(X114) 위로 결합될 수 있다. 제2 유체 통로는 개구(X114a)에서 외이도 캐비티(X201)를 개구(X114b)에서 (외부 환경과 같은) 외부 에어 볼륨(X207)과 연결하는 두개의 개구(X114a 및 X114b)를 갖는다. 제2 유체 통로는 에어의 누출을 위한 제2 경로를 제공하기 위해 제1 에어 캐비티(X110)를 외부 환경과 같은 외부 에어 볼륨(X207)과 유동적으로 연결하는 데 기여한다. 다공성 및/또는 투과성 삽입물(X107)은 이 유체 통로 내에 위치하여 흐름/누출을 제한할 수 있다. 삽입 물(X107)은 예를 들어 연속 기포 발포 고무로 형성될 수 있다. 이 삽입물(X107)은 내부 공진을 감쇠시키기 위한 실질적으로 충분하고 제한적인 가스 흐름 경로를 형성하도록 상대적으로 낮은 다공성/투과성을 포함하는 것이 바람직하다.
- [2379] 섹션 5.2.2에서 언급된 바와 같이, 오디오 트랜스듀서는 구조의 주변의 실질적인 부분 주위에 서라운드의 내부와 물리적 연결이 실질적으로 없는 진동판 구조를 포함한다. 이 영역 내에는 진동판 어셈블리(K101) 및 서라운드(X102) 사이에 갭(X109)이 있다. 갭은 디바이스의 전방 캐비티(X110)와 후방 캐비티(X111) 사이의 유체 통로를 형성하여 전방 캐비티(X110)로부터 후방 캐비티(X111)로의 에어 누출을 허용한다.
- [2380] 진술한 바와 같이, 하우징 또는 배플 또는 인클로저 등과의 물리적 연결이 실질적으로 없는 진동판 외주변의 적어도 일부분을 갖는 것은 진동판 편위, 기본 진동판 공진 주파수 및 진동판 및 서스펜션 공진을 포함하는 트랜스듀서 공진 사이의 3-웨이 간 트레이드 오프를 향상시킨다.
- [2381] 에어 누출 유체 통로(X114 및 X109)의 존재는 외이도의 음향 공진 동작이 보다 자연스럽고, 외이도가 이어폰에 의해 밀봉되지 않을 때 발생하는 개방-단부 튜브형의 공진 특성에 더 근접하게 할 수 있다. 이는 시스템에 의해 나타나는 하나 이상의 공진 주파수의 시프트를 통해 및/또는 외이도/트랜스듀서 음향 시스템의 에어 공진을 약화시키도록 동작하는 통로(X114 및 X109)로 인한 것일 수 있다. 외이도/트랜스듀서 음향 시스템의 공진 동작의 변화는 디바이스 및 시스템의 주파수 응답뿐만 아니라 예를 들어 워터폴 플롯에서 측정된 원치 않는 공진 특성을 불리하게 그리고 극적으로 변경시킬 수 있다. 유체 통로(X114 및 X109)는 또한 '폐색 효과(occlusion effect)'를 완화하는 데 도움이 될 수 있다.
- [2382] 많은 이어폰 설계는 특히 저음 주파수에서 볼륨을 높이는 외이도를 막고 밀봉하지만 밀봉은 외이도의 음향 특성을 또한 변경하여, 두뇌를 귀로부터 효과적으로 교정-해제(de-calibrate)하고 주관적인 음질에 악영향을

미친다. 이러한 설계는 또한 불편할 수 있으며, 상이한 귀 모양에 맞추는데 어려움을 겪고, 주위 사운드를 차단하고, 외이도 내에서 새로운 공진을 만들 수 있으며, 진동판을 귀 사이 및 심지어 피팅(fitting) 사이에 변화하는 내부 외이도 에어 볼륨에 결합하도록 작용할 수 있다.

- [2383] 도 53에 도시된 실시예의 자유 진동판 에지는 외이도를 부분적으로만 차단하고, 대신에 자유-에지 진동판에 의해 촉진되는 충분한 진동판 편위 및 충분히 낮은 기본 진동판 공진 진동수를 제공함으로써 저음 응답을 향상시킨다. 이것은 낮은 공진 드라이버 특성과 결합하여 편안한 비-밀봉 피팅 오디오 디바이스가 넓은 대역폭의 하이파이 오디오 재생을 제공하도록 초래한다.
- [2384] 실시예 K에서 언급 한 바와 같이, 실시예 X 진동판 어셈블리는 구성 R1 내지 R4 진동판 구조에 대해 섹션 2.2에서 설명된 바와 같이 실질적으로 두껍고 강성 인 구성의 진동판 구조를 포함하는 것이 바람직하다.
- [2385] 서라운드(X102), 서라운드 커버(X101) 및 하우징 부분(X103)은 모두 집합적으로 하우징 몸체를 형성할 수 있다. 실시예 X에서 드라이버 분리 장착 시스템이 없으므로, 이들 컴포넌트는 또한 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 포함한다. 이들 부분은 별개로 형성될 수 있고 당 업계에 공지된 바와 같이 접착제, 스냅-핏 맞물림 및/또는 패스너를 사용하는 것과 같은 임의의 적합한 고정 메커니즘을 통해 주변에서 서로 단단하게 결합될 수 있음을 이해할 것이다. 대안적으로, 이들 부분의 일부 또는 전부는 일체로 형성될 수 있다.
- [2386] 도 83에 도시된 바와 같이, 이어 플러그(X104)는 사용자의 외이도(X203b) 및/또는 외이도(X201)의 입구 및/또는 외이도(X201) 내에 안착하여, 사용시 영역(X204)에서 외이 또는 외이도의 벽을 실질적으로 밀봉하도록 구성된다. 이어 플러그(X104)는 원위치에서 외이도의 벽(X204) 근처로부터 에어의 누출을 실질적으로 방지하기 위하여, 사용시 사용자의 외이도 또는 외이에 또는 그 근처에 위치한 디바이스 내부의 전방 캐비티(X110) 내의 에어 볼륨과 (주변 환경과 같은) 디바이스 외부의 에어 볼륨 사이에 충분한 밀봉을 제공하도록 구성된다. 이어 플러그(X104)에 사용되는 기하학적 구조 및/또는 재료는 예를 들어 밀봉의 충분성에 영향을 줄 수 있다.
- [2387] 실질적인 밀봉은 이전 섹션에서 기술한 바와 같이 예를 들어 동작 중에 적어도 낮은 저음 주파수에서 음압을 향상시키도록(즉, 베이스 부스트를 제공하도록) 구성된 것이다.
- [2388] 오디오 디바이스(X100)는 제1 캐비티(X110)로부터 동작 중에 또다른 에어 볼륨으로 실질적으로 제한된 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 적어도 하나의 유체 통로를 더 포함하여, 공진 약화 및/또는 베이스 부스트 완화를 돕는다. 이 실시예에서, 디바이스는 2개의 그러한 유체 통로를 포함하지만, 대안적인 구성에서 임의의 하나 이상의 통로가 합체될 수 있음을 알 수 있다. 유체 통로(X109)는 전방 및 후방 에어 캐비티(X110 및 X111)를 유동적으로 연결하여, 그렇지 않으면 캐비티(X110) 내에 밀봉 가능하게 유지되는 에어가 외부 볼륨으로 제한적으로 흐를 수 있어, 내부 공진을 약화시키고 및/또는 사용 중 베이스 부스트를 완화시킨다. 제한된 가스 흐름 경로를 제공하기 위해 통로에 별도의 흐름 제한 요소가 사용되는 것이 필수적인 것은 아니며, 통로는 방해 장벽 없이 실질적으로 개방될 수 있고 감소된 크기, 직경 또는 너비를 가짐으로써 여전히 제한될 수 있다. 이 유체 통로(X109)는 전방 캐비티(X110)와의 접합부에서 감소된 너비를 가짐으로써 에어 흐름을 제한하도록 구성된다.
- [2389] 유체 통로(X114)는 전방 에어 캐비티(X110)를 주위 환경과 같은 외부 에어 볼륨(X207)과 유동적으로 연결하고, 디바이스의 출력 벤트(X113)에 인접하여 위치된다. 유체 통로는 감소된 직경 또는 너비를 가짐으로써, 통과하는 가스에 약간의 저항을 가하기 위한 발포 고무 삽입물과 같은 흐름 제한 요소(X107)를 포함함으로써 에어 흐름을 실질적으로 제한하도록 구성된다. 이 삽입물은 바람직하게는 실질적으로 낮은 투과성을 포함한다.
- [2390] 각 유체 통로는 사용자의 외이도 벽(X204)과 오디오 디바이스 사이를 통과하지 않고 동작 중에 사용자의 귀 또는 머리에 인접한 제1 캐비티(X110)로부터 에어가 빠져 나갈 수 있게 하여, 밀봉에 영향을 미친다. 이것은 유체 통로가 없는 경우 또는 에어 유체 통로가 매우 작은 경우와 비교하여 유체 통로 저항 및 유체 통로 위치가 비교적 일정하다는 것을 의미하며, 이 경우 위치(X204)에서 디바이스의 밀봉 정도, 따라서 또한 성능은 상이한 사용자와 디바이스의 상이한 피팅에 따라 크게 다를 수 있다.
- [2391] 이전 섹션에서 기술한 바와 같이, 바람직하게는 트랜스듀서의 유체 통로(X114, X109, 및 X105)는 동작 중에 외이도 캐비티 내의 음압을 현저히 감소시키도록 충분한 정도까지 가스 흐름을 집합적으로 허용한다. 예를 들어 음압의 현저한 감소는 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위에 걸쳐 디바이스의 동작 동안 음압의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 50%의 감소를 초래할 수 있다. 이러한 사운드의 감소는 동작 중에 발생하는 음압에서 누출이 거의 없도록 유체 통로를 포함하지 않는 유사한 오디오 디바이스와 관련된 다. 음압의 현저한 감소는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%에서 관찰되는 것이 바람직하다. 그러나, 음압의 다른 감소도 또한 예상되며, 본 발명은 이 예에 한정되는 의도가 아니다.

- [2392] 이 실시예에서, 에어 공진의 제어는 유체 통로 에어 누출에 의해 생성된 댐핑을 통해 개선된다. 또한 저음 레벨 완화뿐만 아니라 공진 제어는 상이한 청취자/사용자에 걸쳐 및 상이한 디바이스 배치로 비교적 일관되게 만들 수 있다. 예를 들어 힌지 메커니즘에서 멀리 떨어져 있는 진동판 구조의 세 면과 같이, 크게 움직이는 예지는 하우징/서라운드에서 부착되지 않는다. 이 진동판 서스펜션은 낮은 기본 진동판 공진 주파수와 높은 진동판 편위를 제공하는 한편, 힌지 메커니즘이 병진 변위에 견디는데 효과적이라는 사실은 우수한 고주파 성능을 촉진하는데 도움이 된다.
- [2393] 이 실시예의 오디오 트랜스듀서는 낮은 에너지 저장을 제공하여, 실시예 A 오디오 트랜스듀서(예를 들어, 도 50 참조)와 관련하여 기술된 것과 유사한 워터 폴 플루트를 발생시킨다.
- [2394] 5.2.5 실시예 Y(Embodiment Y)
- [2395] 도 84 내지 도 87를 참조하면, 헤드밴드(Y104)에 의해 연결된 좌측 및 우측 측면 인터페이스 디바이스들(Y102 및 Y103)(이하, 헤드폰 컵이라 칭함)을 포함하는 헤드폰(Y101)의 형태로 본 발명의 개인용 오디오 디바이스의 추가 실시예(이하, 실시예 Y 라 칭함)가 도시되어 있다 에 의해 연결된다.
- [2396] 오디오 트랜스듀서(Audio Transducer)
- [2397] 이 실시예에 포함된 오디오 트랜스듀서(Y200)는 실시예 P 개인용 오디오 디바이스와 관련하여 섹션 5.2.1에서 설명된 것과 유사한 선형 동작 오디오 트랜스듀서이다. 도 85e 내지 도 85h를 참조하면, 오디오 트랜스듀서(Y200)는 몸체의 주변으로부터 연장되는 형성기(Y222)를 포함하는 진동판 베이스 프레임을 가진, 실질적으로 강성이고 반구형인 진동판 몸체를 갖는 실시예 P 오디오 디바이스의 어셈블리(P110)와 동일하거나 유사한 진동판 어셈블리(Y217)를 포함한다. 진동판 베이스 프레임은 또한 형성기에 결합된 센터링 가이드(Y223a, Y223b, Y223c)를 더 포함한다. 진동판 어셈블리(Y217)는 강자성 유체(Y220a-d)에 의해 자기 구조에 대한 위치에서 지지된다. 2개의 힘 전달 컴포넌트는 변환 메카니즘의 일부를 형성하고 코일 권선(Y221a 및 Y221b)을 포함한다. 센터링 가이드(Y223a-c)는 코일(Y221a 및 Y221b)의 길이 방향 위치를 실시예 P에 대해 기술된 것과 동등한 방식으로 유지하도록 돕기 위해 형성기에 결합된다. 자기 구조는 여기 메커니즘의 다른 부분을 형성하고, 자석의 어느 한 폴과 결합된 내부 폴 피스(Y218a 및 Y218b), 및 이 자석으로부터 이격된 외부 폴 피스(Y218c)를 갖는 영구 자석(Y219)을 포함한다. 진동판 어셈블리의 힘 전달 컴포넌트(Y221a, Y221b)는 자기 구조의 외부 및 내부 폴 피스 사이에 형성된 갭을 통해 연장되고, 진동판 어셈블리가 중립/정지 위치에 있을 때 갭과 일치한다. 외부 및 내부 폴 피스 사이의 갭 또는 공간은 그 내부에 힘 전달 컴포넌트를 지지하고 센터링하는 강자성 유체를 포함한다. 자기 구조는 트랜스듀서 베이스 구조의 일부를 형성하고, 진동판 어셈블리 및 여기 메커니즘을 둘러싸도록 구성된 트랜스듀서 베이스 구조의 주요 몸체/서라운드(Y224)에 단단하게 결합된다. 서라운드(Y224)는 동작 중에 왕복 운동함에 따라 힘 전달 컴포넌트가 연장되도록 외부 및 내부 폴 피스 사이에 형성된 채널과 정렬되는 채널을 포함할 수 있다. 진동판 어셈블리는 트랜스듀서 베이스 구조를 포함하는 임의의 서라운드 구조와 물리적 연결이 실질적으로 없는 외주변을 포함한다.
- [2398] 분리 장착 시스템(Decoupling Mounting System)
- [2399] 각 오디오 트랜스듀서(Y200)는 각 컵(Y102/Y103)의 베이스(Y202)에 결합된다. 오디오 트랜스듀서(Y200)는 분리 장착 시스템을 통해 베이스(Y202)에 대해 유연하게 결합되고 서스펜드될 수 있다. (예를 들어, 실시예 U 오디오 트랜스듀서와 관련하여 설명된 것과 같은) 본 명세서의 섹션 4.2에 기술된 임의의 분리 장착 시스템이 사용될 수 있거나 아니면 섹션 4.3의 원리 및 설계 고려 사항에 따라 설계된 임의의 장착 시스템이 사용될 수 있다.
- [2400] 예를 들어, 이 실시예에서, 오디오 트랜스듀서(Y200)는 실질적으로 가요성인 환형 분리 링(Y204) 및 분리 블록(Y203)을 통해 베이스에 결합된다. 분리 링(Y204)의 내부 벽은 트랜스듀서(Y200)의 서라운드(Y224)의 외주변 벽에 위치하여 단단하게 결합되고, 분리 링(Y204)의 외부 벽은 베이스(Y202)에 형성된 상보적인 캐비티 또는 애퍼처(Y211)의 내부 벽에 위치하여 단단하게 결합된다. 분리 링(Y204)은 실질적으로 유연하고 따라서 실질적으로 가요성 및/또는 탄성 재료로 형성되고/되거나 실질적으로가요성 및/또는 탄성 기하학적 구조를 포함한다. 이 실시예에서, 링(Y204)의 내부 벽은 트랜스듀서의 서라운드에 대해 결합하도록 구성된 가요성의 테이퍼링된 섹션을 포함한다. 대체 실시예에서 테이퍼링된 섹션은 베이스(Y202)를 대신에 결합할 수 있음을 이해할 것이다. 분리 링(Y204)은 접착제를 사용하는 것과 같이 임의의 적합한 메카니즘을 통하여 서라운드(Y224) 및 베이스(Y202)에 단단하게 결합된다.
- [2401] 분리 블록(Y203)은 또한 유연하고 실질적으로 가요성인 재료로 형성된다. 분리 블록(Y203)은 서라운드(Y224)를 각 컵의 캡(Y201)에 유연하게 결합한다. 분리 블록(Y203)은 단부에 형성된 각 애퍼처 내의 양 단부에, 서라운드

(Y224)의 외부면 및 캡(Y201)의 내부면을 결합할 수 있다. 분리 블록(Y203)은 예를 들어 접착제를 사용함으로써 임의의 적절한 메커니즘을 통해 서라운드 및 캡에 어느 한 단부에서 단단하게 결합된다.

[2402] 이 실시예에서, 분리 링(Y204) 및 블록(Y203)은 예를 들어 약 2MPa의 영률을 갖는 실리콘 고무로 만들어진다. 대안적인 많은 다른 재료 및 구조, 예를 들면 탄성의 강판 스프링, 발포 고무 등이 또한 허용 가능하다.

[2403] 하우징(Housing)

[2404] 헤드폰 컵의 하우징은 베이스(Y202) 및 캡(Y201)을 포함한다. 이들은 함께, 트랜스듀서(Y200)가 위에서 설명된 분리 장착 시스템을 통해 결합되는 중공 내부를 형성한다. 베이스(Y202) 및 캡(Y201)은 임의의 적절한 고정 메커니즘, 이 경우에는 나사 패스너(Y216)를 통해 그들의 주변부에 고정적으로 결합되지만, 대안적으로 스냅-핏 맞물림 및/또는 접착제가 사용될 수 있다. 베이스(Y202)는 조립된 상태에서 오디오 트랜스듀서의 진동판 어셈블리와 정렬되도록 구성된 중심 애퍼처(Y211)를 포함하고, 따라서 동작 중에 사운드가 트랜스듀서 어셈블리로부터 전파하는 출력 애퍼처(Y226)를 제공한다. 소프트 이어 패드(Y109)는 대향 측상의 외부 캡(Y201)의 대향 측에서 베이스(Y202)의 주변 주위에 그리고 중심 출력 애퍼처(Y226) 주위에 연장된다. 소프트 이어 패드는 사용자에게 편안한 발포 고무 재료와 같은 당 업계에 공지된 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있다. 패드(Y109)는 비-통기성 직물 층(Y109b)으로 라이닝될 수 있다. 또한, 개방 메쉬 직물(Y109c)은 출력 애퍼처 위로 연장될 수 있다. 유체 저항을 증가시키는 재료 및/또는 직물의 다른 층이 적용될 수 있는데, 예를 들어 이어 패드(Y109)의 내부면은 다공성 또는 투과성 재료(Y109c)로 라이닝될 수 있고, 컴포트(comfort) 패드(Y213)는 귀(Y403)에 면해 위치될 수 있다. 이들 중 일부는 선택적이고 원하는 구현에 따라 달라질 수 있음을 이해할 것이다.

[2405] 도 87를 참조하면, 이 실시예에서, 오디오 디바이스의 헤드폰 컵은 귀(Y403)의 외부 부분 및/또는 귀 너머의 머리의 하나 이상의 부분에 압력을 가하도록 구성된다. 소프트 이어 패드 내부(Y109a) 및 직물(Y109b)의 서라운드 층을 포함하는 인터페이스는 바람직하게는 사용자의 귀 주위를 밀봉하여 원위치의 디바이스 외부의 에어 볼륨(Y408)으로부터 디바이스 내부의 에어 볼륨을 실질적으로 밀봉한다. 인터페이스/이어 패드(Y109)는 사용 중에 사용자의 귀에 또는 그 근처에 위치한 디바이스 내부의 전방 캐비티(Y205) 내의 에어 볼륨과, (주변 대기와 같은) 디바이스 외부의 에어 볼륨(Y408) 사이에 충분한 밀봉을 제공하도록 구성된다. 패드(Y109)는 사용자의 귀 또는 귓바퀴(Y403) 위에 밀착 존재하여 이 위치를 밀봉하도록 모양 지어진 몸체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 헤드폰 컵 및 인터페이스 패드는 사용 중에 사용자의 귀에 대향하여 가압하도록 구성된 덮개형일 수 있다.

[2406] 실시예 k와 관련하여 앞서 언급한 바와 같이, 실질적인 밀봉은 예를 들어 동작 중에 적어도 낮은 저음 주파수에서 음압을 향상시키도록(즉, 베이스 부스트를 제공하도록) 구성된 것이다.

[2407] 조립된 상태에서, 각 헤드폰 컵은 사용시 사용자의 귀에 인접하여 위치하도록 구성된 진동판 어셈블리의 측면상의 출력 애퍼처에 또는 그에 인접하여 위치한 제1 전방 에어 캐비티(Y205)를 포함한다. 헤드폰 컵은 사용시에 출력 애퍼처 및 사용자의 귀에 대향하는 진동판 어셈블리의 측면 상에 위치되어 구성된 제2 후방 캐비티(Y206)를 더 포함한다. 외부 캡(Y201)은 동작 중에 에어가 새어 나오도록 후방 캐비티(Y206)에 인접하여 위치한 하나 이상의 애퍼처 또는 슬릿(Y215)을 포함한다. 바람직하게는, 디바이스는 전방 캐비티(Y205)에 인접한 출력 애퍼처를 덮는 다공성 직물 커버(Y207)를 더 포함하여 음압이 전면 캐비티로부터 사용시 사용자의 귀를 향하여 가로지르게 한다. 다른 다공성 직물 커버(Y209)는 중삼 출력 애퍼처를 둘러싸는 환형 개구 또는 방사상으로 분포된 일련의 개구(Y210) 위로 연장된다. 다공성 직물 커버(Y207)는 바람직하게는 그를 통과하는 가스의 흐름을 크게 제한하지 않도록 실질적으로 높은 정도의 투과성을 포함한다. 반면에, 직물 커버(Y209)는 바람직하게는 그를 통과하는 가스의 흐름을 충분히 제한하도록 비교적 낮은 정도의 투과성을 포함한다. 커버(Y207 및 Y209) 둘다의 경우, 미세하게 짠 스틸 메쉬, 통기성 코튼 벨로어 또는 폴리에스테르 메쉬가 적절한 재료의 예이며 필요한 경우 투과도를 선택하거나 조정할 수 있다. 당해 분야에 공지된 바와 같이 대안적으로 다른 재료가 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

[2408] 방사상으로 분포된 개구(Y210) 및 대응하는 메쉬(Y209)의 영역 및/또는 볼륨은 캡의 크기에 비해 및/또는 원위치에 귀에 직접 인접하여 포함되는 에어 볼륨(W306a)에 비해 실질적으로 크다.

[2409] 도 84를 참조하면, 각 컵의 외부 캡 및/또는 베이스는 바람직하게는 헤드밴드(Y104)의 각 단부에 피봇식으로 결합된다. 예를 들어, 각 컵(Y102, Y103)의 외부 캡(Y201)은 피봇 암(Y107)을 통해 헤드밴드(Y104)의 각 단부에 결합될 수 있다. 이렇게 하면 헤드밴드 위치를 사용자가 편안하게 조절할 수 있다. 임의의 적절한 힌지 메커니즘이 사용될 수 있다. 대안적으로, 헤드밴드는 헤드밴드에 고정적으로 결합될 수 있다. 편안함을 위해 내부 소프트 패드가 헤드밴드의 내부 면에 제공될 수 있다.

[2410] 에어 누출 유체 통로(Air Leak Fluid Passages)

[2411] 실시예 K에 대해 언급한 바와 같이, 각 헤드폰 컵은 공진 약화 및/또는 베이스 부스트 완화를 돕기 위해, 동작 시 전방 에어 캐비티(Y405)로부터 또 다른 에어 볼륨으로 제한적인 가스 흐름 경로를 제공하도록 구성된 하나 이상의 유체 통로를 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 87를 참조하면, 이 디바이스는 원위치에서 사용자의 귀에 인접하여 위치하도록 구성된 제1 전방 에어 캐비티(Y405)를 디바이스 외부의 에어 볼륨(Y408)과 유동적으로 연결시키는 적어도 하나의 유체 통로를 포함한다. 유체 통로는 전방 캐비티(Y405)를 후방 캐비티(Y406)와 유동적으로 연결하고, 제한적인 흐름 경로를 통해 후방 캐비티(Y406)를 디바이스 외부의 에어 볼륨(Y408)과 추가로 유동적으로 연결한다. 이 실시예에서, 디바이스는 전방 캐비티(Y205a)로부터 고 다공성 직물 층(Y207) 및 출력 애퍼처(Y226)를 통해 귀(Y403) 옆의 전방 캐비티(Y205b)로 가로지르는 유체 통로를 포함한다. 전방 캐비티 부분(Y205b)은 개구(Y210)에서 실질적으로 저항성인 요소(Y209)를 통해 후방 캐비티(Y206)와 유동적으로 연결된다. 후방 캐비티(Y206)는 하나 이상의 비교적 좁은 저항성 개구(Y215)를 통해 외부 에어 볼륨(Y408)으로 또한 유동적으로 연결된다. 큰 유체 통로에 위치한 다공성 직물 층(Y209) 및 좁은 개구(Y215)는 유체 흐름 제한기로서의 역할을 한다. 이들 요소들 중 임의의 하나 이상이 전방 캐비티(Y205)로부터 외부 에어 볼륨(Y408)으로의 제한적인 흐름 경로를 제공하기 위해 유체 통로에 존재할 수 있음을 이해할 것이다.

[2412] 바람직하게는, 에어 누출 유체 통로(Y210)는 진동판 몸체 주위에 분포되고 상당한 거리를 따라 연장된다. 예를 들어, 에어 누출 유체 통로(Y210)는 진동판 몸체의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리보다 큰 거리를 따라, 또는 보다 바람직하게는 진동판 몸체의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리보다 50% 큰 거리를 따라, 또는 가장 바람직하게는 진동판의 주요 면을 가로 지르는 최단 거리의 2배보다 큰 거리를 따라 연장된다. 전술한 바와 같이, 방사상으로 분포된 개구(Y210)는 또한 원위치에서 사용자의 귀에 인접한 전방 캐비티 부분(Y205b)의 에어 볼륨에 비해 실질적으로 큰 단면적을 포함하는 것이 바람직하다. 이것은 보다 뚜렷한 내부 에어 공진의 더 포괄적인 댐핑을 달성하는 것을 돕는다.

[2413] 이 실시예에서, 유체 통로(Y215)는 후방 캐비티(Y206)와의 접합부에서 감소된 너비를 포함한다. 유체 통로(Y210)는 또한 예를 들어 통로를 통하여 에어를 포함하는 가스의 흐름을 충분한 정도의 저항을 가지고 허용하도록 구성된 미세하게 직조된 스틸 메쉬(Y209) 형태의 흐름 제한 요소를 포함한다.

[2414] 바람직하게는 제한 요소(Y209)를 통한 통로 및 애퍼처(Y215)를 통한 통로를 포함하는 유체 통로는 집합적으로, 동작 중에 외이도 캐비티 내의 음압을 상당히 감소시키는 충분한 정도로 가스의 흐름을 허용한다. 예를 들어 음압의 현저한 감소는 20Hz 내지 80Hz의 주파수 범위에 걸쳐 디바이스의 동작 동안 음압의 적어도 10%, 보다 바람직하게는 적어도 25%, 또는 가장 바람직하게는 적어도 50%의 감소를 초래할 수 있다. 이러한 사운드의 감소는 동작 중에 발생하는 음압에서 누출이 거의 없도록 유체 통로를 포함하지 않는 유사한 오디오 디바이스와 관련된다. 음압의 현저한 감소는 오디오 디바이스가 표준 측정 디바이스에 설치된 시간의 적어도 50%에서 관찰되는 것이 바람직하다. 그러나 음압의 다른 감소도 예상되며, 본 발명은 이러한 예들로 제한되려는 의도가 아니다.

[2415] 이 변형은 실질적으로 지지되지 않는 진동판 주변 및 다른 트랜스듀서 특징의 사용을 통해, 특히 진동판과 진동판 서스펜션의 트랜스듀서의 원하지 않는 기계적 공진을 해결한다. 진동판 편위 및 기본 진동판 공진 주파수 또한 개선될 수 있다. 배플/이어 컵 및 헤드폰의 헤드밴드의 기계적 공진은 분리 장착 시스템에 의해 처리된다. 저항성 유체 통로는 전방 캐비티(Y205), 후방 캐비티(Y206) 및 디바이스 및/또는 사용자의 머리 내에 또는 그에 의해 포함된 임의의 다른 캐비티의 내부 내부 에어 공진을 해결한다.

[2416] 에어 공진의 제어는 전방 캐비티(Y205)와 후방 캐비티(Y206)의 공진의 경우 큰 유체 통로 에어 누출(Y210)에 의해 생성된 댐핑을 통해 개선되고, 후방 캐비티(Y206)의 경우에 좁은 유체 통로(Y215)에 의해 생성된 댐핑을 통해 개선된다. 전방 캐비티(Y205)와 후방 캐비티(Y206) 모두의 볼륨에 걸친 큰 유체 통로(Y210)의 넓은 분산은 두 캐비티의 광범위한 다양한 내부 에어 공진 모드를 감쇠하는데 도움이 된다. 또한, 저음 레벨 완화뿐만 아니라 공진 제어는 상이한 청취자/사용자에 걸쳐 그리고 상이한 디바이스 배치를 통해 비교적 일관되게 만들 수 있다.

[2417] 또한, 디바이스의 내부를 향하는 이어 패드(Y109a)의 내부 부분은 덮이지 않은 채로 있거나, 또는 캐비티(Y205) 내의 귀를 둘러싸는 음파가 다공성 발포 고무 내부로 전파할 수 있도록 다공성인 내부 직물(109c)로 덮히며, 캐비티(Y205)의 내부 에어 공진을 감쇠시키는데 도움이 되도록 발포 고무 내의 미세한 개구를 통한 에어의 이동으로 인해 에너지가 소산될 수 있다.

[2418] 이것은 또한 에어 캐비티(Y205)가 다공성 이어 패드 내부(Y109a)의 볼륨을 포함하도록 연결되어 연장되는 것을

의미한다. 예를 들어, 위치(Y407)에서 이어 패드(Y109)와 착용자 귀(Y403) 사이의 유체 누출을 통해 또는 유체 통로(Y215 및 Y210)를 통해, 주변 에어(Y408)로부터 에어 캐비티(Y205)로 이동하는 음압이 볼륨(Y109a)에 연결된 더 큰 볼륨(Y205)을 채우는데 시간이 더 오래 걸릴 것이기 때문에, 이것은 주변 노이즈의 패시브 감쇠의 개선을 포함하는 추가 이점을 가져올 수 있다.

[2419] 5.2.6 실시예 G9(Embodiment G9)

[2420] 한 쌍의 인터페이스 디바이스들을 포함하는 헤드폰 시스템과 같은 개인용 오디오 디바이스의 일 실시예에서, 각 인터페이스 디바이스는 본 명세서의 섹션 2.3에 설명된 실시예 G9에 따른 오디오 트랜스듀서를 포함한다. 헤드폰 시스템은 예를 들어 실시예 K, W 또는 Y와 동일하거나 유사한 구성을 포함할 수 있지만, 실시예 G9의 오디오 트랜스듀서 대신 오디오 트랜스듀서가 사용된다.

[2421] 트랜스듀서의 기계적 특성의 관점에서:

[2422] ● 두껍고 견고한 설계 방식의 진동판은 콤팩트하며 우수한 고주파수 확장을 제공한다;

[2423] ● 진동판 서스펜션이 전체 둘레에 분산되어 있지 않고 스프링으로 집중되어 있다는 사실은 진동판의 기본 공진 주파수 또는 진동판 편위 중 하나에서 대응하는 회생 없이 스프링이 내부 공간에 대해 비교적 견고하다는 것을 의미한다;

[2424] ● 내부 서스펜션 공간이 결국 발생하면 스프링의 표면적이 최소화되므로 왜곡이 청취자에게 쉽게 방출되지 않는다.

[2425] 5.2.7 실시예 H(Embodiment H)

[2426] 도 51a 및 도 51b는 콤팩트 양방향 덮개형 헤드폰 장치의 각 측면에 배치된 고음 및 저음 오디오 트랜스듀서인 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다. 도 51b는 오른쪽 귀 앞에 위치하는 오디오 트랜스듀서(H301 및 H302)를 보여주고 헤드폰 인터페이스 디바이스의 나머지는 숨겨져 있으며, 도 51a는 전체 헤드폰 인터페이스 디바이스를 보여준다.

[2427] 이 실시예에서, 실시예 A 오디오 트랜스듀서는 헤드폰에 배치되었다. 대안적인 구성들에서, 여기에 기술된 다른 오디오 트랜스듀서 실시예들 중 임의의 하나는 헤드폰에 통합될 수 있음을 이해할 것이다.

[2428] 이 실시예에서, 귀 주변의 에어는 저음을 향상시키기 위해 외부 에어로부터 밀봉되지 않고, 대신에 밖으로 발산되는 "네거티브" 음압으로부터 외이도 쪽으로 직접 발산되는 "포지티브" 음압을 분리하는 작은 배플 내에 두개의 드라이버가 장착된다. 귀로부터 멀리 향하는 배플의 측면에서 나오는 네거티브 에어 압력은 약간 반구 패턴으로 바깥쪽으로 방사되므로, 팽창하여 증가된 에어 볼륨이 될 수 있다. 이것은 파가 전파함에 따라 음압이 상응하게 감소함을 의미한다. 이러한 감소는 네거티브 음압이 배플 주위를 이동하여 고막에 도달할 때까지 압력이 충분히 감소되어, 심지어 낮은 저음 주파수에서도 귀에 마주 보는 배플의 측면에서 발산되는 "포지티브" 음압을 강하게 제거하지 않는다는 것을 의미한다.

[2429] 본 발명의 실시예의 높은 진동판 볼륨 편위 능력 때문에, 귀 주위의 밀봉이 없더라도 비교적 높은 저음 응답이 가능하다. 예를 들어, 헤드폰과 같은 개인용 오디오 디바이스의 애플리케이션에서 디바이스의 크기에 큰 영향을 미치지 않으면서 약 15-25mm 피크 투 피크의 진동판 편위가 달성될 수 있다. 또한, 실시예 A와 관련하여 전술한 바와 같이 낮은 기본 공진 주파수가 또한 가능하다. 드라이버의 워터폴 플롯 측정이 도 50에 도시되어 있다.

[2430] 5.2.8 가능한 구현, 수정 또는 변형(Possible Implementations, Modifications or Variations)

[2431] 오디오 트랜스듀서(Audio Transducer)

[2432] 섹션 5.2.1-5.2.7에서 설명된 각 오디오 디바이스 실시예에서, 임의의 하나 이상의 오디오 트랜스듀서가 실시예 A, B, D, E, G, S, T 및 U의 오디오 트랜스듀서를 포함하여 본 명세서에 기재된 임의의 하나 이상의 오디오 트랜스듀서 또는 본 명세서에 설명된 특징들에 따라 설계된 임의의 다른 오디오 트랜스듀서로 대체될 수 있다.

[2433] 장착 시스템(Mounting System)

[2434] 본 발명의 낮은-공진 오디오 디바이스 실시예는 하이파이 오디오 애플리케이션에 유용하다. 사용자의 귀에 가까이 근접하여 전달되는 하이파이 오디오는 바람직하게는 잘 설계되고 일관된 위치로부터 전달되며, 이러한 이유 때문에 오디오 디바이스가 오디오 트랜스듀서를 사용자의 귀 또는 귀들에 또는 근처에 배치하는 상기 실시예들에 설명된 패드 및 이어 플러그와 같은 사용자 인터페이스 장착 시스템을 포함하면 유리하다. 오디오 디바이스

가 이어폰 장치인 경우, 인터페이스 장착 시스템이 사용자의 외이도에 대해 오디오 트랜스듀서를 위치시키는 것이 여전히 더 바람직하다.

[2435] 다중 채널(Multiple Channels)

[2436] 하이파이 오디오 재생을 위해, 청취자에게 원래의 오디오를 나타내는 정도의 공간 정보를 제공하기 위해 적어도 2개 이상의 오디오 채널이 재생되는 것이 바람직하다(스테레오 또는 다중 채널). 이러한 채널은 바람직하게는 상이한 오디오 트랜스듀서를 통해 독립적으로 재생되어야 하지만 채널이 완전히 독립적이지는 않지만 그러한 공간 정보를 제공하는 다른 형태의 오디오 재생도 있다. 예를 들어, '크로스-토크(cross-talk)'가 전술한 실시예들 중 임의의 실시예의 채널들 사이에 도입될 수 있다. 그러나, 바람직하게는, 실시예 H, P, K, W, Y 및 X의 오디오 디바이스는 상이한(그러나 관련된) 오디오 자료를 재생하는 적어도 2개의 상이한 오디오 트랜스듀서를 포함하고, 보다 바람직하게는 채널은 독립적이다. 예를 들어, 각 귀와 관련된 오디오 트랜스듀서는 상이한 채널을 재생할 수 있다.

[2437] FRO 및 트랜스듀서 수(FRO and number of transducers)

[2438] 충분한 대역폭은 하이파이 오디오 재생을 위한 전제 조건이다. 바람직하게는, 실시예 H3, H4, G9, P, K, W, Y 및 X 중 어느 한 실시예의 오디오 디바이스는 160Hz 내지 6kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz 내지 8kHz의 주파수 대역, 또는 보다 바람직하게는 100Hz 내지 10kHz의 주파수 대역, 또는 훨씬 더 바람직하게는 80Hz 내지 12kHz의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz 내지 14kHz의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 갖는 적어도 하나의 오디오 트랜스듀서를 포함한다.

[2439] 오디오 신호가 상이한 대역폭에서 동작하는 다수의 오디오 트랜스듀서에 의해 재생되는 경우, 바람직하게는 오디오 신호를 상이한 트랜스듀서에 의해 재생되는 하위-대역으로 분리하는 전기 크로스오버 또는 동등한 수단이 또한 포함된다. 이러한 오디오 분리는 오디오 재생의 품질에 해로울 수 있으므로, 바람직하게 오디오 디바이스는 160Hz 내지 6kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz 내지 8kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 100Hz 내지 10kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 80Hz 내지 12kHz의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz 내지 14kHz의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 각 귀에 대한 3개 이하의 오디오 트랜스듀서를 포함한다. 보다 바람직하게는 오디오 디바이스는 160Hz 내지 6kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 120Hz 내지 8kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 100Hz 내지 10kHz의 주파수 대역, 보다 바람직하게는 80Hz 내지 12kHz의 주파수 대역, 또는 가장 바람직하게는 60Hz 내지 14kHz의 주파수 대역을 포함하는 FRO를 집합적으로 갖는 각 귀에 대한 2개 이하의 오디오 트랜스듀서를 포함한다. 가장 바람직하게 오디오 디바이스는 각 귀에 대해 단지 하나의 오디오 트랜스듀서를 갖는다.

[2440] 상기한 바와 같이, 서라운드 내부와의 물리적 연결이 현저히 또는 실질적으로 없는 진동판 어셈블리를 포함하는 오디오 디바이스는 그러한 넓은 대역폭에 걸쳐 하이파이 오디오 재생을 달성하는 데 잘 맞춰져 있다.

[2441] 또한, 사운드 재생의 품질을 돕기 위해, FRO는 2008년에 하머쇼이(Hammershoi) 및 몰러(Moller)에 의해 제안된 '확산 필드(Diffuse Field)' 기준에 비해(많은 개인용 오디오 디바이스가 이 기준에 비해 비교적 감소된 출력을 갖는 2-4kHz의 주파수 범위에서가 아님) 20dB보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 14dB보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 10dB보다 큰, 또는 가장 바람직하게는 6dB보다 큰 음압의 지속적인 저하없이 재생되는 것이 바람직하다.

[2442] 또한, 동작 주파수 대역폭은 2008년에 하머쇼이 및 몰러에 의해 제안된 '확산 필드' 기준에 비해, 20dB보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 14dB보다 큰, 또는 보다 바람직하게는 10dB보다 큰, 또는 가장 바람직하게는 6dB보다 큰 대역폭의 끝에서의 음압 강하없이 재생되는 것이 또한 바람직하다.

[2443] 오디오 디바이스가 다수의 오디오 트랜스듀서를 포함할 때, 바람직하게는 적어도 하나의 트랜스듀서, 가장 바람직하게는 모든 트랜스듀서가 실시예 H3, H4, G9, K, P, W, Y 및 X 오디오 디바이스와 관련하여 전술한 것과 동일하거나 유사하다는 것을 인식할 것이다. 실시예 A, B, E, D, G, S, T 및 U의 오디오 트랜스듀서 중 임의의 하나 이상을 포함하여 여기에 기술된 다른 오디오 트랜스듀서가 대안적으로 또는 추가로 사용될 수 있다. 다시 말해서 상기 실시예들에서 설명된 오디오 디바이스들 중 임의의 것은 귀 구성 당 다중 트랜스듀서에서, 그 안에 통합된 임의의 다른 유형의 오디오 트랜스듀서를 포함할 수 있다.

[2444] 비-밀봉 변형(Non-sealing Variations)

[2445] 섹션 5.2.2-5.2.7의 상술한 실시예에서, 오디오 디바이스는 원위치에서 사용자의 귀 또는 귀들에서 또는 그 주위에서 실질적으로 밀봉되도록 설계된다. 이들 실시예의 일부 변형 예에서, 예를 들어 도 51, 도 52 및 도 53에

도시된 실시예의 경우에, 오디오 디바이스는 원위치에서 사용자의 귀 또는 귀들에서 또는 그 주위에서 실질적으로 밀봉하지 않도록 설계된다. 실질적으로 밀봉하지 않는 설계는 귀의 음향 및/또는 공진 특성을 거의 변경하지 않는다. 또한, 비-밀봉 설계는 사용자에게 더욱 편안할 수 있다. 이것은 특히 실시예 P 및 X 오디오 디바이스와 같이 외이도 내에 또는 그에 직접 인접하여 존재하도록 인터페이스가 구성되는 이어폰 애플리케이션에서 그러하다.

[2446] 비-밀봉 설계의 경우, 일반적으로 상기 설명된 오디오 디바이스의 구성에 의해 달성되는 진동판 편위 및 낮은 기본 공진 주파수에 대한 요구가 증가하고 있다.

[2447] 따라서, 오디오 디바이스는 대안적으로 외이도 내에 포함된 에어와, 사용시 외이도 외부의 에어 사이의 부분 밀봉을 포함할 수 있고, 원위치에서 사용자의 귓바퀴, 머리 또는 외이도의 개구의 주변 근처에서 실질적으로 연속적인 밀봉을 제공하지 않는다. 예를 들어, 인터페이스는 원위치에서 사용자의 외이도, 귓바퀴, 또는 머리의 개구의 주변에 대해 실질적으로 연속적인 압력을 부여하지 않을 수 있다.

[2448] 밀봉의 정도는 바람직하게는 저음 응답이 불충분하지 않을 정도로 너무 작지 않다. 예를 들어, 디바이스의 적어도 하나의 인터페이스는 1dB 미만, 또는 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 70 헤르츠에서의 주변 사운드의 패시브 감쇠가 되도록 원위치에서 부분적으로 밀봉할 수 있다. 선택적으로, 또는 부가적으로, 적어도 하나의 인터페이스는 1dB 미만, 또는 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 120 헤르츠에서 주변 사운드의 패시브 감쇠를 일으키는 정도로 원위치에서 부분적으로 밀봉할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 적어도 하나의 인터페이스는 1dB 미만, 또는 2dB 미만, 또는 3dB 미만 또는 6dB 미만인 400 헤르츠에서 주변 사운드의 패시브 감쇠를 일으키는 정도로 원위치에서 부분적으로 밀봉할 수 있다.

[2449] 자유 주변 변형(Free Periphery Variation)

[2450] 위에서 설명된 실시예 H3, H4, X, W 및 K의 개인용 오디오 디바이스에서, 회전 동작 오디오 트랜스듀서는 주변에서 서라운드 또는 인클로저와의 물리적 연결이 없는 진동판 어셈블리를 포함한다. 이들 실시예 각각에 포함될 수 있는 이러한 구성의 변형 예는 진동판 어셈블리 주변에 부착된, 그러나 진동판이 동작 중 발진함에 따라 진동판 몸체의 변위가 최대인 진동판 몸체의 말단 영역에 연결되지 않은 (가요성 스파이더 또는 다른 유사한 지지와 같은) 종래의 유형의 서스펜션을 통해 지지에 대해 서스펜드된 진동판 어셈블리를 갖는 오디오 트랜스듀서이다. 말단 영역의 길이는 여전히 예를 들어, 진동판 어셈블리의 외주변의 전체 결합된 길이의 적어도 20%일 수 있다(또는 일부 구현 예에서는 이보다 작을 수 있다).

[2451] 진동판 편위 및 기본 공진 주파수를 어느 정도 제한하지만, 종래의 서스펜션은 저음 응답을 향상시키기 위해 밀봉 정도를 개선할 수 있다.

[2452] 최대 변위를 겪는 말단 에지 영역으로부터 서스펜션이 빠져 있다는 사실은, 특정 구성에 대해 최적의 저음 응답을 제공하는 어느 정도의 에어 누출을 허용한다. 바람직하게는, 종래의 서라운드는 동작 중에 최소로 움직이는 진동판 어셈블리의 주변 영역에 서라운드 서스펜션이 부착되어 충분한 저음 응답을 제공하기 위해 진동판 주변의 절대 최소 길이에만 존재한다.

[2453] 움직이는 주변 부분으로부터 그리고 특히 최대 변위를 겪는 부분으로부터 서스펜션이 빠져 있다는 사실은, 주변에 위치한 나머지 서스펜션의 강성을 증가시켜, 결국 진동판 편위와 서라운드 공진의 다른 3-웨이 위험 요소를 개선시키는 것을 허용한다.

[2454] 휴대 전화 구현(Cellular Phone Implementation)

[2455] 상술한 개인용 오디오 디바이스 실시예는 이동 전화 또는 다른 PDA(personal digital assistant) 유형 디바이스로 구현될 수 있다.

[2456] 이러한 유형의 구현에서 오디오 트랜스듀서 구성에 의해 제공되는 저음 영역의 확장된 대역폭 기능은 또한 동일한 오디오 트랜스듀서가 예를 들어 진동 정보와 같이 오디오 재생 이외의 다른 디바이스 기능에 사용될 수 있음을 의미한다.

[2457] 6. 선호되는 트랜스듀서 베이스 구조 설계(PREFERRED TRANSDUCER BASE STRUCTURE DESIGN)

[2458] 본 명세서에서 설명된 각 오디오 트랜스듀서 실시예에서, 비교적 낮은 에너지 저장 성능을 제공하기 위해, 진동판 어셈블리가 지지되고 여기되는 컴포넌트 또는 어셈블리인 트랜스듀서 베이스 구조가 바람직하게는 트랜스듀서의 FRO 내에서 그 자체로 거의 공진 모드를 갖지 않거나, 더욱 바람직하게는 비-공진 모드를 갖는다.

- [2459] 트랜스듀서 베이스 구조는 비교적 스퀘트하고 콤팩트한 기하학적 구조를 갖는 강성 재료로 구성되는 것이 바람직하며, 이는 어떠한 치수도 구조의 다른 치수보다 현저히 크지 않다는 것을 의미한다. 가느다란 기하학적 구조는 보다 콤팩트하지만, 공진에 보다 취약하기 때문에 본 발명의 범위에서 배제되지는 않지만 본 발명의 실시예에 선호되지 않는다.
- [2460] 만일 트랜스듀서 베이스 구조가 다른 컴포넌트, 예를 들어 배플, 인클로저, 하우징 또는 기타 서라운드에 단단하게 부착된다면, 바람직하게는 전체 구조(여기서는 "트랜스듀서 베이스 구조 어셈블리"이라고도 함)는 강성 재질로 구성되어야 하고, 스퀘트하고 콤팩트한 기하 구조를 가지고 있어야 한다.
- [2461] 가능하다면, 베이스 구조 어셈블리는 진동판의 양측에서의 에어 흐름을 방해하지 않으며 에어 볼륨의 포함에 기여하지 않아서 결국 에어 공진 모드를 초래할 수 있는 것이 바람직하다.
- [2462] 트랜스듀서 베이스 구조는 또한 바람직하게는 진동판 어셈블리와 비교하여 높은 질량을 가지므로, 진동판 변위는 트랜스듀서 베이스 구조의 변위에 비해 크다. 바람직하게는, 트랜스듀서 베이스 구조의 질량은 진동판 어셈블리의 질량의 10배보다 크거나 보다 바람직하게는 20배보다 크다.
- [2463] 바람직하게는, 임의의 자석 이외의 베이스 구조 어셈블리의 적어도 하나의 주요 구조 컴포넌트는 공진에 대한 민감성을 최소화하기 위해, 높은 비탄성률을 갖는 재료, 예를 들어 알루미늄 또는 마그네슘(이에 한정되지는 않음)과 같은 금속, 또는 유리나 같은 세라믹으로 만들어진다.
- [2464] 베이스 구조 어셈블리가 구성되는 컴포넌트는 에폭시와 같은 접착제에 의해 또는 용접에 의해 또는 패스너를 사용하는 클램핑에 의해 또는 다수의 다른 방법에 의해 함께 연결될 수 있다. 용접 및 납땜은 넓은 영역에 걸쳐 강하고 단단한 연결을 제공하므로 특히 기하 구조가 더 가늘고 따라서 공진하기 쉬운 경우 바람직하다.
- [2465] 예를 들어, 도 1은 강성 트랜스듀서 베이스 구조(A115)에 회전 가능하게 결합된 강성이고 비교적 경량인 복합 진동판 어셈블리(A101)를 갖는 오디오 트랜스듀서 실시예(여기서 실시예 A로 칭함)를 도시한다.
- [2466] 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 영구 자석(A102), 폴 피스(A103 및 A104), 접촉 바(A105) 및 분리 핀(A107 및 A108)을 포함한다. 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 모든 부분은 예를 들어 에폭시 접착제와 같은 접착제 또는 선택적으로 용접, 클램핑 및/또는 패스너와 같은 임의의 강성 결합 메커니즘을 통해 연결될 수 있다.
- [2467] 트랜스듀서 베이스 구조(A115)는 임의의 공진 모드가 트랜스듀서의 FRO 외부에서 바람직하게 발생하도록 단단하게 설계된다. 트랜스듀서 베이스 구조(A115)의 두꺼운, 스퀘트하고 콤팩트한 기하학적 구조는 이 실시예에 자석 및 폴 피스에 부착된 바스켓으로 구성된 트랜스듀서 베이스 구조를 갖는 종래의 트랜스듀서에 비해 이점을 제공한다.
- [2468] 도 57a 및 도 57b에 도시된 것과 같은 종래의 오디오 트랜스듀서에서, 바스켓(J113)은 자석(J116), 상부 폴 피스(J118) 및 T-요크(J117)의 비교적 무거운 질량을 컴포넌트 가요성 진동판 서스펜션을 지지하는 바스켓의 일부 - 서라운드(J 105)에 링크해야 한다. 트랜스듀서의 기하학적 구조는 서라운드가 자석(J116)과 스피커(J119)로부터 상당한 거리에 있어야 한다는 사실에 의해 제한된다. 이로 인하여, 진동판 원추형(J101)의 주어진 크기에 대해 트랜스듀서 베이스 구조의 콤팩트하고 스퀘트한 기하 구조를 제공하기가 어렵다. 종래 바스켓의 얇고 콤팩트하지 않고 스퀘트하지 않은 기하 구조 및 위치 때문에 공진이 발생하기 쉽다.
- [2469] 종래의 서라운드는 종종 진동판과 인클로저 또는 배플 사이에 하나 이상의 에어 포켓을 포함하여 에어 공진 모드를 생성한다.
- [2470] 본 발명의 다른 오디오 트랜스듀서 실시예에서 동일하거나 유사한 트랜스듀서 베이스 구조 또는 베이스 구조 어셈블리가 이용된다.
- [2471] 7. 트랜스듀싱 메커니즘(TRANSDUCING MECHANISM)
- [2472] 본 명세서에 기재된 오디오 트랜스듀서 실시예 각각에서, 오디오 트랜스듀서는 트랜스듀싱 메커니즘을 포함한다. 바람직한 전기 음향 구현(예를 들어, 스피커)의 경우, 각 실시예의 관련된 트랜스듀싱 메커니즘은 전기 오디오 신호를 수신하도록 구성되고, 힘 전달 컴포넌트의 동작에 의해 신호에 응답하여 진동판 어셈블리에 여기 동작력(excitation action force)을 가한다. 동작 중에, 관련된 반력은 전형적으로 관련된 트랜스듀서 베이스 구조에 의해 또한 나타난다. 대안적인 음향 전기 구현(예를 들어, 마이크로폰)의 경우, 각 실시예의 트랜스듀싱 메커니즘은 음파에 반응하여 움직이는 진동판 어셈블리에 의해 발생된 힘을 수용하도록 구성되며, 힘 전달 컴포넌트의 동작에 의해 움직임은 전기적 오디오 신호로 변환된다.

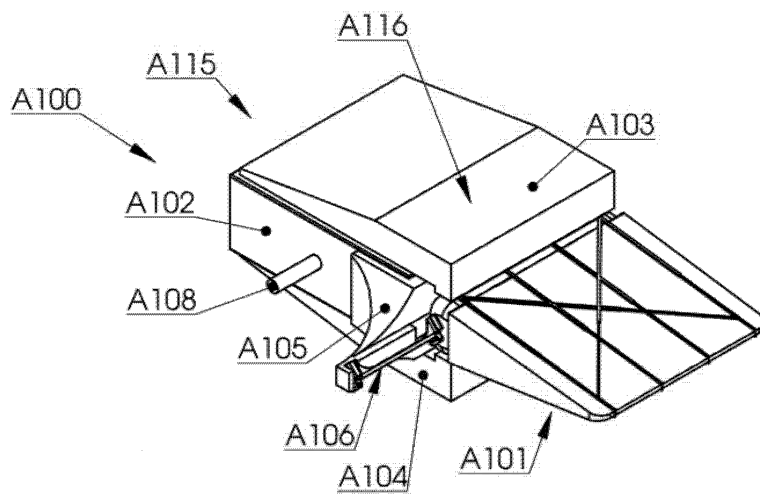
- [2473] 따라서, 트랜스듀싱 메커니즘은 힘 전달 컴포넌트를 포함한다. 가장 바람직하게는, 트랜스듀서의 이 부분은 진동판 구조 또는 어셈블리에 단단하게 연결되는데, 왜냐하면 이 구성은 보다 정확하게 단일 자유도 시스템을 생성하기에 더 최적이어서, 원하지 않는 공진 모드를 최소화하기 때문이다.
- [2474] 대안적으로, 힘 전달 컴포넌트는 하나 이상의 중간 컴포넌트를 통해 진동판에 단단하게 연결되고, 힘 전달 컴포넌트는 진동판 몸체 또는 구조에 가까이 근접하여, 결합된 구조의 강성을 향상시키고, 따라서 이러한 결합과 관련된 불리한 공진 모드는 더 높은 주파수로 푸시된다. 바람직하게는, 상기 실시예들 중 어느 하나에서의 힘 전달 컴포넌트와 진동판 구조 또는 몸체 사이의 거리는 진동판 구조 또는 몸체의 주요 면의 최대 치수(예를 들어, 길이이지만, 대안적으로는 너비일 수 있음)의 75% 미만이다. 보다 바람직하게는, 거리는 진동판 몸체 또는 구조의 최대 치수의 50% 미만, 보다 바람직하게는 35% 미만 또는 보다 바람직하게는 25% 미만이다.
- [2475] 바람직하게는, 연결 구조는 구조의 강성을 보장하는 것을 돕기 위해 8GPa보다 큰 영률, 또는 보다 바람직하게는 약 20GPa보다 큰 영률을 갖는다.
- [2476] 자기장 발생 구조 및 전기 전도성 코일 또는 요소를 포함하는 전자기 여기 메커니즘은 고도로 선형이다. 그러므로 이들은 본 발명의 상술된 실시예 각각과 함께 사용되는 변환/여기 메커니즘의 선호되는 형태이다. 이들은 실질적으로 공진없는 구조와 결합된 선형 모터를 통해 오디오 재생의 품질이 최대화되는 본 발명의 공진 제어 특징과 함께 사용될 때 이점을 제공한다. 바람직하게는, 코일은 진동판 측에 고정되는데, 코일은 경량으로 제조될 수 있고, 따라서 진동판 파열 공진에 덜 해롭기 때문이다. 코일 및 자석 기반 모터는 또한 높은 전력 처리를 제공하며 견고하게 만들어질 수 있다.
- [2477] 다른 여기 메커니즘은 애플리케이션, 예를 들어, 압전 또는 자기 왜곡 트랜스듀싱 메커니즘에 따라 잘 동작할 수 있으며, 이들은 본 발명의 실시예 중 어느 하나에 대안적으로 포함될 수 있다. 압전 모터는 예를 들어, 본 발명에 따른 순수 힌지 시스템 및/또는 경질 진동판 특징과 함께 사용될 때 효과적일 수 있다. 실시예 A, B, D, E, K, S, T, W 및 X와 관련하여 설명된 바와 같은 회전 동작 트랜스듀서에서, 그러한 트랜스듀싱 메커니즘은 회전축에 근접하여 위치될 수 있으며, 압전 디바이스는 통상적인 낮은 편위 단점이 베이스 근처의 작은 편위가 진동판 말단 주변 또는 팁 쪽으로 큰 편위를 야기한다는 사실에 의해 완화된다. 또한, 압전 모터는 높은 수준으로 본질적으로 공진이 없을 수 있으며 경량이므로 진동판 상에 하중이 감소하여 진동판 공진 모드를 강조할 수 있다.
- [2478] 8. 오디오 트랜스듀서 애플리케이션(AUDIO TRANSDUCER APPLICATIONS)
- [2479] 본 명세서에서 설명된 오디오 트랜스듀서 실시예는 다양한 오디오 디바이스에서 구현되도록 구성될 수 있다. 개인용 오디오 디바이스에서의 본 발명의 오디오 트랜스듀서의 구현 예에 대하여 섹션 5에서 몇몇 예가 제공되었다. 이것은 본 발명의 일부 실시예와 관련하여 바람직한 구현일 수 있지만, 그것은 유일한 구현이 아니며 많은 다른 것들도 또한 적용 가능하다.
- [2480] 각 오디오 트랜스듀서 실시예는 원하는 기능을 수행하는 크기로 스케일링될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 오디오 트랜스듀서 실시예는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다음의 오디오 디바이스 중 임의의 하나에 통합될 수 있다.
- [2481] ● 헤드폰, 이어폰, 보청기, 휴대폰, PDA 등을 포함한 개인용 오디오 디바이스;
- [2482] ● 개인용 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 태블릿 등을 포함한 컴퓨팅 디바이스;
- [2483] ● 컴퓨터 모니터, 스피커 등을 포함한 컴퓨터 인터페이스 디바이스;
- [2484] ● 플로어-스탠딩 스피커, TV 스피커 등을 포함한 가정용 오디오 디바이스
- [2485] ● 자동차 오디오 시스템;
- [2486] ● 기타 특수 오디오 디바이스.
- [2487] 또한, 원하는 결과를 얻기 위한 주어진 설계에 따라 오디오 트랜스듀서의 주파수 범위가 조작될 수 있다. 예를 들어, 상기 실시예들 중 어느 하나의 오디오 트랜스듀서는 원하는 애플리케이션에 따라 저음 드라이버, 미드레인지-고음 드라이버, 트위터(tweeter) 또는 풀 레인지 드라이버로서 사용될 수 있다.
- [2488] 실시예 A 오디오 트랜스듀서 실시예가 다양한 애플리케이션에 대해 어떻게 구성될 수 있는지에 대한 간단한 예가 이하에 주어질 것이지만, 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 이는 제한하려는 것은 아니며 다른 많은 가능

한 구성, 애플리케이션 및 구현이 실시예뿐만 아니라 본 명세서에 기재된 모든 다른 실시예에 대해 예상된다.

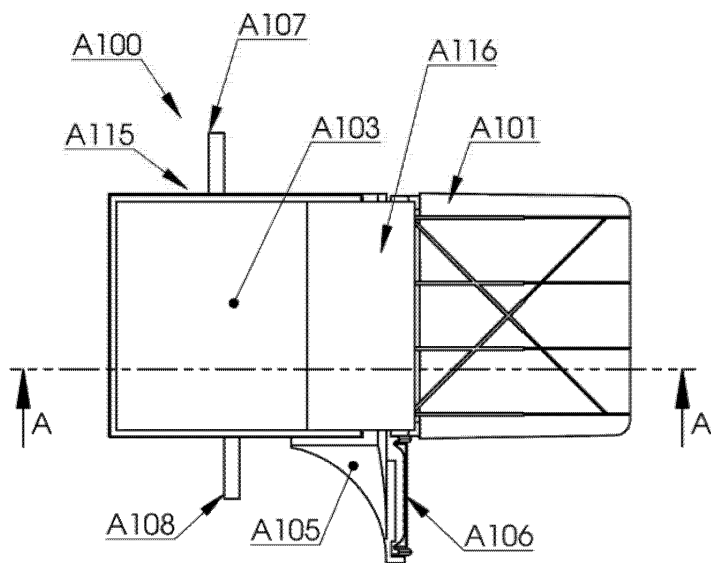
- [2489] 일 구현에서, 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 예를 들어, 약 15mm의 진동판 몸체 길이를 가질 수 있고, 도 51b에 도시된 양방향 헤드폰(스피커 오디오 트랜스듀서(H301))에서 300Hz 내지 20kHz의 미드레인지 및 고음 주파수를 재생하도록 설계된다. 동일한 트랜스듀서가 예를 들어, 700Hz 이상 주파수 대역 재생하는 가정용 오디오 플로어-스탠딩 스피커를 위한 미드레인지-고음 스피커 오디오 트랜스듀서로도 배치될 수 있거나 1-웨이 헤드폰에서 풀 레인지 드라이버로서 동작하도록 최적화될 수도 있다.
- [2490] 실시예 A의 오디오 트랜스듀서는 다양한 애플리케이션에 적합하도록 크기를 조절할 수 있다. 예를 들어, 도 51b는 미드레인지 및 고음 드라이버(H301)에 대한 (모든 치수에서) 확대된 실시예 A 오디오 트랜스듀서인 저음 스피커 오디오 트랜스듀서(H302)를 도시한다. 확대된 오디오 트랜스듀서는 예를 들어 약 32mm의 진동판 길이를 가질 수 있다. 이러한 경우에, 트랜스듀서(H302)는 약 40Hz의 더 낮은 기본 주파수로 더 많은 에어를 이동시킬 수 있다. 트랜스듀서(H302)는 최대 약 4000Hz까지의 주파수를 재생하는 데 적합할 수 있다. 이 드라이버는 또한 예를 들어, 100Hz와 4000Hz 사이의 주파수 대역을 재생하는 가정용 오디오 플로어 스탠딩 스피커의 미드레인지 드라이버에 적합할 것이다. 예를 들어, 약 200mm의 진동판 길이에 대한 (모든 치수의) 더 대략적 스케일링(scaling)은 20Hz에서 약 1000Hz까지(경우에 따라서는 그 이상)의 실질적으로 공진이 없는 대역폭을 가지거나 경우에 따라 높은 볼륨 편위 기능을 가진 드라이버를 초래할 수 있다. 이 구성은 예를 들어, 가정용 오디오 플로어-스탠더(floor-stander) 용 서브 우퍼에 적합할 것이다.
- [2491] 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 진동판 길이가 예를 들어 약 8mm가 되도록 드라이버 치수를 축소하면, 트랜스듀서는 도 52 및 도 53에 도시된 것과 유사한 1-웨이 버드 이어폰에 배치될 수 있다.
- [2492] 도 88을 참조하면, 실시예 A 오디오 트랜스듀서의 또 다른 구현 예는 예를 들어 개인용 컴퓨터 스피커 유닛일 수 있는 스피커 시스템(Z100)일 수 있다. 이 오디오 디바이스 실시예에서, 2 이상의 오디오 트랜스듀서는 동일한 인클로저(Z104)에 통합된다. 실시예 A 트랜스듀서(Z101)의 제1 비교적 작은 버전은 고음 드라이버로서 제공되고, 제2의 비교적 큰 오디오 트랜스듀서(Z102)는 저음-미드레인지 드라이버로서 제공된다. 두 유닛은 이 명세서의 섹션 4.2에 기술된 바와 같이 분리 시스템을 통해 인클로저로부터 분리될 수 있다. 인클로저(Z104)는 인클로저의 베이스 주위에 분포된 다수의 고무 또는 다른 실질적으로 부드러운 받침(feet)(Z105)을 포함하여, 인클로저를 지지 표면(Z106)으로부터 더욱 분리시킬 수 있다.
- [2493] 실시예 Z 오디오 디바이스의 대안적인 구성에서, 보다 큰 트랜스듀서(Z102)는 분리되지 않으며 포괄적으로 그리고 단단하게 인클로저(Z104)에 연결된다. 이것은 본 명세서에서 논의된 바와 같은 임의의 적합한 방법을 통해, 예를 들어 더 무거운 트랜스듀서 베이스 구조의 하나 이상의(바람직하게는 다수의) 측면상의 접촉체를 통해 행해질 수 있다. 또한, 인클로저 벽(Z104)은, 예를 들어, 5mm보다 크거나 8mm보다 큰 충분히 큰 벽 두께를 갖는 예를 들어 금속 재료(예, 알루미늄 또는 유사)와 같이 충분히 두껍고 단단한 재료로 제조된다. 이것은 비정상적으로 무겁고 단단한 구성일 것이다. 부드러운 받침은 인클로저와 지지 표면 사이의 분리 장착 시스템을 제공한다. 또한, 더 작은 드라이버(Z101)와 관련된 제2 분리 시스템은 실시예 A에서 설명한 바와 같이 제공되며, 드라이버와 인클로저(Z104) 사이에 위치할 수 있다. 자유 주변 형 드라이버(Z101 및 Z102)와 결합된 이러한 분리 시스템은, 더 크고 단단하게 장착된 트랜스듀서가 더 작은 드라이버의 비교적 콤팩트한 인클로저와 결합하여, 유닛 근처의 다른 공진 경향이 있는 시스템(예를 들어 스피커가 앉을 수 있는 가구)으로부터 격리된 단일의 실질적으로 낮은 공진 시스템을 형성함을 의미한다. 이 시스템은 또한 다른 드라이버의 분리 시스템을 통해 진동이 발생하기 쉬운 다른 시스템(이 경우 더 작은 드라이버)과 격리되어 있다.
- [2494] 진동 격리 장착부(즉, 받침)는 예를 들어 아래에 부착된 유연한 고무 또는 실리콘 장착 패드, 가요성 금속 스프링, 가요성 압 등을 포함할 수 있다.
- [2495] 상기는 본 발명의 실시예들의 다양성의 예들을 제공하고, 당업자에게는 실시예 A에 대한 다른 구현들, 또는 본 명세서에 기술되거나 또는 본 명세서에서 유도될 수 있는 임의의 다른 오디오 트랜스듀서 실시예가 가능하다는 것이 쉽게 이해될 것이다.
- [2496] 본 발명의 전술한 설명은 선호되는 실시예 오디오 트랜스듀서 및 오디오 디바이스 실시예들을 포함한다. 설명은 또한 오디오 트랜스듀서와 관련된 다른 시스템, 어셈블리, 구조, 디바이스, 방법 및 메커니즘의 설계 및 구성의 다양한 실시예, 예 및 원리를 포함한다. 본 명세서에 개시된 오디오 트랜스듀서 실시예 및 다른 관련된 시스템, 어셈블리, 구조, 디바이스, 방법 및 메커니즘에 대한 많은 수정은 관련 기술 분야의 당업자에게 명백한 바와 같이, 첨부된 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있다.

도면

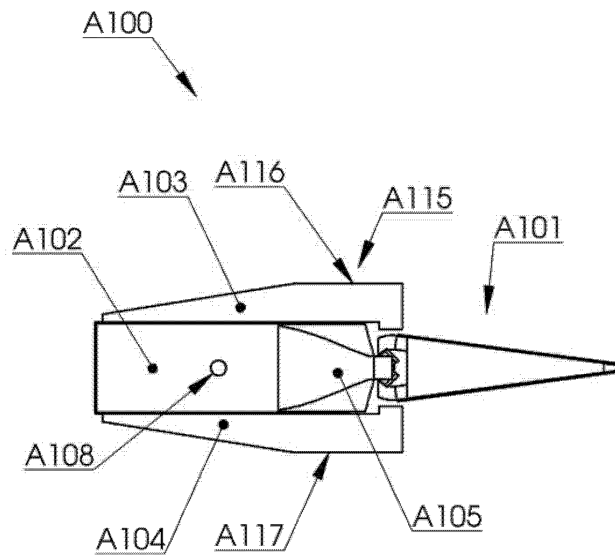
도면1a



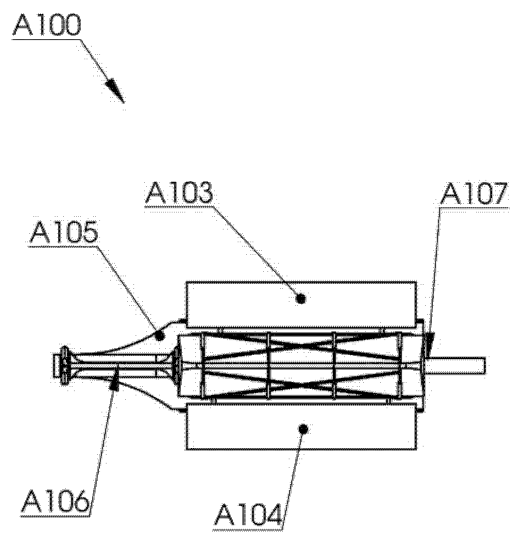
도면1b



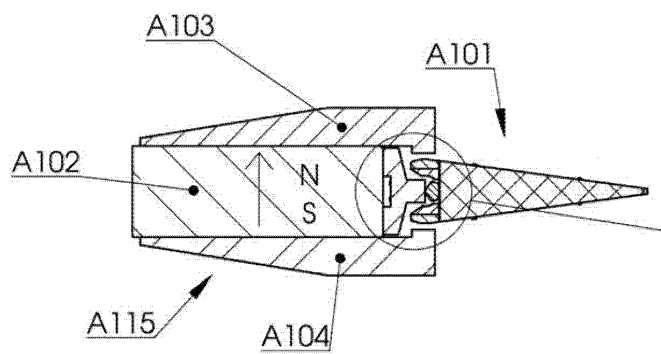
도면1c



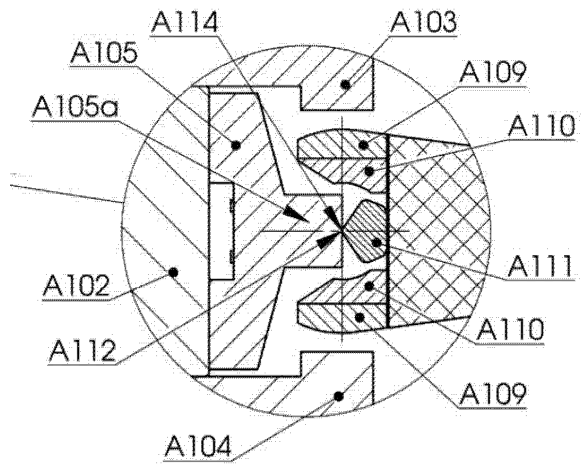
도면1d



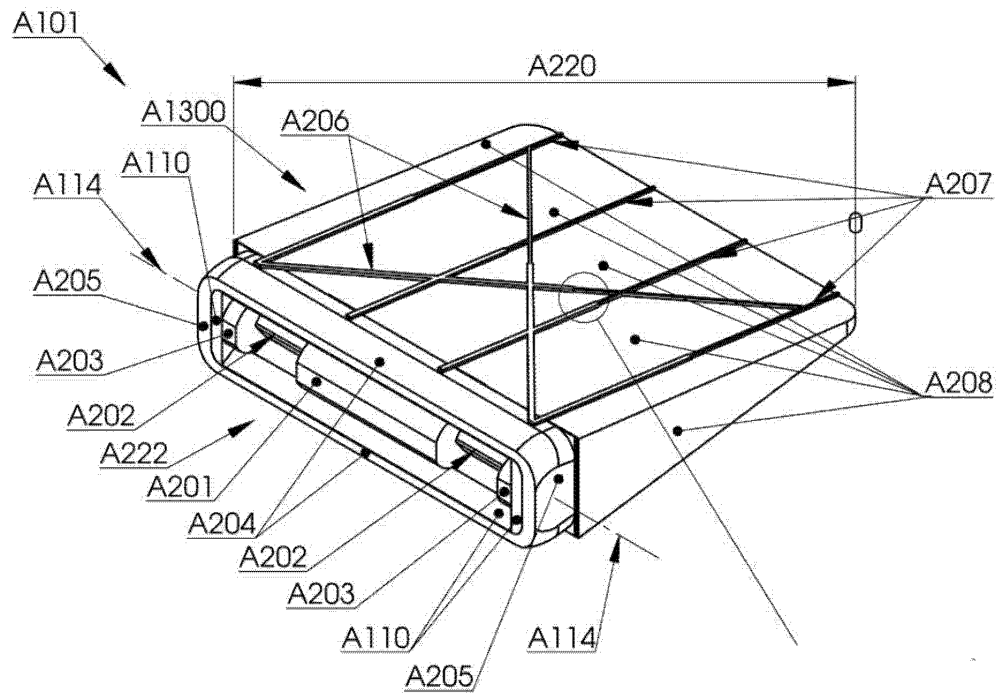
도면1e



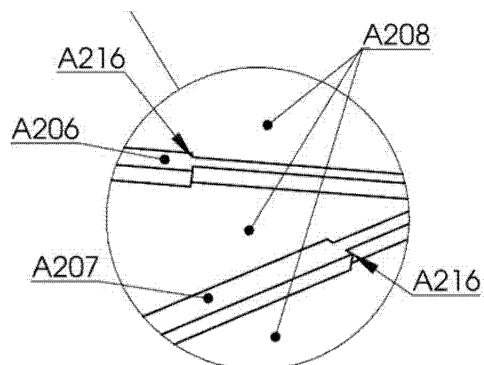
도면1f



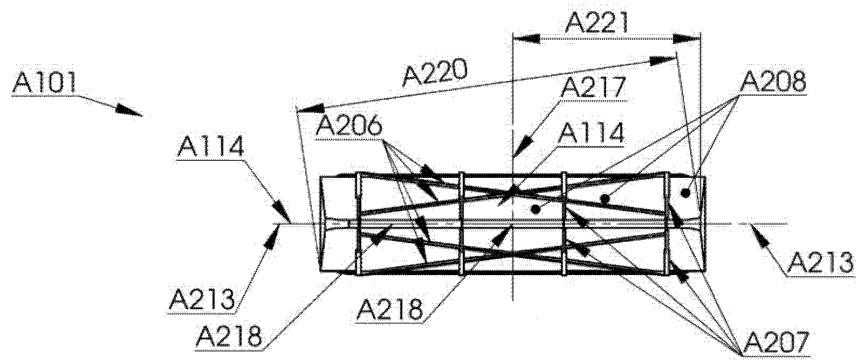
도면2a



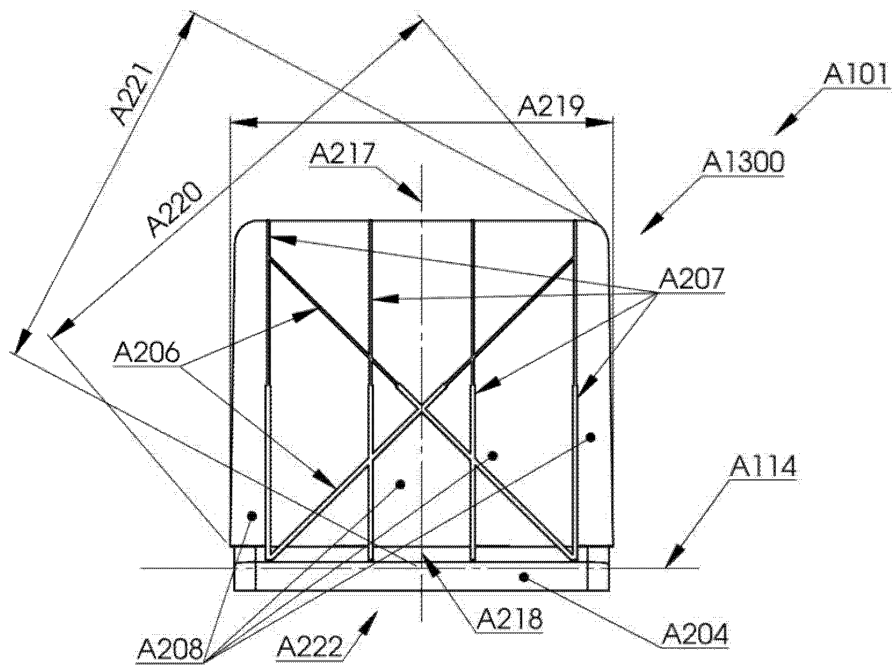
도면2b



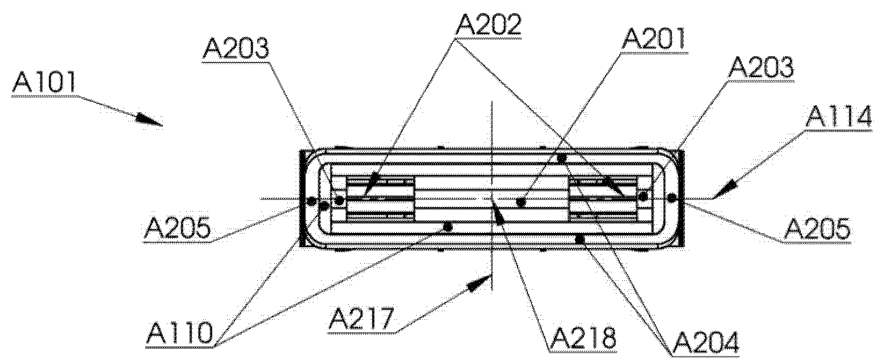
도면2c



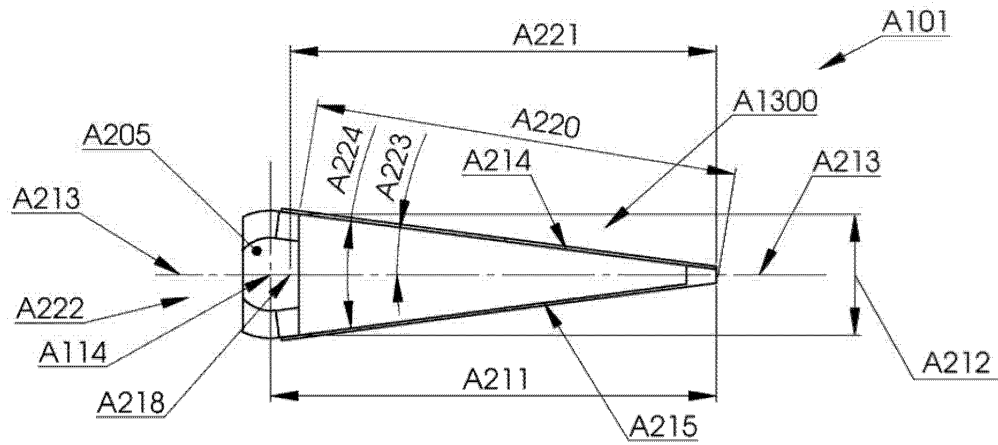
도면2d



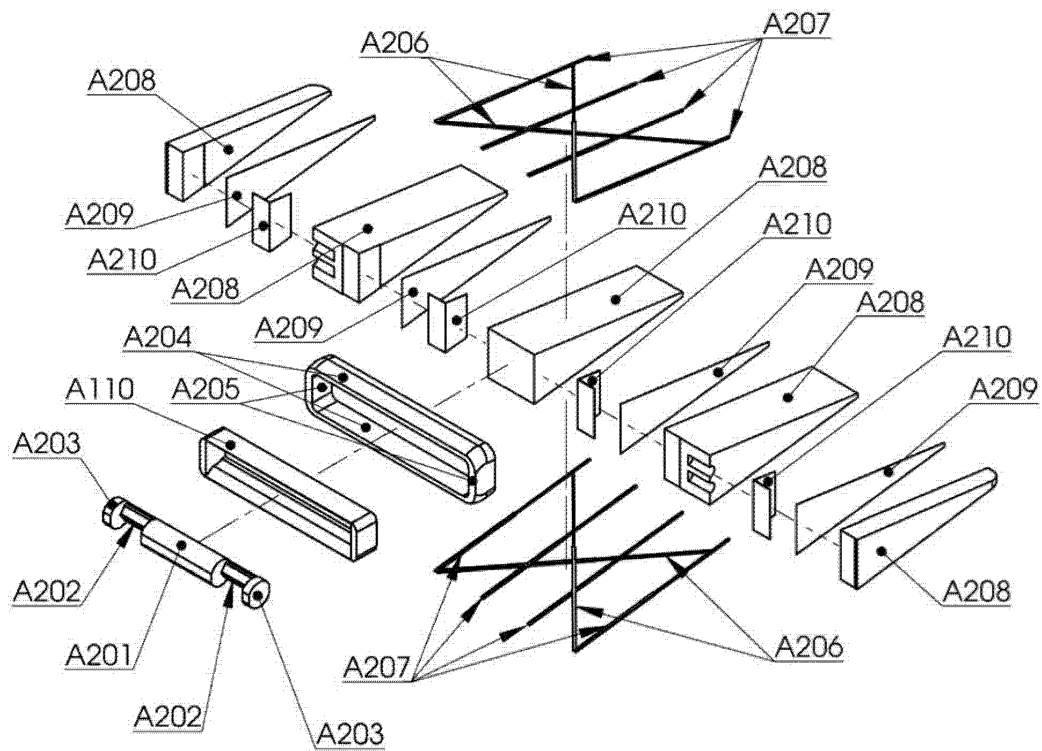
도면2e



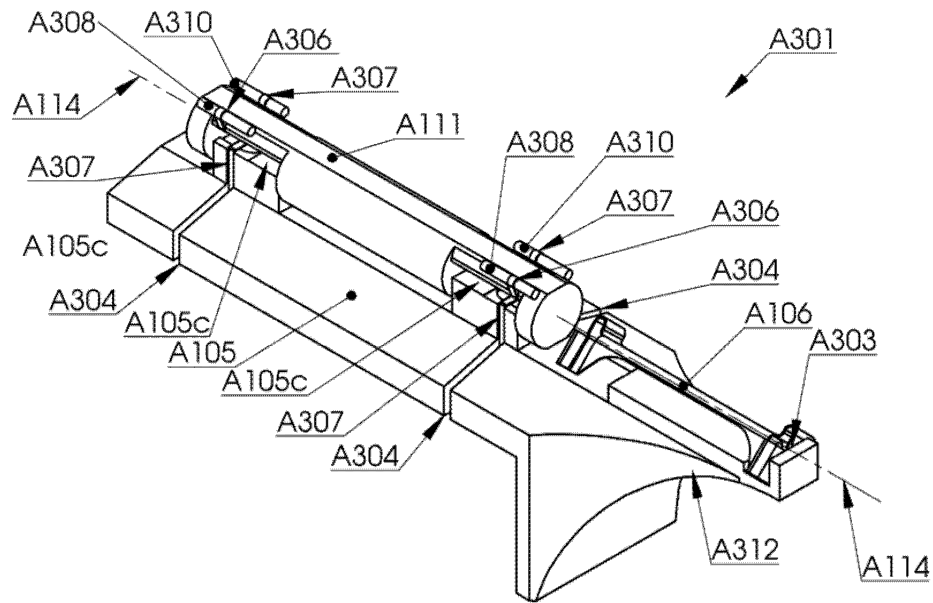
도면2f



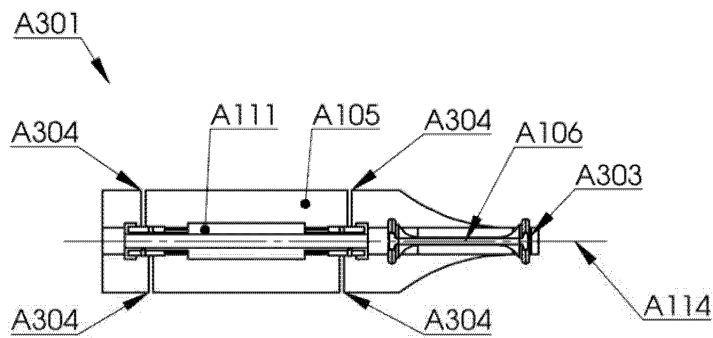
도면2g



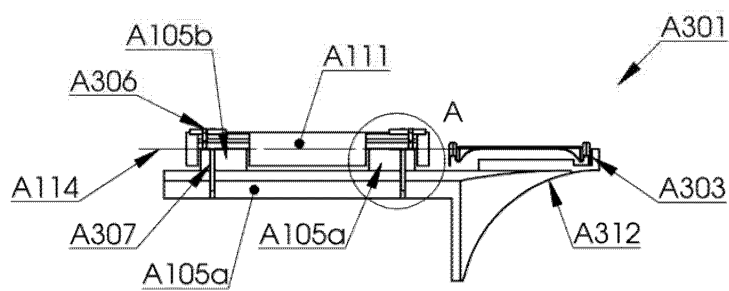
도면3a



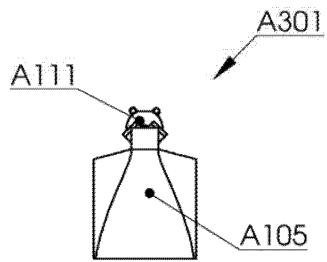
도면3b



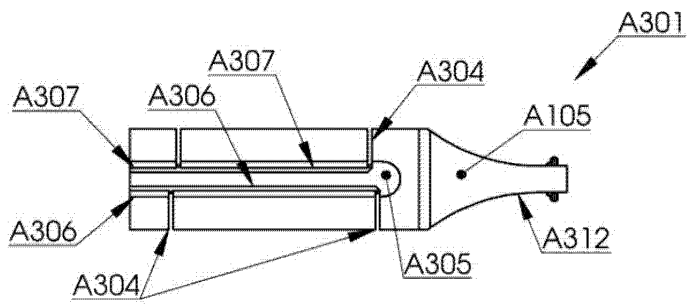
도면3c



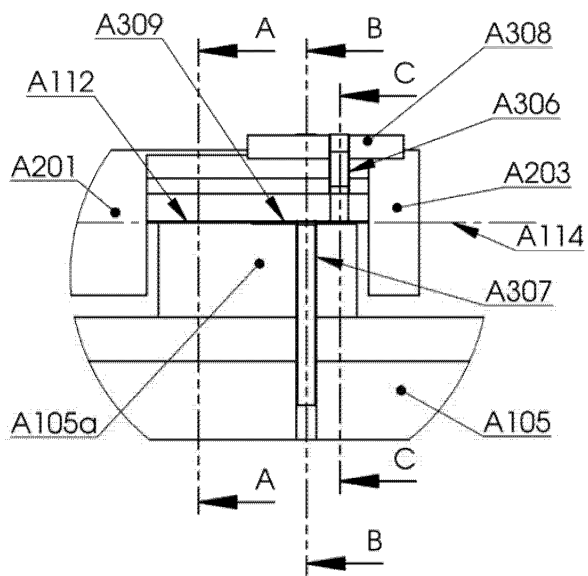
도면3d



도면3e

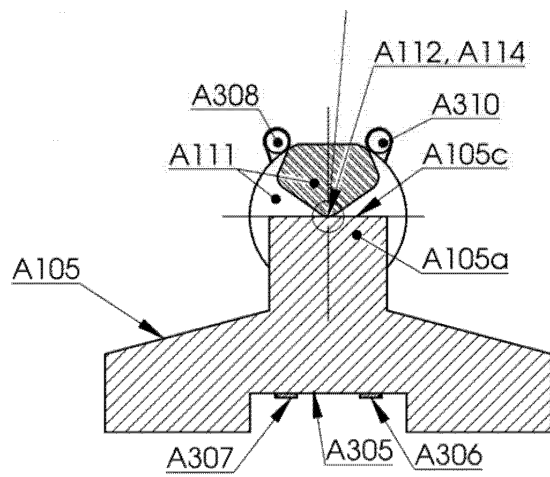


도면3f



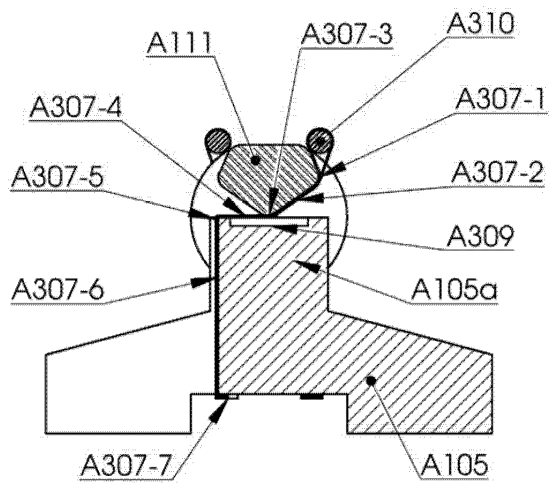
A 세부도

도면3g



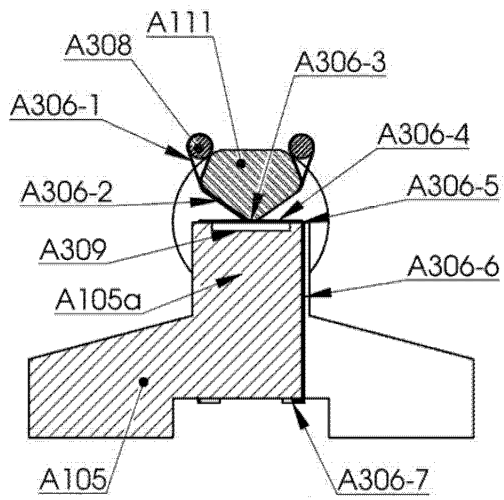
A-A 단면

도면3h



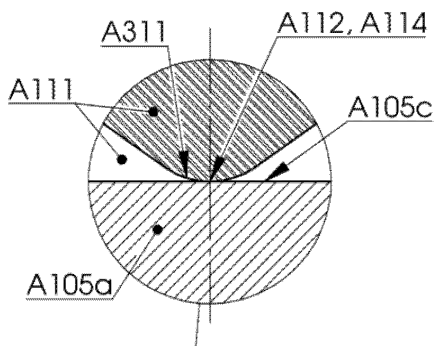
B-B 단면

도면3i

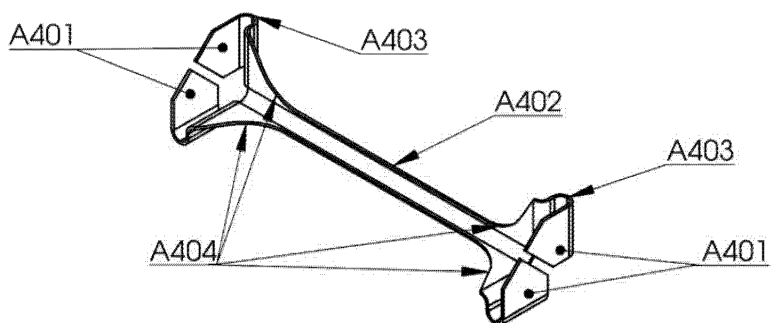


C-C 단면

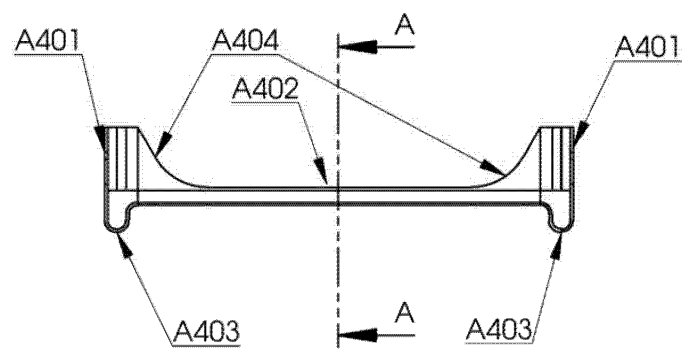
도면3j



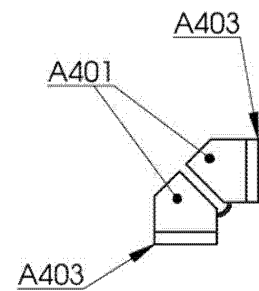
도면4a



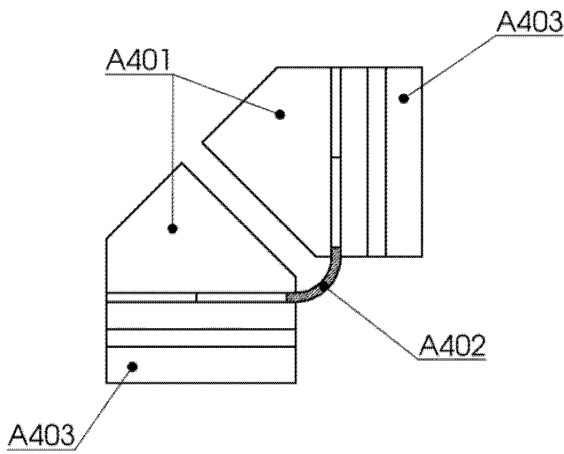
도면4b



도면4c

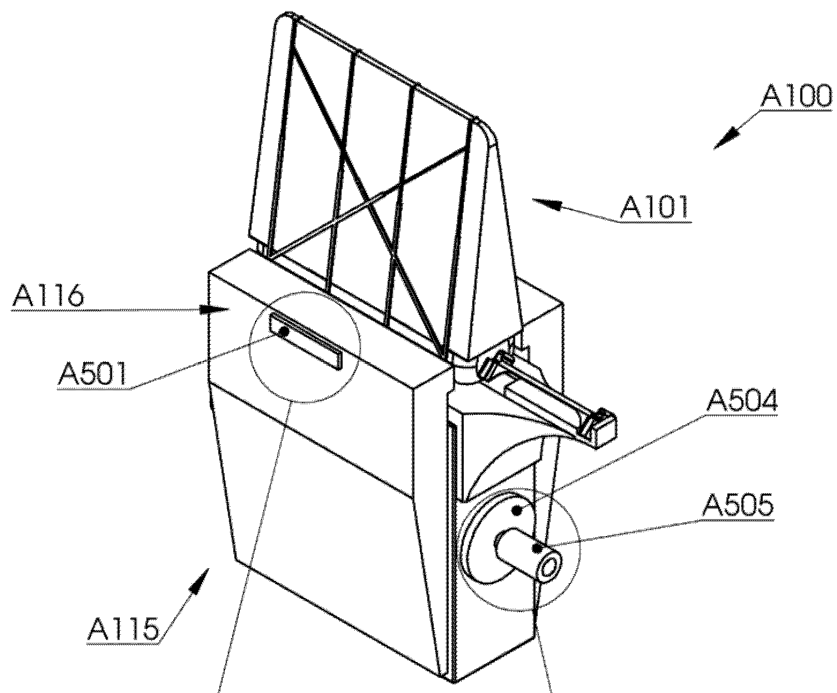


도면4d

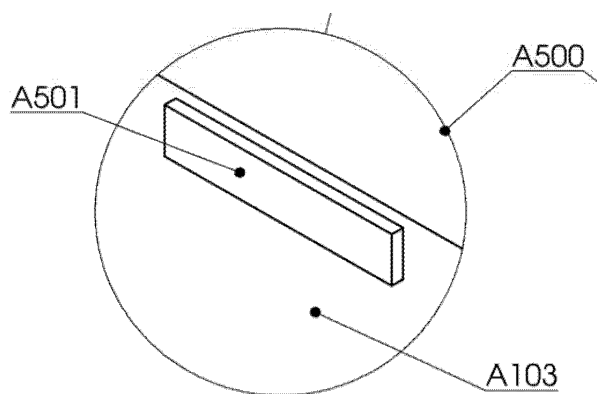


A-A 단면

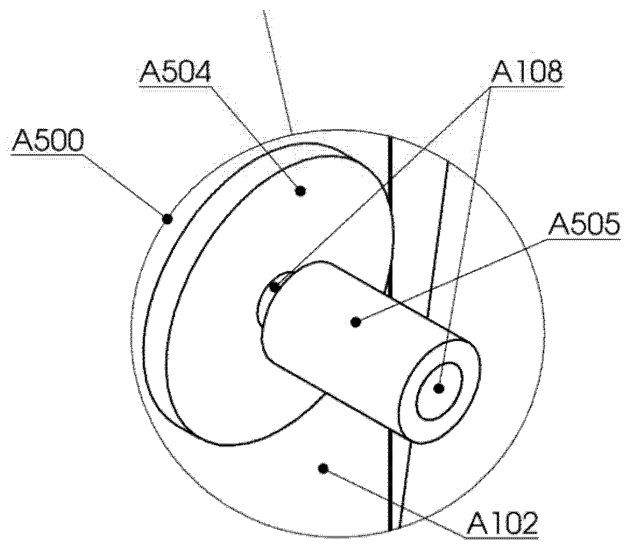
도면5a



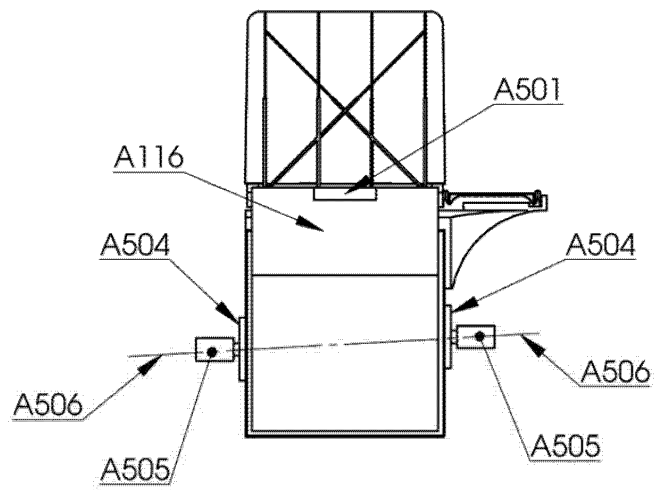
도면5b



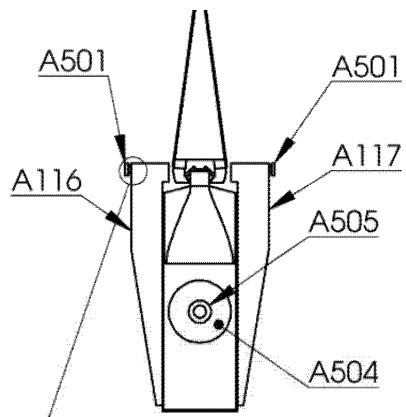
도면5c



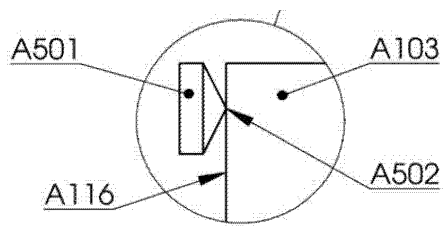
도면5d



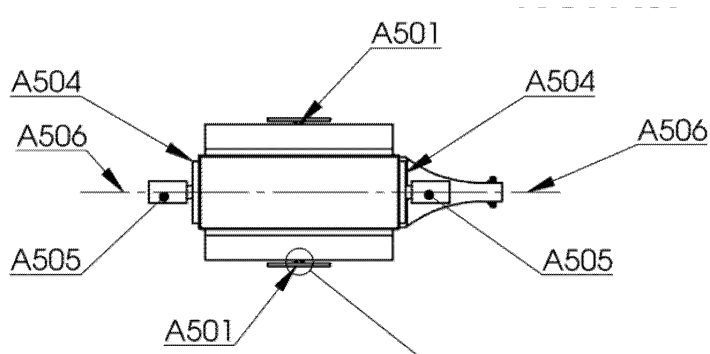
도면5e



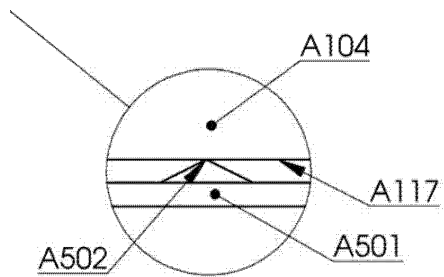
도면5f



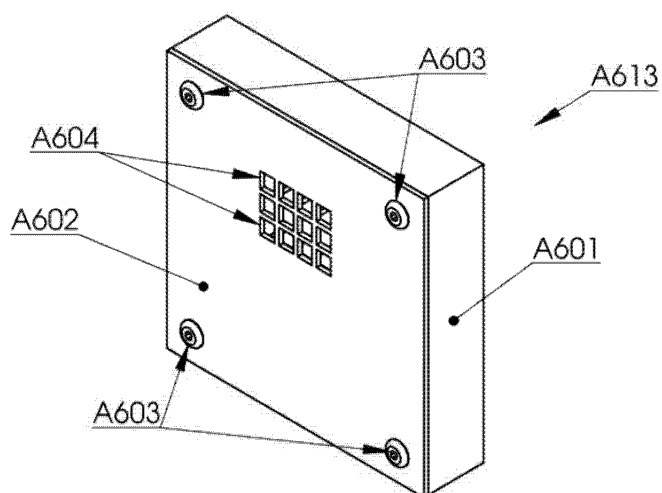
도면5g



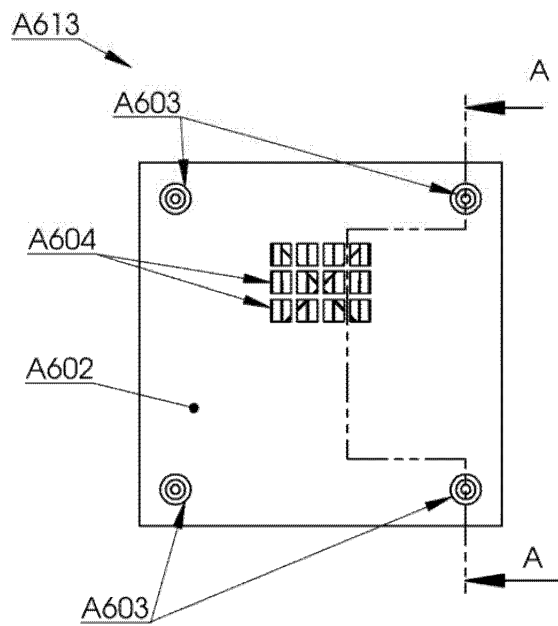
도면5h



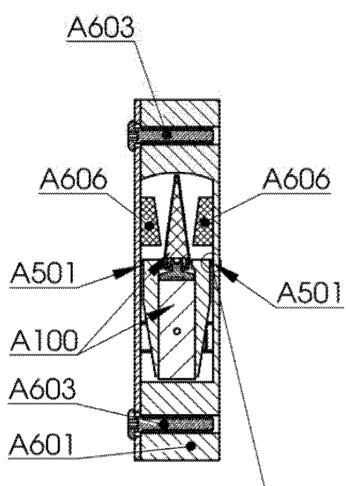
도면6a



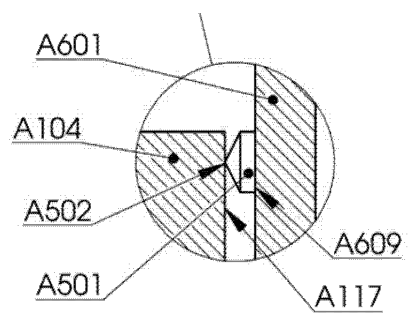
도면6b



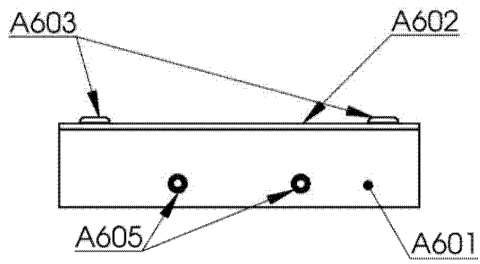
도면6c



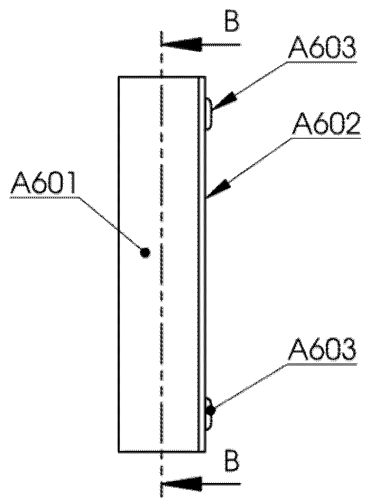
도면6d



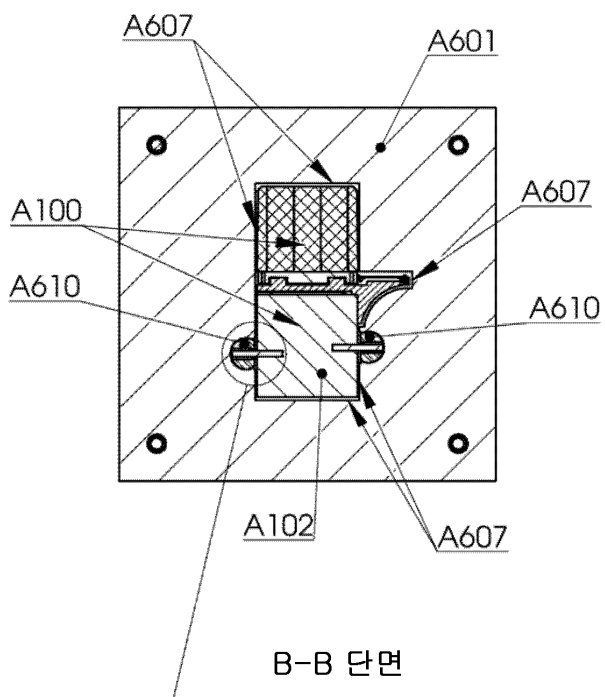
도면6e



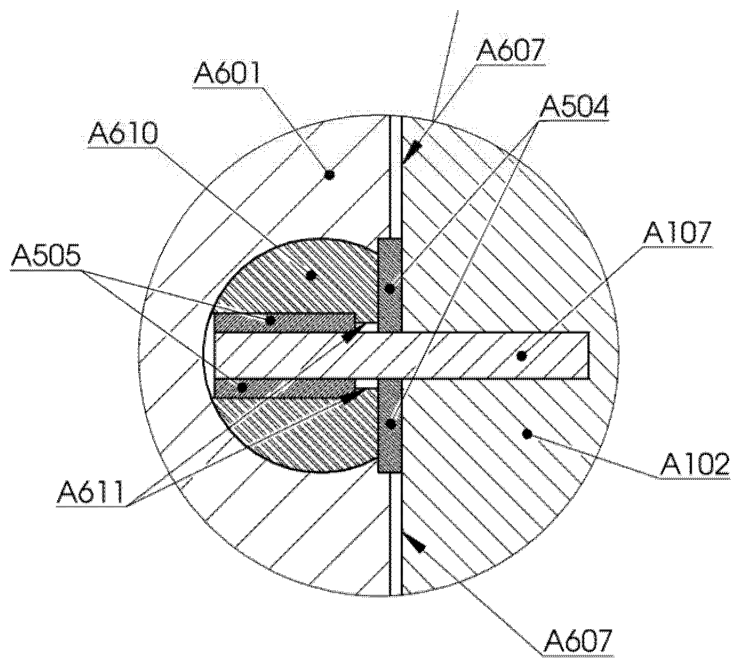
도면6f



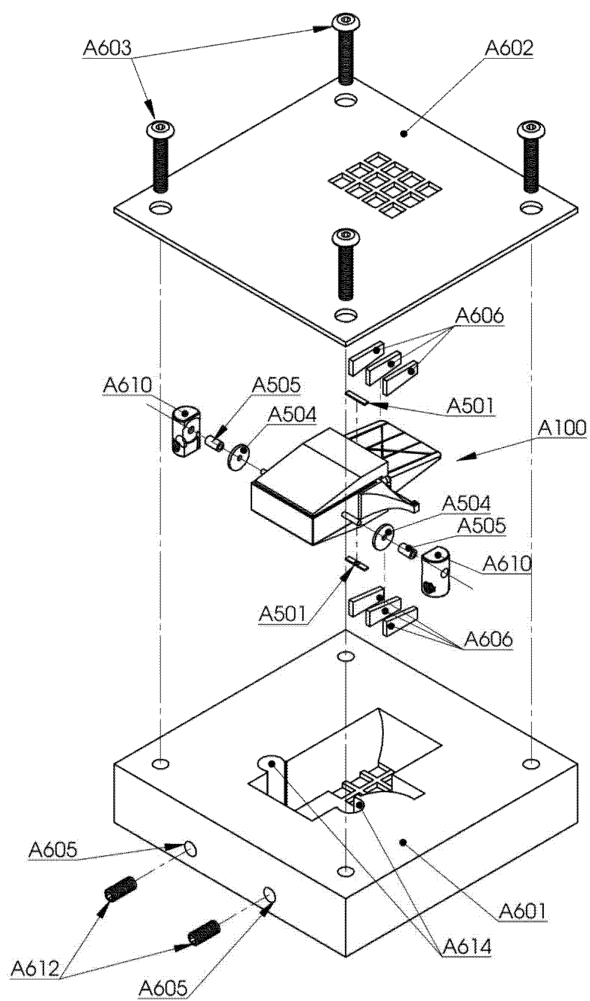
도면6g



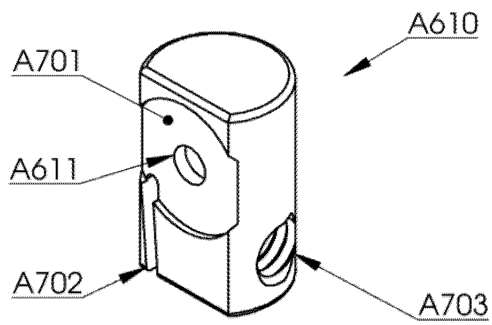
도면6h



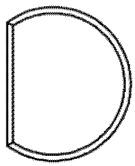
도면6i



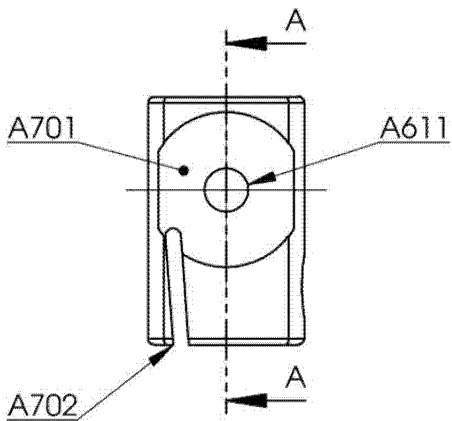
도면7a



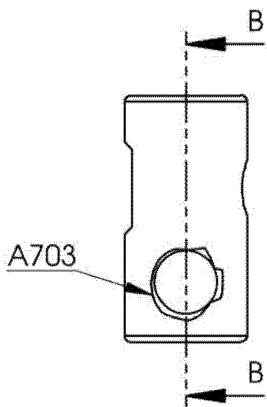
도면7b



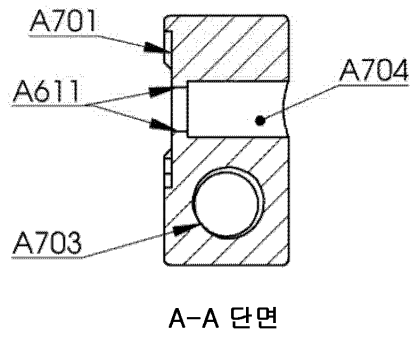
도면7c



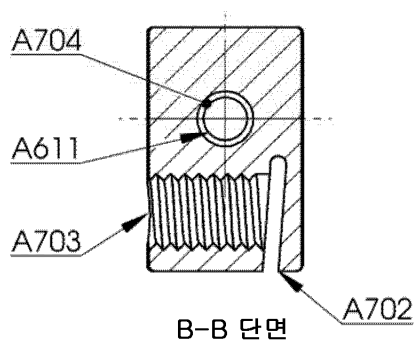
도면7d



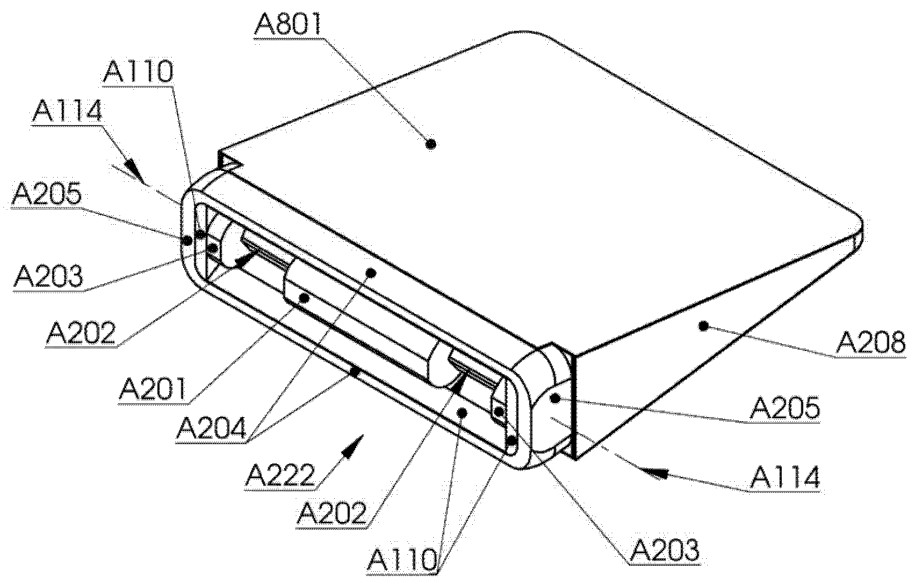
도면7e



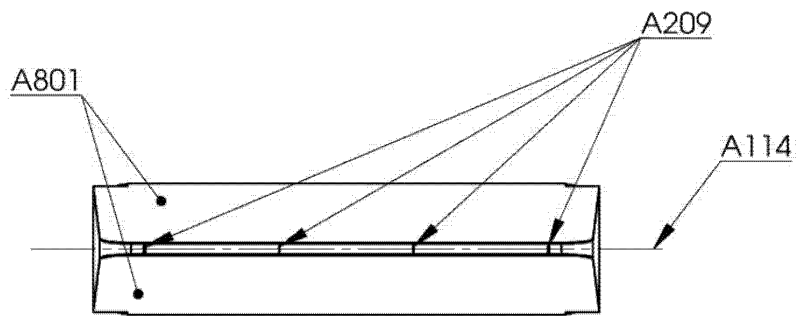
도면7f



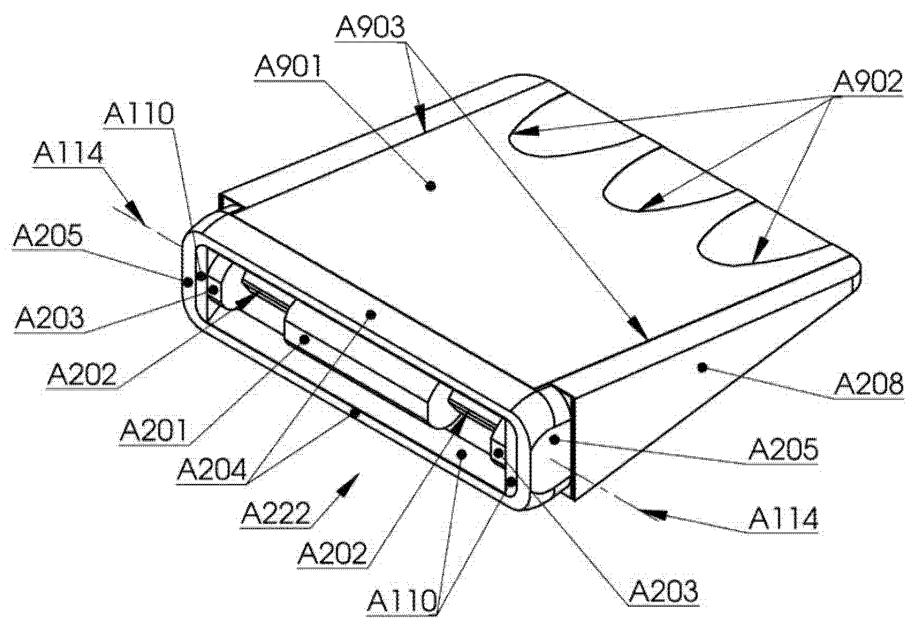
도면8a



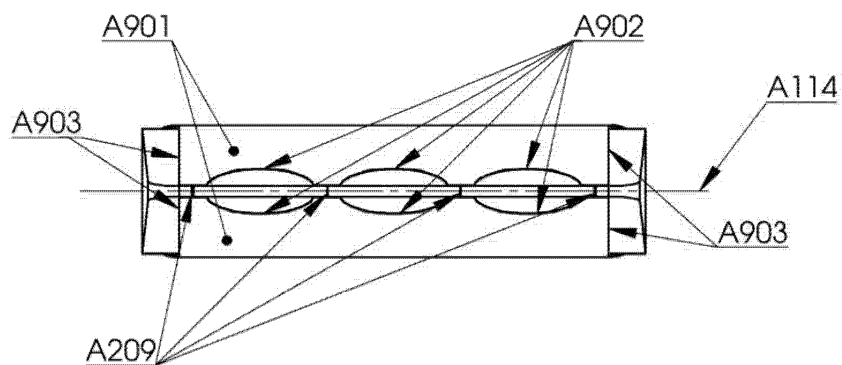
도면8b



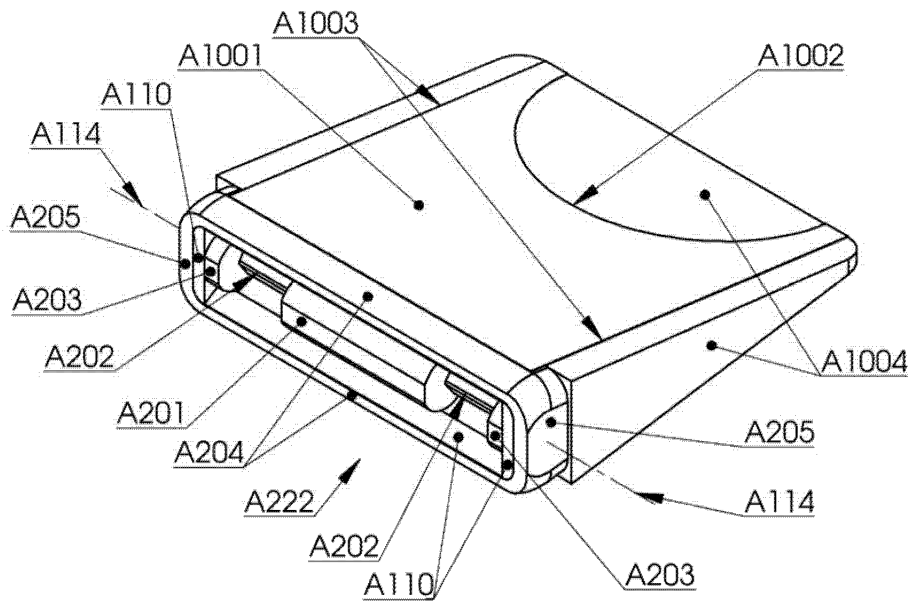
도면9a



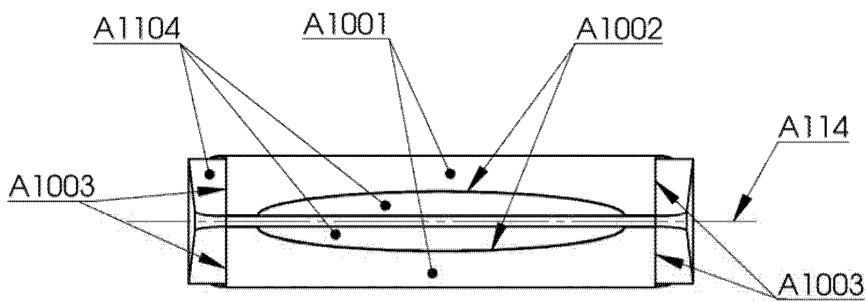
도면9b



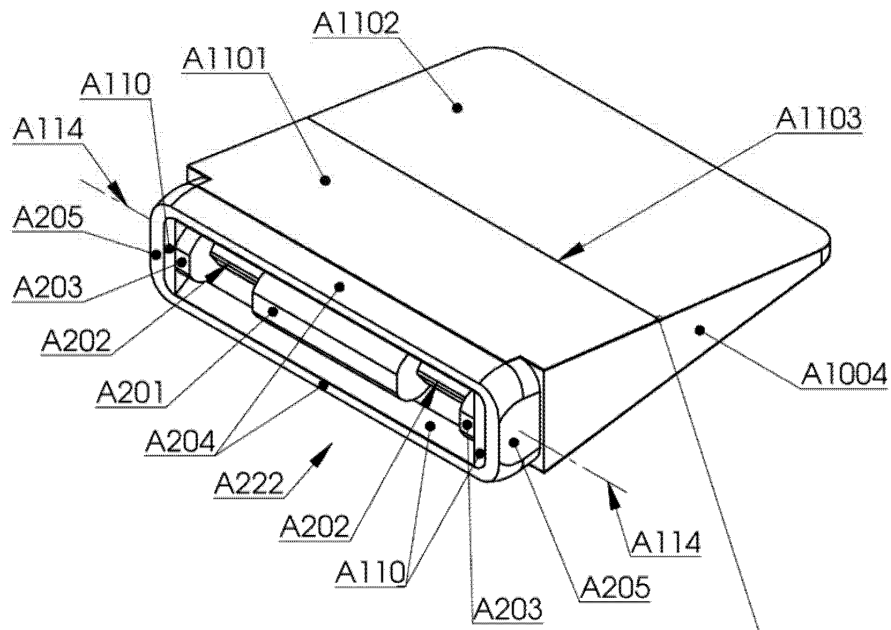
도면10a



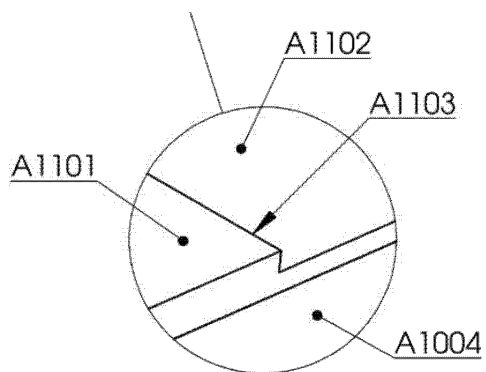
도면10b



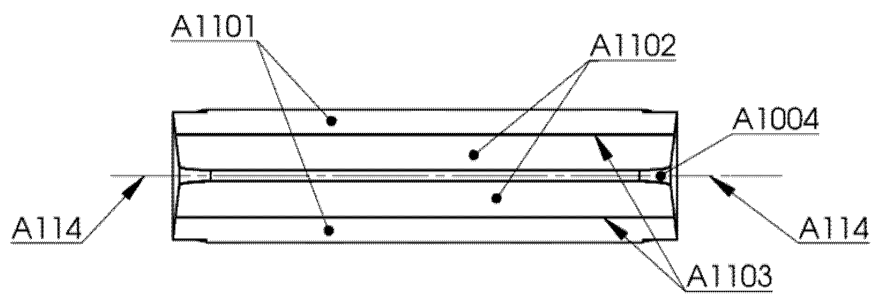
도면11a



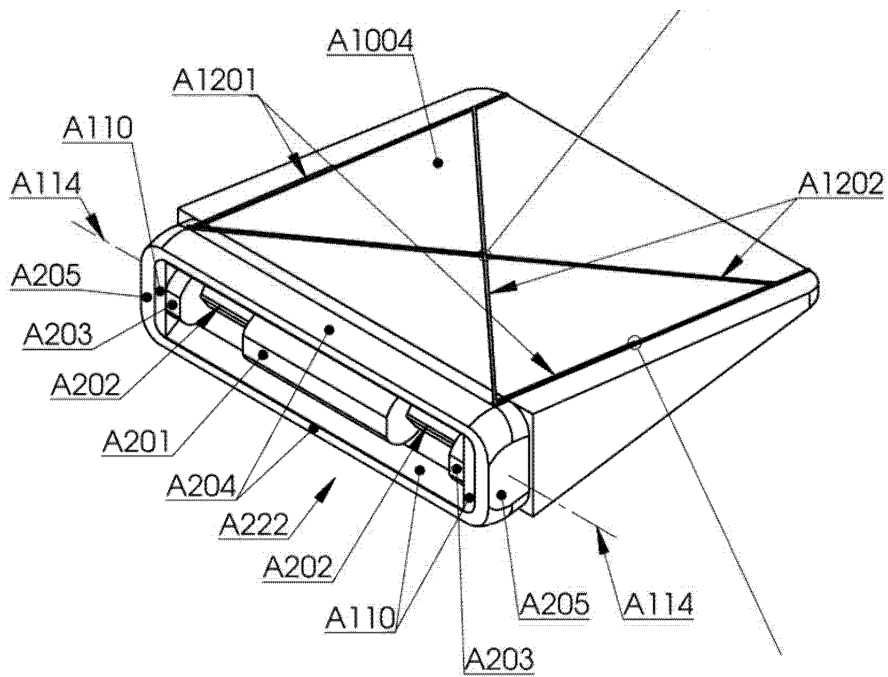
도면11b



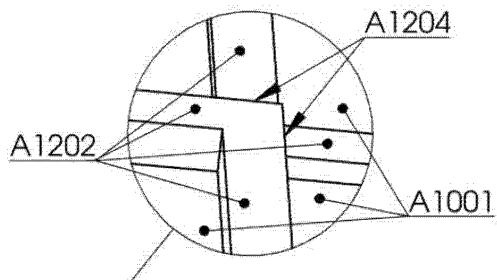
도면11c



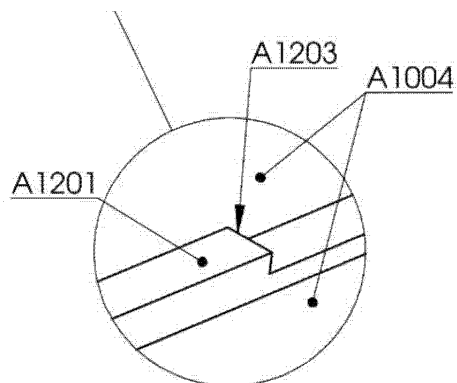
도면12a



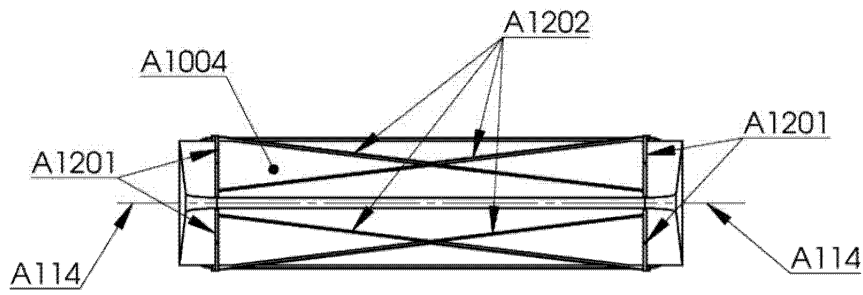
도면12b



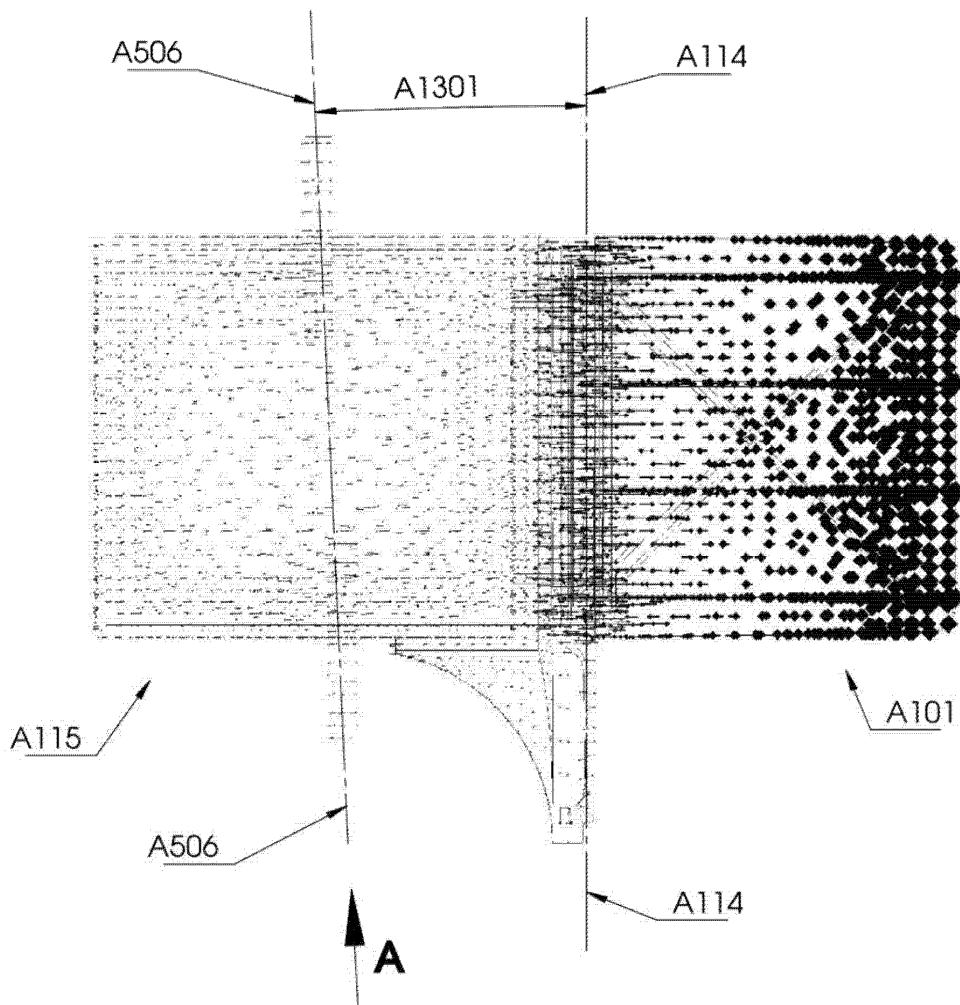
도면12c



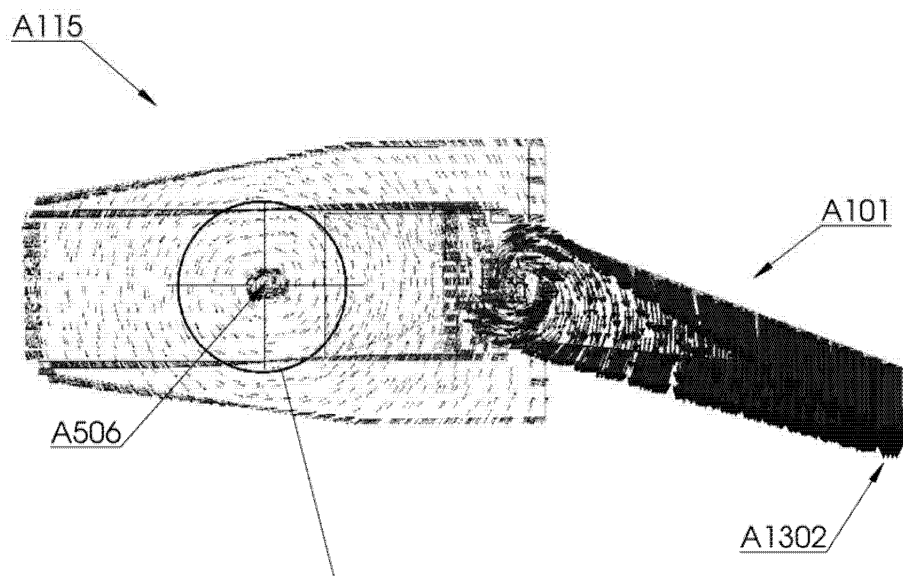
도면12d



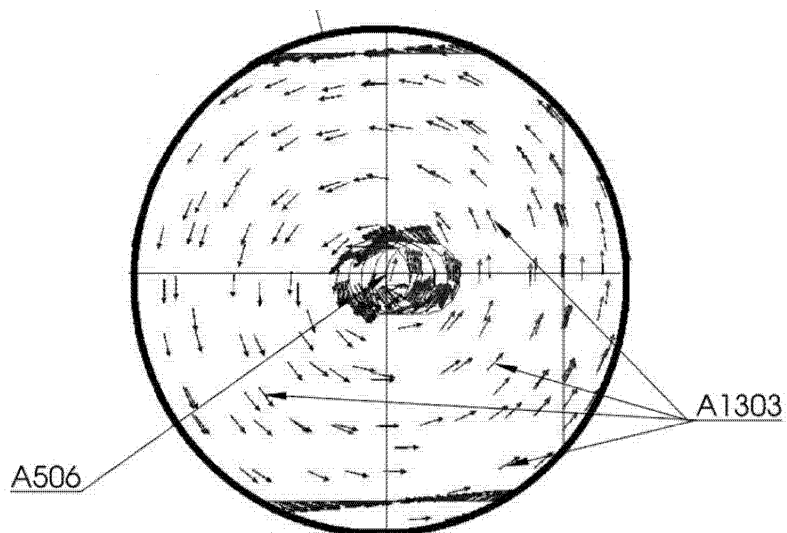
도면13a



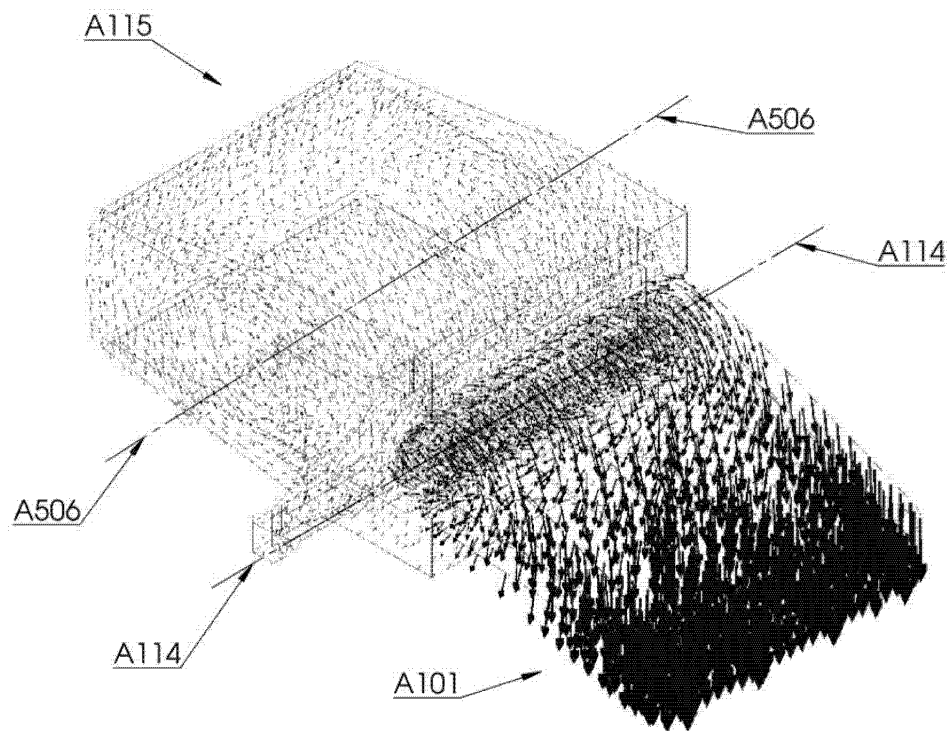
도면13b



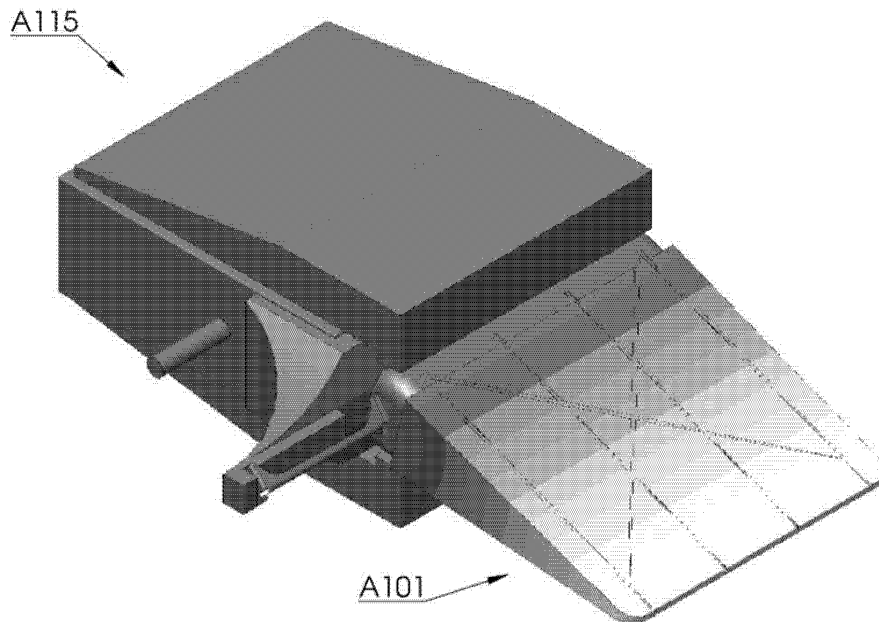
도면13c



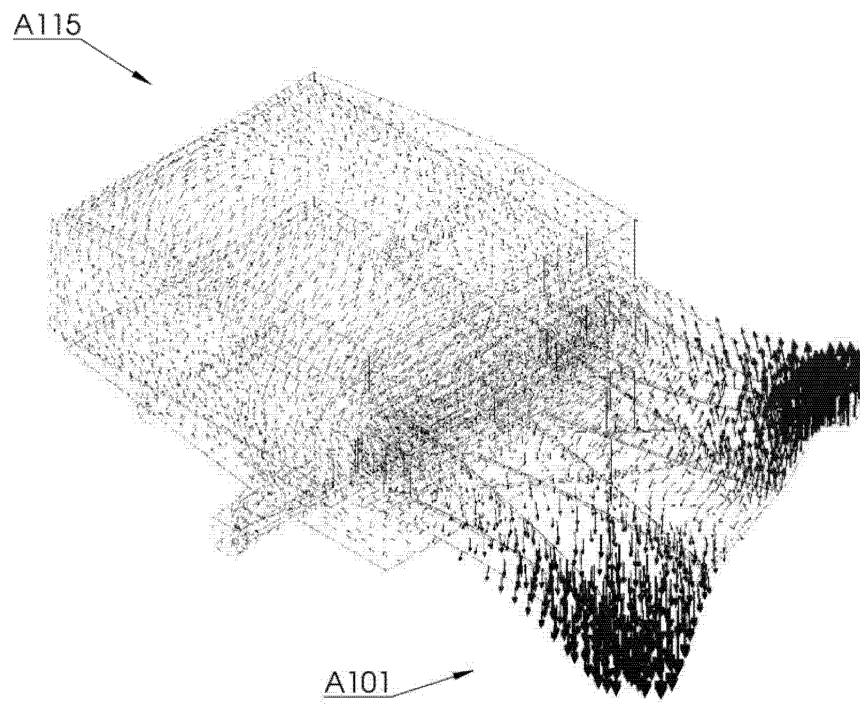
도면13d



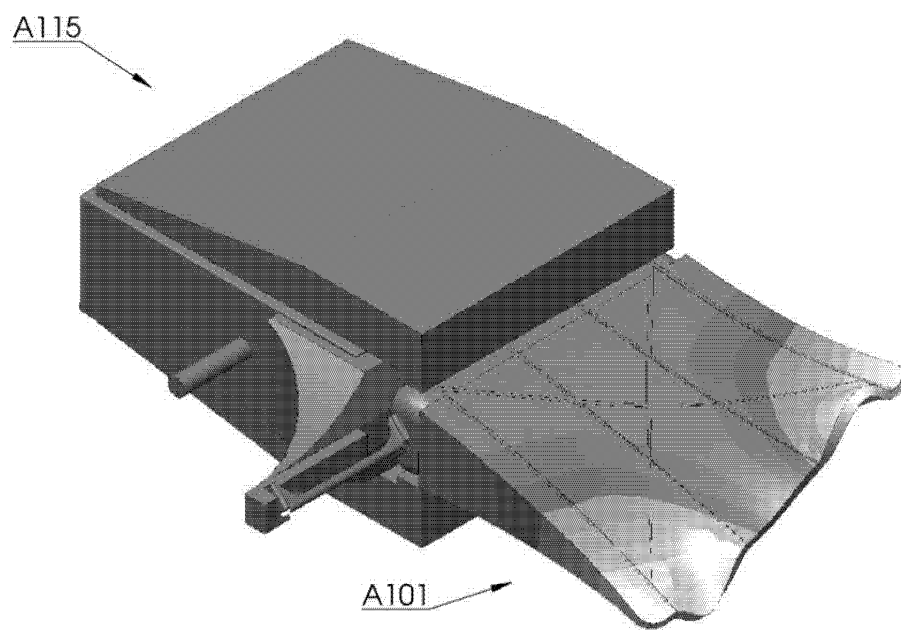
도면13e



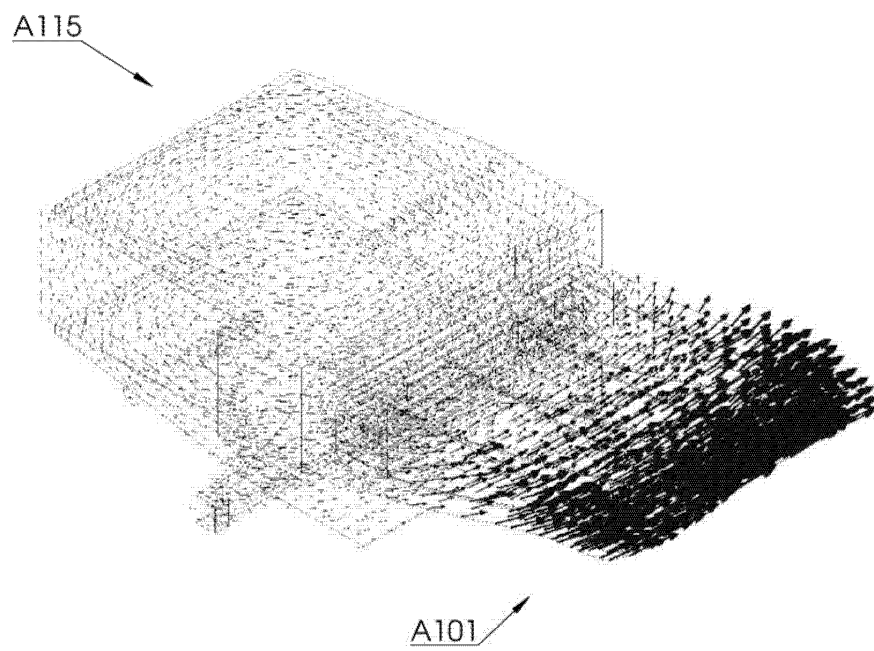
도면13f



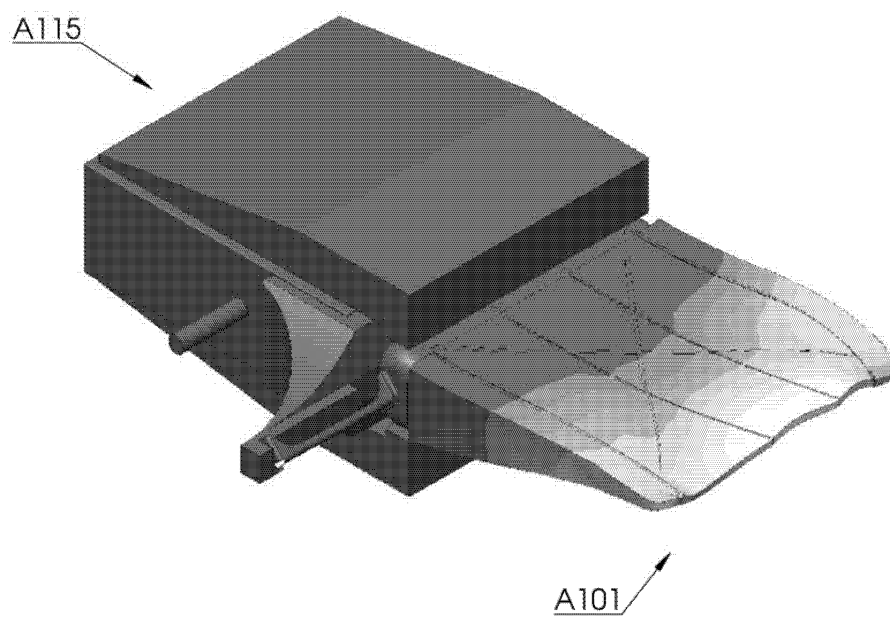
도면13g



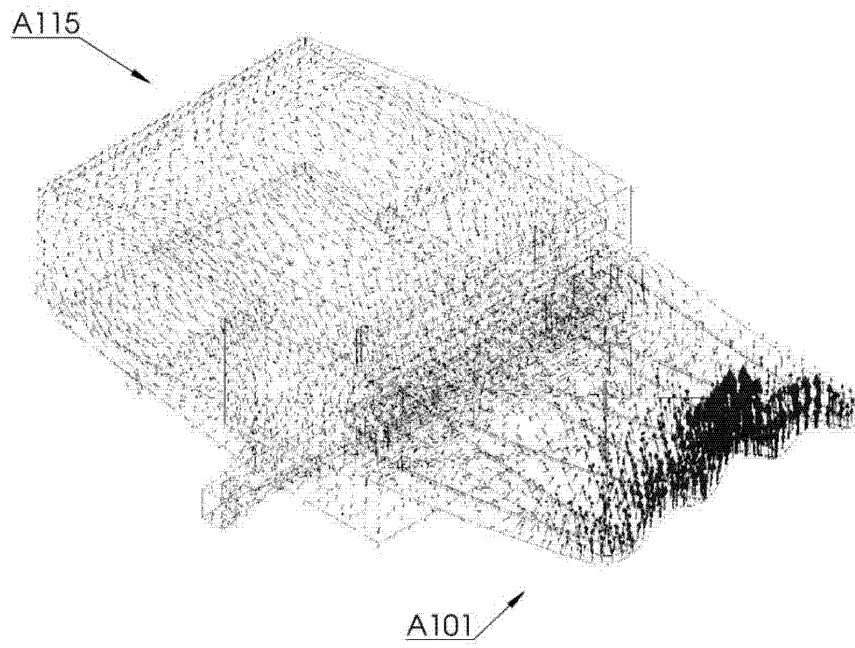
도면13h



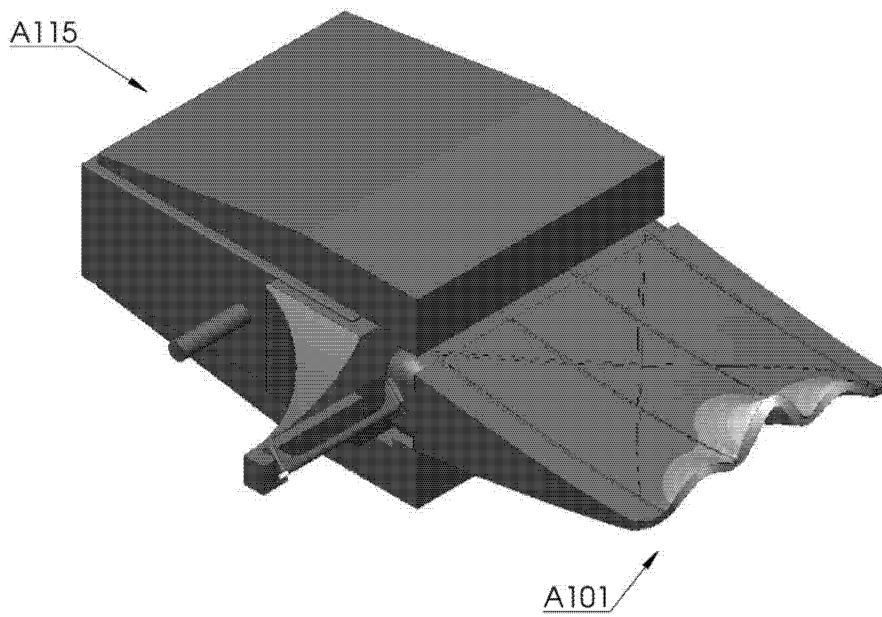
도면13i



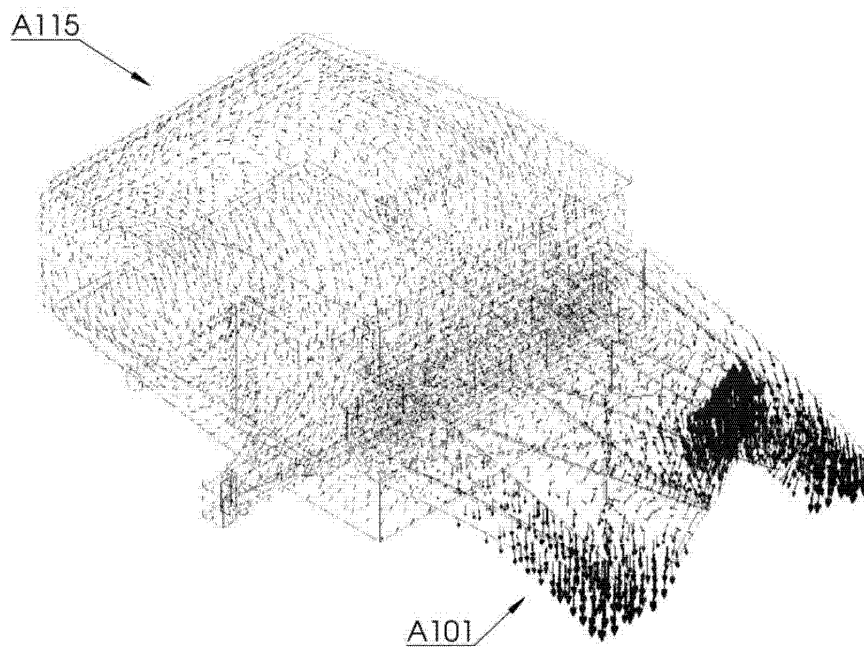
도면13j



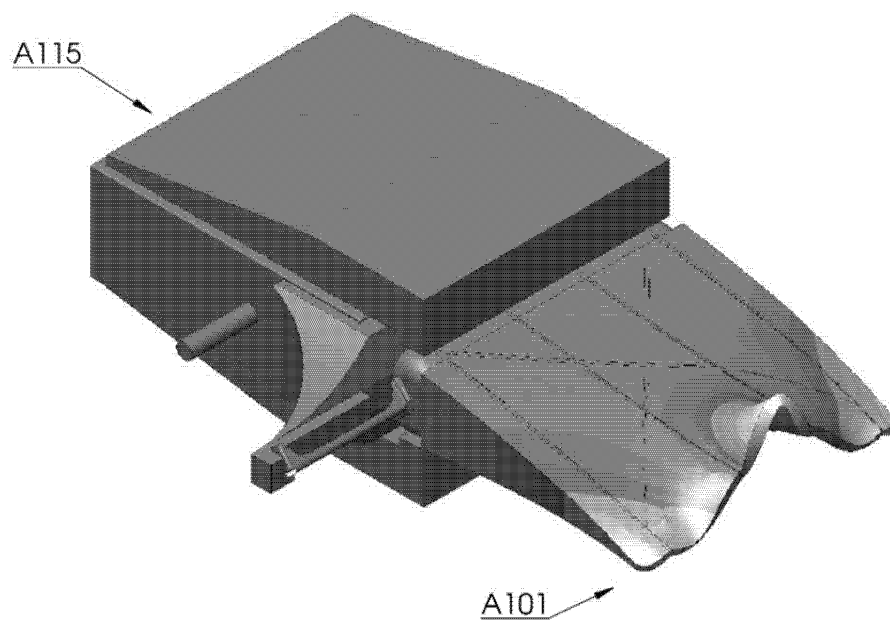
도면13k



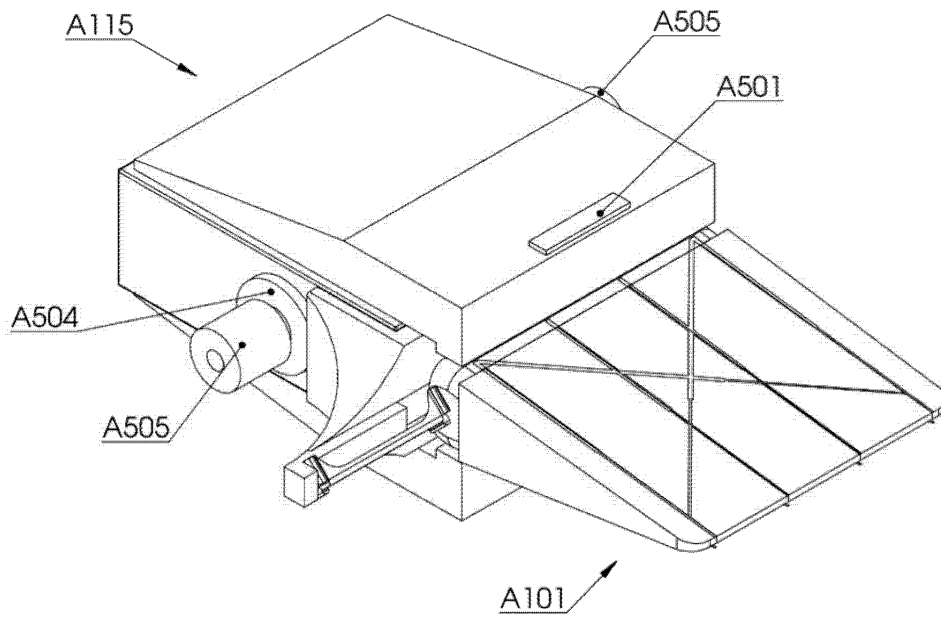
도면13l



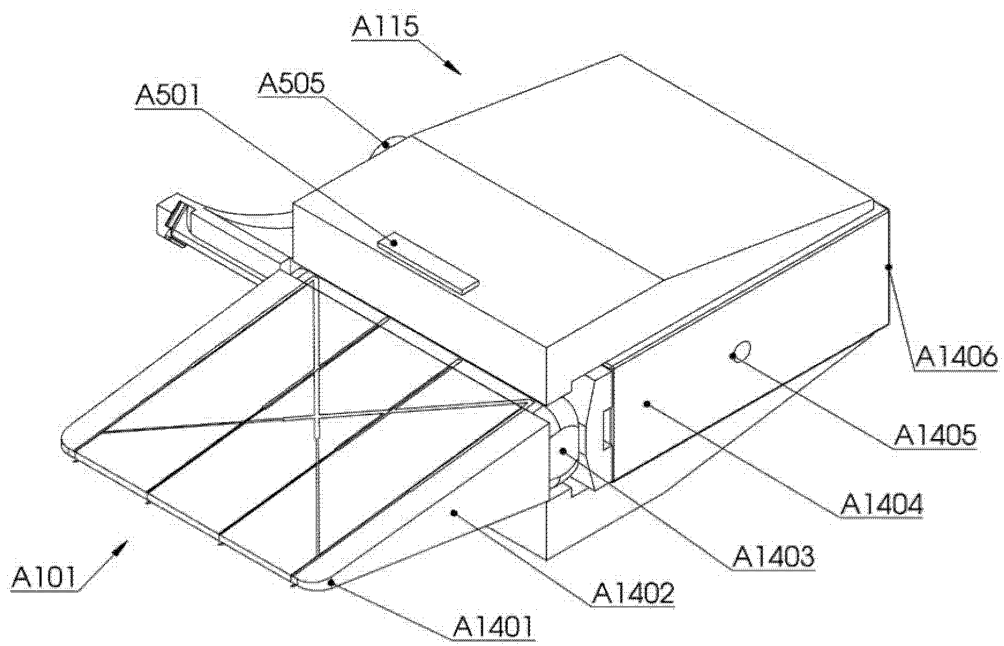
도면13m



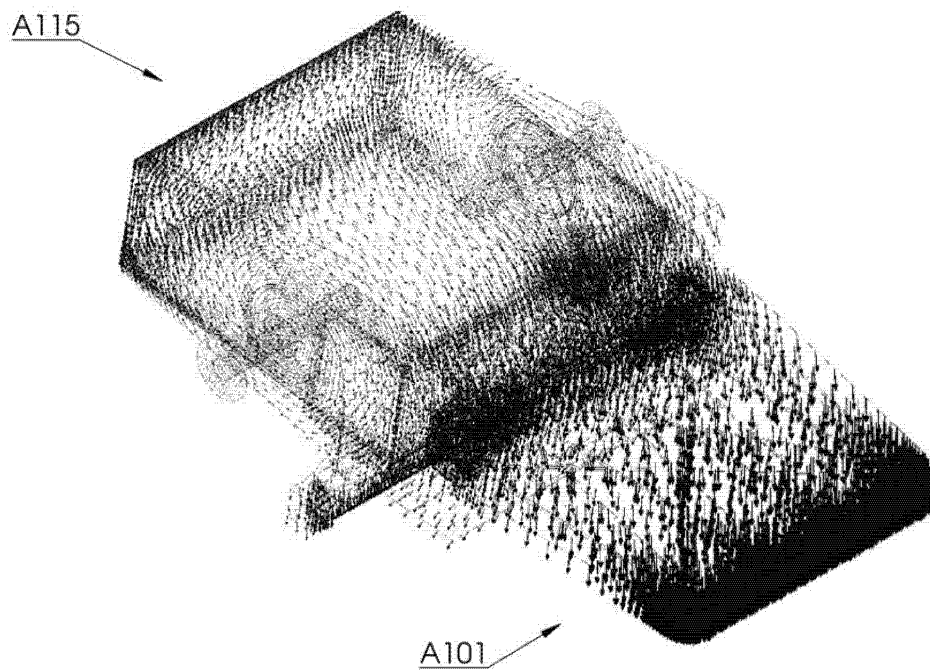
도면14a



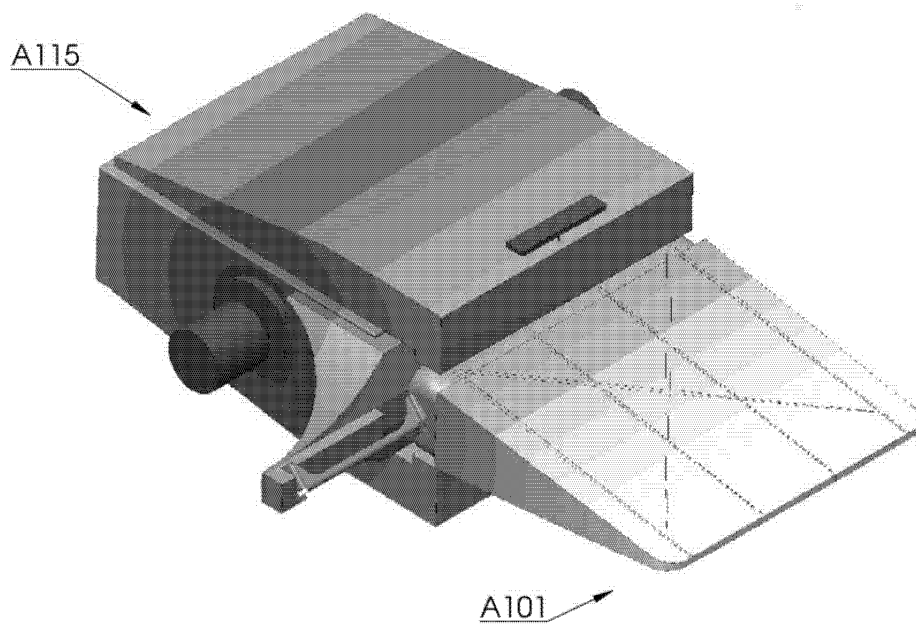
도면14b



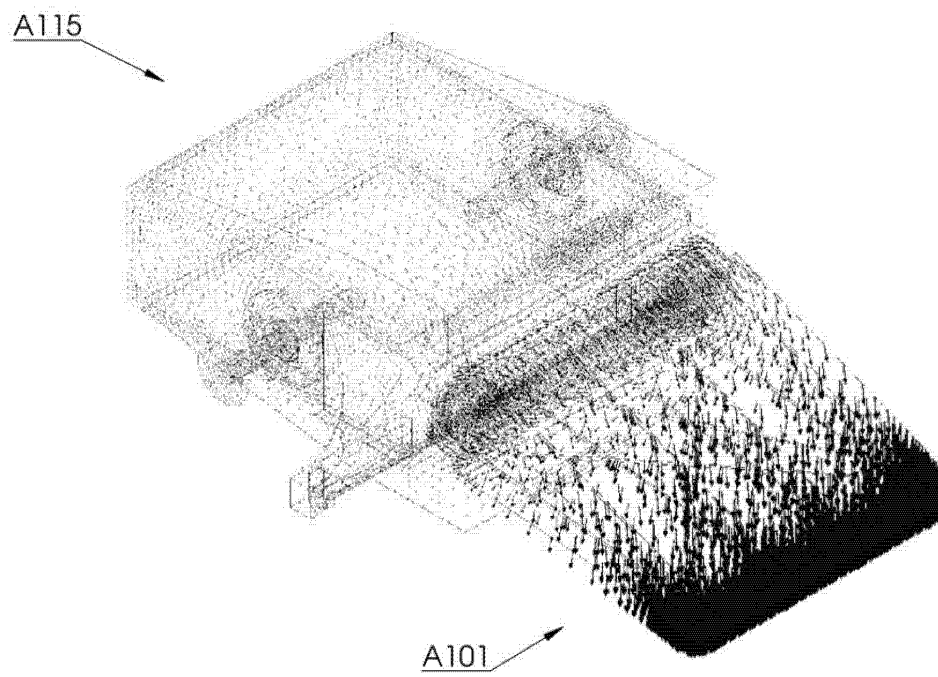
도면14c



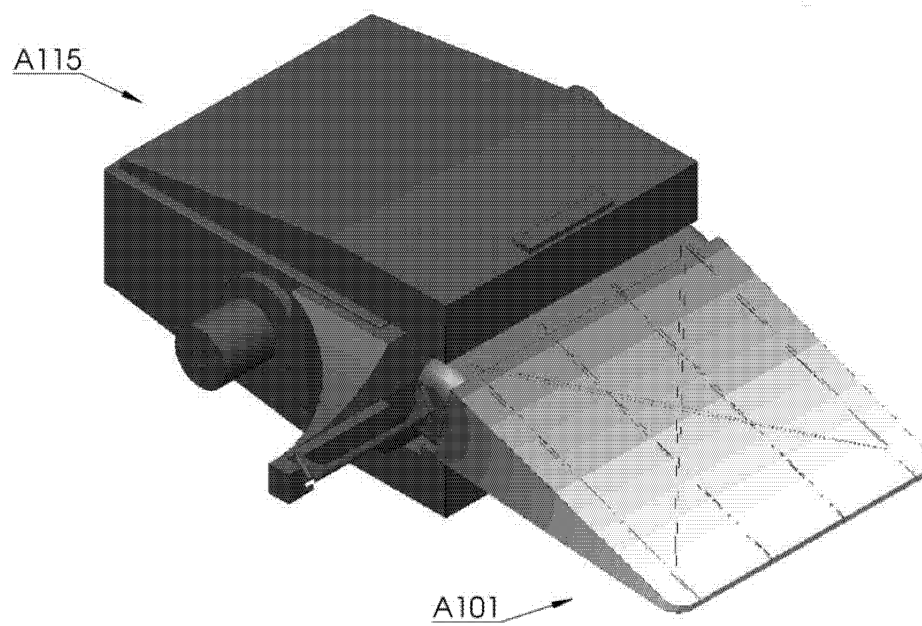
도면14d



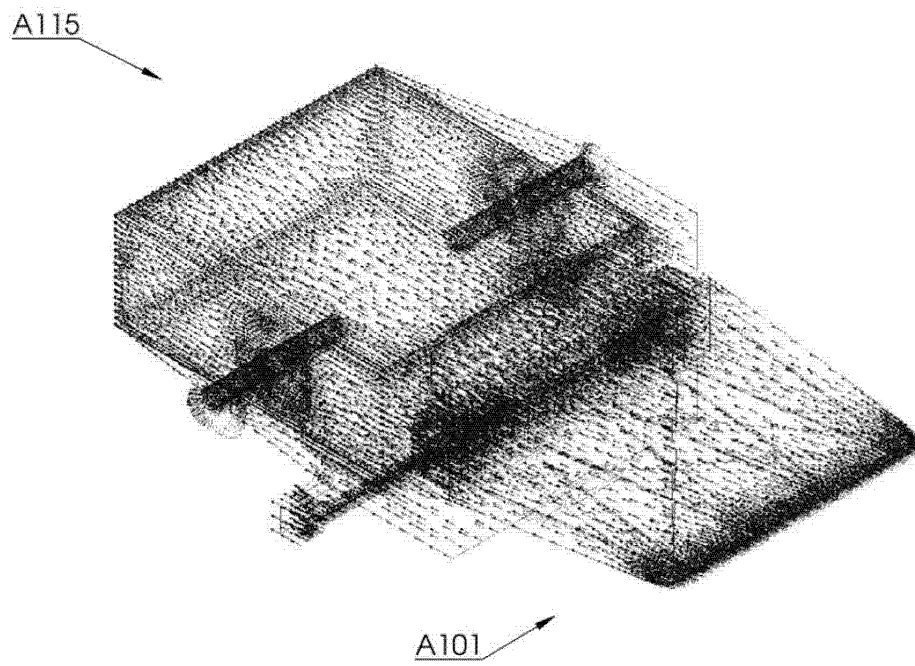
도면14e



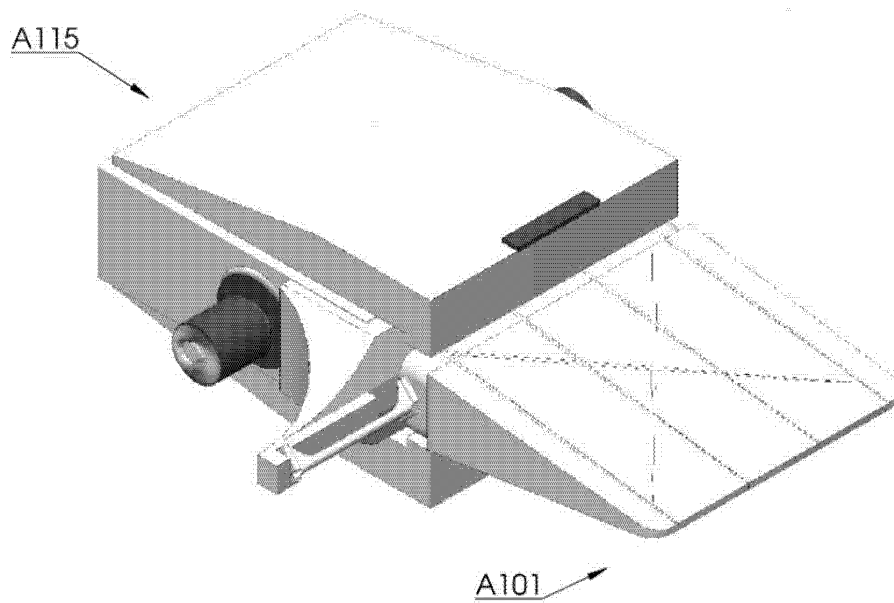
도면14f



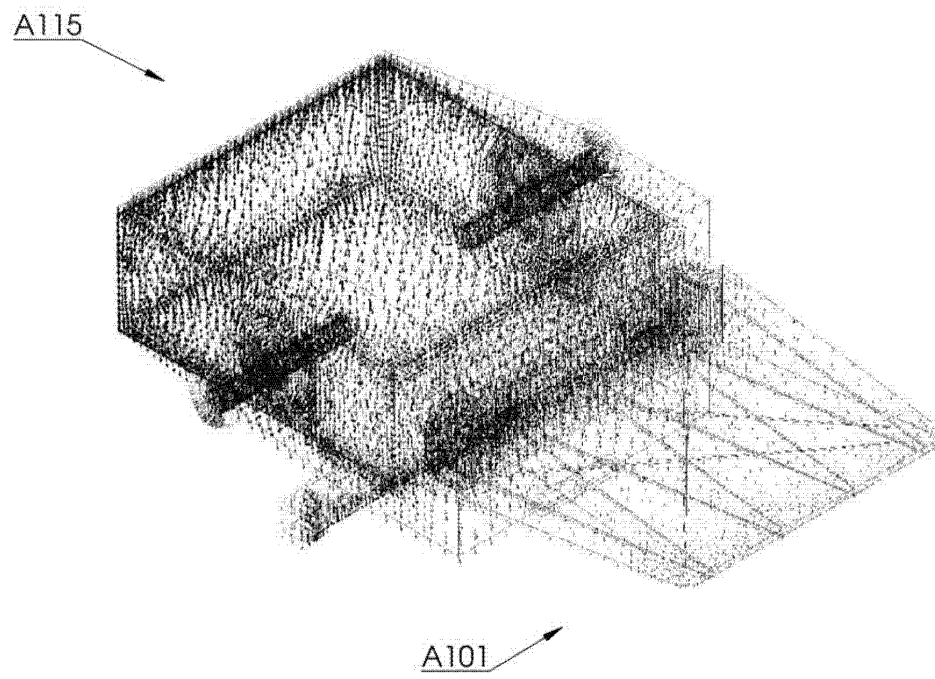
도면14g



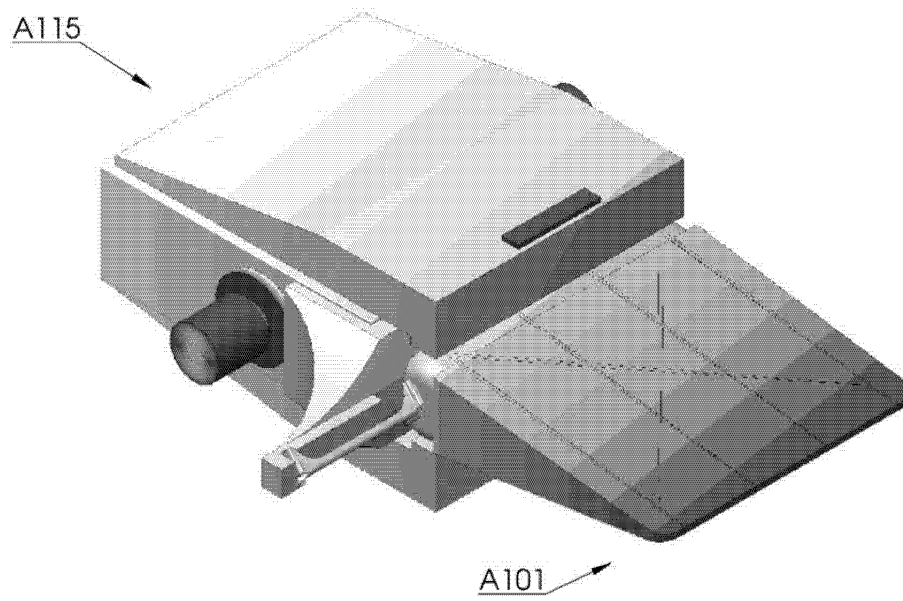
도면14h



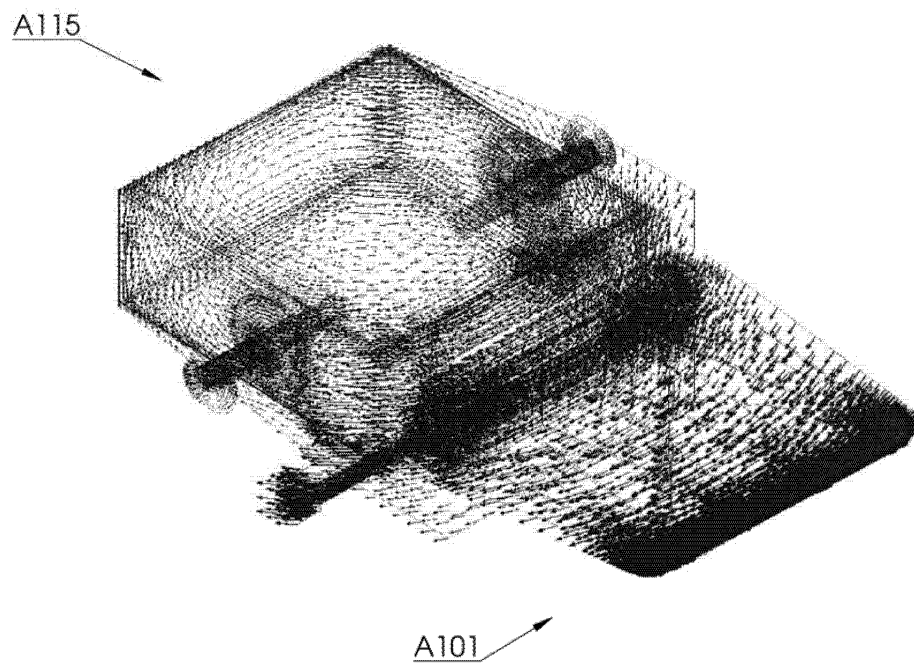
도면14i



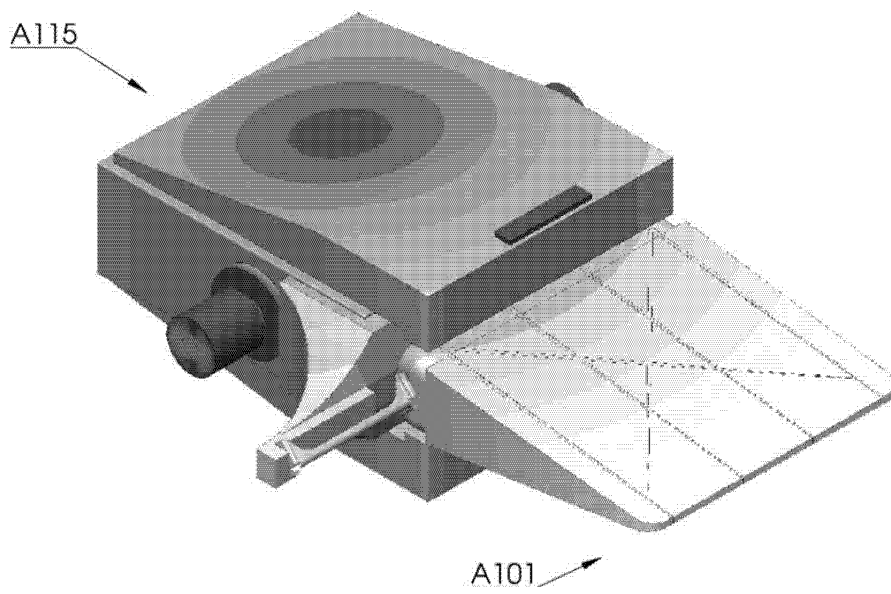
도면14j



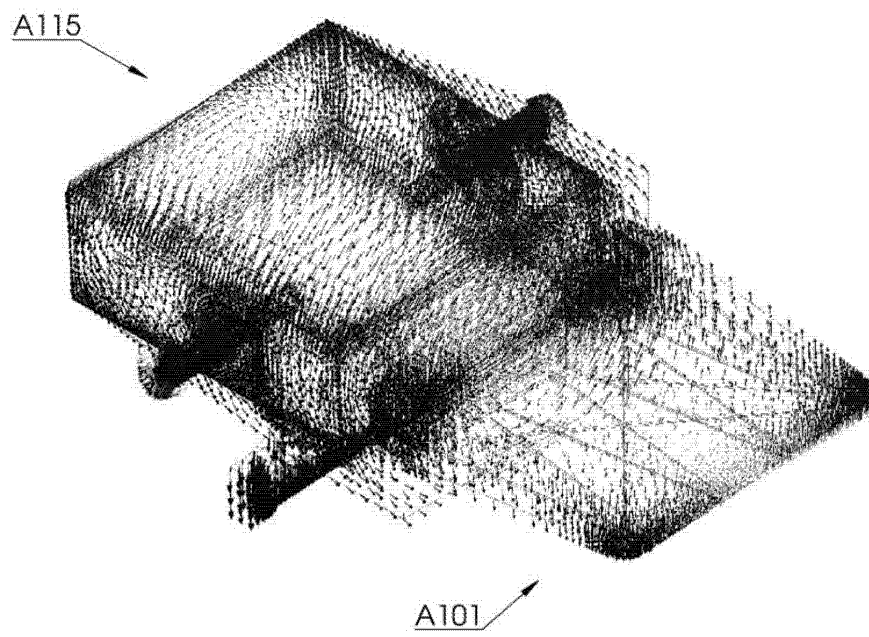
도면14k



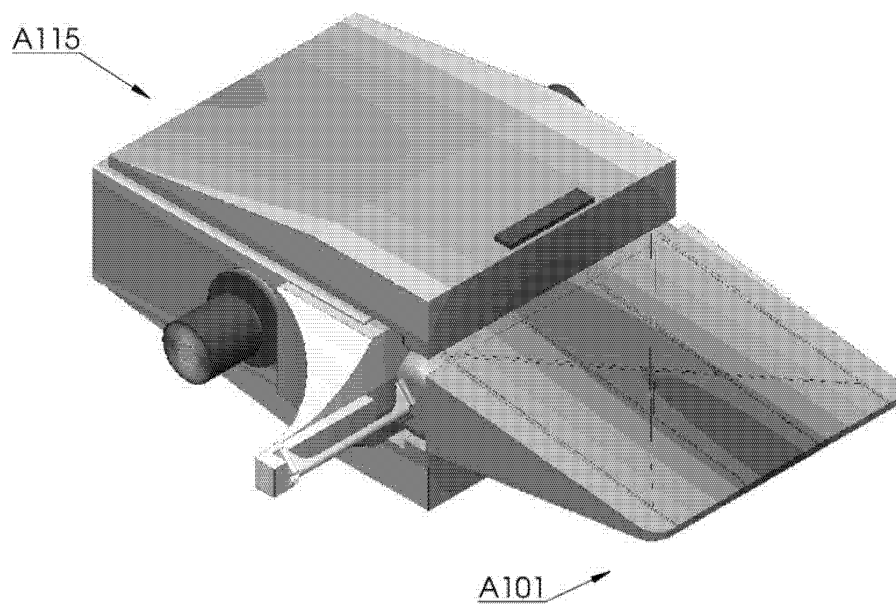
도면14l



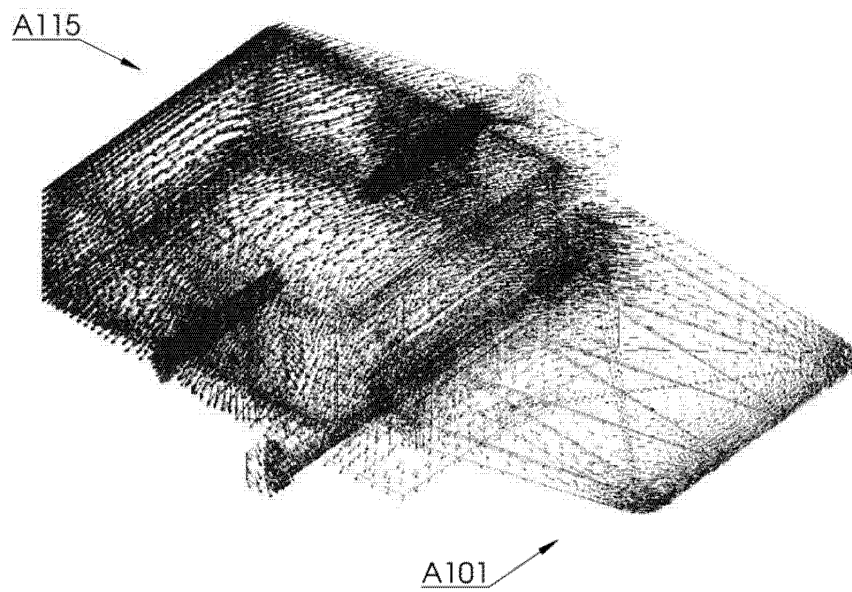
도면14m



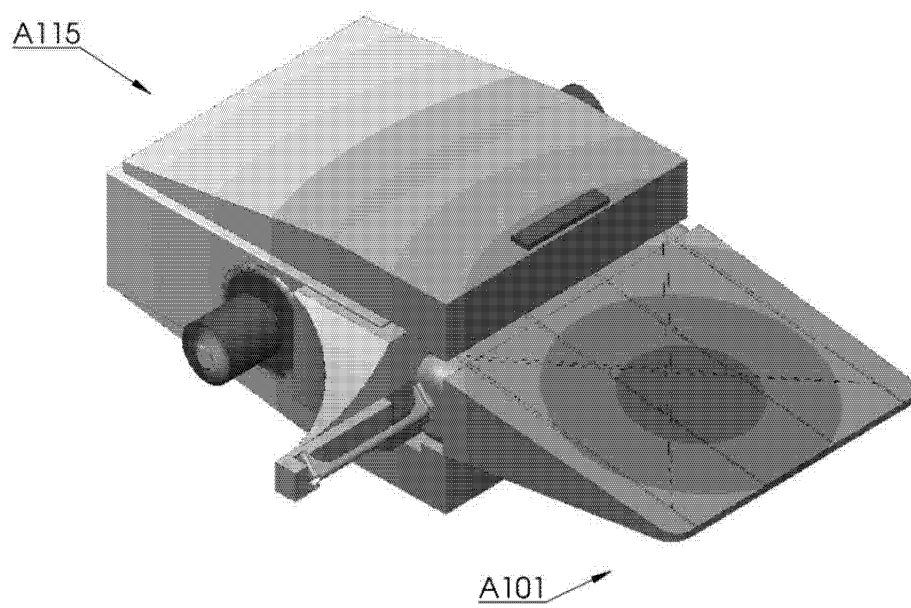
도면14n



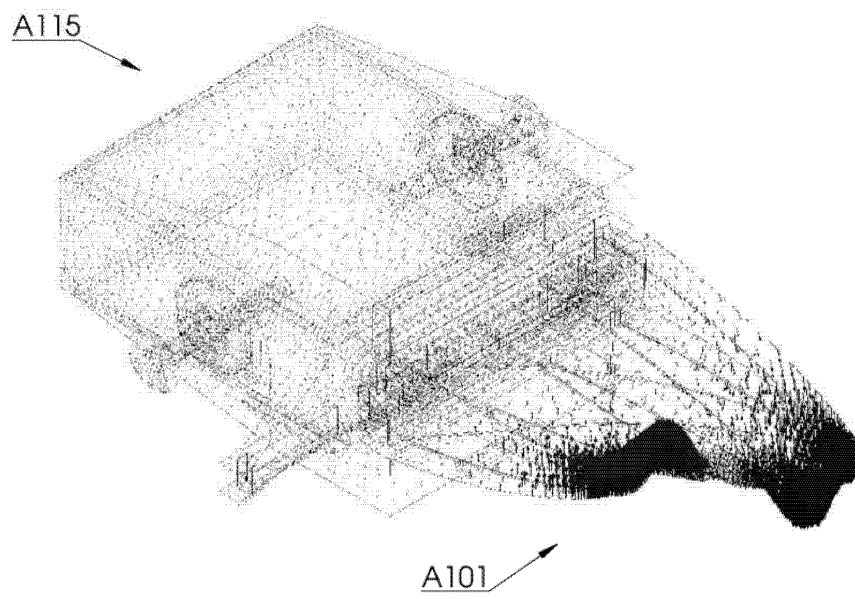
도면14o



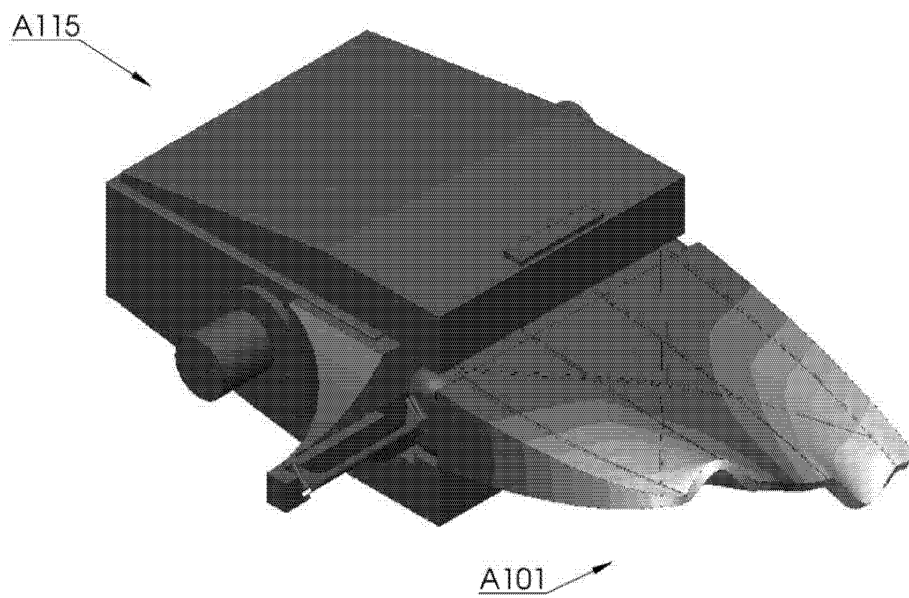
도면14p



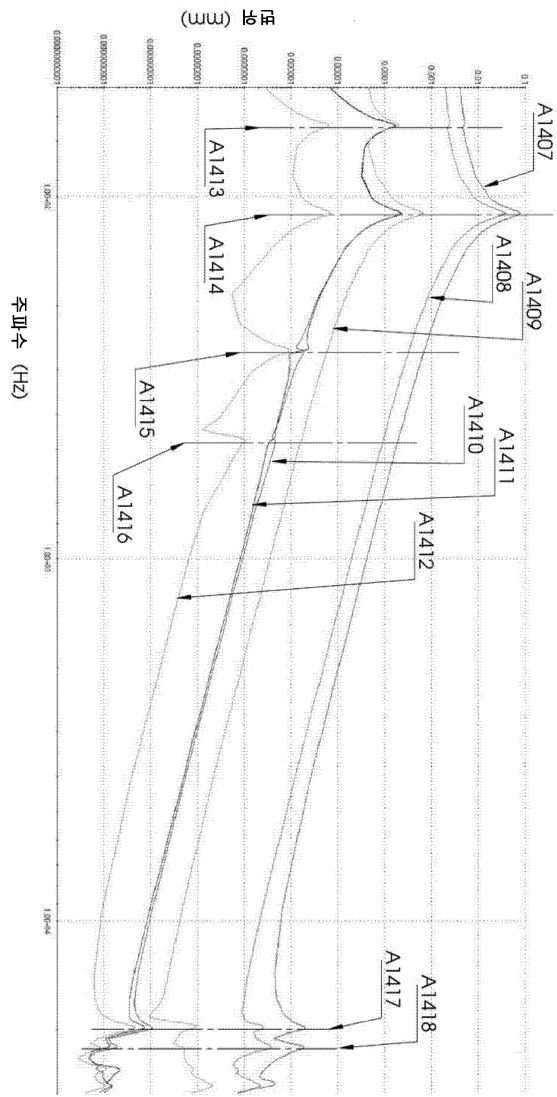
도면14q



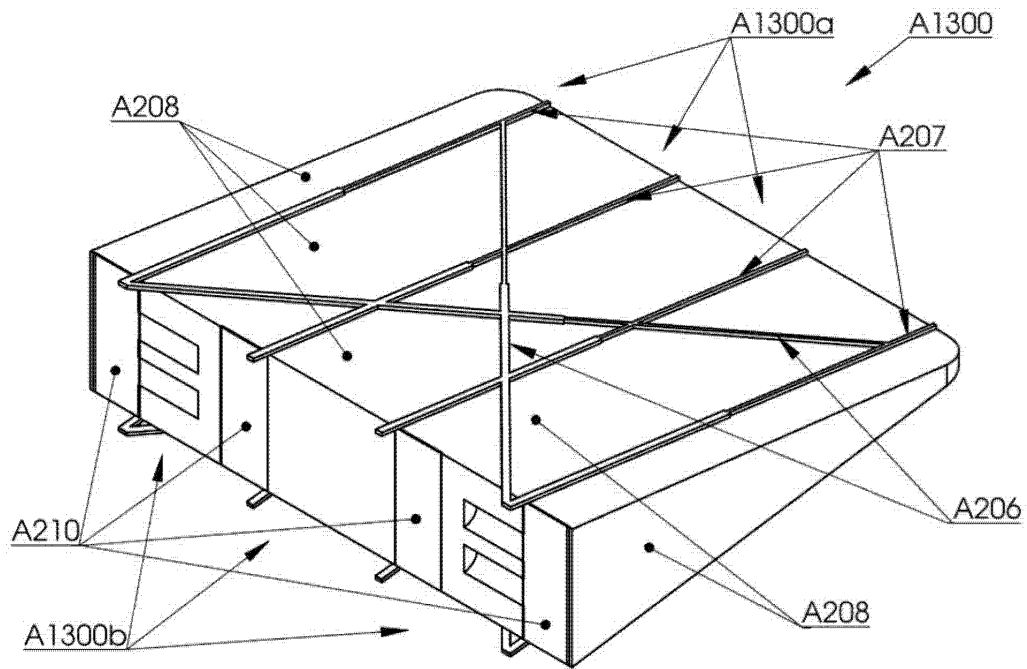
도면14r



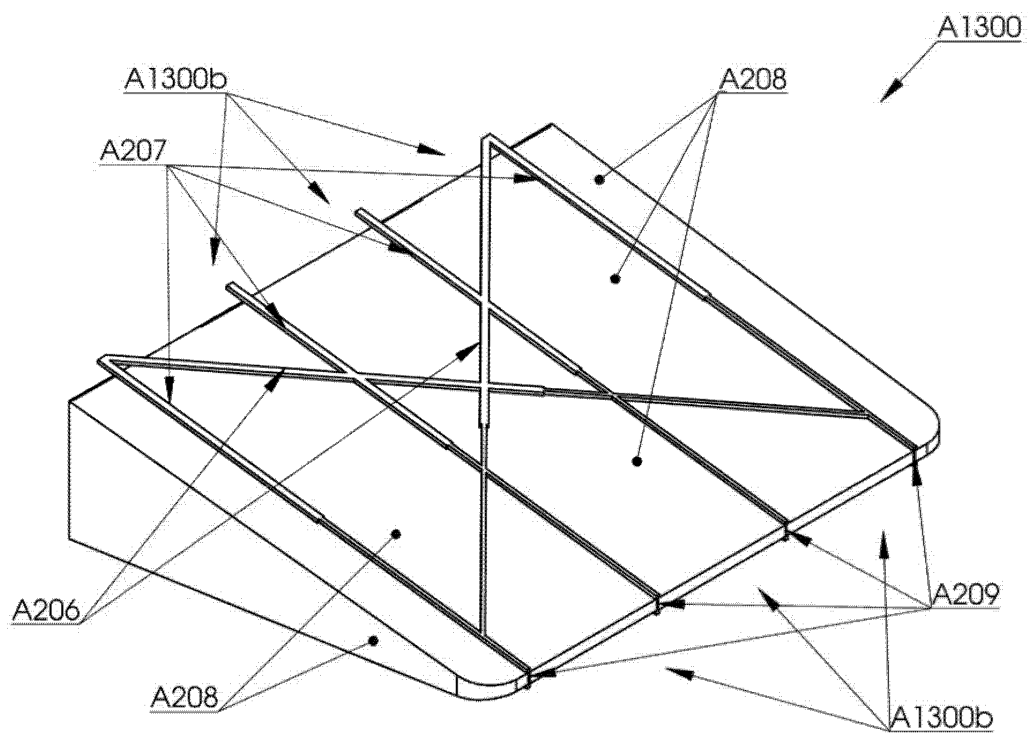
도면14s



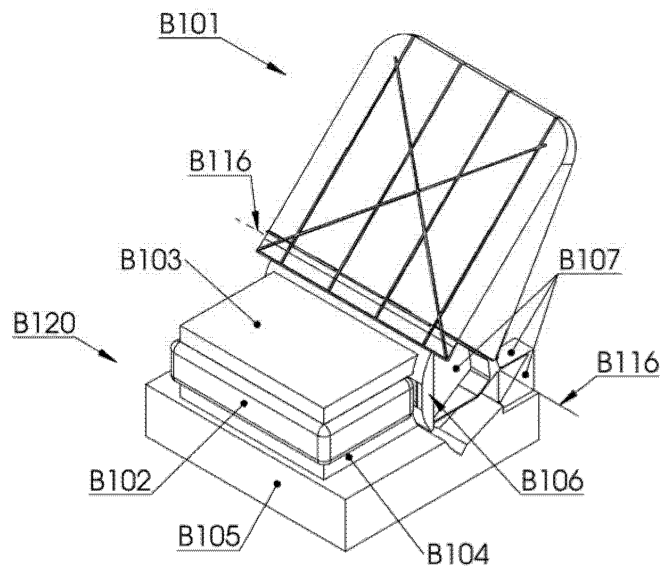
도면15a



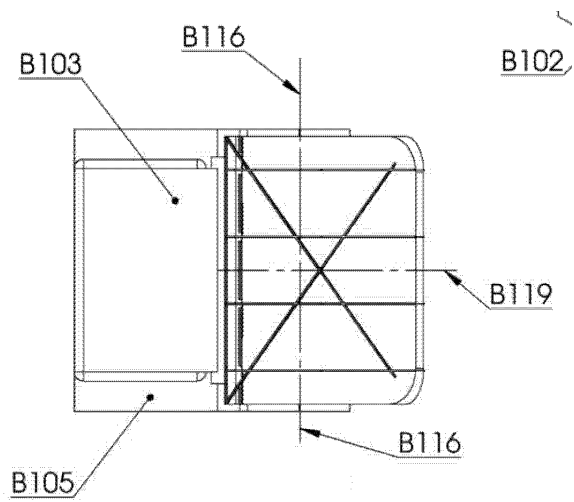
도면15b



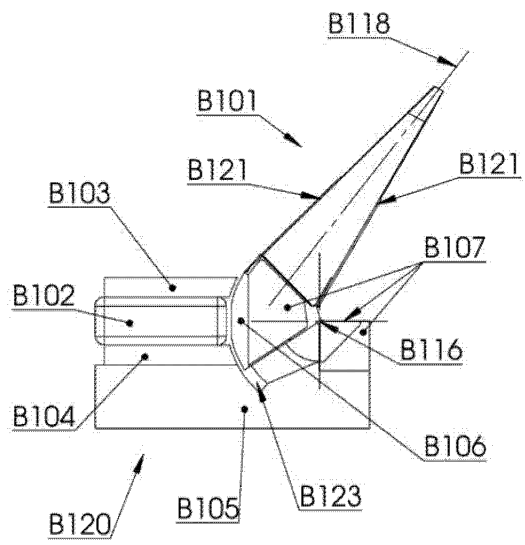
도면16a



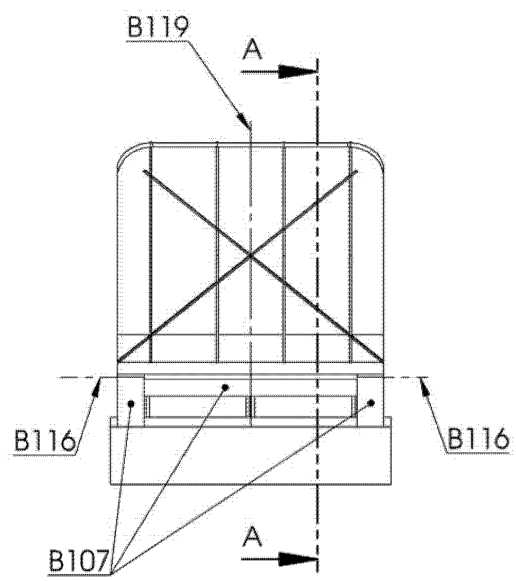
도면16b



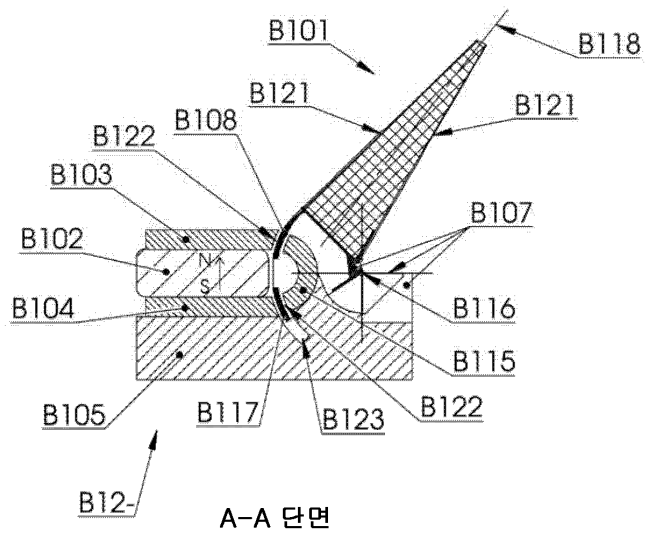
도면16c



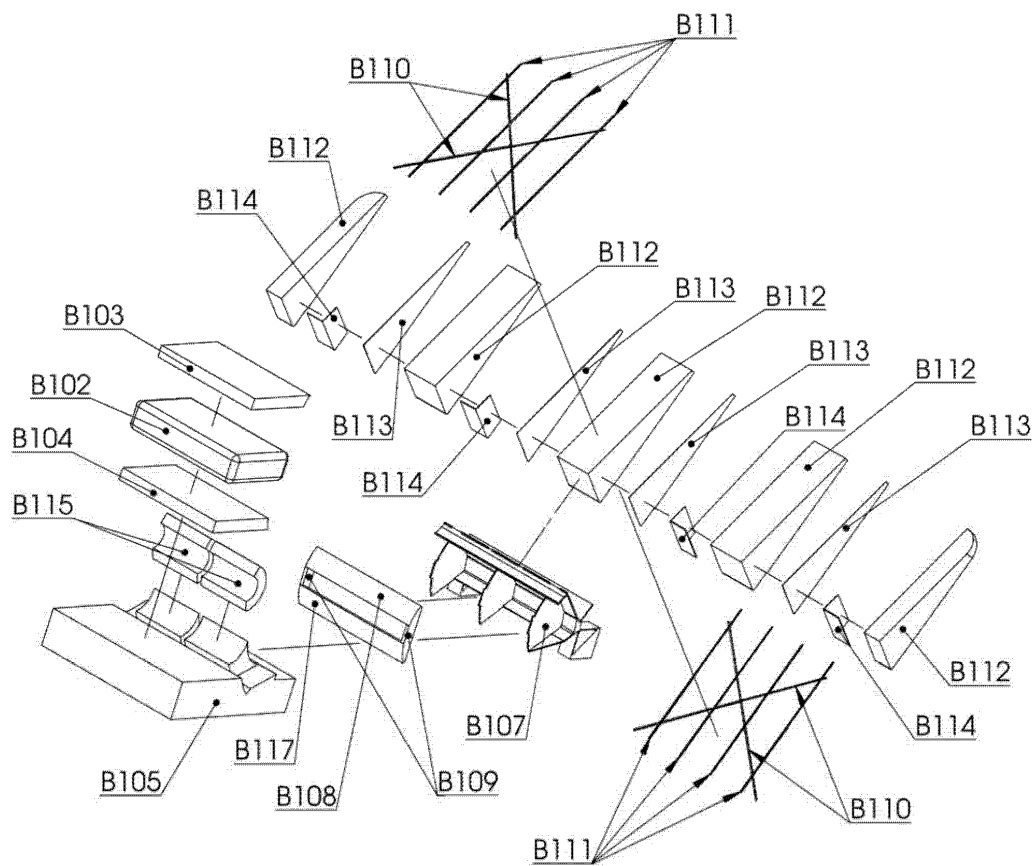
도면16d



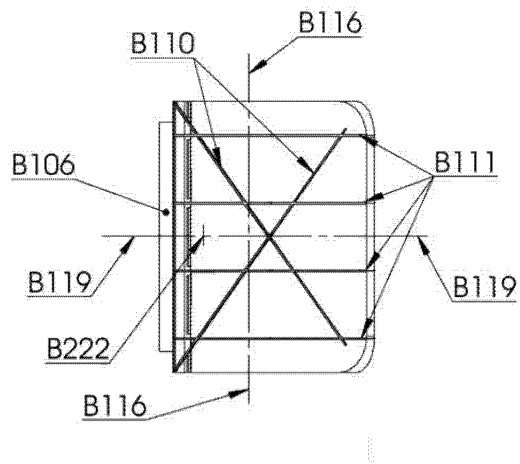
도면16e



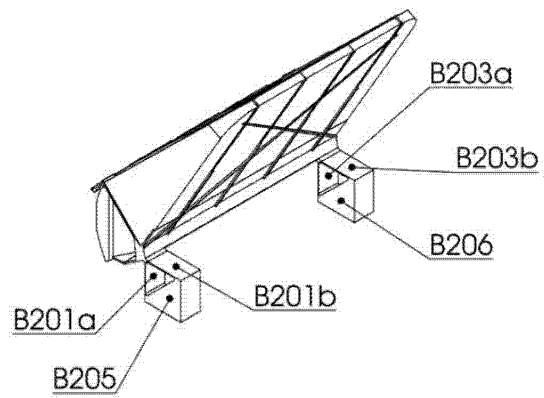
도면16f



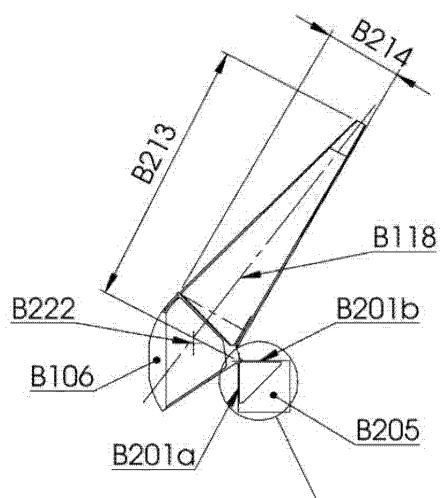
도면17a



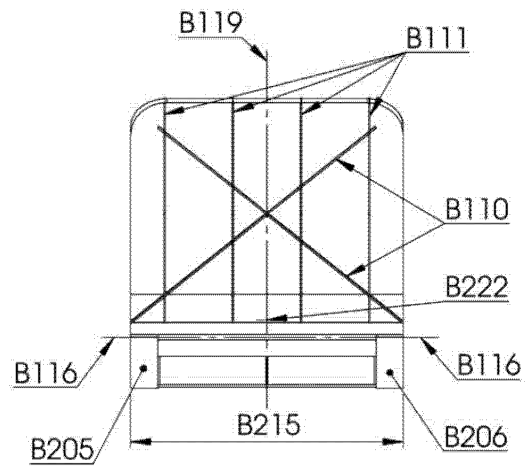
도면17b



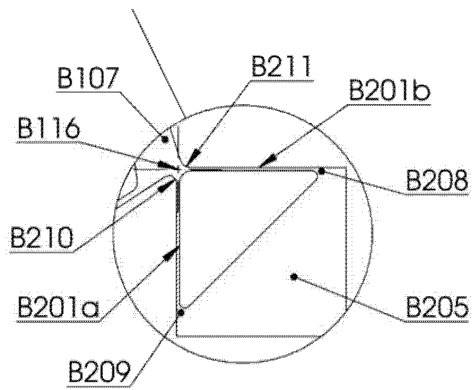
도면17c



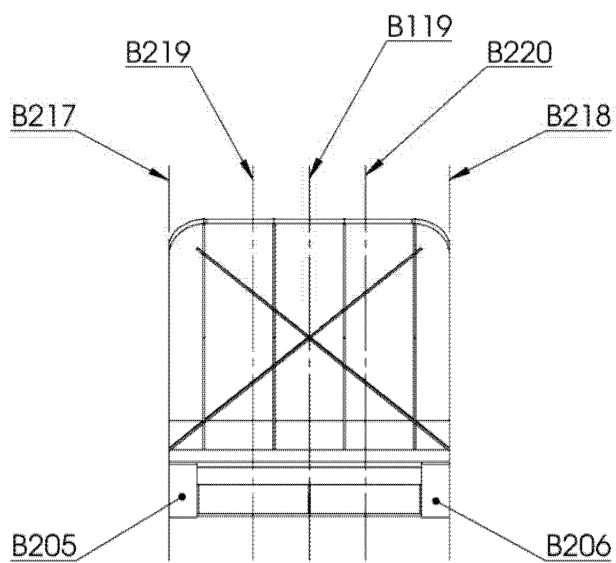
도면17d



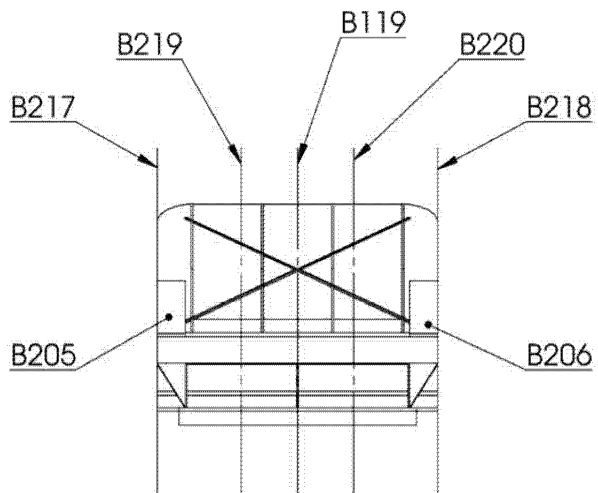
도면17e



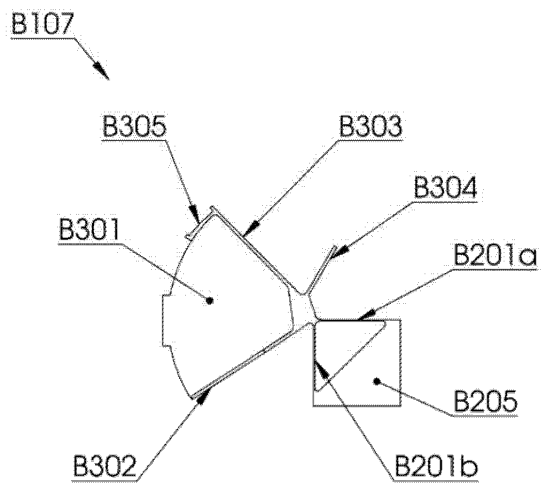
도면17f



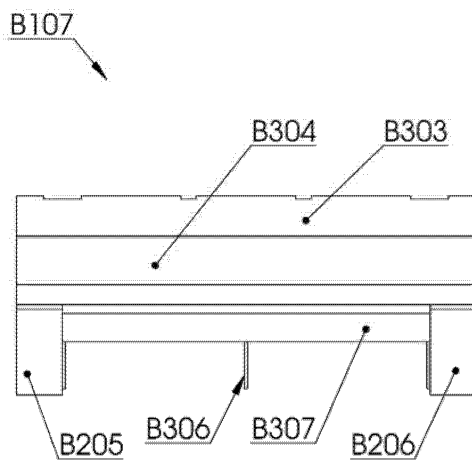
도면17g



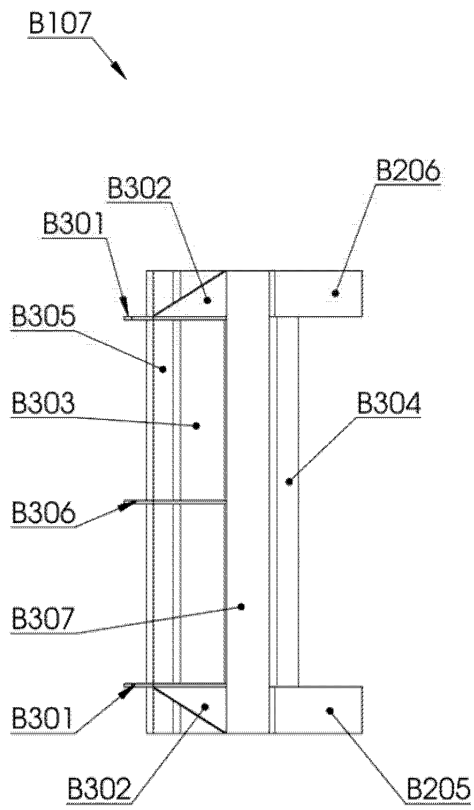
도면18a



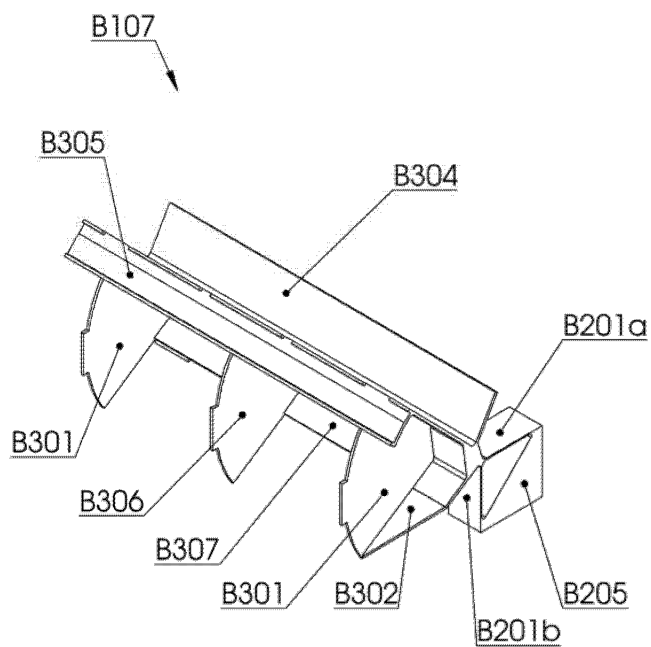
도면18b



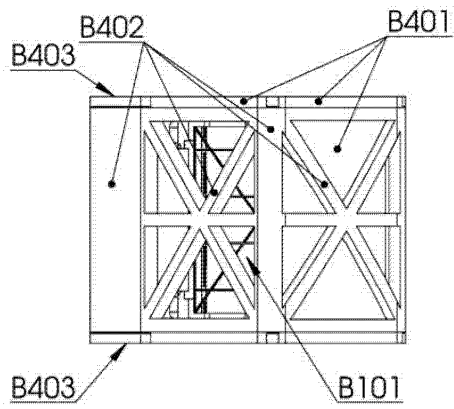
도면18c



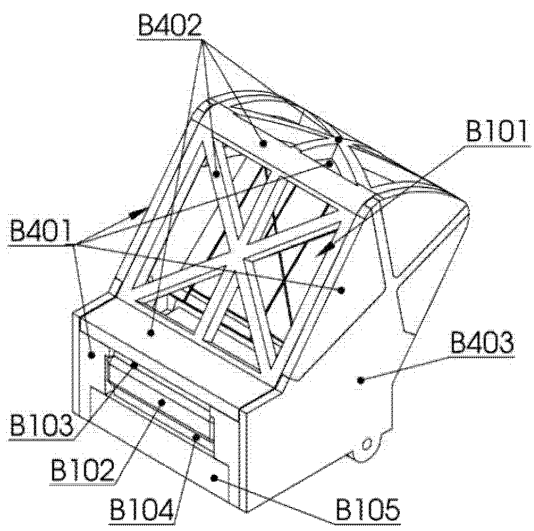
도면18d



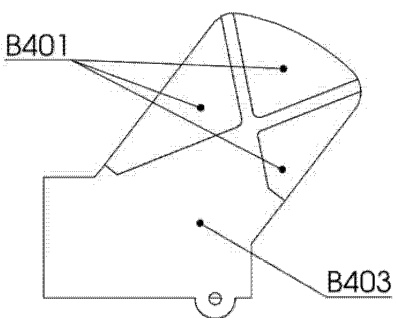
도면19a



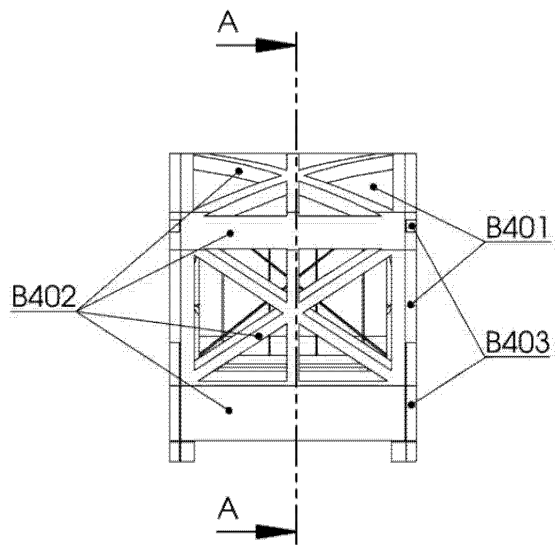
도면19b



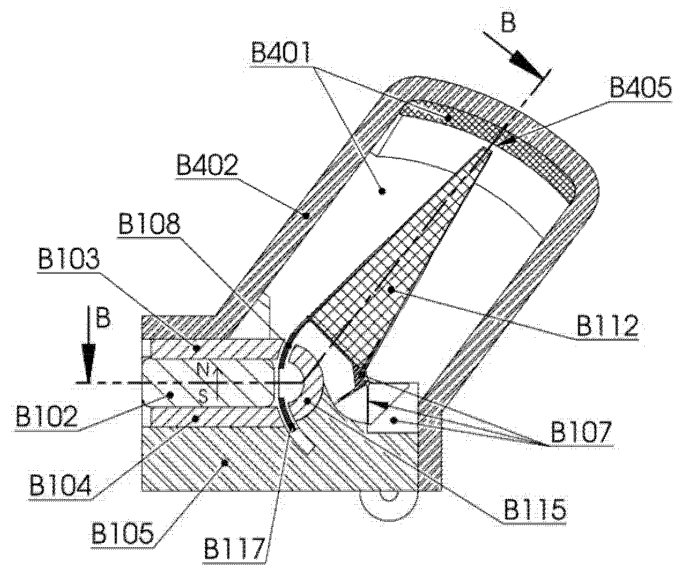
도면19c



도면19d

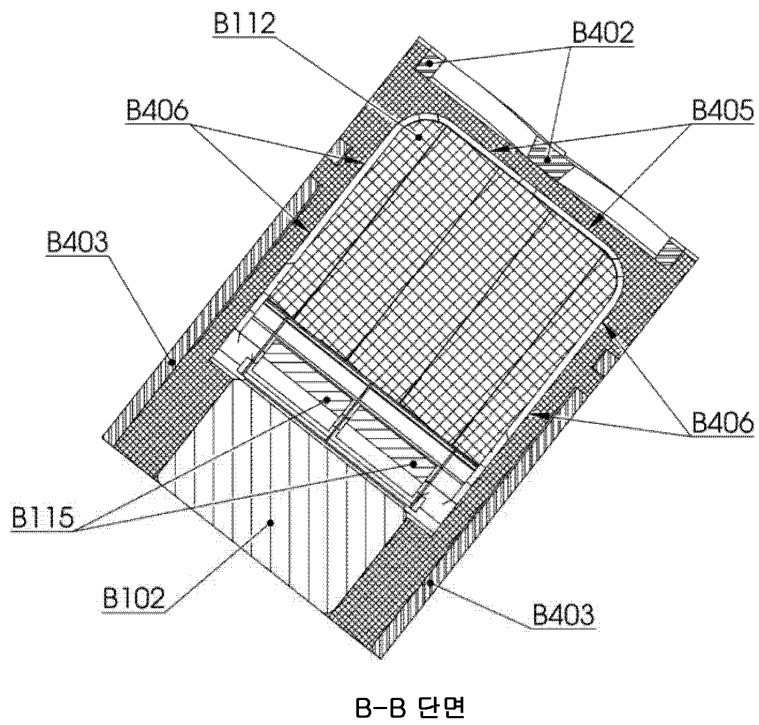


도면19e

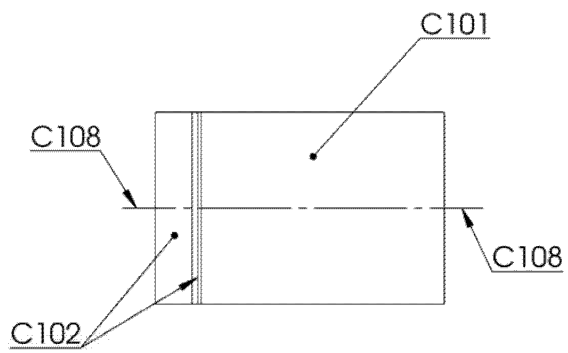


A-A 단면

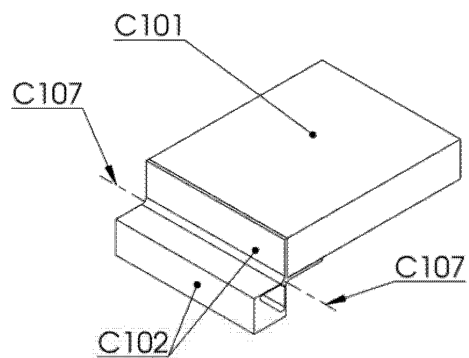
도면19f



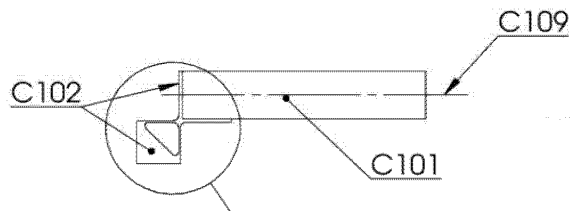
도면20a



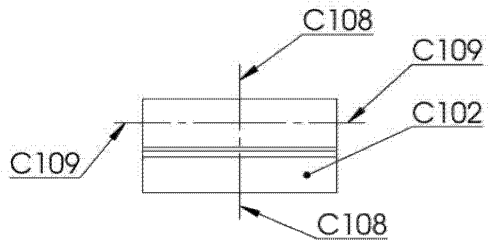
도면20b



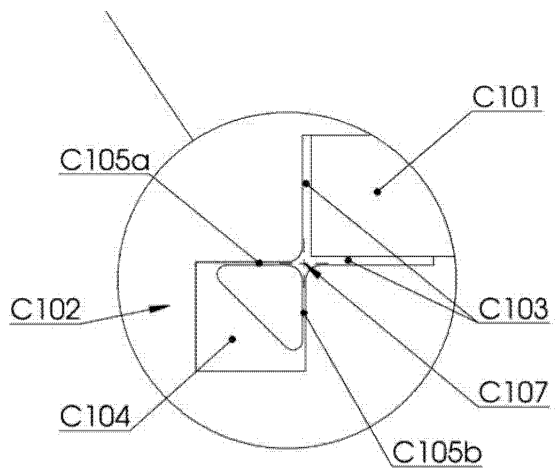
도면20c



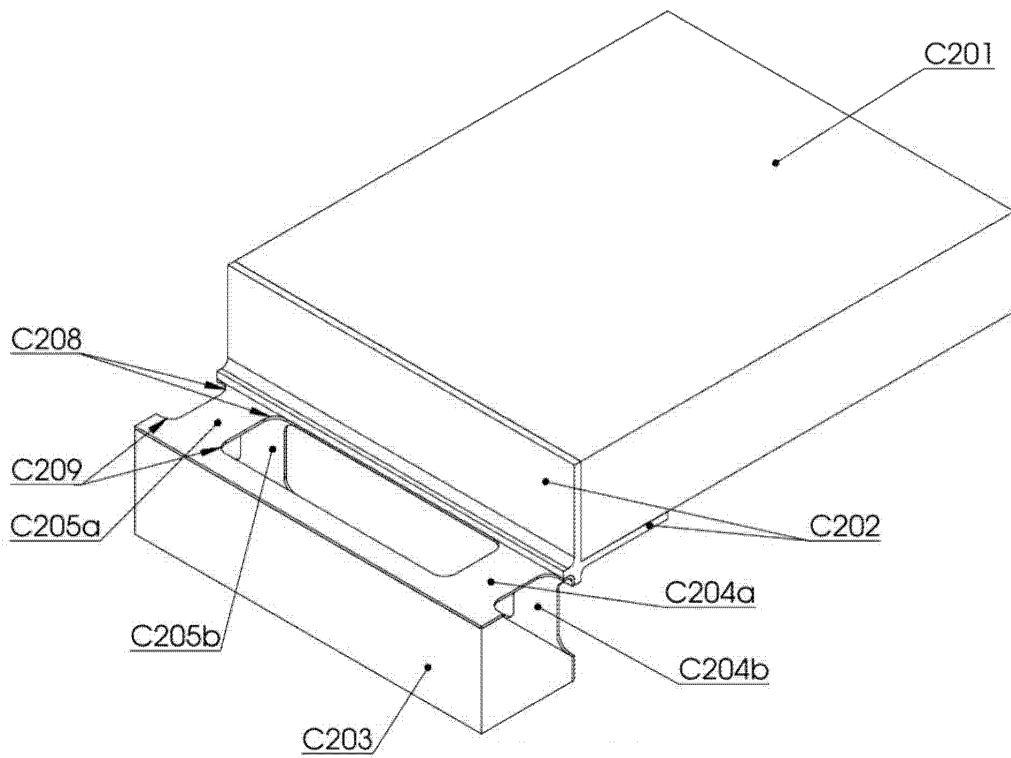
도면20d



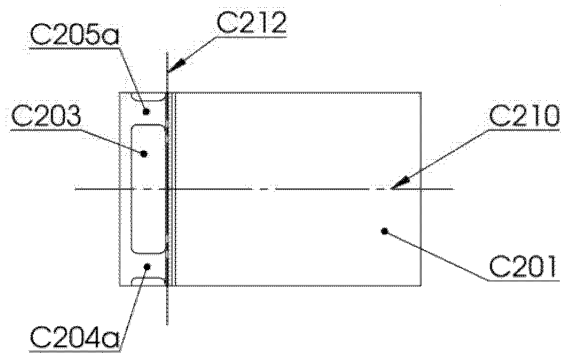
도면20e



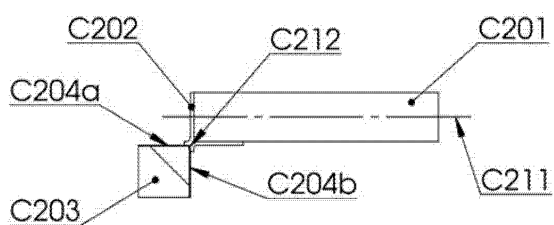
도면21a



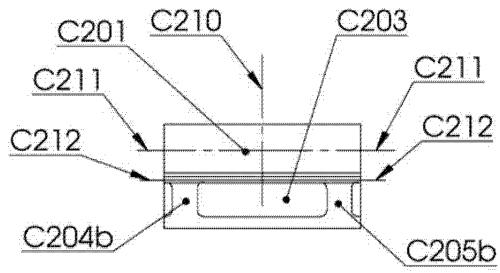
도면21b



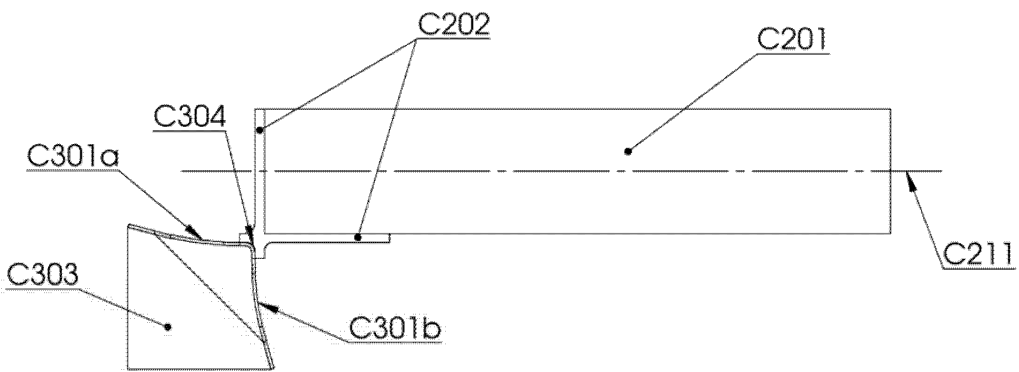
도면21c



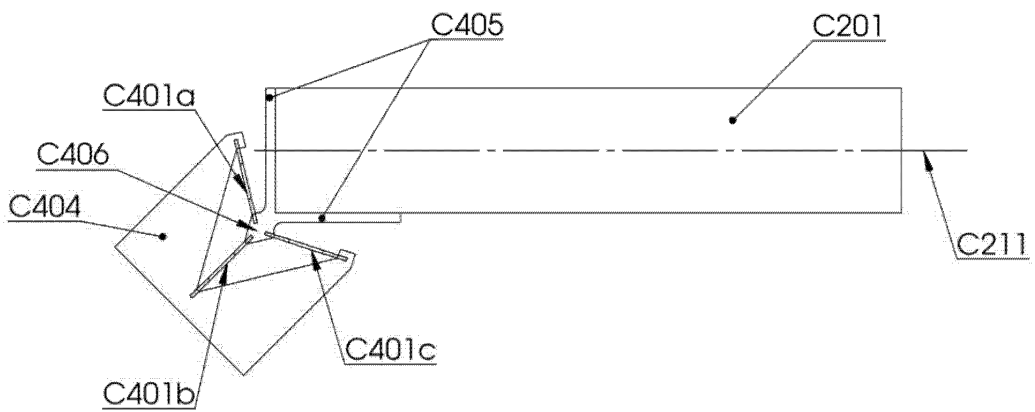
도면21d



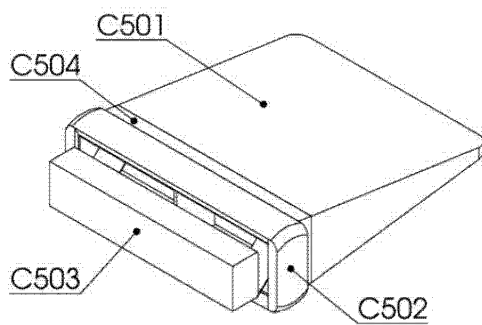
도면22



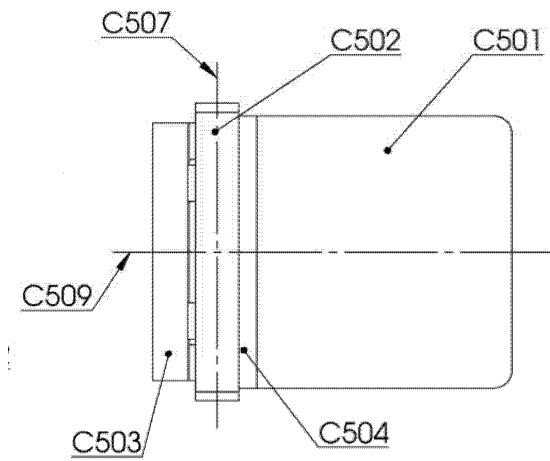
도면23



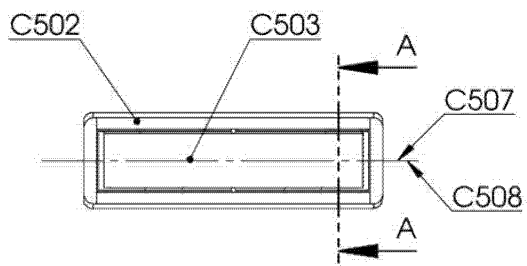
도면24a



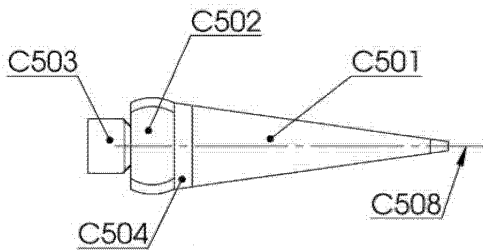
도면24b



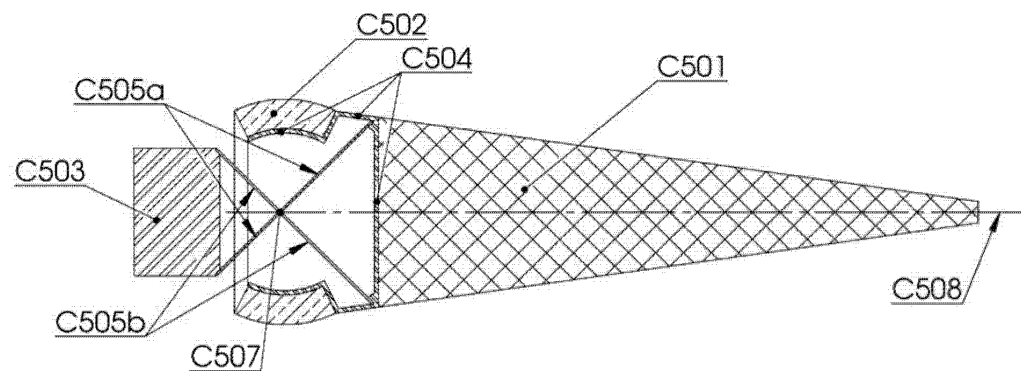
도면24c



도면24d

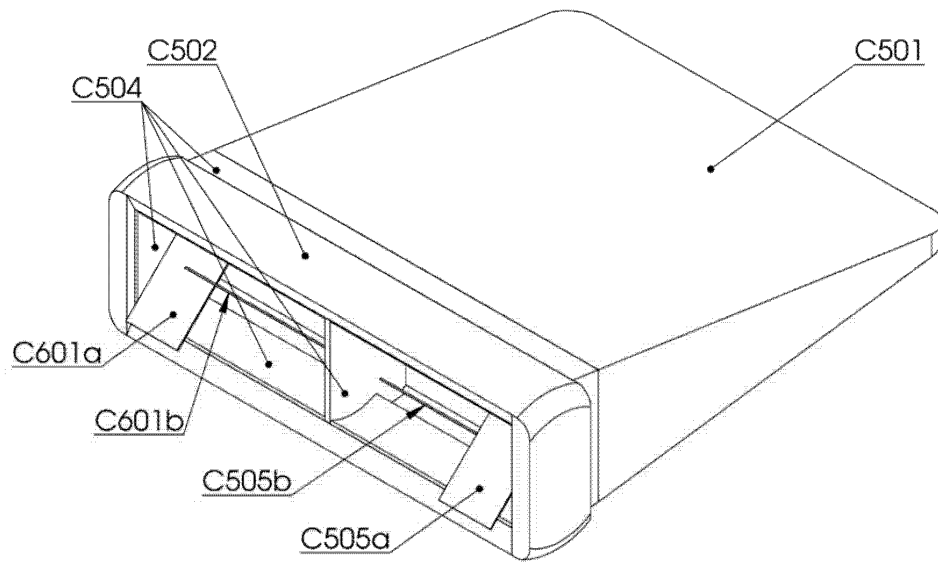


도면24e

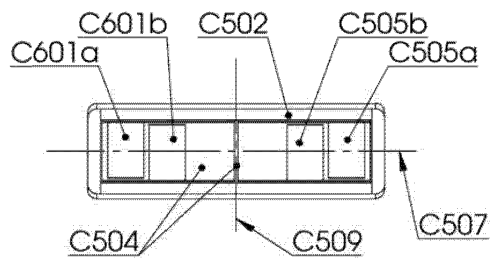


A-A 단면

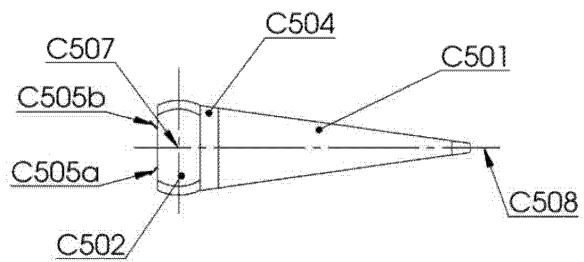
도면25a



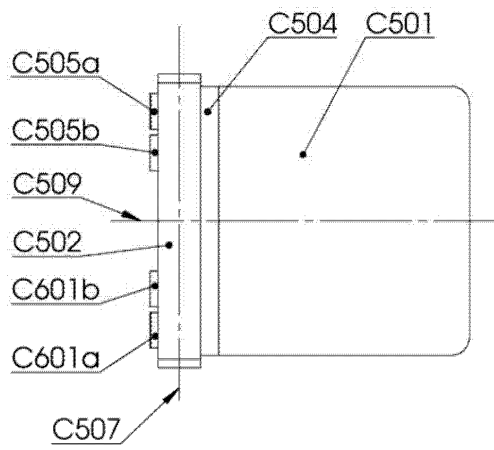
도면25b



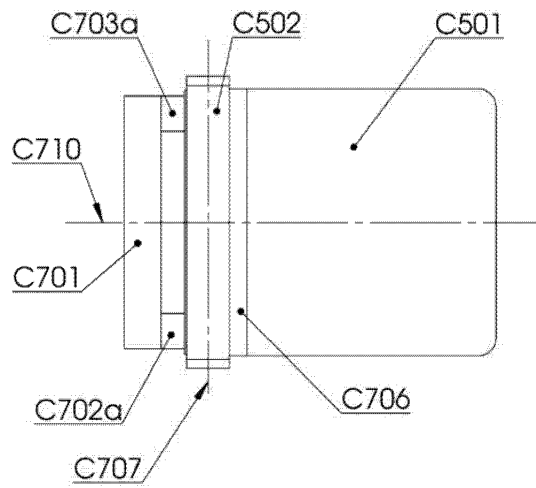
도면25c



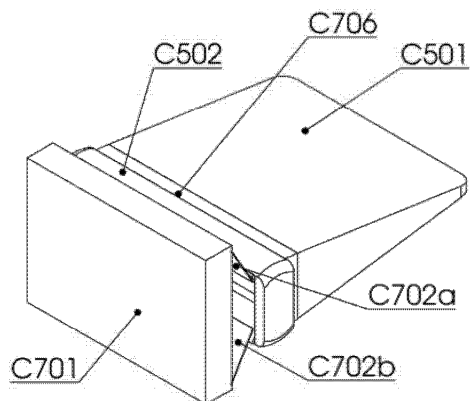
도면25d



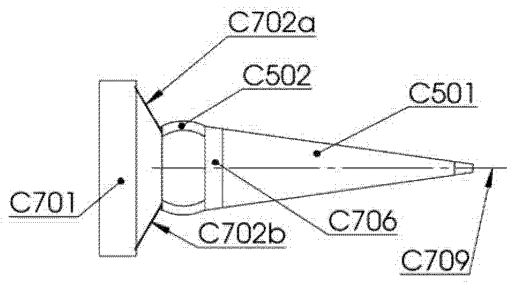
도면26a



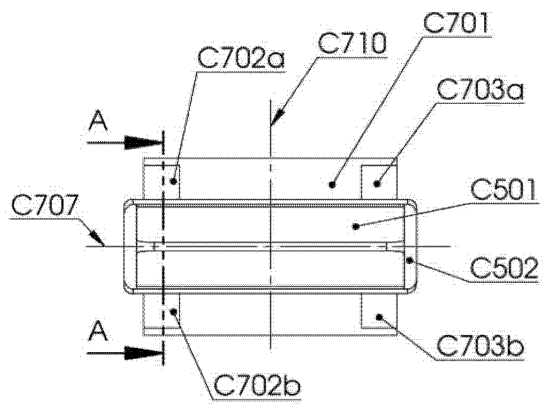
도면26b



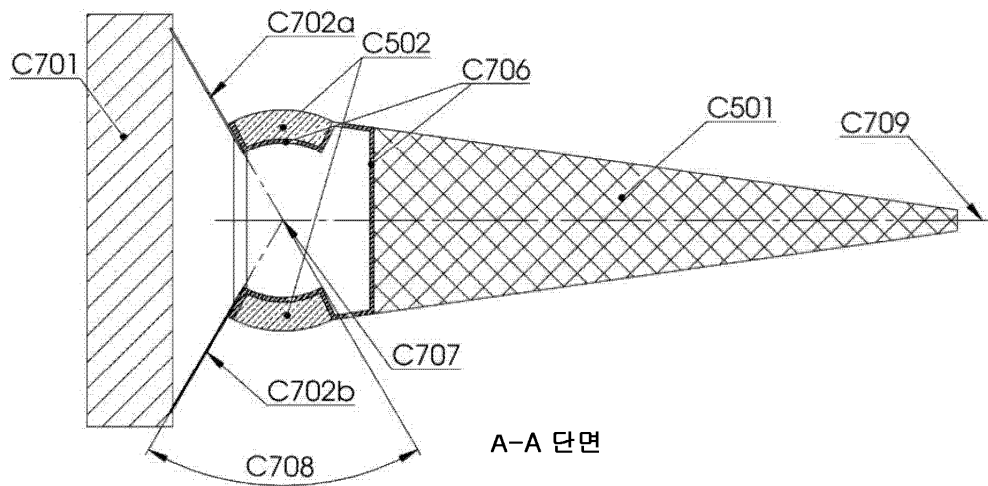
도면26c



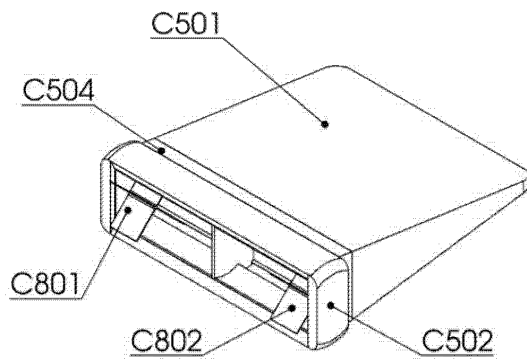
도면26d



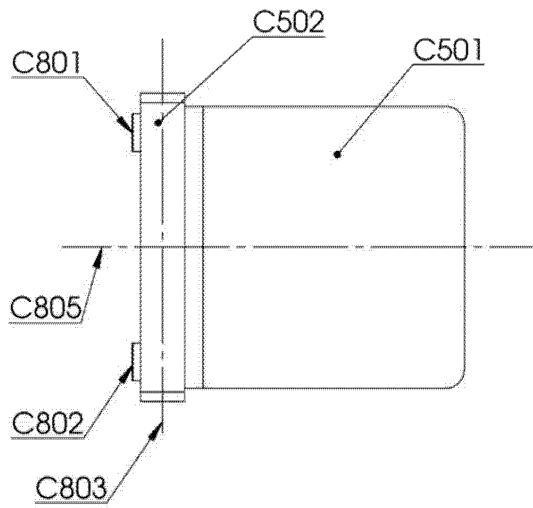
도면26e



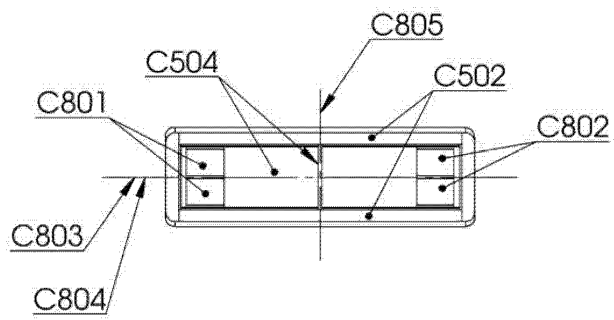
도면27a



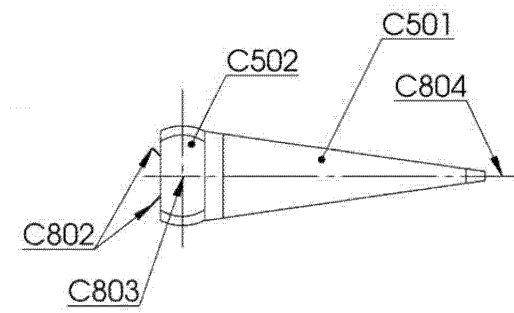
도면27b



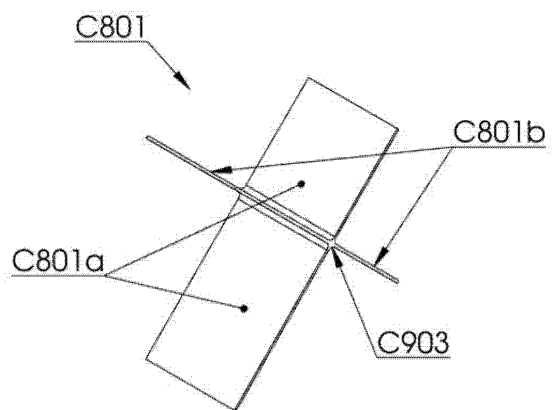
도면27c



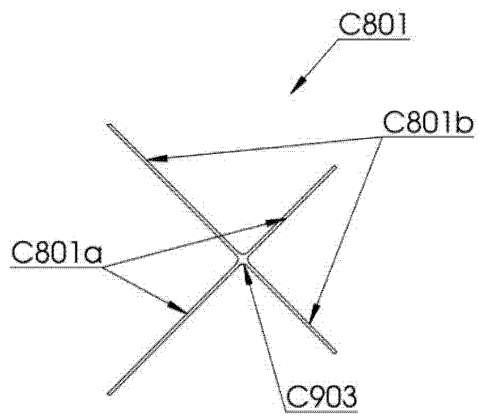
도면27d



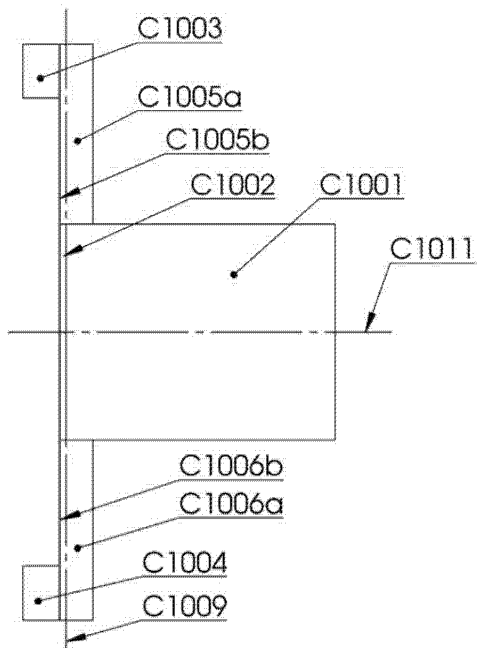
도면28a



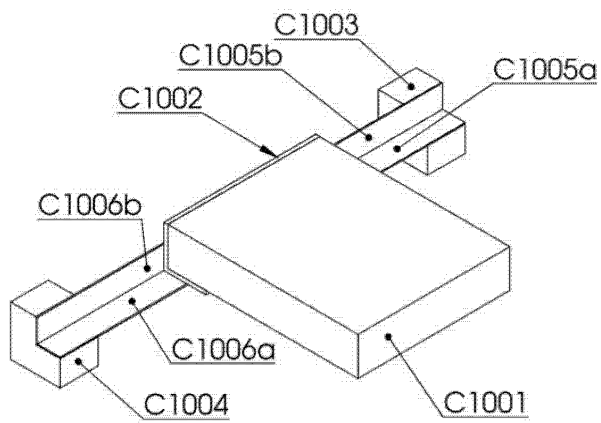
도면28b



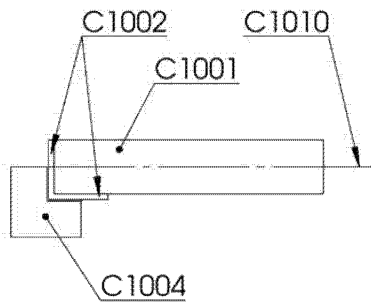
도면29a



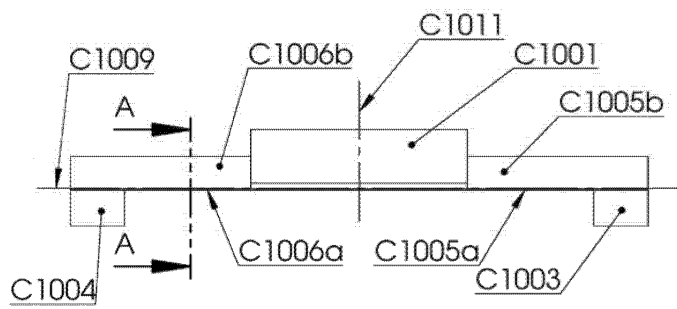
도면29b



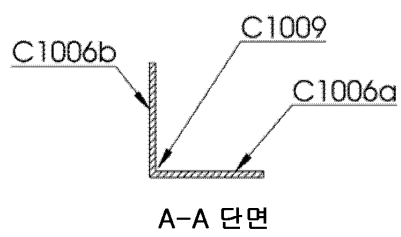
도면29c



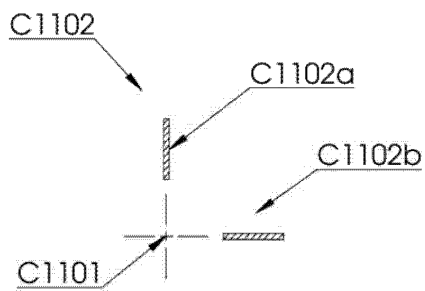
도면29d



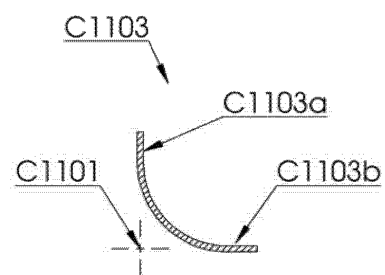
도면29e



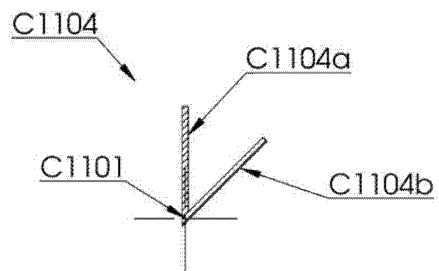
도면30a



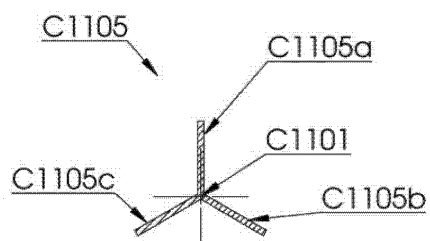
도면30b



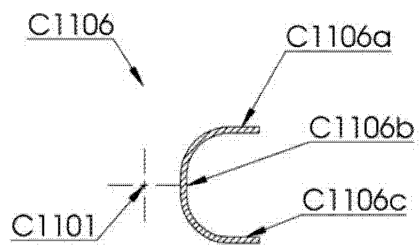
도면30c



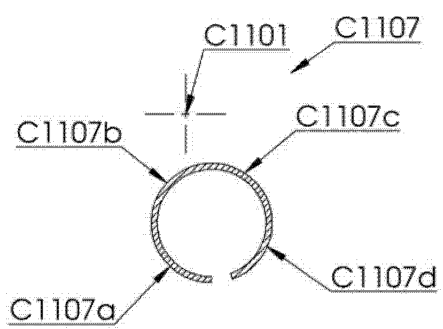
도면30d



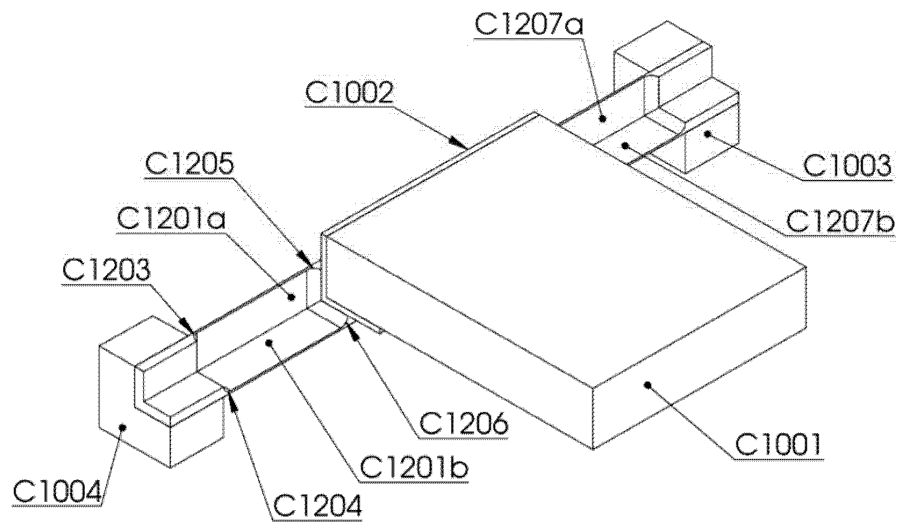
도면30e



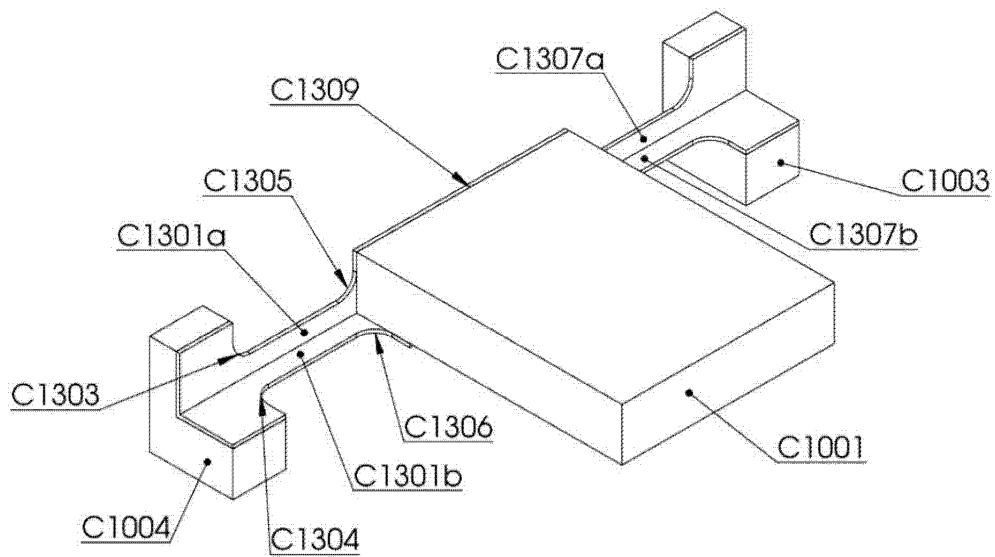
도면30f



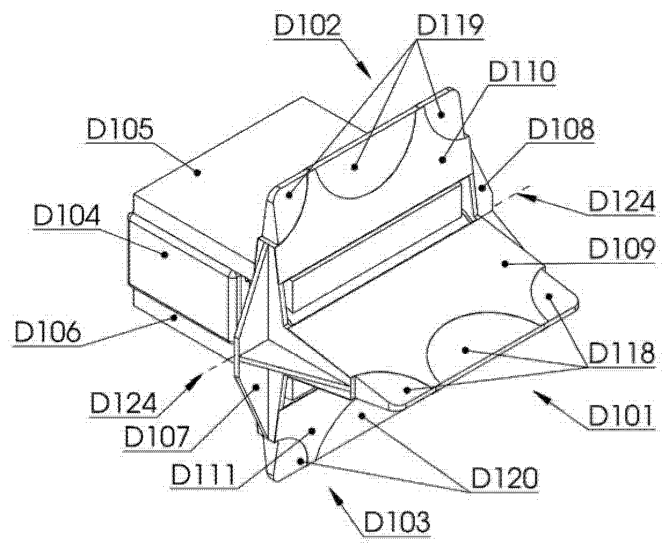
도면31



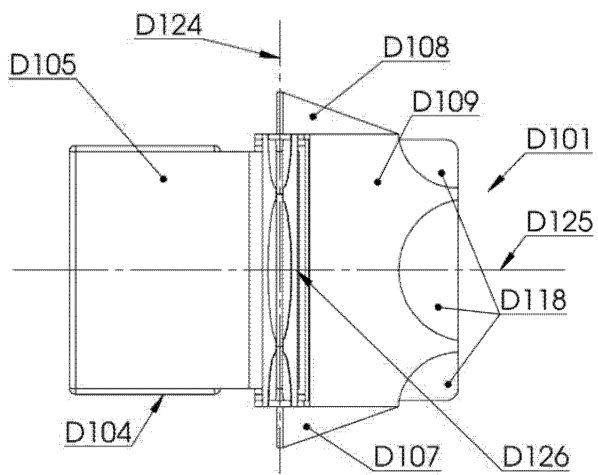
도면32



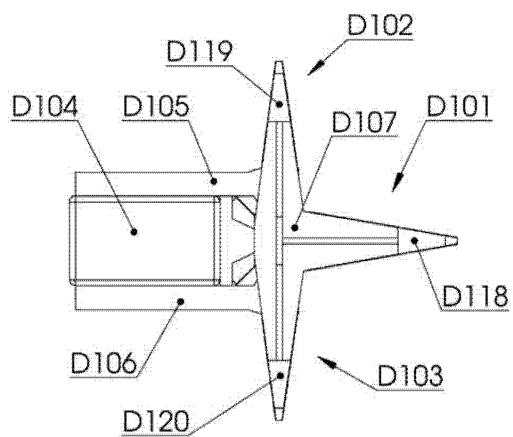
도면33a



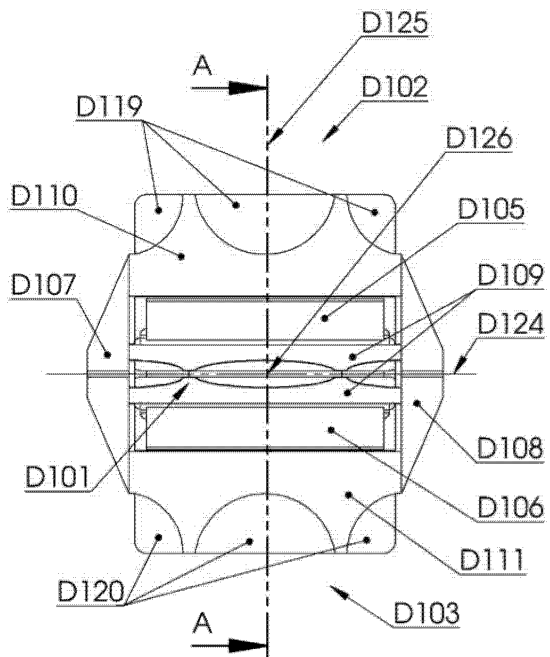
도면33b



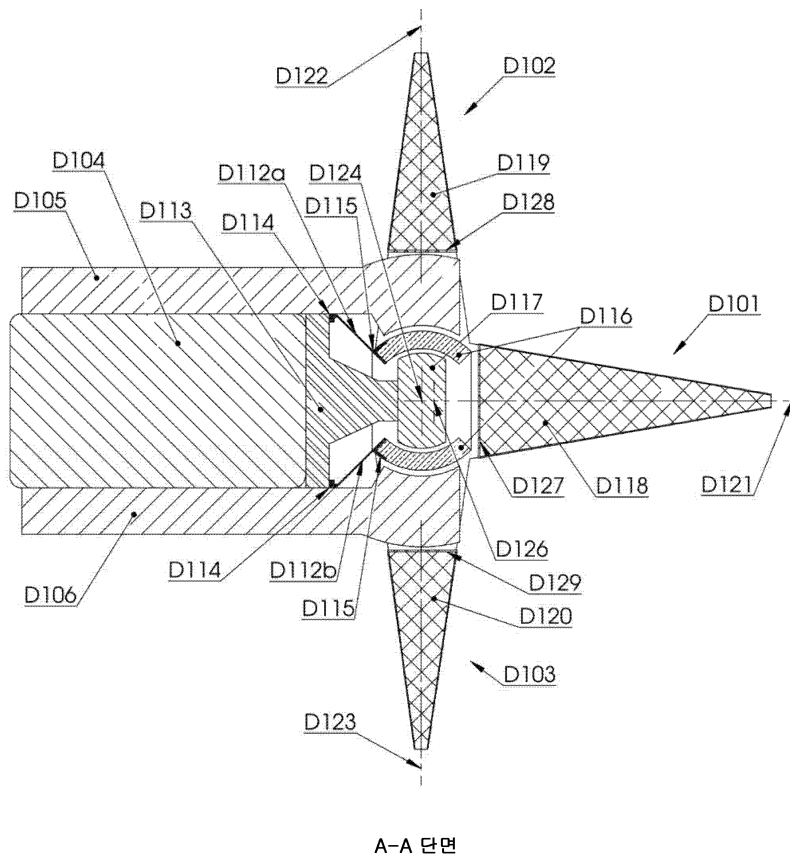
도면33c



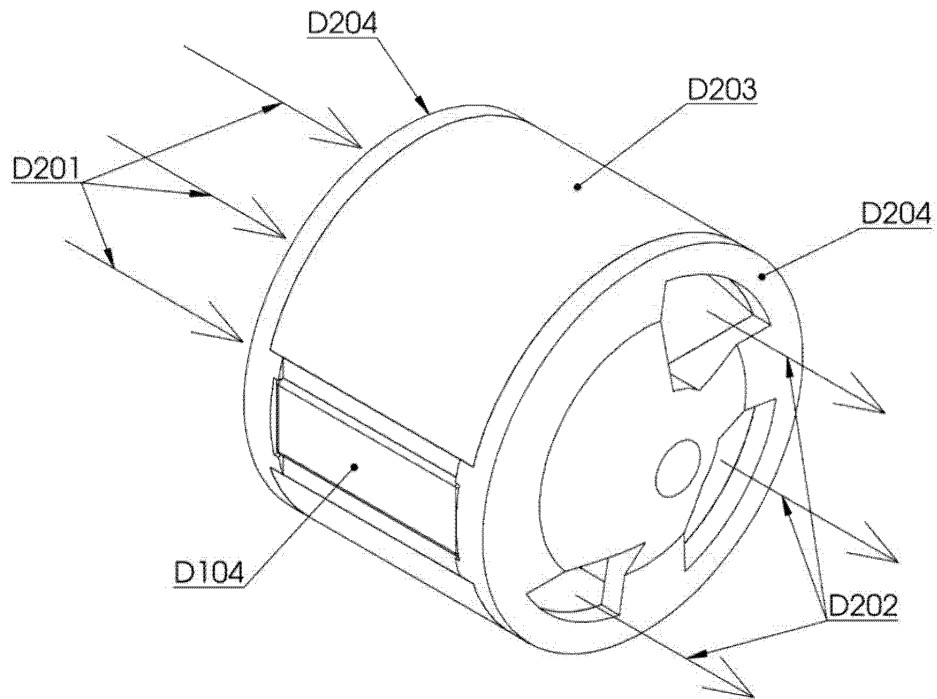
도면33d



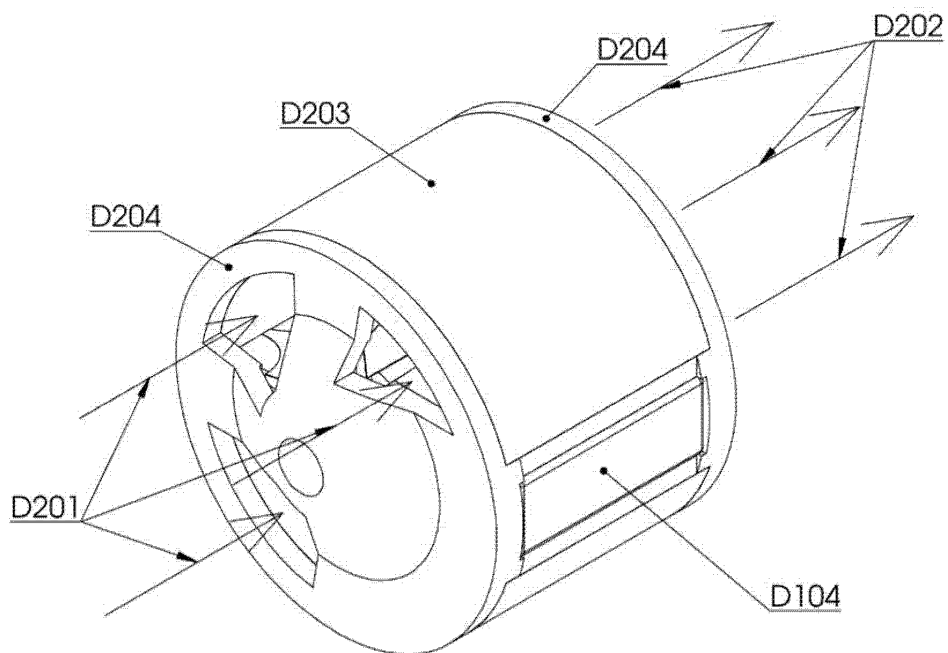
도면33e



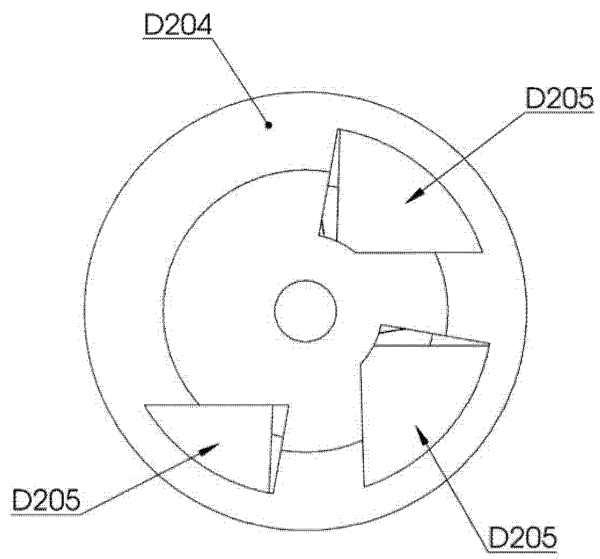
도면34a



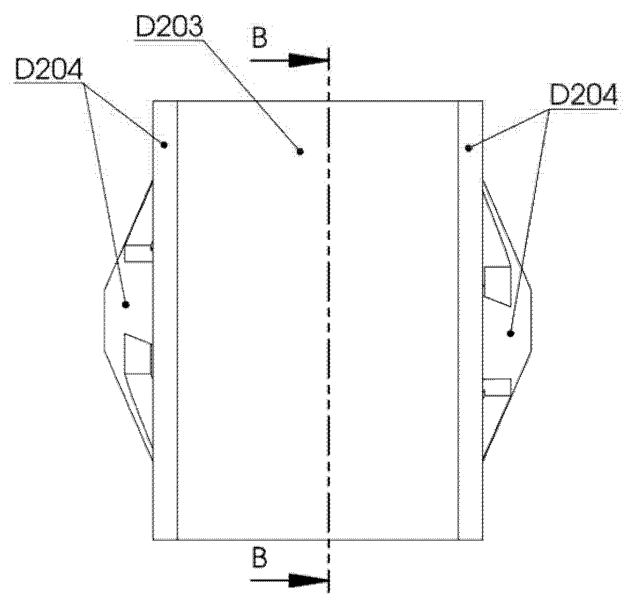
도면34b



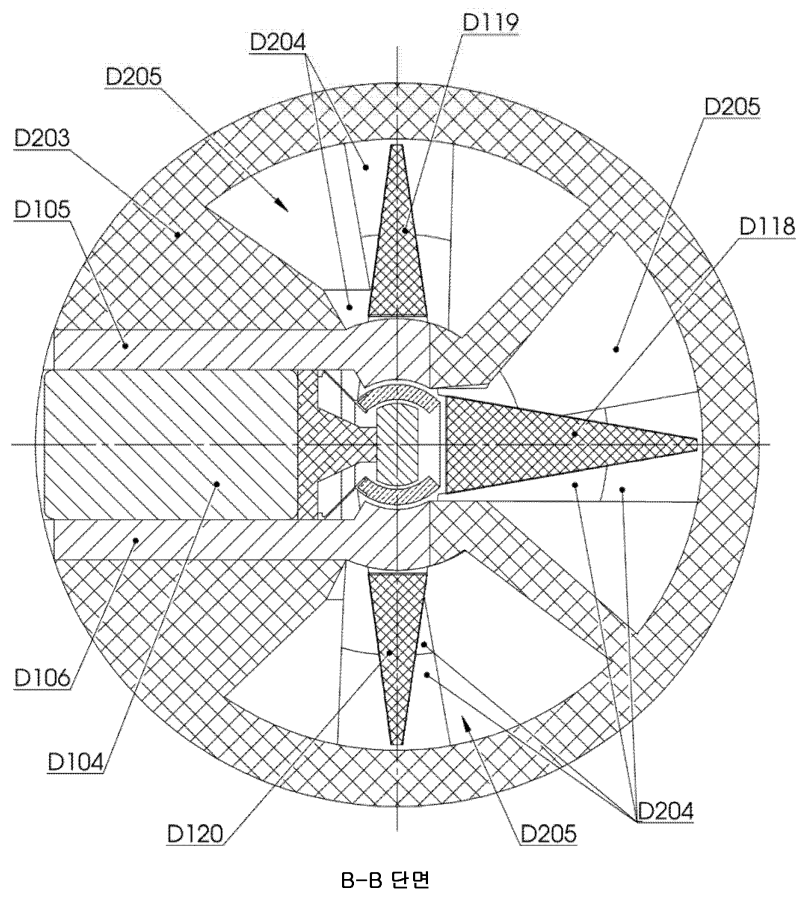
도면34c



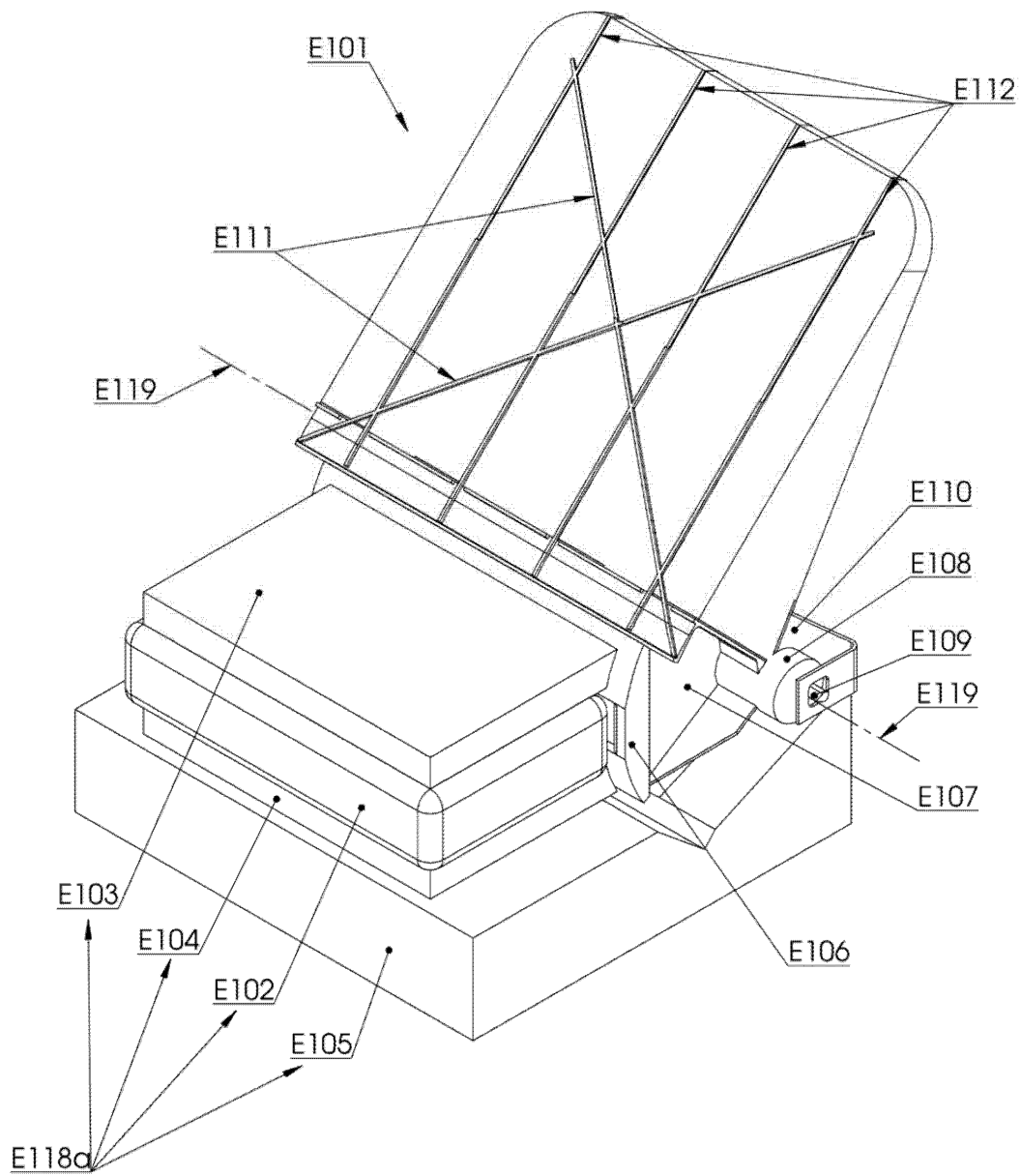
도면34d



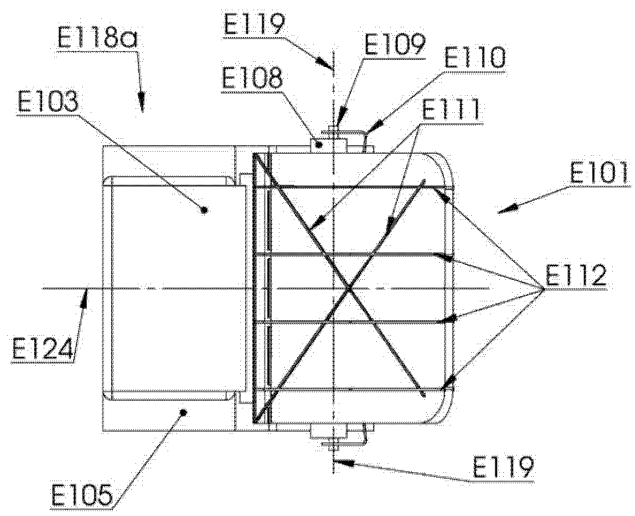
도면34e



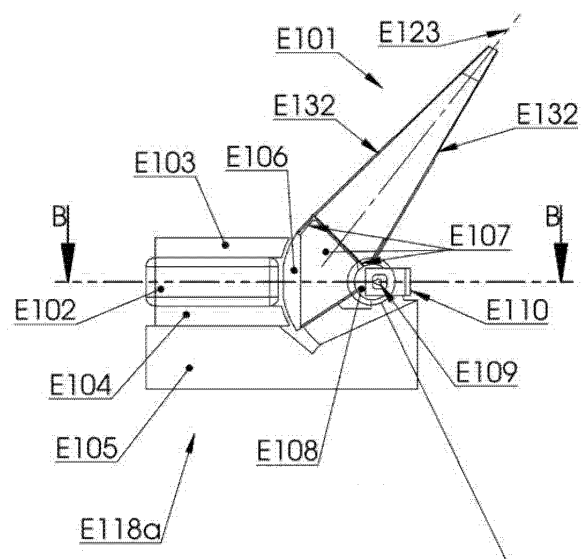
도면35a



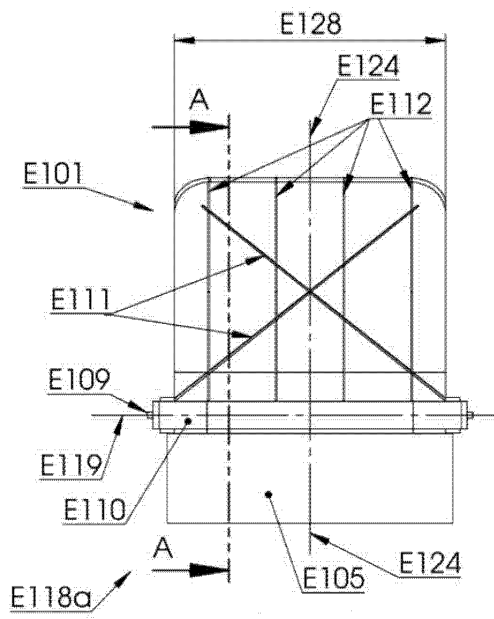
도면35b



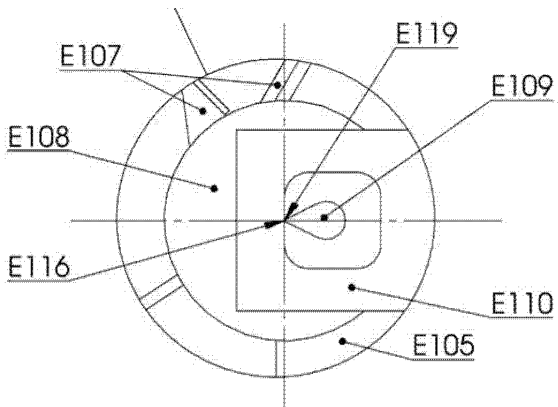
도면35c



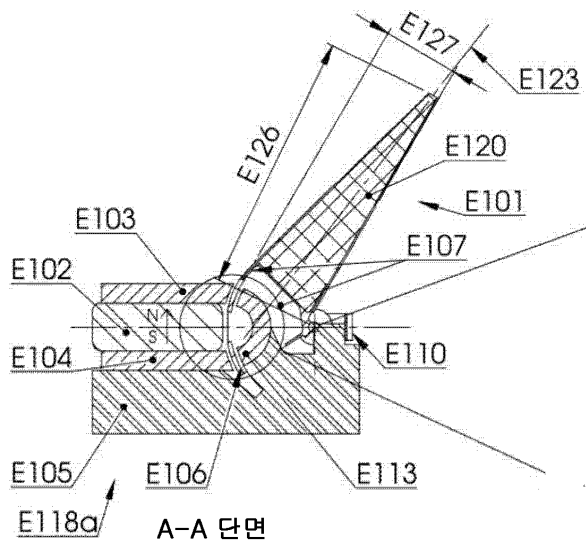
도면35d



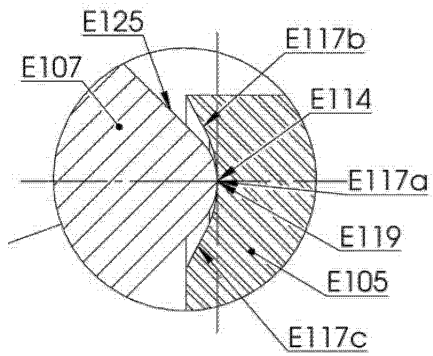
도면35e



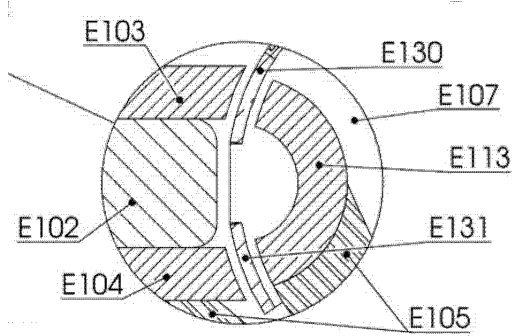
도면35f



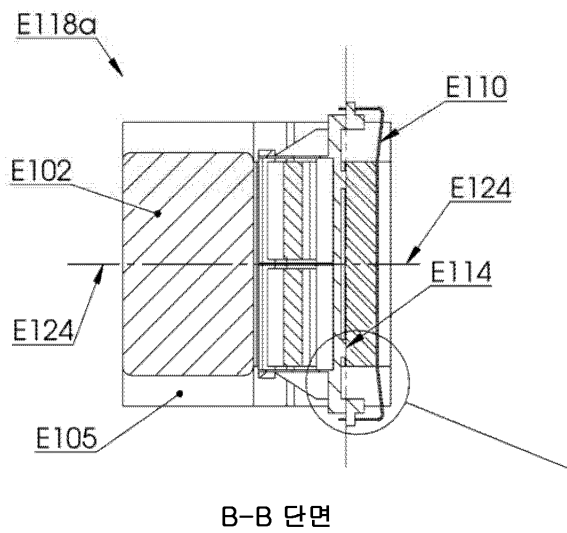
도면35g



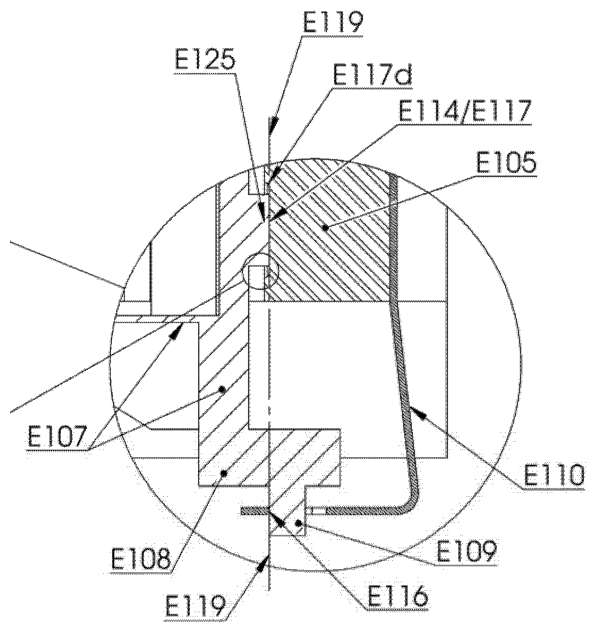
도면35h



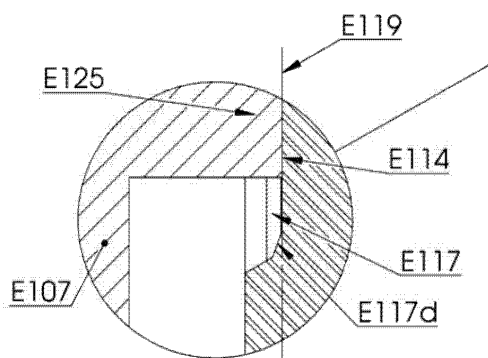
도면35i



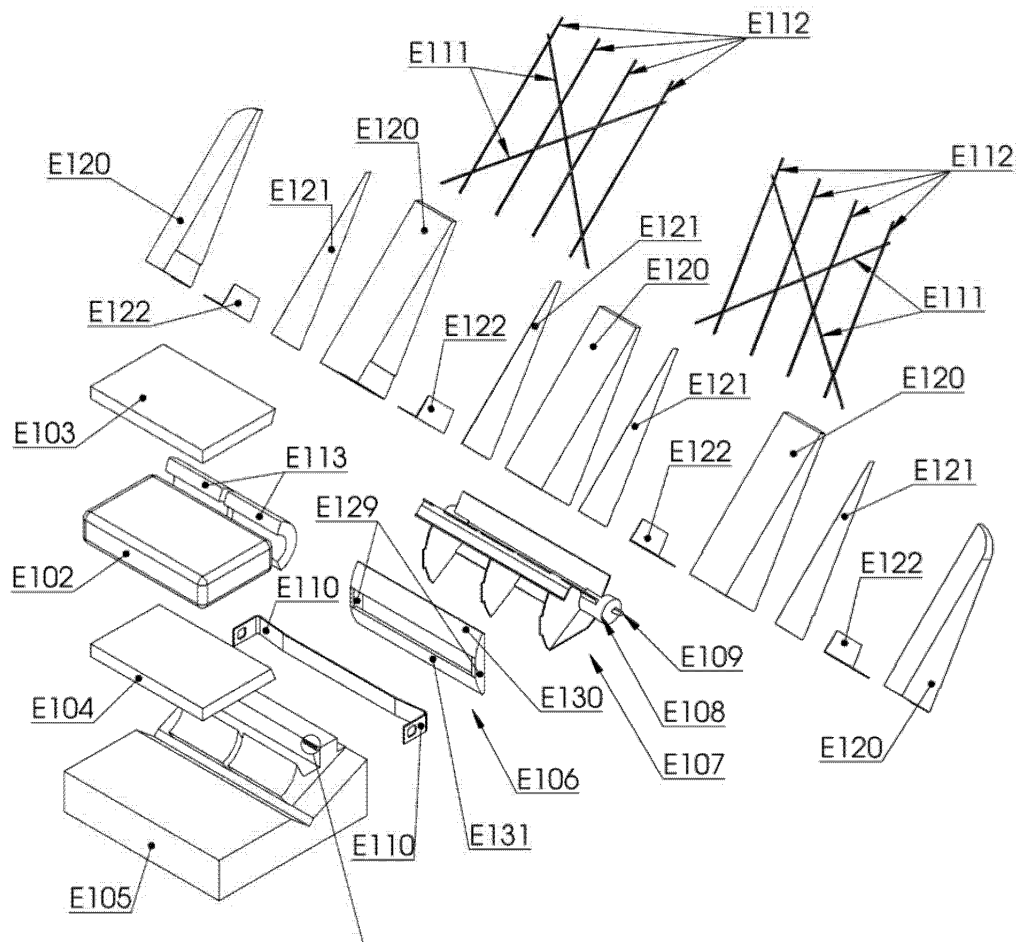
도면35j



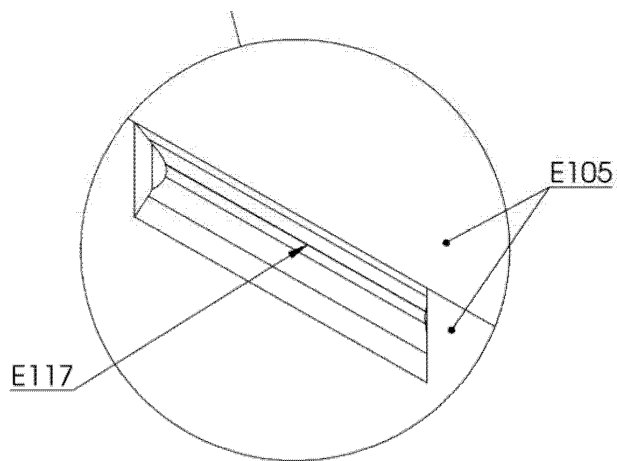
도면35k



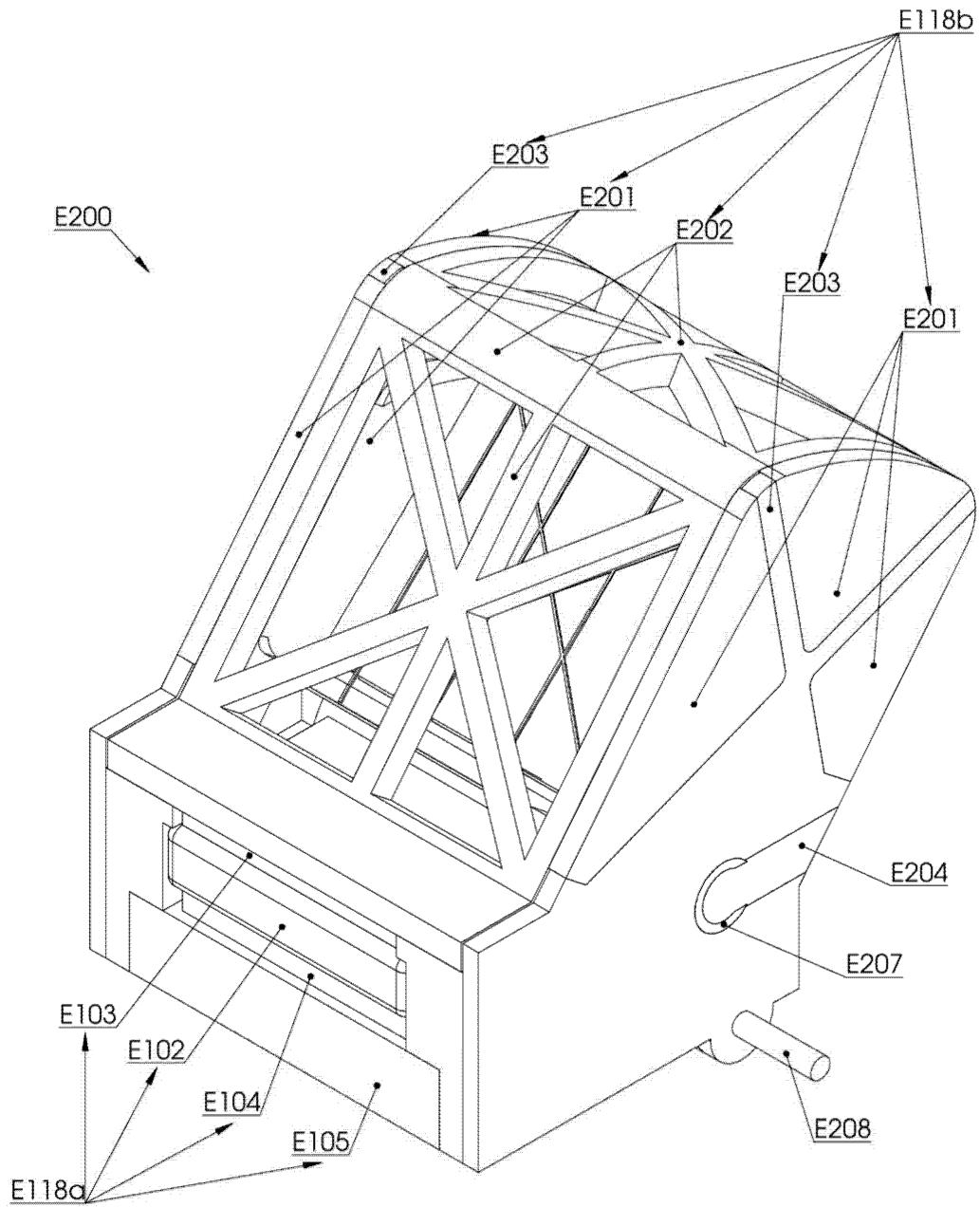
도면35l



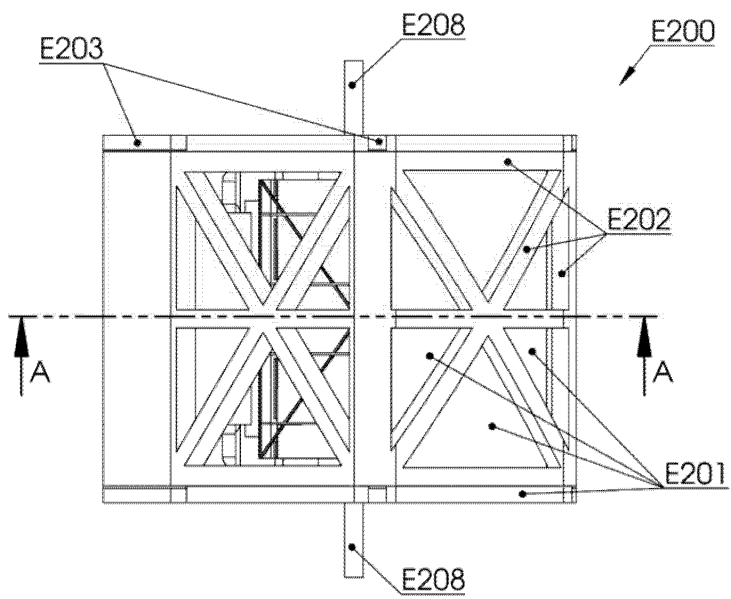
도면35m



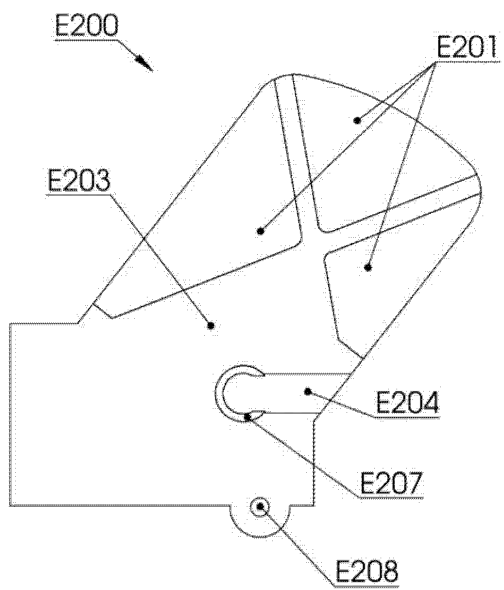
도면36a



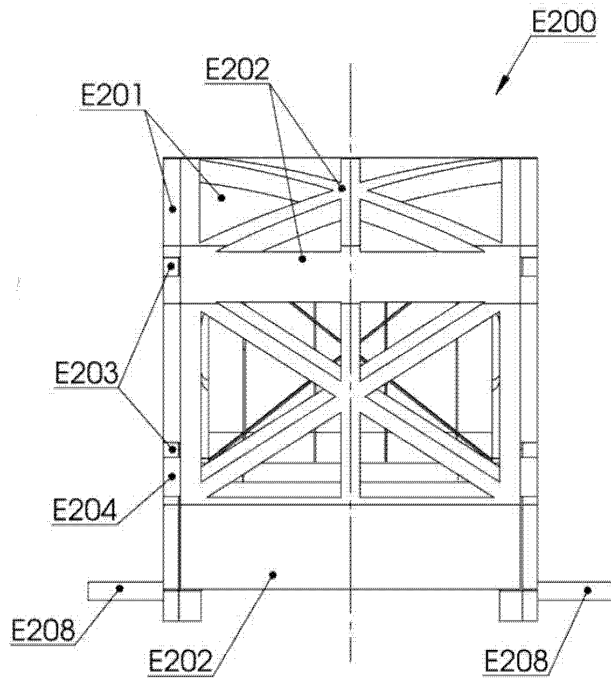
도면36b



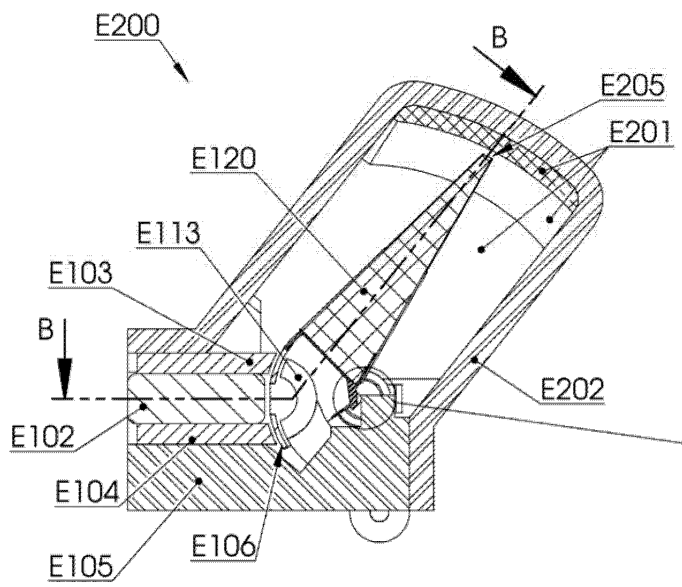
도면36c



도면36d

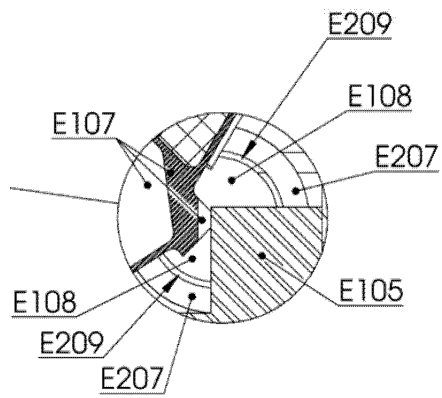


도면36e

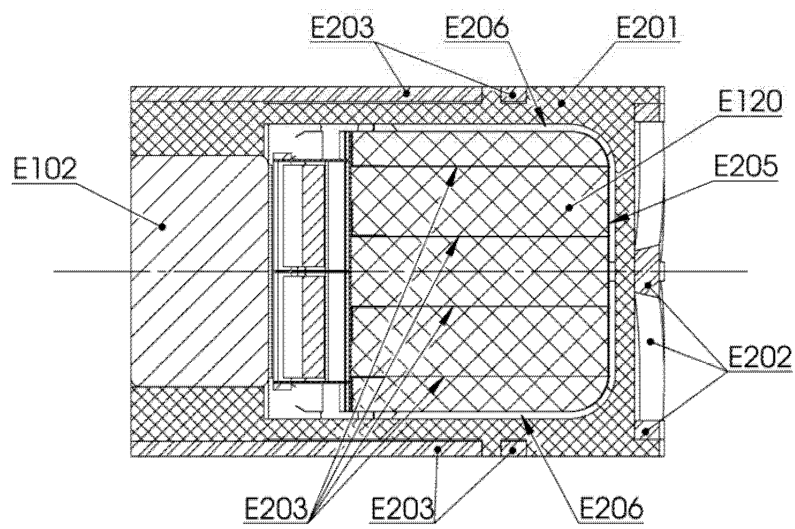


A-A 단면

도면36f

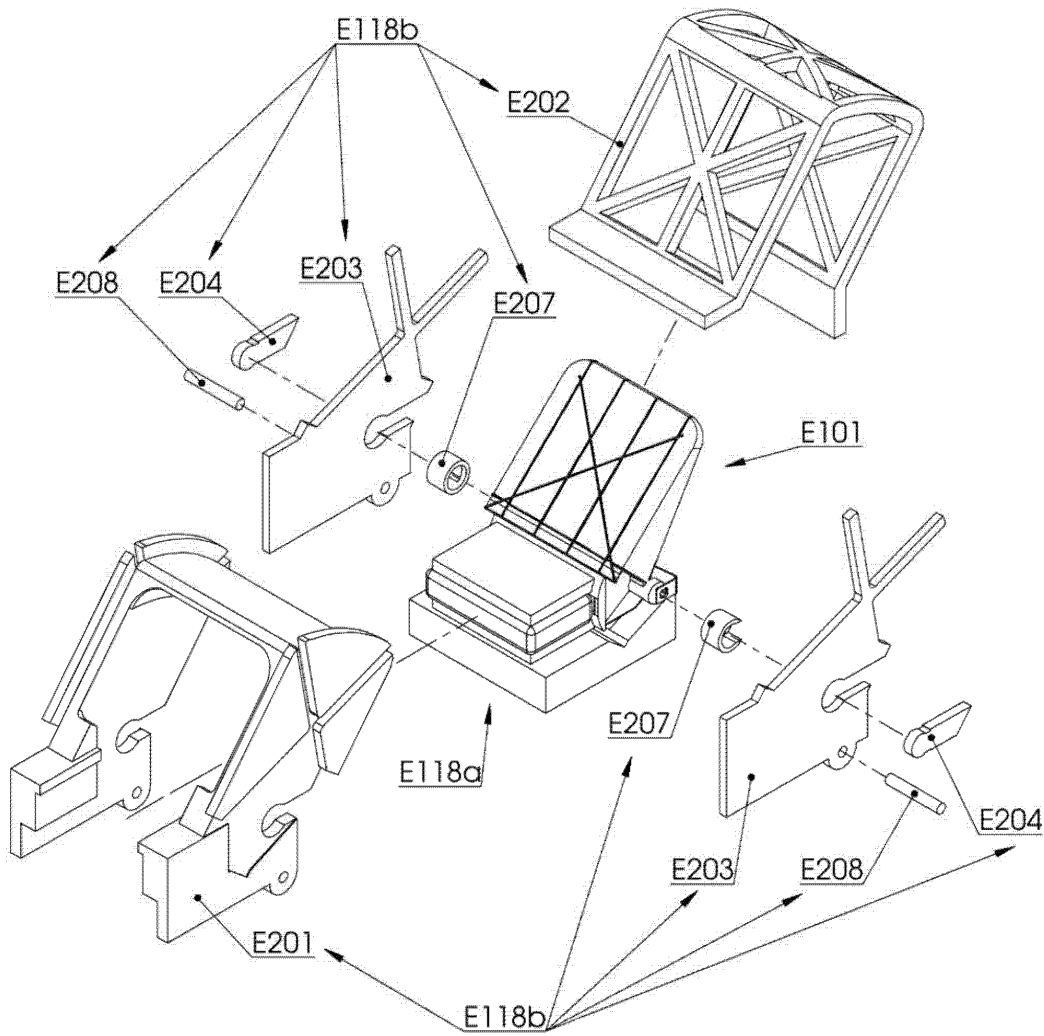


도면36g

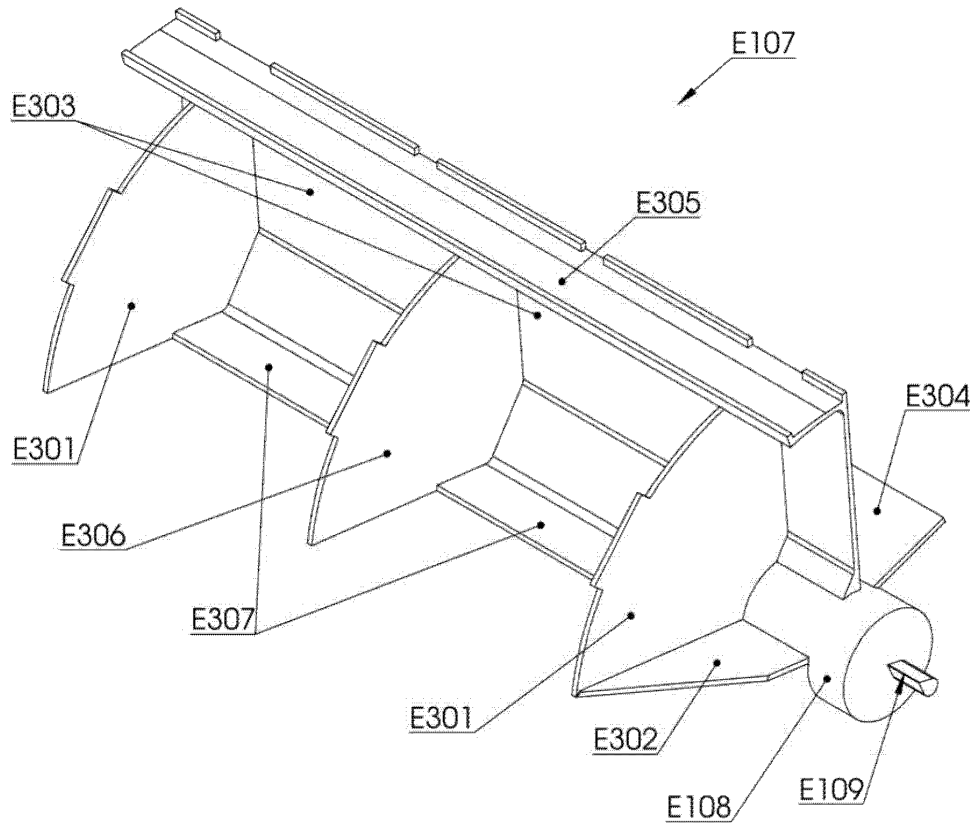


B-B 단면

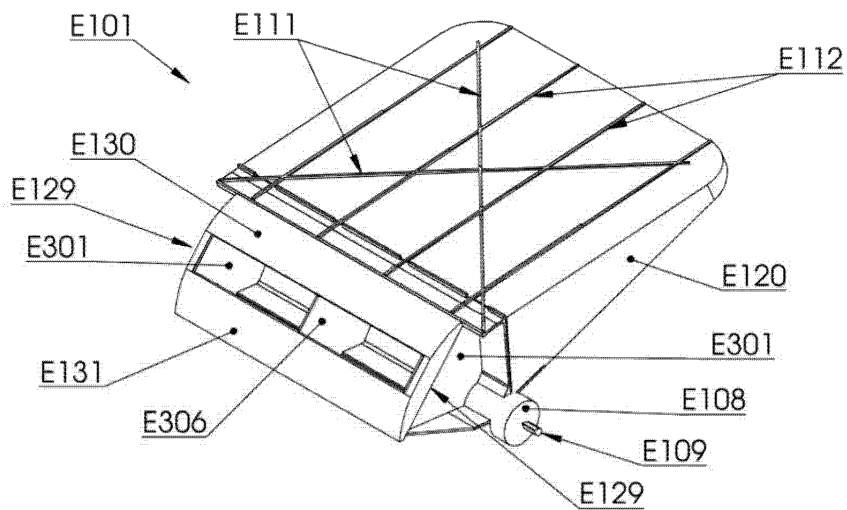
도면36h



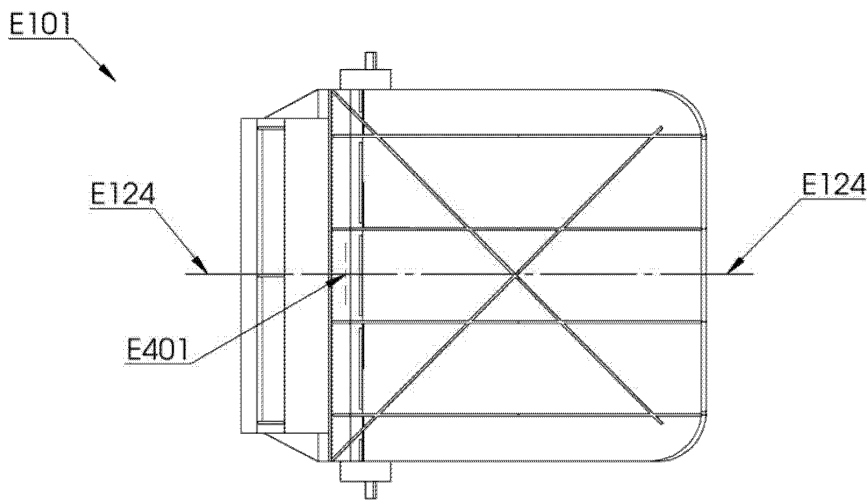
도면37



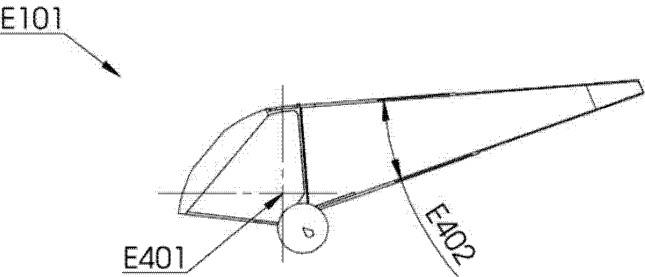
도면38a



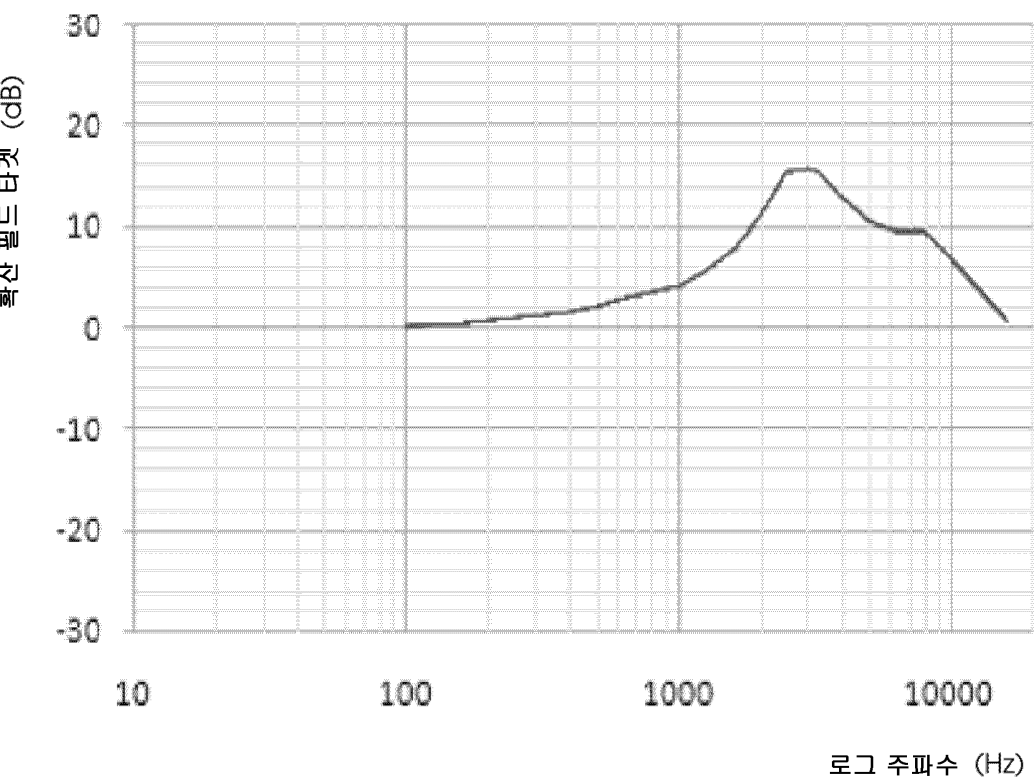
도면38b



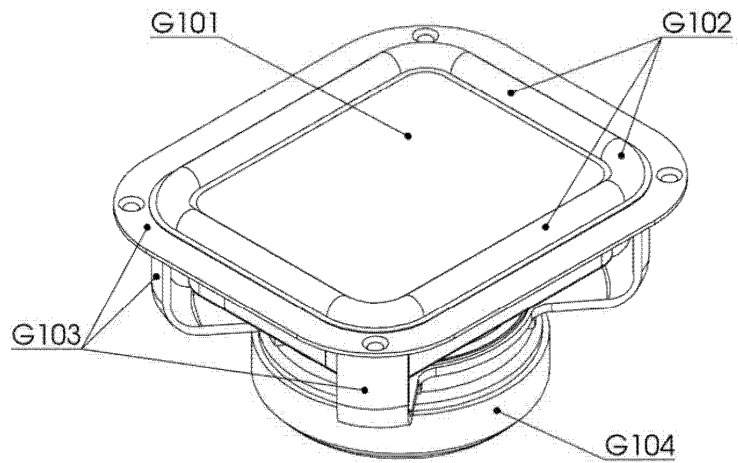
도면38c



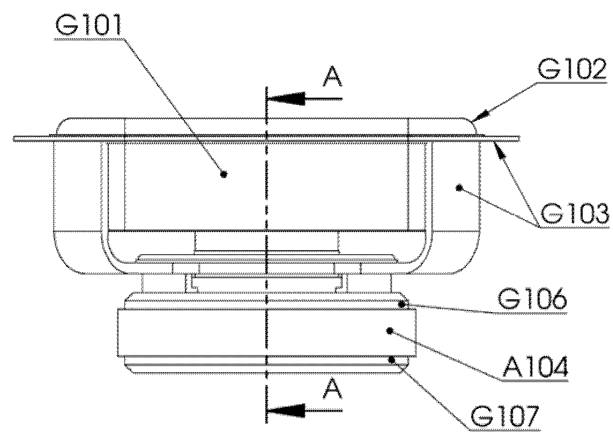
도면39



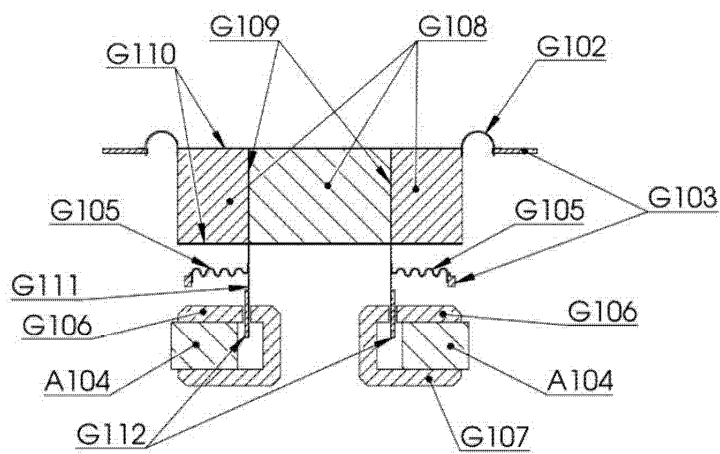
도면40a



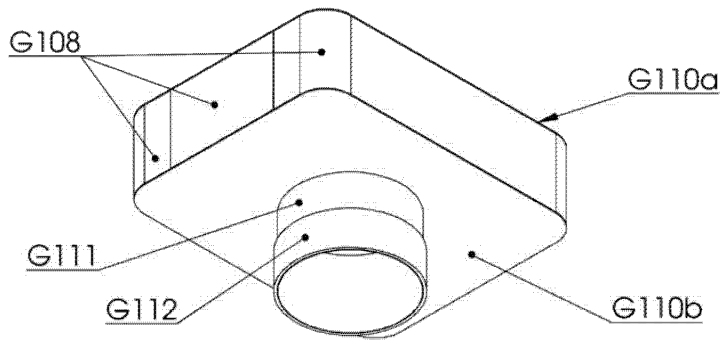
도면40b



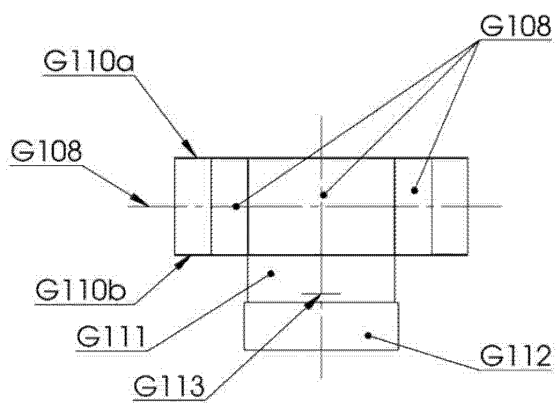
도면40c



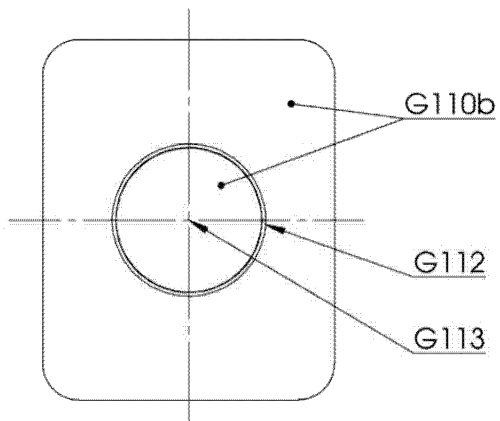
도면41a



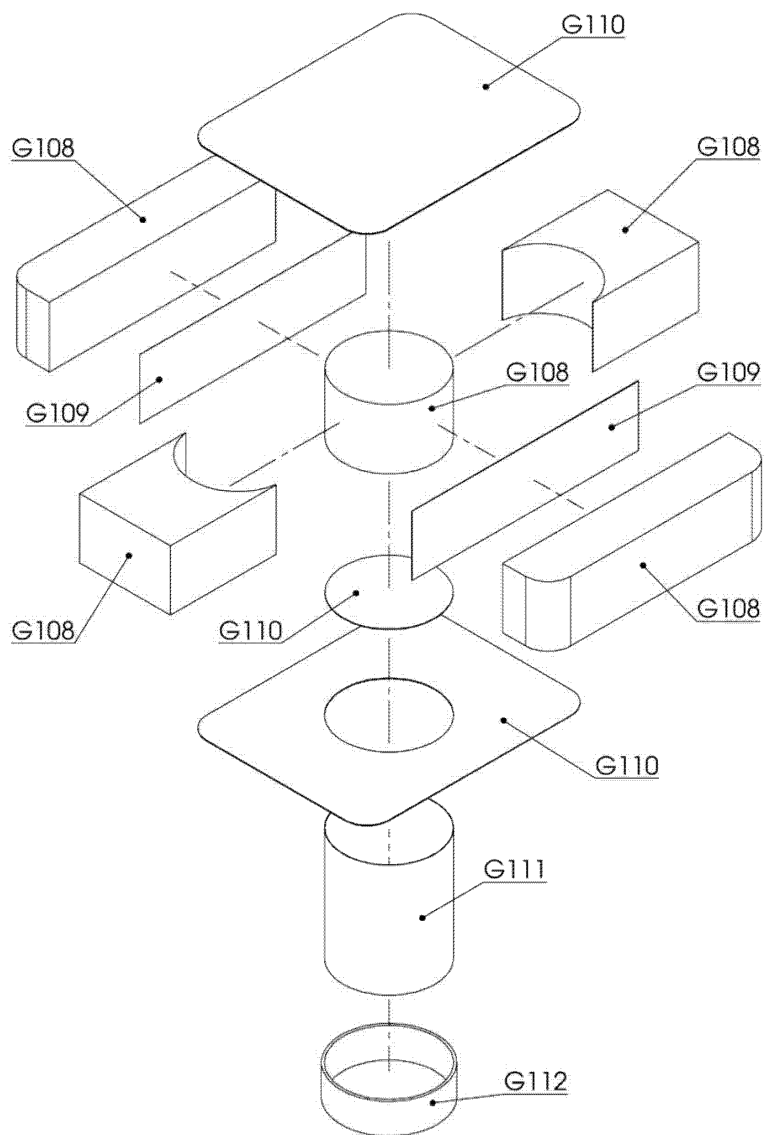
도면41b



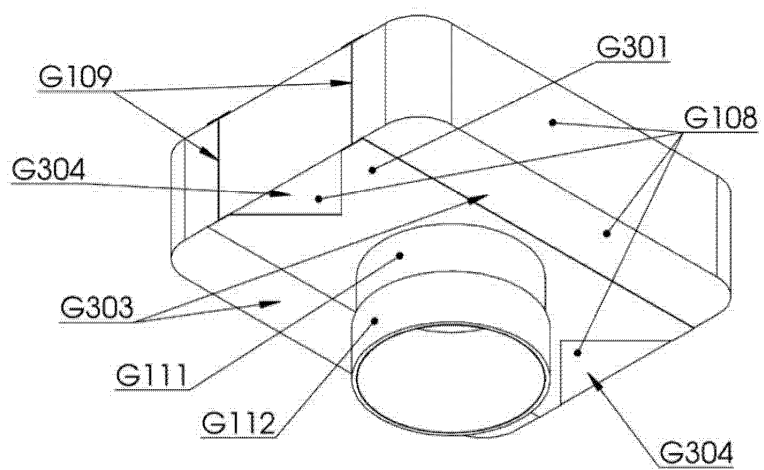
도면41c



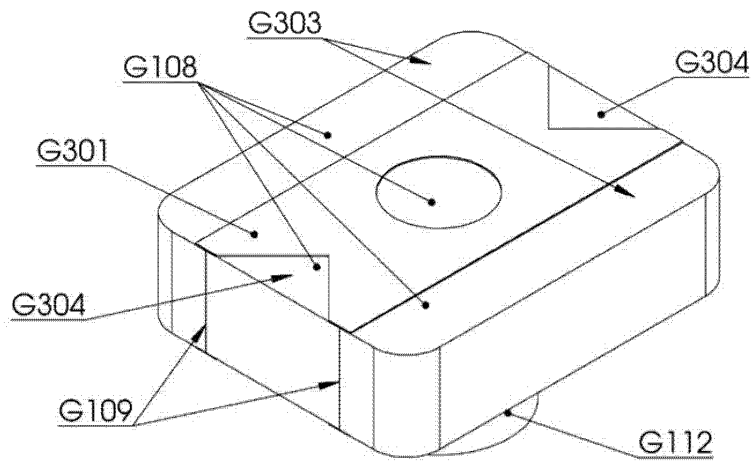
도면41d



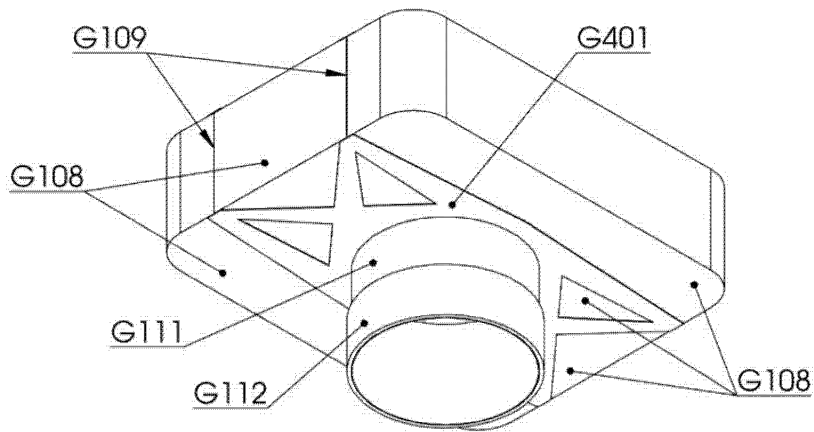
도면42a



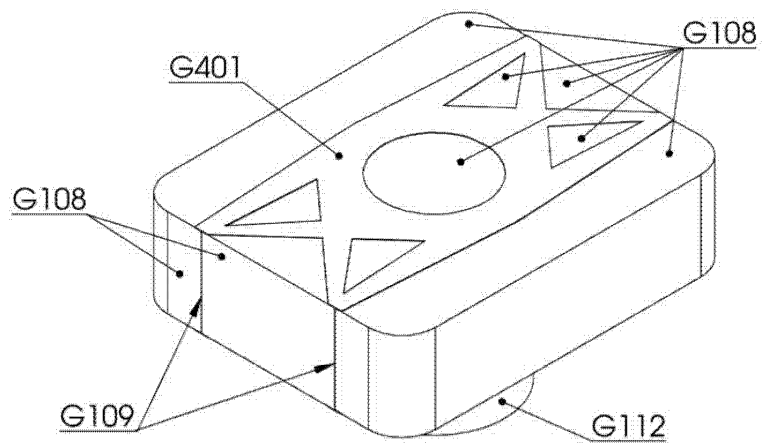
도면42b



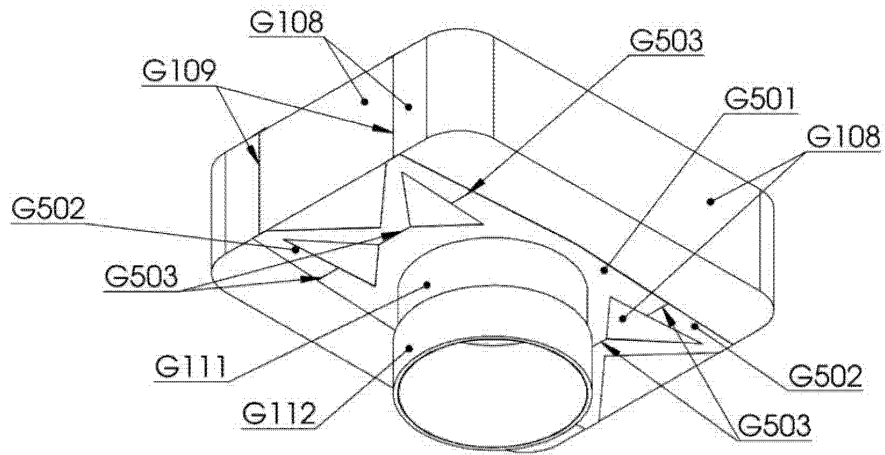
도면43a



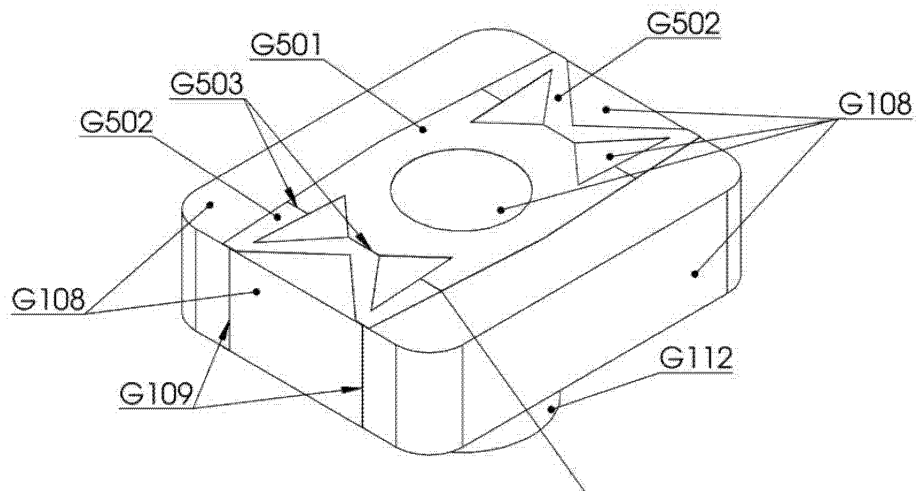
도면43b



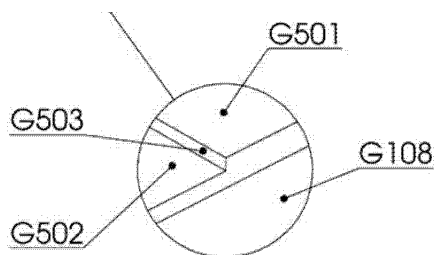
도면44a



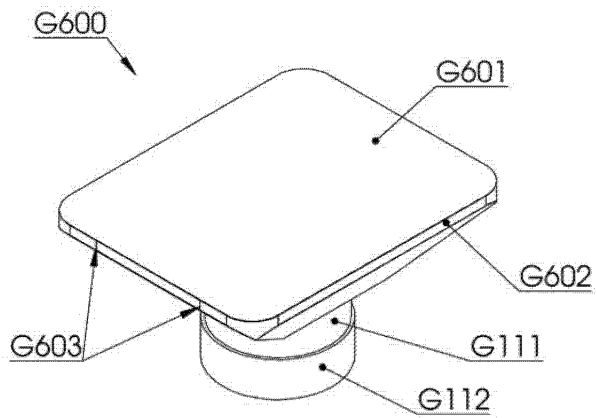
도면44b



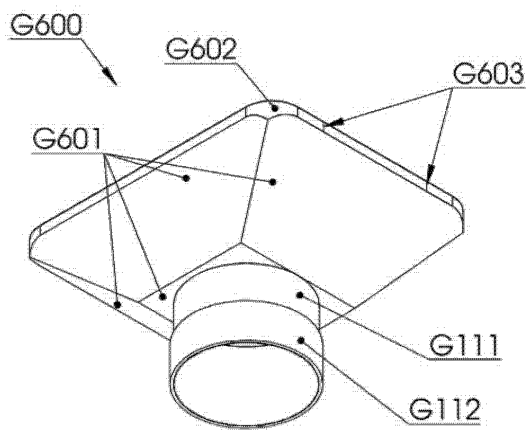
도면44c



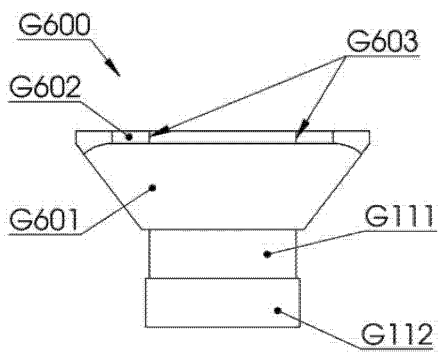
도면45a



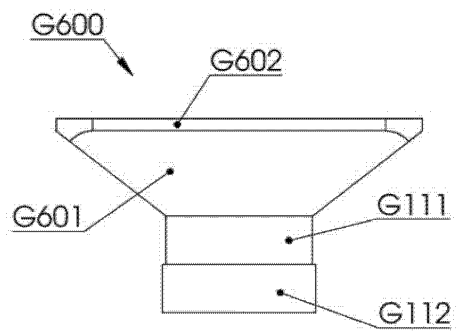
도면45b



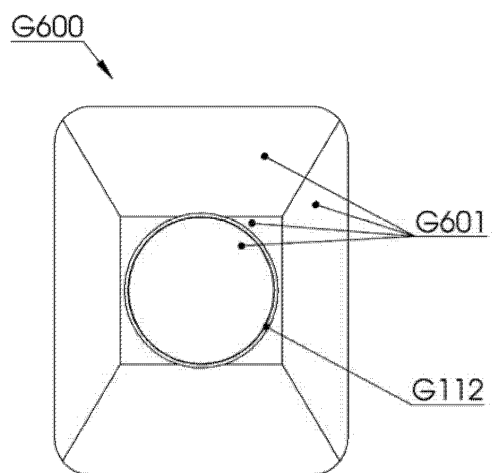
도면45c



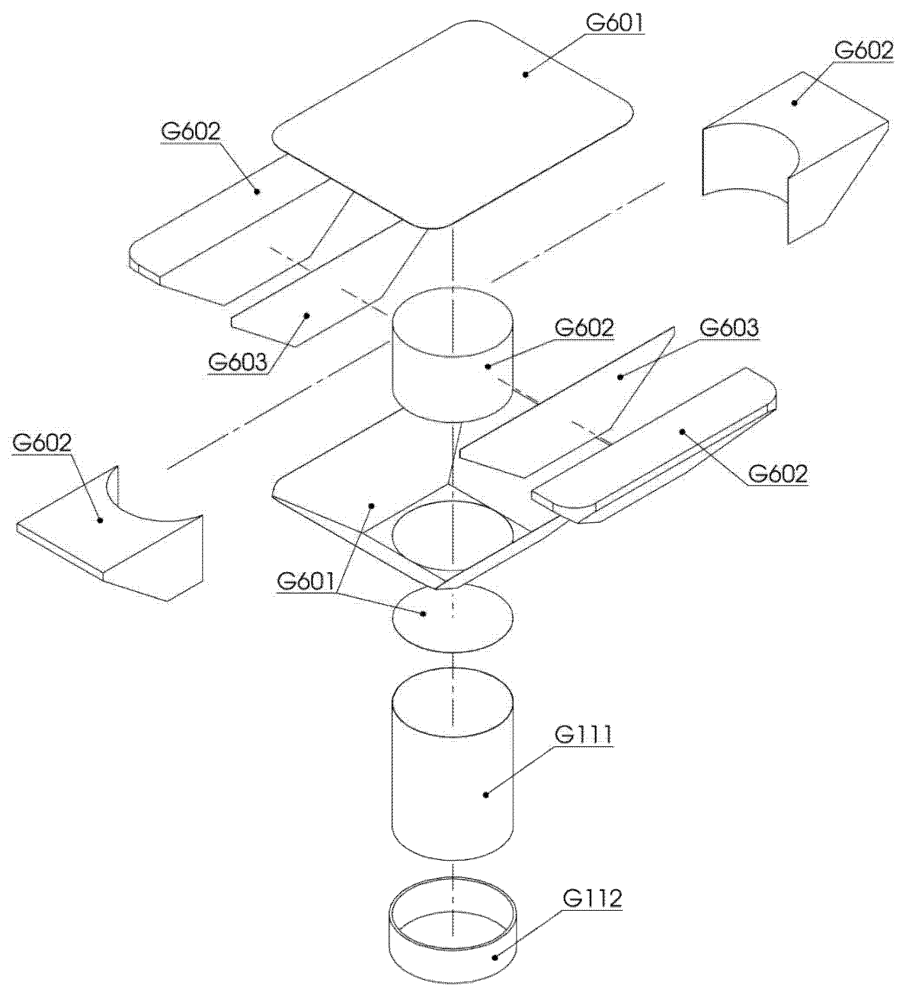
도면45d



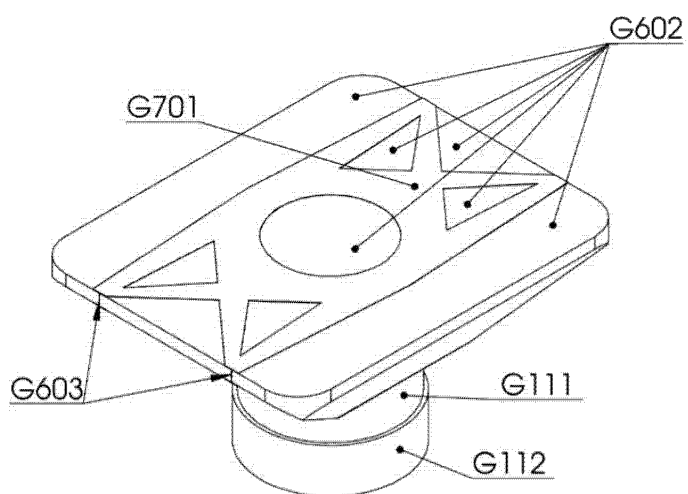
도면45e



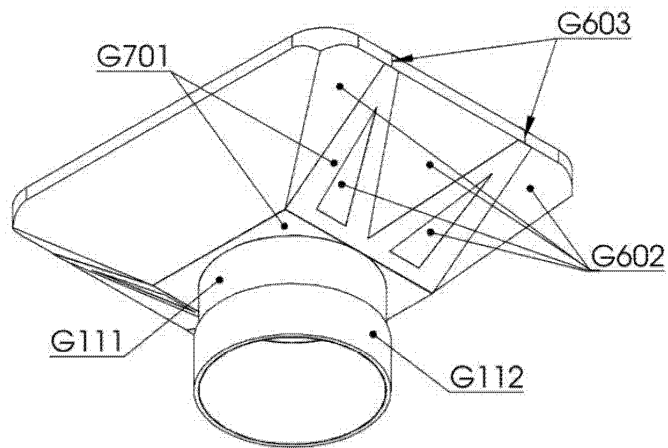
도면45f



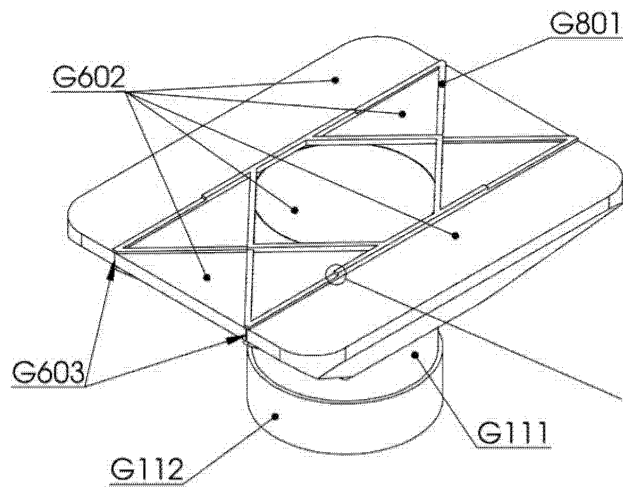
도면46a



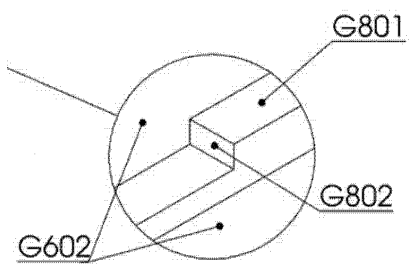
도면46b



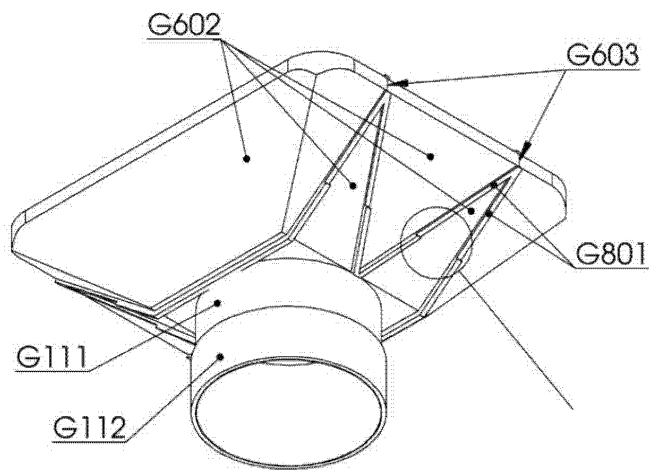
도면47a



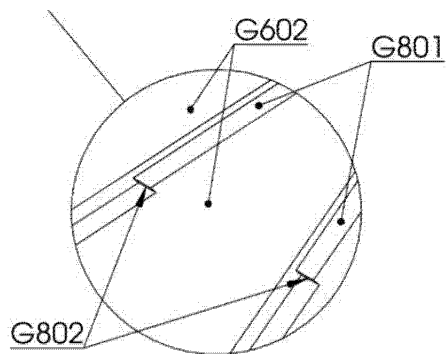
도면47b



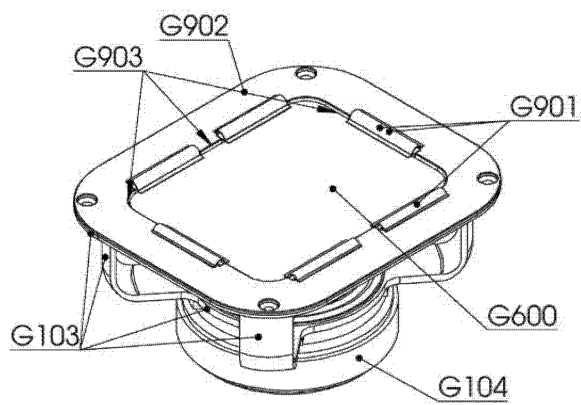
도면47c



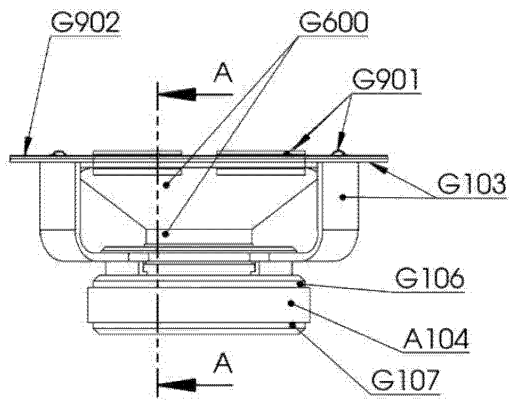
도면47d



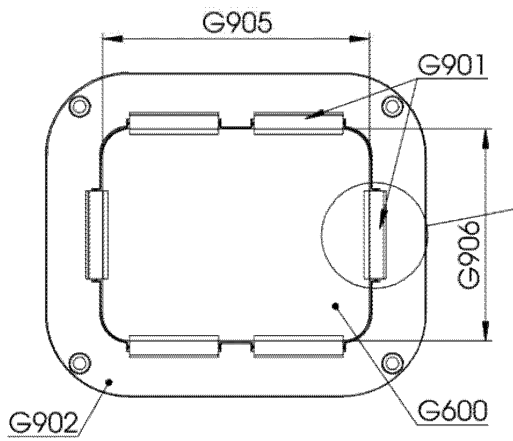
도면48a



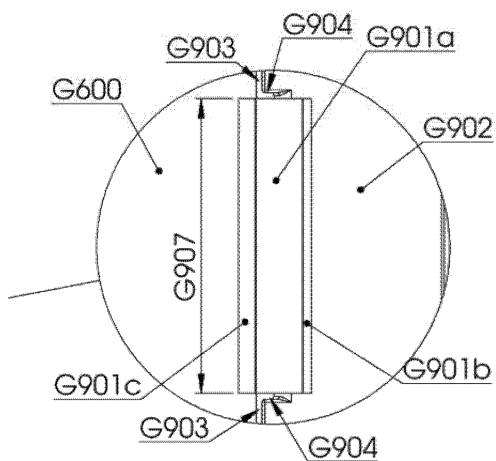
도면48b



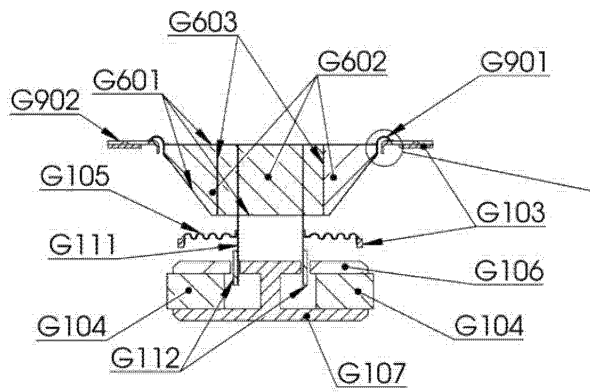
도면48c



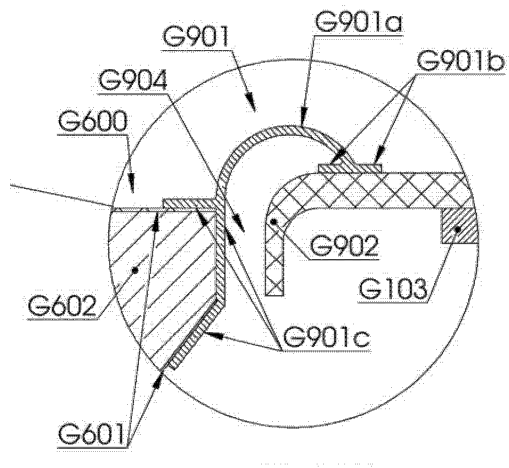
도면48d



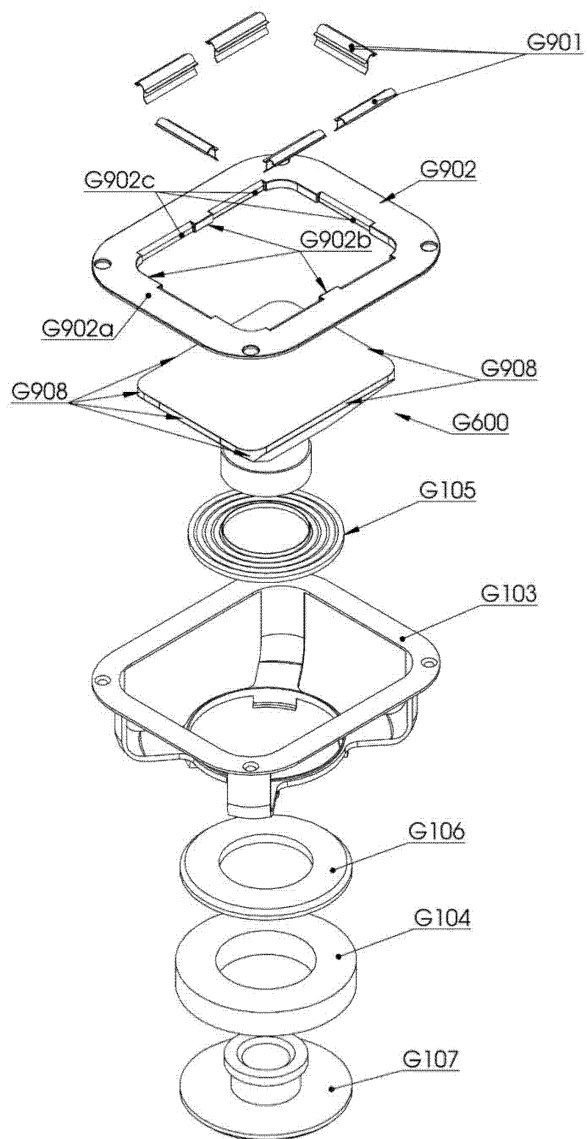
도면48e



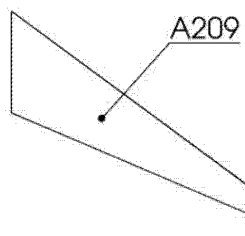
도면48f



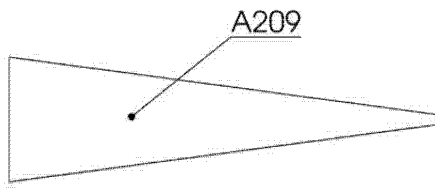
도면48g



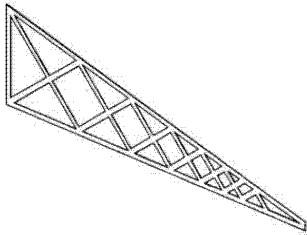
도면49a



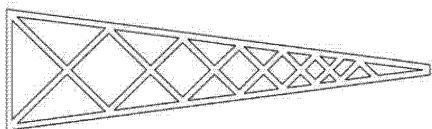
도면49b



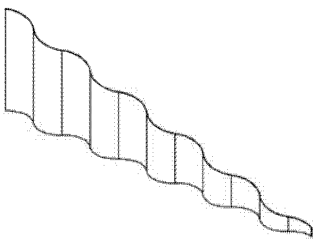
도면49c



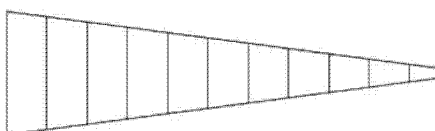
도면49d



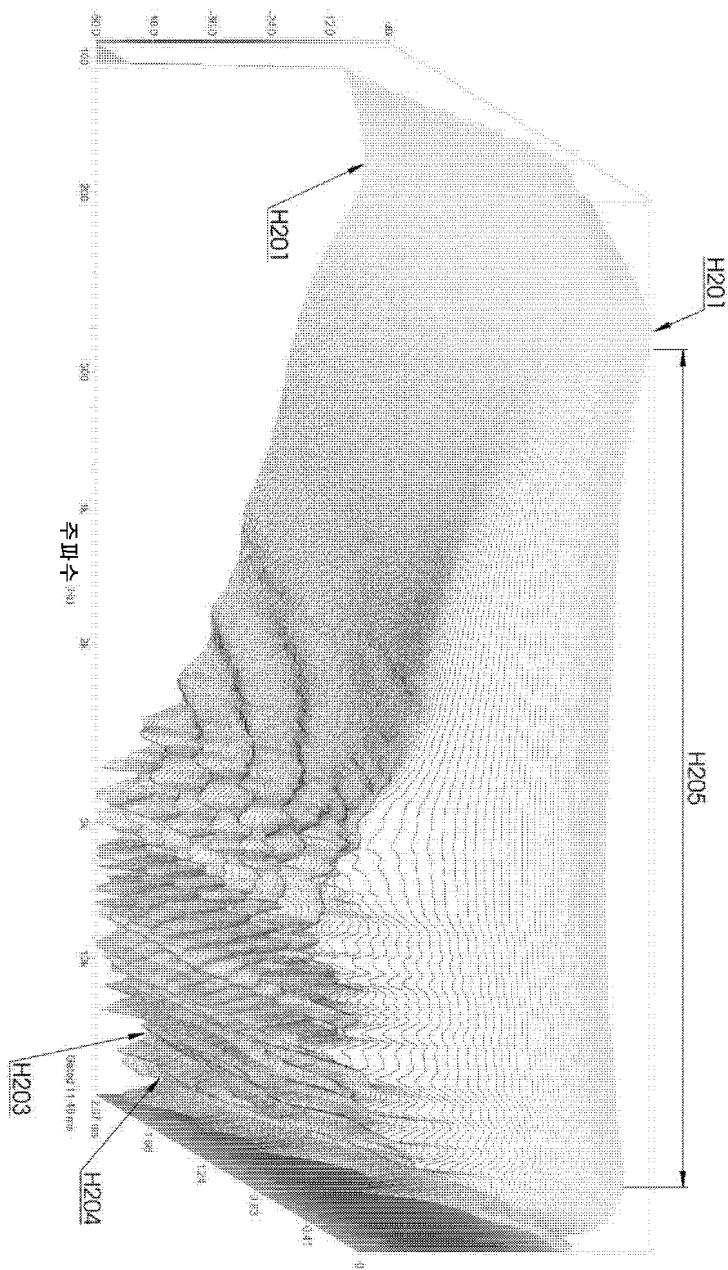
도면49e



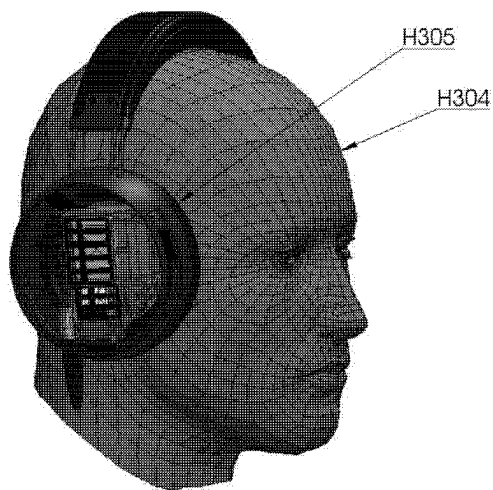
도면49f



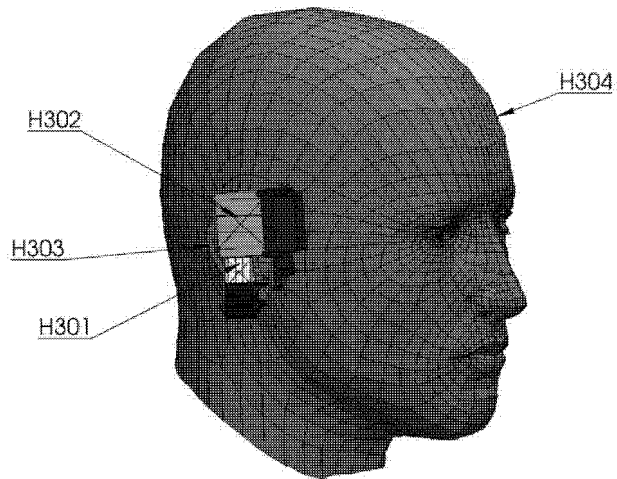
도면50



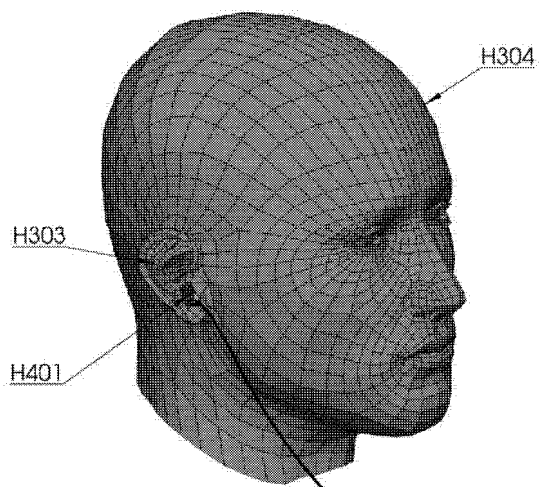
도면51a



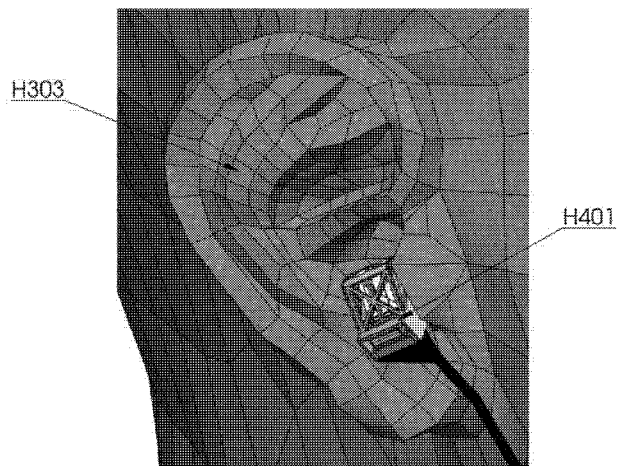
도면51b



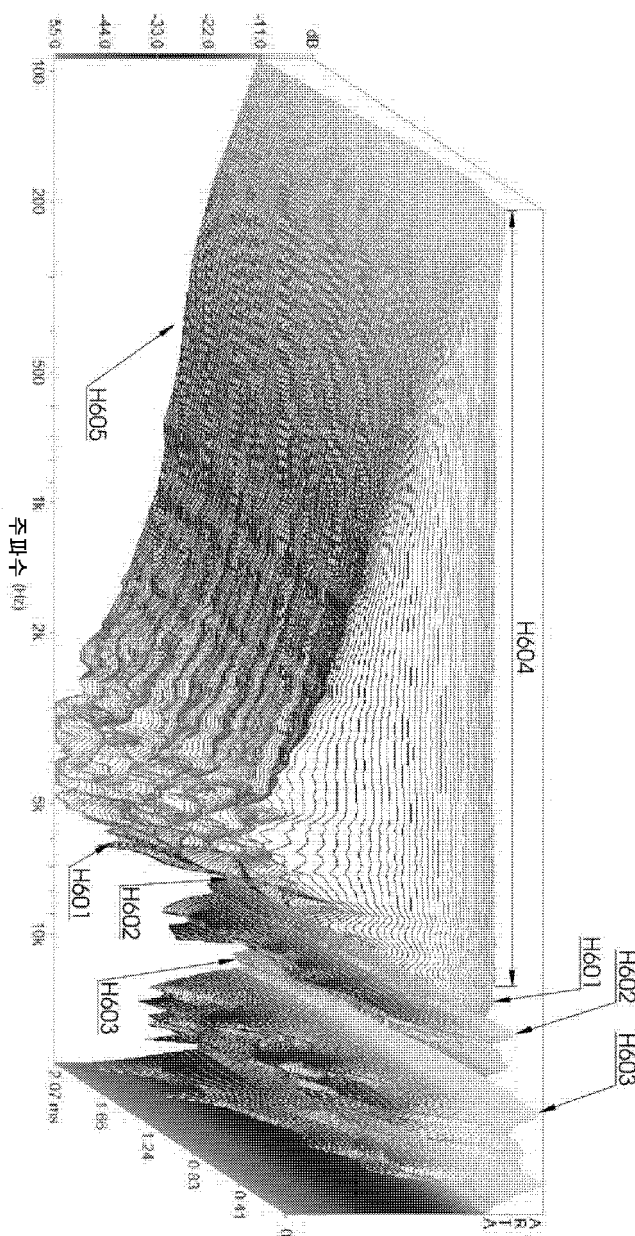
도면52



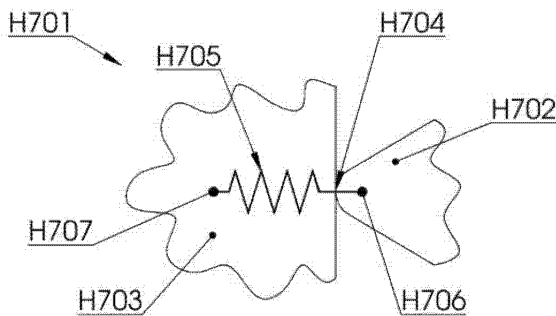
도면53



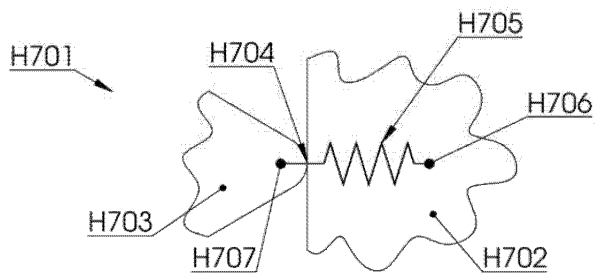
도면54



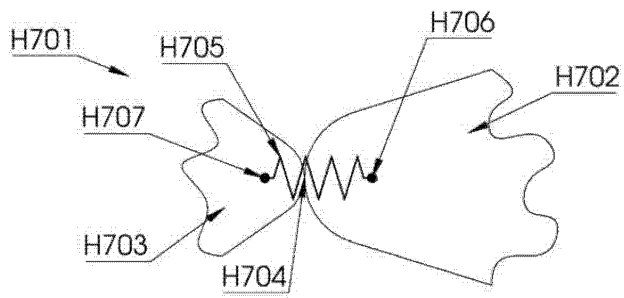
도면55a



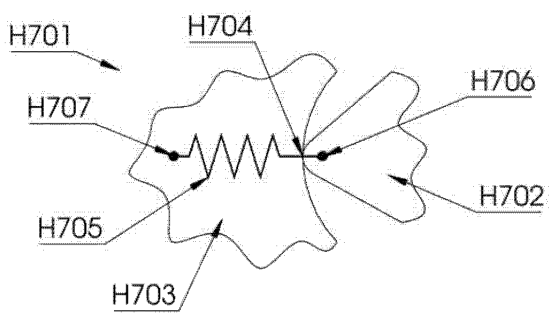
도면55b



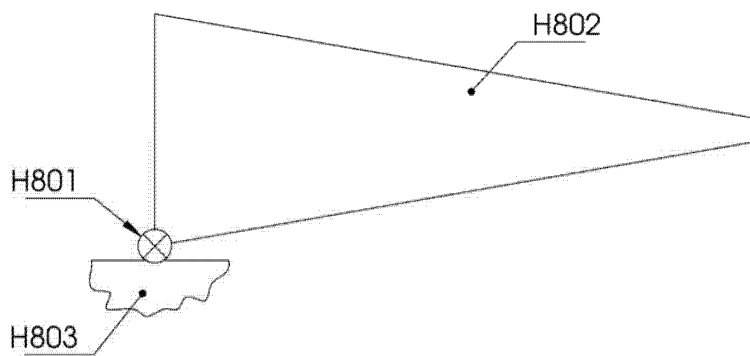
도면55c



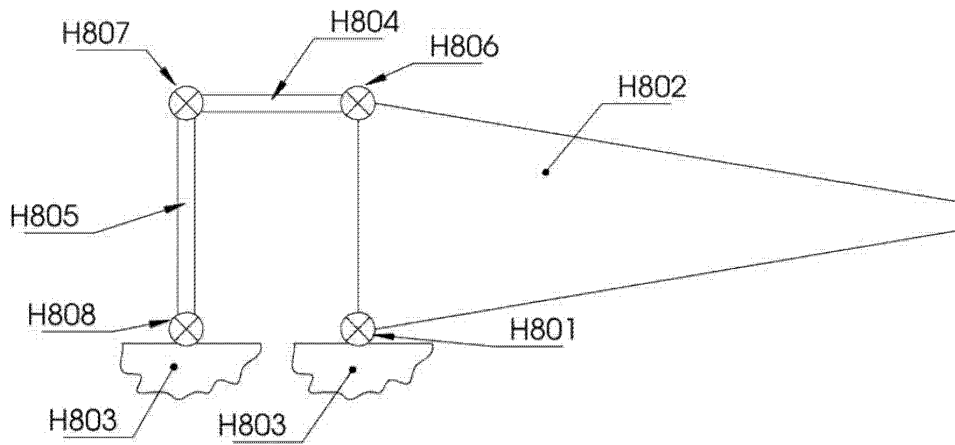
도면55d



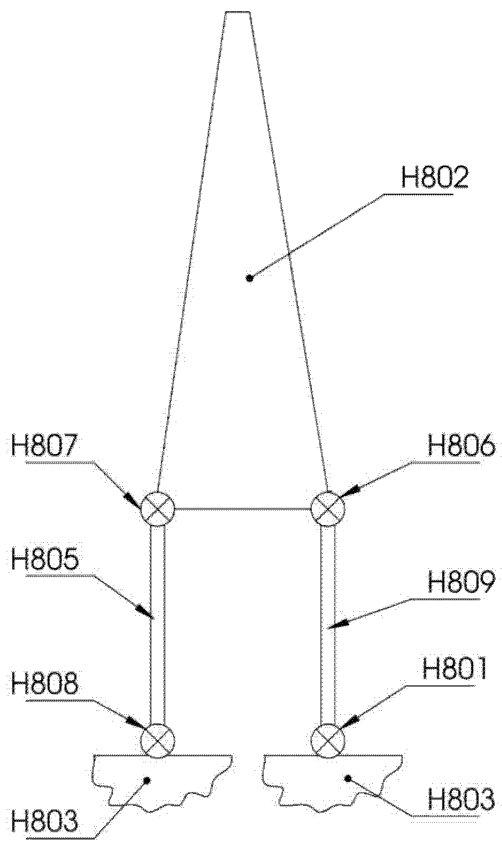
도면56a



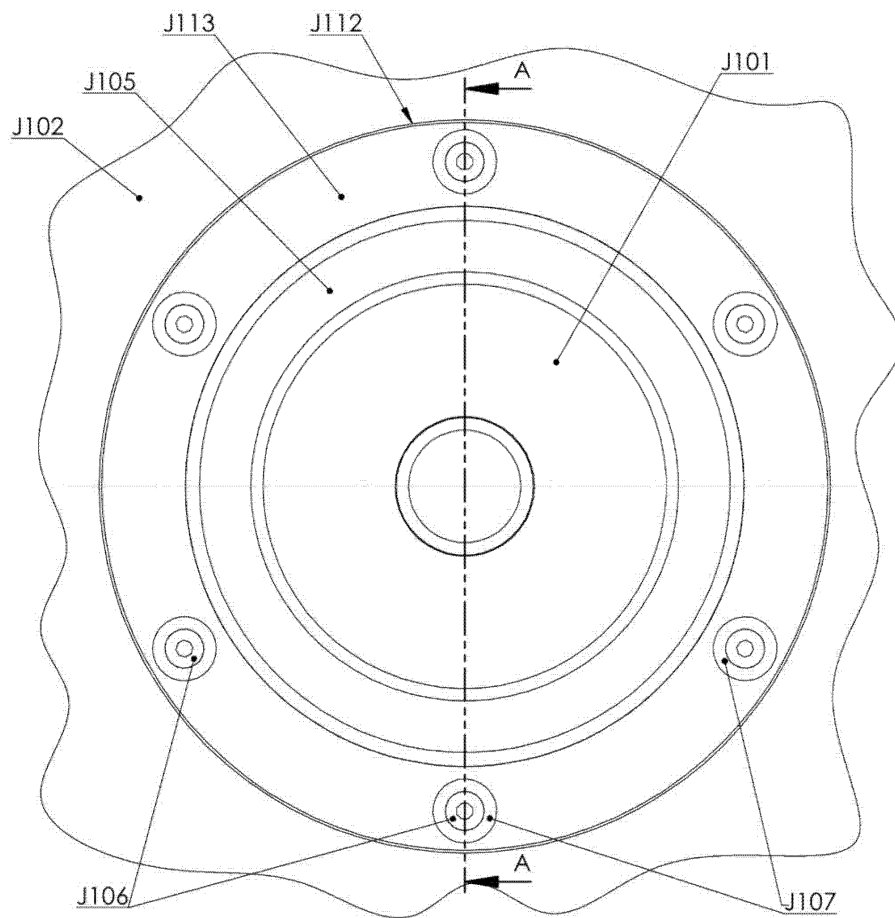
도면56b



도면56c

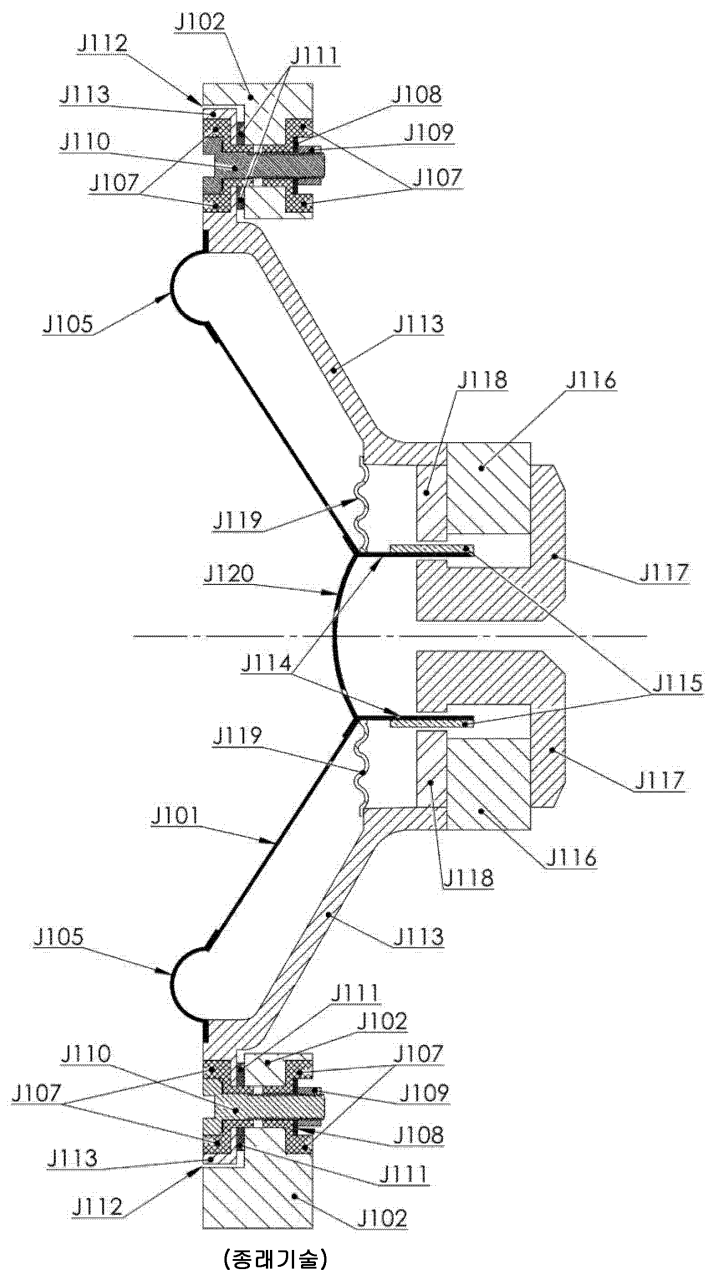


도면57a

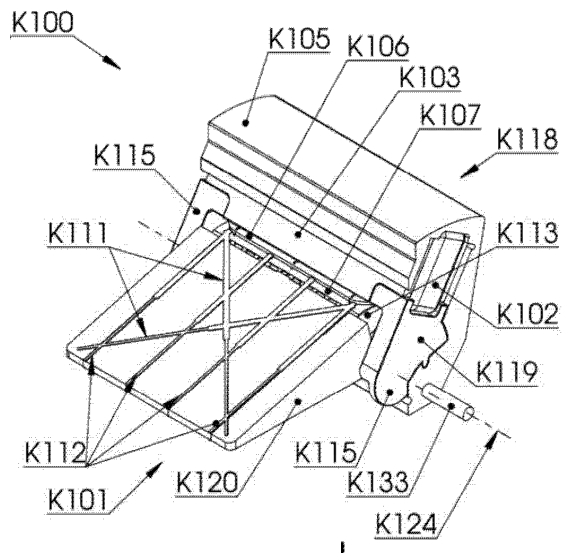


(종래기술)

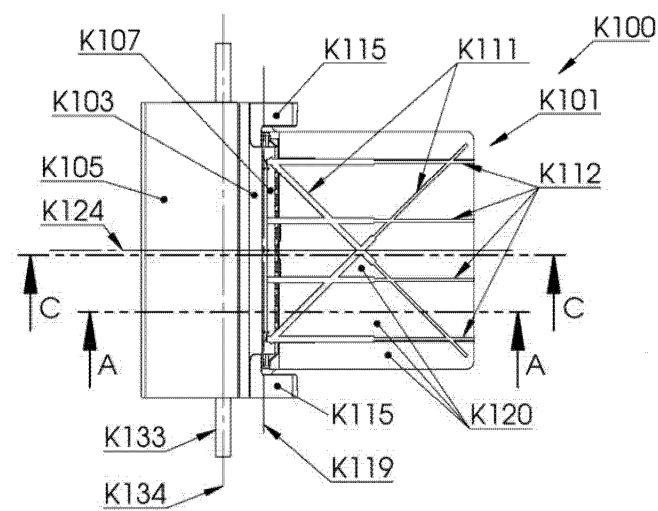
도면57b



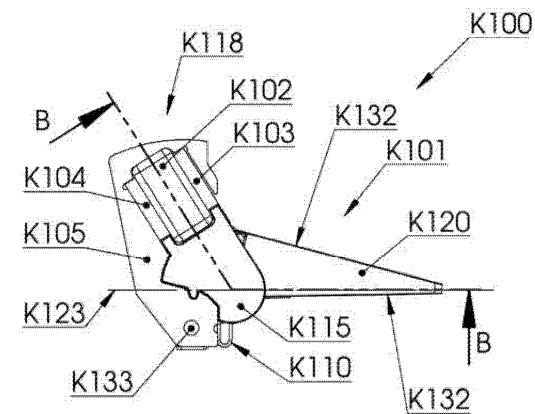
도면58a



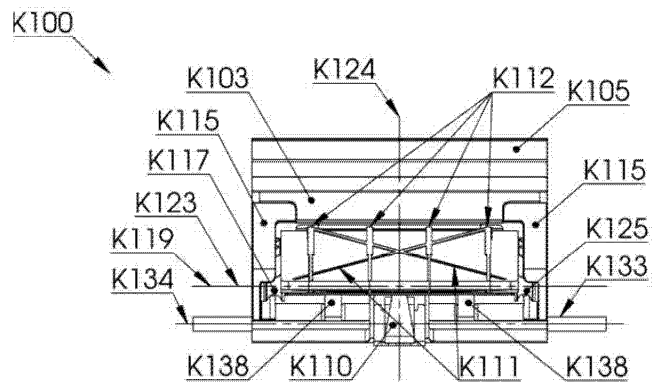
도면58b



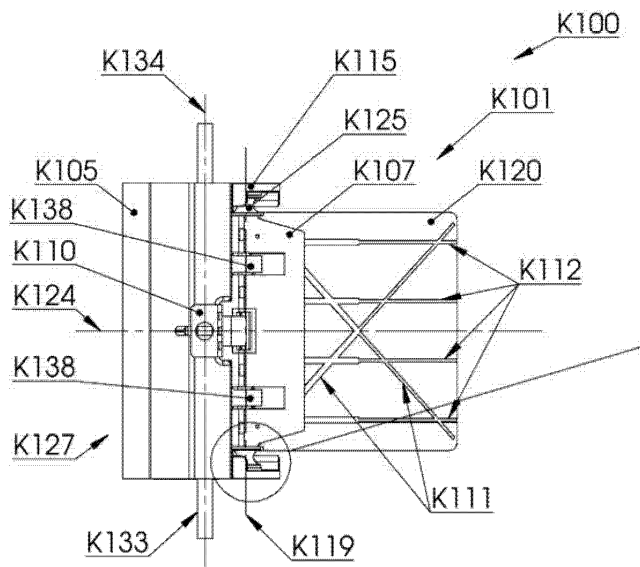
도면58c



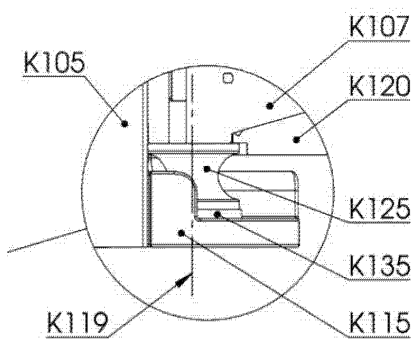
도면58d



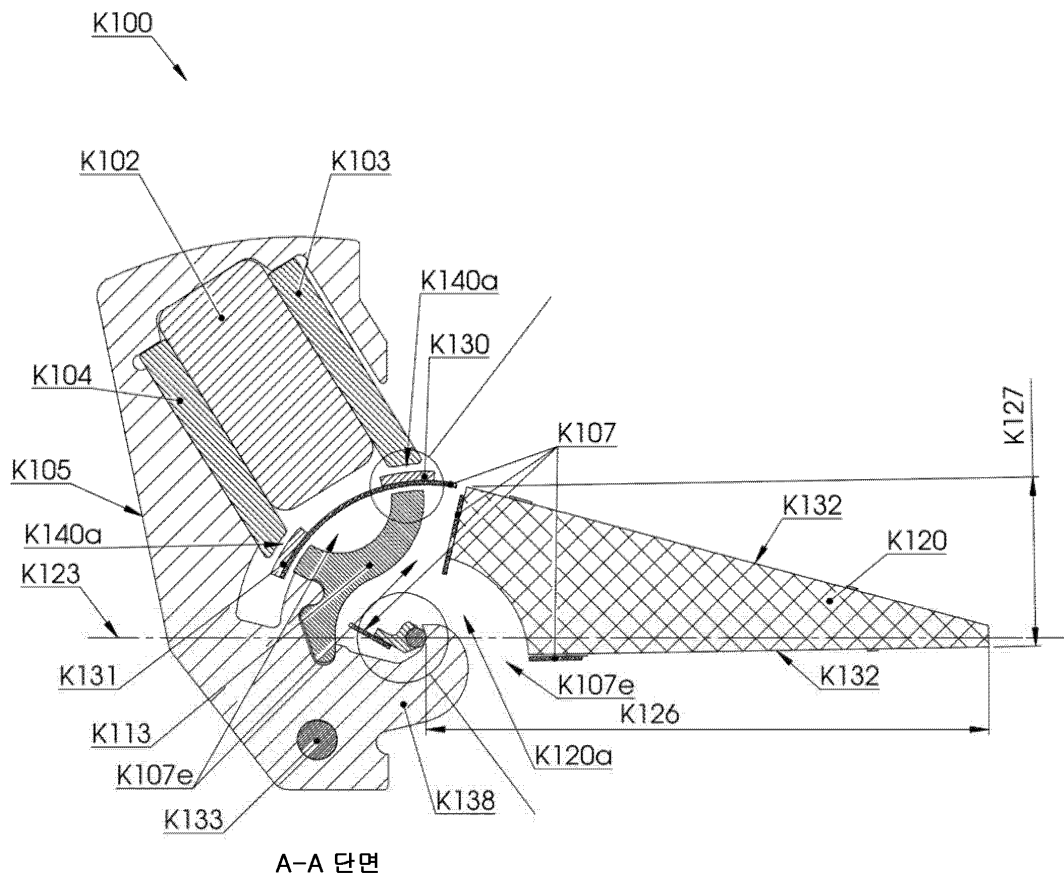
도면58e



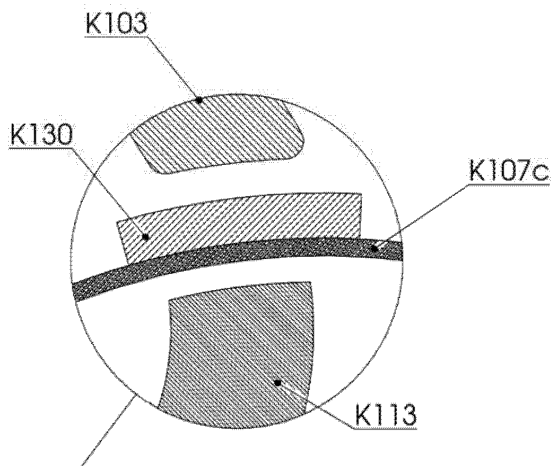
도면58f



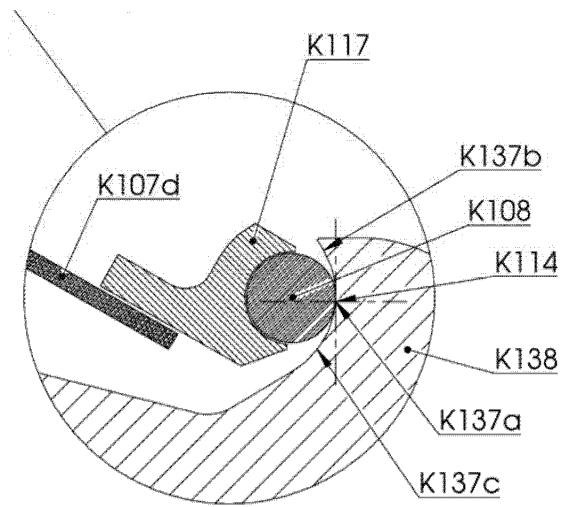
도면58g



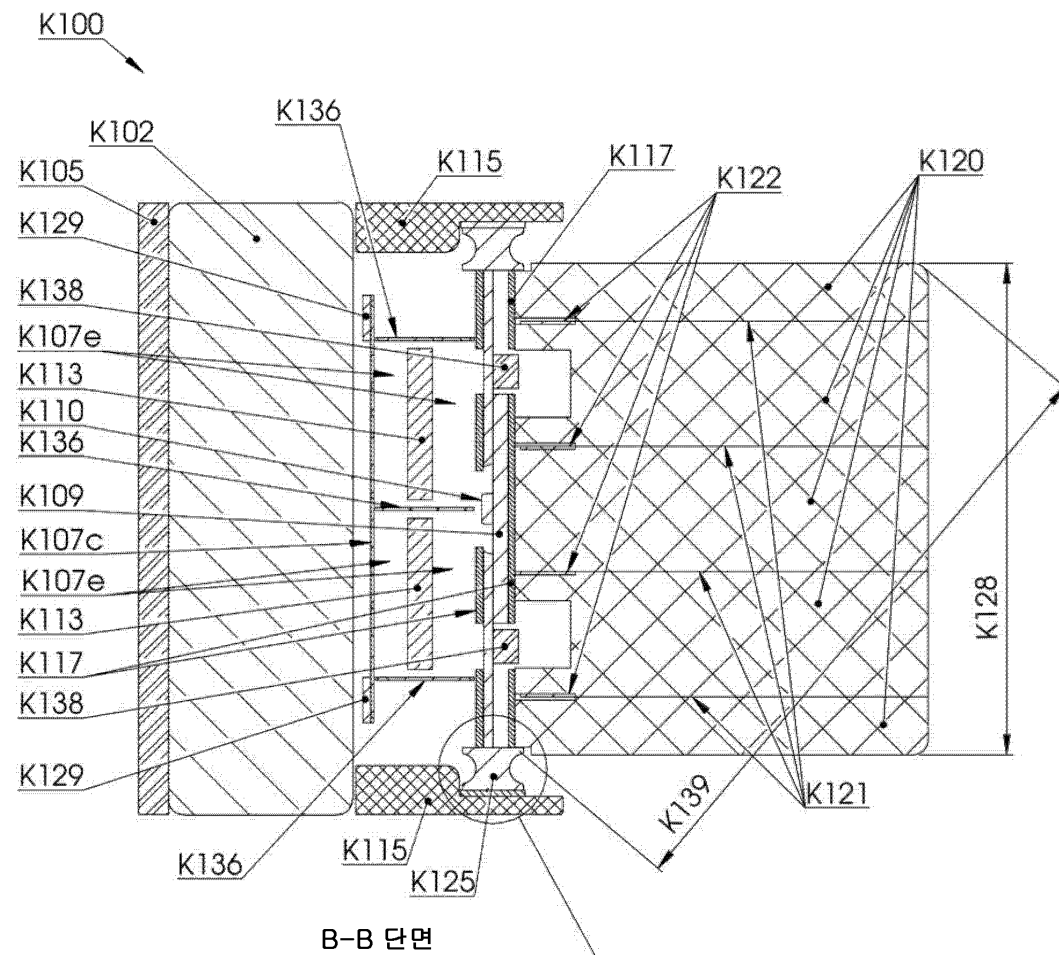
도면58h



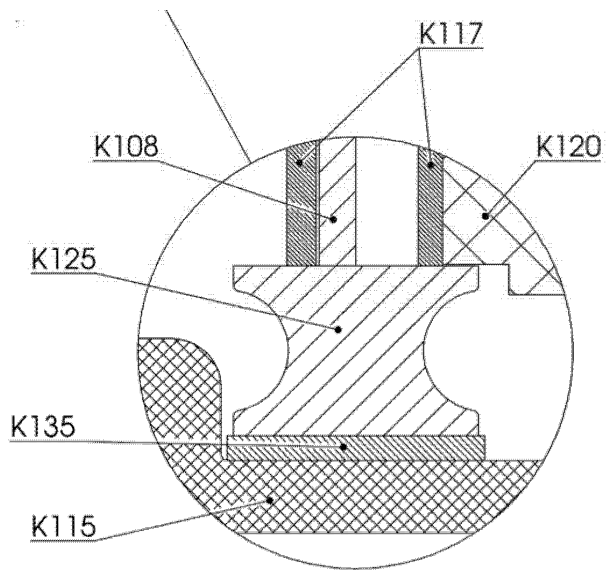
도면58i



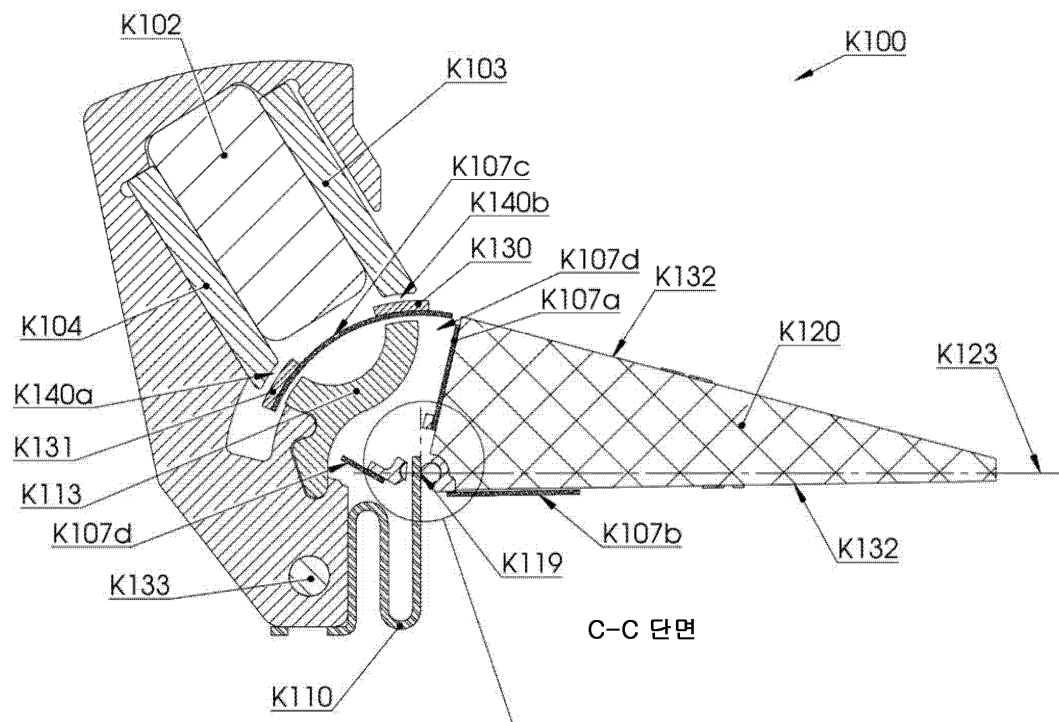
도면58j



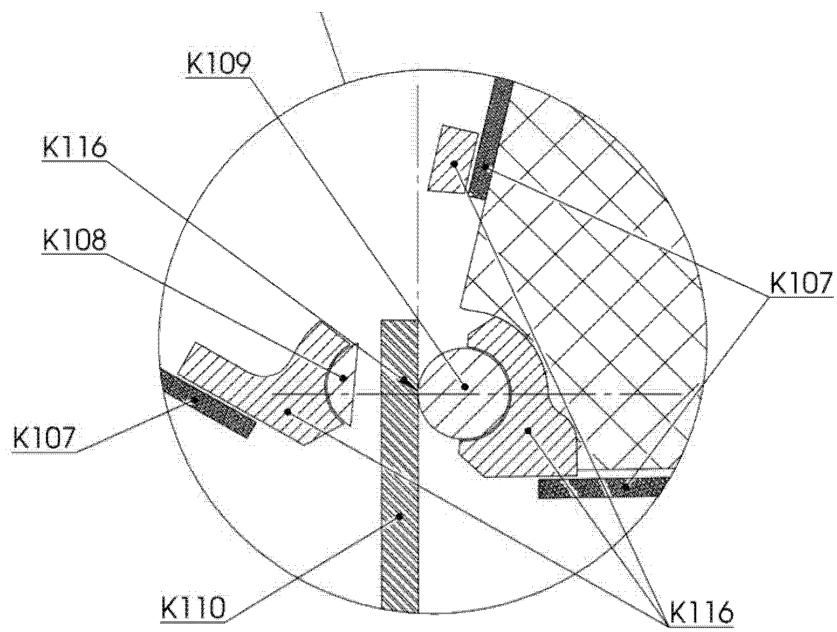
도면58k



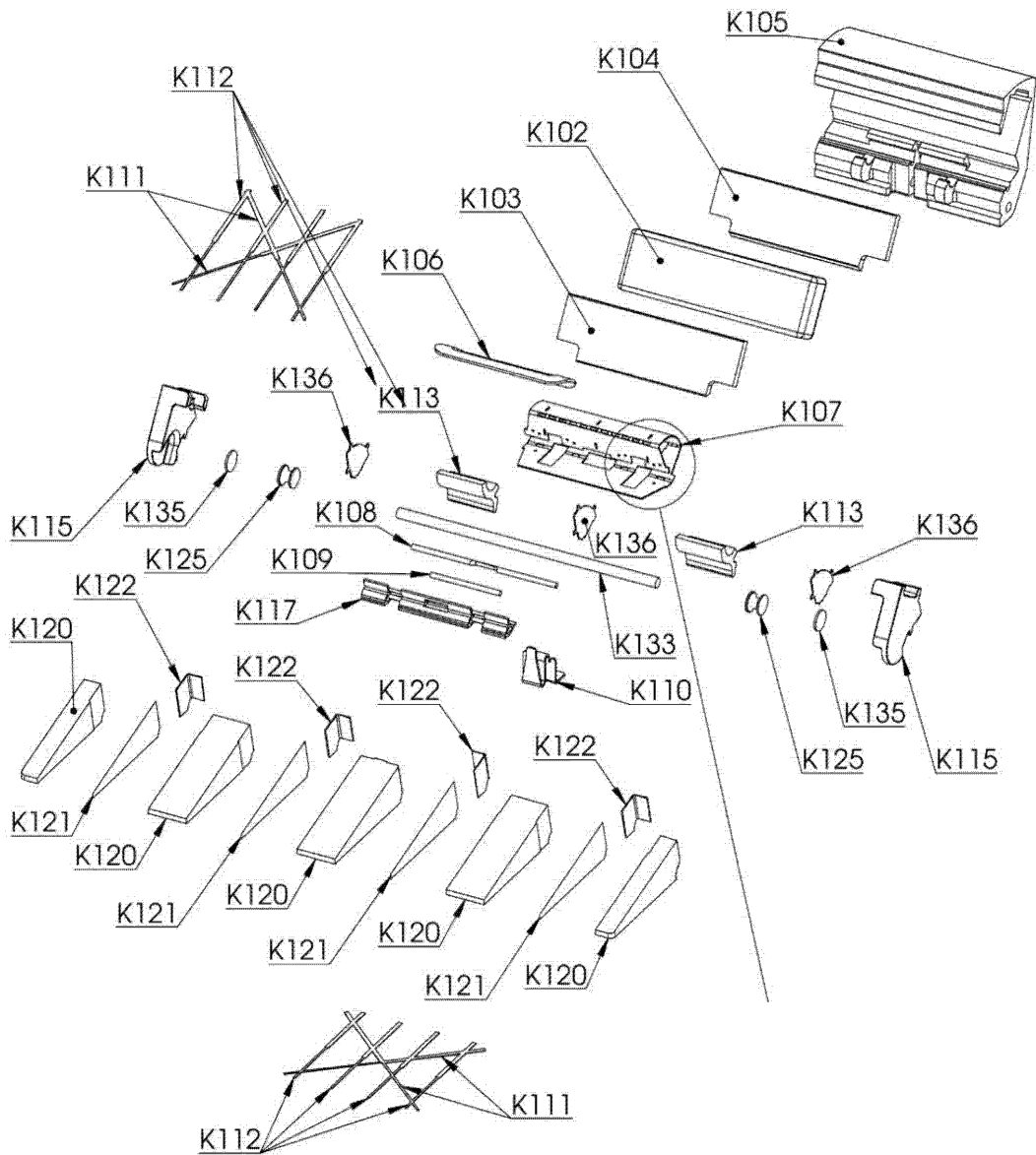
도면58l



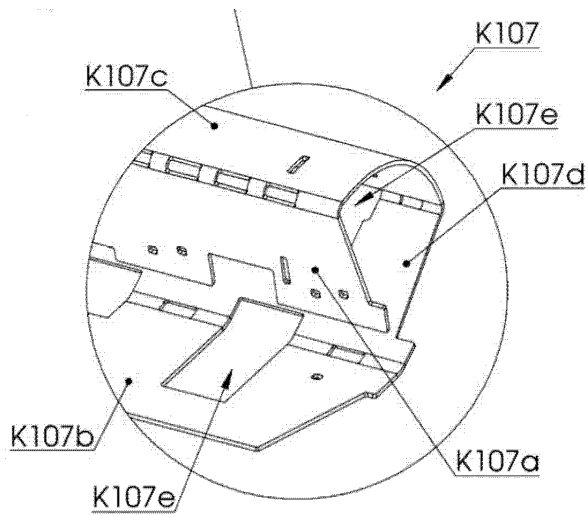
도면58m



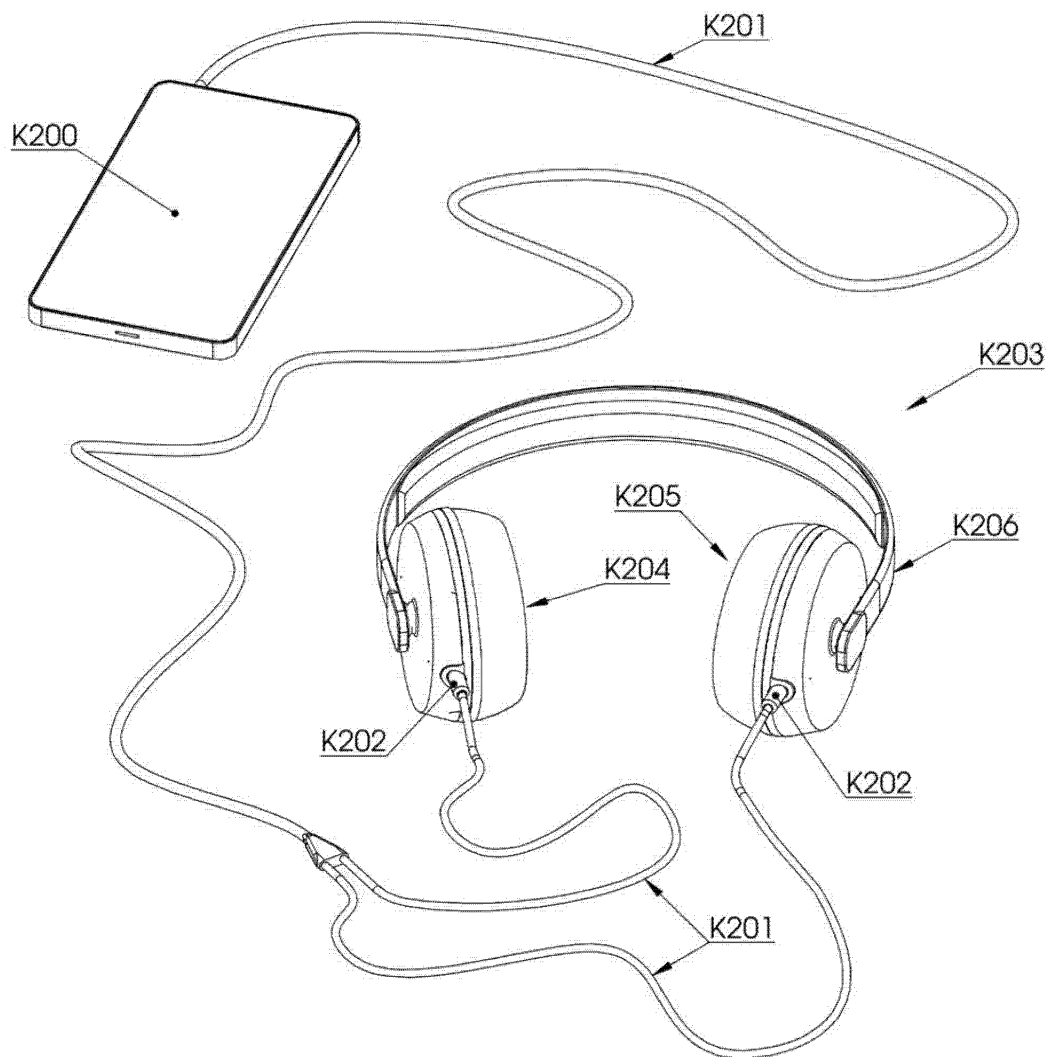
도면58n



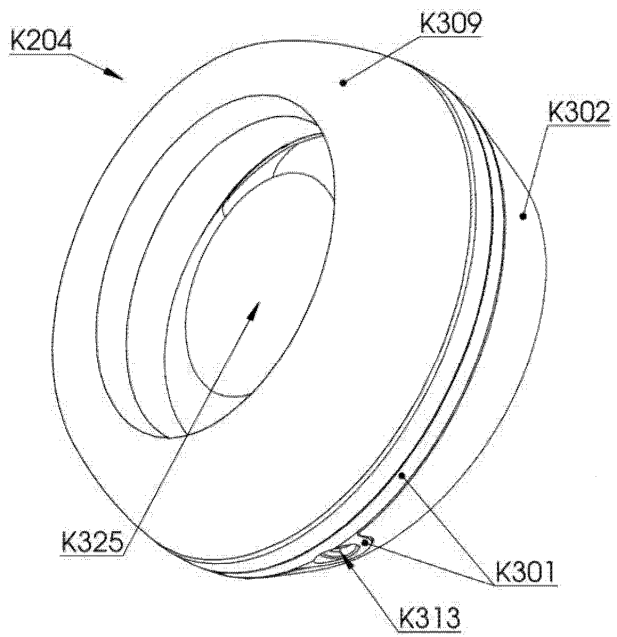
도면58o



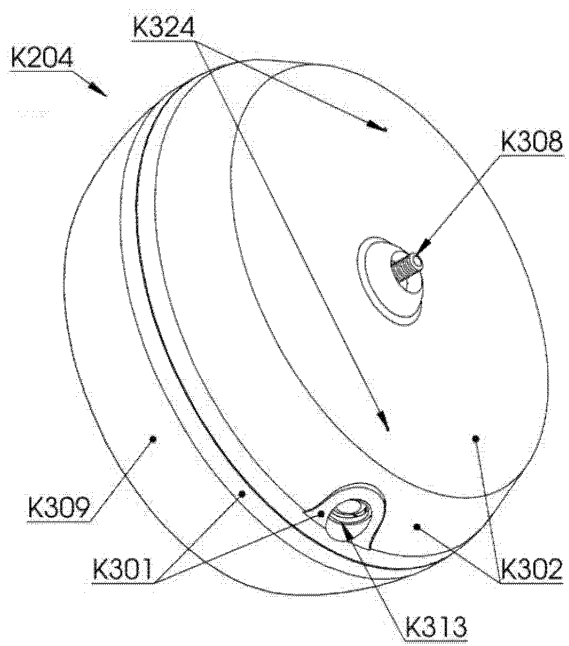
도면59



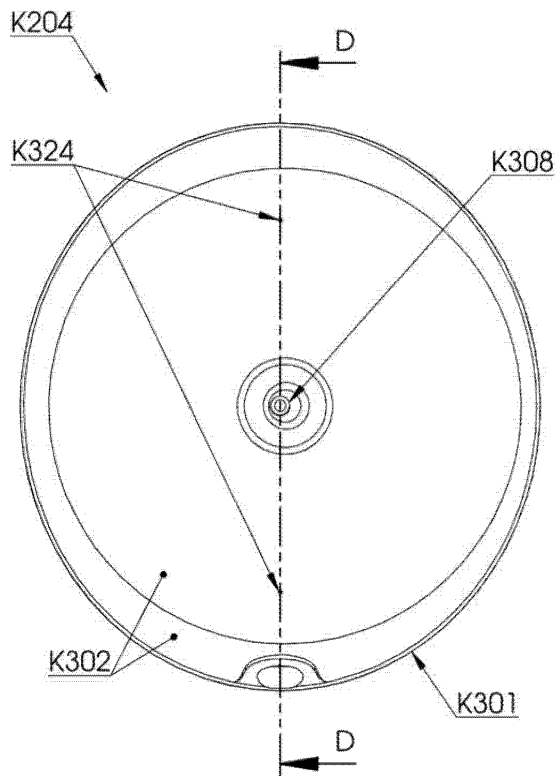
도면60a



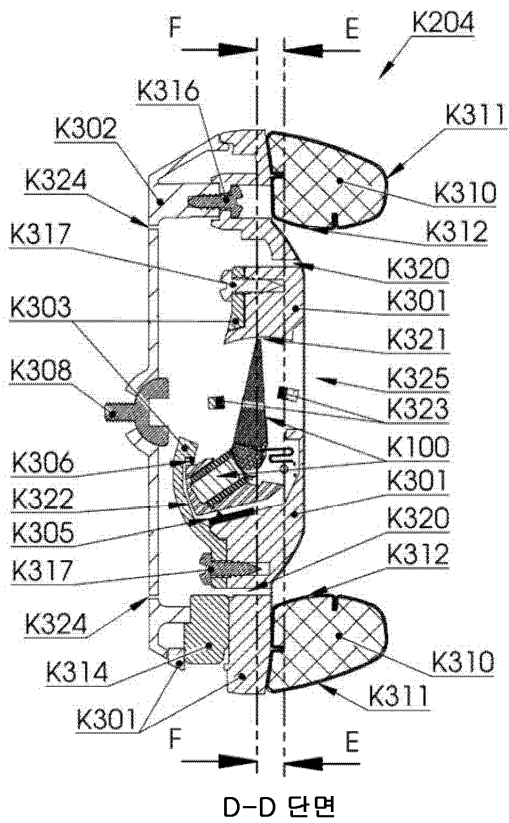
도면60b



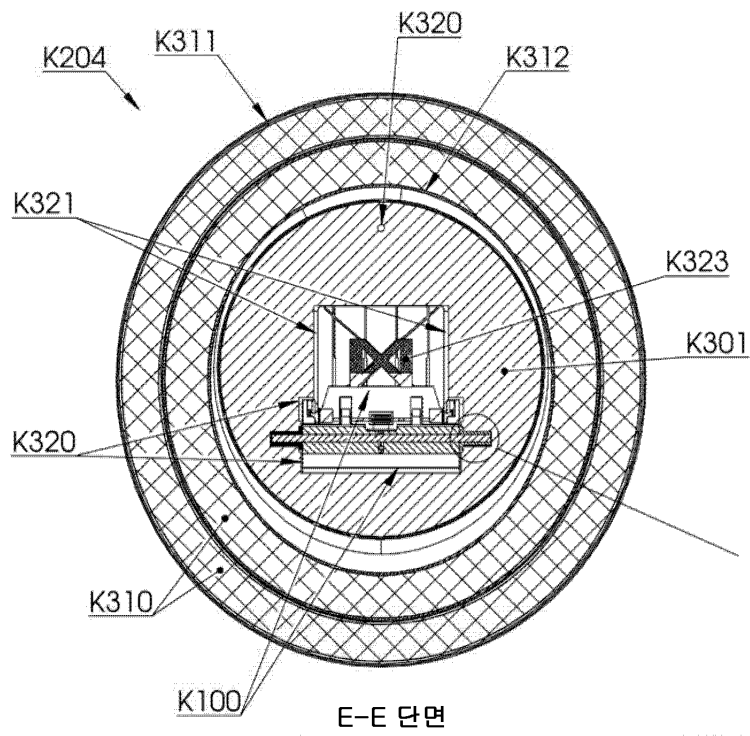
도면60c



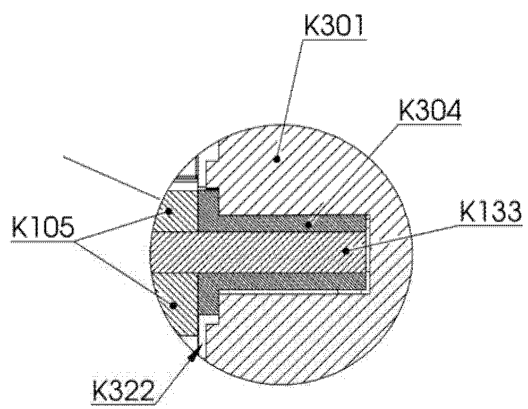
도면60d



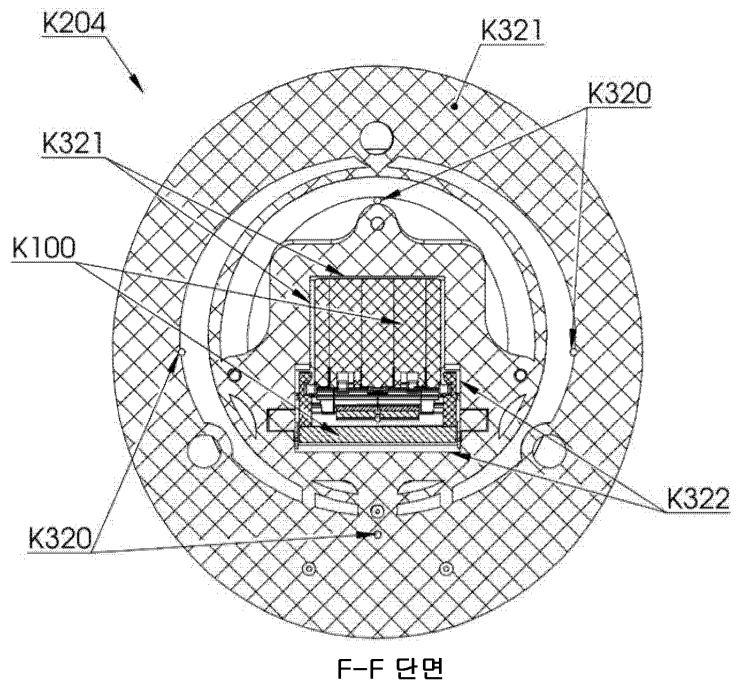
도면60e



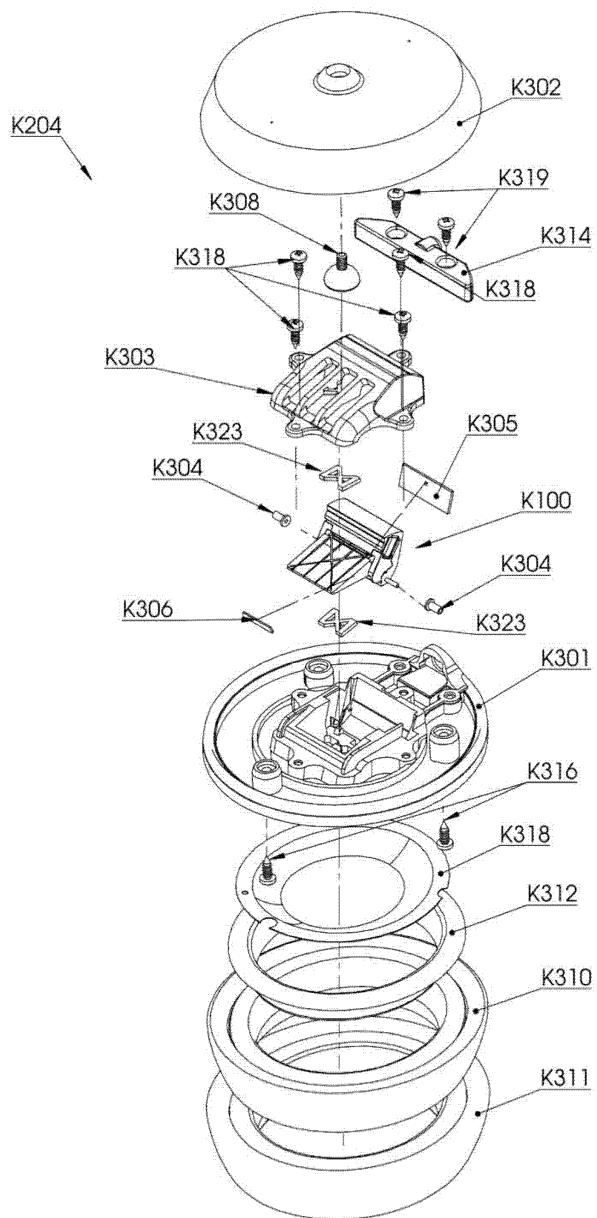
도면60f



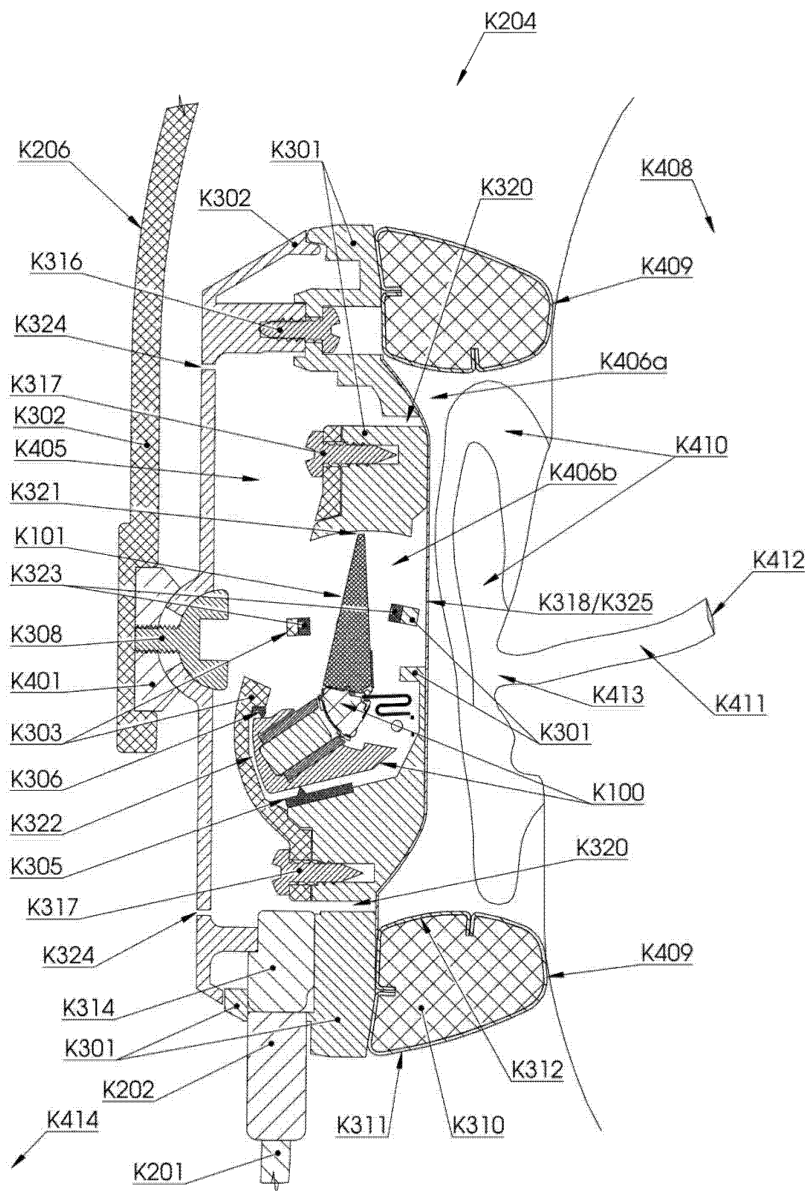
도면60g



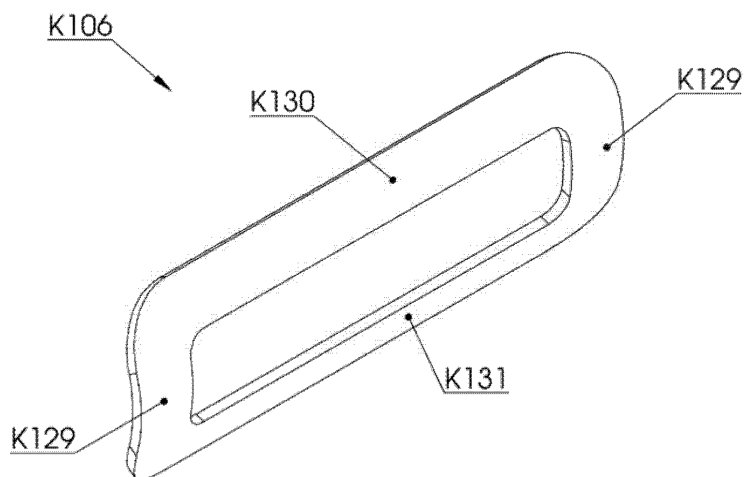
도면60h



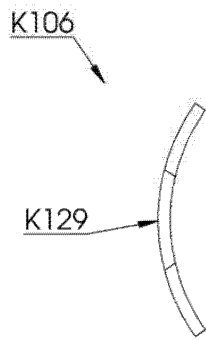
도면61



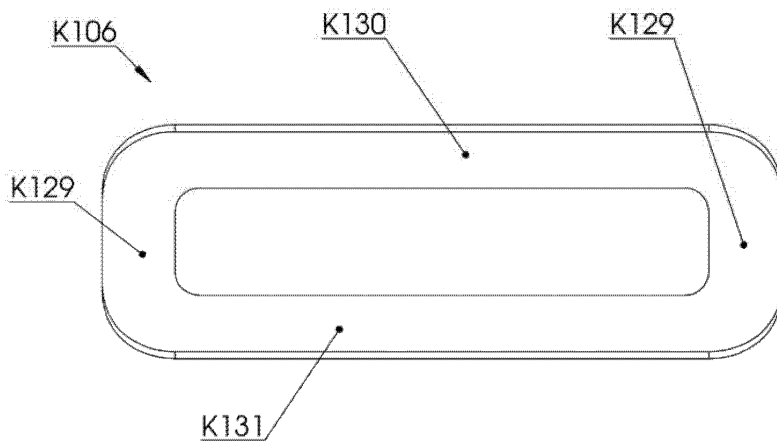
도면62a



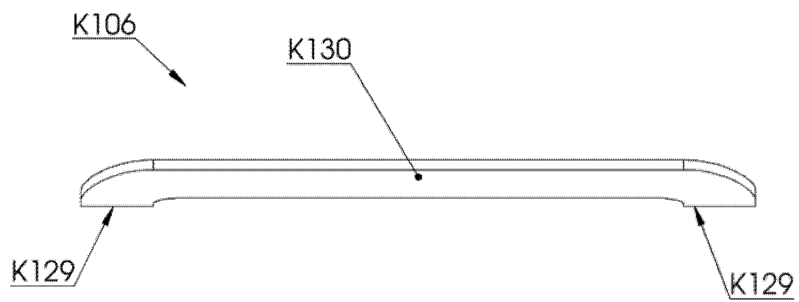
도면62b



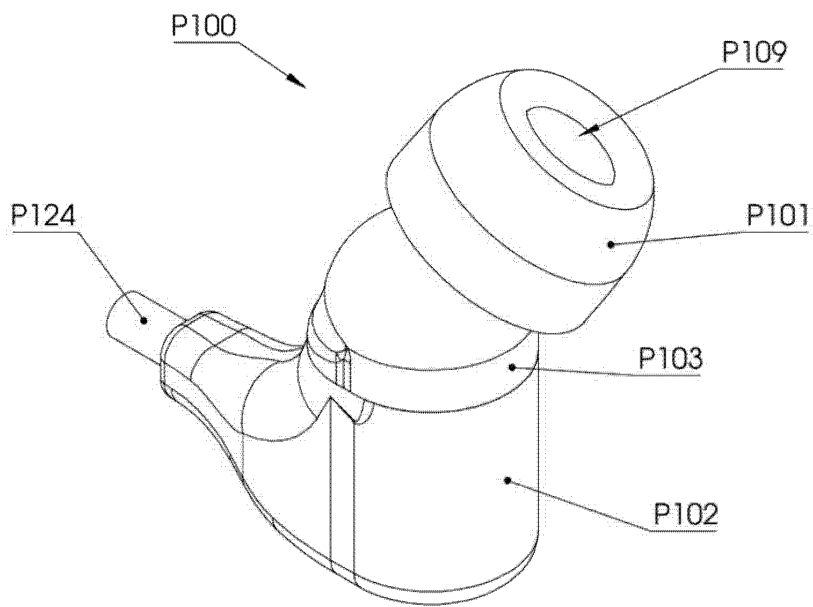
도면62c



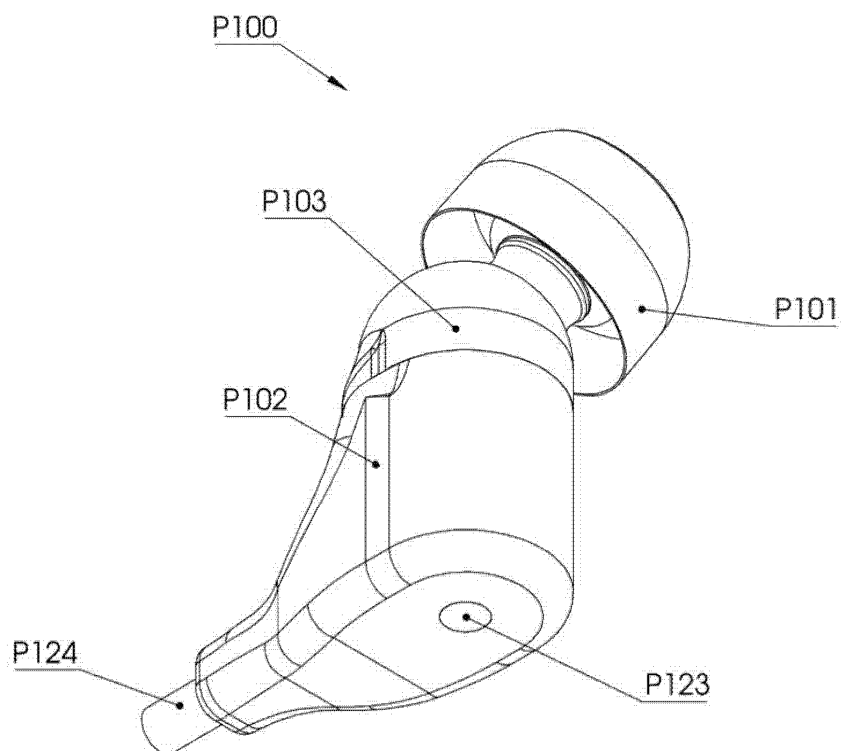
도면62d



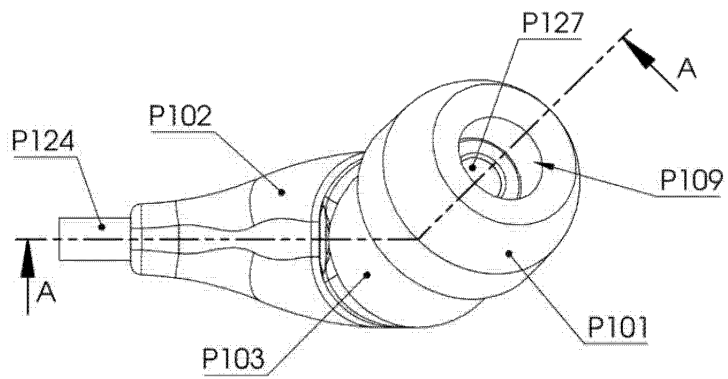
도면63a



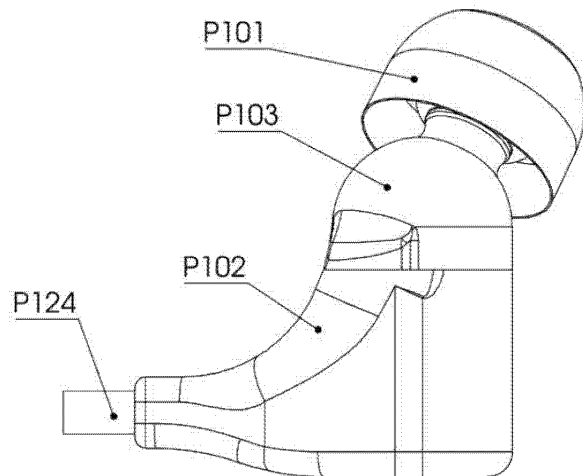
도면63b



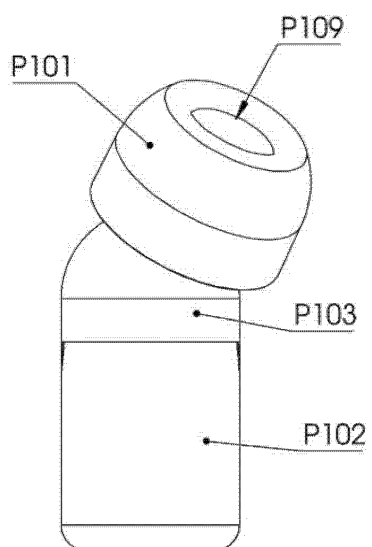
도면63c



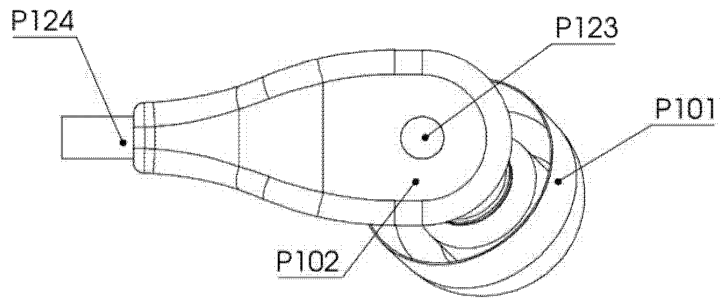
도면63d



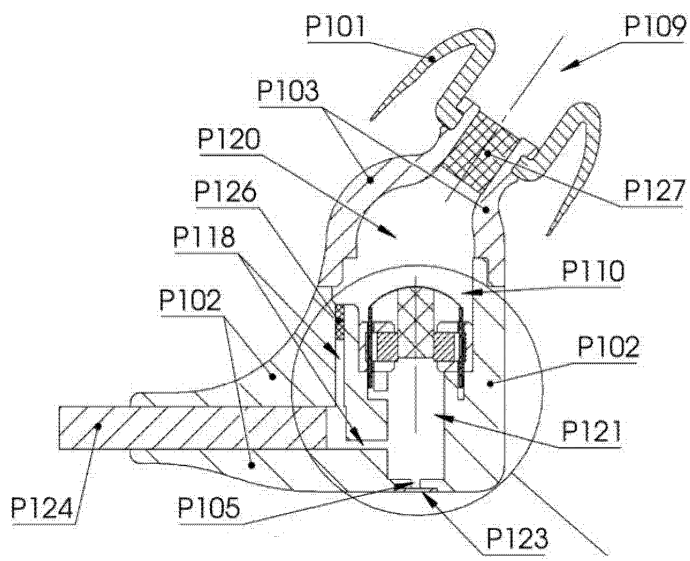
도면63e



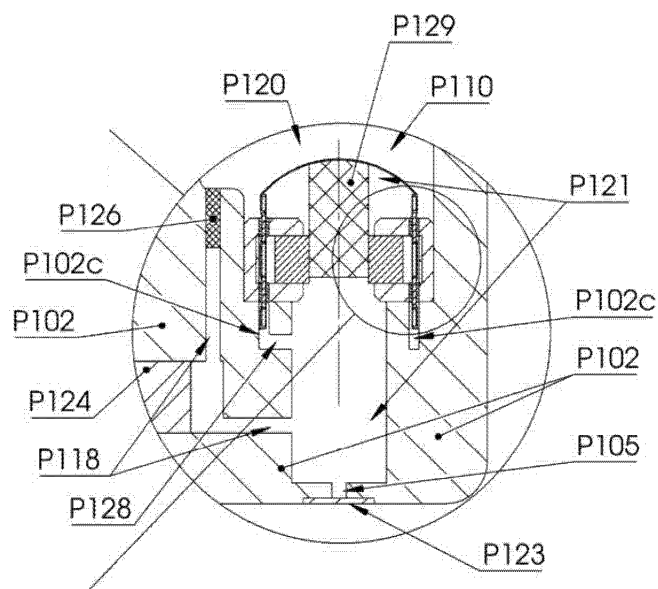
도면63f



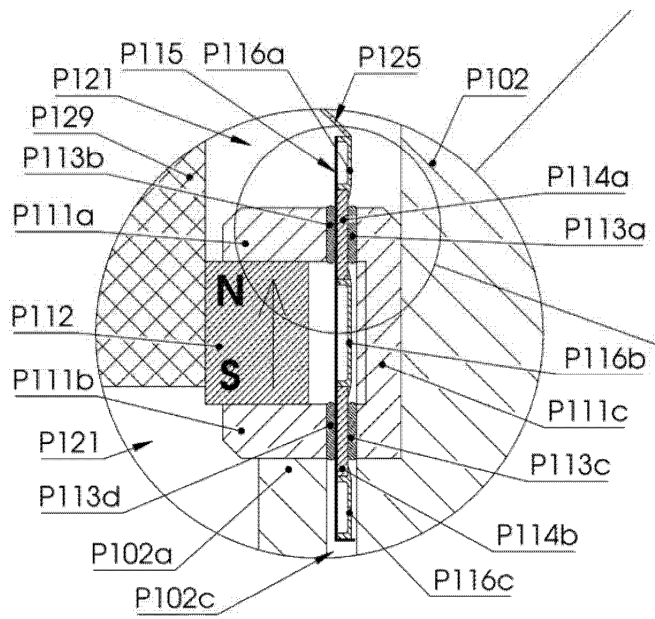
도면63g



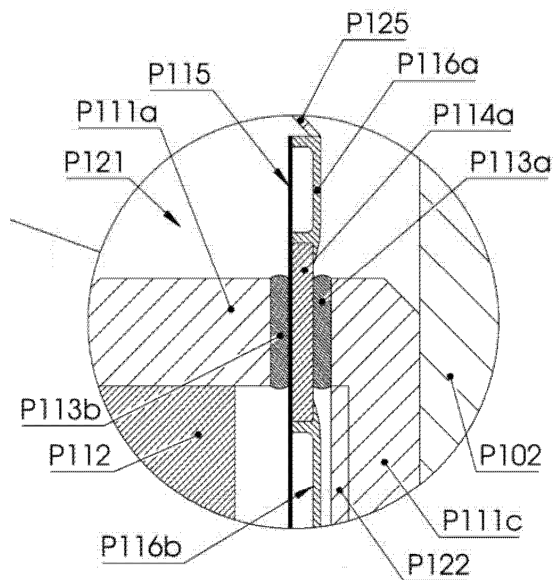
도면63h



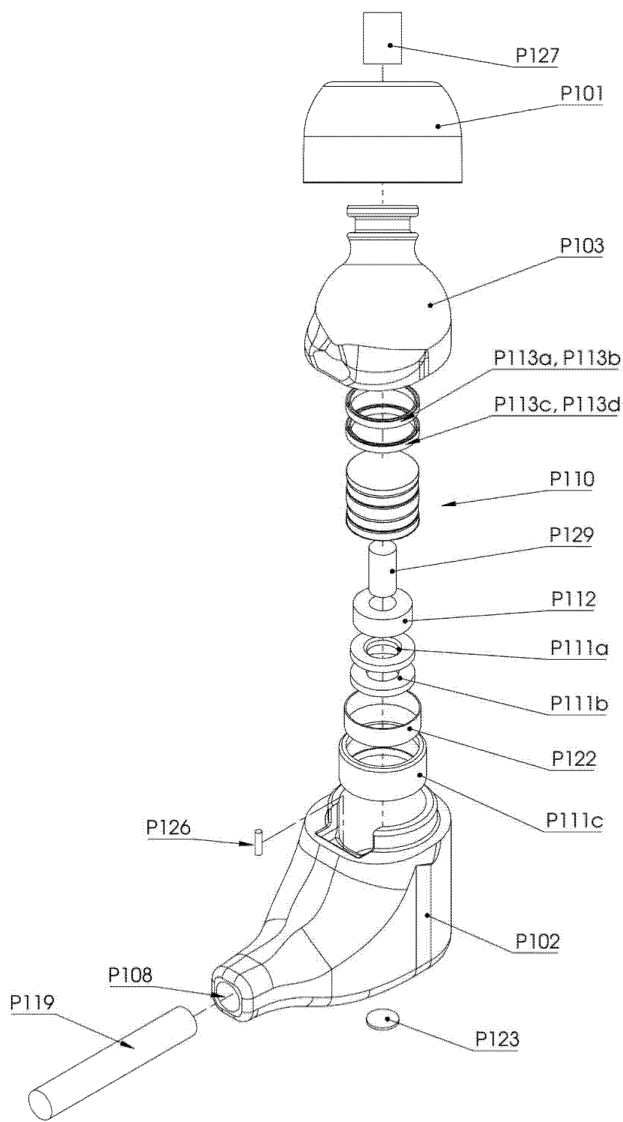
도면63i



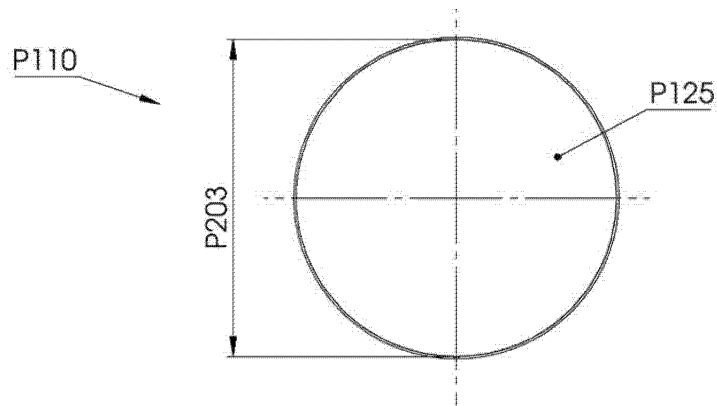
도면63j



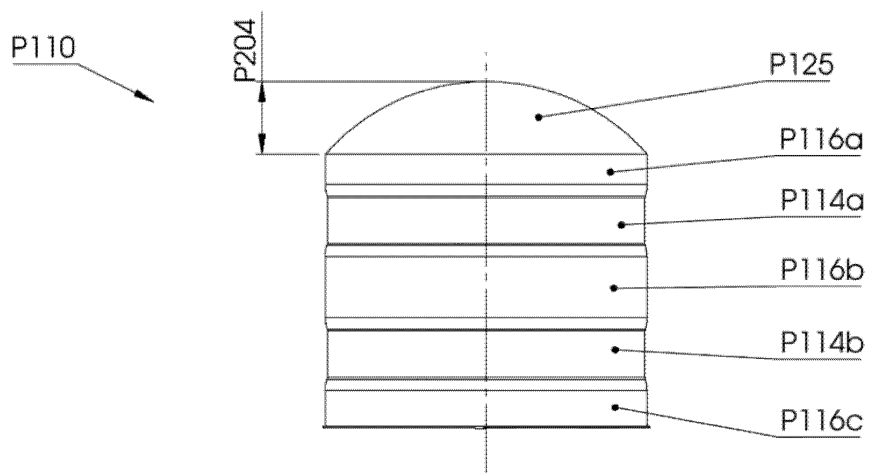
도면63k



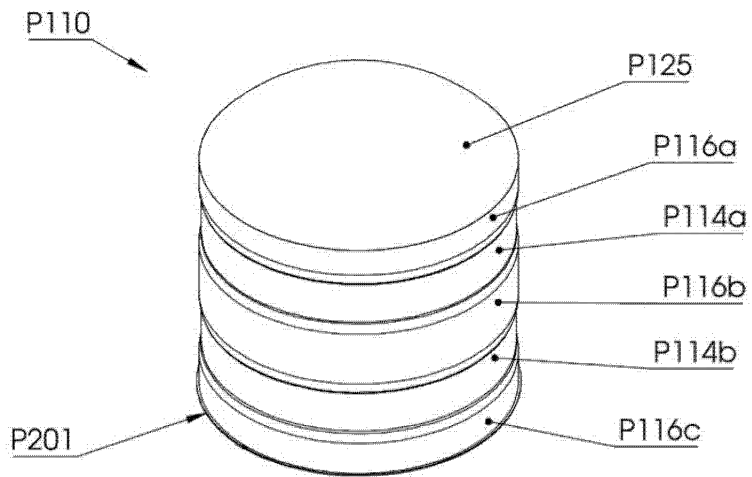
도면64a



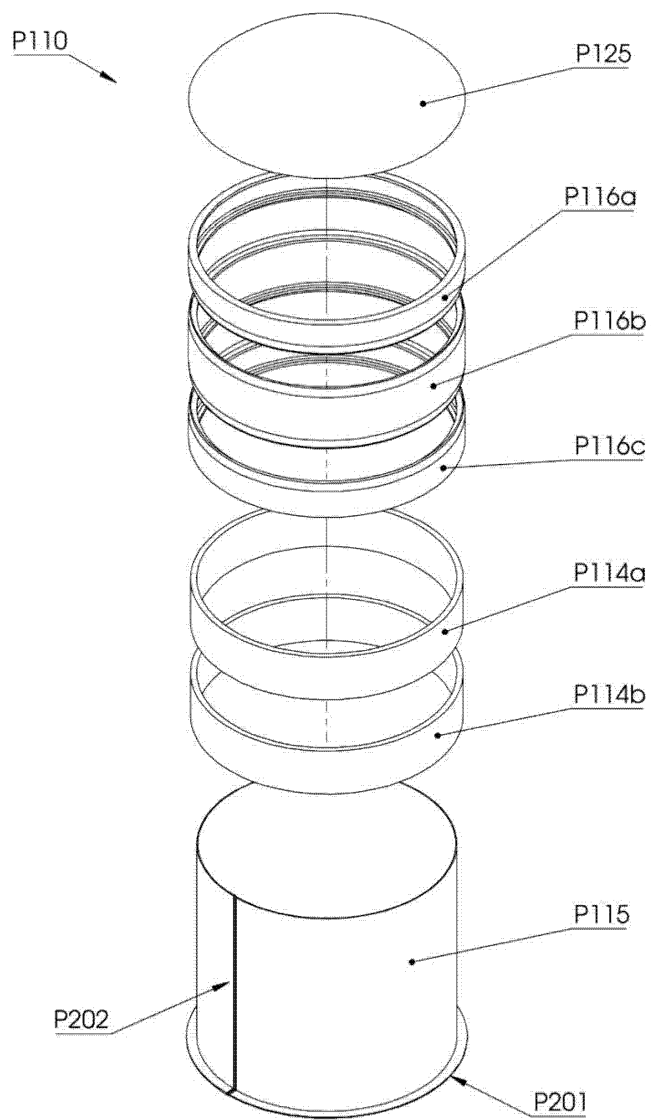
도면64b



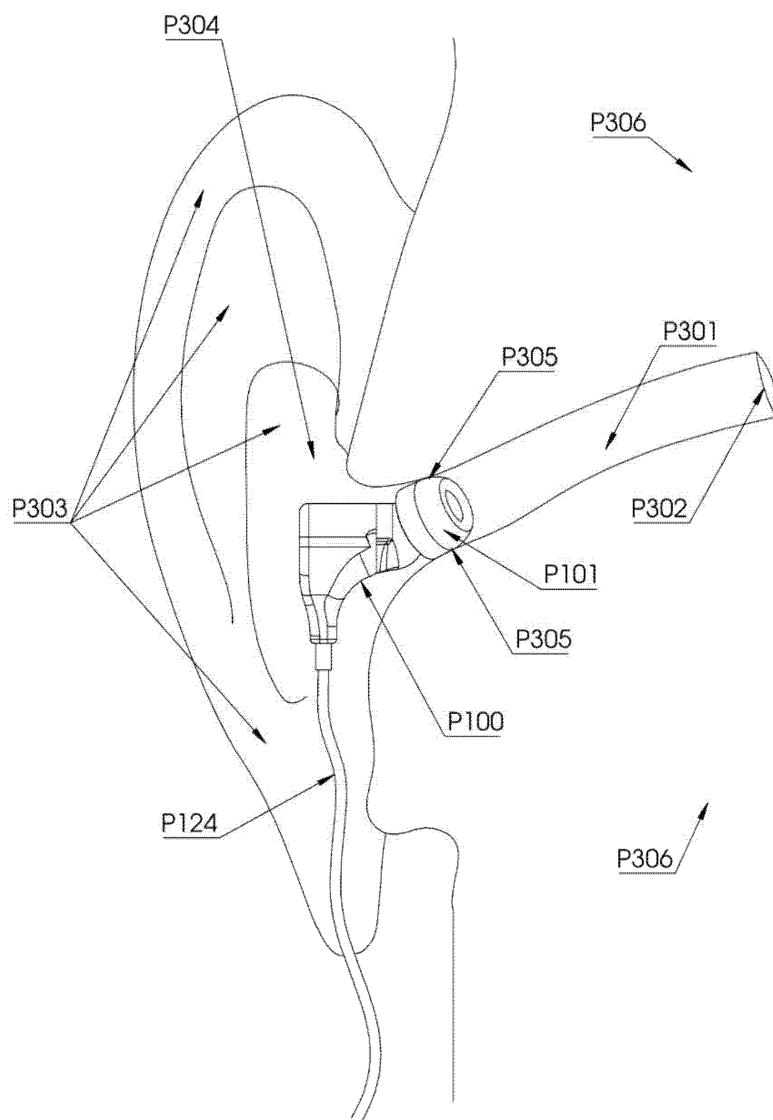
도면64c



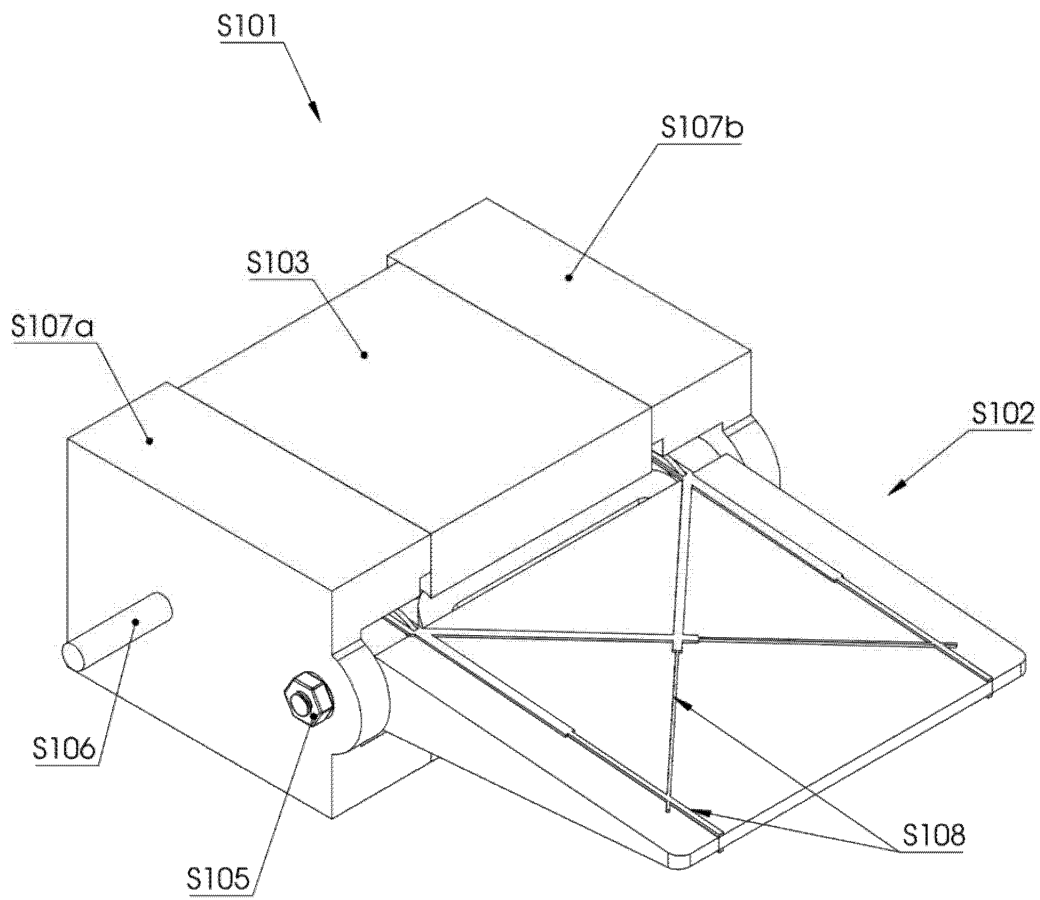
도면64d



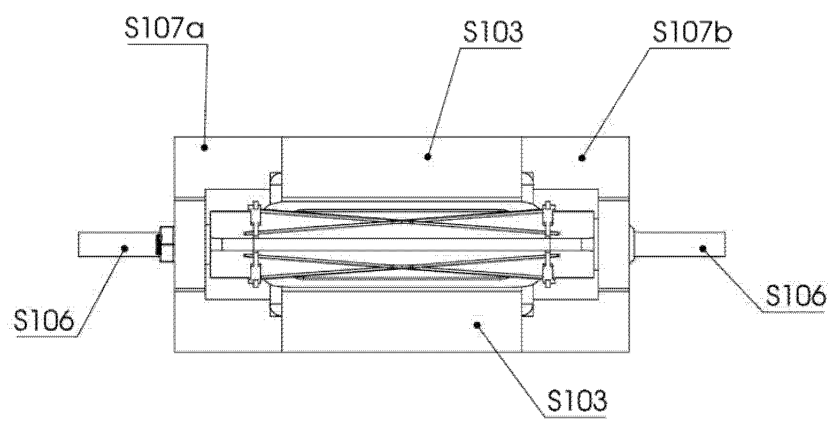
도면65



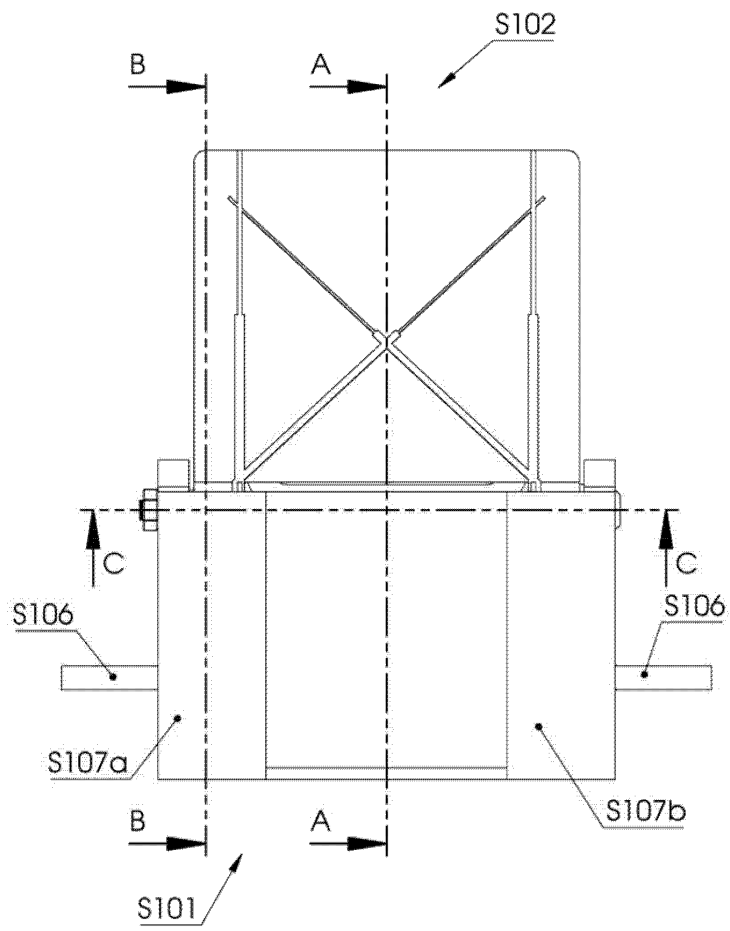
도면66a



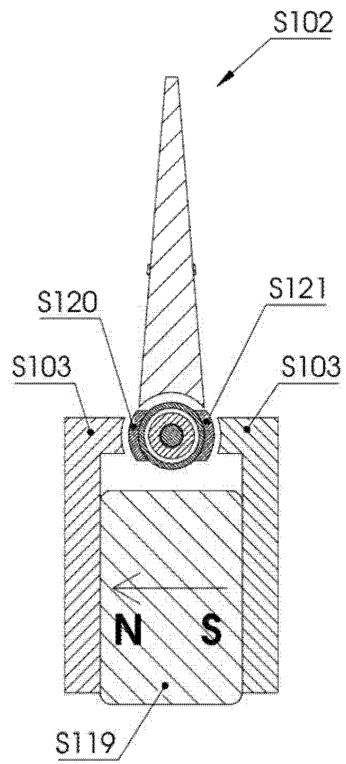
도면66b



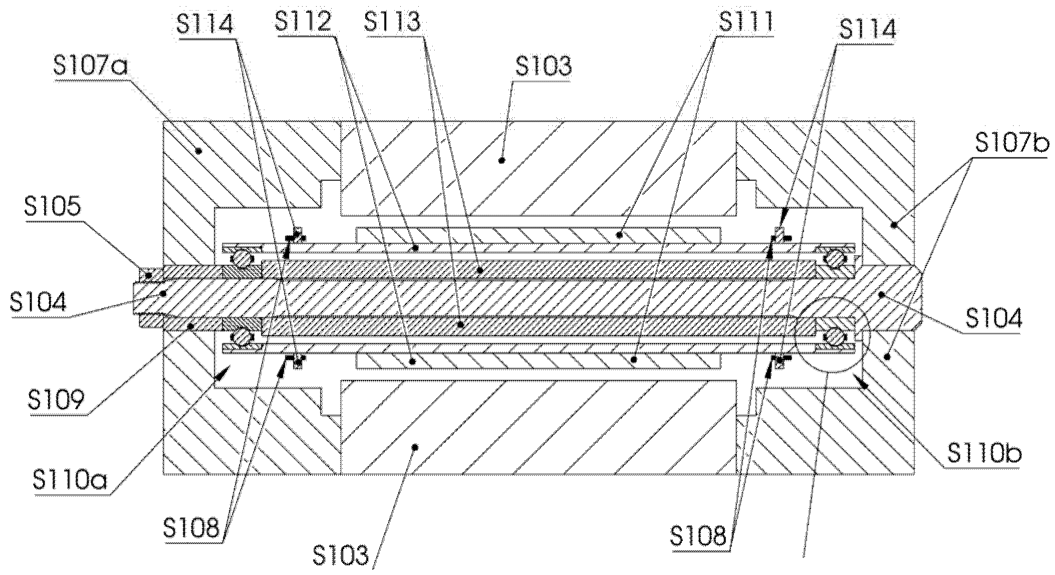
도면66c



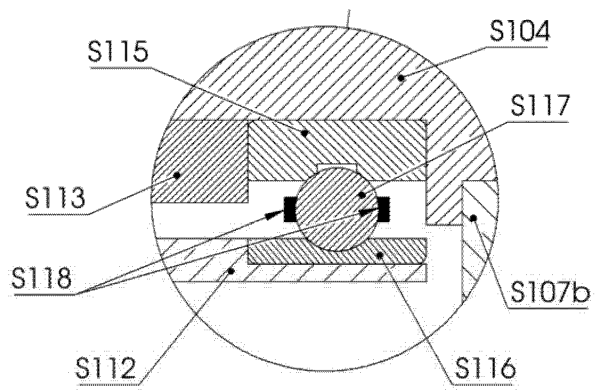
도면66d



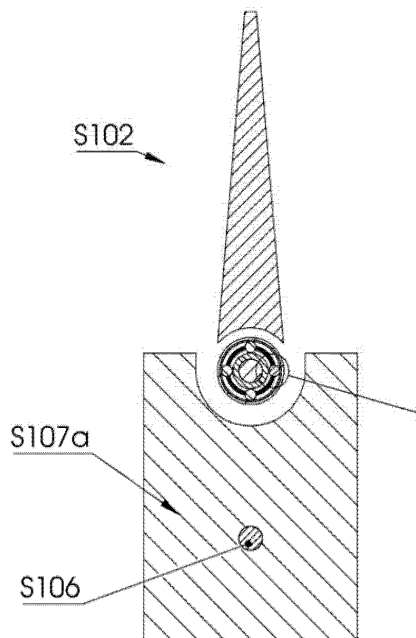
도면66e



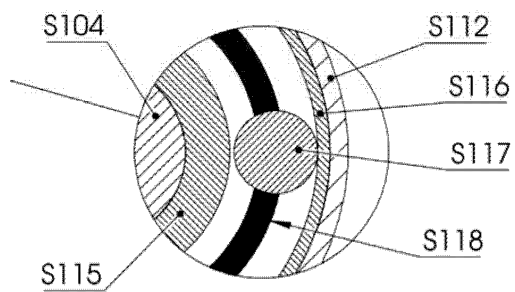
도면66f



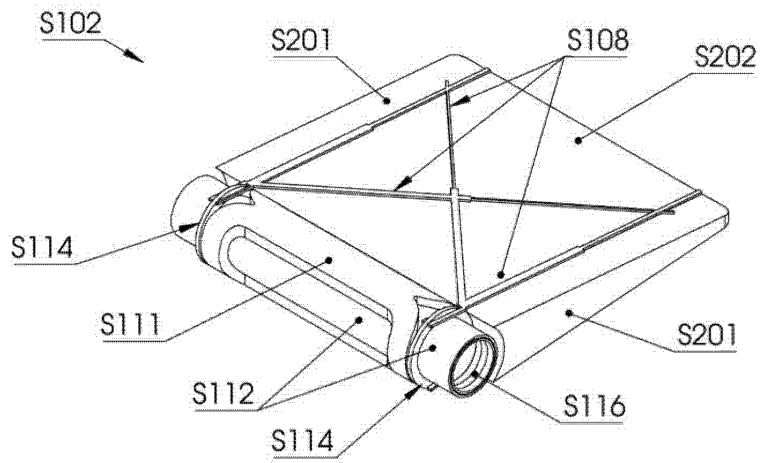
도면66g



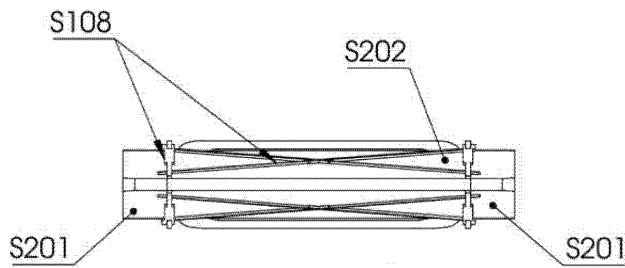
도면66h



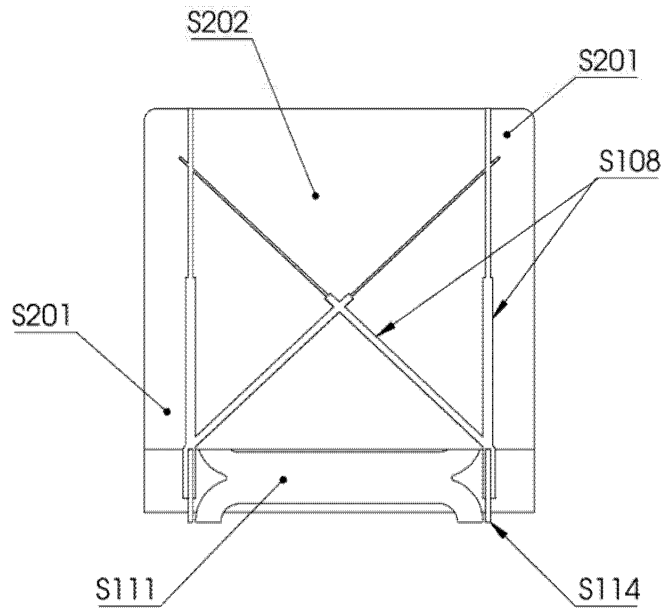
도면67a



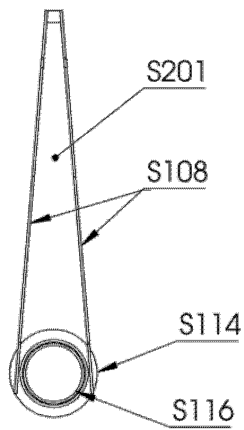
도면67b



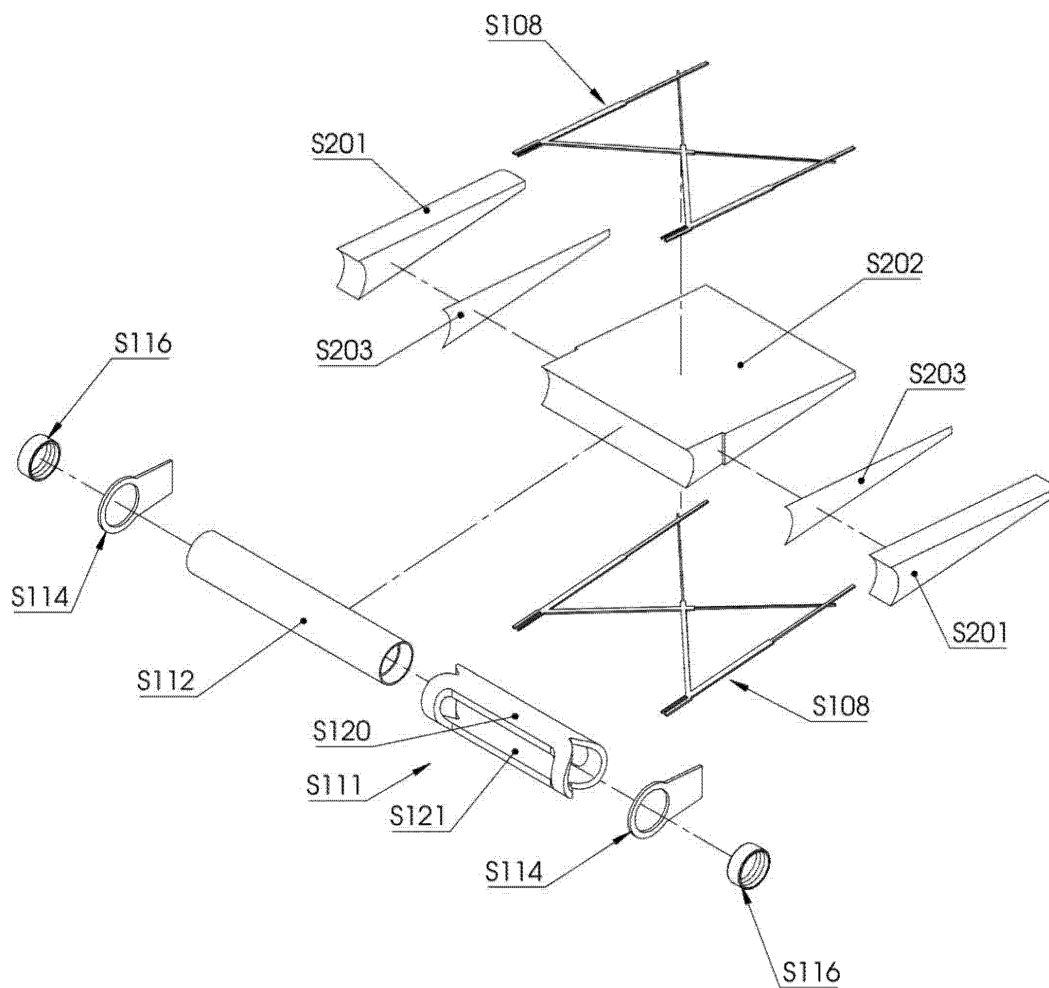
도면67c



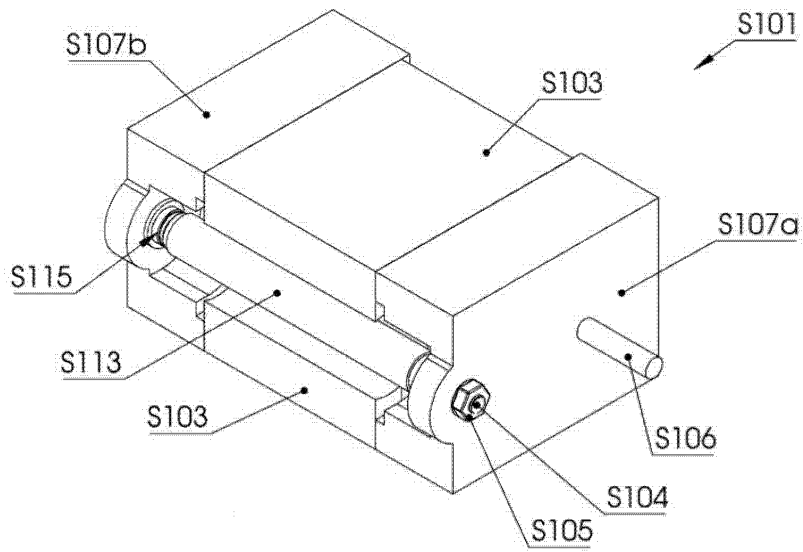
도면67d



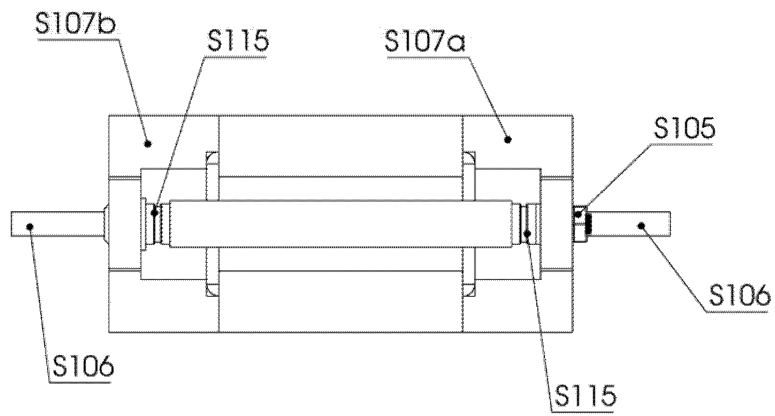
도면67e



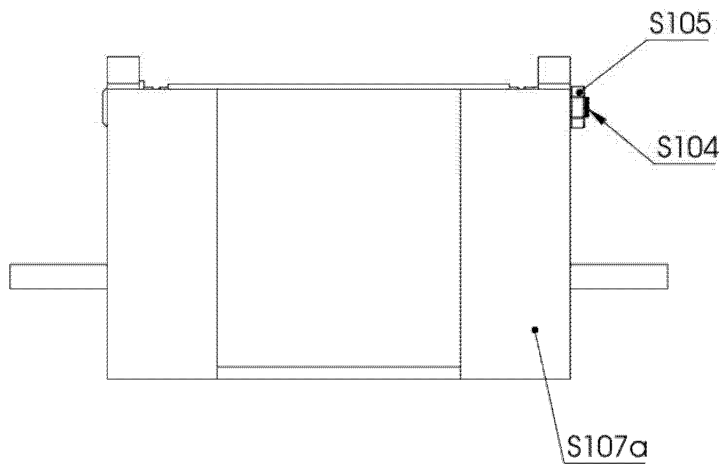
도면68a



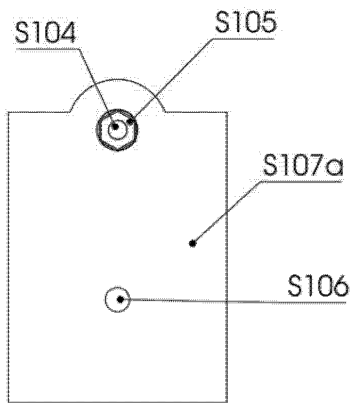
도면68b



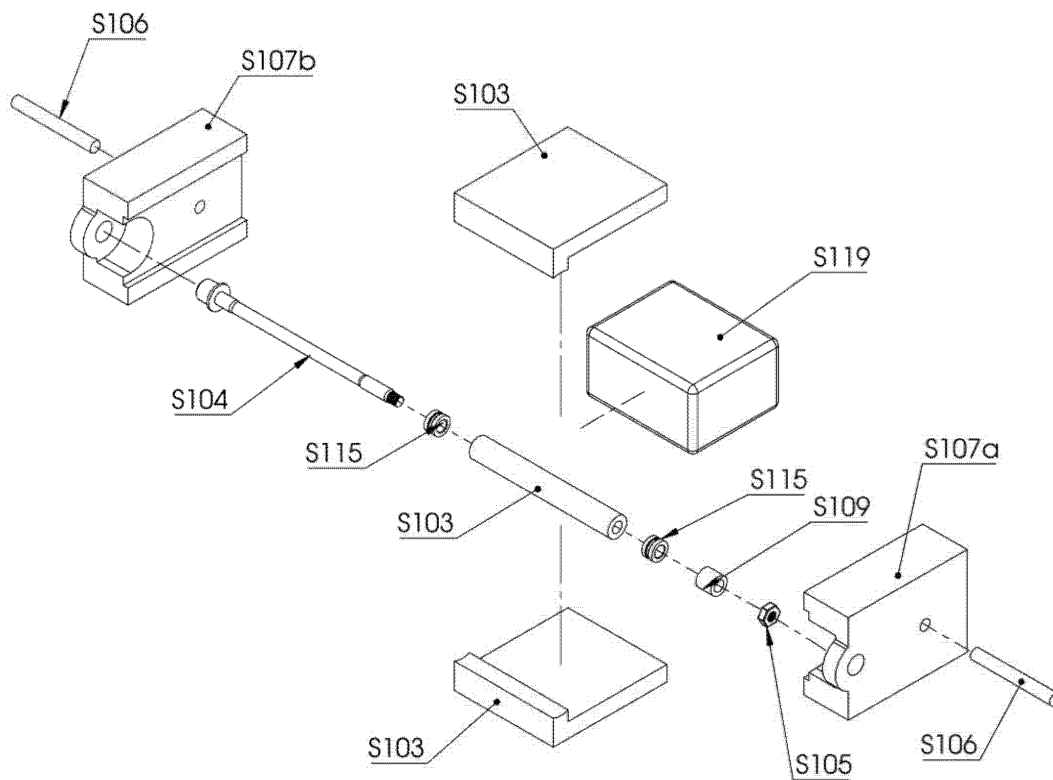
도면68c



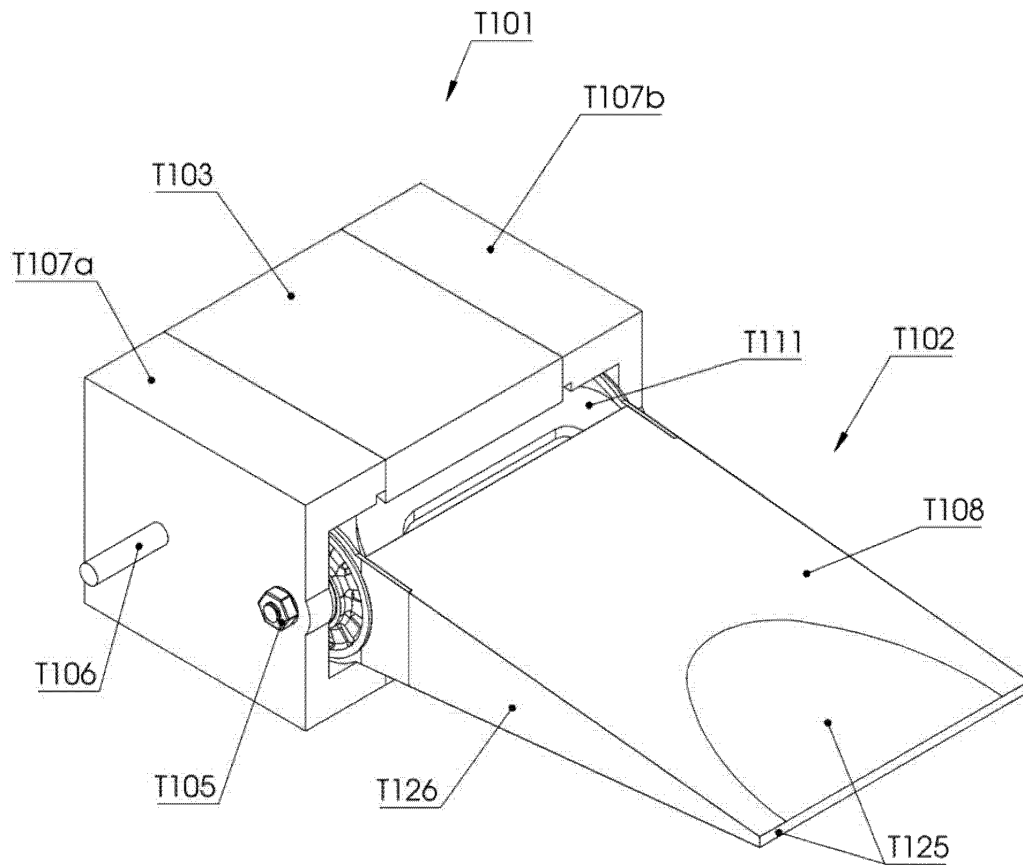
도면68d



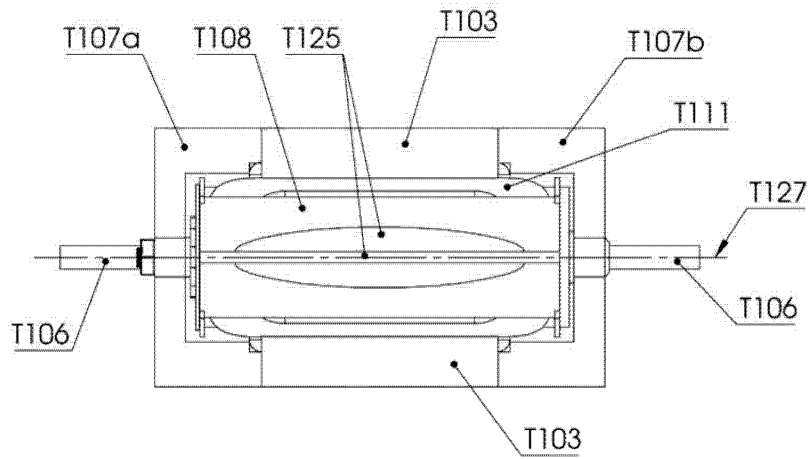
도면68e



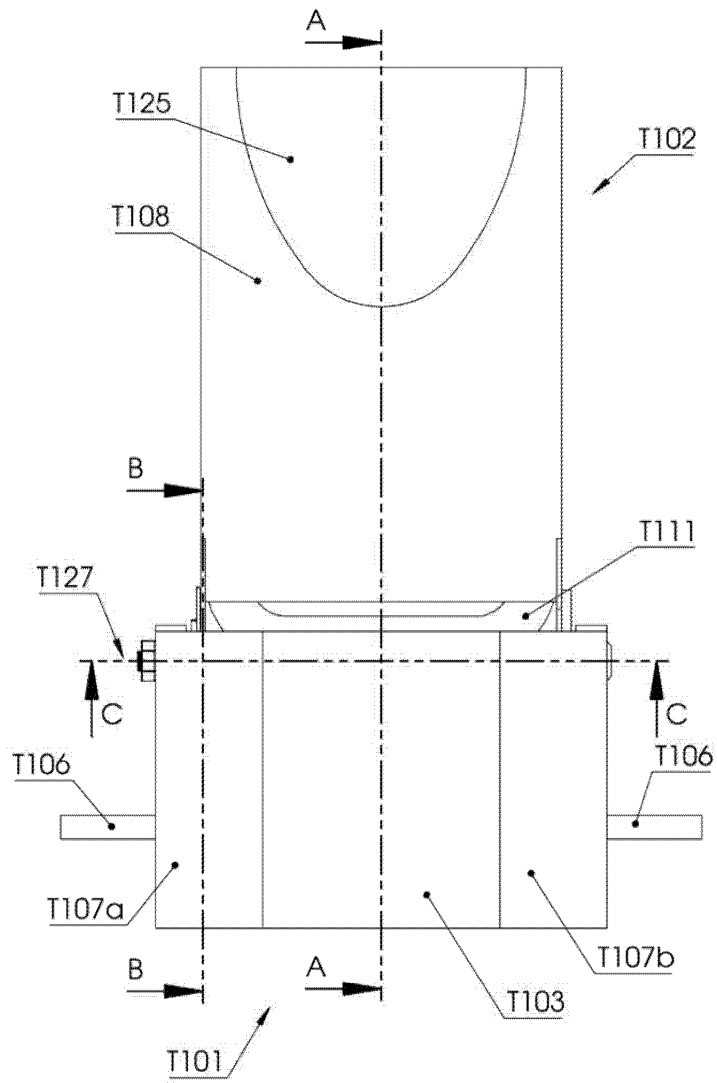
도면69a



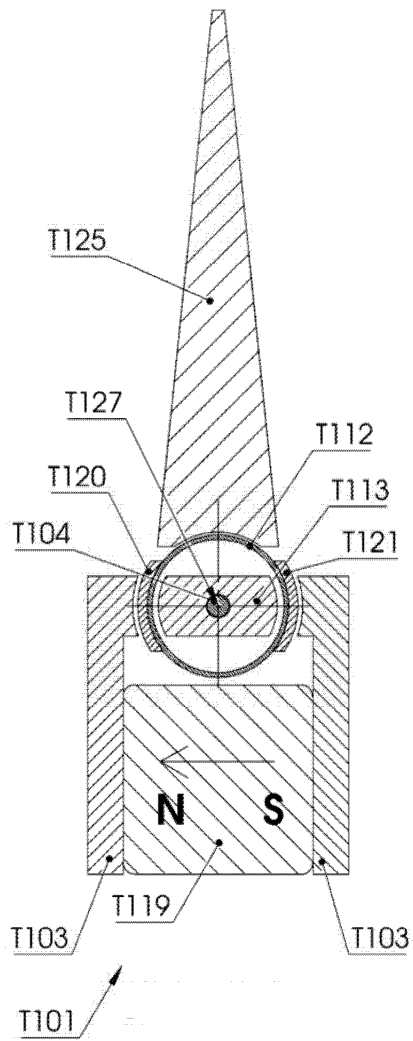
도면69b



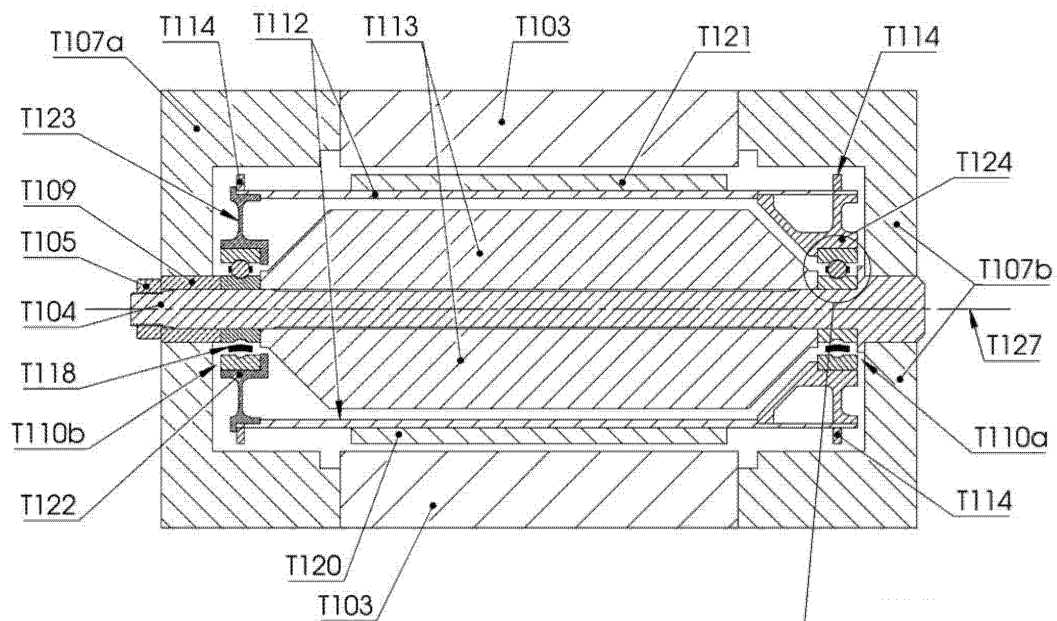
도면69c



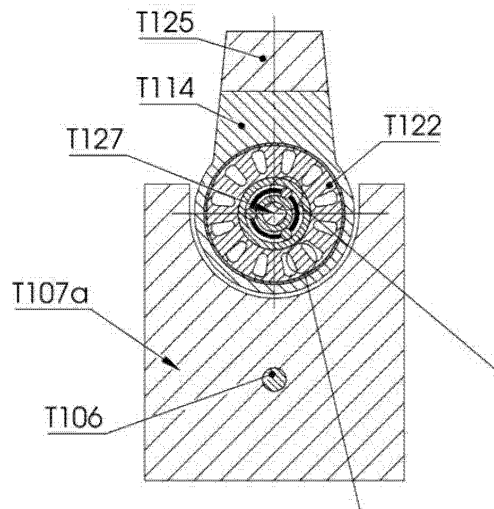
도면69d



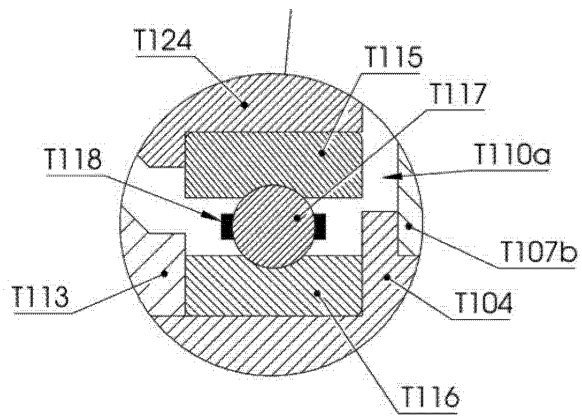
도면69e



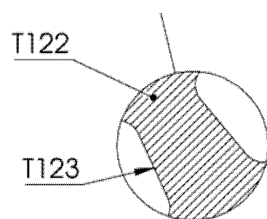
도면69f



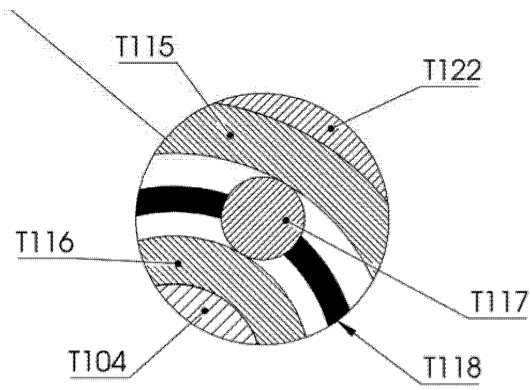
도면69g



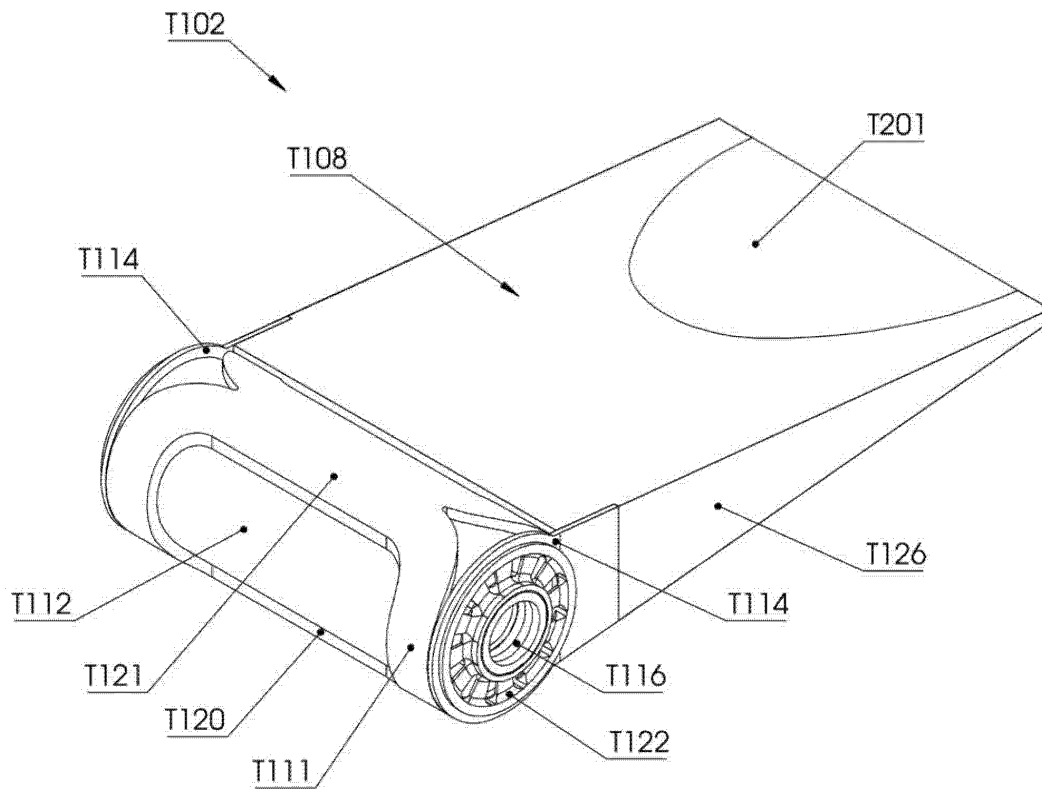
도면69h



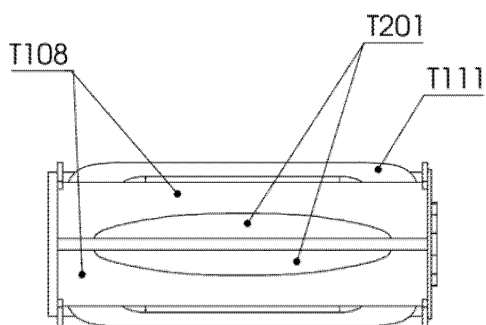
도면69i



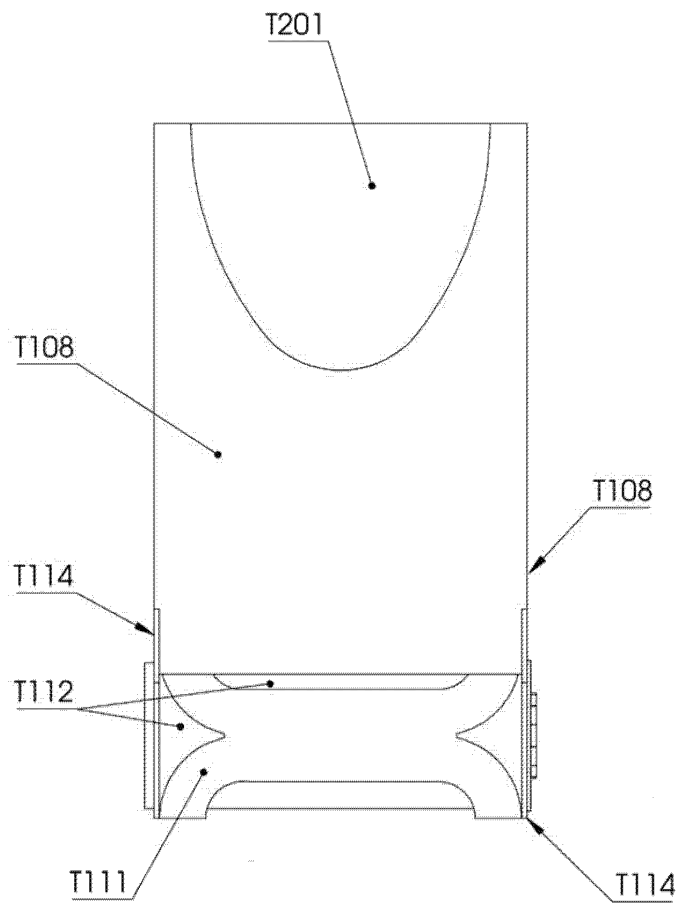
도면70a



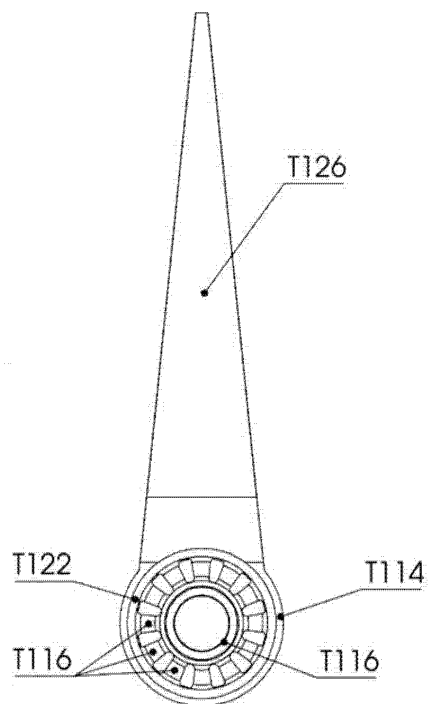
도면70b



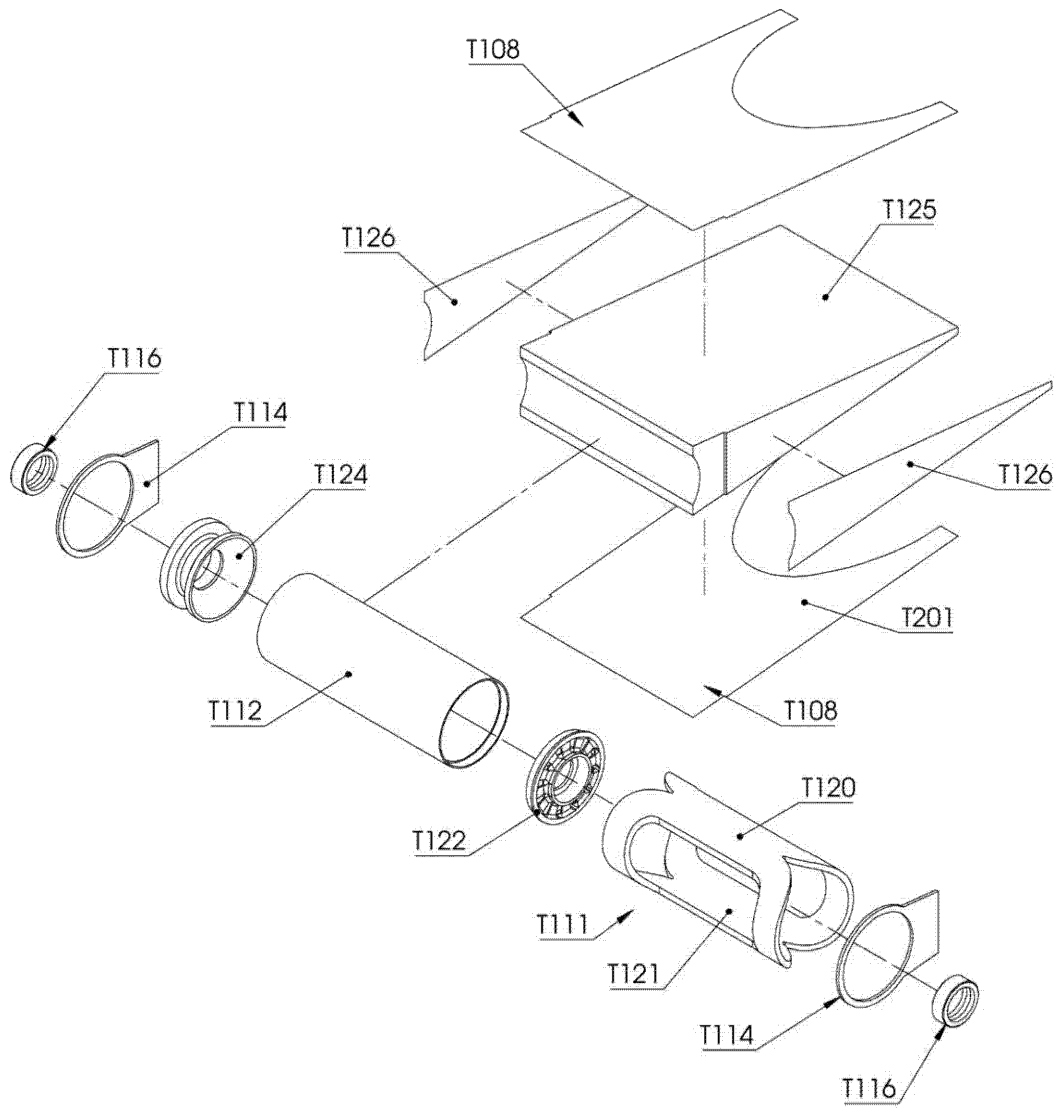
도면70c



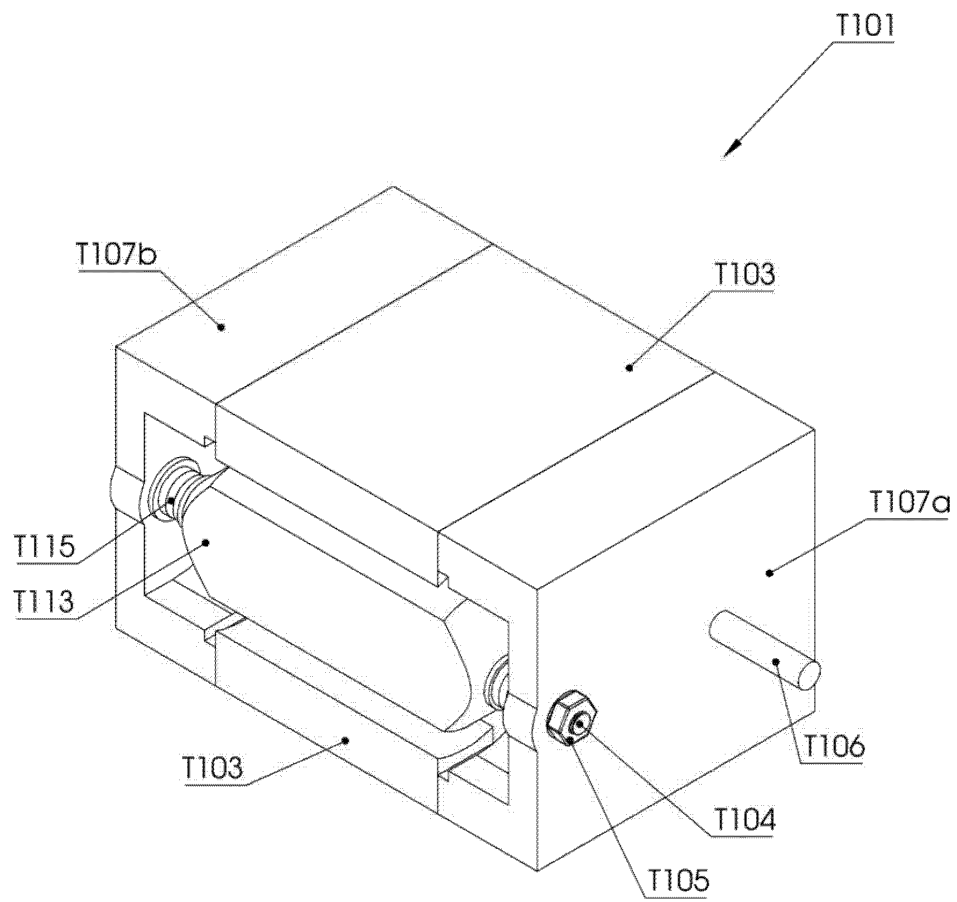
도면70d



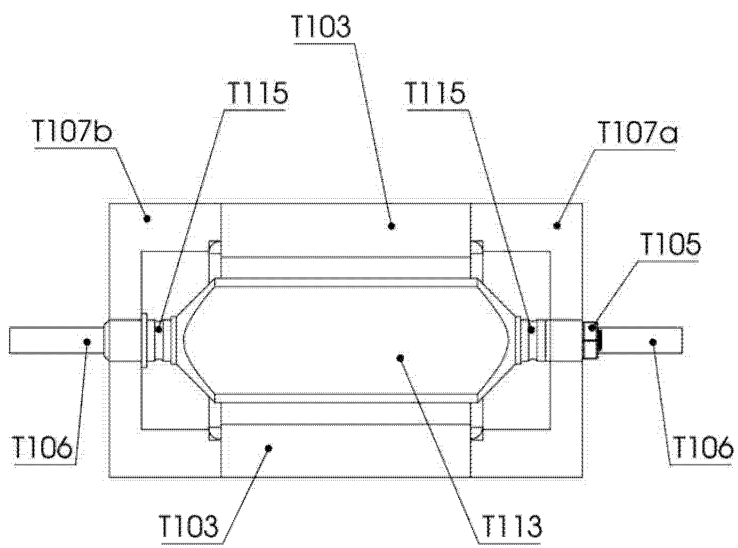
도면 70e



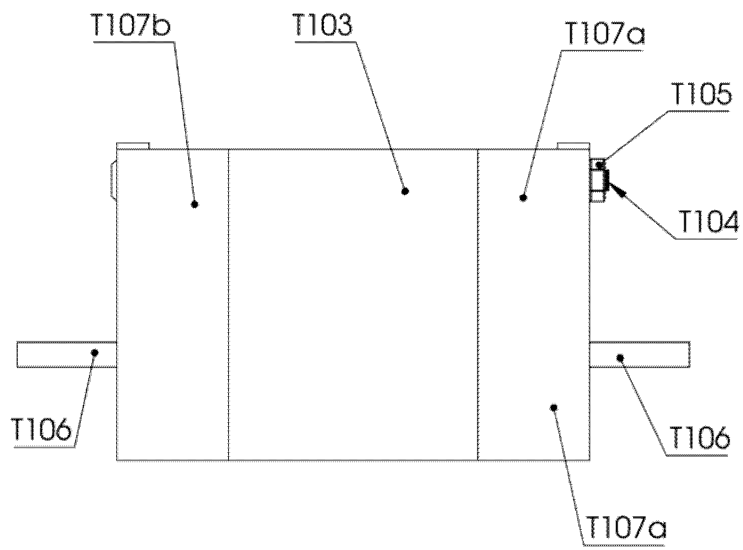
도면71a



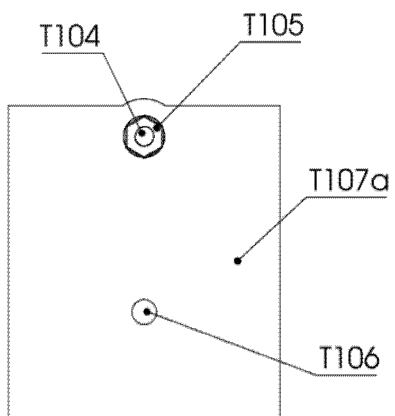
도면71b



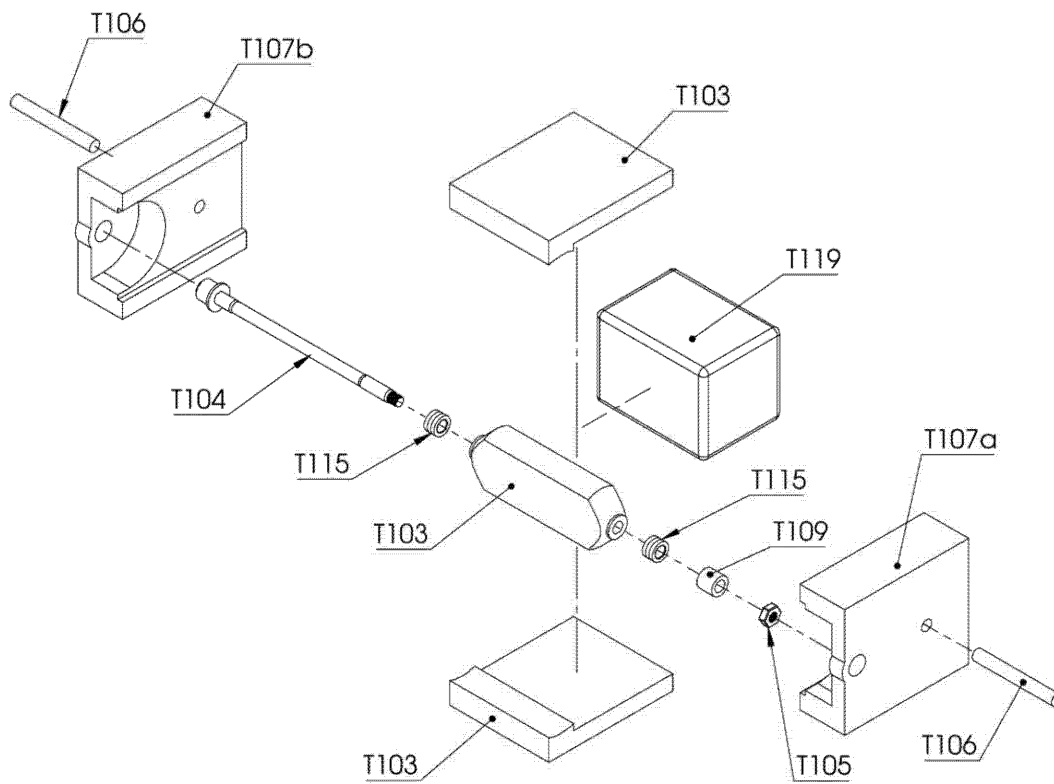
도면71c



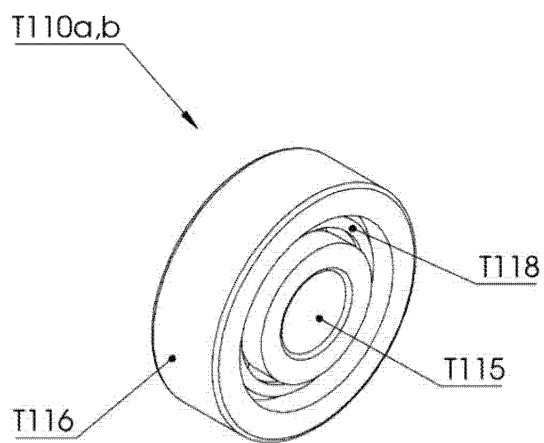
도면71d



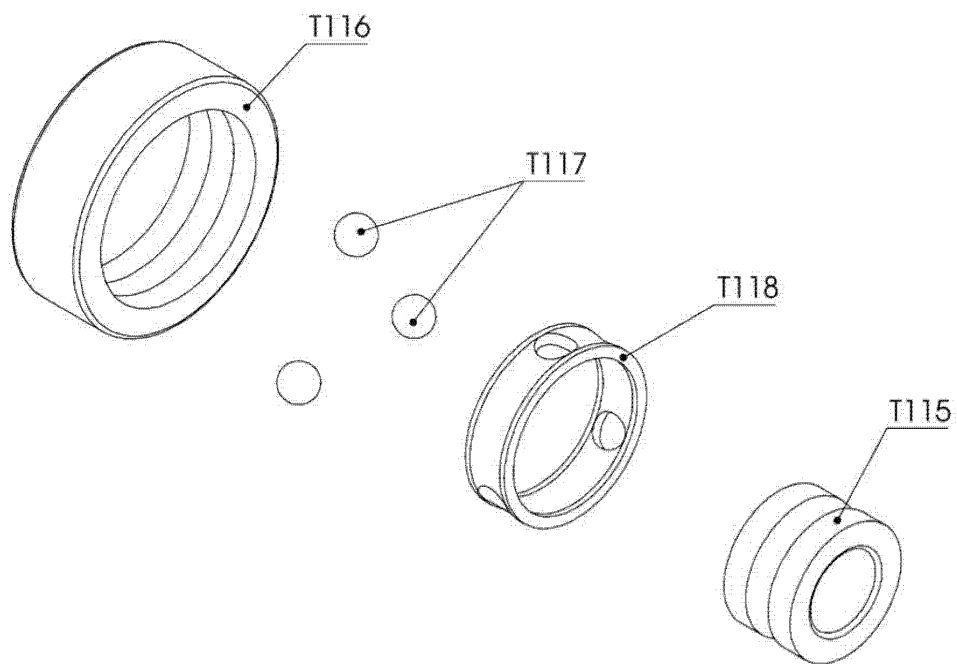
도면71e



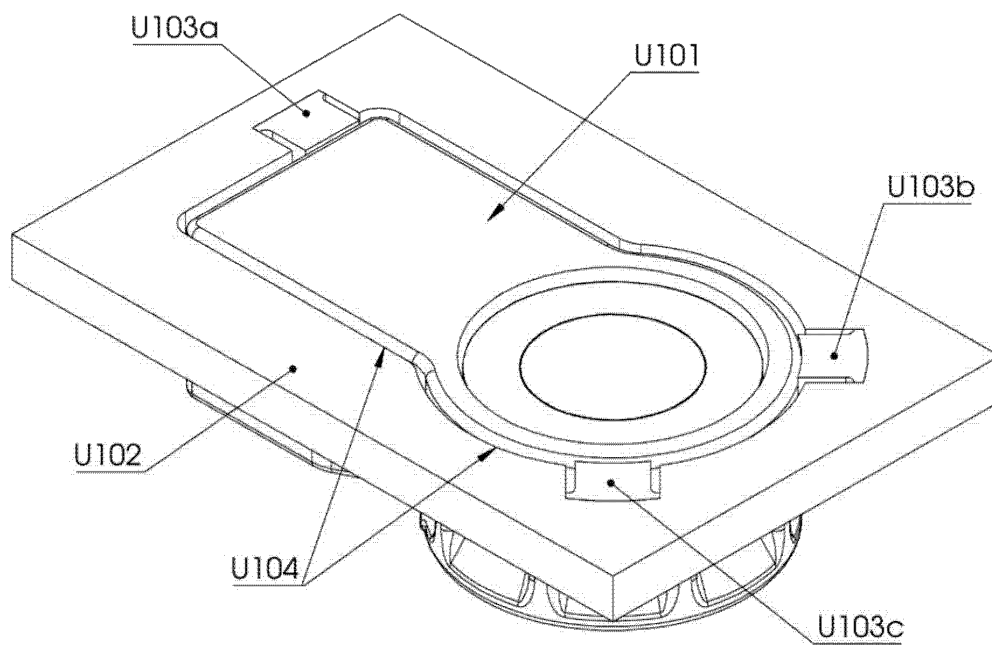
도면72a



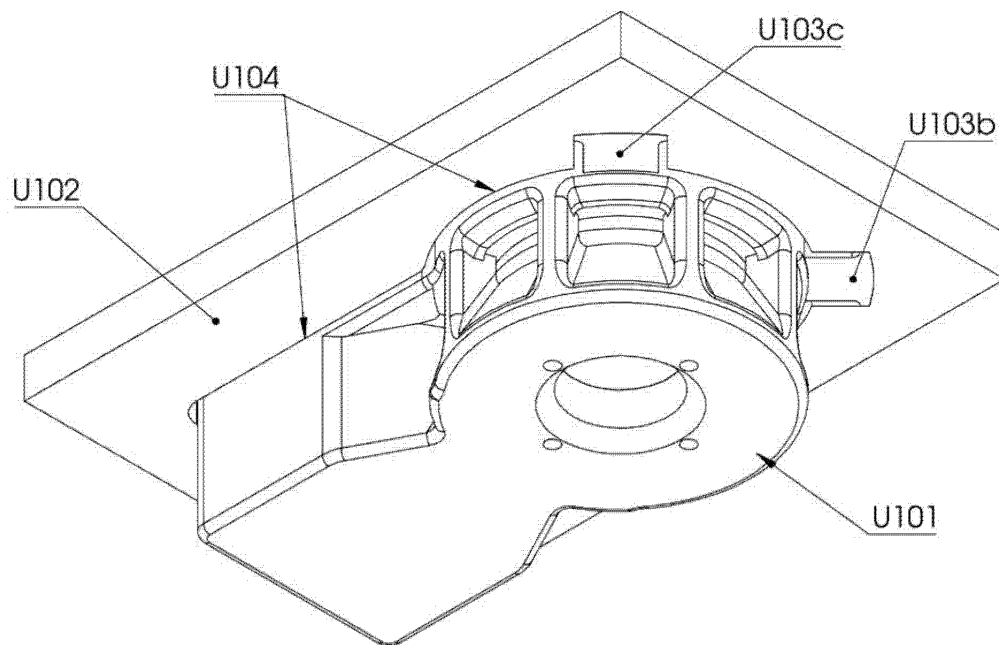
도면72b



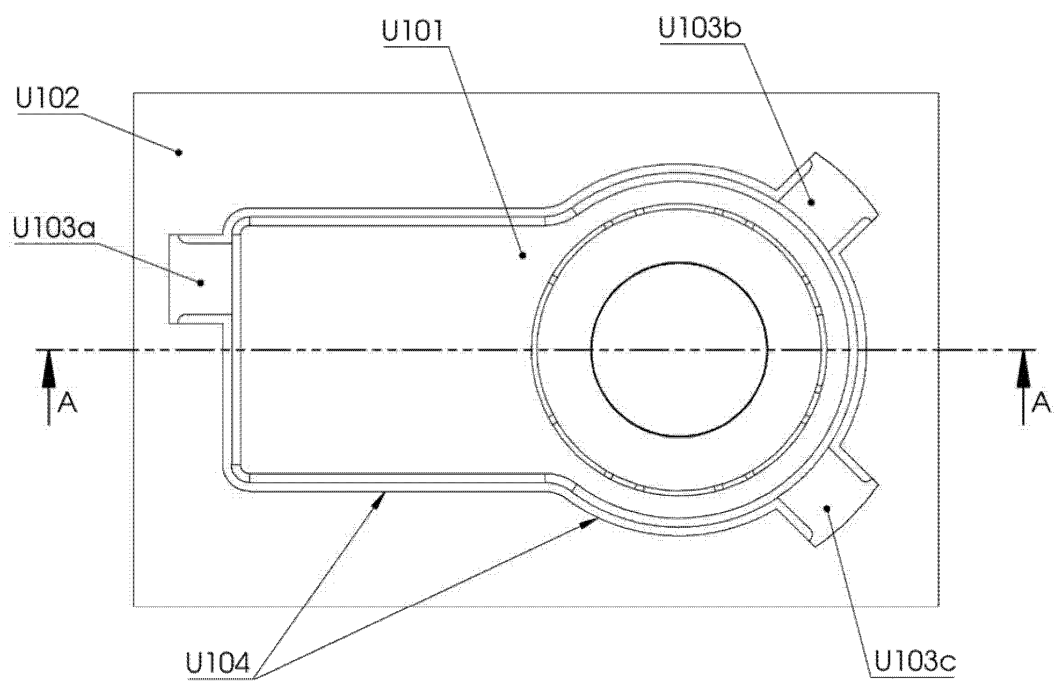
도면73a



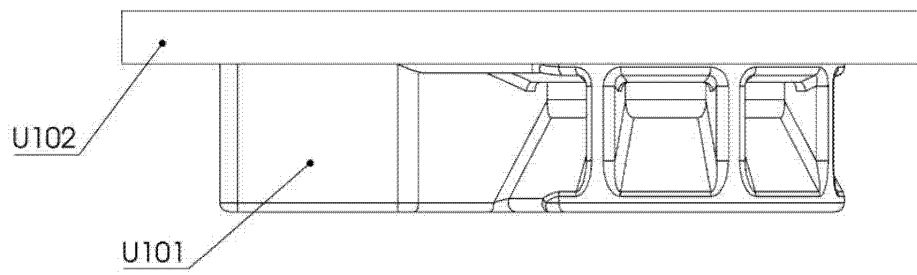
도면73b



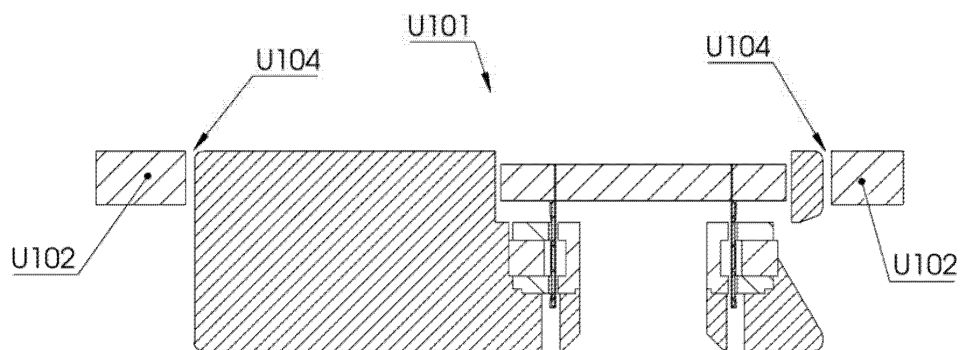
도면73c



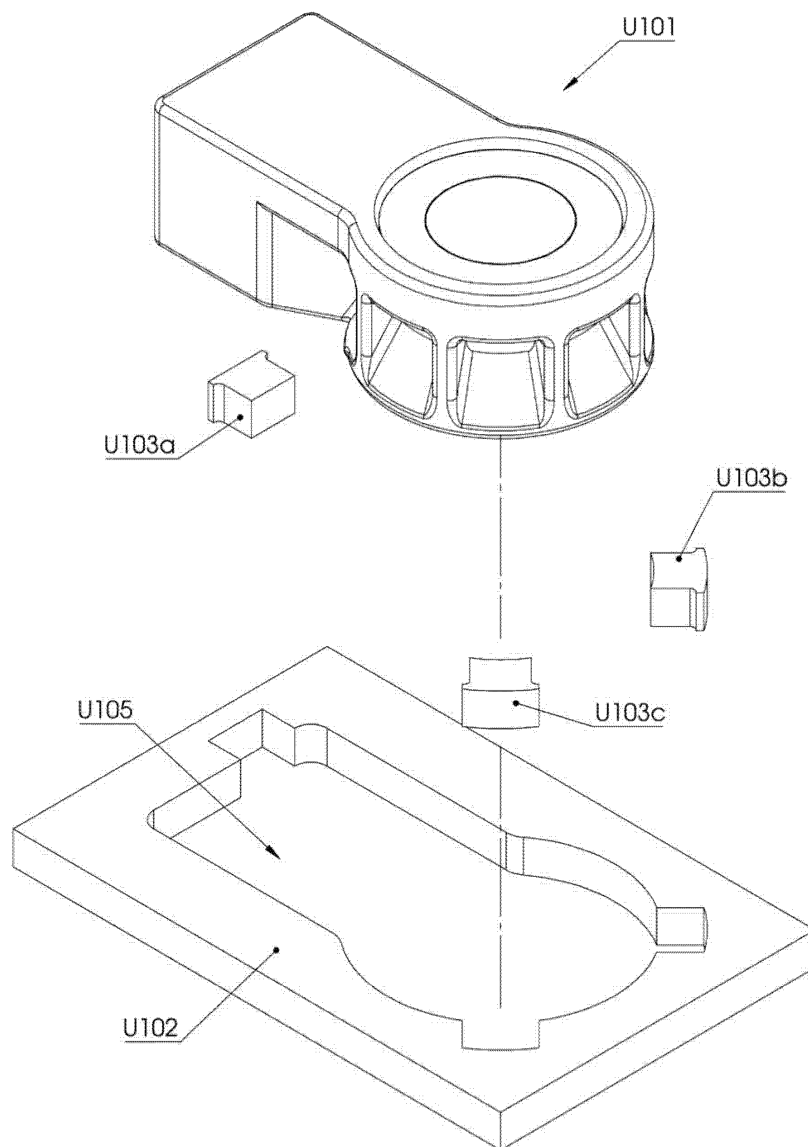
도면73d



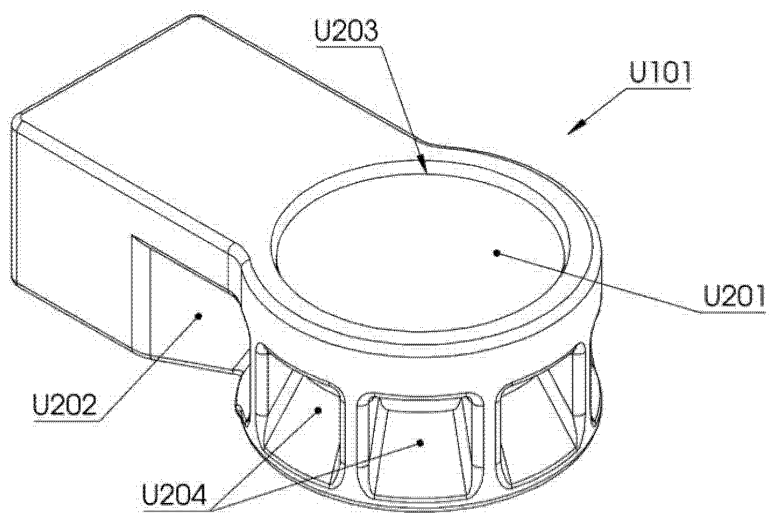
도면73e



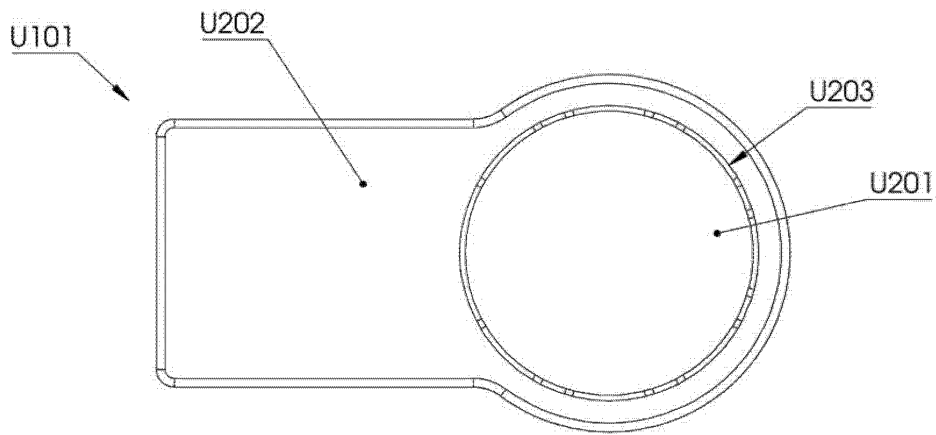
도면73f



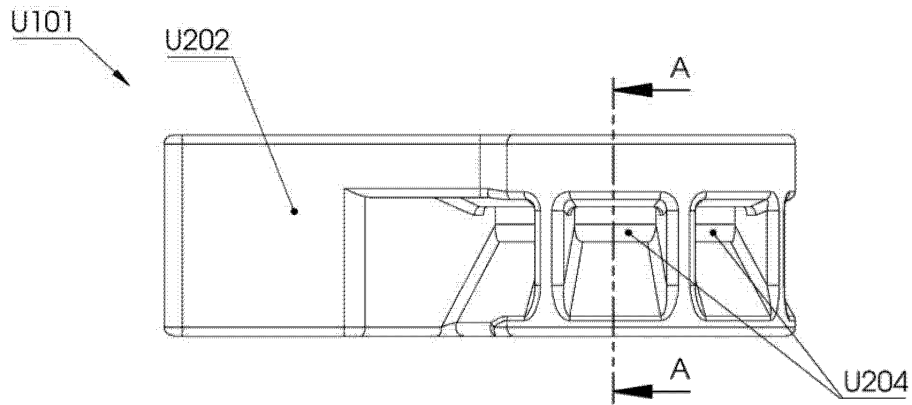
도면74a



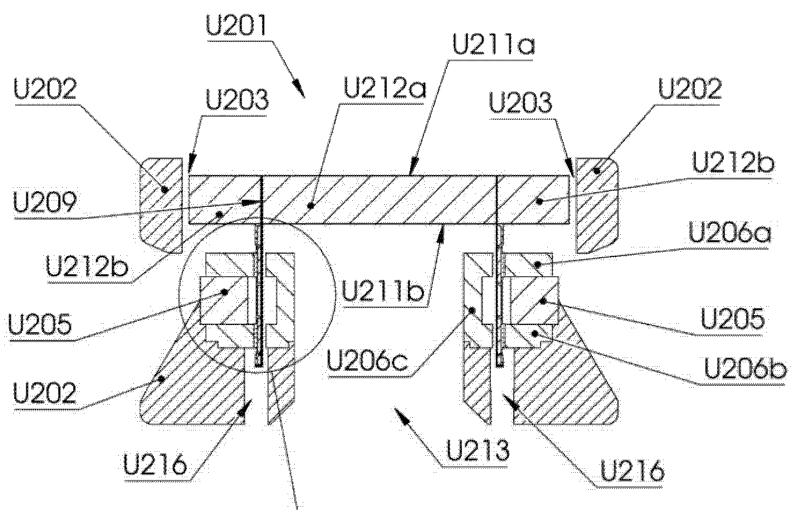
도면74b



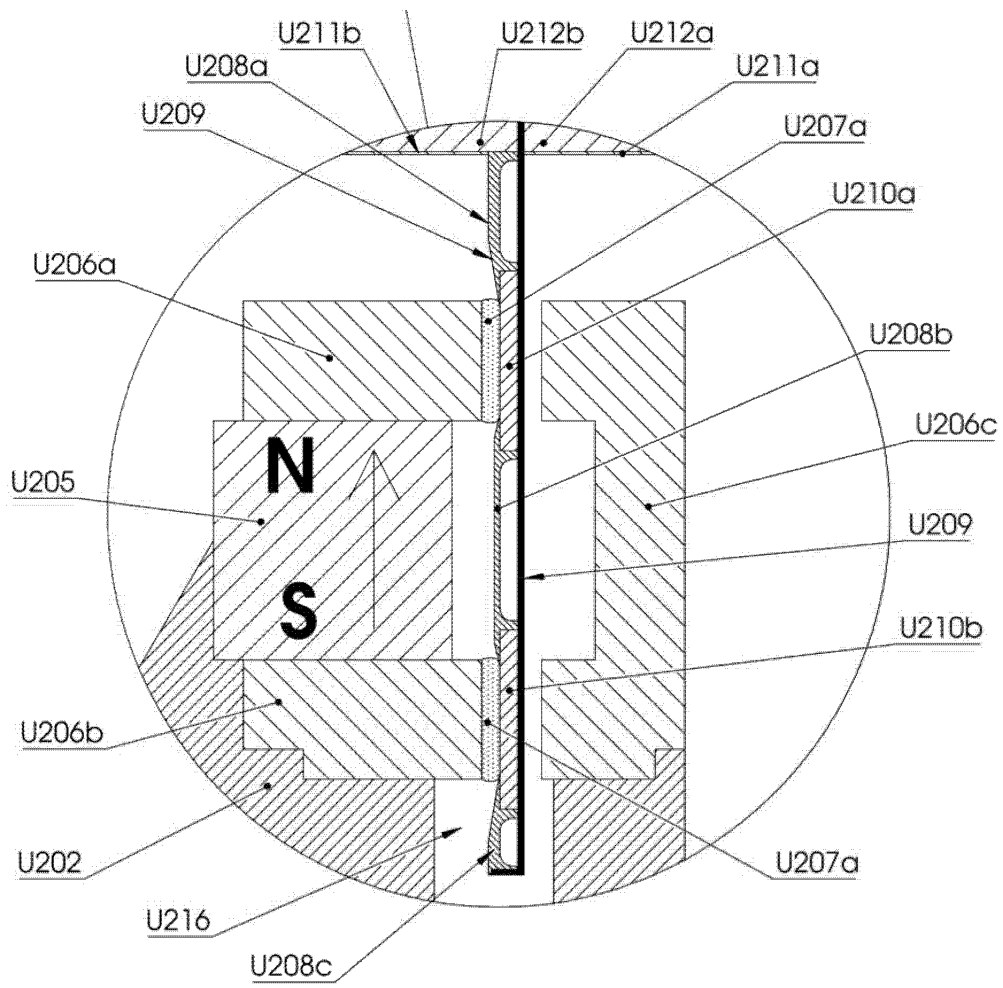
도면74c



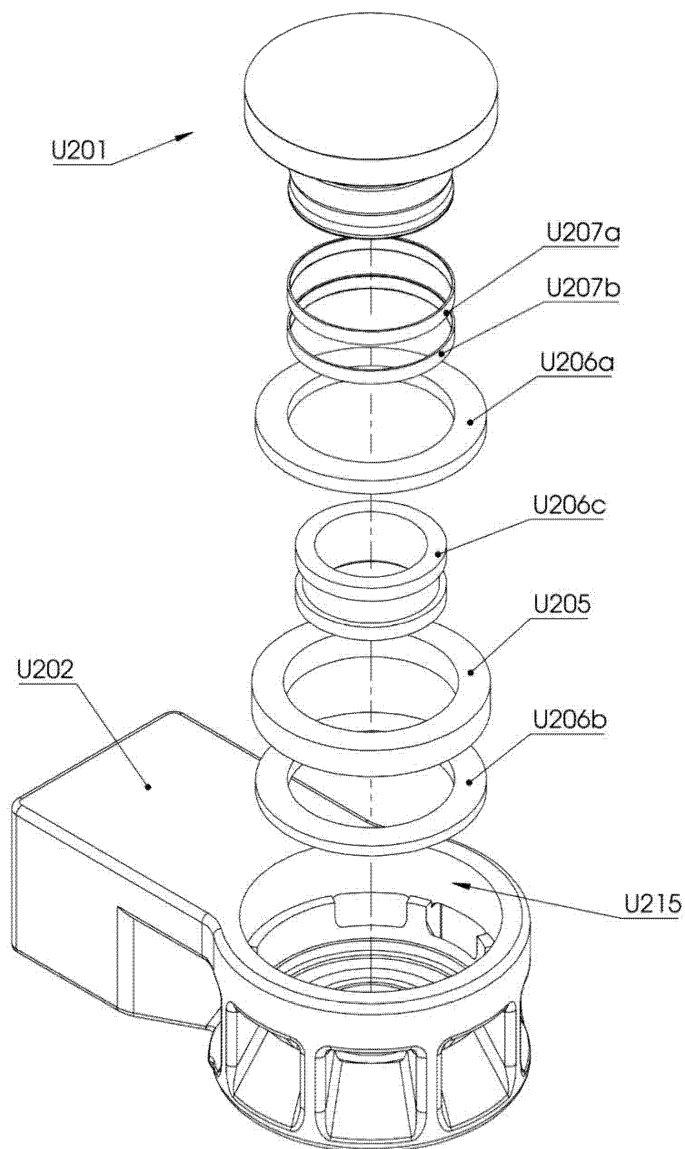
도면74d



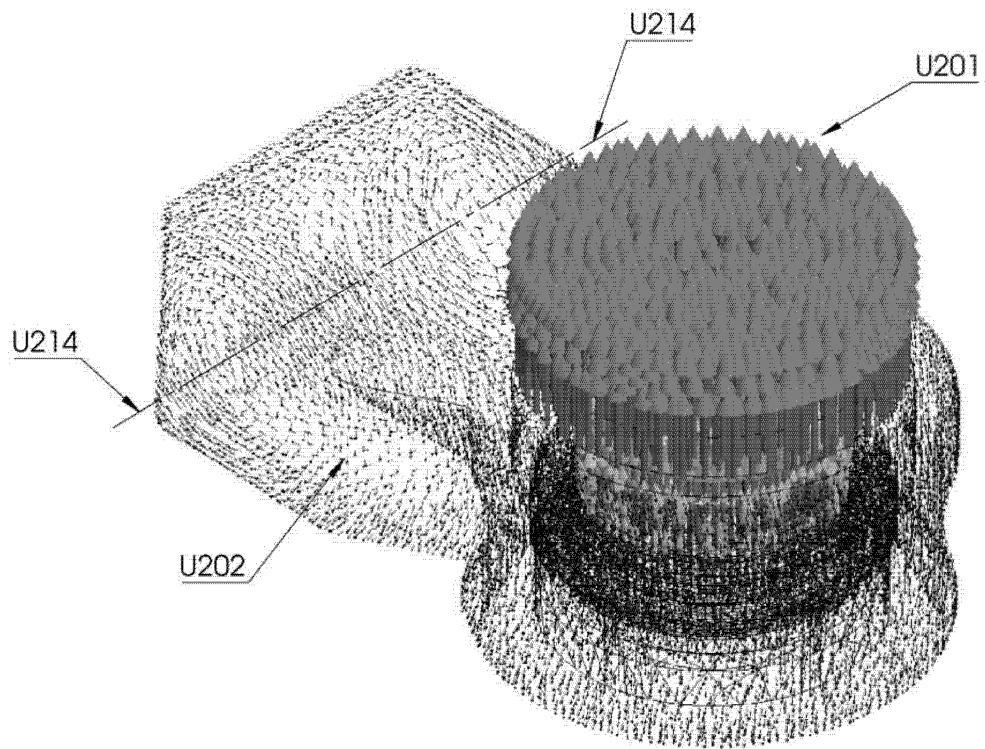
도면74e



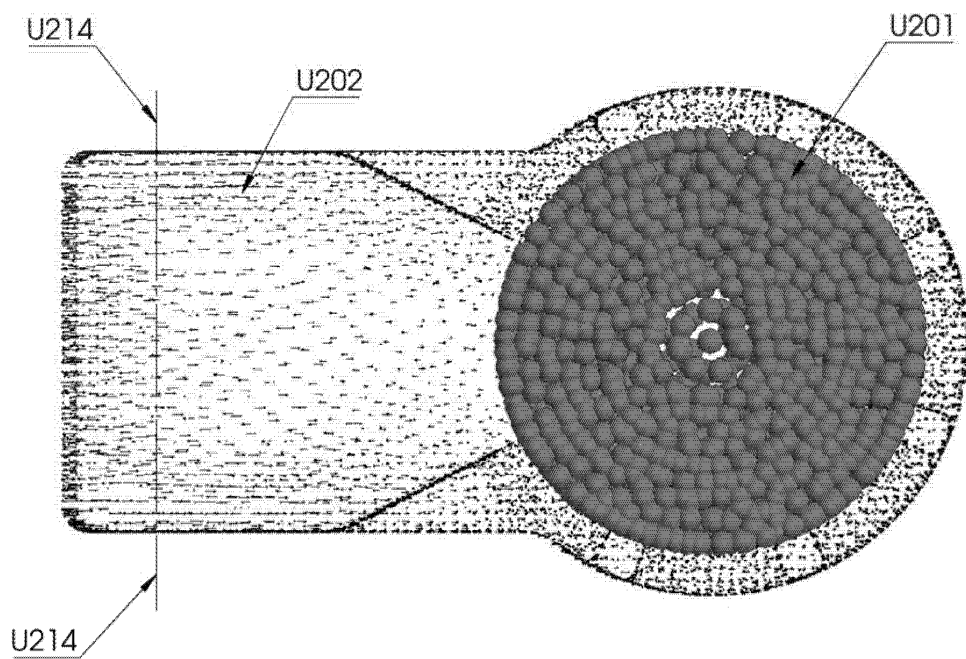
도면74f



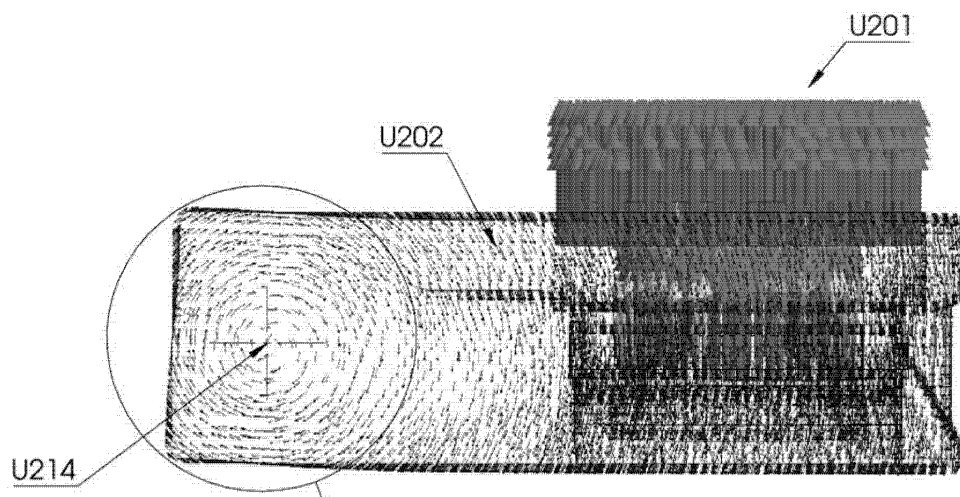
도면74g



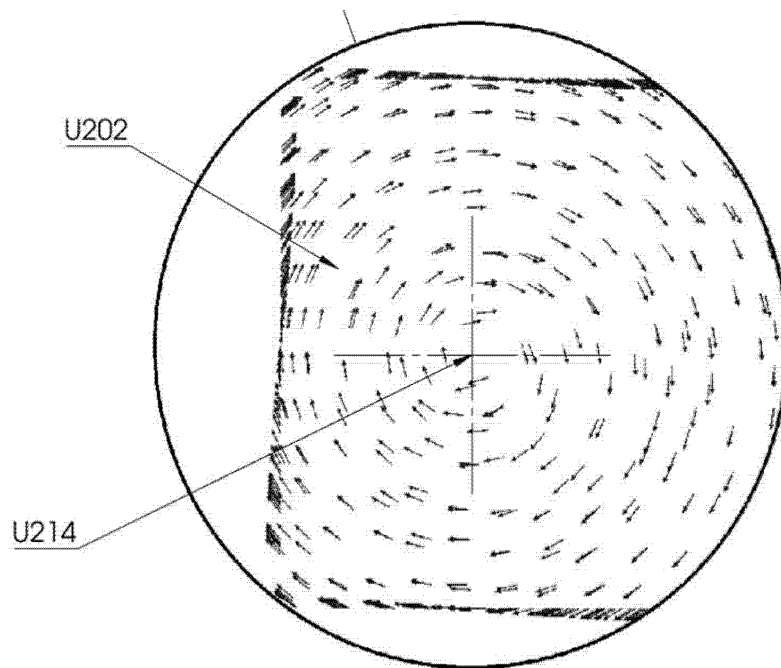
도면74h



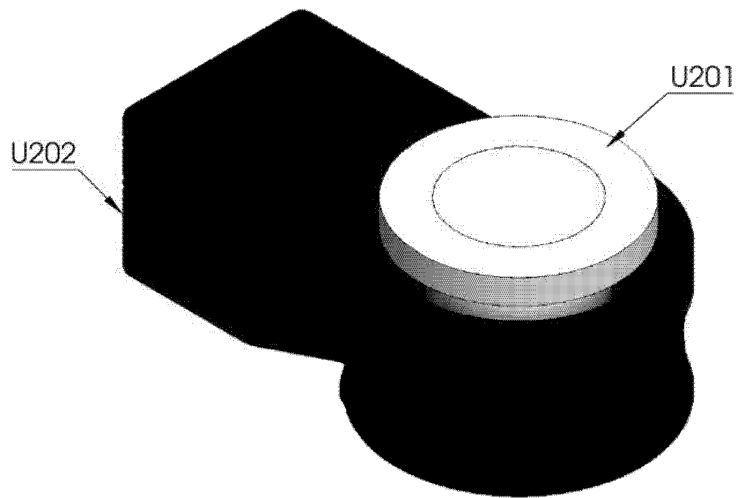
도면74i



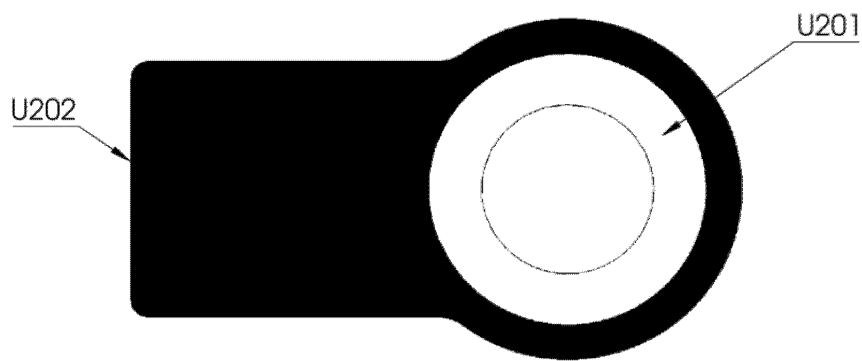
도면74j



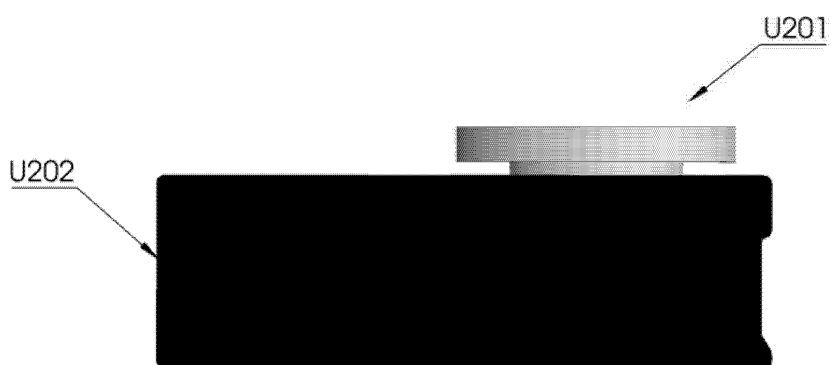
도면74k



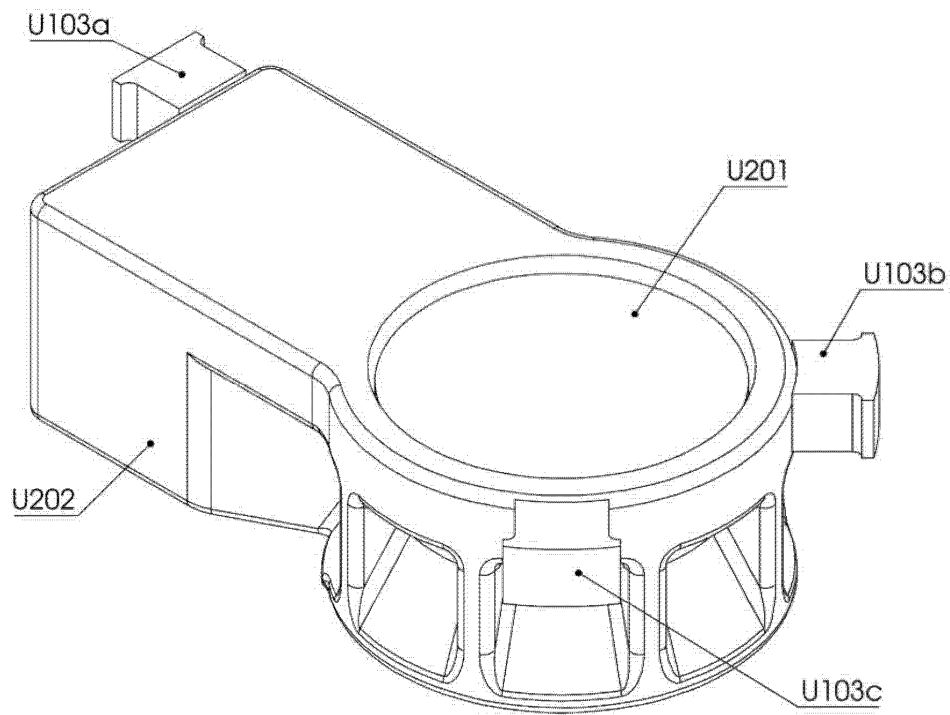
도면74l



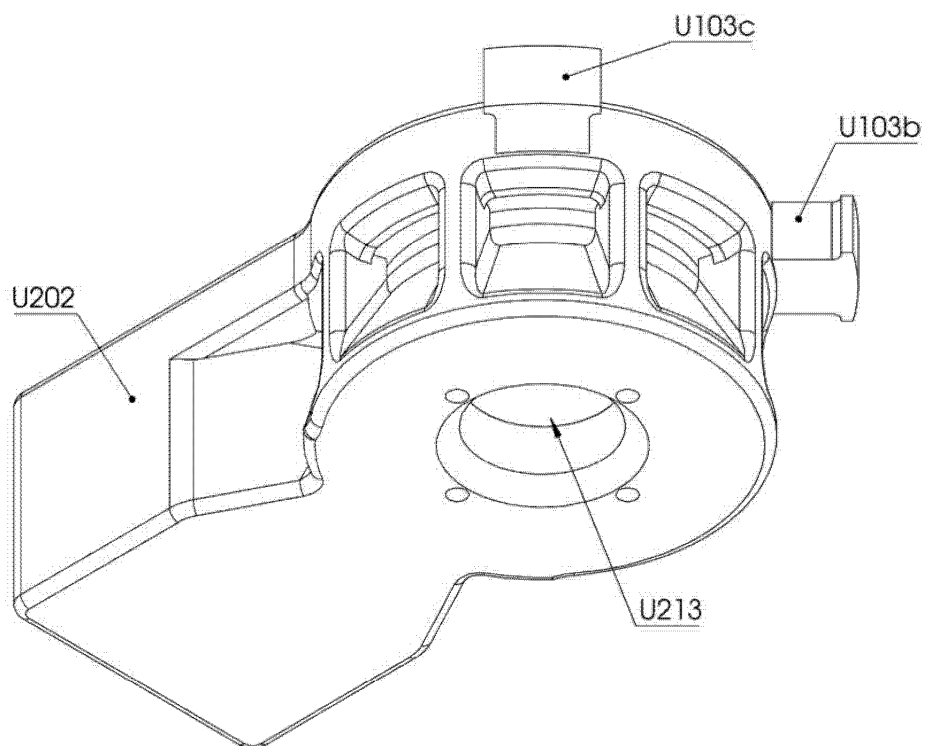
도면74m



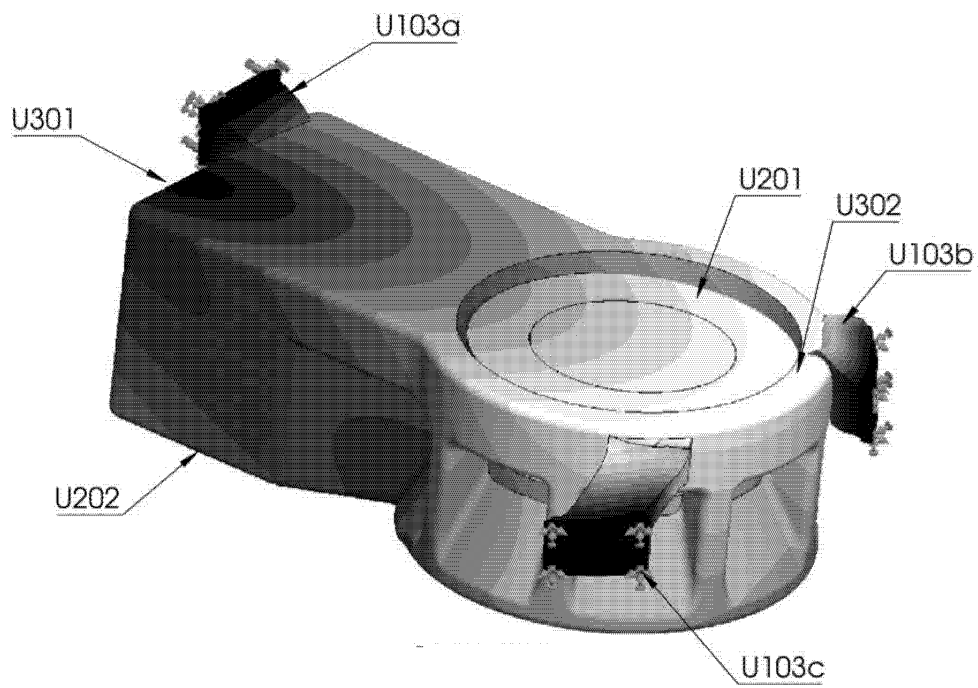
도면75a



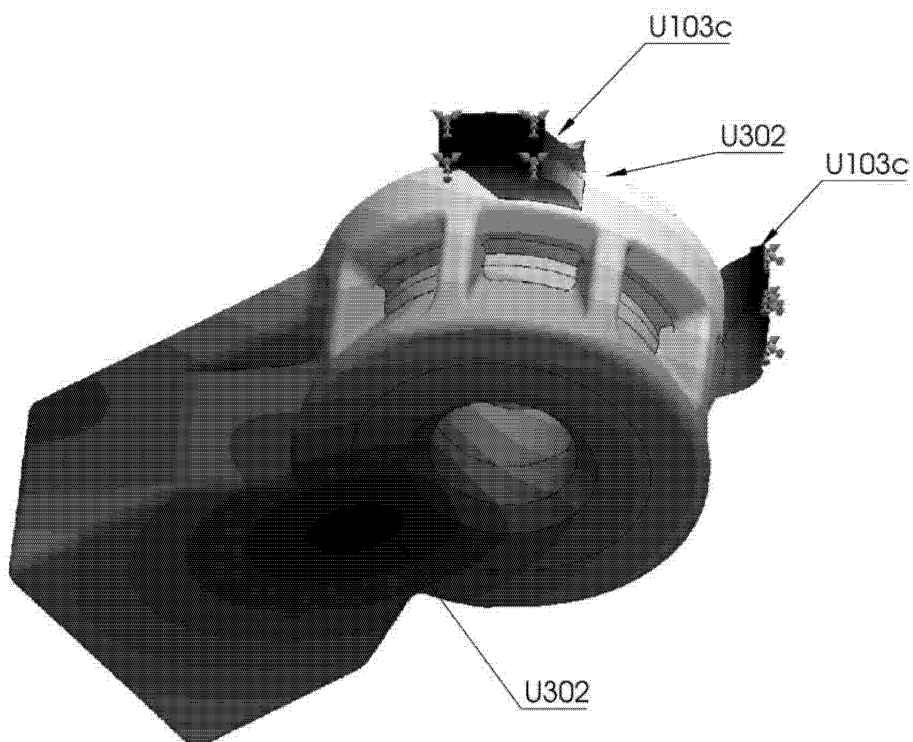
도면75b



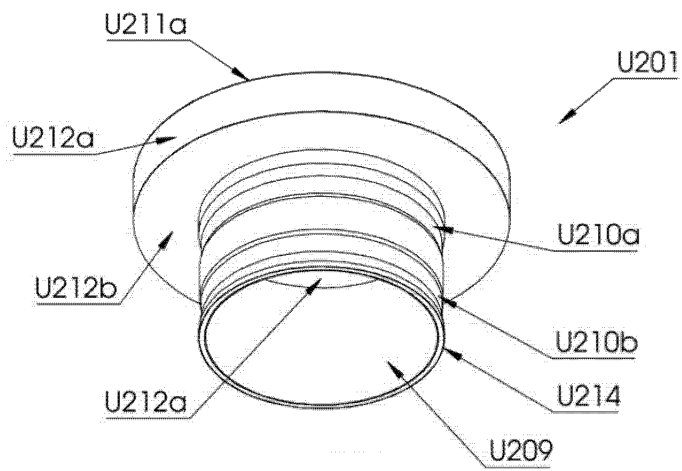
도면75c



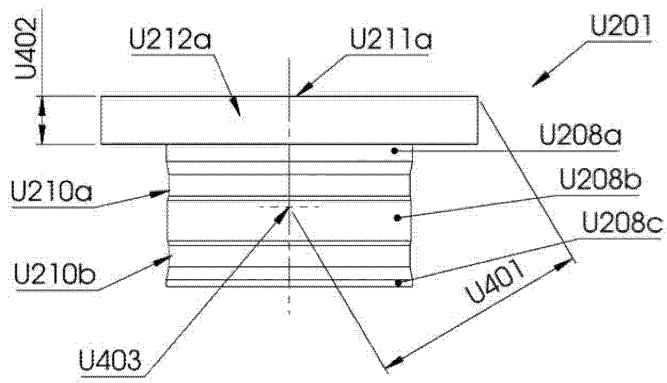
도면75d



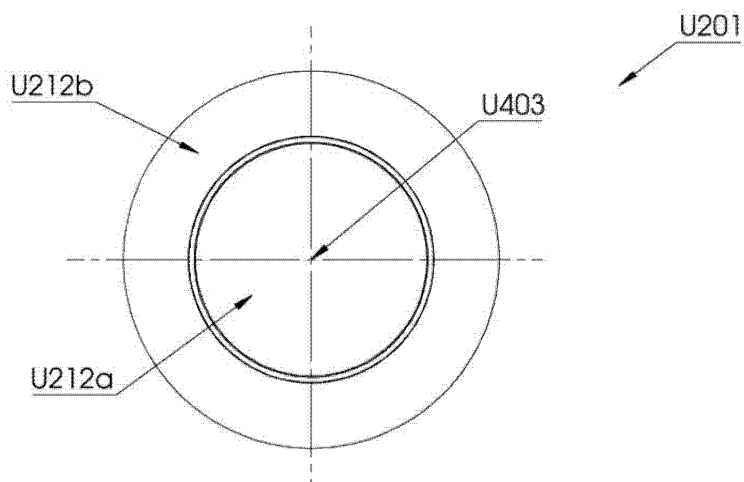
도면76a



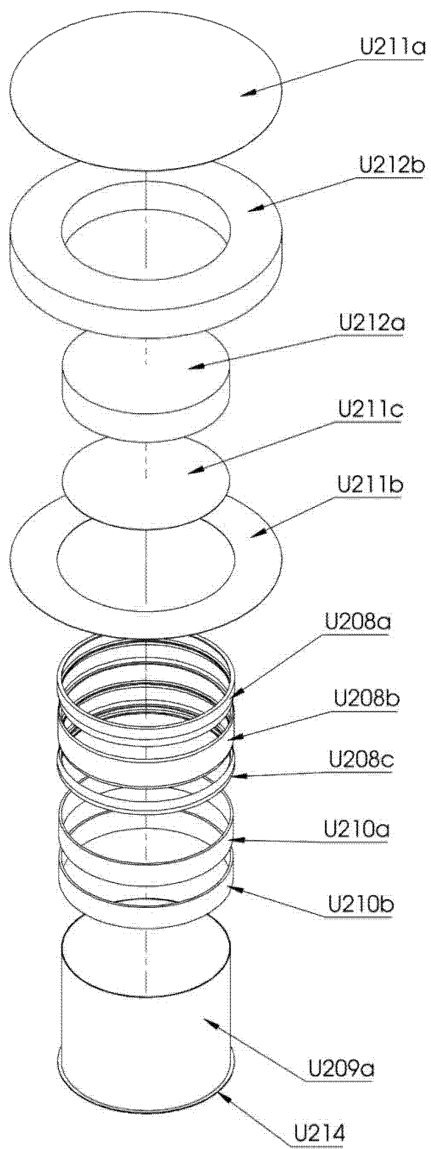
도면76b



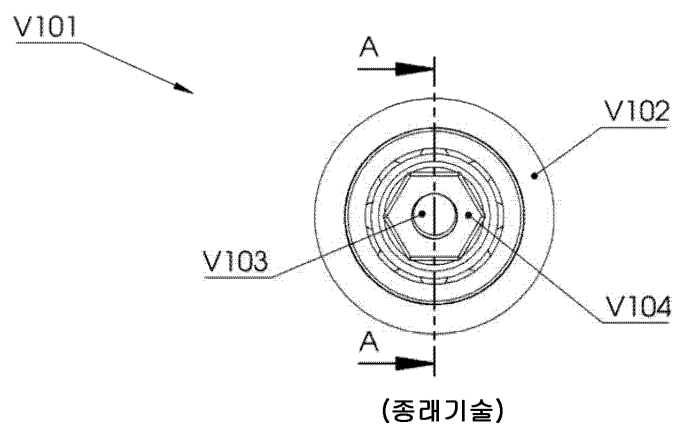
도면76c



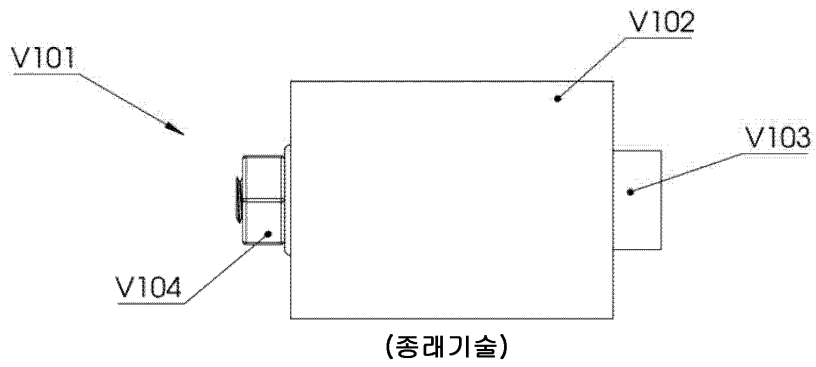
도면76d



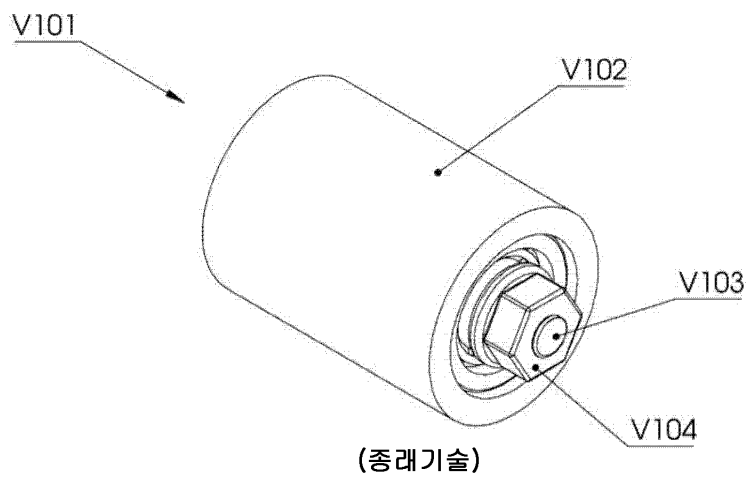
도면77a



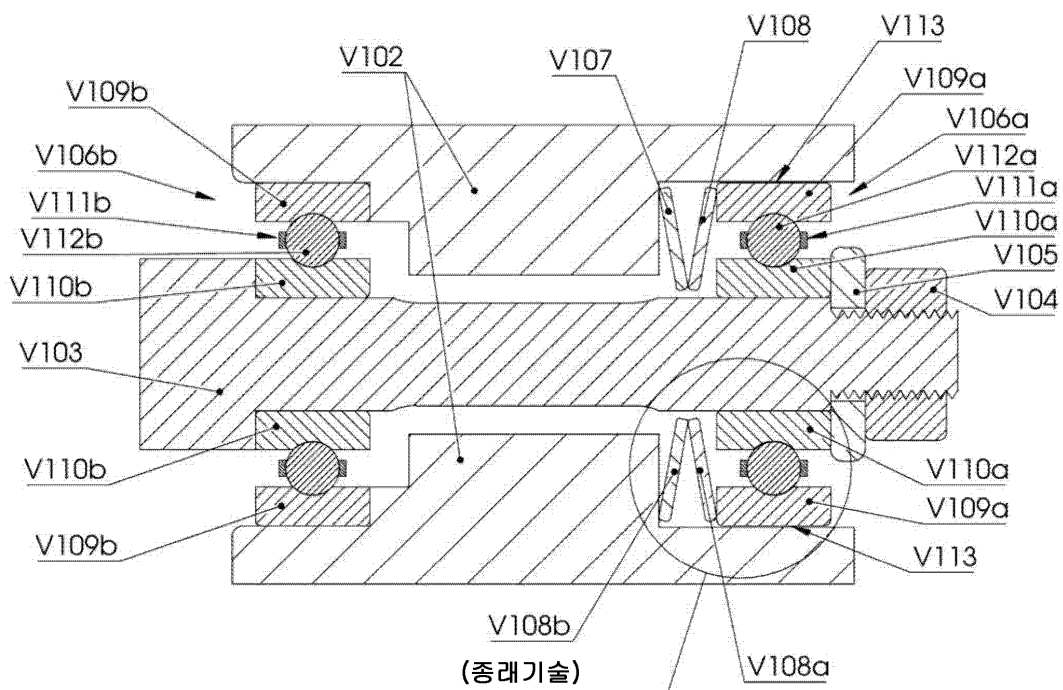
도면77b



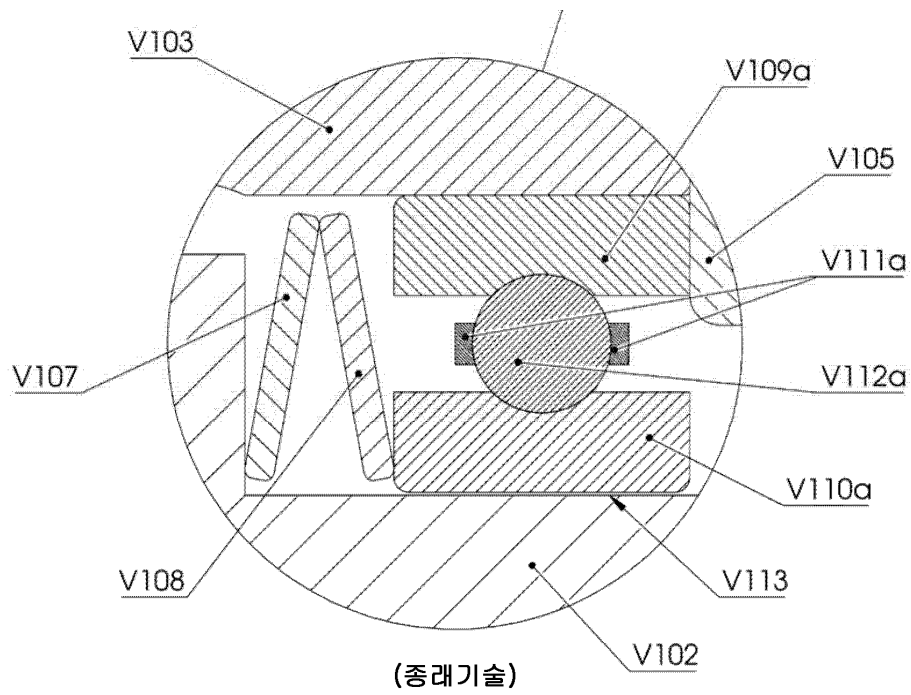
도면77c



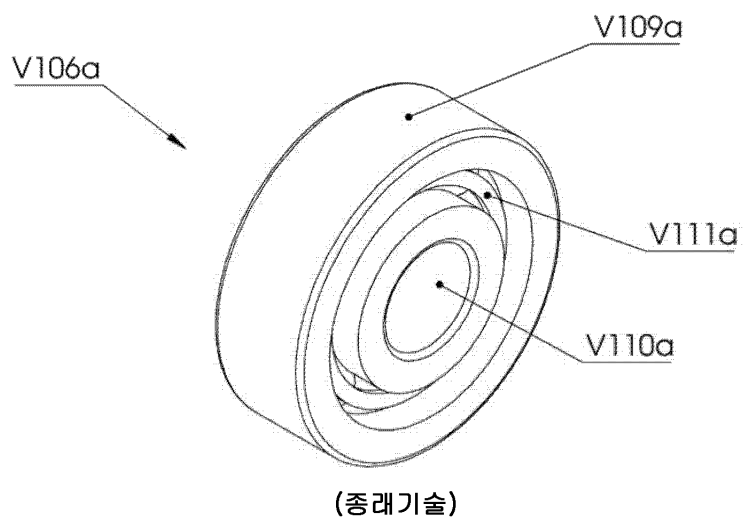
도면77d



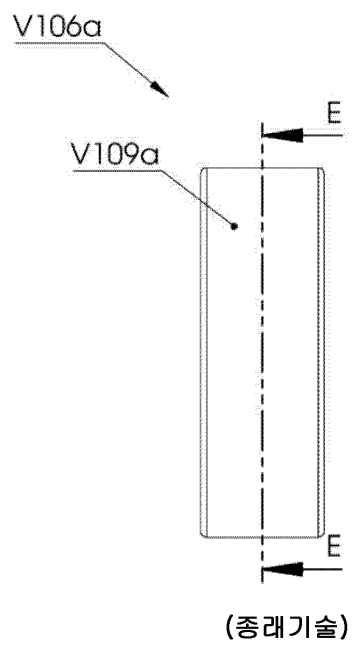
도면77e



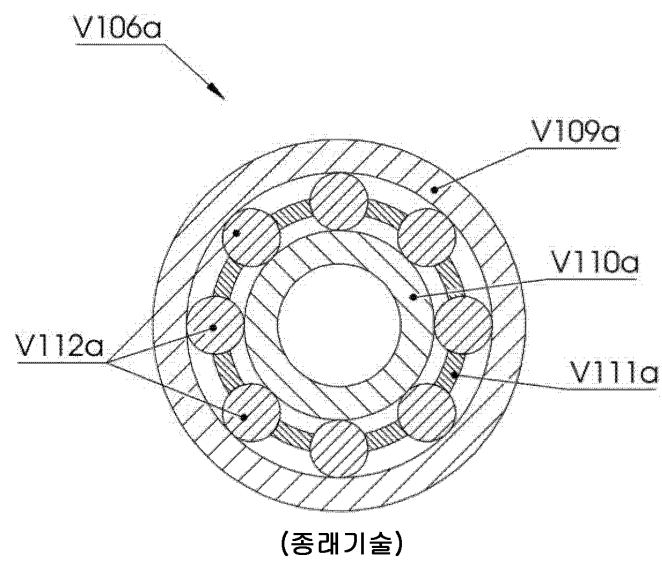
도면78a



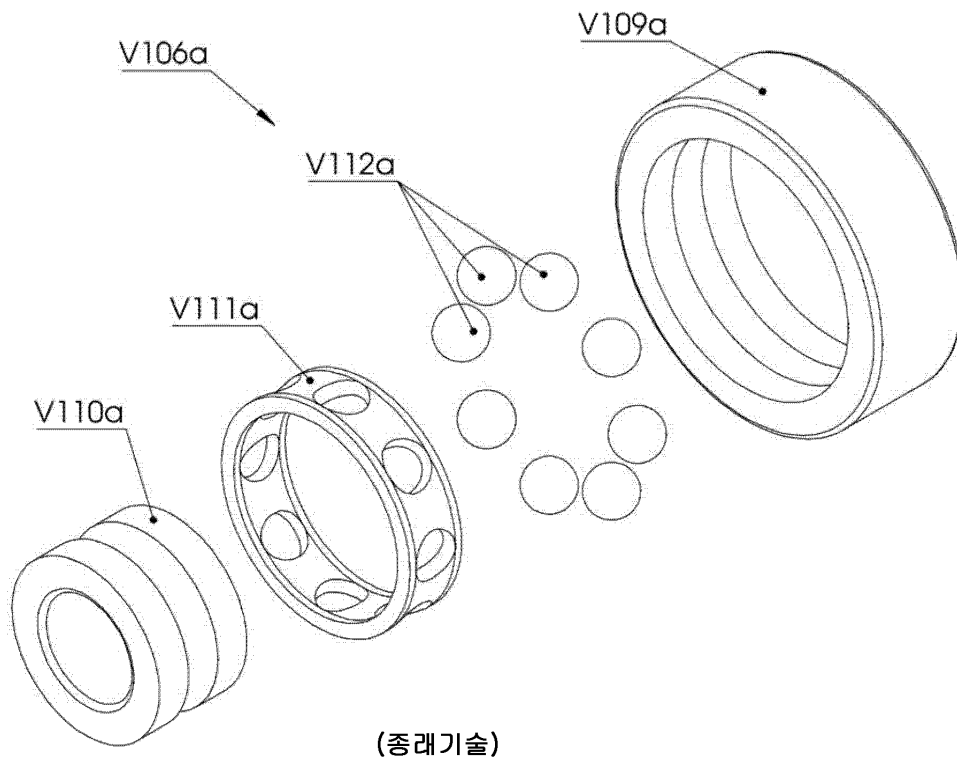
도면78b



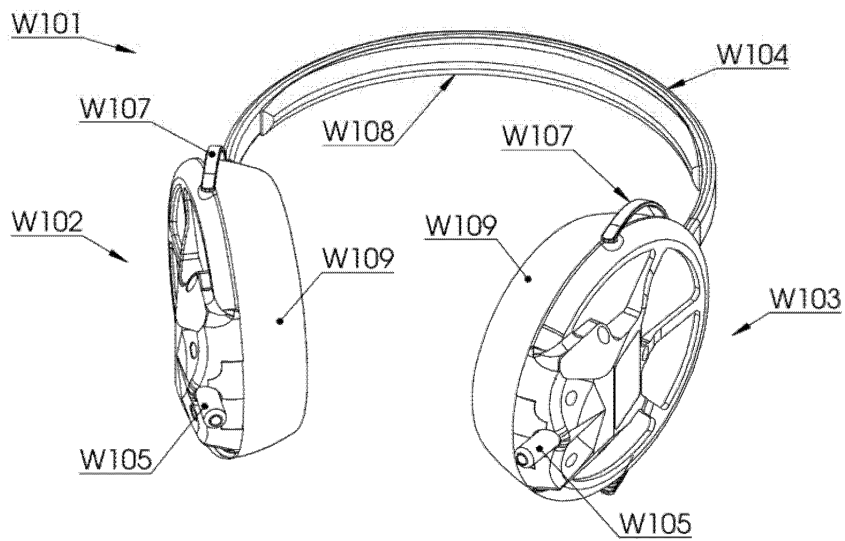
도면78c



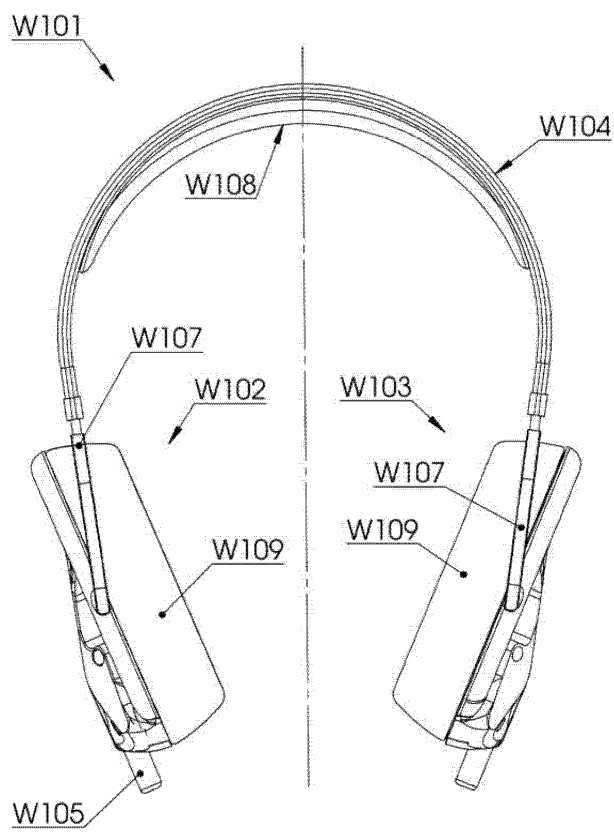
도면78d



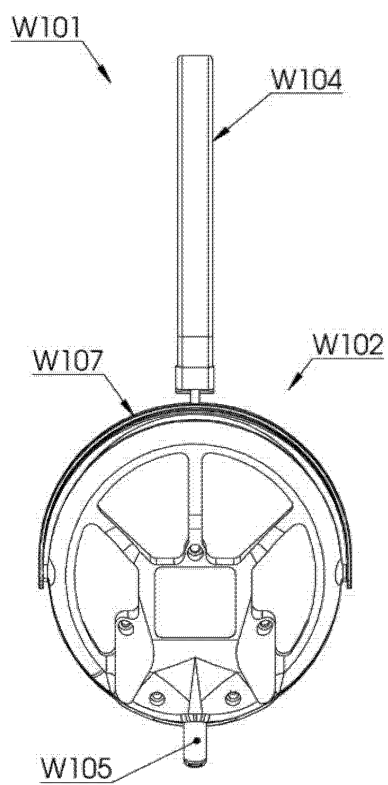
도면79a



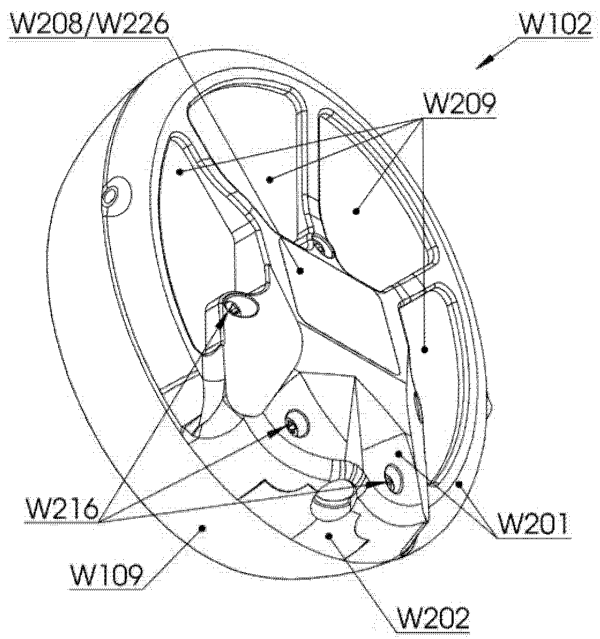
도면79b



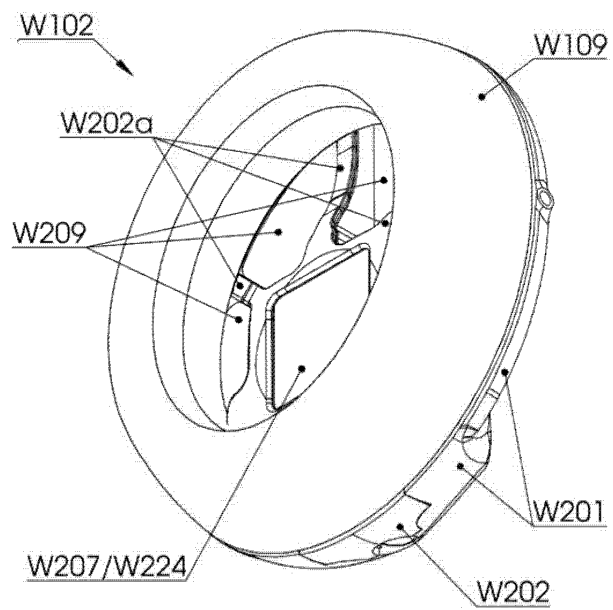
도면79c



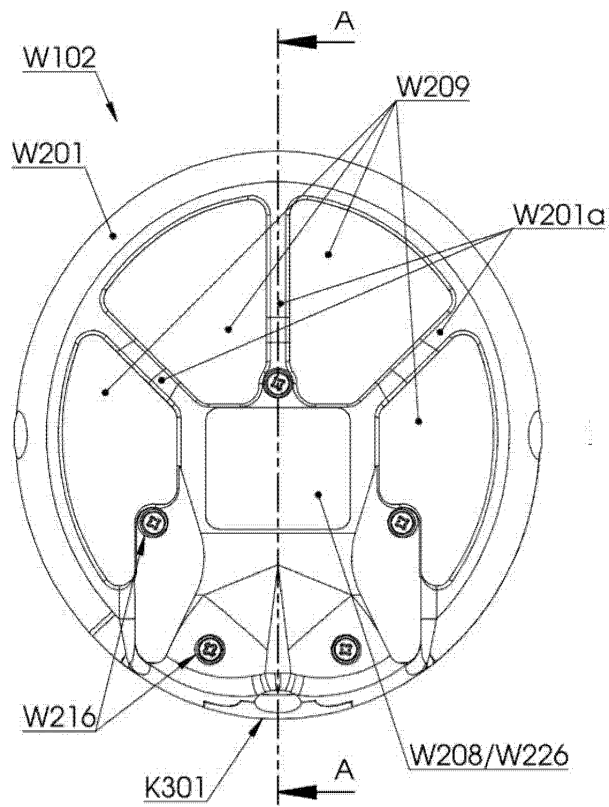
도면80a



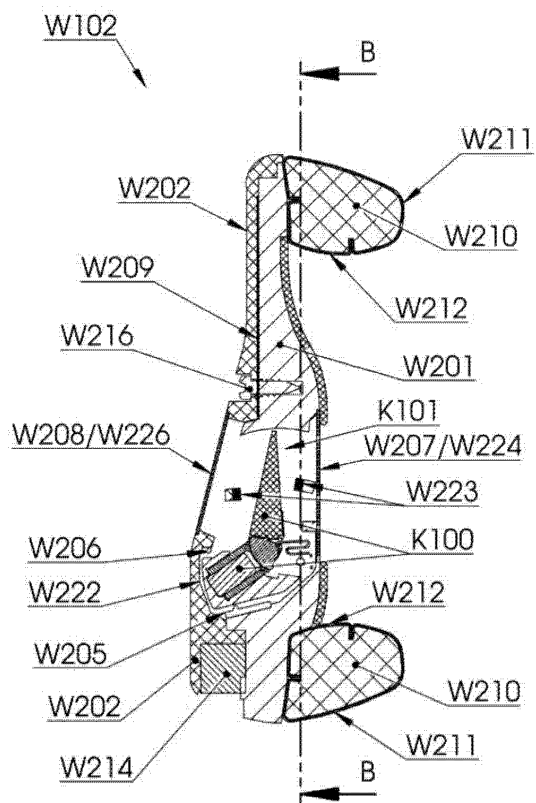
도면80b



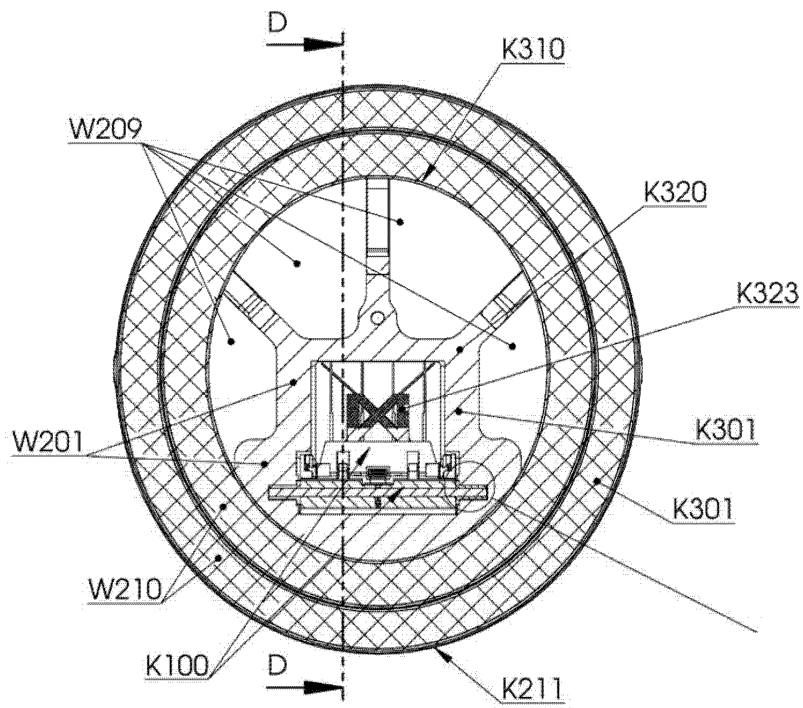
도면80c



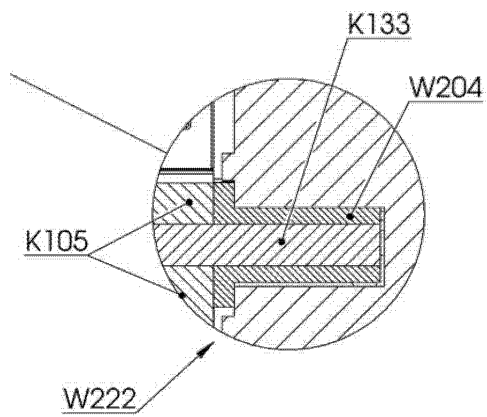
도면80d



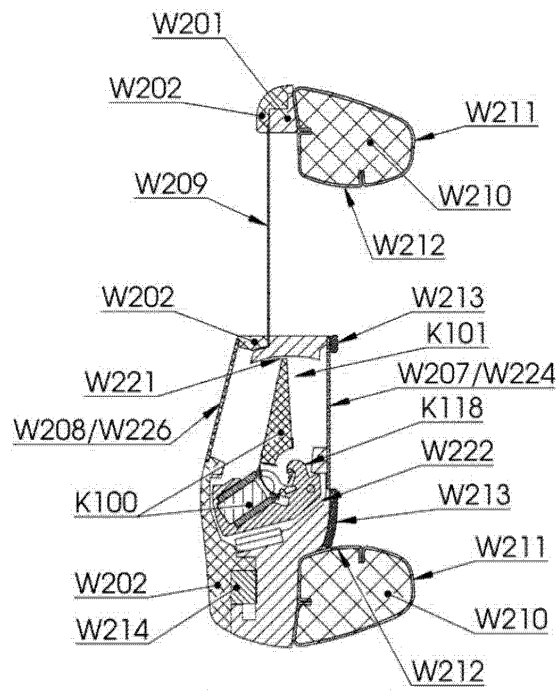
도면80e



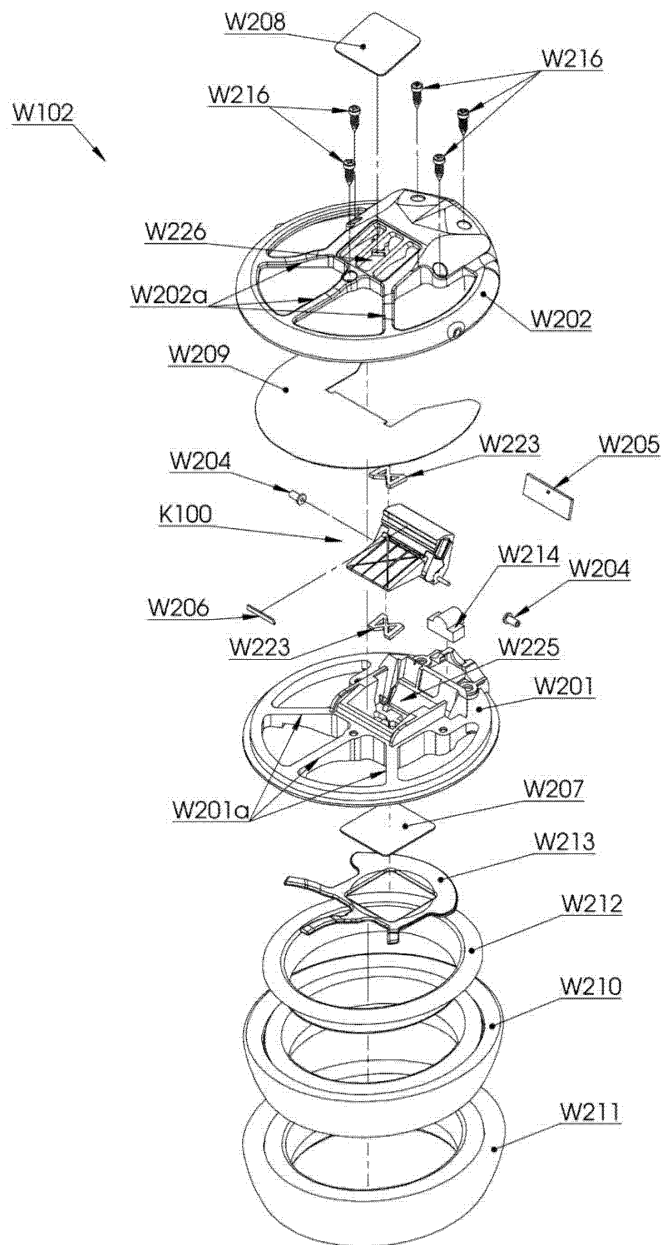
도면80f



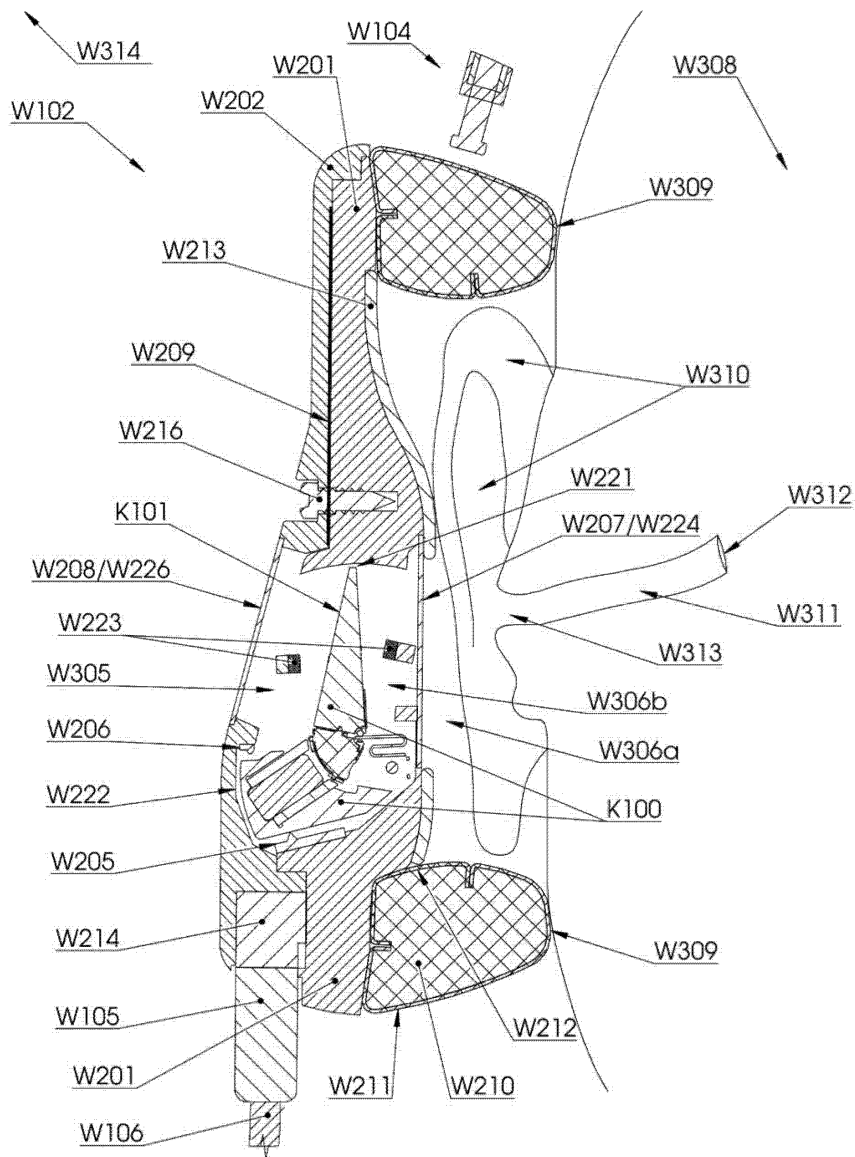
도면 80g



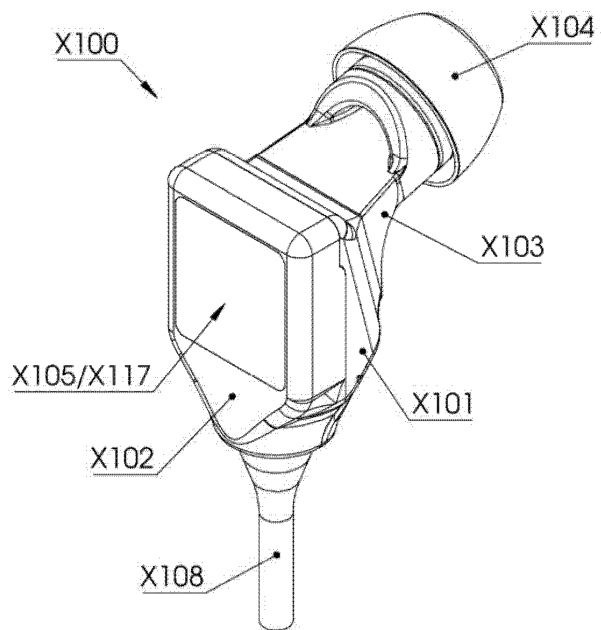
도면 80h



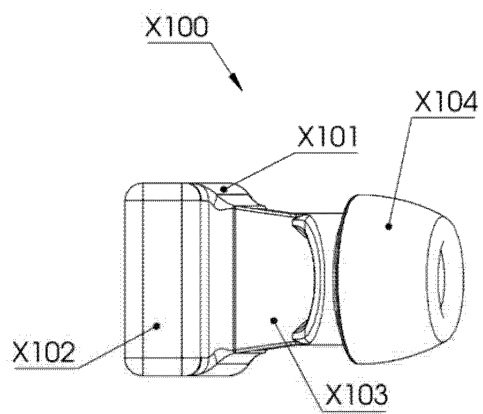
도면81



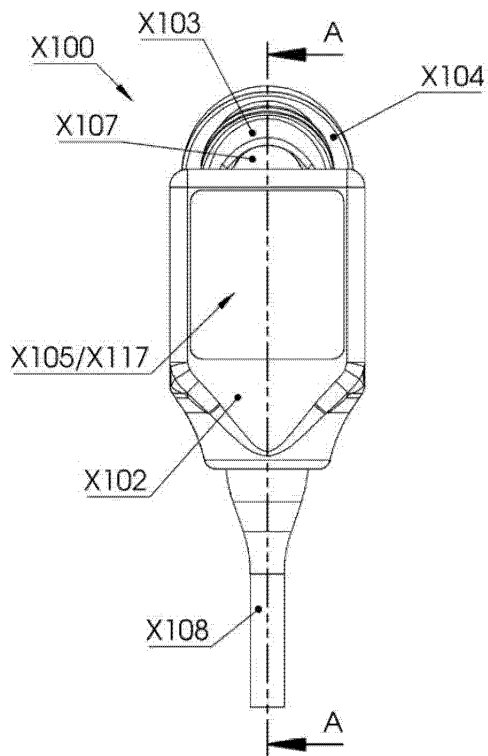
도면82a



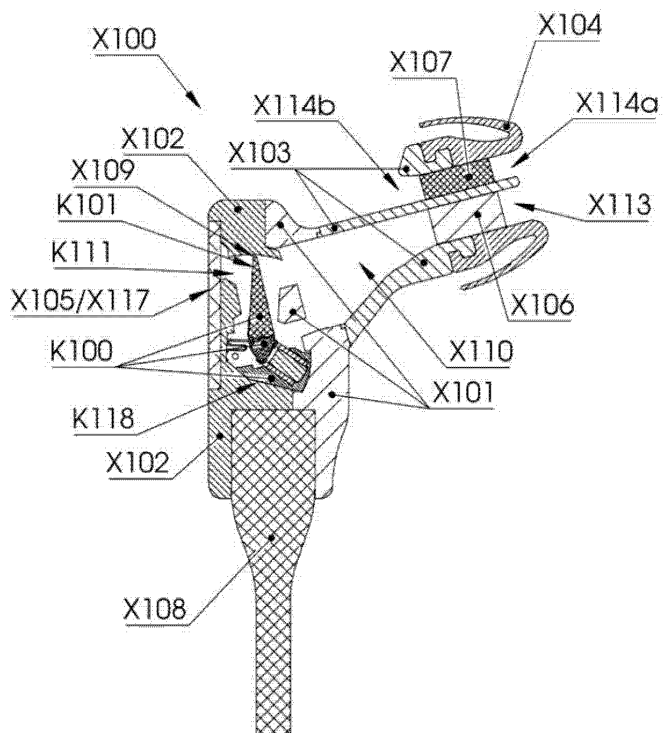
도면82b



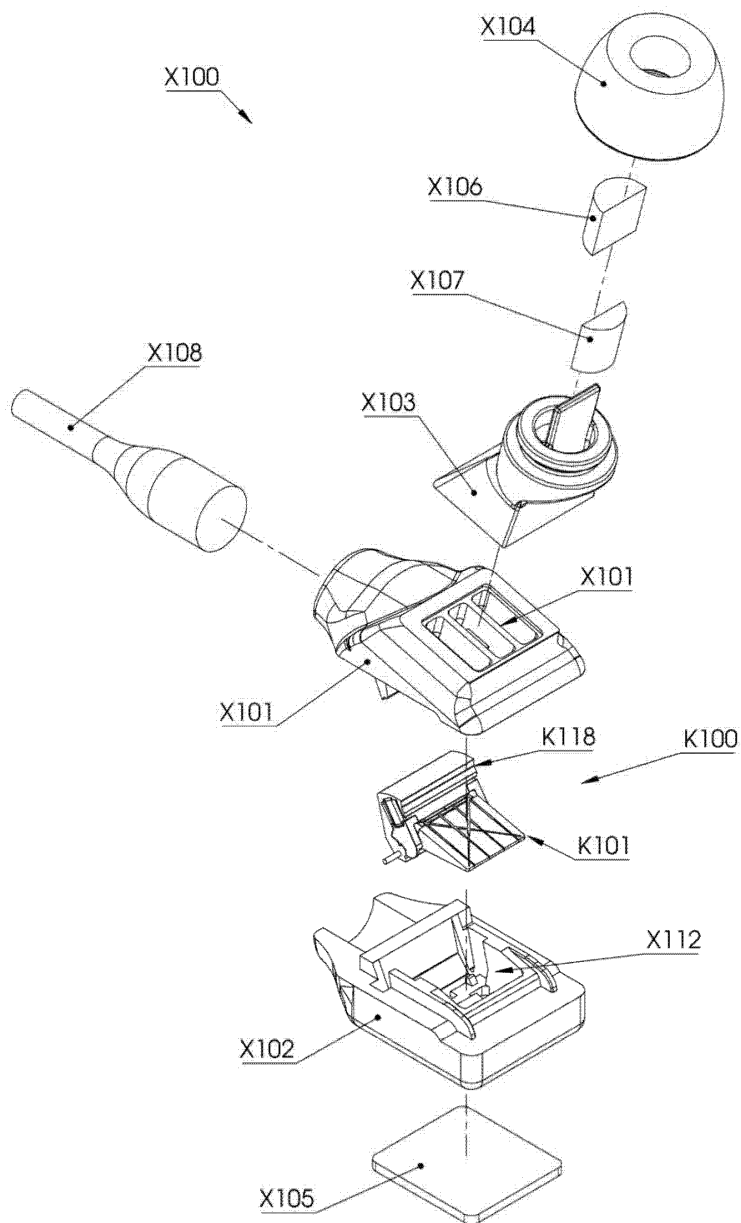
도면82c



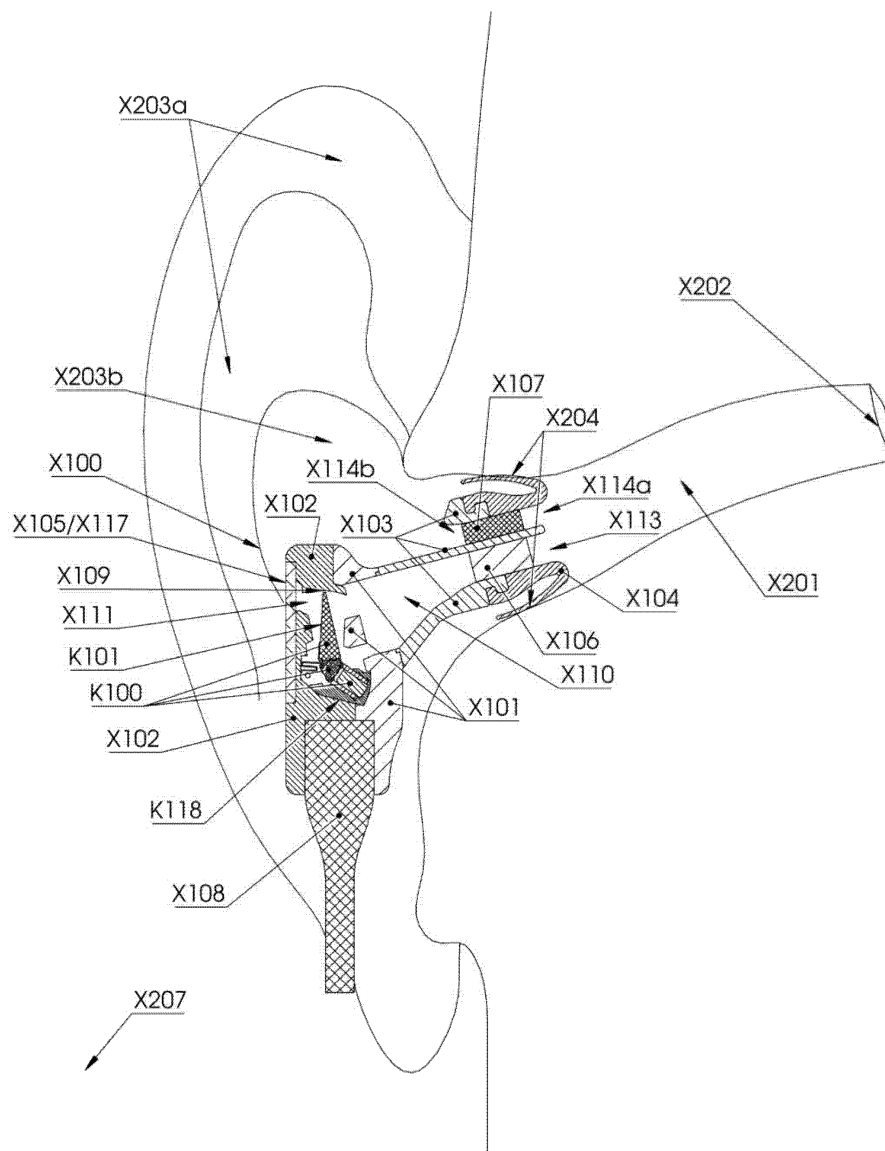
도면82d



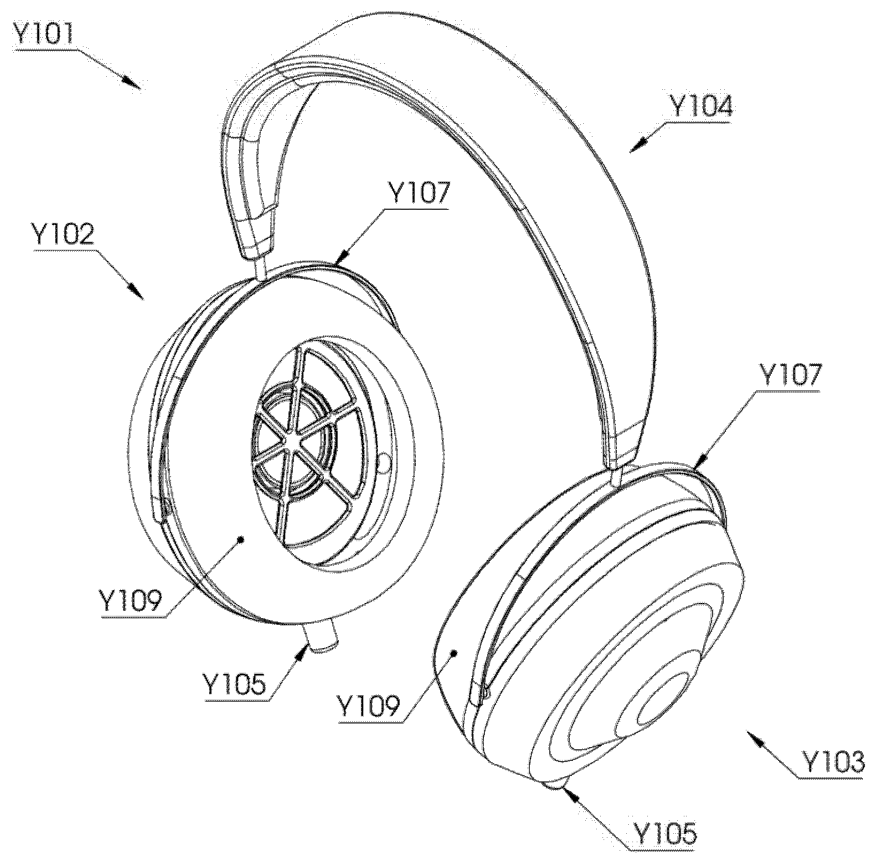
도면 82e



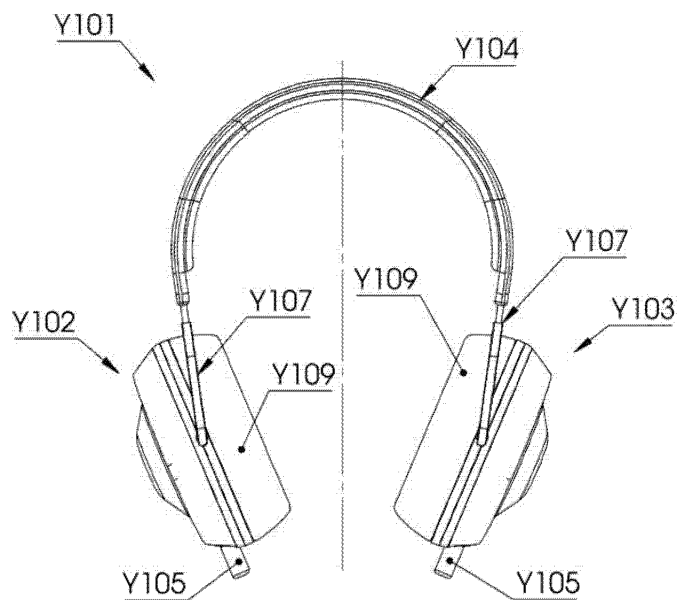
도면83



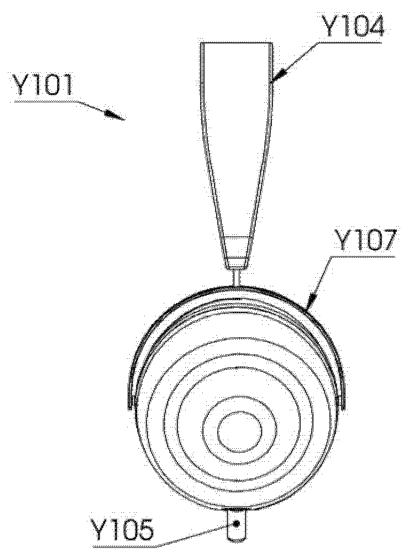
도면84a



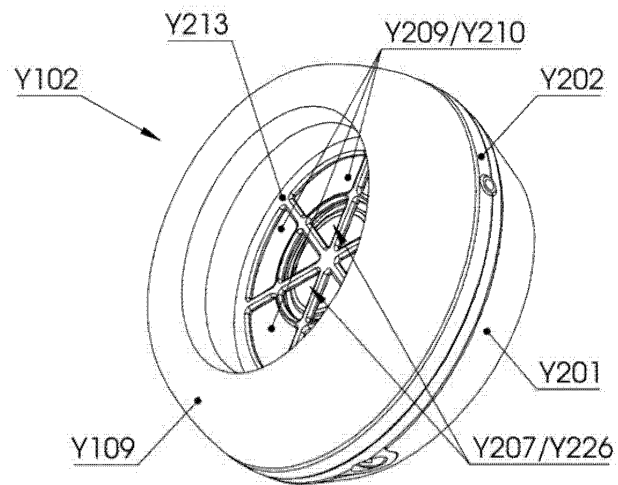
도면84b



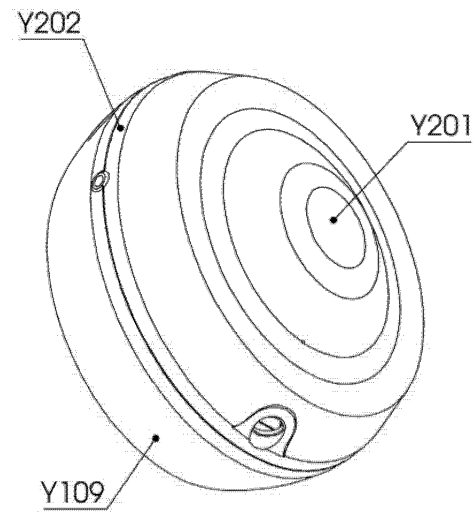
도면84c



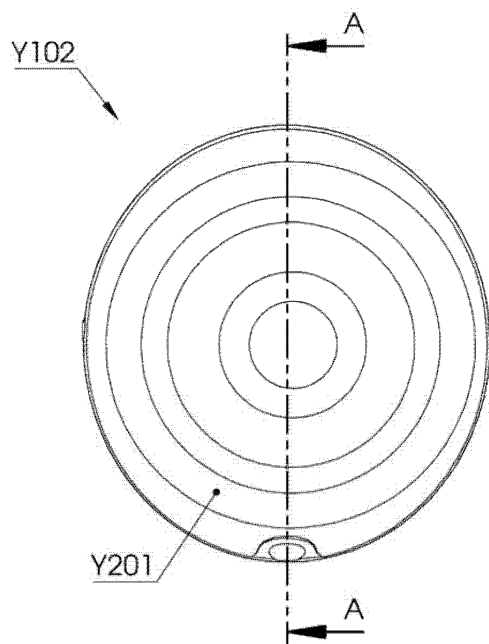
도면85a



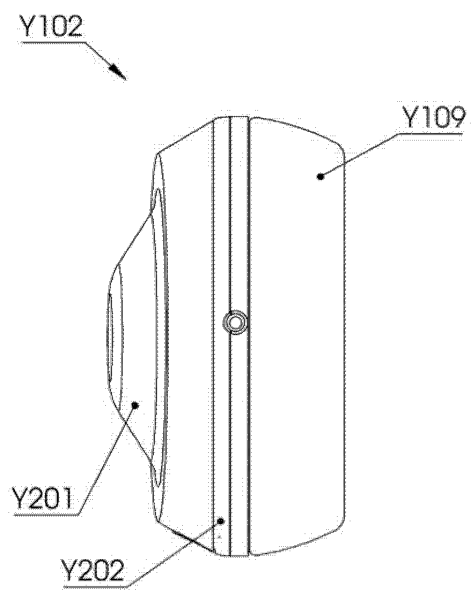
도면85b



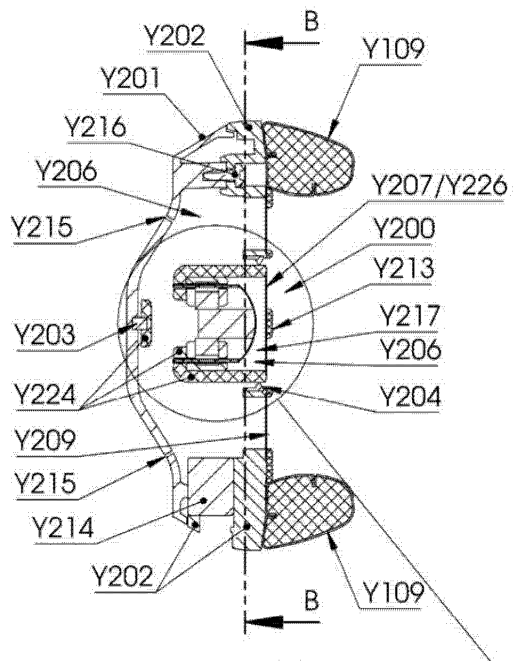
도면85c



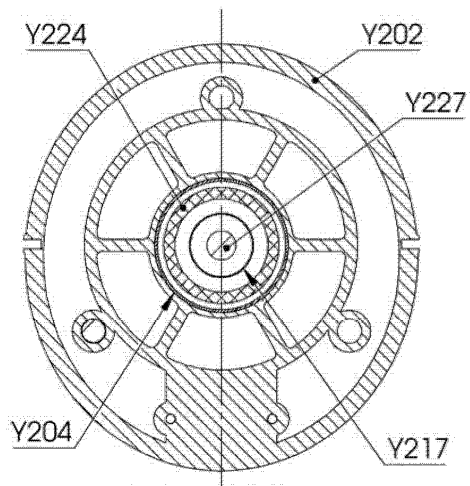
도면85d



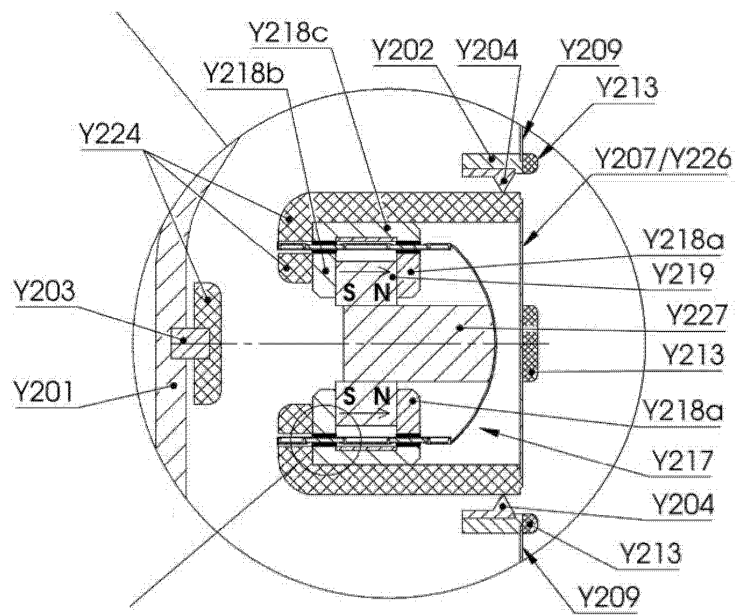
도면85e



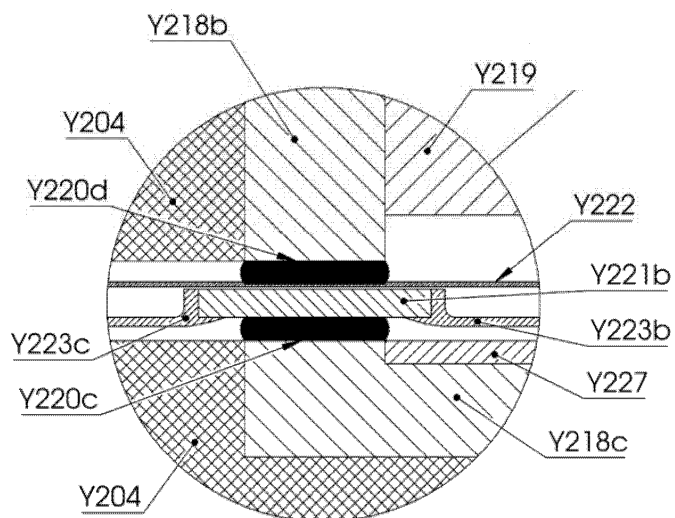
도면85f



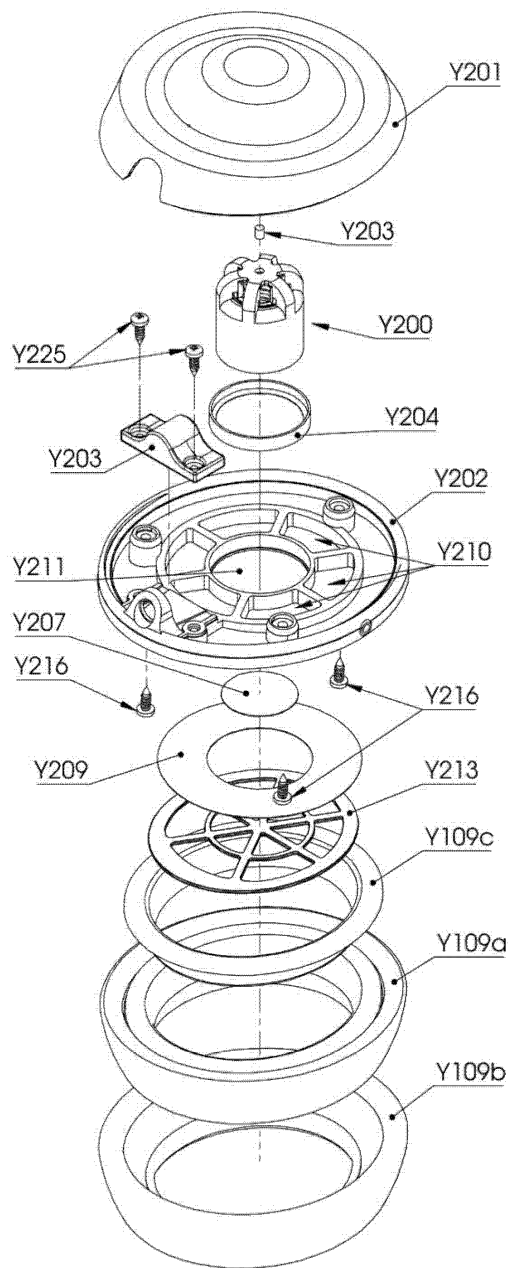
도면85g



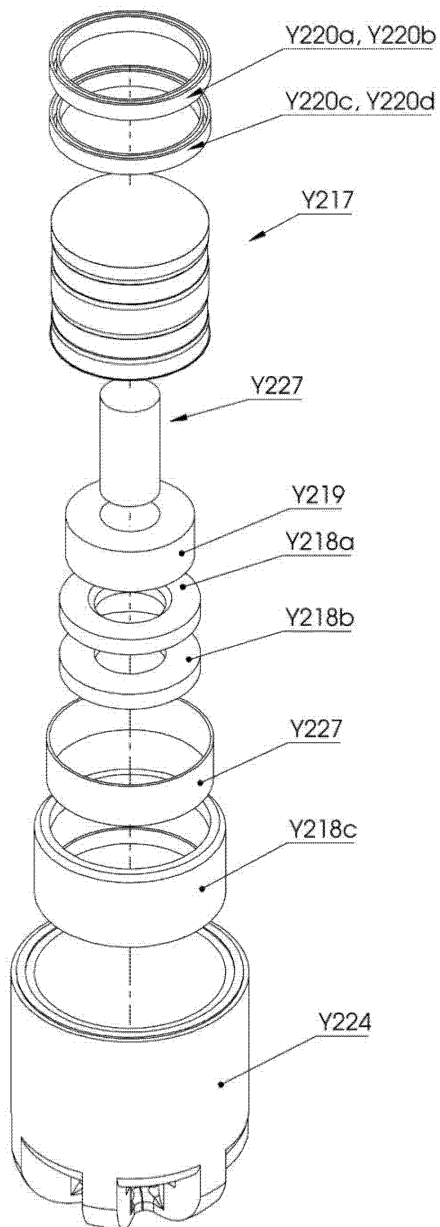
도면85h



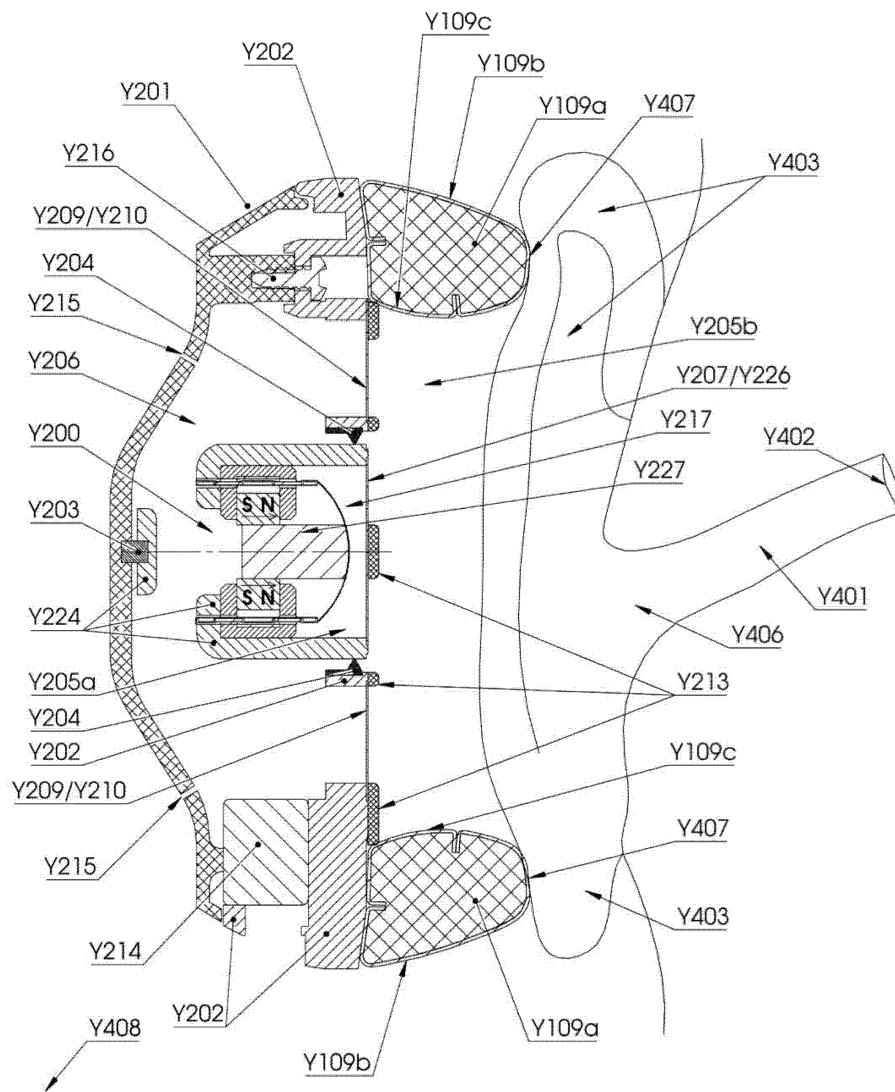
도면85i



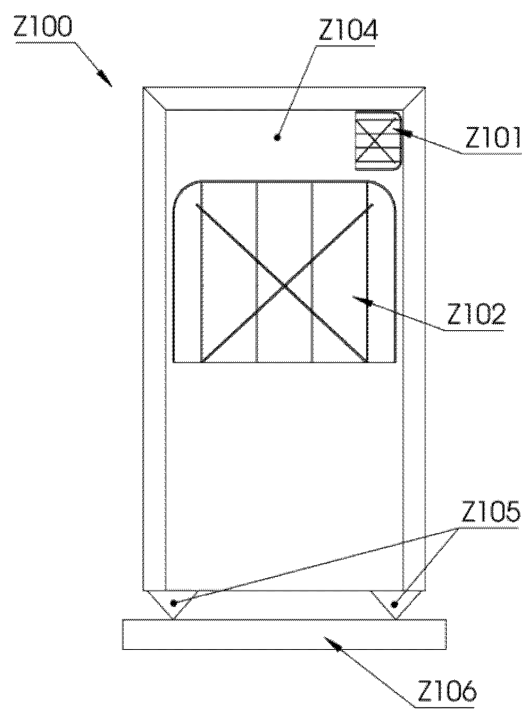
도면86



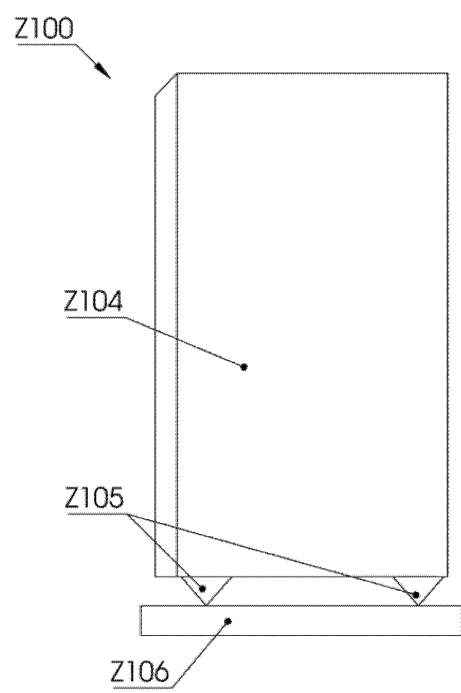
도면87



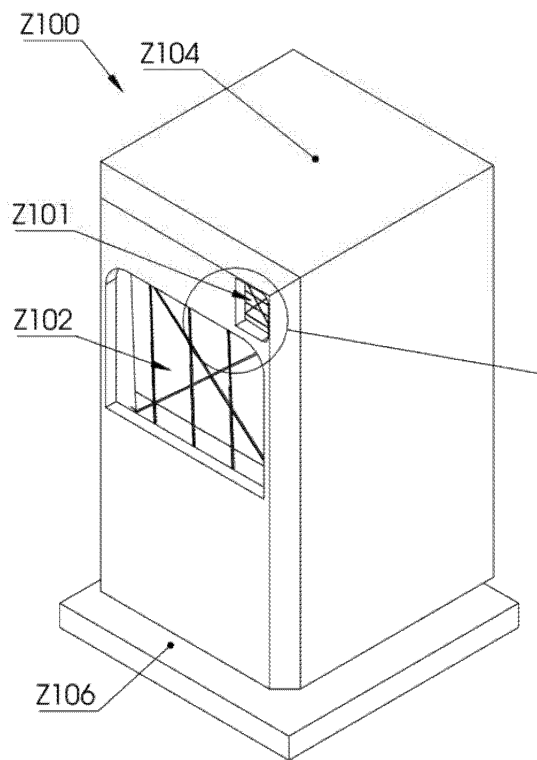
도면88a



도면88b



도면88c



도면88d

