



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월14일  
(11) 등록번호 10-2455170  
(24) 등록일자 2022년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B29C 65/06 (2006.01) B29C 65/00 (2018.01)  
B29C 65/08 (2006.01) B29C 65/56 (2006.01)  
B29C 65/60 (2006.01) B29C 65/64 (2006.01)  
B29C 65/78 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B29C 65/06 (2013.01)  
B29C 65/08 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7011766  
(22) 출원일자(국제) 2016년09월30일  
심사청구일자 2021년09월29일  
(85) 번역문제출일자 2018년04월25일  
(65) 공개번호 10-2018-0070592  
(43) 공개일자 2018년06월26일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/073422  
(87) 국제공개번호 WO 2017/055548  
국제공개일자 2017년04월06일  
(30) 우선권주장  
01421/15 2015년09월30일 스위스(CH)  
(뒷면에 계속)  
(56) 선행기술조사문헌  
DE102013001943 A1  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
부트벨딩 에스아  
스위스, 체하-6362 슈탄스타트, 뮐레바흐 2  
(72) 발명자  
마이어, 외르크  
스위스, 5702 니더렌츠, 레르헨베크 6  
크피스트, 요아킴  
스위스, 2560 니다우, 슈트란트베크 32  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
민영준

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 이새봄

(54) 발명의 명칭 제2 물체를 제1 물체에 고정

(57) 요약

본 발명의 일 태양에 따르면, 고체 상태의 열가소성 물질을 포함하는 제1 물체(1)를 일반적으로 평평한 시트부를 가지며, 시트부의 천공부(20)를 가지며, 시트부는 천공부를 따라 에지(21)를 갖는 제2 물체(2)에 기계적으로 고정하는 방법이 제공되며, 제1 물체는 제2 물체에 대해 배치되어 에지가 열가소성 물질과 접촉하며, 그리고 열가소성 물질의 유동부가 에지와 열가소성 물질 사이에 발생된 마찰열로 인해 유동 가능해지며 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립하기 위해 에지 주위에 흐를 때까지 기계적 진동 에너지는 제1 물체와 제2 물체를 포함하는 어셈블리 내로 결합된다. 기계적 진동이 중지된 후, 열가소성 물질은 재고화되도록 야기되며, 이에 의해 에지를 적어도 부분적으로 매립하는 재고화된 열가소성 물질은 제1 물체를 제2 물체에 고정한다.

대표도 - 도3

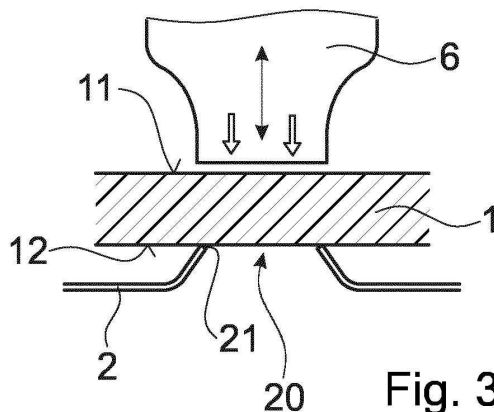


Fig. 3a

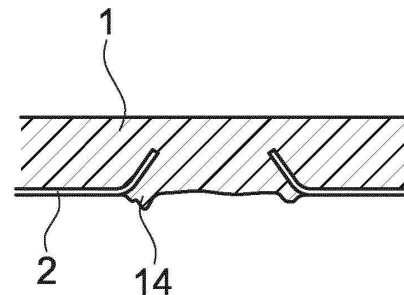


Fig. 3b

(52) CPC특허분류

*B29C 65/564* (2013.01)  
*B29C 65/606* (2013.01)  
*B29C 65/645* (2013.01)  
*B29C 65/7811* (2013.01)  
*B29C 66/1122* (2013.01)  
*B29C 66/21* (2013.01)  
*B29C 66/30221* (2013.01)  
*B29C 66/30223* (2013.01)  
*B29C 66/43* (2013.01)

(72) 발명자

**베른하르트, 필립**

스위스, 3600 툰, 뮐리츠 13

**토리아니, 로렌트**

스위스, 2516 람보잉, 라 레포지레 2

**바이스, 마리오**

스위스, 3264 디스마흐 바이 뷔렌, 임 고이 3엔

**란치, 안토니노**

스위스, 3006 베른, 리베크베크 4아

**지크리스트, 마틴**

스위스, 3005 베른, 플로라슈트라쎄 4아

**메르츠, 한네스**

스위스, 4600 올텐, 마르크트가쎄 39

**멜자흐, 사무엘**

스위스, 2533 에빌라드, 프레스가 18

(56) 선행기술조사문헌

US20090169325 A1

WO2015117253 A1

US04358328 A

US04106962 A

(30) 우선권주장

00509/16 2016년04월18일 스위스(CH)

00778/16 2016년06월17일 스위스(CH)

00996/16 2016년07월29일 스위스(CH)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 물체(1)에 파스너(2, 400)를 기계적으로 고정하는 방법으로서, 상기 방법은 다음의 단계들:

- 고체 상태의 열가소성 물질을 포함하는 제1 물체(1)를 제공하는 단계;
- 에지(21)를 갖는 일반적으로 평평한 시트부(2, 401)를 구비한 파스너를 제공하는 단계로서, 파스너는 고정 부재(402)를 포함하는, 파스너 제공 단계;
- 제1 물체와 파스너를 포함하는 어셈블리를 제공하기 위해 제1 물체(1)를 파스너(2)에 대해 포지셔닝하는 단계로, 상기 어셈블리에서 에지(21)는 열가소성 물질과 접촉하는, 포지셔닝 단계;
- 에지가 열가소성 물질과 접촉하는 동안, 열가소성 물질의 유동부가 에지(21)와 열가소성 물질 사이에 발생된 마찰열로 인해 유동 가능해지며 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립하기 위해 에지(21) 주위에 흐를 때까지 기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계;
- 기계적 진동을 중지하고 열가소성 물질을 재고화하게 야기하는 단계로, 이에 의해 에지(21)를 적어도 부분적으로 매립하는 재고화된 열가소성 물질은 파스너를 제1 물체 내에 고정시키는 단계를

포함하는 방법에 있어서,

파스너를 제공하는 단계에서, 파스너는 천공부(20, 403)를 포함하며, 에지는 천공부를 따라 진행하며, 시트부는 에지를 따라 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 섹션을 갖는 것을 특징으로 하는 제1 물체에 파스너를 기계적으로 고정하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계는 기계적 진동 에너지의 적어도 일부를 제1 물체(1) 내로 결합하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 섹션은 시트 평면에서 진행되는 시트부의 섹션들과 일체형인 시트부의 변형 섹션인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 섹션은 시트 평면에 대한 수직선에 대해 각도( $\alpha$ )인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

시트부는 천공부(20) 주위에 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 변형 섹션을 가지며, 변형 섹션은 천공부의 주변부 주위에 연속적으로 진행되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

파스너(2, 400)는 금속 시트를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계에서, 제1 물체(1)는 에지(21)에 대해 가압되며 따라서 유동부의 액화 시 에지는 제1 물체(1)의 열가소성 물질 내로 가압되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

파스너(2, 400)에 대해 제1 물체(1)의 위치 및/또는 소노트로드(6)의 위치를 조정하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계는 기계적 진동 에너지의 적어도 일부를 파스너(2, 400) 내로 결합하는 것을 포함하며,

파스너는 앵커링 플레이트(401) 및 이에 접합되는 고정 부재(402)를 포함하며, 기계적 진동 에너지는 고정 부재를 위한 수용 개구부(410)를 포함하며 앵커링 플레이트와 힘 및 진동 전달 접촉하는 소노트로드(6)에 의해 어셈블리 내로 결합되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

고정 부재가 수용 개구부에 일시적으로 고정되게 하기 위해 수용 개구부(410)와 고정 부재(402)는 서로에 대해 적응되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

기계적 진동은 횡방향 진동인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

기계적 진동 에너지는 횡방향 진동을 받는 원위 아웃커플링 면을 포함하는 소노트로드(6)에 의해 어셈블리 내로 결합되며, 원위 아웃커플링 면은 파스너와 힘 및 진동 전달 접촉하는 주변부(480)를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 13

파스너(400)로서, 앵커링 플레이트(401) 및 이에 접합되는 고정 부재(402)를 포함하며, 앵커링 플레이트는 시트 평면을 정의하며 그리고 적어도 하나의 관통 개구부(403)를 가지며, 앵커링 플레이트는 관통 개구부 주위에서 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하도록 변형되며, 에지(21)가 관통 개구부 주위에서 연장하며, 이에 의해 열가소성 물질의 유동부가 에지와 열가소성 물질 사이에서 발생된 마찰열로 인해 유동 가능하게 되고 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립하기 위해 에지 주위에 흐를 때까지, 접촉측과 파스너가 서로에 대해 가압되는 동안 기계적 진동 에너지를 앵커링 플레이트와 제1 물체 중 적어도 하나 내로 결합하는 것을 포함하는 공정에서, 앵커링 플레이트는 고체 상태의 열가소성 물질을 갖는 제1 물체(1)에 고정될 수 있는 것을 특징으로 하는 파스너.

#### 청구항 14



제13항에 있어서,

고정 부재(402)는 앵커링 플레이트(401)에 대해 중앙으로 배치되는 것을 특징으로 하는 파스너.

#### 청구항 15

제13항 또는 제14항에 따르는 파스너(400)를 포함하는 세트로서, 앵커링 플레이트(401)와 힘과 진동 전달 접촉을 위해 형성된 원위 아웃커플링 면을 포함하는 소노트로드(6) 및 고정 부재(402)를 수용하기 위한 수용 구조물(410)을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 세트.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

삭제

#### 청구항 26

삭제

#### 청구항 27

삭제

#### 청구항 28

삭제

#### 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

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 기계 공학 및 구성(제작)(mechanical engineering and construction), 특히 기계적 구성(제작)(especially mechanical construction), 예를 들어 자동차공학, 항공기 제작, 철도 산업, 조선, 기계 구성(제작), 장난감 제작, 건축 산업 등(for example automotive engineering, aircraft construction, railway industry, shipbuilding, machine construction, toy construction, building industries, etc.)의 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 제2 물체에 제1 물체를 -기계적으로(mechanically) - 고정하는(securing) 방법에 관한 것이다

### 배경 기술

[0002] 자동차, 항공 및 기타 산업에서는, 강철로만 된 구조에서 벗어나 알루미늄 또는 마그네슘 금속 시트나 폴리머, 예를 들면 탄소 섬유 보강 폴리머 또는 유리 섬유 보강 폴리머 또는 보강이 없는 폴리머, 예를 들면 폴리에스테르, 폴리카보네이트 등과 같은 경량 재료를 대신 사용하려는 경향이 있다.

[0003] 새로운 재료들은 이들 재료들로 만든 부재들의 접합에, 특히 약간 평평한 물체를 다른 물체에 접합하는데 새로운 도전들을 일으킨다. 이것에 대한 예는 금속 시트들과 같은, 금속 부품들에 폴리머계 재료의 부품들의 접합(결합)이다.

[0004] 이들 도전들을 충족시키기 위해, 자동차, 항공 및 기타 산업들은 접착제 접합(adhesive bonds)을 아주 많이 사용하기 시작했다. 접착제 접합은 가볍고 강력할 수 있지만, 예를 들면 부서지기 쉬운 접착제로 인한, 열화되는 접착제 접합(degrading adhesive bond)은 접합을 완전히 해제하지 않고는 발견하기가 거의 불가능하기 때문에, 신뢰성을 오랜 기간 관리하기가 가능하지 않다는 단점이 있다. 또한, 접착제 접합은 제조 비용의 상승으로 이어질 수 있는데, 왜냐하면 재료 비용 때문에 그리고 특히 서로 결합될 표면들이 어떤 거칠기를 가지며 그 결과 신속하게 경화되는 박막 접착제가 사용될 수 없는 경우, 느린 경화 공정으로 인한 제조 공정에서 야기되는 지연 때문이다. 또한, 동일한 열팽창 계수를 갖지 않는 두 물체들 사이의 약간 평평한 접착제 접합은 온도 변동으로 인해 매일의 사용에서 상당한 전단력을 받을 수 있기 때문에 추가적인 신뢰성 문제로 이어질 수 있다.

[0005] 부재들을 서로 접합하는 경우 특별한 도전은, 예를 들면 부재들이 나사 및 너트에 의해 또는 리벳에 의하는 것과 같은 접착제 접합과는 다른 접합으로 서로 접합되는 경우 공차의 보상(compensation of tolerances)이다. 이러한 접합에서는, 파스너(fastener)의 정확한 정의 또는 상대 위치들 및 각각의 고정 위치(fastening location)가 요구된다. 제조 공정이 특히 경제적이야 하며 및/또는 연결될 부품들이 적어도 하나의 차원에서 비교적 크며 및/또는 제조 동안 이것들이 받는 조건(상태)들에 반응하고 및 상이한 방식으로 사용되는 경우(예를 들면 이것들이 상이한 열팽창 계수들을 갖는 경우) 이러한 정확한 정의는 특히 도달하기 어려울 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 따라서 본 발명의 목적은 종래기술 방법들의 단점을 극복하는 제1 물체에 제2 물체를 기계적으로 고정하는 (mechanically securing) 방법을 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 열가소성 부품과 열가소성 부품이 액화되는 조건 하에서 액화 가능하지 않은 부품 사이의 신뢰 가능한 연결(reliable connection)을 형성하며 열가소성 연결 부재에 의해 다른 부품들 사이의 신뢰 가능한 연결을 형성하는 비용 효율적인 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 부품들 사이에 신뢰 가능한 연결을 형성하며 효율적이고 신속한 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 부품들 사이의 신뢰 가능한 연결을 형성하고 효율적인 공차 보상 (efficient tolerance compensation)을 가능하게 하는 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 태양에 따르면, 제1 물체를 제2 물체에 기계적으로 고정하는(mechanically securing) 방법이 제공되며, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:

[0008] - 고체 상태의 열가소성 물질을 포함하는 제1 물체를 제공하는 단계(providing the first object comprising a thermoplastic material in a solid state);

[0009] - 에지를 갖는 일반적으로 평평한 시트부를 갖는 제2 물체를 제공하는 단계(providing the second object with a generally flat sheet portion having an edge);

[0010] - 에지가 열가소성 물질과 접촉하도록 제1 물체를 제2 물체에 대해 포지셔닝하는 단계(positioning the first object relative to the second object so that the edge is in contact with the thermoplastic material);

[0011] - 열가소성 물질의 유동부가 에지와 열가소성 물질 사이에 발생된 마찰열로 인해 유동 가능해지며 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립하기 위해 에지 주위에서 흐를 때까지 기계적 진동 에너지를 제1 및 제2 물체들을 포함하는 어셈블리 내로 결합하는 단계(coupling mechanical vibration energy into the assembly comprising the first and second objects until a flow portion of the thermoplastic material due to friction heat generated between the edge and the thermoplastic material becomes flowable and flows around the edge to at least partially embed the edge in the thermoplastic material);

[0012] - 기계적 진동을 중지하고 열가소성 물질을 재고화시키는 단계로, 이에 의해 에지를 적어도 부분적으로 매립하는 재고화된 열가소성 물질은 제1 물체를 제2 물체 내에 고정시키는 단계(stopping the mechanical vibration and causing the thermoplastic material to re-solidify, whereby the re-solidified thermoplastic material at least partially embedding the edge anchors the first object in the second object).

[0013] 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계에서, 제1 물체는 에지에 대해 가압될 수 있으며 따라서 유동부(flow portion)의 액화시 에지는 제1 물체의 열가소성 물질 내로 가압된다.

[0014] 기계적 진동을 중지한 후, 가압력은 실시형태들에서 유동부가 스프링-백 효과(spring-back effect)를 방지하기 위해 적어도 어느 정도로 재고화될 때까지 유지된다.

[0015] 실시형태들에서, 제2 물체가 시트부의 천공부(perforation)를 갖도록 제공되며, 에지는 천공부를 따라 진행한다.

[0016] 천공부를 갖는 실시형태들에서, 천공부 주위의 시트부는 제1 물체를 향해, 즉 진동이 제1 물체 내로 결합되는 경우에는 근위 방향을 향해 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 돌출 섹션(projecting section)을 갖는다.

[0017] 제1 물체 및 제2 물체에 대한 연결부는 실시형태들에서 천공부는 밀폐하도록, 즉 제2 물체의 근위부 영역을 그것의 원위부 영역으로부터 밀봉하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 제1 물체는 예를 들면 주변부로 연장하는 연속적인 바디를 가지며, 상기 주변부는 에지를 매립한다.

[0018] 다른 실시형태들에서, 제1 물체는 관통 개구부(through opening)를 가지며, 관통 개구부에는 예를 들면 이하에서 기술되는 바와 같은 액화 가능하지 않은 바디(not liquefiable body) 또는 커넥터 피스(connector piece)가 배치될 수 있으며, 상기 피스 또는 바디는 추가 물체를 위한 앵커 피스(anchor piece)를 형성한다. 이것은 예를 들면 스레드(thread) 또는 다른 결합 특징을 가질 수 있으며, 및/또는 이것은 이를 통해 연장하는 너트-및-볼트 구성의 기능을 할 수 있다. 대안으로, 베어링 슬리브, 볼 베어링 또는 다른 베어링이 제1 물체, 특히 그것의 관통 개구부에 배치될 수 있다.

[0019] 특히, 기계적 진동 에너지는 제1 물체에 결합될 수 있으며, 제2 물체에 결합될 수 없다(직접 결합될 수 없으며,

즉 대부분 제1 물체를 통해). 특히, 포지셔닝(positioning) 단계에서, 제1 물체는 일반적으로 근위측으로부터 제2 물체와 접촉하게 될 수 있으며, 에너지를 제1 물체에 결합하는 단계는 제1 물체의 근위방향으로 향하는 커플링 면(proximally facing coupling face)에 대해 진동 소노트로드(vibrating sonotrode)를 가압하는 단계를 포함할 수 있으며, 소노트로드에 의해 동시에 제2 물체와 관련된 가압력과 기계적 진동이 제1 물체에 결합된다.

[0020] 가압력(pressing force)에 대항력(counter force)을 인가하기 위해, 제2 물체는 지지체, 예를 들면 비진동 지지체에 대해 배치될 수 있다. 실시형태들에서, 제2 물체는 지지체(support)와 제2 물체 사이에 탄성 또는 유연한 부재들을 갖지 않는 지지체에 대해 배치되며, 따라서 지지체는 제2 물체를 굳게(rigidly) 지지한다.

[0021] 그러나, 공정 동안 인가된 가압력들은 제2 물체가 자가 지지되기 위해 충분히 낮을 수 있다. 일반적으로, 열가소성 물체와 물리적 접촉하는 (기계적 진동 에너지를 위한 고유 에너지 지향기(intrinsic energy director)인) 에지(edge)의 일반적으로 매우 양호한 에너지 흡수 특성들이 주어지는 본 발명에 따르는 접근법은 단지 작은 가압력들이 인가되어야 하는 것을 가능하게 하며, 열가소성 물체 및/또는 에지는 기계적 진동을 받는다. 이것은 물체들 중 적어도 하나가 복잡한 형상을 가지며 및/또는 차체와 같은 복잡한 물품의 일부이며, 따라서 가압력이 인가되는 측방향 위치에서 굳게 지지하는 지지체를 배치하는 것이 어려울 수 있는 적용들에 대해 상당한 이점이 될 수 있다.

[0022] 하지만, 에너지가 제2 물체에 결합되는, 즉 기계적 진동 에너지가 제2 물체의 측으로부터 충돌하는 것을 배제하지는 않는다.

[0023] 특히, 그러나 그뿐 아니라, 제2 물체에 진동을 결합하는 단계를 포함하는 실시형태들에서, 진동은 횡방향 진동일 수 있으며, 반면에 다른 실시형태들에서 진동은 종방향 진동일 것이다. 횡방향 진동을 갖는 구성은 예를 들면 금속성 부품들의 용접으로부터 공지된다. 이를 위해, 예를 들면 다음 옵션들이 존재한다:

[0024] - 소노트로드는 일반적으로 측방향으로(정의되는 경우, 제2 물체의 시트 평면에 대해 (평)면내 방향으로(in-plane direction)부터 제2 물체 내로 진동을 결합하며, 반면에 별개의 가압 툴(pressing tool)이 제1 물체와 제2 물체 사이에 요구되는 가압력을 인가한다.

[0025] - 소노트로드 자체는 그것이 제2 물체에 결합되는 원위 단부에서 횡방향 진동을 받게 된다. 이를 위해, 소노트로드와 제2 물체 사이의 기계적 커플링(mechanical coupling)은 이러한 횡방향 운동이 제2 물체에 전달될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 제2 물체는 시트부를 포함하는(예를 들면 구성하는) 앵커링 플레이트(anchoring plate)에 추가로 소노트로드에 결합될 수 있는 고정 부재(fastening element)를 또한 포함할 수 있다. 특히, 실시형태들에서, 제2 물체는 제1 물체에 추가 물체를 고정(fasten)하기 위해 구성되는 파스너(fastener)이며, 고정 부재(fastening element)는 예를 들면 나사산이 형성된 볼트(내부 스레드 및/또는 외부 스레드), 나사산이 없는 볼트, 핀, 너트, 후크, 아일렛(eyelet), 베이어닛 결합(bayonet coupling)을 위한 베이스, 등임에 의한 대응 구조물을 갖는다.

[0026] 본 발명은 또한 제2 물체 내로 기계적 진동을 결합하는 단계를 포함하는 본 발명의 임의의 실시형태에 따르는 공정을 수행하기 위한 소노트로드 및 이에 적용된 제2 물체의 세트(set)에 관한 것이다. 예를 들면, 제2 물체는 앵커링 플레이트 및 이에 접합되는 고정 부재를 포함할 수 있으며, 소노트로드는 앵커링 플레이트와 힘과 진동 전달 접촉을 위해 형성된 원위 아웃커플링 면(distal outcoupling face), 및 고정 부재를 수용하기 위한 수용 구조물을 포함할 수 있다. 수용 구조물, 예를 들면 수용 개구부 또는 돌출부는 고정 부재(fastening element)의 고정 구조물(스레드(thread) 또는 이와 유사한 것)로의 기계적 커플링을 위해 적용될 수 있다.

[0027] 선택적으로, 기계적 진동 에너지에 추가로, 추가 에너지가 어셈블리 내로 결합될 수 있다. 일 실시예에서, 제2 물체는 IR 방사선, 인덕션(특히 에지 가까이에서 효율적인), 핫 에어 스트림, 등에 의해 예열될 수 있다. 추가로 또는 대안으로, 열가소성 물질은, 예를 들면 스위스 특허 출원 01 104/15에 기재된 바와 같은 전자기 가열, 조사(irradiation), 등에 의해, 에지에 대한 경계면(interface) 가까이에서 국부적으로 예열될 수 있다. 예를 들면, 스위스 특허 출원 01 104/15에 기재된 바와 같은 전자기 가열을 위해, 부착 영역의 열가소성 물질에 자기 도펀트(magnetic dopant)가 제공될 수 있다.

[0028] 두 경우들에서, 예열(pre-heating)은 열가소성 물질을 직접 및/또는 간접적으로 유동 가능하게 만드는 공정을 돕는다. 예열 단계가, 특히 상승된 온도에 의해 야기되는 증가된 내부 마찰로 인해, 예열 단계가 효과를 갖는 위치들에서/가까이에서 기계적 진동 에너지의 흡수가 증가되게 하는 경우, 간접 효과가 달성된다.

[0029] 이러한 추가적인, 또 다른 에너지는 속도의 상승 및/또는 요구되는 가압력의 감소의 목적을 가질 수 있다. 이것

은 또한 공정 제어에 긍정적인 효과를 가질 수 있다.

- [0030] 열가소성 물질의 유동부는 공정 동안 그리고 기계적 진동의 효과로 인해 액화되어 흐르도록 야기되는 열가소성 물질의 부분이다. 유동부는 일체형일 필요는 없으며 서로 분리된 부분들을 포함할 수 있다.
- [0031] 유동부의 액화는 이 경우 주로 어셈블리의 진동 부분(예를 들면 제1 물체와 같은)과 비진동 부분(예를 들면 제2 물체와 같은) 사이의 마찰에 의해 야기되며, 상기 마찰은 제1 물체의 열가소성 물질을 직접 또는 간접적으로 가열한다. 열 발생 마찰이 물질이 흐르는 곳에서 발생하는 경우 특히 효율적인데, 왜냐하면 이때 액화된 열가소성 물질을 포함하는 다른 방법들과는 대조적으로 유동부가 열원으로부터 떨어져 흐르는 곳에서 냉각 효과가 없기 때문이다. 특히, 열가소성 물질의 유동부가 유동 가능하게 되게 하는 단계에서, 유동부 또는 그 부분들은 돌출 섹션과 열가소성 물질 사이에 발생된 열로 인해 유동 가능하게 될 수 있다. 실시형태들에서, 제2 물체는 상기 기술된 방법 단계들에 의해 제1 물체에 고정되며, 제1 물체가 접촉하게 되는 측과는 다른 제2 물체의 측(진동 에너지가 일반적으로 근위측으로부터 제1 물체 내로 결합되는 상기 언급된 유형의 실시형태들에서 원위측) 상의 공간이 에지를 따라 자유로울 수 있으며 (따라서, 적용 가능한 경우, 천공부 주위에서) 따라서 열가소성 물질은 바로 제2 물체의 시트부의 표면들을 따라 바로 흐를 수 있다. 특히, 실시형태들에서 제2 물체의 원위부에서 추가 물체가 제1 물체에 의해 제2 물체에 고정되지 않는다.
- [0032] 실시형태들에서, 시트부는 에지를 따라(따라서 적용 가능한 경우 천공부 주위에서) 변형되며 따라서 시트부는 정의된 시트 평면으로부터 떨어져 돌출한다. 특히, 시트부는 제1 물체의 측을 향해 돌출할 수 있다 (진동 에너지가 일반적으로 근위측으로부터 제1 물체 내로 결합되는 상기 언급된 유형의 실시형태들에서는 근위측을 향해). 특히, 변형 섹션이 되는 돌출 섹션(있는 경우)은 시트부와 동일한 금속 시트 재료로 구성될 수 있다.
- [0033] 본 명세서에서 용어 "시트 평면(sheet plane)"은 에지 주위, 특히 천공부(있는 경우) 주위의 영역 내의 일반적으로 평평한 시트부의 형상에 의해 정의되는 평면/표면을 나타낸다. 시트 평면은 2차원으로 곧게 연장된다는 의미에서 평면형일 수 있다. 대안으로, 시트 평면은 곡선형일 수 있으며 이에 의해, 예를 들면 그것이 자동차 또는 비행기의 바다와 같은 복잡한 물체의 표면을 구성하는 경우 보다 복잡한 3D 형상을 따를 수 있다. 제2 물체가 에지 가까이에서 변형되어 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 경우, 변형 섹션이 연장하는 위치에서의 제2 물체의 곡률은 종종 시트 평면의 곡률보다 훨씬 더 클 것이다.
- [0034] 이러한 변형 섹션은 시트부의 대응 부분을 변형시킴에 의해, 예를 들면 구멍(cut)을 만들고(예를 들면 펀칭에 의해) 굽힘에 의해 또는 그렇지 않으면 시트부의 대응 부분이 처음에 있었던 제2 부재 개구부를 변형 그 결과 남김에 의해 형성될 수 있다. 이 경우, 변형 섹션은 시트 섹션과 계속 일체형일 수 있다.
- [0035] 변형 섹션에 대한 대안으로, 예를 들면 용접에 의해 시트 재료에 고정되는 분리 부재로서 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하는 시트부의 섹션을 제공하는 것이 또한 가능할 것이다.
- [0036] 변형 섹션에 대한 또 다른 대안으로서, 그로부터 제1 물체가 접촉하게 되는 측을 향해 돌출하는, 에지에서 종료하는 섹션을 예를 들어 다이 캐스팅 또는 프레스링 또는 상기 섹션이 세라믹으로 이루어진 경우 (잘 알려진 후속 공정 단계들이 이어지는) 사출 성형과 같은 처음부터의 성형 공정에 의해 제조하는 것이 가능할 것이다. 이러한 실시형태들에서, 시트부는 심지어 제1 물체를 향해 돌출하는 부분 및/또는 공정 후 유동부에 매립되는 섹션으로 구성될 수 있으며, 즉 시트부에 의해 또한 정의되는 시트 평면을 가질 필요가 없다.
- [0037] 천공부와 천공부 주위의 돌출하는(예를 들면 변형된) 섹션을 갖는 실시형태들에서, 변형 섹션은 대칭적일 수 있으며, 즉 천공부 주위에 균일하게 변형될 수 있다 (이것은 변형된 섹션이 예를 들면 톱니와 같은 형상을 갖는 거친 에지를 갖는 가능성을 포함한다). 특히, 천공부 중심을 통한 시트 평면에 수직인 축 둘레에서 회전에 대해 대칭적일 수 있다.
- [0038] 대안으로, 돌출 섹션의 높이(거친/치형 에지의 경우 평균 높이)가 에지를 따라 위치의 함수로서 달라진다는 점에서 상기 축 주위의 회전에 대해 비대칭적일 수 있다. 이러한 실시형태들에서, 비대칭성이 돌출 섹션이 천공부 모든 주위에서 연장하지 않고 에지의 일부 부분을 따라 이러한 돌출 섹션이 없도록 구성될 수도 있다. 그러나, 이 경우, 모든 면내 상대력들에 대해 제1 물체 및 제2 물체를 서로에 대해 로킹하기 위해, 돌출 섹션은 주변부의 적어도 180% 이상으로 주위에서 연장할 수 있다.
- [0039] 그를 따라 에지가 진행되는 천공부를 포함하는 제2 물체를 갖는 일 그룹의 실시형태들에서, 소노트로드와 제1 물체는 서로에 대해 적응될 수 있으며 따라서 커플링면(coupling face)(소노트로드가 가압되는 제1 물체 표면의 부분)은 에지의 면내 위치들을 덮지만, 천공부에 관하여 센터 위치로는 연장하지 않는다. 이와 관련해서 "면내 위치들을 덮는 것(to cover in-plane positions)"은 돌출부에서 근원(근위부에서 원위부로) 측



(proximodistal axis))을 따라 예지가 커플링면의 영역 내에 놓이는 것을 의미한다.

- [0040] 예를 들면, 커플링면은 센터 주위에 레인(lane)을 형성할 수 있으며, 센터의 면내 위치(in-plane position)는 천공부의 면내 위치에 대응한다.
- [0041] 이를 위해, 다음 옵션들의 하나 또는 조합이 구현될 수 있다:
- [0042] - 소노트로드는 중앙 만입부(오목부)(indentation)를 포함하며, 중앙 만입부 주위에 커플링면을 가지며; 및/또는
- [0043] - 제1 물체는 근위방향으로 향하는 중앙 만입부를 포함하며, 중앙 만입부 주위에 커플링면을 갖는다.
- [0044] 중앙 위치로 연장하지 않는 커플링면의 효과는 공정 제어를 보다 용이하게 만들며, 및/또는 예를 들면 기능 부재를 갖는 제1 물체의 중앙 부분이 손상되는 것을 방지하는 것을 포함할 수 있다.
- [0045] 제2 물체의 천공부 및 천공부 주위에 돌출 섹션을 포함하며, 돌출 섹션이 제1 물체를 향해 근위부를 향해 돌출하는 일 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체에는 원위방향으로 향하는 스페이서(spacer)(본 명세서에서 "풋부(foot portion)"로서 또한 지칭됨)가 제공될 수 있다. 이러한 스페이서는 제1 물체의 접촉측이 제2 물체의 예지와 접촉하게 되는 위치에 측방향으로 배치될 수 있다.
- [0046] 특히, 스페이서는 제2 물체의 돌출 섹션보다 더 측방향으로 배치될 수 있으며, 이에 의해, 진동이 충돌할 때, 제1 물체와 제2 물체가 서로에 대해 가압되는 경우, 제1 물체와 제2 물체의 서로에 대한 상대 운동이 풋부(foot portion)가 시트 평면이 정의되는 시트부에 인접할 때까지 야기될 수 있다. 이에 의해, 제2 물체에 대한 제1 물체의 z-위치는 스페이서(spacer)로서 기능하는 풋부의 치수에 의해 정의된다.
- [0047] 따라서, 이러한 풋부는 복잡한 측정 도구들 없이 z 위치 제어를 달성하기 위한 비교적 간단한 수단의 실시예이다. 특히, 풋부는 공정의 끝에서 조작하는 사람이 올바른 z 위치에 도달하는 경우 물리적 피드백을 갖는다는 점에서 우수한 공정 제어를 가능하게 만든다. 이것은 공정이 수동으로 수행되는 경우 또는 기계적 저항이 자동화 공정에서 제어 파라미터인 경우 또한 유리할 수 있다. 정확한 z 위치 제어를 위한 다른 수단들이 이하에서 논의된다.
- [0048] 방법은 포지셔닝 단계 전에 예를 들면 편칭, 드릴링, 등에 의해 제2 물체에 천공부를 제조하는 추가 단계를 포함할 수 있다. 대안으로, 실시형태들에서 그를 따라 예지가 형성되는 천공부가 제2 물체에 존재하거나 제조 공정에 제공되는 개구부일 수 있다.
- [0049] 제1 물체는 열가소성 물질(thermoplastic material)을 포함한다. 실시형태들에서, 제1 물체는 열가소성 물질로 구성된다. 다른 실시형태들에서, 제1 물체는 열가소성 물질에 추가로 액화 가능하지 않은 물질로 이루어진 바디(a body of a not liquefiable material)를 포함한다. 이러한 액화 가능하지 않은 물질의 바디는 제1 물체의 보강제 부분(reinforcer portion)을 구성할 수 있다.
- [0050] 액화 가능하지 않은 바디를 갖는 실시형태들에서, 액화 가능하지 않은 물질의 바디는 다수의 입자들의 단순한 필러와는 상이하지만 정의된 위치 및 배향을 갖는 그리고 상당한 크기를 갖는 거시적 바디이다. 제2 물체에 의해 정의되는 시트 평면에서, 크기는 예를 들면 (삽입 축에 수직인 횡단면의) 제1 물체 평균 직경의, 또는 적용 가능한 경우, 천공부 평균 직경의 적어도 10%일 수 있으며, 및/또는 특정 치수는 임의의 치수에서 적어도 0.1 mm일 수 있다. 특히, 바디는 금속 또는 세라믹일 수 있다. 특히, 바디는 정의된 형상 및 이에 의해 제1 물체에 강성도(stiffness)를 추가하도록 구성될 수 있다. 바디에 의해, 제1 물체는 적어도 2개의 공간적으로 분리된 영역들, 즉 바디 영역과 열가소성 영역으로 정의된다.
- [0051] 제1 물체가 열가소성 물질에 추가로 액화 가능하지 않은 물질을 포함하는 실시형태들에서, 열가소성 물질이 적어도 예지와 접촉하게 되는 표면 부분들에 배치될 수 있다.
- [0052] 제1 물체는 제2 물체에 추가 물체를 고정하기 위한 고정 요소(fixation element)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 물체는 그 자체가 스레드(thread) 또는 다른 고정 구조물(fastening structure)과 같은 적절한 구조물을 포함함에 의해 이러한 고정 부재(파스너)일 수 있으며, 또는 이것은 나사산이 형성된 바, 너트, 등과 같은 전용 고정 부재를 지닐 수 있다. 이들 실시형태들에서, 제1 물체는 추가 물체를 위한 파스너(fastener) - 또는 앵커(anchor) - 로서 생각할 수 있다. 대안적 실시형태들에서, 제1 물체는 그 자체가 단순한 파스너가 되는 것과는 상이한 기능을 갖는 물체를 구성할 수 있다.
- [0053] 특히, 그러나 그뿐 아니라, 이들 대안적 실시형태들에서, 제1 물체는 비교적 클 수 있으며, 제1 물체를 다수의

부착 위치들에 동시에 부착시키기 위해 전체 제1 물체를 진동시키는 것이 가능하지 않다. 이러한 실시형태들에서, 대응하는 다수의 부착 위치들에서 제1 물체를 제2 물체에 부착 고정하기 위하여 동시에 다수의 소노트로드들이 충돌하게 하는 것이 필요할 수도 있으며, 및/또는 부착이 발생하는 제1 물체의 부분이 제1 물체의 나머지에서로부터 충분히 분리(de-couple)시키기 위하여 충분한 유연성을 갖는 것이 유익할 수 있다. 이것의 실시예들은 예를 들면 부착 플랜지를 참조로 이하에서 논의된다.

- [0054] 실시형태들에서, 제1 물체는 열가소성 부분을 포함하는 부착 영역을 가지며, 또한 부착 영역과는 상이한 기능 영역을 갖는다. 이러한 기능 영역은 예를 들면 고정 구조물 및/또는 다른 기능 부재들을 포함할 수 있다. 기능 영역은 공정에서 에지를 매립하게 될 열가소성 물질을 국부적으로 액화시키는 것이 가능하지 않도록 및/또는 바람직하지 않도록 구성될 수 있다. 많은 실시형태들에서, 제1 물체는 기능 영역에서 액화 가능하지 않다. 다른 실시형태들에서, 제1 물체는 기능 영역에서 액화 가능한 물질을 포함할 수 있지만, 기능은 본 발명에 따르는 공정에 의해 악영향을 받을 수도 있다.
- [0055] 실시형태들에서, 제1 물체는 2-부품 사출성형의 단계를 포함하는 공정에서 제조되며, 부착 영역은 하나의 열가소성 물질로 구성되며 기능 영역은 다른 열가소성 물질을 포함한다. 그때 (또는 2개의 열가소성 물질 부분들을 포함하는 제1 물체를 갖는 다른 상황들에서), 상이한 영역들의 열가소성 물질들은 상이한 물질 특성들을 갖는다.
- [0056] - 기능 영역의 열가소성 물질의 탄성 계수 E는 부착 영역의 해당 탄성 계수보다 더 클 수 있으며, 예를 들면 훨씬 더 클 수 있다; 및/또는
- [0057] - 부착 영역의 열가소성 물질의 (탄성) 신장성(extensibility)은 기능 영역의 신장성보다 훨씬 더 클 수 있다. 이를 위해, 부착 영역의 열가소성 물질은 선택적으로 열가소성 폴리우레탄과 같은 엘라스토머 열가소성 물질일 수 있다. 이에 의해, 이것은 반복되는 가열/냉각 사이클들에 대해 적합하다. 다른 옵션에 따르면, 부착 영역의 열가소성 물질이, 예를 들면 전착 공정(electrodeposition process)에서, 원-타임 소성 변형(one-time plastic deformation)(크리핑(creeping)) 공정에 의해, 열변형(thermic distortion)을 보상하기 위해 상승된 온도에서 비교적 높은 가소성(plasticity) 및 비교적 낮은 유리전이온도를 갖는 부분적으로 결정질인 폴리머(예를 들면 폴리프로필렌)일 수 있다.
- [0058] 후자에 의해, 예를 들면 제1 물체와 제2 물체 사이의 상이한 열팽창 거동들이 보상될 수 있다.
- [0059] 적어도 하나의 부착 영역을 포함하는 실시형태들에서, 부착 영역(들)의 물질은 양각 끼워맞춤 결합(positive-fit connection)에 의해 (기능 영역(들)을 포함하는) 제1 물체 바디에 고정될 수 있다. 예를 들면, 제1 물체 바디는 적어도 하나의 언더컷 개구부(undercut opening)를 포함할 수 있으며, 부착 영역(들)을 형성하는 열가소성 물질은 적어도 부분적으로 언더컷 개구부(들)에 존재할 수 있다. 추가로 또는 대안으로, 상기 바디는 개방 다공성 섹션(open porous section)을 포함할 수 있으며, 부착 영역(들)의 열가소성 물질은 다공성 섹션에 스며든다. 양각 끼워맞춤 결합에 추가로 또는 대안으로, 또한 부착 영역의 물질과 바디 사이에 접촉제 결합과 같은 다른 종류의 기계적 결합들이 존재할 수 있다.
- [0060] 일 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체는 기능 영역을 정의하는 바디와 상기 바디의 측방향 주변부의 적어도 부분을 따라 진행하며 부착 영역을 정의하는 플랜지(부착 플랜지)를 포함하며, 이에 의해 플랜지의 적어도 부분들은 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계에서 측방향으로 작용하는 소노트로드와 제2 물체 사이에서 클램핑된다.
- [0061] 부착 플랜지는 제1 물체의 주변의, 측방향으로 돌출하는 부분일 수 있다. 이것은 열가소성 물질로 구성될 수 있으며; 적어도 원위면은 열가소성 물질을 포함한다. 이것은 예를 들면 제2 물체(2)의 에지와 접촉하는 제1 물체의 원위 표면에 적어도 대략 평행한 소노트로드를 위한 근위방향으로 향하는 인커플링 표면(proximally facing incoupling surface)을 정의할 수 있다. 이에 의해, 제1 물체가 그 기능으로 인해 평면 원위 표면을 갖는 형상과는 다를 수 있는 복잡한 형상을 갖는 경우일지라도, 부착 위치(들)에서 덜 복잡한 형상이 가능해진다.
- [0062] 제1 물체, 특히 그것의 부착 플랜지는, 명확한, 경우에 따라 뚜렷한 근위방향으로 향하는 커플링 표면 부분을 포함할 수 있으며, 이것은 그를 따라 에지가 연장하는, 제2 물체에 의해 정의되는 부착 위치, 예를 들면 그것의 천공부에 대응하도록 배치된다. 이러한 커플링 표면 부분은 예를 들면 제2 물체의 에지와 접촉하게 되는, 반대 측 상의 대응 원위방향으로 향하는 표면 부분에 평행할 수 있다.
- [0063] 또한, 제1 물체는 부착 플랜지 - 또는 에지와 접촉하게 되는 표면 부분과 커플링 표면을 갖는 다른 부착 구조물 - 와 제1 물체 바디 사이의 탄성 조인트(elastic joint)를 포함할 수 있다. 이에 의해, 부착 구조물, 예를 들면

부착 플랜지는 제1 물체의 나머지와 진동적으로 분리될 수 있다.

- [0064] 이것은 특히 제1 물체가 비교적 크고 그리고 진동을 전체 제1 물체 내로 결합하는 것이 쉽게 가능하지 않거나 또는 그렇게 하는 것이 손해가 될 수도 있는 실시형태들에서 옵션이 될 수 있다. 이러한 실시형태들에서, 다른 부착 위치들에서의 부착은 또한 많은 부착 위치들에서 동시에 수행되어야 하며, 이 경우 수 개의 소노트로드는 동시에 작용해야 한다. 대안에는 다른 부착 위치들에서의 순차적인 부착이다. 이때, 제1 물체 및/또는 제2 물체의 어떤 유연성(flexibility)의 필요가 있는데, 왜냐하면 부착 공정이 실제 부착 위치에서 제1 물체 및 제2 물체의 상대 운동을 가져오며, 반면에 이러한 운동은 다른 부착 위치들에서는 존재하지 않기 때문이다. 부착 플랜지 및/또는 조인트에 의해 바디로부터 분리된 부착 구조물은 이러한 유연성을 가져올 수 있다.
- [0065] 일 그룹의 실시형태들에서, 방법은 처음에 제1 물체와 제2 물체 둘 다로부터 분리된 커넥터 피스(connector piece)를 제공하는 추가 단계를 포함한다. 이들 실시형태들에서, 기계적 진동 에너지가 결합되는 어셈블리가 또한 커넥터 피스를 포함한다. 커넥터 피스는 공정에서 적어도 부분적으로 제1 물체의 열가소성 물질에 매립되고 그리고, 재고화(re-solidification) 후, 제1 물체 및 제2 물체에 대해 고정되게 할 수 있다. 이하에서 더욱 상세히 기술된 바와 같은 실시형태들에서, 커넥터 피스는, 예를 들면 제조 공정 동안 치수/위치의 변화를 보상하기 위해, 다수의 가능한 상대 위치들에서 제1 물체에 대해 (매립됨에 의해 또는 다른 연결에 의해) 연결 가능할 수 있다.
- [0066] 특히, 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계에서, 제1 물체의 열가소성 물질이 커넥터 피스의 근처에서 유동 가능하게 되고 따라서 커넥터 피스가 제1 물체 내로 추진될 때까지 커넥터 피스는 제1 물체에 대해 가압되는 동안 진동 소노트로드는 커넥터 피스의 커플링면에 대해 가압될 수 있다. 동시에 및/또는 순차적으로, 기계적 진동 에너지는 제2 물체와 제1 물체 사이의 경계면에서 또한 흡수될 수 있다.
- [0067] 커넥터 피스는 이 경우 그 근위측으로부터, 시트부의 에지에 의해, 따라서 적용 가능한 경우 천공부의 마우스에 의해 정의된 평면을 통해 연장하도록 하게 될 수 있다. 유사하게, 제1 물체가 보강제 부분과 같은 액화 가능하지 않은 물질의 바디를 갖는 경우, 바디는 에지(적용 가능한 경우 천공부의 마우스)에 의해 정의되는 평면을 통해 연장하도록 배치될 수 있다. 특히, 제2 물체가 천공부를 갖는 실시형태들에서, 커넥터 피스/바디는 천공부를 통해 연장할 수 있다.
- [0068] 논의된 유형의 커넥터 피스는 액화 가능하지 않은 물질로 구성될 수 있다. 대안으로, 이것은 열가소성 물질을 포함할 수 있다. 실시예에서, 이것은 제1 물체의 열가소성 물질에 용접될 수 있는 열가소성 물질을 포함하며; 이것은 동일한 열가소성 물질로 구성될 수 있으며 또는 적어도 동일한 매트릭스 폴리머 물질을 포함할 수 있다.
- [0069] 논의된 유형의 커넥터 피스는 이하의 기능들의 하나 또는 조합을 가질 수 있다:
- [0070] - 커넥터 피스는 열가소성 물질과 함께 기계적 에너지의 흡수가 발생하는 경계면(interface)을 형성할 수 있다. 따라서, 커넥터 피스는 에너지 흡수 및 이에 의한 열가소성 물질의 흐름을 제어하는 추가 수단을 제공한다.
- [0071] - 커넥터 피스는 특히 반경 방향에 대해 내향으로 열가소성 물질의 흐름을 한정하도록 형성될 수 있으며, 이에 의해 물질이 특히 그 원위측에서 에지 가까이 제2 물체 주위에서 더욱 현저히 흐르도록 야기한다.
- [0072] 커넥터 피스는 연결 부분, 플랜지, 등과 같은 추가 기능 부재들을 가질 수 있다. 일반적으로, 커넥터 피스의 형상 및 기능에 적용되는 본 명세서에서의 고려 사항들은 제1 물체의 일부인 액화 가능하지 않은 물질의 바디에도 적용된다 (이러한 바디는 사전 장착된 커넥터 피스로서 여겨질 수도 있다).
- [0073] 제1 물체 또는 커넥터 피스의 액화 가능하지 않은 물질의 바디는 예를 들면 스레드(thread), 다른 기계적 연결, 접촉 또는 피드스루, 등과 같은 추가 기능들을 위해 기능하는 구조들을 지닐 수 있다.
- [0074] 바디 또는 커넥터 피스가 있는지 없는지와는 관계없이, 일 그룹의 실시형태들에서, 방법은 제1 물체를 차체의 일부를 형성하는 금속 부분에 부착하는 것을 포함한다.
- [0075] 실시형태들에서, 바디 또는 커넥터 피스는, 각각, 측방향 표면 부분에 적어도 하나의 리테이닝 특징부(retaining feature)를 갖는 표면을 가지며, 상기 리테이닝 특징부는 매립 열가소성 물질 내에서 바디의 상대 위치를 안정화시키기 위해 열가소성 물질과 협력한다.
- [0076] 본 발명은 또한 본 명세서에서 정의된 바와 같은 특성들을 갖는 커넥터 피스에 관한 것이다. 본 발명은 또한 적어도 하나의 커넥터 피스 및 제1 물체 및/또는 소노트로드의 키트(kit)에 관한 것이다.
- [0077] 본 발명은 또한 본 명세서에서 기술된 임의의 실시형태에 따르는 제1 물체인 커넥터에 관한 것이며 또는 그것의



이러한 제1 물체는 일부를 형성한다. 본 발명은 또한 본 명세서에서 기술된 제2 물체이며 고정 부재를 포함하는 파스너(fastener)에 관한 것이다.

- [0078] 일 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체는 열가소성 물질을 포함하는 구조화된 접촉부(structured contact side)를 포함한다. 상기 접촉부는 고정(securing)을 위해 에지와 접촉하게 되는 제1 물체의 측이다. 접촉부가 구조화된다는 사실은 이것이 단지 평평하고 반반하다는 것과는 다르다는 것을 의미하며, 그리고 이것이 돌출부/만입부(오목부)(protrusions/indentations)를 포함하는 것을 의미한다. 예를 들면, 이것은 융기부 및 그루브의 패턴, 예를 들면 규칙적인 패턴을 포함할 수 있다.
- [0079] 구조화된 접촉부는 에지가 충분한 깊이로 제1 물체의 열가소성 물질 내로 침투할 때까지 요구되는 에너지 및 힘 입력들을 감소시키는 효과를 가질 수 있다는 것이 발견되었다. 특히, 이러한 요구되는 입력은 만입부들의 채워지지 않은 체적들의 부분에 대응하는 비례 인자(proportionality factor) 이상만큼 감소될 수 있다. 이것은 구조물에 의해 형성되는 추가적인 흐름 채널들에 기인할 수 있다.
- [0080] 일 실시형태에서, 구조물은 반경방향으로 연장하는 융기부들/그루브들의 패턴을 형성한다.
- [0081] 제2 물체의 시트부가 시트 평면으로부터 떨어져 접촉부를 향해 돌출하는 돌출 섹션을 갖는 실시형태들에서, 만입부의 깊이는 돌출 섹션의 높이보다 더 작도록 선택될 수 있다.
- [0082] 또 다른 그룹의 실시형태들은 또한 요구되는 힘 및/또는 에너지 입력의 감소의 문제를 기술한다. 이러한 또 다른 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체는 예를 들면 더 큰 주요 천공부 주위에 배치된 다수의 예를 들면 더 작은 주위 천공부들을 포함한다.
- [0083] 이러한 주위 천공부들은 특히 제2 물체 시트 평면으로부터 접촉부를 향해 떨어져 돌출하는 제2 물체의 섹션 내에 배치될 수 있으며, 즉 주위 천공부들은 시트 재료가 시트 평면에 대해 경사지는 곳에 배치될 수 있다.
- [0084] 이러한 주위 천공부들은 연결부의 풋프린트(footprint)를 향상시키며, 회전에 대한 추가적인 고정을 제공하며, 그리고 추가 흐름 채널들을 제공함에 의해 공정 동안 저항을 감소시키는 효과들을 갖는다.
- [0085] 이전에 논의된 그룹들의 실시형태들을 참조하면, 특히 포함된 물질들이 약하며 및/또는 방법이 복잡한 물품 제조의 비교적 후기(advanced) 단계에 적용되는 경우, 에너지 및 힘 입력의 감소가 요구될 수 있다. 예를 들면, 실시형태들에서 제2 물체는 시트 금속의 래커링된/페인팅된 피스를 포함할 수 있으며, 그리고 래커/페인트는 손상될 수 있다. 이들 그룹들에 따르는 접근법은 이러한 상황들에서 유리할 수 있다.
- [0086] 많은 실시형태들에서, 방법이, 진동이 특히 제1 물체 내로 결합되는 동안, 제1 물체를 제2 물체에 대해 가압하는 단계를 포함하는 경우, 가압력에 대한 대항력은 장착 프레임과 같은 제1 물체가 가압되는 위치와는 상이한 위치에서 유지되는 제2 물체에 의해 또는 그라운드에서 서있는 복잡한, 비교적 무거운 물품의 일부가 되는 제2 물체에 의해 형성된다. 이때, 결과적으로, 대항력은 제2 물체의 강성도(stiffness)에 의존한다. 필요한 경우, 전용 지지체가 지원하기 위기 사용될 수 있다.
- [0087] 일 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체에 추가로 전용 앤빌(anvil) 구조물이 사용된다. 이러한 구조의 앤빌은 제2 물체의 원위부에 배치될 수 있으며, 이것은 적어도 하나이 다음 기능들을 가질 수 있다:
- [0088] - 앤빌은 유동 가능한 열가소성 물질의 흐름을 안내하고 강화한다. 이에 의해, 공정 후 제1 물체와 제2 물체 사이의 연결부의 전체 안정성은 향상되며, 이것은 궁극적으로 요구되는 침투 깊이를 감소시킨다. 따라서, 앤빌의 사용은 또한 요구되는 힘과 에너지 입력을 감소시키기 위한 조치가 될 수 있다.
- [0089] - 앤빌은 또한 제2 물체를 지지할 수 있으며 그리고 예를 들면 제2 물체가 비교적 얇거나 또는 약한 경우, 그것의 원하지 않는 변형을 피할 수 있다.
- [0090] 이러한 앤빌은 단지 평평한 것과는 다를 수 있다. 특히, 흐름을 에지의 "아래(underneath)" (에지의 원위부) 및 에지에 인접한 제2 물체 부분들로 지향시키기 위해, 이것은 에지의 외부에 (에지가 천공부를 따라 연장하는 경우 천공부의 중앙에 대해 내향으로) 지향 돌출부 그리고 에지의 원위부에 (그리고 에지가 천공부를 따라 연장하는 경우 에지로부터 반경방향 외향으로) 만입부를 포함할 수 있다.
- [0091] 이러한 만입부의 체적은 유동 가능하게 되기 위해 이용 가능한 열가소성 물질의 체적보다 특히 더 작을 수 있으며, 따라서 진동 입력이 충분히 오래 유지되는 경우, 유동부의 체적은 만입부의 체적보다 더 크다. 이에 의해, 충분한 성형 압력이 공정 동안 형성될 수 있으며, 이에 의해 유동부에 의한 만입부의 채워짐이 제어되고 예상 가능할 수 있다.

- [0092] 일 그룹의 실시형태들에서, 방법은 제2 물체에 대한 제1 물체 및/또는 소노트로드의 위치를 조정하는 단계를 포함한다. 이것은 특히 x-y (평면내) 위치와 관련된다. 이를 위해, 2개의 기본 구성들이 존재한다:
- [0093] - 제1 기본 구성에서, 예를 들면 장착 프레임에 의해, 제2 물체에 대한 소노트로드의 x-y-위치가 정의되며, 조정(adjusting) 단계는 소노트로드와 제2 물체에 대해 소노트로드와 제2 물체 사이에 배치된 제1 물체의 위치를 조정하는 것을 포함한다.
- [0094] - 제2 기본 구성에서, 소노트로드에 대해 제1 물체의 위치를 정의하기 위한 수단을 사용하며, 조정 단계는 제2 물체에 대해 제1-물체-소노트로드 어셈블리의 위치를 조정하는 것을 포함한다.
- [0095] 제1 기본 구성에 따르면, 제1 물체의 위치가 소노트로드 및 제2 물체(홀더 등)에 대해 조정되게 하는 수단은 소노트로드와는 관계없는 구성에 의한다. 이때, 기계적 진동이 제1 물체 내로 결합될 수 있는 것을 보장해야 한다. 이를 위해, 제1 옵션에 따르면, 이를 위해 사용되는 안내 툴(guiding tool)의 형상은 횡방향 위치만이 정확하게 정의되며 그러나 (제1 물체 내로 결합된 종방향 진동에 대해) 축방향으로의 운동들에 대해서는 어떤 자유도가 있는 방식으로 제1 물체의 형상에 적응된다. 제1 옵션에 결합될 수 있는 제2 옵션에 따르면, 안내 툴은 스프링을 포함하여 제1 물체는 임의의 장착 프레임에 단지 느슨하게(loosely) 결합될 수 있다.
- [0096] 제2 기본 구성에 따르면, 소노트로드와 제1 물체는 축방향 상대 위치가 정의되기 위해 서로에 대해 적응될 수 있다. 예를 들면:
- [0097] - 소노트로드는 제1 물체의 안내 만입부와 협력하는 안내 돌출부를 포함할 수 있으며, 또는 반대로 마찬가지로이다. 선택적으로, 이러한 안내 돌출부/안내 만입부 (또는 다른 안내 수단)은 소노트로드에 대해 제1 물체의 임의의 회전을 방지하기 위하여 회전 대칭적인 것과는 다를 수 있다.
- [0098] - 소노트로드(sonotrode)는 제1 물체를 둘러싸는 주위 플랜지를 포함하여 그 위치를 정의할 수 있다.
- [0099] - 소노트로드는 공정 동안 제1 물체의 물질 내로 침투하는 적어도 하나의 침투 안내 부재(penetrating guiding element)(스파이크(spike) 등)를 포함할 수 있다.
- [0100] - 제1 물체를, 예를 들면 나사체결 등에 의해 소노트로드에 일시적으로 고정하는(secure) 것이 또한 가능할 수 있다.
- [0101] 추가로 또는 대안으로, 다른 수단들이 제1 물체를 소노트로드에 일시적으로 결합시키기 위해 사용될 수 있으며, 예를 들면 소노트로드를 통한 흡입 채널들(suction channels)을 통해 예를 들면 소노트로드와 제1 물체 사이에 인가되는 진공이 사용될 수 있다.
- [0102] 추가로 또는 다른 대안으로, 분리된 안내 부재가 사용될 수 있다. 이러한 분리된 안내 부재는 소노트로드와 제1 물체 둘 다에 대해 축방향으로 안내될 수 있다. 특히, 이것은 소노트로드에 대해 비교적 느슨하게 안내될 수 있으며 따라서 진동이 안내 수단 내로 결합되지 않는다. 이러한 안내 수단은 제1 물체 및 소노트로드의 정렬된 개구부들 내에서 안내되는 원통형 부재일 수 있으며, 상기 개구부들은 안내 부재의 횡단면에 적응된다. 특히 안내 부재가 제1 물체에 대해 또한 느슨하게 안내되는 실시형태들에서, 추가적인 축방향 지지체가 안내 부재가 어셈블리로부터 루스한(loose) 브레이킹되는 것을 방지하기 위해 제공될 수 있다.
- [0103] 적용 가능한 경우, 이러한 안내 부재의 원통형 형상은 회전 실린더의 형상일 수 있지만 반드시 회전 실린더의 형상일 필요는 없다.
- [0104] 추가로 또는 또 다른 대안으로, 소노트로드와는 상이하며 이에 추가로 사용되는 홀드-다운 툴(hold-down tool)이 사용된다. 이러한 홀드-다운 툴은 적어도 기계적 진동 에너지를 어셈블리에 결합하는 단계의 초기 단계 동안 제1 물체를 제2 물체에 대해 가압하기 위해 사용된다. 이러한 홀드-다운 툴에 의해서는 종방향 진동이 소노트로드로부터 제1 물체 내로 결합되며 소노트로드가 제1 물체에 대해 가압되는 경우, 진동 사이클 당 약 반파장 동안, 소노트로드는 제1 물체에 어떤 힘을 가하지 않는다는 문제가 다루어져야 한다. (예를 들면 위에 기술된 바와 같은) 어떤 축방향 안내가 없음으로, 이것은 제2 물체에 대한 제1 물체 "플로팅(floating)"으로 제어의 상실을 초래할 수 있다. 추가적인 홀드-다운 툴은 제1 물체가 제2 물체에 가압되는 것을 보장한다. 이러한 추가적인 홀드-다운 툴은 예를 들면 주위 플랜지와 같은 안내 툴에 대해 제1 물체의 축방향 위치를 정의하는 안내 구조물을 포함할 수 있다.
- [0105] 본 발명에 따르는 접근법은 제2 물체에 대한 제1 물체의 정확한 포지셔닝이 요구되고 달성되는 경우일지라도, 공정에서 유동부에 매립되는 예지에 의해 정의되는 부착 위치가 정확하게 정의된 위치를 갖지 않는 상당한 이점

을 특징으로 한다.

- [0106] 보다 구체적으로, 부착 위치 및 제1 물체의 상대 위치들의 변화에 대해, 다음의 사항들이 서술될 수 있다:
- [0107] - 측방향 (x-y) 변화는 대개 제1 물체의 또는 그 부착 영역의 측방향 연장, 각각 의존한다. 비교적 작은 부착 영역들(예를 들면 작은 천공부)에 대해서, 이들은 예를 들면 0.1 mm와 5 mm 사이일 수 있다. 더 큰 부착 영역들(예를 들면 더 큰 천공부)에 대해서, 이들은 더 높은 수치로 크기가 변경될 수 있다.
- [0108] - 제1 물체가 평평한 원위방향으로 향하는 표면을 갖는 경우 측방향 (z-) 변화는 제2 물체의 섹션이 제1 물체를 향해 얼마나 멀리 돌출하는지에 의존한다. 이것은 돌출 섹션의 비교적 작은 높이에 대해서는 0.1 mm와 2 mm 사이에서 변할 수 있으며 더 큰 치수들에 대해서는 더 클 수 있다.
- [0109] - 상이한 부착 위치들이 얼마나 멀리 떨어져 있는지, 또는 보다 일반적으로 부착 영역의 측방향 연장에 의존하면서, 10° -20° 까지의 각도 변화가 보상될 수 있다.
- [0110] - 많은 실시형태들에서, 부착 영역 주위에 유동부에 속하지 않는 열가소성 부분들이 남아있어야 한다는 제한이 주어진다. 이러한 비액화된 영역의 두께는 예를 들면 모든 치수들에 있어 적어도 1 mm일 수 있다. 이러한 효과로 인해, 본 발명에 따르는 접근법은 예를 들면 이하의 방법에 의해 공차 보상(tolerance compensation)을 위해 사용될 수 있다:
- [0111] 단계 1: 예를 들면 광학적인 방법 및 CAD 데이터와 비교에 의한 공차 불일치(tolerance mismatch)를 측정하는 단계.
- [0112] 단계 2: 위치 보정 x,y,z, 각도를 계산하는 단계.
- [0113] 단계 3: 계산된 보정된 위치 x,y,z, 각도에서 서로에 대해 제1 물체 및 제2 물체를 포지셔닝하는 단계 (후속 단계 4 동안 제1 물체 및 제2 물체의 상대 운동을 설명하기 위해 z-오프셋(offset)을 마이너스).
- [0114] 단계 4: 정확한 계산된 위치에 도달될 때까지, 본 명세서에 기술된 어떤 개념 및/또는 실시형태에 따르는 방법을 수행하는 단계.
- [0115] 선택적으로, 진동 에너지가 이에 의해 인가되는 장치에 결합된 외부 거리 측정 시스템에 의한 구조물의 연성(softness)을 설명하기 위한 보정이 있을 수 있으며, 이러한 보정 시스템은 필요하다면 단부 z-위치를 적응시킨다.
- [0116] 실시형태들에서, 이에 추가로 또는 대안으로, z-변화들을 보상하기 위한 다른 조치가 취해질 수 있다. 이러한 다른 조치에 의해, z-변화들의 상기 언급된 범위(예를 들면 0.1 mm와 2 mm 사이의)가 예를 들면 능가될 수 있으며, 또한 이러한 조치는 z 변화 보상에 대한 상이한 유형의 제어를 가능하게 만든다.
- [0117] 이러한 다른 조치는 다음을 포함한다:
- [0118] • 앵커링 부분(anchoring part) 및 조정 부분(adjustment part)을 제공하는 단계로, 적어도 앵커링 부분은 제1 물체에 속하며 (그리고 실시형태들에서 제1 물체에 의해 구성될 수 있는), 앵커링 부분 및 조정 부분을 제공하는 단계(providing).
- [0119] • 앵커링 부분에 대해 조정 부분의 z-위치를 조정하는 단계(adjusting); 및
- [0120] • 그것이 조정 위치에 있는 동안 앵커링 부분에 대해 조정 부분을 고정하는 단계(fixing).
- [0121] z-방향은 부착 위치 가까이에 제2 물체에 의해 정의되는 시트 평면에 수직한 방향일 수 있다. 대안으로, 예를 들면 이러한 평면이 정의되지 않는 경우, z-축은 예지가 매립되도록 기계적 진동을 인가하는 단계 동안 가압력이 그를 따라 작용하는 축이 되도록 정의될 수 있다.
- [0122] 다음의 옵션들이 적용될 수 있다:
- [0123] - 고정(fixing) 단계는 앵커링 부분에 대한 조정 부분의 비-해제가능한 고정(non-releasable fixation)을 야기할 수 있다. 예를 들면, 고정 단계 및/또는 조정 단계는 기계적 진동으로 앵커링 부분과 조정 부분의 어셈블리에 충돌하여 상기 부분들 중 적어도 하나의 열가소성 물질이 유동 가능하게 되고 재고화 후 상기 부분들을 서로에 대해 고정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0124] ○ 재고화 후 상기 부분들을 서로에 대해 고정하는 이러한 단계는 제1 옵션에 따르면, 예를 들면 용접

부에서, 함께 융합하는 물체들의 물질에 의해 야기될 수 있으며, 또는 대안으로 앵커링 부분과 조정 부분이 일체형이기 때문에, 열가소성 물질이 유동 가능할 경우 변형 가능한 이들 사이의 전이 영역(붕괴(축소) 영역, 확장성 영역)으로 야기될 수 있다 (이 경우, 유동 가능한(flowable)은 "페이스티(pasty)(반죽 같은); 보통의 힘 입력에 의해 플라스틱같이 변형 가능한"을 포함한다).

[0125] ○ 제2 옵션에 따르면, 상기 부분들 중 하나가 액화 가능한 물질(특히 열가소성 물질)을 포함하며 다른 하나가 액화 가능한 물질에 의해 관입될 수 있는 구조물들을 포함하며, 이에 의해 재고화 후 상기 부분들 사이에 양각 끼워맞춤 결합이 달성된다는 점에서 상기 부분들은 서로에 대해 고정될 수 있다.

[0126] ○ 추가로 또는 또 다른 대안으로, 상기 부분들은 재고화된 물질과 그것이 접촉하는 다른 물질 사이의 접촉제 연결에 의해 서로 고정될 수 있다.

[0127] - 조정(adjusting) 및 고정(fixing)의 단계들은 단일의 단계 절차로 결합될 수 있다. 예를 들면, 이들은 상기 부분들을 서로에 대해 가압하며, 그리고 물질이 유동 가능하게 된 후, 요구되는 z-위치에 도달되기까지 상기 부분들을 서로에 대해 이동시키며, 그 결과 이동과 에너지 입력은 중지되는, 진동 소노트로드에 의해 수행될 수 있다 (구성에 의존하면서, 에너지 입력은 요구되는 위치에 도달하기 얼마 전에 이미 중지될 수 있다). 재고화 후, 재고화된 유동 가능한 물질은 상대 위치를 고정한다. 선택적으로, 재고화 동안, 유지력은 유지될 수 있다.

[0128] - 대안으로, 조정 단계는 고정 단계에 앞서 수행될 수 있다. 그때, 기계적 진동 에너지의 입력에 의한 고정을 포함하는 실시형태들에 대해서, 앵커링 부분 및 조정 부분은 그들의 상대적인 z-위치가 일시적으로 고정되도록 (locked) 설치될 수 있으며 따라서 기계적 진동과 가압력의 공동의 작용은 상대적인 z-위치들을 변경하지 못한다. 예를 들면, 앵커링 부분과 조정 부분은 협력하는 나사산이 형성된 부분들을 가질 수 있으며 따라서 조정 부분은 앵커링 부분에 나사체결될 수 있다. 이러한 임시 로킹(provisional locking)을 위한 다른 구성들이 가능하다. 이러한 임시 로킹에 대한 대안으로, 기계적 진동이 z-축에 평행하지 않고 예를 들면 이에 본질적으로 수직 한 방향으로부터 상기 부분들 내로 결합될 수 있다.

[0129] ○ 예를 들면, 제2 물체(또는 제2 물체를 포함하는 어셈블리)의 세부사항들 및/또는 어떤 다른 부품(제1 물체, 제1 물체에 고정될 다른 물체)의 세부사항들에 관한 초기 측정 데이터를 얻을 수 있다. 이를 기초로, 요구되는 z-조정이 미리 계산될 수 있다.

[0130] ○ 고정 단계에 앞선 조정 단계의 대안에는 제조 공정에서 단계들을 분리하기 위해 사용될 수 있다. 제조 라인에 그때 조정 스테이션(adjustment station) 및 고정 스테이션(fixing (securing) station)을 포함한다. 특히, 제2 물체가 비교적 크거나 또는 비교적 큰 사전-어셈블리(pre-assembly)에 속하는 경우, 이것은 유리할 수 있는데 왜냐하면 z-조정 단계가 훨씬 작은 스테이션에서 수행될 수 있으며 주요 공정을 지연시키지 않기 때문이다.

[0131] - 조정 부분은 커넥터 피스 또는 상술한 유형의 바디일 수 있다.

[0132] - 대안으로, 앵커링 부분은 커넥터 피스 또는 상술한 유형의 바디를 포함할 수 있으며, 그리고 조정 부분은 선택적으로 조정 가능한 위치에서 커넥터 피스/바디에 대해 고정되도록 설치되는 또 다른 물품일 수 있다.

[0133] - 또 다른 대안예에 따르면, 조정 부분과 앵커링 부분은 둘 다 열가소성 물질을 포함하며, 조정 부분과 앵커링 부분은 서로 용접 가능하다.

[0134] - 또 다른 대안예로서, 앵커링 부분과 조정 부분은 일체형이며, 그러나 이들 사이의 붕괴 영역 또는 스트레칭 영역의 경우, 이러한 영역은 에너지 입력에 의해 활성화 가능하다.

[0135] - 앵커링 부분과 조정 부분이 일체형이 아닌 경우, 방법은 조정 단계에 앞서 앵커링 부분에 대해 조정 부분을 포지셔닝(positioning)하는 단계를 포함할 수 있다.

[0136] - 조정 단계는 제2 물체에 제1 물체를 고정(securing)하는 단계 후에 수행될 수 있으며 및/또는 동시에 수행될 수 있다.

[0137] 이들 가능성들은 달리 기술되지 않는 한 임의로 조합될 수 있다.

[0138] 기계적 진동 에너지 입력에 의한 고정(fixing) 및/또는 조정(adjusting)을 포함하는 실시형태들에서, 고정 및/또는 조정은 제1 옵션에 따르면 제1 물체를 제2 물체에 고정하는 단계와 함께 수행될 수 있다. 대안으로, 상기 부분들을 서로에 대해 고정 및/또는 조정하는 단계는 고정(securing) 후에 수행될 수 있다. 또 다른 대안예로서, 이전에 언급된 바와 같이 그리고 이하에서 약간 더 상세히 논의되는 바와 같이, 서로에 대해 부분



들을 고정(fixing) 및/또는 조정(adjusting)하는 단계는 고정(securing)에 앞서 수행될 수 있다.

- [0139] 어느 한 경우 선택적으로 둘 다에서, 고정(securing)을 위해 제2 물체의 에지를 매립하기 위해 기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계, 및 고정(fixing) 및/또는 조정(adjusting)을 위해 기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계는  $z$ -축에 수직이 아닌 방향을 따르는 그러나 예를 들면  $z$ -축에 평행한 방향을 따르는 또는 이에 어떤 각도를 이루는 어셈블리에 대해 진동 소노트로드를 가압하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0140] 이 옵션을 구현하는 제1 하위 그룹에서, 고정(securing)을 위해 그리고 고정(fixing)/조정(adjusting)을 위해 인가된 가압력은 동일한 방향을 갖는다. 제2 하위 그룹에서, 이들은 반대(대향) 방향들을 갖는다.
- [0141] 어느 한 경우에서, 제1 물체를 제2 물체에 고정하기 위해 어셈블리 내로 에너지를 결합하며 커플링 면에 대해 진동 소노트로드를 가압하는 단계에서, 제2 물체의 부분은 고정(securing) 동안 제2 물체에 대해 제1 물체의 운동을 위한 정지면을 정의할 수 있다. 제1 물체가 정지면과 접촉하게 되는 경우, 추가 운동에 대한 기계적 저항은 급격하게 상승한다. 이에 의해, 제1 물체와 제2 물체의 상대 위치들이 정의되며, 이어서 가압력과 기계적 진동이 고정 및/또는 조정을 위해 어셈블리 내로 결합되는 경우, 제1 물체와 제2 물체의 상대 위치는 정의되어 유지될 것이다.
- [0142] 이러한 정지면은 예를 들면 부착 위치/부착 위치들 주위에 제2 물체의 평평한 부분에 의해 정의될 수 있다.
- [0143] 상술한 조정된 위치에서의 조정 및 고정의 접근법은 본 발명의 여기서 기술된 태양의 실시형태들에서 구현될 수 있다. 그러나, 이것은 또한 그와는 관계없이 구현될 수 있다.
- [0144] 본 발명은 또한 본 명세서에 언급된 방법의 임의의 실시형태를 참조로 기재된 바와 같은 해당 앵커링 부분 및 조정 부분을 포함하는 장치에 관한 것이다.
- [0145]  $z$ -위치를 조정하는 단계를 갖는 또는 갖지 않는 일 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체는 연장 개구부를 포함한다 (이것은 열가소성 물질 내에 매립되도록 야기되는 에지가 이를 따라 연장하는 천공부와는 다르다). 제1 물체 (및/또는 이에 고정되는 커넥터 피스)는 그때 개구부의 마우스를 통해 연장할 수 있다. 이에 의해, 제1 물체 및/또는 커넥터 피스의 기능 부품들 각각에 대해 이용 가능한 더 큰 공간과 특히 더 큰 깊이가 있다.
- [0146] 제2 물체는 연장 개구부를 따라 제1 물체의 측을 향해 돌출할 필요가 없으며 고정(fixing)/고정(securing) 단계를 위해 구체적으로 적응된 임의의 다른 형상을 가질 필요가 없다. 또한, 연장 개구부로 인해 이용 가능한 공간 때문에, 기능 부품들/커넥터 피스의 치수들이 선택될 수 있다.
- [0147] 이러한 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체는 연장 개구부의 마우스를 통해 연장하는 연장 부분을 갖는다.
- [0148] 커넥터 피스는 또한 개구부의 마우스를 통해 연장하고 이러한 연장 부분에 대해 고정되도록 설치될 수 있다. 특히, 커넥터 피스는 상이한 깊이들로 고정될 수 있으며, 이에 의해 이것은 상기 의미에서 조절 가능한  $z$  위치를 갖는 조절 부분이다. 또한, 이에 의해 커넥터 피스가 연장 부분 내로 삽입되는 운동은 고정(securing) 동안의 운동과 동일선상에 있으며, 따라서  $z$  위치를 조정하는 것은  $z'$ -위치를 조정하는 것을 포함하며  $z'$  축은  $z$  축에 대해 각도를 이룬다. 일반적으로, 제1 물체에 대해 커넥터 피스를 고정(fixing)하기 위해 적용 가능한 파라미터들은 연장 개구부로 인해 고정 과정(securing process)과는 관계없게 된다.
- [0149] 연장 개구부 및 커넥터 피스를 포함하는 일부 실시형태들에서, 커넥터 피스는 이에 고정될 추가 물체를 위해 설치된다. 이를 위해, 특히 추가 물체가 2개의 면내 차원들(in-plane dimensions)로 비교적 큰 연장부를 갖는 경우, 연결 부재(joining element)가 추가 물체를 고정하기 위해 제공될 수 있다. 예를 들면, 이러한 실시형태들에서, 추가 물체는 연결 부재와 커넥터 피스의 헤드부들 사이에 클램핑될 수 있다.
- [0150] 이러한 유형의 연결 부재는 예를 들면 커넥터 피스 상으로 클립 고정 또는 나사 체결될 수 있으며 또는 베이어닛 결합(bayonet coupling)과 같은 연결에 의해 고정될 수 있으며 또는 물질 연결(접착제 연결, 납땜 연결, 용접, 등)에 의해 이에 고정될 수 있다.
- [0151] 또한, 이러한 그룹의 실시형태들에서, 연장 개구부의 크기는 연장 부분의 적어도 하나의 면내 치수보다 더 크며, 이에 의해 제2 물체에 대한 기능 부품들 및/또는 커넥터의  $x$ - $y$ -위치가 가능해진다.
- [0152] 실시형태들에서, 연장 부분은 개구부 내로 연장하는 튜브 부분을 포함하며, 이에 의해 커넥터 피스는 적어도 부분적으로 튜브 부분 내에 배치될 수 있다.
- [0153] 연장 개구부를 포함하는 제2 개구부의 실시형태들은 상기 논의된 유형의 다수의 천공부들을 포함할 수 있으며,

특히 그 주위에서 제2 물체가 제1 물체의 측(진동이 제1 물체 내로 결합되는 경우 근위측, 진동이 제2 물체 내로 결합되는 경우 원위측)을 향하여 돌출하는 섹션을 갖는 천공부들을 포함할 수 있다. 이러한 천공부들은 특히 연장 개구부의 주변부 주위에 분포될 수 있다.

- [0154] 이러한 다수의 천공부들을 갖는 실시형태들 또는 다른 실시형태들에서, 제1 물체는 특히 부착 영역(예를 들면 천공부 당 하나의 부착 영역) 및 기능 영역을 포함하는 유형으로 구성될 수 있다. 특히, 제1 물체는, 열가소성 물질을 포함하는 부착 영역(들)을 제외하고는, 치수 안정적인 물질, 예를 들면 금속, 복합물, 세라믹, 등으로 구성될 수 있다.
- [0155] 연장 개구부를 포함하는 실시형태들은 제2 물체, 제1 물체 및/또는, 적용 가능한 경우, 추가 물체가 2차원으로 곧게 연장한다는 의미에서의 평면형은 아니며 복잡한 3D 형상을 가지는 구성(set-up)들에 특히 적합하다. 이것은 연장 개구부가 예를 들면 본 명세서에 기술된 유형의 천공부들 주위에 고정 발생되는 위치들의 기하학적 구조에 의해 제한되지 않는 공간들 내로 그리고 방향들로 연장할 수 있는 - 특히 커넥터 피스를 사용하는 - 연결을 위한 추가적인 자유도(degree of freedom)를 제공하기 때문이다.
- [0156] 대안적인 실시형태들에서, 차원들이 그렇게 허용되는 경우, 제1 물체는 제2 물체의 천공부 내로 그리고 시트 평면을 통해(정의되는 경우) 연장하는 연장 부분을 가질 수 있다. 따라서, 분리된 연장 개구부가 필요하지 않을 수 있다. 또한, 이들 실시형태들에서, 제1 물체의 연장 부분은 추가 물체를 고정하기 위한 부착 구조를 가질 수 있다. 이러한 부착 구조는 스레드(thread), 베이어닛 핏팅형 구조(bayonet fitting-like structures), 글루 채널(glue channel), 자가 탭핑 사나를 체결하기 위한 연성 물질의 영역, 등을 포함할 수 있다.
- [0157] 본 명세서에 기술된 본 방법들의 실시형태들 및 장치들의 적용들은 접착제의 사용과 함께 여기서 기술된 고정 접근법의 조합을 포함할 수 있다.
- [0158] 특히, 2개의 물체들이 접착제에 의해 서로 고정되는 경우, 종종 접착제 연결이 충분히 강해질 때까지의 대기 시간 및 그 전의 연결의 안정성의 결여가 문제점이다. 이러한 문제점은, 접착제 연결 및 따라서 도포된 접착제 부분의 두께가 비교적 두꺼워야 해서 예를 들면 연결부가 필요한 경우 상이한 열팽창 거동을 보상하기 위해 필요한 잔류 유연성을 나타내는 경우, 훨씬 더 심각하다. 유사하게, 접착제가 추가적인 밀봉 기능을 갖는 경우 접착제의 두꺼운 층들이 많은 상황에서 필요하다. 종종 일-성분 또는 이-성분 폴리우레탄 접착제들이 이러한 목적을 위해 사용된다.
- [0159] - 제1 옵션에 따르면, 따라서 접착제 도포 단계를 갖는 본 발명에 따르는 고정 접근법의 조합은 연결될 물체들의 포지셔닝 단계, 접착제 도포 단계(포지셔닝 전 또는 후) 및 본 명세서에 기술된 고정 방법에 의해 물체들을 서로 고정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0160] - 제2 옵션에 따르면, 접착제의 부분이 본 명세서에 기재된 고정 접근법에 의해 야기된 기계적 연결에 추가로 밀봉제(sealant)로서 사용된다.
- [0161] 다른 태양에 따르면, 제2 물체에 대해 요구되는 x-y-z 위치에 앵커를 제공하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다:
- [0162] - 고체 상태의 열가소성 물질을 포함하는 제1 물체를 제공하는 단계;
- [0163] - 부착 위치를 포함하는 제2 물체를 제공하는 단계로, 상기 부착 위치는 액화 가능하지 않은 물질의 에지를 포함하는 단계;
- [0164] - 제1 물체 및 제2 물체를 포함하는 어셈블리를 제공하기 위해 제2 물체에 대해 제1 물체를 포지셔닝(positioning)하는 단계로, 상기 어셈블리에서 부착 위치는 열가소성 물질과 접촉하는, 단계;
- [0165] - 부착 위치가 열가소성 물질과 접촉하는 동안, 열가소성 물질의 유동부가 유동 가능해지고 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립할 때까지 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계;
- [0166] - 기계적 진동을 중지하고 열가소성 물질을 재고화하도록 야기하는 단계로서, 에지를 적어도 부분적으로 매립하는 재고화된 열가소성 물질은 제2 물체 내에 제1 물체를 고정하는(anchor), 단계;
- [0167] - 제2 물체에 대해 추가 물체를 앵커링(anchoring)하기 위해 설치된 앵커 피스(anchor piece)를 제공하는 단계;
- [0168] - 제1 물체의 바디에 대해 앵커 피스의 위치를 조정하는 단계(adjusting); 및
- [0169] - 조정된 위치에 있는 동안 제1 물체의 바디에 대해 앵커 피스(anchor piece)를 고정하는 단계(fixing).

- [0170] 이 경우, 앵커 피스는 상술한 유형의 조정 부분(adjustment part)일 수 있다. 제1 물체의 바디(제1 물체 바디)는 제1 물체, 또는 그것의 부분일 수 있으며 이것은 제2 물체에 고정된다.
- [0171] 제2 물체에 제1 물체를 고정하기 위한 그리고 조정 부분의 위치를 조절하기 위한 상술한 옵션들은 또한 이러한 태양에 적용된다.
- [0172] 특히, 고정 단계 및/또는 조정 단계는 앵커 피스의 어셈블리 및 제1 물체의 바디를 기계적 진동으로 충돌하여 제1 물체 바디의 열가소성 물질 또는 앵커 피스 또는 둘 다 유동 가능해지며 그리고 재고화 후 앵커 피스 및 제1 물체 바디가 서로에 대해 고정되도록 야기하는 것을 포함할 수 있다.
- [0173] 본 발명은 또한 제1 물체와 제2 물체를 서로에 대해 부착하기 위한 본 명세서에서 기술되고 청구된 바와 같은 방법의 이용에 관한 것이며, 제2 물체는 적어도 하나의 부착 위치를 가지며, 특히 예지를 정의하며 제1 물체를 향해 돌출하는 (예를 들면 변형된) 부분에 의해 구성되는 다수의 부착 위치들을 가지며, 제2 물체 상의 부착 위치의 포지셔닝을 위한 제1 공차는 제2 물체에 대한 제1 물체의 최종 포지셔닝을 위한 공차에 대응하는 제2 공차보다 더 크다.
- [0174] 본 발명은 또한 다수의 어셈블리들을 대량 생산하는 방법에 관한 것이며, 각 어셈블리는 제2 물체에 고정된 제1 물체를 포함하며, 제2 물체는 적어도 하나의 부착 위치를 포함하며, 상이한 어셈블리들 사이의 부착 장소의 위치의 표준 편차는 상이한 어셈블리들 사이의 서로에 대한 물체들의 위치 (및/또는 다른 물체가 고정되는 제3 물체에 대한 물체들 중 하나의 위치)의 표준 편차보다 더 크다 (각 평균값에 대한 표준 편차).
- [0175] 또 다른 그룹의 실시형태들은 제1 물체에 의한 제2 물체에 대한 추가 물체의 가역적 고정(reversible fastening)에 관한 것이다. "가역적 고정(reversible fastening)"은 이 문맥에서 추가 물체가 제2 물체에 고정될 수 있으며 (예를 들면 브레이킹, 멜팅, 등과 같은) 임의의 비가역적 작업 없이 여러 번 이로부터 제거될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0176] 특히, 예를 들면 클립-온 연결(clip-on connection)에 의해 제1 물체를 이것에 제거 가능하게 연결하기 위한 적어도 하나의 커넥터 부분을 포함하는 추가 물체가 제공된다. 이 실시형태에 따르는 방법은 본 명세서에 기술된 방법에 의해 제1 물체를 제2 물체에 고정하는 단계를 포함한다.
- [0177] 이러한 그룹의 특별한 하위 그룹에서, 본 발명의 접근법은 추가 물체가 다수의 위치들에서 제2 물체에 고정되기 위한 다수의 커넥터 부분들을 갖는 상황과 관련하여 특별한 이점들을 갖는다. 종래기술에 따르면, 해제 가능한 클립 연결을 위한 다수의 고정 커넥터들이, 제거 가능한 다른 물체의 대응 커넥터 부분의 위치들에 대응하는 장소들에서, 평평한 표면을 갖는 물체(본 명세서의 용어에서는 제2 물체)에 부착되어야 했다. 도전은 이 경우 클립 연결이 고정 커넥터 부분들의 포지셔닝을 적절하게 작동시키기 위해 매우 정밀해야 한다는 점이다. 이러한 요구사항은 실제로 비용-효율적인 제조로 충족되기에는 다소 어렵다.
- [0178] 여기서 논의된 하위 그룹의 실시형태들에서, 이러한 문제점은 모든 고정 위치에 대해 제1 물체를 제공함에 의해 해결된다. 제1 물체 또는, 적용 가능한 경우, 이전에 논의된 유형의 커넥터 피스가, 가역적 연결에 의해, 추가 물체의 대응 커넥터 부분에 고정된다. 제1 물체의 위치들에 대략 대응하는 위치들에서의 제2 물체의 대응하는 수의 천공부들이 제공된다. 본 명세서에 기재된 공정은, 제1 물체 또는 커넥터 피스가 각 커넥터 부분에 고정되는 동안, 제1 물체의 하나하나에 대해 수행된다. 수반된 물체들의 물질이 충분히 유연한 경우, 이것은 각 제1 물체에 대해 하나하나 수행될 수 있다. 대안으로, 제1 물체들의 전부 또는 일부는 제2 물체에 동시에 고정될 수 있다.
- [0179] 제1 물체 및 제2 물체의 천공부들의 상대 포지셔닝이 여기서는 매우 정확할 필요가 없으며 고정(securing)에 악영향을 미치지 않고 천공부들의 치수들에 대한 제1 물체의 치수들에 의해 주어지는 공차들 내에서 변할 수 있다. 따라서, 추가 물체의 커넥터 부분들의 위치들에 대한 고정 위치들(천공부들 및 변형된 섹션들)의 포지셔닝을 위한 공차들이 종래기술 방법들에 대한 것보다 훨씬 더 완화될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 해제 가능한 클립-온 연결의 위치들은 제1 물체들(또는 커넥터 피스들)이 고정 과정 동안 추가 물체에 부착된다는 사실로 인해 정확하게 고정된다.
- [0180] 다른 그룹의 실시형태들에서, 특히 제2 물체와 같은 제3 물체가 평평한 부분을 가지며 제2 물체 및 제3 물체의 어셈블리가 단지 일측으로부터만 접근 가능한 상황들에서, 제1 물체는 제2 물체에 제3 물체를 고정하기 위한 커넥터로서 기능한다. 예를 들면, 제2 물체 및 제3 물체는 금속 물체들, 또는 섬유 복합 물체들일 수 있으며, 또는 이들 중 하나는 섬유 복합 물체이고 다른 하나는 금속 물체일 수 있다. 특히, 제2 물체 및 제3 물체는 상당

히 상이한 열팽창 계수  $\alpha$ 를 갖는 상이한 물질들로 구성될 수 있다.

- [0181] 종래기술에 따르면, 이러한 연결들은 주로 블라인드 리벳들(blind rivets) 또는 글루잉(gluing)에 의해 주로 달성되었다. 블라인드 리벳들은 기술적으로 다소 복잡하다. 또한, 블라인드 리벳들과 글루 연결들 모두는 이들이 연결된 물체들이 상이한 열팽창 계수들로 인해 온도 변화들에 상이하게 반응하는 경우 발생하는 전단 하중을 보상하기 위해 매우 제한된 안정성을 갖는다는 상당한 약점을 갖는다. 예를 들면, 알루미늄의 열팽창 계수는  $\alpha_{Al}=2*10^{-5} K$ 이며, 반면에 전형적인 CFK(carbon fiber reinforced composite)의 열팽창 계수는 심지어 반대 부호를 가질 수 있다:  $\alpha_{CFK}=-5*10^{-6} K$ . 예를 들면, 산업 제조 공정들에서 조립 공정 후 서브-어셈블리들(sub-assemblies)은 종종 음극 전착(cathodic electrodeposition) (또는 다른 이몰션 베스(immersion bath)) 공정을 받으며, 이것은 예를 들면 약 180℃의 상승된 온도에서 발생할 것이다. 이러한 이유로, 산업 제조에서, 서로 조립된 후 전착 공정을 받는 물체들은 접착제 연결에 의해 추가적으로 접합될 것이며 또한 (블라인드) 리벳에 의해 서로 고정될 것이다. 온도 변화를 받는 경우, 예를 들면 전착 공정 동안(적용 가능하다면) 또는 변화하는 환경 조건들에서 사용 동안, 이것은 리벳 연결부 주위의 변형으로 이어질 것이며, 따라서 영구적인 내부 응력 및/또는 베어링 응력으로 이어질 것이며, 구성(set-up)에 따라 또한 박리(delamination) 등으로 이어질 것이다.
- [0182] 본 발명에 따르는 접근법은 이러한 문제에 대한 해결책을 제공한다.
- [0183] 이를 위해, 제2 물체는 제3 물체의 원위부에 배치되며, 제3 물체에는 관통 개구부, 특히 이를 따라 에지가 형성되는 제2 물체의 천공부보다 더 큰 직경을 갖는 관통 개구부가 제공된다. 제1 물체를 제2 물체에 대해 포지셔닝하는 단계는 제1 물체의 원위 부분을 에지가 열가소성 물질과 접촉할 때까지 제3 물체 관통 개구부를 통해 도달하게 야기하는 단계를 포함한다. 어셈블리 내로 진동 에너지를 결합하는 단계 후, 열가소성 물질은 에지 주위에 흐름에 의해 제2 물체의 원위부에 부분들을 가질 것이며, 상기 부분들은 재고화 후 제1 물체의 풋부(foot portion)를 형성하는 것으로 볼 수 있으며, 상기 제1 물체는 이에 의해 블라인드 리벳이 된다.
- [0184] 추가로, 제2 물체와 제3 물체 둘 다 정의된 부착 위치를 갖는 실시형태들에서, 위치 정확성의 관점에서의 요구 조건들은 낮다. 공정 동안 유동부가 흐른다는 사실은 임의의 편심성 등이 유동된 열가소성 물질에 의해 보상되는 것을 보장한다.
- [0185] 일반적으로, 제1 물체의 원위 부분 (또는 샤프트 부분)의 직경은 제3 물체 개구부의 직경과 대략 같거나 더 작을 것이며, 그러나 천공부의 직경보다는 더 클 것이며 따라서 제2 물체에 대해 원위 방향을 향해 가압되는 경우, 제1 물체는 제2 물체에 의한 저항을 만난다. 제1 물체가 기계적 진동을 받는 경우, 이것은 제2 물체와 제1 물체 사이의 경계면에서 액화로 이어질 것이다.
- [0186] 이러한 그룹의 실시형태들에서, 헤드부(또는 경우에 따라 헤드부는 공정 동안 형성된다)를 갖는 제1 물체가 제공된다. 기계적 진동 에너지를 어셈블리 내로 결합하는 단계는 제2 물체 (및 또한 제3 물체)에 대해 원위 방향을 향해 제1 물체를 가압하는 것을 포함하며 헤드부에 의해 형성된 원위방향으로 향하는 건부가 개구부의 마우스 주위의 제3 물체의 근위 방향으로 향하는 표면에 대해 기대어질 때까지 수행될 수 있다.
- [0187] 이러한 그룹의 실시형태들의 하위 그룹에서, 제1 물체의 열가소성 물질은 후속 전착 공정 동안 도달되는 온도보다 더 낮은 유리전이온도를 갖도록 선택되며, 전착 온도는 예를 들면 180℃ 또는 185℃이며, 그러나 이러한 전착 온도보다 상당히 더 높은 용융 온도를 갖도록 선택된다. 이로 인해, 어셈블리가 전착 온도로 가열되는 경우, 열가소성 물질은 상당한 변형(크립(creep))을 가능하게 하는 고무와 같은, 유연한 상태에 있으며, 물질은 실패 없이 변형하는 매우 높은 연성을 가지며, 따라서 상이한 열팽창 계수들은 열가소성 물질의 제어되는 일시적 변형에 의해 보상될 수 있다. 실시형태들에서 유리전이온도가 상온보다 높은 경우, 열가소성 물질과 그 결과 연결부는 어셈블리가 그것이 사용되는 온도로 다시 냉각되는 경우 다시 자동적으로 굳어질 것이다. 실시형태들에서, 열변형을 보상하는 능력이 중요한 경우, 제1 물체의 열가소성 물질은, 적어도 부착 위치에서, 열가소성 엘라스토머(elastomer)가 되도록 선택될 수 있다.
- [0188] 이러한 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체가 특히 액화 가능하지 않은 물질로 이루어진 바디를 가질 수 있다. 특히, 이러한 바디는 샤프트 부분의 코어를 형성할 수 있다. 선택적으로, 적용 가능한 경우, 바디는 또한 헤드 부분을 형성할 수 있다. 바디가 샤프트 부분의 코어를 형성하는 경우, 바디 샤프트 부분은 선택적으로 그것이 천공부를 통해 도달하기에 충분한 축방향 연장부를 가질 수 있다. 이때, 바디 샤프트 부분의 직경은 천공부의 직경과 대략 같을 수 있으며, 또는 그것은 이보다 더 작을 수 있으며 또는 그것은 이보다 더 클 수 있으며 제1 물



체가 제2 물체에 대해 가압되는 경우 천공부 주위에 제2 물체의 추가 변형을 야기할 것이다.

- [0189] 본 명세서에서, 단어 "직경(diameter)"은 특히 원형 형상들이 제조가 쉽기 때문에, 종종 원형 형상들이 옵션이 될 수 있을지라도, 해당 구조(천공부, 개구부, 샤프트 횡단면, 등)이 원형일 필요가 있다는 것을 반드시 의미하는 것을 아니다. 해당 구조가 원형이 아닌 경우, "직경(diameter)"은, 달리 특정되지 않는 한, 평균 직경을 나타낸다.
- [0190] 특히 (그러나 그뿐 아니라) 이러한 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체가 액화 가능하지 않은 물질로 이루어진 바디를 가지는 경우, 바디는 제2 물체를 천공하여 천공부를 야기하기 위해 설치될 수 있다. 예를 들면, 원위 피어싱 팁(piercing tip) 또는 펀칭 에지(punching edge)가 처음에 제2 물체와 접촉될 수 있으며, 펀칭력이 인가되며, 선택적으로 또한 기계적 진동 에너지 또는 다른 에너지가 제1 물체에 결합될 수 있다. 그 후, 또는 이미 이러한 천공 단계 동안, 열가소성 물질은 천공 단계에 의해 그리고 (동시 또는 순차적인) 에너지 입력에 의해 형성된 에지와 접촉하게 되고 유동 가능하게 되기 시작한다.
- [0191] 이러한 그룹의 실시형태들에서, 시트부와 천공부는, 원위측을 향해 돌출하도록, 즉 그로부터 제1 물체가 그것과 접촉하게 되는 측으로부터 떨어져 돌출하며 제3 물체로부터 떨어져 돌출하도록, 변형된다. 그러나, 제2 물체를 천공부 주위에 본질적으로 평평한 형상으로 또는 제3 물체 개구부 내로, 심지어 근위측을 향해 돌출하는 제2 물체를 제공하는 것이 가능할 것이다.
- [0192] 또 다른 그룹의 실시형태들은 또한 제1 물체에 의해 추가의, 제3 물체를 제2 물체에 고정하는 것에 관한 것이다. 이러한 또 다른 그룹에 따르면, 제2 물체와 같이 제3 물체는 일반적으로 평평한 시트부를 가지며, 시트부는 에지를 갖는다. 옵션으로서, 제3 물체 시트부는 제3 물체 천공부를 가질 수 있으며, 에지는 천공부를 따라 진행한다.
- [0193] 예를 들면, 이러한 또 다른 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체 및 제3 물체 둘 다 동일 물질 또는 다른 물질로 이루어진 금속 시트들을 포함할 수 있으며(또는 금속 시트들로 구성될 수 있으며), 금속 시트들은 각 에지들을 형성한다.
- [0194] 이러한 또 다른 그룹의 실시형태들에 대해서, 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계는, 열가소성 물질의 유동부가 에지와 열가소성 물질 사이에 발생된 마찰 열로 인해 유동 가능하게 되고 에지 주위에 흘러서 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립하며 제3 물체 에지 주위에 흘러 열가소성 물질 내에 제3 물체 에지를 매립하기까지, 제1 물체, 제2 물체 및 제3 물체를 포함하는 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 것을 포함하며, 이에 의해 기계적 진동의 중지 단계 후 재고화된 열가소성 물질은 (제2 물체) 에지 및 제3 물체 에지 둘 다를 매립하여 제1 물체에 대해 제2 물체 및 제3 물체 둘 다를 고정하며, 이에 의해 제2 물체 및 제3 물체가 서로에 대해 고정된다.
- [0195] 여기서, 유동부는 반드시 인접할 필요는 없다. 오히려, 유동부는 제2 물체 에지 및 제3 물체 에지와 각각 접촉하며, 이들 사이에 제1 물체의 비-유동성 부분들을 갖는 유동 가능하게 되는 하위-부분들(sub-portions)을 갖는다.
- [0196] 이러한 또 다른 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체 에지 및 제3 물체 에지 둘 다는 간단한 곧은 에지와는 상이하지만 적어도 하나의 굴곡 또는 코너를 포함하는 컨투어(contour)를 형성한다. 이것은 예를 들면 각 에지가 천공부를 따라 진행하는 경우도 마찬가지이다. 예를 들면, 제2 물체 및 제3 물체 둘 다 각각 천공부를 가질 수 있으며, 천공부를 따라 각 에지를 가지며, 그리고 포지셔닝 단계 후 천공부들이 대략 동심으로 배치되는 옵션을 가질 수 있다. 대응하는 기하학적 구조들의 경우, 이에 의해 또한 상대 회전에 대해 고정되는 연결부들 또는 코너들에 있는 연결부들이 구현될 수 있다.
- [0197] 천공부를 따라 진행하는 것에 대한 대안으로서, 에지들 (또는 제2 및 제3 물체 에지들 중 적어도 하나)가 각각의 물체의 주위 부분을 따라 진행할 수 있으며, 이러한 주위 부분은 웨이브형 구조 등과 같은 해당 굴곡 구조 또는 코너를 갖는 구조를 형성한다.
- [0198] 굽음 또는 코너를 갖는 것으로 인해, 에지의 형상은 특히 시트 평면을 따른 전단(shear)에 대해, 연결부에 추가적인 안정성을 준다.
- [0199] 이러한 또 다른 그룹의 실시형태들의 제1 하위 그룹에서, 제2 및 제3 물체들은 포지셔닝 단계에서 대향측들로부터 제1 물체와 접촉하게 되며, 즉 제1 물체는 제2 물체와 제3 물체 사이에 끼여있다. 예를 들면, 제2 물체는 에지가 제1 물체의 일반적으로 원위방향으로 향하는 표면과 접촉하게 되고, 제3 물체는 제1 물체의 일반적으로 근

위방향으로 향하는 표면과 접촉하게 되도록 배치될 수 있다. 따라서 제2 물체와 제3 물체는 제1 물체의 대향측들로부터 고정된다(anchored).

- [0200] 이러한 제1 하위 그룹에서, 기계적 진동은 제3 물체 또는 제2 물체를 통해 어셈블리 내로 결합될 수 있으며, 이들 물체들의 나머지 하나 및/또는 제1 물체는 비진동 지지체에 기대어진다. 대안으로, 기계적 진동 에너지는 제3 물체 및 제2 물체 둘 다를 결합될 수 있다. 추가로 또는 다른 대안으로, 진동은 직접 제1 물체 내로 결합될 수 있으며, 제2 물체 및 제3 물체는 대향측들로부터 제1 물체에 대해 가압된다.
- [0201] 제2 하위 그룹의 실시형태들에서, 제2 및 제3 물체들은 동일측으로부터 제1 물체와 접촉하게 된다. 여기서 제2 물체 및 제3 물체의 에지들은 서로에 인접할 수 있으며 실시형태들에서 대략 평행하게 진행한다. 예를 들면, 에지들이 각각의 천공부들을 따라 진행하는 경우, 제2 물체 및 제3 물체의 천공부들은 상이한 직경들을 가질 수 있으며 대략 동심으로 배치될 수 있다.
- [0202] 이러한 제2 하위 그룹의 실시형태들에서, 기계적 진동은 제1 물체 내로 결합됨에 의해 어셈블리 내로 결합될 수 있다. 또한 진동을 직접 제2 물체 및/또는 제3 물체 내로 결합하는 것이 가능하다. 후자의 경우, 예를 들면 폴리머로 구성되는, 중간 부재가 소노트로드와, 예를 들면 실리콘, PTFE, 등으로 구성되는, 각각의 물체 사이에 놓일 수 있다.
- [0203] 진동 에너지가 제2 물체를 통해 (및/또는, 적용 가능한 경우, 제3 물체를 통해) 어셈블리 내로 결합되는 선택적으로 그러나 필수적이지는 않은 이러한 그룹의 실시형태들에서, 이에 의해 진동이 어셈블리 내로 결합되는 제1 물체 및 진동 기구(소노트로드)(vibrating tool (sonotrode)가, 진동 기구와 제2/제3 물체 사이의 접촉면에 추가로, 진동 기구와 제1 물체 사이에 접촉면이 있도록 서로에 대해 적용될 수 있으며, 어셈블리 내로 진동 에너지를 결합하는 단계에서, 제1 물체의 열가소성 물질은 기구에 대한 경계면에서 유동 가능하게 되도록 야기되며 기구에 대해 유동하도록 야기된다.
- [0204] 예를 들면, 제1 물체는 제2 물체/제3 물체의 에지가 가압되는 각각의 면으로부터 돌출하는 적어도 하나의 돌출부를 포함할 수 있다. 에지를 따라 변형된 섹션이 제1 물체를 향해 돌출하도록 변형되는 경우, 돌출부는 특히 시트 평면을 너머 에지에 의해 정의되는 평면으로부터 돌출할 수 있다. 이 돌출부는 진동 에너지의 효과에 의해 적어도 부분적으로 유동 가능해지고 흐르도록 야기되어, 특히 틈새들을 채우고 고정(securing)에 다른 기여를 제공한다.
- [0205] 돌출부를 포함하는 제1 물체에 추가로 또는 대안으로, 상기 접촉면이 생기도록 소노트로드가 돌출부를 포함할 수 있다.
- [0206] 본 발명은 또한 본 발명을 수행하기 위한 장치에 관한 것이다. 장치는 고체 상태의 열가소성 물질을 갖는 제1 물체, 일반적으로 평평한 시트부를 갖는 제2 물체를 포함하며, 시트부는 에지를 가지며, 제1 물체 및 제2 물체를 포함하는 어셈블리를 제공하기 위하여 제1 물체 및 제2 물체는 서로에 대해 배치될 수 있으며, 어셈블리에서 에지는 열가소성 물질과 접촉하며, 장치는 또한 선택적으로 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합할 수 있는 소노트로드를 포함하며, 및/또는 또한 선택적으로 본 명세서에 기술된 종류의 커넥터 피스를 포함한다. 추가로 또는 대안으로, 장치는, 예를 들면 전술한 종류의 중간 피스로서, 소노트로드와 각각의 물체 사이에 멤브레인 경계면을 포함할 수 있다.
- [0207] 보다 일반적으로, 장치의 부품들은 본 명세서에서 교시된 방법의 상이한 실시형태들을 참조로 기재된 특성들을 가질 수 있다. 예를 들면, 시트부는 천공부를 가질 수 있으며 이를 따라 에지가 진행한다.
- [0208] 본 발명은 또한 본 명세서에 기재된 특성들을 갖는 커넥터 피스 또는 보강제 부분에 관한 것이다.
- [0209] 또한, 본 발명은 전에 언급된 특별한 하위 그룹을 참조로 또 다른 물체로서 기재된 바와 같은 물체를 포함하며, 즉 물체는 다수의 커넥터 부분들을 포함하며, 각 커넥터 부분에 대해 제1 물체는 열가소성 물질을 포함하며, 제1 물체들은 각각의 커넥터 부분에 대해 해제 가능하게(releasably)/가역적으로(reversibly) 형성된다.
- [0210] 일반적으로, 제1 물체 및 제2 물체 및, 적용 가능한 경우, 제3 물체는 단어의 넓은 의미에서 구성 부품들(구성 부재들)이며, 즉 기계 공학 및 컨스트럭션(mechanical engineering and construction)의 임의의 분야, 예를 들면 자동차 공학, 항공기 제작, 조선, 빌딩 컨스트럭션, 기계 구성(제작), 장난감 제작 등의 분야에 사용될 수 있는 부재들이다. 일반적으로, 제1 물체 및 제2 물체 그리고 커넥터 피스(적용 가능한 경우)는 모두 인공의, 사람이 만든 물품들이다. 제1 물체 및/또는 제2 물체에서 우드계 재료(wood-based material)과 같은 천연재료의 사용이 이에 의해 배제되지 않는다.

- [0211] 제2 물체는 약간 평평한 시트부를 갖는 임의의 물체일 수 있다. 여기서 "시트부(sheet portion)"는 반드시 균일한 두께를 의미하지는 않는다. 제2 물체는 특히 금속 시트일 수 있다. 대안으로, 제2 물체는 시트부를 갖는 다른 물체일 수 있으며, 예를 들면 금속 시트의 부분을 가지며 상기 부분은 시트부를 구성하는 더 복잡한 물체일 수 있으며, 또는 시트부가 단어의 좁은 의미에서 (롤링에 의해 제조되는) 금속 시트에 의해 구성되지 않으며 예를 들면 다이 캐스트 물체와 같은 주조법으로 제조되는 금속 부품에 의해 구성되는 물체일 수 있다.
- [0212] 제1 물체의 열가소성 물질로 되돌아오면, 본 명세서에서 "예를 들어 기계적 진동에 의해 유동 가능하게 될 수 있는 열가소성 물질(thermoplastic material being capable of being made flowable e.g. by mechanical vibration)" 또는 간단히 "액화 가능한 열가소성 물질(liquefiable thermoplastic material)" 또는 "액화 가능한 물질(liquefiable material)" 또는 "열가소성(thermoplastic)"이라는 표현은 적어도 하나의 열가소성 성분을 포함하고 가열시, 특히 마찰을 통한 가열시, 즉 서로 접촉해 있는 한 쌍의 표면들(접촉면들) 중 하나에 배열되고 서로에 대해 진동 운동시 액체(유동성(유동 가능하게 되는))가 되는 물질을 기술하기 위해 사용되며, 진동의 주파수는 앞서 논의한 특성을 갖는다. 몇몇 상황에서는, 예를 들어 제1 물체 자체가 상당한 하중을 운반해야 하는 경우에 상기 물질이 0.5 GPa보다 큰 탄성 계수를 갖는 것이 유리할 수 있다. 다른 실시형태들에 있어서, 제1 물체 열가소성 재료의 진동 전도성(vibration conducting properties)이 공정에 있어서 중요한 역할을 하지 않을 때 탄성 계수는 상기 값보다 낮을 수 있다. 따라서, 특별한 실시형태들에서, 열가소성 물질은 심지어 열가소성 엘라스토머를 포함할 수 있다.
- [0213] 열가소성 물질들은 자동차와 항공 산업에서 잘 알려져 있다. 본 발명에 따른 방법의 목적을 위해서 특히 이들 산업 분야에서의 적용을 위해 알려진 열가소성 물질들을 사용할 수 있다.
- [0214] 본 발명에 따른 방법에 적합한 열가소성 물질은 실온(또는 상기 방법이 실시되는 온도)에서 고체이다. 이것은 바람직하게는 고체로부터 액체 또는 임계 온도 범위 위에서 유동성으로 예를 들어 용융에 의해 변형되고 예를 들어 결정화에 의해 상기 임계 온도 범위 미만에서 다시 냉각시 고체 물질로 다시 변형되는 폴리머상(polymeric phase)(특히, C, P, S 또는 Si 사슬을 기반으로 함)을 포함하는 것으로, 상기 고상(solid phase)의 점도(viscosity)는 액상(liquid phase)보다 수 자릿수(several orders of magnitude)(적어도 세 자릿수(at least three orders of magnitude)( $10^3$  배)) 높다. 상기 열가소성 물질은 일반적으로 가교 결합(cross-linking bonds)이 용융 온도 범위 이상으로 가열시 가역적으로(reversibly) 열리는 방식으로 가교 공유 결합 또는 가교 결합되어 있지 않은 폴리머 성분을 포함할 것이다. 상기 폴리머 물질은 충전제(filler), 예를 들어 열가소성 특성을 갖지 않거나 또는 베이직(basic) 폴리머의 용융 온도 범위보다 현저히 높은 용융 온도 범위를 포함하는 열가소성 특성을 가진 물질의 섬유 또는 입자를 더 포함할 수 있다.
- [0215] 본 명세서에서, 일반적으로 "비액화성(non-liquefiable)" 또는 "액화 가능하지 않은(not liquefiable)" 물질은 공정 중에 도달하는 온도, 따라서 특히 열가소성 물질이 액화되는 온도에서 액화되지 않는 물질이다. 이는 공정 중에 도달하지 않는 온도, 일반적으로 열가소성 물질의 액화 온도보다 훨씬 높은(예를 들어, 적어도 80℃만큼) 온도에서 상기 비액화성 또는 액화 가능하지 않은 물질이 액화될 가능성을 배제하는 것은 아니다 (상기 액화 온도는 결정성 폴리머에 대한 용융 온도이다. 무정형 열가소성 물질의 경우에 상기 액화 온도는 충분히 유동이 가능하게 되는 유리전이온도(glass transition temperature), 때로는 '유동 온도(flow temperature)'라고도 하며(때로는 압출이 가능한 최저 온도로 정의됨), 예를 들어 점도가  $10^4$  Pa\*s 미만(특히 실질적으로 섬유 보강이 없는 폴리머를 갖는 실시형태들에 있어서,  $10^3$  Pa\*s 미만)으로 감소하는 온도보다 높은 온도이다). 예를 들어, 비액화성 물질은 알루미늄 또는 강철과 같은 금속 또는 목재, 또는 경질 플라스틱, 예를 들면 액화 가능한 부분의 용융 온도/유리전이온도보다 상당히 더 높은 용융 온도(및/또는 유리전이온도)를 가진, 예를 들면 적어도 50℃ 또는 80℃ 또는 100℃만큼 더 높은 용융 온도 및/또는 유리전이온도를 가진 보강 또는 비보강 열경화성 폴리머 또는 보강 또는 비보강 열가소성 물질일 수 있다.
- [0216] 본 명세서에서, "용융 온도(melting temperature)"는 종종 열가소성 물질이 충분히 유동 가능하게 되는 상기 액화 온도, 즉 결정성 폴리머에 대한 종래 정의된 용융 온도 및 열가소성 물질이 압출을 위해 충분히 유동 가능하게 되는 유리전이온도 이상의 온도를 나타내기 위해 사용된다.
- [0217] 열가소성 물질들의 특정 실시형태들로는: 폴리에테르케톤(PEEK), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT) 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 같은 폴리에스테르, 폴리에테르이미드, 예를 들면 Polyamide 12, Polyamide 11, Polyamide 6 또는 Polyamide 66과 같은 폴리아미드, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리옥시메틸렌 또는 폴리카보네이트우레탄, 폴리카보네이트 또는 폴리에스테르 카보네이트 또는 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS),

아크릴에스테르-스티롤-아크릴니트릴(ASA), 스티렌-아크릴로니트릴, 폴리염화비닐, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌과 폴리스티렌, 또는 이들의 공중합체 또는 혼합물이 있다.

- [0218] 열가소성 폴리머 이외에, 열가소성 재료는 적합한 충전제(filler), 예를 들면 유리 및/또는 탄소 섬유와 같은 보강 섬유(reinforcing fibers)를 또한 포함할 수도 있다. 상기 섬유는 단섬유(short fibers)일 수 있다. 특히 공정 중에 액화되지 않는 제1 및/또는 제2 물체의 부분들에 대해서는 장섬유(long fibers) 또는 연속 섬유(continuous fibers)를 사용할 수 있다.
- [0219] (만약에 있다면) 섬유 재료는 섬유 보강용으로 알려져 있는 임의의 재료, 특히 탄소, 유리, 케블라(Kevlar), 세라믹, 예를 들면 물라이트, 탄화규소 또는 질화규소, 고강도 폴리에틸렌(Dyneema) 등일 수 있다.
- [0220] 섬유의 형상을 갖지 않는 다른 충전제들, 예를 들어 분말 입자도 또한 가능하다.
- [0221] 본 발명에 따른 방법의 실시형태들에 적합한 기계적 진동 또는 발진(mechanical vibration or oscillation)은 바람직하게는 2 내지 200 kHz(훨씬 더 바람직하게는 10 내지 100 kHz, 또는 20 내지 40 kHz)의 주파수 및 활성 표면 1 평방 밀리미터당 0.2 내지 20 W의 진동 에너지를 갖는다.
- [0222] 많은 실시형태들에서, 특히 진동을 제1 물체 내로 결합하는 것을 포함하는 실시형태들에서, 진동 기구(예를 들면 소노트로드(sonotrode))는 예를 들어 그 접촉면이 주로 기구의 축(근원(근위부에서 원위부로의) 축(proximodistal axis), 예가 제1 물체의 물질 내로 침투하도록 야기되는 경우 에너지 입력과 가압력의 효과에 의해 제1 물체 및 제2 물체가 서로에 대해 그를 따라 이동되는 축에 대응; 종방향 진동) 방향으로 1 내지 100  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 약 30 내지 60  $\mu\text{m}$  정도의 진폭으로 진동하도록 설계된다. 예를 들면 이러한 바람직한 진동은 예를 들어 초음파 용접에 알려져 있는 초음파 장치에 의해 생성된다.
- [0223] 다른 실시형태들에서, 진동(vibration)은 횡방향 진동이며, 즉 발진(oscillation)은 주로 근원 축에 대해 각도를 이루는, 예를 들면 수직이며 따라서 예를 들면 제1 물체와 제2 물체 사이의 접촉면에 평행하다. 여기서 진동 에너지와 진폭은 종방향 진동의 상기 언급된 파라미터들에 대해 유사할 수 있다.
- [0224] 횡방향 진동을 갖는 하위 그룹의 실시형태들로서 고려될 수 있는 또 다른 그룹의 실시형태들에서, 진동(oscillation)은 회전 진동(rotational oscillation)일 수 있으며, 즉 진동 아이템은 전후 비틀림 운동으로 진동한다. 회전 진동이 옵션이 되기 위해, 제2 물체는 예를 들면 예가 천공부 주위에 원형으로 연장한다는 점에서 회전 방지 기하학적 구조를 가져서는 안 된다. 또한, 이러한 유형의 진동은 특히 그것이 커넥티거나 또는 커넥터에 속하는 경우, 제1 물체가 비교적 작은 구성에 특히 적합하다.
- [0225] 적용에 의존하면서, 진동 출력(보다 구체적으로: 이에 의해 초음파 변환기에 동력이 공급되는 전력)은 적어도 100 W, 적어도 200 W, 적어도 300 W, 적어도 500 W, 적어도 1000 W 또는 적어도 2000 W 일 수 있다.
- [0226] 본 명세서에서 "근위(proximal)" 및 "원위(distal)"라는 용어는 방향 및 위치를 나타내기 위해 사용되는 것으로, 즉 "근위"는 그로부터 작업자 또는 기계가 기계적 진동을 인가하는 측면에 원위는 반대측이다.
- [0227] 본 명세서에서 제2 물체와 접촉하게 되는 제1 물체의 측은 종종 "접촉측(contact side)"으로 불리운다. 제1 물체가 제2 물체의 근위부에 배치되며 진동이 제2 물체에 대해 가압되는 제1 물체에 인가되는 실시형태들에서, 접촉측은 원위측이며 제2 물체의 예가 가압되는 원위방향으로 향하는 면을 포함한다.

### 발명의 효과

- [0228] 본 발명은 종래기술 방법들의 단점을 극복하는 제1 물체에 제2 물체를 기계적으로 고정하는(mechanically securing) 방법을 제공한다. 특히, 본 발명은 열가소성 부품과 열가소성 부품이 액화되는 조건 하에서 액화 가능하지 않은 부품 사이의 신뢰 가능한 연결(reliable connection)을 형성하며 열가소성 연결 부재에 의해 다른 부품들 사이의 신뢰 가능한 연결을 형성하는 비용 효율적인 방법을 제공한다. 본 발명은 또한 부품들 사이에 신뢰 가능한 연결을 형성하며 효율적이고 신속한 방법을 제공한다. 본 발명은 또한 부품들 사이의 신뢰 가능한 연결을 형성하고 효율적인 공차 보상(efficient tolerance compensation)을 가능하게 하는 방법을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0229] 이하에서는, 본 발명과 실시형태들을 실시하기 위한 방법들이 도면들을 참조로 기술된다. 도면들은 모두 개략적이다. 도면들에서, 동일한 참조부호는 동일하거나 유사한 부재들을 나타낸다. 도면들은 다음을 나타낸다:

- 도 1a 및 1b는 고정 위치(securing location)를 갖는 제2 물체의 실시형태;
- 도 2a 및 2b는 제2 물체의 대안적 실시형태;
- 도 3a-5b는 방법의 초기 단계의 그리고 방법이 수행된 후의 상이한 구성들의 횡단면도;
- 도 6-8은 커넥터 피스들의 상이한 실시형태들;
- 도 9 및 도 10은 또 다른 대안적인 구성들;
- 도 11-13은 대안적인 소노트로드 설계들;
- 도 14a-14c는 제1 물체에 의한 제2 물체에 추가 물체의 가역적 고정(reversible fastening)의 실시형태;
- 도 15-16은 본 발명을 수행하기 위한 다른 구성들;
- 도 17a 및 17b는 다수의 천공부들을 포함하는 고정 위치를 갖는 다른 제2 물체;
- 도 18a 및 18b는 초기 및 최종 단계, 각각에서, 제3 물체가 제1 물체에 의해 제2 물체에 고정되는 구성;
- 도 19-22는 도 18a 및 도 18b에 대체로 도시된 바와 같은 구성에 대한 상이한 제1 물체들;
- 도 23 및 24는 이러한 구성의 변형예들;
- 도 25a 및 25b는 초기 및 최종 단계, 각각에서, 제3 물체가 제1 물체에 의해 제2 물체에 고정되는 또 다른 구성;
- 도 26은 도 25a의 구성의 변형예;
- 도 27-29는 에지를 따르는 시트부들의 특성들의 변형예들;
- 도 30은 초기 단계에서 제3 물체가 제1 물체에 의해 제2 물체에 고정되는 또 다른 구성;
- 도 31은 제1 물체와 제2 물체의 또 다른 구성;
- 도 31a는 도 31의 하나로서의 구성을 위한 제1 물체의 변형예;
- 도 32 및 33은 제1 물체에 의해 제3 물체를 제2 물체에 고정하기 위한 또 다른 구성들;
- 도 34a 및 도 34b는 상이한 에지 구조들;
- 도 35a 및 도 35b는 구성의 또 다른 변형예;
- 도 36 및 도 37은 또 다른 대안적인 구성들;
- 도 38은 공정 다이어그램;
- 도 39는 엘라스토머 밀봉 부재를 갖는 구성;
- 도 40은 도 39의 구성을 위한 공정 다이어그램;
- 도 41은 엘라스토머 밀봉 부재를 갖는 또 다른 구성;
- 도 42 및 도 43은 제3 물체, 제2 물체 및 제1 물체를 서로 고정하기 위한 또 다른 구성들;
- 도 44는 다수의 부착 위치들을 갖는 제2 물체의 원리;
- 도 45a 및 45b는 부착 위치들이 모든 면내 방향들로 제2 물체에 대해 제1 물체를 함께 로킹하는 다수의 부착 위치들을 갖는 제2 물체;
- 도 46은 공차 보상의 원리(principle of tolerance compensation);
- 도 47은 최소 깊이의 각도에 대한 종속;
- 도 48은 축방향에 대해 수직이 아닌 시트 평면을 구비한 제2 물체를 가지며 또한 각도 불일치 보상의 원리를 설명하는 구성;
- 도 49는 기능 영역과 부착 영역들을 갖는 제1 물체;



도 50a 및 도 50b는 공정 동안 제1 물체를 안내하기 위한 구성;

도 51은 본 발명에 따르는 접근법에 의한 홀더(holder)의 부착;

도 52는 본 발명에 따르는 접근법에 의해 부착된 스냅 커넥터(snap connector);

도 53은 진동 디커플링(vibration decoupling);

도 54는 다이 캐스트 제2 물체를 갖는 실시형태;

도 55-56은 앵커링 부분 및 조정 부분을 갖는 구성들;

도 57a 및 57b는 다른 실시형태의 앵커링 부분 및 조정 부분;

도 58a-58c는 앵커링 부분 및 조정 부분의 다른 실시형태 및 그것의 상세;

도 59-60은 앵커링 부분으로서 기능하는 제1 물체, 및 조정 부분, 및 제2 물체의 또 다른 구성들;

도 61a 및 61b는 조정의 상이한 단계들 동안 제2 물체와 제1 물체의 구성;

도 62-63은 커넥터 피스가 조정 부분으로서 기능하는 구성들;

도 64a 및 64b는 커넥터 피스가 상이한 단계들 동안 테이퍼형 개구부와 협력하는 테이퍼형 부분을 갖는 구성;

도 65는 커넥터 피스가 조정 부분으로서 기능하는 다른 구성;

도 66-68은 액화 가능한 물질을 또한 포함하는 조정 부분의 부분들로서 또는 커넥터 피스들로서 기능할 수 있는 삽입체들;

도 69 및 70은 탄성 조인트를 갖는 부착 플랜지들;

도 71은 전용 결합 표면 부분을 갖는 부착 플랜지;

도 72는 상이한 열가소성 물질 부분들을 갖는 제1 물체;

도 73-76은 접촉부에 구조들을 제공하는 원리를 구현하는 구성들;

도 77-79는 도 73-76에 도시된 원리를 구현하는 제1 물체들의 돌출부들의 상이한 횡단면도;

도 80 및 81은 주요 천공부 및 다수의 주위 천공부들을 갖는 제2 물체를 갖는 구성;

도 82-84은 비대칭 변형 섹션을 갖는 제2 물체를 구비한 구성들;

도 85 및 도 86은 스페이스(spacer)를 갖는 제1 물체에 의한 z 위치 제어의 원리;

도 87-91은 제2 물체의 형상과 위치에 맞춰진 영역에 대한 소노트로드와 제1 물체 사이의 결합면을 제한하는 원리를 구현하는 구성들;

도 92 및 93은 면내 위치를 조정하기 위한 2개의 기본 구성들;

도 94 및 95는 도 92의 기본 구성의 실시형태들;

도 96-102는 도 93의 기본 구성의 실시형태들 및 원리들;

도 103은 제2 물체의 실시예로서 파스너(fastener);

도 104-106은 기계적 진동을 제2 물체 내로 결합하기 위한 원리들;

도 107은 2개의 스테이션 제조 라인;

도 108-110은 소노트로드 설계들 및 횡방향 진동을 제2 물체 내로 결합하기 위한 구성들; 및

도 111-113은 제2 물체가 연장 개구부를 갖는 구성들;

도 114 및 115는 앤빌(anvil)을 갖는 제1 구성;

도 116-118은 앤빌을 갖는 또 다른 구성들;

도 119-120은 부착 구조를 갖는 제1 물체를 구비한 구성; 및

도 121은 위치를 조정하는 단계를 포함하는 방법의 흐름도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0230] 도 1a 및 1b는 평면도와 횡단면도로 제2 물체가 되는 금속 시트(2)의 실시예를 도시한다. 금속 시트는 천공부(20), 예를 들면 펀칭 공구에 의해 제조되는 천공부(20)를 포함한다. 예를 들면, 천공부는 공구의 팁이 나올 때까지, 공구가 작용하는 장소에 개구부를 갖는 지지체에 대해 배치되는 동안 금속 시트에 대해 팁을 갖는 공구를 천천히 가압함에 의해 제조될 수 있다. 천공부의 형상은 다수의 텅들(tongues)을 가지며 불규칙적일 것이다. 대안으로, 형상은 대응 기하학적 구조가 전에 펀칭 또는 커팅되거나(위더 젯트 또는 레이저에 의해) 또는 사전의 시트 성형 공정에서 형성되는 경우 규칙적일 수도 있다. 천공부(20) 주위에, 금속 시트는 후속 단계들에서 에너지 지향기(energy director)의 기능을 갖는 예지(21)를 형성한다. 파라미터들 높이 h, 천공부의(평균) 직경 d, 금속 시트 평면으로부터 떨어져 돌출하도록 변형되며 그리고 - 어떤 상황들에서는 천공부의 직경 d보다 더 잘 정의된 - d 섹션의 직경 D, 변형 섹션과 금속 시트 평면에 대한 수직선 사이의 각도로서 정의되는 각도  $\alpha$ 가 도 1b에 도시되며; 해당 정의는 본 명세서를 통해 사용된다.
- [0231] 불규칙하게 천공되는 것에 대한 대안으로, 중앙 홀 기하학적 구조를 사전 커팅하는 것(예를 들면 레이저에 의해)과 조합으로 적절한 펀칭 장치에 의해, 불규칙적인 또는 규칙적인, 예를 들면 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같은 원형 천공부를 또한 제조할 수 있다.
- [0232] 도 3a 및 도 3b를 참조로 본 발명에 따르는 방법의 특별한 실시형태 및 많은 실시형태들의 기본 원리들이 기술된다.
- [0233] 제1 물체(1)는 열가소성 물질을 포함한다. 도시된 실시형태에서, 제1 물체가 도시되는데 열가소성 물질로 구성되며 - 언급된 커플링면으로서 기능하는 - 근위 방향으로 향하는 면(11) 그리고 제1 물체가 제2 물체(2)에 대해 배치되는 경우 천공부(20) 주위의 돌출 섹션과 접촉하게 되는 원위 방향으로 향하는 면(12)을 정의하는 패널형 섹션 갖는다. 그러나, 보다 일반적으로, 제1 물체(1)는 다른 형상들을 가질 수 있으며, 불균일 물질 조성을 가질 수 있다. 이후 기술되는 실시형태들에는 몇 개의 실시예들이 도시된다.
- [0234] 보다 일반적으로, 제1 물체는 연결될 부품, 또는 그 부분, 또는 연결 부재(다웰(dowel), 클립의 베이스, 리벳, 등)일 수 있다.
- [0235] - 제1 물체가 그 자체가 연결될 부품일 경우 - 기계 공학 및 컨스트럭션에서 많은 부품들이 그렇듯이 열가소성 물질의 부분을 포함하는 -, 본 발명의 접근법은 본 발명의 일반적인 이점들(저비용 조립 및 부품들, 안전한 앵커링, 밀봉 타이트 연결이 가능한)에 추가로 또한 다음의 이점들을 특징으로 한다:
- [0236] ○ 잘 정의된 고정 구조물과 파스너에 의해 협력하는 것의 고정과는 대조적으로, 제1 물체에 대한 위치는 일반적으로 훨씬 낮은 정밀도로 정의될 필요가 있으며, 따라서 상당히 증가된 공차들로 정의될 필요가 있으며, 그리고
- [0237] ○ 더 적은 수의 부품들과 더 적은 수의 조립 단계들이 요구된다.
- [0238] - 제1 물체가 분리된 연결 부재인 경우, 일반적인 이점들에 추가로 본 발명에 따르는 접근법은 연결 부재의 형상 및 특성들의 선택에 대하여 상당한 유연성을 가져오며 그리고 예를 들면 도 14a-14c를 참조로 이하에서 기술된 접근법과 함께, 종래기술 방법들보다 덜 타이트한 공차들(less tight tolerances)의 이점을 가져온다.
- [0239] 제 1물체를 제 2물체에 고정하기 위해, 진동 소노트로드(vibrating sonotrode)(6)가 제1 물체를 천공부(perforation)(2) 근처에서 제2 물체에 대해 가압한다. 이에 의해 제1 물체 내로 결합된 기계적 진동 에너지는 제1 물체(1)를 통해 전파되며 제1 물체가 예지(21)와 접촉하는 지점들에서 흡수되며 이에 의해 예지는 에너지 지향기로서 기능을 한다. 그 결과, 예지 주위의 열가소성 물질은 가열되며 유동 가능하게 되며, 시트 물질의 돌출 섹션이 제1 물체의 바디 내로 가압되는 것을 가능하게 한다. 재고화 후, 이것은 제1 물체에 적어도 돌출 섹션의 앵커링으로 이어지며 이에 의해 제1 물체와 제2 물체 사이의 기계적 양각 끼워맞춤 결합(positive-fit connection)으로 이어진다. 결과 배치가 도 3b에 도시된다. 이 도면은 제2 물체 아래에 홀러 이에 의해 언급된 앵커링을 야기하는 물질 부분들(14)을 대략적으로 도시한다.
- [0240] 일 그룹의 실시형태들에서, 제2 물체 아래의 물질 유동이 대략 성형된 앤빌 구조에 의해 지원되며 및/또는 지향된다. 이것의 원리가 - 이것은 본 텍스트에서가 아닌 다른 도면들을 참조로 기술된 실시형태들을 포함하는(상기 다른 도면들은 이러한 앤빌 구조를 명시적으로 도시하지 않음), 원위측, 즉 소노트로드가 충돌하는 측과 반대측

으로부터 고정 위치의 접근을 가능하게 하는 본 발명의 임의의 실시형태에서 사용될 수 있는 - 도 114에 개략적으로 도시된다. 앤빌(600)은 고정 공정 동안 제2 물체를 지지하기 위해 사용된다. 앤빌(600)은 단지 평평한 것과는 상이하며 그러나 지향 돌출부(directing protrusion)(601) 및 그 주위의 수용 오목부(receiving depression)(602)를 포함한다. 화살표들에 의해 도 115에 도시된 바와 같이, 지향 돌출부(601)는 제2 물체의 원위부에서 열가소성 물질을 강화하는 것을 도우며 이에 의해 전체 안정성을 향상시키며 요구되는 침투 깊이를 감소시킨다.

[0241] 도 4a 및 4b의 실시형태에서, 제1 물체는 패널형이 아니라 다소 단추형(stud-like)이다. 열가소성 물질의 부분(15)에 추가로 이것은 공정 동안 적용되는 상태들 하에서 액화 가능하지 않은 물질의 보강제 부분(reinforcer portion)(16)을 갖는다. 특히, 보강제 부분은 금속성일 수 있다. 도시된 실시형태에서, 보강제 부분(16)은 부싱(bushing)이며, 선택적으로 이것에 추가 부재를 고정하는 것을 가능하게 하는 스레드(thread) 또는 다른 구조를 가질 수 있다. 특히 도 4b에 도시된 바와 같이, 이러한 보강제 부분(16)은 그것이 가질 수 있는 다른 기능(예를 들면, 언급된 바와 같이, 그것에 추가 요소를 고정하기 위해 적합한 것과 같은)에 추가로 제1 물체와 제2 물체 사이의 연결부에 대한 추가적인 기계적 안정성을 또한 가져올 수 있다. 예를 들면, 도시된 구성에서와 같이, 이것은 천공부 내로 연장할 수 있으며 이에 의해 그에 작용하는 가능한 전단력들에 대해 제1 물체와 제2 물체 사이의 연결부를 안정화시킨다.

[0242] 보강제 부분(16)의 추가 기능은 그것이 열가소성 물질을 원위방향을 향해 그리고 옆으로 강제로 흐르게 함에 의해 열가소성 물질의 흐름의 제어를 돕는 것이다. 이에 의해 보강제 부분(16)은 도 114를 참조로 기술된 앤빌과 유사한 기능을 가지며, 차이는 위치가 원위부로부터 접근 가능할 필요가 없다는 것이다.

[0243] 도 4a/4b의 하나와 같은 일부 실시형태들에서, 보강제 부분 주위의 열가소성 물질이 액화되며 이에 의해 보강제 부분의 위치를 불안정하게 만드는 어떤 상황을 방지하기 위해 기계적 진동이 직접 보강제 부분 내로 결합되지 않는 것을 보장하는 것이 유리할 수 있다. 이를 위해, 제1 물체와 소노트로드는, 예를 들면 도 87-91을 참조로 이하에서 기술된 바와 같이, 커플링면이 보강제 부분 주위의 영역들로 제한되도록 성형될 수 있다.

[0244] 일 그룹의 실시형태들에서, 방법은 추가의 커넥터 피스(3)를 제공하는 추가 단계를 포함하며, 이것은 처음에 제1 물체 및 제2 물체로부터 분리되며 고정(securing)의 방법에서 모노리식 어셈블리(monolithic assembly)를 형성하기 위해 제1 물체 및 제2 물체와 함께 조립된다. 도 5a는 이러한 커넥터 피스(3)의 실시예를 도시한다. 커넥터 피스는 도시된 실시형태에서 원위 팁(distal tip)과 측방향 주위를 따라 리테이닝 구조물들(retaining structures)(31)을 갖는다. 제1 물체 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계에 앞서, 소노트로드(6)는 커넥터 피스 내로 에너지와 가압력을 결합하여 커넥터 피스를 제1 물체(1) 내로 추진(driving)하기 위해 사용되며, 제1 물체의 물질은 커넥터 피스(3)가 그것과 접촉하는 곳에서 흡수된 기계적 에너지에 의해 국부적으로 액화된다. 일단 커넥터 피스(3)의 근위 단부면이 제1 물체(1)의 근위 방향으로 향하는 면(11)과 같은 높이에 있게 되면, 공정은 도 3a 및 3b를 참조로 기술된 바와 같이 계속된다. 적절한 소노트로드 설계에 의해 (예를 들면 이후 기술되는 도 11 및 도 12 참조), 커넥터 피스가 제1 물체 및 제2 물체의 어셈블리 내로 추진되는 깊이가 설정될 수 있다. 리테이닝 구조물들은 조립된 상태에서 액화된 그리고 재고화된 열가소성 물질에 의해 관입될 것이며, 이에 의해 이들은 추가적인 기계적 안정성을 가져온다. 도 5b는 공정 후 어셈블리를 도시한다.

[0245] 커넥터 피스(3)는 전술한 유형의 보강제 부분과 유사한 기능을 가질 수 있으며, 보강제 부분의 특성들을 참조로 본 명세서에서의 교시들은 커넥터 피스들에 대해 또한 적용 가능할 수 있으며, 반대도 마찬가지이며, 주요 차이점은, 커넥터 피스와는 대조적으로, 보강제 부분이 처음에, 장치 내로의 에너지 결합에 앞서, 제1 물체의 부분이라는 점이다.

[0246] 도 6, 7, 및 8은 커넥터 피스(3)의 (또는 보강제 부분들의) 변형예들을 도시한다. 도 6의 커넥터 피스(3)는 추가 부재가 그것 상으로 클립 고정될 수 있는 부착 궤(attachment peg)(32)를 갖는다. 선택적으로, 고정 공정 후, 이것은 이하에서 도 14a-14c를 참조로 기술되는 고정 클립들과 유사한 기능을 가질 수 있으며, 차이점은 추가 부재가 클립 고정되는 부분이 커넥터 피스(3) (또는 보강제 부분)의 부분이며 열가소성 부분의 부분이 아니라는 점이다.

[0247] 도 3의 커넥터 피스(3)를 갖는 공정에 대해서는, 부착 궤(32)가 소노트로드와 직접 접촉하지 않도록 링 소노트로드(관형 소노트로드; 도 13 이하 참조)를 사용하는 것이 유리할 수 있다.

[0248] 도 5a의 실시형태에 대한 또 다른 차이점으로서, 상기 차이점은 부착 궤와는 관계가 없으며, 원위 단부는 팁을 갖지 않지만 원위방향을 향하는 에지(33)를 가지며 이것은 팁과 유사한 기능을 갖지만 열가소성 물질이 원위



방향으로 흐르는 경향을 증가시킴에 의해 물질 흐름 제어에 대한 영향을 미칠 것이다 - 어셈블리 상황에 의존하면서, 이것은 요구되거나 또는 요구되지 않을 수 있다.

- [0249] 도 7의 실시형태의 커넥터 피스(3)는 내부 스레드(inner thread)(39)와 외부 리테이닝 구조들(31)을 갖는 부싱이다.
- [0250] 도 8의 실시형태에서, 커넥터 피스는 원위 팁(36) 및 리테이닝 구조물(31)에 추가로 - 그리고 이들과는 독립적으로 - 열가소성 물질의 유동 제어에 기여하는 근위방향으로 향하는 플랜지 부분(35)을 갖는 헤드부(34)를 갖는다. 특히, 이것은 제1 물체(1)의 열가소성 물질이 보다 근위의 위치들에서 옆으로 흐르는 것을 방지하며, 이에 의해 제2 물체(2)가 배치된 곳에서 그것이 강제로 흐르도록 하며, 따라서 보다 확고한 기계적 고정에 기여한다.
- [0251] 도 9를 참조하면, 유사한 원리가 도시되지만 제1 물체의 열가소성 물질에 의해 구성되는 플랜지 부분(18)을 가지며 - 또한 이것은 적어도 초기에는 유동 제어가 옆으로의 흐름을 방지하게 한다. 예를 들면, 제1 물체의 열가소성 물질에 부착된 비열가소성 플랜지 부분과의 조합들이 가능하다.
- [0252] 도 10의 변형예에서, 제1 물체(1)는 보강제 부분(16)을 가지며, 그러나 이것은 열가소성 부분(15)의 근위 단부면 위로 근위측에서 돌출하며, 이에 의해 제1 물체는 공정 동안 열가소성 부분(15)에 대해 보강제 부분(16)이 이동되도록 설계되며, 이에 의해 열가소성 부분(15)의 열가소성 물질이 이동된다.
- [0253] 도 10의 실시형태는 보강제 자체가 가소적으로 변형 가능한 물질(plastically deformable material)로 구성되는 경우 특히 유리할 수 있다. 도 16에 도시된 바와 같은 원위 풋부들과 같은 보강제 부분(16)의 원위 부분들은 그것의 원위부에서 열가소성 물질에 의해 야기된 압력에 의해 외향으로 변형되며 이에 의해 앵커링 강도에 기여한다. 여기서, 보강제 부분 자체는 열가소성 물질로 구성될 수 있으며 이것은 보강제 부분(16)이 그럼에도 불구하고 변형 가능한 동안 기계적 진동 및 가압력이 적어도 일부에서 보강제 부분을 통해 전달될 수 있도록 구성된다. 예를 들면, 이를 위해 보강제 부분은 열가소성 부분(15)의 물질보다 더 높은 액화 온도를 갖는 열가소성 물질로 구성될 수 있거나, 또는 동일한 폴리머에 기초하는 물질이지만 그 점성이 더 높도록 더 높은 충전 등급을 갖는 물질로 구성될 수 있다. 대안으로, 이것은 굽힘 가능한 금속으로 구성될 수 있으며, 이 경우 변형될 부분들은 그에 맞춰 충분히 얇다.
- [0254] 보강제 부분(106)을 변형하는 이러한 공정은 예를 들면 도 114에 도시된 바와 같이, 예를 들면 중앙 지향 돌출부(601)를 갖는 앤빌(도 10에는 미도시)에 의해 특히 지원될 수 있다.
- [0255] 도 11, 12, 및 13은 대안적인 소노트로드 설계들을 보여준다. 도 11의 소노트로드(6)는 원위부의 주위 플랜지(61)를 가지며 이것은, 구성에 의존하면서, 열가소성 물질의 측방향 유동을 제한하거나 또는 보강제 부분/커넥터 피스를 그것 또는 양자 주위의 재료와는 상이한 깊이로 가압한다.
- [0256] 도 12의 소노트로드(6)의 원위 돌출부(62)는, 예를 들면 제1 물체의 안내 만입부(오목부)(guiding indentation) 또는 커넥터 피스와 함께, 안내 기능을 가질 수 있으며, 및/또는 커넥터 피스 또는 보강제 부분을 더욱 제1 물체 및 제2 물체의 어셈블리 내로 추진하는 기능을 가질 수 있다. 도 13의 소노트로드(6)는 링 소노트로드이다(ring sonotrode). 대부분의 실시형태들에서, 링 소노트로드는 소노트로드의 원위 아웃커플링 단부면(distal outcoupling end face)이 제2 물체(2)의 돌출 섹션의 측방향 위치들을 덮도록 설계될 것이다.
- [0257] 도 14a-14c에 대해 본 발명의 실시형태들에 적합한 특별한 구성이 기술된다. 구성은 다수의 고정 위치들에서 제2 물체에 추가 물체를 가역적으로 고정하는 것(reversibly fastening)에 관한 것이다. 도 14a는 평평한 표면을 갖는 물체(제2 물체)의 표면에 제거 가능하게 고정될 이러한 추가 물체의 실시예로서 약간 평평한 플레이트 부재(71)를 보여준다. 이러한 구성의 적용은 예를 들면 차체에 많은 플레이트들을 고정하는 것을 포함한다.
- [0258] 본 발명의 실시형태들에 따르면, 그에 반해서, 고정 커넥터들(fixing connectors)이 여기에 기술된 바와 같은 방법에서 제1 물체들(1)로서 (또는 상기 정의된 유형의 커넥터 피스들로서) 제공된다. (도 14a에 도시된 바와 같은) 제1 물체들(1) 또는 (예를 들면 도 6에 도시된 바와 같은) 커넥터 피스들에는 도 14a에서 주위 그루브인 것으로 도시된 클립핑 연결 구조물(clipping connection structure)이 제공되며, 상기 클립핑 연결 구조물은 추가 부재(도 14a에서는 플레이트 부재(71))의 해당 구조물과 협력하여 해제 가능한 클립-온 연결(clip-on connection)을 형성한다. 고정 커넥터들(fixing connectors)을 제2 물체(2)에 고정(securing)하기 위해, 제1 물체들(1)은 제2 물체(2)의 대응 배치된 돌출 부분들과 접촉하게 되고 이들은 추가 부재(도시된 실시형태에서는 플레이트 부재(71))에 고정된다. 그 후, 공정이 이전에 기술된 바와 같이 수행된다. 도 14b에서 이중 화살표(73)에 의해 도시된 바와 같이, 여기서 제1 물체와 돌출 섹션들의 상대 포지셔닝은 매우 정확한 필요는 없으며, 고정(securing)에 악영향을 미치지 않고, 돌출 섹션들의 치수들에 대한 제1 물체의 치수들에 의해 주어지는 공

차들 내에서 변할 수 있다. 따라서, 추가 부재(71)의 부착 구조물들(커넥터 부분들)의 위치들에 대한 부착점들(천공부들 및 변형 섹션들)의 포지셔닝을 위한 공차들은 종래기술 방법들보다 훨씬 더 완화된다. 그럼에도 불구하고, 해제 가능한 클립-온 연결의 위치들은 제1 물체(1) (또는 커넥터 피스들)가 고정 공정 동안 추가 부재에 부착된다는 사실로 인해 정확하게 고정된다. 도 14c는 결과 어셈블리를 도시하며 추가 부재(플레이트 부재(71))는 제2 물체(2)에 해제 가능하게 클립 고정된다.

[0259] 도 15는 제2 물체가 근위 방향으로, 즉 제1 물체를 향해 돌출하는 섹션을 갖지 않는 실시형태를 도시한다. 오히려, 천공부(20)는 편칭되며(또는 천공되며(drilled) 또는 다른 방법으로 제거되며), 그것의 림(rim)은 시트 평면 내에 있다. 이전에 기술된 실시형태들과는 대조적으로, 방법은 단순히 플레이트형 제1 물체를 대해 작동되지 않는다. 오히려, 제1 물체의 형상 및 위치가 적응될 필요가 있다. 보다 구체적으로, 도시된 실시형태에서 제1 물체(1)는 테이퍼링 섹션(101)과 헤드 섹션(102)을 갖는 부착 볼트이며, 테이퍼링 섹션은 천공부로 삽입 및 원위 방향으로 이동시 그것이 제2 물체에 의해 상당한 그리고 증가하는 차이를 만나도록 치수가 정해진다. 에너지가 그것으로 결합되는 동안 소노트로드(6)가 제1 물체를 천공부 내로 가압하는 경우, 이것은 상술한 실시형태들과 유사하게 제1 물체의 열가소성 물질의 액화를 야기할 것이다.

[0260] 동시에, 열가소성 물질 내로 추진되는 커넥터 피스(3) (또는 대안으로 보강제 부분)은 유동 가능한 물질에 외향으로 지향되는 압력을 형성할 것이다. 그 결과, 천공부의 림(rim)은 열가소성 물질 내에 매립되게 된다. 공정은 헤드 섹션(102)의 원위방향으로 향하는 면이 제2 물체의 시트 물질에 인접할 때까지 수행될 수 있다. 제1 물체(1)의 열가소성 물질 내로 추진되는 커넥터 피스(3) (또는 보강제 부분)의 사용된 효과로 인해, 삽입된 섹션(101)의 형상은 반드시 테이퍼링일 필요는 없다.

[0261] 테이퍼링 섹션을 갖는 대신에, 제1 물체는 단차형 또는 천공부의 직경보다 약간 더 큰 직경을 갖는 원통형을 포함하는, 다른 형상들을 가질 수 있다.

[0262] 외부로 향하는 압력을 형성하기 위해 커넥터 피스 또는 보강제 부분을 열가소성 물질 내로 추진하는 단계를 포함하는 실시형태들에서, 커넥터 피스/보강제 부분은 이전에 언급된 바와 같은 구조화된 앤빌의 효과와 유사한 효과를 갖는다. 그러나, 이러한 실시형태들은 이들이 고정 위치가 원위측으로부터 접근할 수 없는 상황들에 또한 적용 가능하다는 이점을 특징으로 한다.

[0263] 도 16의 변형예에서, 천공부 주위의 제2 물체를 구성하는 금속 시트는 제1 물체로부터 떨어져 돌출하는 섹션을 갖는다. 특히, 제2 물체는 도 1a 및 도 1b에 도시된 바와 같이 형성될 수 있으며, (그러나 거꾸로), 따라서 이것은 다수의 텅들을 가지며 이들 사이에 열가소성 물질이 흐를 수 있다. 또한 이러한 실시형태에서, 한편에서의 천공부/변형 섹션의 그리고 제1 물체의 돌출 부분의 치수들은, 제1 물체의 돌출 부분이 천공부에 삽입되는 경우 제2 물체에 대한 제1 물체의 포워드(forward)(원위 운동)에 대한 상당한 저항이 있는 방식으로, 서로에 대해 적응된다. 또한 이러한 실시형태는 본 명세서에서 이전에 논의된 유형의 커넥터 피스 또는 보강제 부분과 결합될 수 있다.

[0264] 도 17a 및 17b는 다수의 천공부들(20)이 근위측으로부터 떨어져 돌출하는 공통의 변형 섹션 내에 배치되는 제2 물체의 실시예를 도시한다. 도 15 및 16에 도시된 유형의 단일의 제1 물체(1)는 이전에 기재된 바와 같은 공정예에 의해 이러한 변형 섹션에 의해 형성되는 딥트(dint)에 앵커링될 수 있다.

[0265] 적용들은 예를 들면 자동차 산업 또는 항공 산업에서 금속 부품(제2 물체가 금속 부품이거나 또는 그 부분임)에 플라스틱 부품을 고정하는 것을 포함한다. 예를 들면, 자동차 산업에서, 플라스틱 또는 복합재들의 경량성 부품들이 종종 차체에 부착되어야 한다.

[0266] 모든 기술된 실시형태들이 일반적으로 제1 물체의 측으로부터(도면들에서 상부로부터) 어셈블리 내로 기계적 에너지의 커플링에 의존하는 반면에, 기계적 진동 에너지가 제2 물체 내로 결합되는 실시형태들이 또한 가능하다. 예를 들면, 도 3a의 하나와 같은 구성에서, 소노트로드(6)는 도면에서 하부측으로 도시된 측으로부터 작용할 수 있다.

[0267] 도 18a-24는 특히 일측, 즉 근위측(도면들에서 상부로서 도시된)으로부터만 접근성(accessibility)을 갖는 상황들에서, 제1 물체에 의해 제2 물체에 제3 물체를 고정하는 것을 포함하는 그룹의 실시형태들을 도시한다. 이들 모든 실시형태들에서, 제3 물체(8)가 평평한 CFK 부분으로서 도시된다. 그러나, 이러한 그룹의 실시형태들은 제3 물체들이 예를 들면 금속성 또는 세라믹 물질 또는 플라스틱으로 이루어지거나(이것은 예를 들면 공정 동안 도달되는 온도에서 액화되지 않는다는 의미에서 액화 가능하지 않은) 또는 컨스트럭션에서 사용되는 임의의 다른 적절한 물질로 이루어지는 경우 또한 작동된다. 또한, 제2 물체는 금속 시트로서 도시된다. 그러나, 방법은

천공부 주위에 에지를 형성할 수 있는 다른 물질들에 대해서도 작동될 수 있다. 방법들은 제2 물체 및 제3 물체가 상이한 열팽창 계수들을 갖는 구성들에 대해 특히 유리하며; 그러나 방법이 유용하게될 필요조건은 아니다.

- [0268] 도 18a의 제1 물체(1)는 제2 물체(2)에 제3 물체(8)를 고정하기 위한 커넥터로서 기능한다. 제1 물체는 열가소성 물질로 이루어진 부분(15)과 예를 들면 금속으로 이루어진 비액화성 코어 부분인 보강제 부분(16)을 갖는다. 코어 부분(16)은 제1 물체의 헤드 부분(91)을 형성하며 샤프트 부분의 내부에서 진행된다. 도시된 구성에서, 코어 부분(91)은 전체 샤프트를 따라 열가소성 물질 부분(15)에 의해 코팅되며, 그러나 단지 부분 코팅으로서 열가소성 물질 부분을 제공하는 것이 가능할 것이며, 예를 들면 코어 부분의 원위 단부를 코팅 없이 남기거나 또는 주변부 주위의 어떤 섹션들을 코팅 없이 남기는 것도 가능할 것이다.
- [0269] 제3 물체는 관통 개구부인 제3 물체 개구부(81)를 갖는다. 제2 물체(2)는 도 16에 도시된 형상과 실질적으로 유사한 형상을 갖는다. 천공부의 직경(도 1b 비교)은 제3 물체 개구부의 직경보다 더 작다. 특히, 샤프트 부분(92)의 횡단면은 그것이 개구부를 통해 끼워지지만 천공부를 통해 끼워지지 않도록 구성된다.
- [0270] 제1 물체가 개구부를 통해 삽입되며 이에 의해 동시에 기계적 진동 에너지가 제1 물체(1) 내로 결합되는 소노트로드(6)에 의해 제2 물체에 대해, 원위 방향에 대해 가압된 후, 열가소성 물질이 유동 가능해진다. 공정은 헤드 부분(91)이 제1 물체의 전진 운동(원위 방향으로의 운동)을 정지하게 할 때까지 계속된다. 이때, 진동 에너지 입력은 중지되며 소노트로드(6)는 제거된다. 도 18b는 블라인드 리벳형 꽃부를 형성하는 제2 물체의 원위부로 흐르는 물질 부분들(14)을 갖는 결과를 도시한다. 따라서, 도 18b의 구성에서, 제1 물체는 공정 후 리벳을 형성하며, 제2 물체 및 제3 물체는 이러한 꽃부와 헤드부(91) 사이에 클램핑된다. 사용된 열가소성 물질의 유리전이온도가 실온과 약 160℃ 사이의 어딘가에 있는 경우, 리벳 연결은 예를 들면 페인팅/라커의 전착 공정(electrodeposition process)에서 상이한 열팽창 계수를 보상한다는 면에서 전술한 이점을 갖는다. 실시예로서, 아크릴로니트릴은 약 130℃-140℃의 유리전이온도를 갖는다.
- [0271] 도 19는 코어 부분(16)이 원위 편칭 에지(93)를 갖는 제1 물체의 변형예를 도시한다. 이러한 원위 편칭 에지는 공정에서 천공부를 편칭하기 위해 사용될 수 있다.
- [0272] 또 다른 변형예로서, 도 20은 원위 피어싱 팁(piercing tip)(94)을 형성하는 (금속성) 코어 부분을 갖는 제1 물체를 도시한다. 이러한 피어싱 팁은 제2 물체를 형성하는 금속 시트를 피어싱(천공)함에 의해 (도 18a에 도시된 바와 같은) 마우스 주위에 변형부를 포함하는 천공부를 야기하도록 사용될 수 있다.
- [0273] 피어싱을 포함하는 실시형태들에서, 선택적으로 허리 모양 부분(96)이 존재할 수 있으며 따라서 피어싱 단계 후 시트 부분이 코어 부분을 더 이상 클램핑하지 않으며, 상대 진동이 가능해진다.
- [0274] 양 실시형태들, 도 19의 실시형태 및 도 20의 실시형태에서, 공정은 대체로 도 18a 및 18b를 참조로 기술된 바와 같이 편칭/피어싱 단계 후 계속될 수 있다.
- [0275] 도 21은, 또 다른 변형예로서, 코어 부분 또는 다른 보강제 부분을 갖지 않지만 열가소성 물질로 구성되는 제1 물체에 의해 제2 물체에 제3 물체를 고정하는 것을 포함하는 실시형태들의 그룹에 대해 적합한 제1 물체를 도시한다. 또한 이 실시형태에서, 헤드 부분(91)은 샤프트 부분(92)에 추가로 옵션으로서 존재할 수 있다.
- [0276] 도 22의 실시형태는 조합으로 또는 그들 자체로, 또는 서로 독립하여 실현될 수 있는 또 다른 특징을 보여준다.
- [0277] - 코어 부분(16)은 양각 끼워맞춤 결합(여기서는: 축방향으로 상대 운동에 대해)을 형성하기에 적합한 또는 코어 부분(16)과 열가소성 물질 부분(15) 사이의 연결부를 개선하기에 적합한 구조물들(95)을 포함한다.
- [0278] - 코어 부분은 작은 축방향 연장부(근원 축을 따르는 연장부)를 가지며 따라서 이것은 반드시 천공부를 통해 도달하는 것은 아니다. 보다 일반적으로, 상당한 전단력이 제2 물체와 제3 물체 사이에 예상되는 구성들에서, 이러한 코어 부분이 개구부와 천공부 둘 다를 통해 도달되는 것이 유리할 수 있지만, (만약에 있다면) 코어 부분의 특별한 연장부/치수의 요건은 없다.
- [0279] 도 23의 변형예에서, 천공부 주위의 제2 물체는 제3 물체로부터 떨어져 돌출하도록 구부러지지 않으며(도 18a에 도시된 것과는 대조적으로) 본질적으로 평평하다.
- [0280] 도 23의 것과 같은 실시형태에서 그 설명이 엔빌을 언급하지 않는 실시형태들을 포함하는 본 발명의 많은 실시형태들에서 엔빌이 유리할 수 있지만, 이전에 기술된 바와 같은 대응 표면 구조를 갖는 엔빌이 에지(21)을 따라 제2 물체의 부분들의 원위부로 물질 흐름을 지향시키기 위해 특히 유리할 수 있다.
- [0281] 도 24의 변형예에서, 제2 물체는 대체로 도 17a 및 17b를 참조로 기술된 바와 같은 형상을 가지며, 하나의 큰

돌출부 대신에 작은 다수의 돌출부들을 갖는다.

- [0282] 도 25a는 제1 물체(1)에 의해 제2 물체(2)에 제3 물체(4)를 고정하기 위한 구성의 실시예를 도시하며, 제2 물체 및 제3 물체 둘 다 일반적으로 평평한 시트 부분을 가지며, 상기 시트 부분은 에지를 갖는다.
- [0283] 도 25a의 실시형태에서, 제2 물체는 그를 따라 제2 물체 에지(21)가 진행되는 제2 물체 천공부(20)를 가지며, 제3 물체(4)는 그를 따라 제3 물체 에지(41)가 진행되는 제3 물체 천공부(40)를 갖는다. 천공부를 따라, 각각의 물체들(2, 4)은 변형되며 따라서 시트 물질은 각각의 시트 평면으로부터 떨어져 돌출한다.
- [0284] 물체들(1, 2, 4)은 제1 물체가 제2 물체와 제3 물체 사이에 끼워지며 제2 물체와 제3 물체의 시트 물질이 제1 물체(1)를 향해 돌출하도록, 즉 제2 물체(2)에 대해서는 근위측을 향해 돌출하며, 제3 물체(4)에 대해서는 원위측을 향해 돌출하도록 배치된다.
- [0285] 공정 동안, 대향 가압력들은 제2 물체와 제3 물체에 인가되며, 이에 의해 제1 물체는 제2 물체와 제3 물체 사이에 클램핑된다. 동시에, 기계적 진동 에너지는 어셈블리 내로 결합된다. 이를 위해, 예를 들면 진동 소노트로드(6)가 제3 물체(4)를 제1 물체(1)에 대해 가압하며, 이에 의해 제1 물체(1)는 제2 물체의 에지(21)에 대해 가압되며, 이것은 차례로 법선력으로서 반대 가압력을 인가하는 비진동 지지체(7)에 대해 배치된다.
- [0286] 도 25a의 실시형태에서, 진동은 제3 물체를 통해 장치 내로 결합된다. 진동의 시작에서, 물질 부분들이 유동 가능해지기 전에, 제3 물체의 진동은 제1 물체가 진동하도록 또한 야기한다. 물체들의 파라미터들(각도  $\alpha$ , 에지의 날카로움, 에지의 길이, 물질들의 강성도, 등)이 적절하게 선택되는 경우 제2 물체 에지(21)에 대한 경계면에서의 가열 공정이 그것이 제3 물체 에지(41)에 대한 경계면에서 시작하기 전에 또는 대략 동시에 시작한다. 특히, 제2 물체 에지(21)는 제3 물체 에지(41)보다 경계면에서 에너지를 흡수하는 더 강한 경향을 갖도록(예를 들면 더 가파르게 됨에 의해) 형성될 수 있다. 이에 의해, 진동이 제3 물체로만 결합되는 경우라도 제1 물체에 서의 제2 물체 및 제3 물체 둘 다의 앵커링이 달성될 수 있다.
- [0287] 도 25b는 에너지 입력이 정지한 후의 상황을 도시하며, 유동부(14)는 제2 물체 및 제3 물체의 에지들을 따라 흐르는 하위 부분들(sub-portions)을 갖는다.
- [0288] 도 26에 도시된 변형예에 따르면, 제2 물체(2) 및 제3 물체(4) 둘 다는 기계적 진동을 받으며, 제2 물체(2), 제1 물체(1), 및 제3 물체(4)의 어셈블리는 대향 가압력들을 인가하는 2개의 소노트로드들(6.1, 6.2) 사이에 클램핑된다. 이 실시형태는 제2 물체와 제3 물체의 에지들의 특성들에 덜 민감하다.
- [0289] 도 27-29는 예를 들면 도 25a를 참조로 논의된 바와 같은, 단지 일측으로부터만 에너지 입력을 갖는 비대칭 구성들에 대해, 에너지 흡수에 영향을 주기 위해 어떻게 에지의 특성들이 변화될 수 있는지를 도시한다. 변할 수 있는 파라미터들은 경사도(각도  $\alpha$ , 도 27), 에지의 길이(도 28), 에지의 날카로움(도 29) 등을 포함할 수 있다.
- [0290] 도 30은 제2 물체와 제3 물체가 대향측들로부터 제1 물체와 접촉하게 되는 실시형태의 다른 실시예를 도시한다. 그러나, 도 25a 및 26의 실시형태들과는 대조적으로, 제1 물체는 적어도 하나의 돌출부 - 도시된 실시형태에서는 2개의 융기부들(117, 118) -를 포함하며, 이것은 제2/제3 물체의 에지(21, 41)가 가압되는 각각의 근위방향으로/원위방향으로 향하는 면(11, 12)으로부터 돌출한다. 융기부들(117, 118)(또는 다른 돌출부(들))은 그들의 높이가 에지를 따르는 각 변형 섹션의 높이  $h$  (도 1b 참조)보다 더 높게 또는 같게 또는 단지 약간 더 작게 설계된다. 소노트로드들(6.1, 6.2)이 제3 및 제2 물체들(4, 2)에 대해 가압되는 경우, 따라서 이들은 소노트로드와 직접 접촉하게 되며 따라서 공정 동안 기계적 진동 에너지가 그들의 단부 부분들(113, 114)에 충돌하며, 이에 의해, 도 30에서 화살표들에 의해 도시된 바와 같이, 이들 단부 부분들에서 물질은 유동 가능하게 되며 에지를 따라 공간들을 채울 수 있다. 도시된 높이의 돌출부들에 대한 추가로 또는 대안으로, 각각의 소노트로드(6.1, 6.2)에는 돌출부가 제공될 수도 있다.
- [0291] 돌출부와 소노트로드 사이의 경계면에 형성된 유동 가능한 물질은, 예를 들면 양각 끼워맞춤 결합에 기여함에 의해, 제1 물체에 대한 제2/제3 물체의 고정에 기여할 수 있다.
- [0292] 도 30의 개념은 예를 들면 소노트로드를 향하는 제1 물체의 일측에만 돌출부를 제공함에 의해, 또는 양측에 돌출부를 제공함에 의해 단지 하나의 소노트로드를 갖는 구성들(도 25a 비교)에 적용될 수 있으며, 소노트로드로부터 멀어지는 쪽을 향하는 측은 에너지 지향 구조물들을 가지며 또는 그렇지 않으면 소노트로드를 향하는 측보다 기계적 진동 에너지를 흡수하기 위해 더 경사지도록 설계된다.
- [0293] 도 30의 실시형태는 소노트로드가 제2 물체(2)(또는 제3 물체)에 작용하는 동안 소노트로드와 직접 접촉하는 제



1 물체의 부분(특히 돌출부)의 개념의 실시예이며 따라서 유동부의 하위 부분은 소노트로드(6)와 제1 물체(1) 사이의 경계면에 형성되어 공간들을 채운다.

[0294] 이러한 개념은 제2 물체 및 제3 물체 둘 다에 공정 동안 제1 물체 물질 내에 매립되는 에지들이 제공되는 원리에 따르지 않는 구성들에 또한 사용될 수 있다. 오히려, 이것은 단지 제1 물체가 제2 물체에 고정되는 실시형태들에 또한 적용될 수 있다 (그리고 제1 물체는 선택적으로 임의의 추가 물체를 위한 앵커로서 기능하도록 구성될 수 있다). 이것은 개략적으로 도 31에 스케치된다. 이러한 구성에서, 소노트로드는 제2 물체의 측으로부터 작용하며(도 31에서 하부측) 제2 물체(2)와 제1 물체(1)의 어셈블리를 비진동 지지체(도 31에 미도시)에 대해 가압한다.

[0295] 제1 물체의 단부 부분들이 유동 가능해지도록 야기되는 도 30 및 31의 것들과 같은 실시형태들에서, 단부 부분들은 이러한 액화를 돕는 형상들을 선택적으로 가질 수 있다. 도 31a는 감소된(도 31a의 방향에서 아래쪽의) 에지를 갖는 관형 부분(17)이 단부 부분을 형성하는 해당 실시예를 개략적으로 도시한다. 이러한 형상은 에너지 지향 효과를 야기할 것이며, 그리고 관형 부분과 소노트로드 사이의 접촉부에서의 액화가(또는, 다른 구성에서는, 소노트로드가 도 31a에서 관형 부분과 비진동 지지체 또는 제2 물체의 부분 또는 다른 비진동 물체 사이에서, 상부측이 되도록 도시된 측으로부터 작용하는 경우) 도 30 및 31에 도시된 바와 같은 형상들에 대해서보다 더 신속하게 시작될 것이다.

[0296] 도 32는 제2 물체 및 제3 물체(2, 4)가 동일측으로부터 제1 물체(1)와 접촉하게 되는 것을 포함하는 하위 그룹의 실시형태를 도시한다. 도 32에서, 제2 물체(2) 및 제3 물체(4) 둘 다는 천공부(20, 40)를 가지며, 그 주위에 시트 물질이 제1 물체(1)를 향해 돌출하도록 변형된다. 제1 물체에 의한 제2 물체와 제3 물체를 함께 고정하기 위해, 제2 물체와 제3 물체는 포개져 배치되며, 천공부들은 대략 동심으로 배치된다.

[0297] 도 32의 구성에서, 도 3a와 유사하게, 제3 물체가 비진동 지지체에 대해 배치되는 동안, 진동이 열가소성 물질에 에지들(21, 41)을 매립하기 위해 제1 물체 및 제2 물체로부터 멀어지는 쪽을 향하는 측으로부터 제1 물체에 작용할 수 있다. 기계적 진동이 제3 물체측으로부터 또는 양측으로부터 충돌하도록 야기하는 것이 또한 가능할 것이다.

[0298] 도 33의 변형예에서, 제1 물체에 의해 서로 고정될 제2 물체와 제3 물체는 서로 포개져 배치되지 않으며 서로의 옆에 배치된다. 이 실시형태에서, 제2 물체는 천공부를 갖지 않는다. 오히려, 시트부의 주위 에지(21)가 공정을 위해 사용된다. 제3 물체 주위 에지(41)가 제2 물체 주위 에지(21)에 인접하여 배치되며, 에지들은 공정에 의해(도 3a/3b와 유사하게) 열가소성 물질 내에 매립되어 제1 물체, 제2 물체 및 제3 물체를 서로에 대해 고정한다.

[0299] 에지가 천공부를 따르는 에지가 아니라 특히 주위 에지인 구조들에서는, 그를 따라 에지가 진행하는 주위 부분에 굴곡 구조 또는 코너를 갖는 구조가 제공되어 에지가 곧게 연장하지 않는 경우 유리할 수 있다. 이것은 특히 면내 힘들(전단력들)이 물체들 사이의 연결부에 작용하도록 예상될 수 있는 경우이다. 도 34a는 서로 인접한 제2 물체(2)와 제3 물체(4)의 주위 부분들을 매우 개략적으로 도시하며, 주위 부분들에는 여기서는 웨이브형 형상의 일부로서 굴곡부가 제공된다. 이로 인해, 면내 x 및 y 양 방향들로의 면내 힘들은 연결부에 의해 흡수될 수 있다.

[0300] 도 34b에 도시된 바와 같이, 이러한 주위 부분의 비직선 구조는 도 33에서와 같이, 제3 물체(4)가 제2 물체(실선) 옆에 배치되는 경우만 유리할 수 있을 뿐만 아니라, 접선은 공정에 의해 제2 물체에 고정될 제3 물체의 또 다른 가능한 구조를 보여준다.

[0301] 도 3a, 33 등을 참조하면 기계적 진동 에너지를 제2 물체(및 적용 가능한 경우 제3 물체)와의 경계면으로 전달하기 위해 기계적 진동 에너지를 제1 물체 내로 연결하는 원리가 기술되었다. 여기서, 파라미터들은 일반적으로 열가소성 물질이 소노트로드와 접촉하여 실질적으로 액화하지 않도록 선택될 것이다. 도 30 및 31은 소노트로드-제1-물체-경계면에서의 이러한 타겟화된 액화하는 대조적으로 구조물들을 채우기 위해 열가소성 물질의 또 다른 부분들을 액화시키기 위해 사용되는 실시형태들을 기술한다.

[0302] 도 35a 및 35b는 이러한 경우의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다. 도 34a에는, 소노트로드가 도시되며 유동 가능하게 하고 제1 물체의 에지 부분을 변형하고 유동 가능한 물질의 흐름을 측방향으로 제한하기 위해 설치된 경사진 건부를 갖는 주위 돌출부(64)를 갖는다. 이것은 제1 물체 및 제2 물체(그리고 적용 가능한 경우 제3 물체)를 포함하는 어셈블리의 잘 정의된 스무스한 에지로 이어질 것이다.

[0303] 도 35a 및 35b에는 추가의 선택적인 특징이 도시되며 이것은 '소노트로드-제1-물체-경계면'에서의 액화' 및/또는 제한 특징들에 관계 없이 구현 가능하다. 그러나 이러한 선택적인 특징과 돌출부에 의해 야기된 잘 정의된

형상 또는 다른 전용 소노트로드 형상과의 조합은 특별한 실시형태들에서 특별한 이점들을 가질 수 있다. 이러한 추가의 선택적인 특징은 제2 물체(2)가 제1 물체를 향해 돌출하는 변형 에지를 가지며, 상기 에지는 제2 물체의 전체 주변부를 따라 진행하며 제1 물체 물질 내에 전체적으로 매립된다는 것이다(도 35b). 따라서, 제2 물체의 (도 35a 및 35b에서 근위방향으로 향하는, 상부의) 표면과 제1 물체의 표면(도 35a 및 35b의 구성에서 원위방향으로 향하는 표면) 사이의 경계면은 완전히 밀봉된다. 부재(미도시)가 예를 들면 제1 물체를 향하는 표면에서 제2 물체에 부착되는 경우, 접근법은 부재를 완전히 밀봉하고 부재를 수분과 다른 가능한 환경 영향들로부터 보호하는 포장물(package)을 낳는다.

[0304] 제2 물체의 전체 주변부가 제1 물체의 열가소성 물질 내에 매립되도록 야기하는 이러한 특징은 (도 35a 및 35b에서 도시된 바와 같은) 제3 물체(4)를 고정하는 것과 조합으로 행해질 수 있으며 또는 이러한 조합 없이, 즉 열가소성 물질 내에 매립될 에지를 구비한 시트형 부분을 갖는 제3 물체가 없는 구성에서 행해질 수 있다.

[0305] 도 36은 제2 물체에 기계적으로 고정될 제1 물체(1) (또는 다수의 제1 물체들)의 또 다른 실시형태를 도시한다. 이러한 또 다른 실시형태는 열가소성 물질이 에지와 접촉하여 유동 가능하게 될 뿐만아니라 제2 물체의 또 다른 부분과의 접촉면에서 또한 유동 가능하게 되는 실시형태의 실시예이다. 특히, 도시된 실시형태에서 제2 물체는 예를 들면 본질적으로 평평한 금속 제1 시트에 의해 구성되는 제1 부분(24)과 에지를 포함하며 여기서 제1 금속 시트에 부착된 제2 금속 시트에 의해 형성될 수 있으며 그리고 적어도 하나의 험프(hump)를 형성하며 험프의 상부에 천공부를 갖는 제2 부분(25)을 갖는다. 제1 물체는 헤드 부분(102)과 샤프트 부분(103)을 가지며, 공정을 위해 샤프트 부분은, 샤프트 부분(103)의 원위 단부가 제2 물체의 제1 부분(24)에 인접하며 및/또는 헤드 부분에 의해 형성된 원위 방향으로 향하는 건부가 제2 물체의 제2 부분의 에지에 인접할 때까지, 천공부를 통해 삽입된다. 기계적 진동 에너지가 충돌하는 경우, 둘 다, 에지가 열가소성 물질 내에 매립되게 되며 샤프트 부분의 원위 단부가 변형 가능하게 되며 샤프트 부분이 측방향으로 확장되기 위해 외향으로 가압되며 따라서 제1 물체가 일종의 블라인드 리벳 효과에 의해 추가적으로 앵커링된다. 이를 위해, (제2 물체의 제1 부분과 제2 부분 사이의) 험프 아래에 정의된 체적의 상당한 부분이 열가소성 물질에 의해 채워지도록 샤프트 부분의 치수들은 선택적으로 구성될 수 있다.

[0306] 제2 물체의 제1 부분(24)은 기술된 접근법에 의한 도 36의 것과 같은 실시형태들에서 전술한 유형의 앤빌로서 작용할 수 있다. 선택적으로, 이것은 앤빌이 유동 안내 구조를 형성하기 위해 이전에 기술된 바와 같이 변형될 수 있다. 또 다른 대안예에 따르면, 이것은 앤빌 기능을 갖는 별개의 아이템으로 대체될 수 있다.

[0307] 도 36에서, 오른쪽에 도시된 제1 물체(1)는 공정 후에 도시되며, 원위 단부를 향하며 에지를 갖는 경계면에서의 부분들을 포함하는 유동부(14)를 갖는다.

[0308] 도 37은 도 36의 것과 같은 실시형태에 대한 제1 물체가 붕괴(축소) 가능한(접힐 수 있는)(collapsible) 옵션을 도시하며, 디폴트 붕괴 위치를 형성하는 목(neck) 부분(105)을 갖는다.

[0309] 도 30, 31, 36, 37의 실시형태들의 변형예들에서, 유동 지향 방식으로 작용하기 위하여 부분(제2 물체 부분, 소노트로드, 앤빌)과 협력하기 위하여, 제1 물체의 원위 단부는 도 31a에 도시된 것과 유사하게 형성될 수 있다.

[0310] 도 38은 본 명세서에 기술된 방법의 실시형태들의 공정 다이어그램을 도시한다. 곡선 121은 제1 물체와 제2 물체 사이에 인가된 가압력을 나타내며, 곡선 122은 진동 에너지 출력을 나타내며, 둘 다 시간의 함수로서 나타낸다. 도 38에 도시된 바와 같이, 선택적인 제1 단계 125 (프리-가압(pre-pressing))에서, 제1 물체는 어떤 진동 작용 없이 제2 물체에 대해 가압되며, 상기 제1 단계는 짧을 수 있으며 또는 심지어 생략될 수도 있다. 이러한 제1 단계는, 예를 들면, 소노트로드와 물체 사이에 효율적인 커플링이 존재하여, 예를 들면 이에 의해 소노트로드와 제1 물체 사이의 경계면에서의 용융을 방지할 수 있도록, 진동이 시작되는 경우, 가압력 및 이에 의해 소노트로드와 제1 물체 (또는, 적용 가능한 경우, 어셈블리의 제2 또는 다른 물체) 사이의 결합력이 존재하는 것을 확실하게 하기 위해 유리할 수 있다. 제2 단계 126에서, 가압력이 유지되는 동안 진동이 어셈블리 내로 결합된다. 구성에 의존하면서, 도시된 바와 같이 일정한 대신에 가압력은 전용 프로파일을 따른다. 제3 단계 127 (포스트-가압 단계(post-pressing phase))에서, 진동은 꺼지지만, 가압력은 유동부가 어떤 바람직하지 못한 루스닝(loosening) 또는 스프링-백 효과(spring-back effects) 등을 방지하기 위하여 충분한 정도로 재고화될 때까지 약간 더 긴 시간 동안 유지된다. 이러한 제3 단계 127 동안, 제2 물체는 에지를 따라 제1 물체 내로 훨씬 더 가압될 수 있다. 이를 위해, 선택적으로(점선), 가압력이 제3 단계 동안 심지어 상승될 수 있다.

[0311] 도 39는 이전에 기술한 구성들(예를 들면 도 3a의 구성)과 유사한 구성을 도시하지만, 추가적인 부재를 가지며: 가압력 및 기계적 진동을 인가하는 단계 전에 제1 물체와 제2 물체에 대해 엘라스토머 밀봉 부재(elastomeric

sealing element)(131)가 배치된다. 상기 밀봉 부재는 액화(유동 가능하게 하는) 시작 후 가압력과 이에 의해 야기되는 제1 물체와 제2 물체의 상대 운동이 여기서는 제1 물체와 제2 물체 사이의 밀봉 부재(131)를 압축하는 지점에 배치된다. 이에 의해, 추가적인 밀봉 효과가 달성된다. 도시된 구성에서, 밀봉 요소(131)는 제2 물체에서 천공부(20)를 둘러싸는 밀봉 링이며, 이에 의해 제1 물체와 제2 물체 사이의 연결부가 제1 물체측(도 39의 상부측)을 향해 완전히 밀봉된다.

[0312] 또한 제1 물체와 제2 물체 사이에서 압축된 밀봉 부재를 갖는 실시형태들에서, 공정 다이어그램은 도 38에 도시된 것과 유사할 수 있으며, 그러나 제3 단계(포스트-가압 단계)는, 유동부가 충분히 경화되지 않는 경우 밀봉 요소에 의해 야기될 수 있는 스프링-백 효과 때문에, 특히 길 수 있다.

[0313] 가압력과 진동의 시작 전에 밀봉 요소(131)가 제1 물체와 제2 물체에 대해 배치되는 실시형태의 다른 실시예가 도 41에 도시된다. 이러한 실시예, 그렇지 않으면 도 8의 실시형태와 유사한 실시형태에서, 밀봉 요소(131)는 커넥터 피스(3)와 제1 물체(1) 사이에서, 따라서 제2 물체에 대한 제1 물체의 다른 측에서 압축된다. 또한 도 41에서, 밀봉 부재가 도시되며 밀봉 링을 형성한다. 도 39에서, 또한 도 41의 실시형태에서 도시된 위치에서 추가적인 밀봉 부재를 배치하는 옵션이 있다.

[0314] 도 39 및 도 41의 것들과 같은 실시형태들에서는, 탄성 밀봉 부재(131) 대신에, 또한 접촉제의 해당 양이 사용될 수 있으며, 예를 들면 분배될 수 있으며 도시된 밀봉 부재들(131)에 대한 경우와 같이 폐쇄 링을 형성할 수 있다.

[0315] 도 42는 제1 물체(1) 및 제2 물체(2)에 고정될(또는 제1 물체와 제2 물체의 하나에 제1 물체와 제2 물체의 다른 하나에 의해 고정될) 제3 물체(8)가 제1 물체와 제3 물체 사이의 추가적인 양각 끼워맞춤 결합에 의해 제1 물체에 결합될 수 있는 원리를 도시한다. 이를 위해, 제3 물체(8)는 적어도 하나의 방향(도 42에서는 축방향)에 대해 언더컷들(undercuts)을 포함하는 구조를 포함하며 그 안으로 제1 물체의 열가소성 물질이 흐를 수 있다. 도 42의 실시형태에서, 구조가 제3 물체(8)의 돌출부(45)에 제공되며 이것은 공정 동안 기계적 진동 에너지가 시스템에 결합되는 동안 제1 물체의 물질 내로 가압된다. 물체들은 서로에 대해 배치되어 천공부 주위의 제2 물체의 부분이 제1 물체와 제3 물체 사이에 존재하며 돌출부(45)가 공정 동안 제2 물체의 천공부를 통해 도달하고 이에 의해 제1 물체에 접촉한다.

[0316] 도 42의 실시형태의 돌출부(45)는 예를 들면 도 5a/5b를 참조하여 또는 도 6 또는 7 또는 8을 참조하여 이전에 기술된 커넥터 피스의 대응 구조와 비슷하다.

[0317] 양각 끼워맞춤 구조를 갖는 돌출부를 포함하는 제3 물체의 형상과는 독립적인 도 42의 실시형태의 또 다른 특징은 제3 물체(8)가 도 5-8의 실시형태들과는 대조적으로 제2 물체와 제1 물체의 동일한 측에 배치된다. 제2 물체의 에지와 제3 물체의(여기서는: 돌출부의) 부분들을 매립하는 결과를 가져오는 진동 에너지가 충돌하게 하는 공정은 따라서 제2 물체와 제3 물체의 측을 향해 열가소성 물질의 역류(backflow)를 야기할 것이며, 이에 의해 돌출부(45)와 시트부 사이의 공간이 적어도 부분적으로 채워질 것이다.

[0318] 또한, 도 42의 것과 같은 구성들에서, 공정은 제2 물체(2)가 제1 물체와 제3 물체 사이에 클램핑되는 결과를 가져올 것이다.

[0319] 도 43은 도 42의 실시형태이 변형예를 도시하며, 제1 물체와 제3 물체 사이의 양각 끼워맞춤 결합은 제3 물체(8)의 물질이 제1 물체(1)의 언더컷 구조(141) 내로 침투하도록 야기하는 단계를 포함한다. 이를 위해, 제3 물체는, 적어도 돌출부(45)의 영역에서, 진동 에너지와 가압력의 임팩트에 의해 유동 가능해지는 열가소성 물질을 포함할 수 있다. 제3 물체의 열가소성 물질은 이러한 실시형태들에서 제1 물체의 것과 동일한 조성을 가질 수 있으며, 또는 다를 수 있다.

[0320] 제1 물체 및 제3 물체의 열가소성 물질의 재료 쌍(material pairing)에 의존하면서, 이러한 실시형태들에서는 또한 용접부가 이들 물체들 사이에 생길 수 있으며, 상기 물체들의 하나에는 언더컷 구조가 있거나 또는 없을 수 있다.

[0321] 실시형태들에서, 방법은 제2 물체에 다수의 부착 위치들을 제공하는 단계를 포함하며, 각 부착 위치는 시트부의 에지를 포함하며, 그리고, 각 부착 위치에 대해, 열가소성 물질의 유동부가 에지와 열가소성 물질 사이에 발생된 마찰 열로 인해 유동 가능하게 되고 에지 주위에 흘러 열가소성 물질 내에 에지를 적어도 부분적으로 매립할 때까지 어셈블리 내로 기계적 진동 에너지를 결합하는 단계를 포함한다. 이것은 모든 부착 위치에 대해 또는 하위-그룹들의 부착 위치들에 대해 동시에 수행될 수 있으며, 또는 부착 위치들에 대해 순차적으로 수행될 수 있다. 각 부착 위치는 예를 들면 이전에 기술한 유형의 천공부(20)를 포함할 수 있으며, 천공부를 따라 에지가 진

행한다.

- [0322] 도 44는 다수의 부착 위치들(200)을 갖는 제2 물체(2)를 매우 개략적으로 도시한다. 일반적으로, 이러한 부착 위치들은 규칙적 또는 불규칙적 배치로 배치될 수 있으며, 2차원 또는 1차원(선을 따라) 방식으로 분포될 수 있다. 특히, 부착 위치들의 2차원 배치는, 부착 위치들 자체가 비교적 작을 경우라도 및/또는 높이  $h$  (도 1b 참조)가 예를 들면 제1 물체의 제한된 두께로 인해 비교적 작을 경우라도, 모든 방향으로의 틸팅력(tilting force)에 대해 안정성(stability)을 가져올 것이다. 따라서, 이러한 2차원 배치는 매우 얇은 제1 물체들의 경우라도 기계적으로 안정한 결합을 가져올 수 있다.
- [0323] 본 명세서에서 이전에 기술된 연결부들의 하나의 특징은 에지(들)이 상이한 면내 방향들로 진행하며 대향 방향으로 돌출하는 부분들을 포함한다는 점에서 제1 물체와 제2 물체 사이의 연결부(제3 물체를 포함하는 도 34a/34b의 것과 같은 실시형태들에서)는 모든 면내 방향들로 상대적인 힘들을 흡수할 수 있다는 점이다.
- [0324] 에지가 대향 방향으로 적어도 부분적으로 돌출하는 부분들을 포함하며(즉, 이들 부분들 중 하나가 돌출하는 방향은 이들 돌출부들의 다른 하나가 돌출하는 방향의 축을 따라 성분을 가지며, 상기 성분은 반대 부호를 갖는다), 상이한 방향으로 연장하는 에지들을 갖는다는 사실은 많은 경우들에서 유리할 수 있는데, 왜냐하면 그것이 모든 면내 방향으로 형상 로킹(체결)(form locking)을 제공할 수 있기 때문이다. 이전에 기술된 실시형태들에서, 이러한 부분들은 하나의 단일한 천공부 주위에 형성된다.
- [0325] 도 45a 및 45b(도 45b는 도 45a의 평면 B-B를 따르는 단면을 도시함)는 변형된 섹션을 형성하는 텅들(28)이 천공부(20)당 하나의 면내 방향으로만 제1 물체를 로킹하는 대안예를 도시한다. 그러나, 상이한 천공부들에 속하는 텅들(28)은 대향 방향으로의 성분들을 갖는 방향들을 포함하는, 상이한 방향으로 돌출한다. 함께, 이들은 모든 면내 방향으로 제1 물체를 로킹한다.
- [0326] 도 46은 공차 보상의 원리들을 도시한다. 본 발명에 의한 기계적 연결들은 많은 방식들에서의 공차 보상에 적합하다: 제1 물체에서의 부착 위치는 미리 정의될 필요가 없고 변할 수 있으며, 단지 조건은 에지가 열가소성 물질 내에 매립되며 - 따라서 에지(21)의 위치에서만만 아니라 물질이 매립되는 곳에서도 열가소성 물질이 있어야만 한다.
- [0327] - 따라서, 에지(21)의(또는 보다 일반적으로는: 부착 위치의) 측방향 위치, 도시된 좌표 시스템에서  $x-y$  위치는 제1 물체(1)의 또는 그것의 열가소성 부착 영역(112)의 해당 측방향 치수들 내에서 변할 수 있다. 도 46에서,  $m_x$ 는 2개의 가능한 구성들 사이의 상대적인, 측방향,  $x$ -위치의 잠재적인 불일치를 나타낸다.
- [0328] - 또한 상대적인 측방향 위치( $z$ -위치)가 변할 수 있다. 측방향 견인력에 대해 충분한 강도를 갖기 위해,  $z$ -돌출부의 매립된 부분  $P_z$ 의 치수는 어떤 최소값  $P_{z, \min}$ 를 가져야 한다. 실제로, 적용에 의존하면서, 0.2 mm와 1 mm 사이의 매립된 부분의 최소  $z$ -돌출값들이 충분할 수 있다 (이것은 코스의 높은 값들을 배제하지는 않는다). 이러한 최소 치수가 도달되는 한, 에지가 얼마나 멀리 제1 물체( $t_z$ ) 내로 가압되는 정도는 미리 정의될 필요가 없다. 따라서, 제1 물체와 제2 물체의 서로에 대한 상대  $z$ -위치는 단지 기하학적 제한들(예를 들면 표면들이 서로 인접하는 경우)에 의해 그리고 언급된 최소 치수에 의해 주어지는 한계들 내에서 변할 수 있다. 도 46에서,  $m_z$ 는 2개의 가능한 구성들 사이의 상대적인  $z$ -위치들의 가능한 불일치를 도시한다.
- [0329] 도 46에서 시트부가 제1 물체 내로 가압되는 경우 물질 흐름에 의해 영향을 받는 영역이 116에 의해 표시된다.
- [0330]  $z$ -방향 깊이 및 가능한  $z$ -공차에 관한 고려 사항들의 견지에서, 각도  $\alpha$ (도 1b 참조; 도 46은 각도  $\beta=90^\circ - \alpha$ 를 나타낸다)는 경우에 따라 유용한 파라미터이다. 일반적으로, 연결부가 견디기 위해 상이한 기계적 응력 값들  $\sigma$ 에 대해 도 47에 스케치된 바와 같이, 각도  $\beta$ 가 클수록 요구되는 최소 깊이  $t_{z, \min}$ 가 더 커진다.
- [0331]  $z$ -불일치를 용인하는 도시된 가능성으로 인해, 또한 각도 불일치가 경우에 따라 본 발명에 따르는 연결부들에 의해 보상될 수 있다. 이것은 매우 개략적으로 도 48에 도시되며, 제2 물체의 시트 평면과 제1 물체의 대응 평면 사이의 각도 불일치 $\gamma$ 가 있다.
- [0332] 도 48은 또한 (공차 보상과는 독립적으로) 소노트로드(6)가 제1 물체와 제2 물체를 서로에 대해 가압하는 측방향 힘이 시트 평면에 대해 수직할 필요가 없다는 원리를 도시한다.
- [0333] 많은 실시형태들에서, 제2 물체에 고정될 제1 물체는 열가소성 물질로 구성되지 않을 것이며, 그러나 열가소성 부분들에 추가로 또한 다른 부분들을 가질 것이다. 특히, 도 49에 스케치된 바와 같이, 제1 물체(1)는 적어도



하나의 부착 영역(112)에 추가로 기능 영역(111)을 가질 수 있다. 부착 영역(112)의 측방향 치수들 및  $z$ -치수 또는 부착 영역들(112)은 요구되는 공차들에 따라 설계될 수 있다.

- [0334] 실시형태들에서, 제1 물체는 제2 물체의 부착 위치에 부착에 대해 부적합한 적어도 하나의 기능 영역(111), 및 열가소성 물질을 포함하는 다수의 부착 영역들(112)을 포함한다.
- [0335] 기능 영역과 부착 영역을 갖는 일 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체는 2개의 열가소성 물질 부분들을 포함하며, 제1 열가소성 물질 부분은 에지를 매립하기 위해 사용되는 열가소성 물질을 포함하며, 그리고 제2 열가소성 물질 부분은 상이한 열가소성 물질을 포함하며, 상이한 열가소성 물질은 상이한 특성을 갖는다.
- [0336] 도 72는 해당 실시예를 도시한다. 제1 열가소성 물질 부분(356)은 기능 부재들을 정의하며 및/또는 유지한다. 도 72에는, 개략적으로 내부 스레드(inner thread)(358)가 도시된다. 제2 열가소성 물질 부분/부분들(357)은 제2 물체(2)에 제1 물체(1)를 부착하는 기능을 한다.
- [0337] 열가소성 물질 부분들은 상이한 물질 특성들을 갖는다.
- [0338] - 제1 부분의 탄성 계수  $E$ 는 제2 부분의 해당 탄성 계수보다 더 클 수 있으며, 예를 들면 훨씬 더 클 수 있다.
- [0339] - 제2 부분(들)(357)의 (탄성) 신장성(extensibility)은 제1 부분(356)의 신장성보다 훨씬 더 클 수 있다.
- [0340] 이에 의해, 예를 들면 제1 물체와 제2 물체 사이의 상이한 열팽창 거동들(thermal expansion behaviors)이 보상될 수 있다.
- [0341] 특히, 본 실시형태들에 따르는 열가소성 물질의 2개의 유형들을 포함하는 제1 물체는 2-부품 사출 성형에 의해 제조될 수 있다.
- [0342] 실시형태들에서, 본 발명은 제1 물체와 제2 물체를 서로에 대해 부착하기 위해 본 명세서에서 기술되고 청구된 바와 같은 방법의 사용에 관한 것이며, 제2 물체는 에지를 정의하며 제1 물체를 향해 돌출하는 (예를 들면 변형된) 부분에 의해 구성되는 적어도 하나의 부착 위치, 특히 다수의 부착 위치들을 가지며, 제2 물체에서의 부착 위치의 포지셔닝에 대한 제1 공차는 제2 물체에 대한 제1 물체의 최종 포지셔닝에 대한 공차에 대응하는 제2 공차보다 더 크다.
- [0343] 환언하면, 본 발명은 물체들의 서로에 대한 비교적 정확한 상대 포지셔닝이(이것은 다른 물체가 고정되는 제3 물체에 대해 물체들 중 하나의 포지셔닝의 요건을 포함한다) 요구될 수 있지만 부착 위치들의 정확한 포지셔닝이 없는 상황들에 대해 특히 적합하다. 이에 의해, 따라서, 효율에서의 상당한 이득이 달성될 수 있는데, 왜냐하면 복잡한 구성들에서는 부착 위치들의 정확한 상대 포지셔닝이 도전(문제)이 될 수 있으며, 반면에 본 발명은 이러한 정확한 포지셔닝을 요구하지 않기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 다른 부품을 포함하는 복잡한 구성에 대한 하나의 부분(예를 들면 제1 물체)의 위치는 매우 정확하게 정의될 수 있으며, 진동 에너지의 인가 전에 수동 위치 조정의 가능성을 포함한다.
- [0344] 예를 들면, 본 발명은 다수의 어셈블리들을 제조하는 것을 포함할 수 있으며, 각 어셈블리는 제2 물체에 고정되는 제1 물체를 포함하며, 제2 물체는 적어도 하나의 부착 위치를 포함하며, 상이한 어셈블리들 사이의 부착 장소의 위치의 표준 편차는 물체들의 서로에 대한 위치(및/또는 다른 물체가 고정되는 제3 물체에 대한 물체들 중 하나의 위치)의 표준 편차보다 더 크다.
- [0345] 도 50a 및 도 50b는 기계적 진동 에너지의 인가 전에 제2 물체에 대해 제1 물체(1)의 위치를 정확하게 안내하기 위한 하나의 가능한 방법을 보여준다. 적어도 하나의 안내 돌출부(163)를 갖는 안내 툴(162)은 제1 물체의 측방향 안내 만입부(오목부)(guiding indentation)(161)에 맞물리는 안내 돌출부(163)에 의해 제1 물체(1)를 유지하며, 안내 돌출부는 안내 만입부(161)보다 더 뚜렷한 곡률을 가지며, 안내 툴은 제1 물체를 유지하며 그 측방향 위치, 본 명세서에서 사용되는 좌표계에서  $x$ - $y$ - 위치를 정확하게 정의할 수 있으며, 반면에  $z$ -축을 따른 자유 진동은 소노트로드가 제1 물체(1)에 충돌하기 위해 사용되는 경우 여전히 가능하다. 도 50b는 예를 들면 제1 물체가 3개의 측방향 안내 만입부들을 가질 수 있으며 그 안으로 안내 툴의 안내 돌출부들이 손가락형 방식으로 맞물릴 수 있다는 것을 도시한다.
- [0346] 부착을 위한 제2 물체에 대한 제1 물체의 위치의 안내의 또 다른 가능성은 예를 들면 도 11 및 12에 도시된 바와 같은 소노트로드에 의한 것이다.
- [0347] 본 발명의 상이한 실시형태들은 기계 공학 및 컨스트럭션의 다양한 섹터들에서 수많은 적용들을 갖는다. 제1 실시예가 도 51에 매우 개략적으로 도시된다. 제1 물체(1)는 제2 물체(2)가 속하는 프레임에 배치될 물품(152)을

위한 (홀딩 구조물(151)을 갖는) 홀더(holder)이다. 프레임은 복잡한 구성을 가질 수 있으며, 부착 위치들(200)은 예를 들면 정확하게 배치되기가 어려울 수 있다.

- [0348] 자동차 산업에 관한 실시형태에서, 프레임은 예를 들면 차체 또는 그 부품일 수 있으며, 물품은 사용자가 볼 수 있는 위치를 갖는 장치일 수 있으며, 예를 들면 차 내부에 있는 기술적, 기능적 또는 광학적 장식 요소, 또는 어떤 다른 물체일 수 있다. 조립 담당 기계공은 예를 들면 이미 통합된 물품(152)을 갖는 홀더(1)를 가시적 마킹들 및/또는 기준점들에 대해 정확한 방식으로 배치할 수 있으며, 따라서 유쾌한 임프레션이 형성된다.
- [0349] 상이한 부착 위치들(200)에 대한 부착은 동시에 또는 차례로 수행될 수 있다.
- [0350] 도 51의 실시형태의 특별한 특징(이것은 제1 물체가 프레임이 되는 것과는 상이한 목적을 갖는 실시형태들에 대해서 또한 옵션이다)은 제1 물체가 소노트로드(6)가 부착을 위해 배치될 수 있는 부착 플랜지(156)를 가지며, 부착 플랜지는 기능 영역을 둘러싸는 부착 영역을 정의한다는 점이다.
- [0351] 부착 플랜지는 제1 물체(1)의 주위의, 측방향으로 돌출하는 부분을 형성한다. 이것은 열가소성 물질로 구성될 수 있으며; 적어도 원위면은 열가소성 물질을 포함한다. 이것은 제2 물체(2)의 에지와 접촉하는 곳에서 제1 물체의 원위 표면에 평행한 근위방향으로 향하는 인커플링 표면(proximally facing incoupling surface)(158)을 정의한다. 이에 의해, 제1 물체가 그 기능으로 인해 평면 원위 표면을 갖는 형상과는 상이할 수 있는 복잡한 형상을 가질지라도(도 51은 도시를 목적으로 평면 원위 표면을 도시하지만, 다른 표면 형상들이 가능하다), 부착 위치(들)에서 덜 복잡한 형상이 가능하게 된다.
- [0352] 부착 플랜지는 제1 물체의 전체 주변부 주위에서 진행할 수 있지만 꼭 그럴 필요는 없다.
- [0353] 부착을 위해, 치수들이 그렇게 허용되는 경우, 제1 물체의 주변부 주위에 진행되는 단일의 소노트로드가 사용될 수 있다. 대안으로, 특히 이러한 단일의 소노트로드 솔루션의 에너지 입력이 너무 높은 경우, 다수의 소노트로드들이 상이한 부착 위치들에서 동시에 제1 물체에 충돌하기 위해 사용될 수 있다.
- [0354] 또 다른 옵션에 따르면, 하나의 소노트로드 또는 다수의 소노트로드들이 상이한 부착 위치들에서 순차적으로 물체에 충돌하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 경우, 소노트로드가 가압되는 각각의 부착 위치와 제1 물체의 나머지 사이의 진동 커플링이 문제가 될 수 있다. 특히, 공정이 적절히 작동하여 너무 크지 않은 진동 에너지가 부착 위치로부터 떨어져 안내되고 제1 물체의 나머지로 결합되는 것이 필요할 수 있다. 부착 위치를 갖는 부분과 물체의 나머지 사이의 기계적 커플링이 또한 문제가 될 수 있는데 왜냐하면 앵커링 공정은 에너지가 제1 물체(또는 제2 물체) 내로 결합되는 부착 위치에서 제2 물체에 대해 원위부를 향해(또는 그 반대로) 제1 물체를 이동시키는 것을 포함하며, 반대로 다른 부착 위치들에서는 이러한 운동이 가능하지 않기 때문이다.
- [0355] 구성에 의존하면서 주위에 있으며 비교적 유연한 구조를 구성하는 부착 플랜지의 사용이 이와 같이 이들 요건들을 다루기에 충분할 수 있다. 대안적 그룹의 실시형태들에서, 제1 물체는 부착 플랜지(156)와 제1 물체 바디 사이에 탄성 조인트(elastic joint)(350)를 포함한다. 이것은 예를 들면 도 69와 70에 도시된다. 도 69의 실시형태에서, 탄성 조인트는 부착 플랜지를 제1 물체 바디로부터 진동적으로 분리시키는 목부(neck)를 포함한다. 도 70에는, 상당히 일반적으로 탄성 조인트를 구성하는 스프링 요소가 도시된다.
- [0356] 특히 부착 플랜지를 갖는 실시형태들의 또 다른 선택적인 특징이 도 71에 도시되지만, 그러나 단지 그뿐만은 아니다. 제1 물체는 적어도 하나의, 예를 들면 다수의, 전용의, 경우에 따라 마킹된, 근위방향으로 향하는 커플링 표면 부분들(159)을 포함할 수 있으며 이들은 제2 물체(2)에 의해 정의되는 부착 위치들에 대응하도록 배치된다(예를 들면 에지가 이를 따라 연장하는 제2 물체 천공부들의 위치들에 대응하는 위치들에서). 이러한 커플링 표면 부분들은 제2 물체의 에지에 접촉하게 되는 원위 표면 부분에 평행하다.
- [0357] 도 119는 부착 구조물이 환형 플랜지가 아니라 본체(660)로부터 외향으로 연장하는 다수의 부착 텅들(650)을 포함한다. 도 119의 실시형태에서, 선택적인 탄성 조인트(350)가 본체와 부착 텅들 사이에 도시된다. 본체를 둘러싸는 플랜지 대신에 다수의 별개의 텅들을 갖는 실시형태들은 특히 제2 물체가 평평하지 않고 도 119에 개략적으로 또한 도시된 바와 같은 더 복잡한 3D 형상을 갖는 상황들에 대해 적합하지만 단지 그뿐만은 아니다.
- [0358] 또 다른, 독립적인 특징이 도 119에 또한 도시된다. 소노트로드(6)는 마킹 스탬프 특징(marking stamp feature)을 포함한다. 이에 의해, 마킹(671)이 공정에서 형성되며, 이것은 공정 후 부착 텅들 중 하나에서의 평면도를 도시하는 도 120에 스케치되어있다. 이러한 마킹(marking)(671)은 고정 공정 후 제조 단계들에서 유리할 수 있는데, 예를 들면 작업자가 제2 물체가 아래 어디에 천공부를 가지는지 확인하여 그가 필요시 어셈블리를 통해 부재(나사, 핀, 등)를 추진할 수 있도록 하기 위해 유리할 수 있다.

- [0359] 도 52는 또 다른 적용을 도시하며, 즉 제1 물체(1)가 마찰 및/또는 스냅-인 결합(snap-in engagement)으로 물품(172)을 고정하기 위한 베이스이다. 스냅-인 결합을 위해, 물품(172)은 제1 물체의 스냅-인 만입부(snap-in indentation)에 맞물리기 위한 측방향 돌출부(173)를 포함한다.
- [0360] 또 다른 적용은 도 53에 매우 개략적으로 도시된다. 여기서 제2 물체(2)의 변형된 섹션의 비매립 부분들이 여전히 상당한 연장부를 가져 제1 물체가 시트 평면에 인접하지 않는 동안에 제2 물체(2)의 변형된 섹션은 부착될 제1 물체를 위해 충분한 치수를 갖는다. 예지가 어떻게 진행되는지에 의존하면서, 그리고 제2 물체가 충분히 탄성적으로 변형 가능한 경우, 이것은, 제1 물체와 제2 물체가 서로에 대해 진동 분리되도록, 제2 물체에 대한 제1 물체의 틸팅 운동(tilting movement)들의 가능성을 남긴다.
- [0361] 도 54는 제2 물체(2)가 단어의 좁은 의미에서의 금속 시트를 갖지 않으며, 그것의 예지가 예지를 형성하는 실시 형태를 도시한다. 제2 물체는 다이-캐스트(die-cast) 금속 물체이며, 예를 들면 어떤 변형 단계 없이 제조된다. 예지는 다이-캐스트법에 의해 형성되는 용기형 돌출부(29)에 속한다.
- [0362] - 이에 의해, 임의의 예지 형상들이 실현 가능하다. 이것은 다수의 용기형 돌출부들(29)과 그 결과 서로에 인접한 예지들을 갖는 가능성을 포함한다.
- [0363] - 또한, 도 54와 같은 많은 실시형태들에서, 제2 물체는 연장된 평평한, 플레이트형 또는 시트형 부분을 가질 것이지만, 이것은 필수조건이 아니다. 오히려, 예지가 다이-캐스팅에 의해 형성되기 때문에, 물체가 임의의 기본 형상을 가질 수 있으며 그럼에도 불구하고 예지를 포함할 수 있다. 예를 들면 도 54의 실시형태들에서, 시트형 부분은 예지에서 끝나는 비교적 작은 용기형 돌출부(29)에 의해 형성된다.
- [0364] 이하에서는, 앵커링 부분에 대한 조정 부분의 z-위치를 조정하는 개념을 포함하는 본 발명의 실시형태들의 원리들이 기술된다. 일반적으로, 기술된 그리고 도시된 실시형태들에서 z-방향은 부착 위치 주위의 제2 물체(2)에 의해 정의되는 평면(시트 평면)에 수직인 방향으로 가정되며, 이것은 제1 물체를 제2 물체에 고정하기 위해 진동 기구가 그것으로 가압되는 방향(축)에 대응할 수 있다. 이하에 기술된 원리들은 z-위치를 조정하는 일반적인 원리들로서 이해되어질 것이며 도시된 특정 기하학적 구조들 및 구성으로 제한되는 것을 의미하지는 않는다. 이러한 개념을 도시하는 모든 도면들에서, 도 1a-2b에서 도시되고 기술된 유형의 부착 위치를 갖는 제2 물체가 도시된다. 그러나, 본 개념은 본 발명에 따르는 접근법을 구현하는 부착 위치들의 다른 유형들을 갖는 실시형태들에 또한 적용된다.
- [0365] 도 55는 제1 물체(1)에 의해 구성되는 앵커링 부분에 대해 조정 부분(201)의 z-위치를 조정하는 것을 포함하는 방법의 실시형태의 제1 실시예를 도시한다. 본 실시형태는 조정 부분(201)이 열가소성 물질을 포함하고 앵커링 부분에 용접될 수 있는 실시형태들의 그룹에 속한다.
- [0366] 본 명세서에 기술된 다른 실시형태들에 대해, 조정 부분은 선택적으로 연결 부분, 플랜지, (전자/장식 또는 다른 기능 장치와 같은) 통합 기능 캐리어 등과 같은 기능 부재들을 포함할 수 있다.
- [0367] 본 방법을 수행하기 위해, 예를 들면 제1 단계에서, 제1 물체(1)는 이전에 기술된 방식으로 소노트로드(6)를 사용하여 제2 물체(2)에 고정된다. 여기서 에너지가 어셈블리 내로 결합되는 동안 제1 물체를 원위부를 향해 가압하는 단계는 원위면(12)이 제2 물체의 평평한 부분과 접촉하게 될 때까지 수행될 수 있으며, 그래서 제1 물체의 추가 원위 운동에 대한 기계적 저항은 상당히 상승한다. 이에 의해, 제2 물체에 대한 제1 물체의 z-위치는 잘 정의된다.
- [0368] 제2 단계에서, 제1 물체(1)에 대한 조정 부분(201)의 위치는 조정되고 고정된다. 이를 위해, 추가 소노트로드(206)는, 진동이 소노트로드 내로 그리고 소노트로드로부터 어셈블리 내로 결합되는 동안, 기계적 저항에 대해 원위부를 향해 조정 부분을 전진시킨다. 기계적 저항 때문에, 마찰 열이 제1 물체(1)와 조정 부분(201) 사이의 경계면에서 발생되며 따라서 양 부분들의 물질은 유동 가능해진다. 그 결과, 첫째로 조정 부분의 추가 원위 운동이 가능해지며, 둘째로, 재고화 후, 용접부가 제1 물체(1)와 조정 부분(201) 사이에 형성된다. 전진 운동은 특히 공차 변화들을 보상하기 위해, 요구되는 z-위치에 도달할 때까지 수행된다. 지정  $\Delta z$  는 가능한 상대 z-위치들의 변화를 나타낸다.
- [0369] 소노트로드(6)와 추가 소노트로드(206)는 별개의 장치들인 것으로 도시된다. 대안적인 구성들에서, 이것은 필수적인 것은 아니다. 예를 들면, 소노트로드가 축에 대해 대칭적이지 않는 경우, 이러한 소노트로드는 그것의 배향의 조정(예를 들면 90° 트위스트) 후에 조정 부분의 전진 및 고정의 단계를 위해 또한 사용될 수 있다.
- [0370] 또 다른 대안예에 따르면, (제1) 소노트로드(6)와 추가 소노트로드(206)는 동시에 또는 부분적으로 동시에 작용

할 수 있다 (후자의 경우 예를 들면 추가 소노트로드가 - 제1 - 소노트로드(6)가 정지하기 전에 작용하기 시작한다). 제1 소노트로드(6)와 추가 소노트로드(206)의 상대 위치는  $z$  위치의 조정을 정의한다.

- [0371] 도시된 실시형태에서, 조정 부분의 포워드(forward)(원위(distal)) 운동에 대한 요구되는 기계적 저항은 다음의 기하학적 특성들에 의해 달성된다:
- [0372] - 제1 물체(1)(앵커링 부분)은 근위부를 향해 테이퍼진 또는 단차진 외부 표면을 가지며;
- [0373] - 조정 부분은 앵커링 부분의 테이퍼 부분에 걸쳐 놓인 튜브 형상 원위 부분을 갖는다.
- [0374] 도 56의 실시형태는 도 55의 실시형태들과 유사한 원리들에 기초한다. 그러나, 후자와는 대조적으로, 앵커링 부분(제1 물체(1))에 대한 조정 부분(201)의  $z$ -위치의 조정은 조정 가능한 거리에 의해 추가 소노트로드를 가압 전진시킴에 의해 이루어지는 것이 아니라, 예를 들면 조정 부분을 고정하는 에너지 입력 전에 앵커링 부분에 대한 조정 부분(201)의 이동에 의해, 추가 소노트로드(206)의 포지셔닝 이전에 이루어진다. 도시된 실시형태에서, 앵커링 부분은 조정 부분(201)의 내부 스레드(inner thread)와 협력하는 외부 스레드(outer thread)(212)를 가지며 따라서 위치는 제2 물체(2)에 고정된 앵커링 부분에 대해 조정 부분(201)을 회전시킴에 의해 조정될 수 있다. 그 후에, 추가 소노트로드(206)에 의한 에너지 입력은 조정 부분을 앵커링 부분에 고정하기 위해 앵커링 부분(제1 물체(1))에 대해 조정 부분을 용접하기 위해 작용할 수 있다.
- [0375] 외부 스레드를 갖는 대신에, 제1 물체(1)는 조정 부분의 외부 스레드와 협력하는 내부 스레드를 또한 가질 수 있을 것이다. 또한 이어지는 고정 단계를 위해  $z$ -위치를 임시로 로킹하기 위한 다른 수단이 가능하며, 예를 들면 상이한 고정 깊이들을 갖는(개별 조정(discrete adjustment) 베이어닛형 결합(bayonet-like coupling) 등이 가능하다.
- [0376] 도 57a 및 도 57b는 앵커링 부분(제1 물체(1)) 및 대응 조정 부분(201)의 실시형태를 각각 도시한다. 조정 부분(201)은 앵커링 부분에 대해 배치되도록 형성된 링형 섹션을 가지며 따라서 이것은 앵커링 부분의 중앙 근위 부분에 의해 안내된다. 이에 의해 조정 부분(201)은 앵커링 부분에 대해 회전 가능하다. 여기서, 조정 부분의 램프 섹션(ramp section)(262)이 앵커링 부분의 램프 섹션(261) 위에 놓이며, 이에 의해 앵커링 부분에 대한 조정 부분의 회전은 나사 연결과 유사한, 상대  $z$  위치가 이동되게 한다. 램프 섹션들(261, 262) 중 적어도 하나는 (대략적으로 도시된 바와 같이)물결 모양(corrugated)일 수 있으며 따라서 이어지는 고정 단계에서 소노트로드가 부분들을 서로에 대해 가압하는 경우, 부분들은 서로에 대해 이동되지 않는다.
- [0377] 도 58a는 제1 물체인 앵커링 부분과 조정 부분(201)을 도시하며, 상기 부분들 중 하나(도 58a에서는 조정 부분)는 상기 부분들의 다른 하나를 향하는 돌출부들(221)의 패턴을 갖는다. 조정 및 고정을 위해, 에너지가 충돌하는 동안, 조정 부분(201)은 소노트로드에 의해 앵커링 부분에 대해 가압되며 따라서 조정 부분은 앵커링 부분에 대해 용접된다. 이 경우 돌출부들은 에너지 지향기들로서 그리고 축소 가능한(접을 수 있는) 거리 홀더들로서 둘 다 기능한다. 조정 부분이 얼마나 멀리 앵커링 부분으로 나아가는 정도가 상대  $z$  위치를 조정하기 위해 제공된다. 도 58b 및 58c는 돌출부들(221)의 상이한 횡단면 프로파일들을 도시한다. 돌출부들은 폐쇄 컨투어를 형성하지 않게 배치되며 따라서 부분들 사이에 갇힌 공기가 탈출할 수 있다.
- [0378] 도 59는 용접 공정 후 해당 구성의 횡단면을 도시한다. 앵커링 부분과 조정 부분(201) 사이의 개구부들(228)이 남아있는 정도는 조정된 상대  $z$ -위치에 의존한다.
- [0379] 도 59의 조정 부분은 도시 목적을 위해 구성 상으로 추가 물체를 클립 고정하기 위해 고정 부분(fastening portion)(231)을 포함하도록 도시된다. 대신에, 다른 실시형태들에서와 같이, 조정 부분(201)은 다른 구조물들 또는 기능 부재들을 포함할 수도 있다.
- [0380] 처음에는 분리된 부분들인 것 대신에, 조정 부분과 앵커링 부분은 앵커링 부분에 용접된 조정 부분을 갖는 이미 사전-조립된 통합체로서 제공될 수 있다. 이때, 양 부분들의 어셈블리는 제1 물체로서 기능을 한다. 공정을 위해, 근위 단부면에 작용하는 (단일의) 소노트로드가 에너지를 어셈블리에 결합시켜 어셈블리를 제2 물체에 대해 가압하기 위해 사용된다. 제2 물체의 에지의 우수한 에너지 지향 특성들로 인해, 처음에 열가소성 물질은 이러한 에지에 대한 경계면에서 유동 가능하게 될 것이며, 어셈블리는 근위측을 향해 돌출하는 제2 물체의 부분 내로 가압될 것이다. 원위면(12)이 평면 부분에 도달하는 경우에만, 저항이 증가할 것이며 돌출부들(221)에 의해 형성된 영역이 요구되는 상대  $z$  위치에 도달될 때까지 붕괴를 시작할 것이다.
- [0381] 도 60은 돌출부들에 추가로 조정 부분(201)의 주위부(222)가 앵커링 부분(여기서: 제1 물체)의 일부를 적어도 부분적으로 둘러싸는 변형예를 도시한다. 이러한 수단에 의해, 공정 동안 조정 부분의 안내가 용이해지며, 앵커



링 부분의 둘러싸인 부분의 주변부(223)를 따라, 다른 연결부, 예를 들면 용접부가 형성될 수 있다.

- [0382] 도 61a는 앵커링 부분(241)과 조정 부분(242) 둘 다 제1 물체(1)에 속하고 서로 일체형인 다른 실시예를 도시한다. 일련의 캐비티들(cavities)(243)은 앵커링 부분(241)과 조정 부분(242) 사이의 붕괴 영역(collapse zone)을 정의한다. 공정을 위해, 제1 물체의 근위 단부면에 작용하는 소노트로드(6)는 에너지를 제1 물체(1) 내로 결합시키며 그것을 제2 물체에 대해 가압시킨다. 제2 물체(2)의 에지의 우수한 에너지 지향 특성들로 인해, 처음에는 열가소성 물질은 이러한 에지에 대한 경계면에서 유동 가능하게 될 것이며, 어셈블리는 근위측을 향해 돌출하는 제2 물체의 부분 내로 가압될 것이다 (도 61a). 원위면(12)이 평면 부분에 도달하는 경우에만, 저항이 증가할 것이며 돌출부들(221)에 의해 형성된 영역이 요구되는 상대  $z$  위치에 도달될 때까지 붕괴를 시작할 것이다. 도 61b는 대부분 붕괴된 붕괴 영역을 갖는 결과를 도시한다. 붕괴 영역이 붕괴가 야기되는 정도는  $z$  위치 조정을 정의한다.
- [0383] 도 55-61을 참조로 기술된 실시형태들은 모두 물질 고정(material fixing)이 되는 앵커링 부분에 대한 조정 부분의 고정에 기초하며, 즉 공정 후 조정 부분과 앵커링 부분을 함께 융합된다.
- [0384] 대안적인 그룹의 실시형태들에서는, 대신에 제1 물체로부터 처음에 분리될 수 있지만 반드시 그럴 필요가 없는 상술한 개념의 커넥터 피스 제공이 앵커링 부분에 대한 조정 부분의  $z$ -위치를 조정하는 개념을 구현하기 위해 사용된다. 커넥터 피스가 처음에 분리된 것이 아니 경우, 본 명세서에서 해당 피스는 "액화 가능하지 않은 물질의 바디(body of a not liquefiable material)"로 또한 표시된다. 이러한 대안적인 그룹의 실시형태들에서, (전체 제1 물체를 구성할 수 있는) 제1 물체 열가소성 물질 바디와 피스 (커넥터 피스, 액화 가능하지 않은 바디)의 상대 위치는 공정 동안 조정 가능하다. 여기서, 커넥터 피스는 조정 부분으로서 기능하며, 이것이 그에 대해 앵커링되는 제1 물체는 앵커링 부분으로서 기능한다.
- [0385] 도 62는 이러한 개념의 제1 실시형태를 도시한다. 커넥터 피스(3)는, 도 7과 유사하게, 내부 스톱(39) 및 외부 리테이닝 구조물들(31)을 갖는 너트이다. 조정 및 고정의 단계를 위해, 소노트로드(206)는 예를 들면 제1 물체를 제2 물체에 고정하는 단계 후에 커넥터 피스를 제1 물체 내로 가압하고, 열가소성 물질의 부분들을 유동 가능하게 만들어 커넥터 피스가 제1 물체의 물질 내로 이동하는 것을 가능하게 하기 위하여 동시에 진동 에너지를 커넥터 피스(3) 내로 결합시키기 위해 사용될 수 있다. 전방(forward) 이동과 에너지 입력은 일단 커넥터 피스(3)가 요구되는  $z$  위치에 도달하는 경우 중지된다. 열가소성 물질의 부분들이 재고화된 후, 그것들의 리테이닝 구조물들의 관입에 의해 그것들은  $z$  위치를 고정하며 제1 물체(1)의 물질 내에 커넥터 피스를 고정한다 (anchor).
- [0386] 도시된 실시형태에서, 제1 물체(1)에는 (커넥터 피스의 외부 치수들과 비교하여) 소형의 개구부(270)가 제공되며 그 안으로 커넥터 피스가 진행된다. 선택적으로, 도 62에 도시된 바와 같이, 개구부는 관통 개구부가 아니라 바닥부(271)에 의해 종료되며 따라서 이미 기술된 실시형태들에서와 같이 제1 물체는 제2 물체의 근위부를 그 원위부로부터 밀봉하는 밀봉부를 제공한다.
- [0387] 대안으로, 커넥터 피스(3) 자체는 스톱을 지닌 개구부가 관통 개구부가 아니라 도 7의 커넥터 피스와 유사하게 블라인드 개구부가 되도록 구성될 수 있다.
- [0388] 또 다른 대안예들에서, 근위부와 원위부 사이의 밀봉부는 이하에서 더욱 기술되는 실시예들의 경우에서와 같이 필수적인 것은 아니다.
- [0389] 도 63은 개구부(270)가 관통 개구부이며 그리고 또한 커넥터 피스(3)가 관통 개구부를 갖는 너트인 변형예를 도시한다.
- [0390] 도 63의 실시형태의 또 다른 선택적인 특징으로서, 커넥터 피스를 제1 물체 내로 가압하며  $z$  위치를 조정하기 위해 작용하는 추가의, 제2 소노트로드(206)가 근위측으로부터가 아니라 원위측으로부터 작용하며, 즉 제1 물체(1)를 제2 물체(2)에 고정하기 위해 사용되는 제1 소노트로드(6)와 동일한 측으로부터 작용하는 것이 아니다.
- [0391] 커넥터 피스의  $z$  위치가 근위측으로부터 조정되는지 또는 원위측으로부터 조정되는지에 관계없이, 커넥터 피스에 순차적으로 고정된 나사 또는 다른 파스너는 근위측으로부터 또는 원위측으로부터 배치될 수 있다.
- [0392] 물론, 기계적 진동의 효과에 의해 삽입/고정되는 것 대신에, 커넥터 피스(3)가 또한 가압됨에 의해 또는, 그것이 자가-로킹(self-locking) (외부) 스톱을 갖는 경우, 단순히 제1 물체 내로 나사체결됨에 의해 삽입될 수 있다. 고정하는 공정과는 관계없이  $z$  위치를 조정하는 개념은 동일하게 유지된다.
- [0393] 도 64a 및 64b는 커넥터 피스(3)가 제1 물체의 테이퍼 개구부(252)와 협력하는 테이퍼부를 갖는 구성을 도시한

다. 커넥터 피스(3)의 테이퍼부가 소노트로드(206)에 의해 개구부(252) 내로 가압되는 정도는 상대  $z$  위치를 정의한다. 이전의 실시형태들에서와 같이, 커넥터 피스는 제1 물체(1)에 대한 커넥터 피스의 양각 끼워맞춤 고정을(positive-fit fixation)을 형성하기 위해 액화된 그리고 재고화된 열가소성 물질 부분들과 협력하는 외부 커플링 구조물들/리테이닝 구조물들을 포함할 수 있다.

[0394] 도 64a 및 64b에 도시된 다음의 추가적인 선택 특징들은 이러한 개념과는 관계없고 서로 독립적이다:

[0395] - 커넥터 피스는 추가 부품에 대한 클립-온 연결(clip-on connection)을 위한 베이스를 형성하는 헤드 부분을 갖는다;

[0396] - 제1 소노트로드(6)는 성형 및 예를 들면 또한 개구부(252)를 적어도 부분적으로 형성하기 위해 사용되는 원위 돌출부(62)를 갖는다. 이를 위해, 제1 물체는 처음에, 제2 물체(2)에 고정되기에 앞서, 단지 소형의 예비 개구부(251)를 가지며, 따라서 제1 물체의 물질은 제2 물체(2)에 고정하는 공정 동안 제1 소노트로드(6)에 의해 이동된다.

[0397] 도 64a 및 64b의 개념은 관통 개구부(252) 또는 테이퍼링 블라인드 개구부 둘 다와 작동될 수 있다.

[0398] 도 65는 커넥터 피스가 단지 인서트일 뿐만아니라(이전에 기술된 실시형태들, 특히 도 4a, 5a, 6-8, 15, 62-64b) 제1 물체의 근위방향으로 향하는 부분을 둘러싸고 안내하는 주위 칼라(collar) 부분도 갖는다. 주위 칼라 부분에는 내향으로 향하는 리테이닝 구조물들(31)이 제공될 수 있다. 유사하게, 여기서는 내부 스레드(39)를 갖는 중앙 부분은 제1 물체 물질과 협력하기 위한 외향으로 향하는 이러한 리테이닝 구조물들을 가질 수 있으며 그것의 개구부 내로 중앙 부분이 가압된다(도 65 참조).

[0399] 도 66-68은 인서트들을 위한 상이한 커플링 구조물들을 도시한다. 인서트들은 예를 들면 도 55-61을 참조로 기술된 유형의 조정 부분(201)에 존재하는 인서트들(16)일 수 있으며 따라서 앵커링 부분과 조정 부분의 어셈블리는 추가 부품을 제2 물체에 연결하기 위한 앵커(anchor)로서 기능을 할 수 있다. 대안으로, 인서트들은 이전에 기술된 의미에서의 액화 가능하지 않은 물질의 바디들인 인서트들일 수 있다. 또 다른 대안으로서, 인서트들은 예를 들면 이전에 논의된 의미에서의 조정 부분들로서 기능하는 커넥터 피스들일 수 있다.

[0400] 도 66에는, 인서트가 내부 스레드 및 예를 들면 외부 리테이닝 구조물들을 갖는 너트이다. 도 67에는, 인서트는 너트 또는 다른 피스가 나사체결될 수 있는 나사산이 형성된 바(bar)를 포함한다. 앵커링된 부분(191)은 제1 물체(1) 또는 조정 부분(201)의 열가소성 물질 내에 각각 매립된다. 도 68은 유사하게 클립 온 연결을 위한 고정 헤드를 갖는 인서트를 도시한다. 물론 다른 구조물들이 또한 가능할 수 있다.

[0401] 그 안에 매립되는 부분을 가짐에 의해 열가소성 물질에 고정되는 것 대신에, 해제 가능한 연결들을 포함하는 다른 연결들이 또한 가능하다. 예를 들면, 인서트 및 제1 물체/조정 부분에는 베이너트 결합 구조가 제공될 수 있으며, 이에 의해 인서트가 커플링 리세스(recess) 내에 삽입되며 비틀림 운동에 의해 고정될 수 있다.

[0402] 앵커링 부분에 대해 조정 부분의  $z$ -위치를 조정하는 개념은 이전에 주로  $z$  위치를 조정하는 단계 전에 제1 물체와 제2 물체를 서로에 대해 고정하는 것이 수행되는 실시형태들을 참조로 기술되었다. 이러한 경우의 실시형태들에서, 고정 및 조정의 단계들은 상이한 위치들, 예를 들면 제조 라인의 상이한 스테이션들에서 선택적으로 수행될 수 있다.

[0403] 또 다른 그룹의 실시형태들에 따르면,  $z$ -위치를 조정하는 것은 고정(secur ing)에 앞서 수행될 수 있다. 예를 들면, 처음에 제2 물체(또는 제2 물체를 포함하는 어셈블리)의 상세들에 관한 측정 데이터 및/또는 어떤 다른 부분(제1 물체, 제1 물체에 고정될 다른 물체)의 상세들이 얻어질 수 있다. 이를 기초로, 요구되는  $z$ -조정이 미리 계산될 수 있다. 이때,  $z$ -조정은 예를 들면 본 명세서에 기술된 어떤 개념을 기초로 수행될 수 있다.  $z$ -조정이 수행된 후에야만, 이들 실시형태들에서, 고정(secur ing)이 발생한다.

[0404] 이러한 하위 개념은 제조 공정에서 단계들을 분리하기 위해 사용될 수 있다. 특히, 제2 물체가 비교적 크거나 비교적 큰 사전 어셈블리(pre-assembly)(예를 들면 차체)에 속하는 경우, 이것은 유리할 수 있는데 왜냐하면  $z$ -조정 단계가 훨씬 작은 스테이션에서 수행될 수 있으며 주요 공정을 지연시키지 않기 때문이다. 이 원리는 도 107에 매우 개략적으로 도시되는데 450은  $z$ -조정 스테이션을 도시하며 451은 고정 스테이션을 도시한다.

[0405] 도 121은 본 발명의 실시형태들을 따르는 가능한 공정의 흐름도를 도시하며 상기 공정은 예를 들면 공차 보상을 위해 제2 물체에 대해 커넥터(또는 유사한 것)의 위치의 조정을 포함한다.

[0406] 시작 (S) 후에, 제1 단계(701)에서 가능한 공차 불일치(tolerance mismatch)가 측정된다. 그 후에, 정확한 위치



또는 위치 보정(position correction)이 계산된다 (단계 702). 커넥터 또는 다른 기능 부품이 제1 물체에 속하고 이와 통합되는 경우, 그 후에 제1 물체 및 제2 물체는 계산된 정정 위치  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (각도)에서 서로에 대해 배치되며 (단계 703); 예를 들면 후속 단계 동안 제1 물체 및 제2 물체의 상대 운동을 설명하기 위해  $z$ -오프셋(offset)을 마이너스. 이때, 제1 물체를 제2 물체에 고정(securing)하기 위한 고정 단계(704)는 본 명세서에 기술된 바와 같이 수행된다.

- [0407] 그러나, 커넥터가 앵커링 부분과 조정 부분을 포함하는 경우(그것이 일체형이 아니고 또는 예를 들면 축소 가능한(접을 수 있는)/팽창 가능한 영역을 포함하는 경우), 또 다른 특징이 형성된다. 제1 그룹에서, 앵커링 부분이 제2 물체에 고정되는 고정 단계(securing step)(708)에 앞서 앵커링 부분에 대한 조정 부분의 위치가 조정되고 (단계 706) 그리고 고정된다(단계 707). 선택적으로 결합될 수 있는 조정/고정 단계들(adjusting/fixing steps)은 이어지는 고정(securing) 단계와 동일한 스테이션에서 수행될 수 있으며, 또는 상이한 스테이션에서 수행될 수 있다.
- [0408] 제2 그룹에서, 우선 앵커링 부분을 제2 물체에 고정하는 고정 단계(securing step)(711)가 수행되며, 그 후에 조정 및 고정 단계들(adjustment and fixing steps)(다시 결합될 수 있는)이 수행된다.
- [0409] 양 그룹들의 실시형태들에서, 고정 단계(fixing step) 및 경우에 따라 또한 조정 단계(adjustment step)는 이전에 설명된 바와 같이 고정 단계(securing step)와 결합될 수 있다.
- [0410] 제2 그룹의 실시형태들에서, 흐름도에 도시된 것과는 대조적으로, 측정 및 계산 단계들(measurement and calculation steps)(701, 702)가 고정 단계(securing step)(711) 후에 수행될 수 있다.
- [0411]  $z$ -조정을 갖는 또는 갖지 않는 실시형태들에서,  $z$ -방향으로 연결부의 연장이 문제가 될 수 있다. 예를 들면, 제1 물체는 커넥터일 수 있으며 또는 추가 물체를 제2 물체에 고정하기 위한 커넥터에 속할 수 있으며, 이러한 추가 물체는 제2 물체(낮은 높이 연결)에 비교적 가까이 있을 필요가 있다.
- [0412] 예를 들면 도 62, 63, 64b, 65의 실시형태들은 제1 물체를 통해 추가 물체를 제2 물체에 고정하기 위해, 제1 물체에 제2 물체의 천공부(20) 내로 그리고 시트 평면을 통해(정의되는 경우) 연장하는 연장부를 제공함에 의해, 그리고 예를 들면 제1 물체의 이러한 부분에 리테이닝 구조물(내부 스레드(39)) 또는 다른 부착 구조물을 제공함에 의해 이 문제를 다룬다.
- [0413] 또 다른 실시형태가 도 116에 도시된다. 제1 물체는 도 62에 도시된 구조물과 유사한 구조물을 갖는다. 이러한 실시형태와는 대조적으로, 앤빌(anvil)(600)이 사용된다. 앤빌은 에지의 반경방향-내향으로(천공부의 중심에 관하여) 지향 돌출부를 포함하며 이것은 물질 유동을 제2 물체(2) 에지의 원위부에 반경방향 외향을 향해 환형 수용 디프레션(depression)(602) 내로 지향시킨다. 앤빌은 천공부 내로 연장하며 개구부(270)를 포함하는 연장 부분(269)을 수용하기 위한 리세스(recess)를 포함한다.
- [0414] 도 116에 도시된 소노트로드(6)는 소노트로드를 안내하기 위한 개구부(270)와 협력하는 안내 돌출부(62)를 포함하며 예를 들면 도 87을 참조로 이후에 기술되는 원리를 또한 구현한다. 이들 특징들 둘 다 도 116의 실시형태의 다른 특징들과는 독립적이지만 최적화된 고정 공정(securing process)을 지원할 수 있다.
- [0415] 도 117은 또 다른 실시형태를 도시한다(소노트로드가 도 117에 도시되지는 않는다). 도 116의 실시형태와 유사하게, 앤빌이 물질 유동을 지향시키기 위해 사용되며, 앤빌은 연장 부분(269)을 수용하기 위한 리세스를 갖는다(리세스는 도시된 실시형태에 대해 대안으로 관통 개구부가 될 수도 있다).
- [0416] 앤빌을 포함하는 어떤 실시형태들의 가능한 원리가 또한 도 117에 도시된다. (도 117에서 점선 아래의) 수용 만입부(receiving indentation)의 볼륨은 유동을 위해 이용 가능한 열가소성 물질 부분의 볼륨보다 약간 더 작도록 선택될 수 있다. 도 117에서, 이러한 이용 가능한 물질 부분은 제1 물체의 환형 돌출부(605)의 볼륨에 대응한다. 앤빌의 수용 구조물의 볼륨이 열가소성 물질의 이용 가능한 볼륨보다 더 작은 경우, 한편의 제1 물체와 다른 한편의 제2 물체 및 앤빌 사이에 가압력을 인가함에 의해 유리한 성형 압력이 달성될 수 있다.
- [0417] 또 다른 옵션이 도 111 및 112에 스케치된다. 제2 물체는 그를 따라 에지(21)가 연장하는 적어도 하나의 천공부(20)에 추가로(도시된 실시형태에서는 3개의 천공부들(20)) 또한 연장 개구부(510)를 포함한다.
- [0418] 천공부(들)의 위치들과는 대조적으로, 제2 물체는 연장 개구부(510)를 따라 제1 물체의 측을 향해 돌출하지 않는다. 따라서, 연장 개구부 주위의 제1 물체의  $z$ -연장은 요구사항들에 의존하면서 자유롭게 선택될 수 있다. 또한 고정 개구부(fastening opening)의 형상 및 치수들은 고정 공정(securing process)을 위해 요구되는 임의의

특성들과는 독립적으로 선택될 수 있다.

- [0419] 도 111 및 112의 실시형태에서, 제1 물체는 연장 개구부(510)의 마우스를 통해 개구부 내로 연장하는 칼라(collar)(512)인 연장 부분을 갖는다. 칼라는 도면에서 도시된 바와 같이 본질적으로 튜브 형상일 수 있다. 커넥터 피스(3)는 연장 개구부 내로 연장한다. 커넥터 피스(3)는 연결 부재(joining element)(530)와 협력하여 추가 물체(501)를 제2 물체에 고정한다. 이를 위해, 연결 부재(530)는 헤드 부분(531)을 가지며 추가 물체(501)를 커넥터 피스에 클램핑하는 것이 도시된다. 추가 물체(501)를 커넥터 피스에 고정하기 위한 다른 구조물들은 도시된 것에 대안으로 또는 추가로 적용될 수도 있을 것이다.
- [0420] 커넥터 피스(3)는 헤드 부분(521)과 샤프트 부분(522)을 포함하며, 샤프트 부분은 이중 화살표  $\Delta z$ 에 의해 도시된 바와 같이, 샤프트 부분은 상이한 z 위치들에서 칼라(512)에 고정될 수 있다. 나사 결합, 다른 유형의 양각 끼워맞춤 결합 및/또는 압력 끼워맞춤 결합, 물질 결합(예를 들면 용접 또는 접착제 결합 또는 납땜 결합과 같은) 등을 포함하는, 한편의 칼라(512) - 또는 보다 일반적으로: 제1 물체 - 와 다른 한편의 샤프트 부분(522) - 또는 보다 일반적으로: 커넥터 피스(3) 사이의 기계적 연결이 임의의 적절한 연결일 수 있다.
- [0421] 도 112는 또한 연장 개구부(510)의 마우스를 통해 연장하는 칼라의 치수가 제2 물체에 대한 제1 물체의 면내 위치(x-y-위치)의 약간의 조정이 가능하도록 구성될 수 있다.
- [0422] 도 113은 이하의 추가 특징들이 구현되는 도 111 및 도 112의 구성의 변형예를 도시한다.
- [0423] - 제2 물체(2) 및/또는 추가 물체는 본질적으로 평면인 것은 아니며 임의의 3D-형상을 갖는다. 따라서, 시트 평면은 천공부들(20) 주위에 그리고 연장 개구부 주위에 단지 국부적으로 정의된다. 제1 물체의 형상은 그에 맞춰 적응된다.
- [0424] - 연장 개구부의 마우스를 통해 그리고 추가 물체(501)의 측으로부터 떨어져 연장하는 제1 물체의 연장 부분은 이 측을 향해 개방된 칼라가 아니며, 칼라(512)는 바닥부(513)에 의해 그를 향해 밀폐된다.
- [0425] - 제1 물체(1)는 열가소성 물질로 구성되지 않고 기능 영역(111)으로 구성되는 제1 부분(바디)과 부착 영역들(112)을 구성하는 제2 부분들을 포함한다. 기능 영역은 부착 영역들과는 상이한 물질, 특히 비-열가소성 물질로 구성될 수 있다. 이에 의해, 기능 영역 물질을 예를 들면 우수한 치수 안정성(superior dimensional stability)을 가질 수 있다. 특히, 기능 영역은 금속성일 수 있으며 또는 복합 물질과 같은, 부착 영역들의 열가소성 물질보다 경질인 플라스틱 물질로 구성될 수 있다.
- [0426] ○ 특히, 부착 영역들을 구성하는 제2 부분들(112)은, 선택적으로 접착제 결합과 같은 다른 결합에 추가로, 양각 끼워맞춤에 의해 기능 영역을 구성하는 제1 부분에 대해 유지될 수 있다. 도 113에서, 제1 부분은 제2 부분들(112)을 구성하는 열가소성 물질에 의해 채워지는 언더컷 만입부들을 갖도록 도시된다.
- [0427] - 도 113에서, 제1 물체는 커넥터 피스의 외부 스레드와 협력하는 내부 스레드인 고정 구조물을 형성하도록 도시된다. 상이한 깊이들에서 일련의 베이어닛 끼워맞춤과 같은 구조물들, 글루 채널들 등을 포함하는 다른 고정 구조물들이 가능하다.
- [0428] 이들 특징들은 서로 독립적이며, 즉 이들을 개별적으로 또는 임의의 조합으로 구현하는 것이 가능할 것이다.
- [0429] 도 73-79를 참조로, 접촉측에 요구되는 에너지 및 힘 입력들을 감소시키기 위한 구조물들, 예를 들면 만입부들 및 돌출부들의 패턴을 제공하는 원리가 기술된다.
- [0430] 도 73은 제1 물체(1), 제2 물체(2), 및 제1 물체(1)의 근위부에 배치되는 소노트로드(6)의 배치를 도시한다. 접촉측(도시된 구성에서는 원위측) 상의 제1 물체는 돌출부들(301)과, 돌출부들 사이의 만입부들(302)의 패턴을 갖는다. 이에 의해, 공정 동안 제2 물체에 대해 흐르는 열가소성 물질의 유동 부분은 흐르기 위한 공간을 갖는다. 이것은 제2 물체에 의해 이동되는 초과 물질이 천공부를 통해 또는 옆으로 빠져나가거나 또는 가압 방향에 대해 제2 물체를 향해 역류해야 하며, 이 경우 인가될 힘과 에너지가 더 클 필요가 있는, 접촉부 상에 구조물을 갖지 않는 실시형태들과는 대조적이다.
- [0431] 도 74에 보다 상세히 도시된 바와 같이, 이하의 가능한 설계 기준이 적용될 수 있다:
- [0432] - 돌출부들의 전체 볼륨  $V_1$ 은 만입부들의 전체 볼륨  $V_2$ 과 대략 동일할 수 있으며, 즉 접촉부 표면의 중간 평면은 돌출부들 및 만입부들의 피크들 및 밸리들로부터 각각 대략 같은 거리들에 있을 수 있다.
- [0433] - 만입부들의 깊이  $h_1$ 은 돌출 섹션의 높이  $h_2$ 보다 더 작을 수 있다. 이러한 설계 기준은 특히 제1 물체와 제2 물

체 사이의 연결부가 밀봉되어야 하는 경우에 적용된다.

- [0434] 이들 기준들은 서로에 대해 독립적이다.
- [0435] 접촉측으로부터 제1 물체의 도시들을 개략적으로 보여주는 도 75 및 76은 만입부들/돌출부들의 가능한 패턴들을 보여준다. 도 75의 반경방향 피턴은 중앙 부분(304)으로부터 반경방향으로 진행하는 만입부들(302) 및 돌출부들(301)을 포함하며, 상기 중앙 부분은 공정에서 제2 물체의 천공부와 정렬되며 후자보다 더 작은 직경을 갖는다. 도 76은 체스판과 같은 패턴을 도시한다.
- [0436] 도 77-79는 돌출부들 및 만입부들의 패턴을 형성하는 돌출부들의 대안적인 횡단면들을 도시한다. 도 77의 횡단면 형상은 도 73 및 74의 직사각형 형상과 유사하지만 약간 테이퍼진다. 도 78은 에너지 지향 특성들을 갖는 포인트 형상을 도시한다(많은 실시형태들에서, 제2 물체의 에지의 에너지 지향 특성들은 충분하지만 제1 물체의 추가 에너지 지향 특성들은 어떤 상황에서 유리할 수 있다). 도 79는 돌출부(301) 플러스 에너지 지향 용기부들(305)의 직사각형 횡단면 본체를 포함하는 조합을 도시한다.
- [0437] 도 80 및 81에서, 주 천공부(main perforation)(20) 및 주 천공부 주위를 따라 분포된 다수의 주위 천공부들(310)을 갖는 제2 물체의 실시형태가 도시된다. 도 80은 제2 물체의 평면도를 도시하며, 도 81은 공정 후 제2 물체(2)에 부착된 제1 물체(1)를 도시한다. 주위 천공부들은 주 천공부보다 더 작으며 제2 물체 시트 평면으로부터 근위방향을 향해 떨어져 돌출하는 제2 물체의 섹션 내에 배치되며, 즉 주위 천공부들은 시트 물질이 시트 평면에 대해 경사지는 곳에 배치된다(도 81 참조). 또한, 하나 또는 그 이상의 주위 천공부들을 따라 시트는, 주위 천공부 변형 섹션들(313)이 곡선 표면을 도시하는 점선에 대해 근위방향을 향하여 구부러지도록 도시된 곳에서, 도 81에 도시된 바와 같이, 돌출 섹션에 의해 정의된 만곡 표면으로부터, 특히 근위방향을 향하여, 떨어져 돌출하도록 변형된다.
- [0438] 도 82는 제2 물체의 변형된 섹션이 돌출 섹션의 높이  $h$ 가 제2 물체의 에지를 따라 위치의 함수로서 다르다는 점에서 주위를 따라 비대칭적이다. 도시된 단면도에서, 관계  $0 \leq h_1 < h_2 < d_z$  가 유지된다.
- [0439] 도 82의 것과 같은 비대칭 변형 섹션은 예를 들면 비대칭 하중들이 물체들 사이의 연결부에 충돌하는 것이 예상되는 경우에 요구될 수 있다. 비대칭 변형 섹션은 제조 조건들 때문에 또한 존재할 수 있다. 예를 들면, 고정축(fastening axis)(근원 축(proximodistal axis); 도 82의 수직 축)은, 특히 제2 물체가 단지 평면이 아니고 대규모로 보다 복잡한 3D 형상을 갖는 경우, 변형 축으로부터 상이할 수 있다. 도 83은 천공부 주위의 변형 섹션이 되도록 천공 및 변형을 야기하는 펀칭 툴(320)을 나타냄에 의해 이것을 매우 개략적으로 도시한다.
- [0440] 변형 섹션이 전체 주변부 주위에 진행하지 않는 경우, 즉  $h=0$ 을 갖는 부분들이 있는 경우, 가능한 조건은 도 84에 도시된 바와 같이, 변형 섹션이 주변부 주위에  $180^\circ$  이상만큼 연장되는 것이 될 수 있다. 그러나, 적용과 구성에 의존하면서, 이것은 반드시 그럴 필요는 없다 (예를 들면 도 15 비교).
- [0441] 도 85는 대략 형성된 제1 물체 접촉측에 의한  $z$  위치 제어의 가능성을 도시한다. 제1 물체는 제2 물체의 에지와 접촉하게 되는 지점의 주위에 원위방향으로 향하는 풋부(distally facing foot portion)(341)를 갖는다. 풋부는 또한 제2 물체의 돌출 섹션보다 더 측방향으로 배치되며, 이에 의해, 제1 물체와 제2 물체가 진동이 충돌할 때 서로에 대해 가압되는 경우, 제1 물체와 제2 물체의 서로에 대한 상대 운동이 풋부가 시트 평면이 정의되는 시트 부분에 대해 인접할 때까지 야기될 수 있다. 이에 의해, 제2 물체에 대한 제1 물체의  $z$ -위치는 스페이스(spacer)로서 기능하는 풋부의 치수에 의해 정의된다.
- [0442] 도 86은 단순화된 공정 다이어그램을 도시한다. 제1 물체 및 제2 물체를 서로에 대해 이동시키기에 필요한, 상대 위치  $a$ 의 함수로서 도시된, 가압력  $F$ 는 풋부가 제2 물체에 인접하는 경우(점선), 강하게 상승한다. 이것은 한계 힘  $F_L$ 를 정의하기 위해 사용될 수 있다. 요구되는 힘이 한계 레벨에 도달하자마자, 공정이 중지될 수 있다.
- [0443] 도 87은 그것의 면내(in-plane)( $x$ - $y$ -) 연장부가 제2 물체의 형상과 에지의 위치에 맞춰진 영역으로 제한되는 영역으로 소노트로드(6)와 제1 물체(1) 사이의 커플링면(coupling face)을 제한하는 원리를 도시한다. 예를 들면, 커플링면은 제2 물체(2)의 에지의 코스를 따르는 레인(lane)으로 제한될 수 있다. 그를 따라 에지가 형성되는 천공부를 갖는 실시형태들에서, 커플링면은 중앙 개구부를 갖는 링 형상이다.
- [0444] 이를 위해, 도 87에는 소노트로드가 원위 링 형성 돌출부(331)를 포함하도록 형성되며, 이에 의해 중앙 중공 공간(332)이 공정 동안 형성된다.
- [0445] 개략적인 수직 보호를 보여주는 도 88에 도시된 바와 같이, 커플링면(333)(점선)은 에지(21)의 양측으로 연장된

다.

- [0446] 중공 공간을 형성하는 소노트로드를 갖는 이러한 구성은 천공부(20)에 대해 중앙으로 배치될 수 있는 기능 부재가 소노트로드와 직접 접촉하지 않게 되는 것을 가능하게 하는 추가적인 이점을 특징으로 할 수 있다. 도 89는 나사산이 형성된 바인 커넥터 피스(3)를 포함하는 제1 물체의 실시예를 도시하며, 반면에 도 90은 커넥터 피스로서 부싱(bushing)을 갖는 제1 물체를 도시한다.
- [0447] 도 91은 커플링면을 제한하는 원리가 상응하게 소노트로드를 형성함에 의해 구현될 필요가 없음을 보여주며, 추가로 또는 대안으로 제1 물체(1)의 근위면이 커플링면을 정의하도록 형성될 수 있다는 것을 보여준다. 도 91에서, 제1 물체는 제2 물체(2)의 천공부(20)와 정렬될 만입부(335)를 형성한다. 도 91에서, 소노트로드(6)의 원위 아웃커플링 면이 본질적으로 평평하도록 도시된다; 예를 들면 제1 물체의 안내 만입부와 맞물리는 안내 돌출부를 포함하는 다른 형상들이 또한 가능할 수도 있다(미도시).
- [0448] 커플링면이 천공부와 예지의 위치에 적용되는 실시형태들뿐 아니라, 일 그룹의 실시형태들에서 또한, 방법은 제1 물체 및/또는 제2 물체에 대한 소노트로드의 위치, 특히 면내(in-plane) (x-y) 위치를 조정하는 것을 포함한다.
- [0449] 이러한 그룹의 제1 하위 그룹에서, 제2 물체(2)에 대한 소노트로드(6)의 위치가 예를 들면 장착 프레임에 포함하는 기계에 의해 정의된다. 이러한 제1 하위 그룹이 도 92에 개략적으로 도시된다. 소노트로드와 제2 물체(2) 사이에 배치될 수 있는 제1 물체(1)의 위치가 조절 가능할 수 있다. 그에 의해 제1 물체의 위치가 조절될 필요가 있을 수 있는 정확성은 제1 물체의 성질과 기능 그리고 요구사항들에 크게 의존한다.
- [0450] 제2 하위 그룹의 실시형태들은 소노트로드(6)에 대해 제1 물체(1)의 위치를 정의하는 것을 포함한다. 제2 물체에 대한 제1 물체-소노트로드 어셈블리의 위치는 조정 가능할 수 있다. 다시, 그에 의해 x-y-위치가 조정될 필요가 있는 정확성은 구조 및 요구사항들에 크게 의존할 수 있다. 도 93은 제2 하위 그룹의 원리를 개략적으로 도시한다. 소노트로드와 제1 물체의 상대 면내(in-plane) (x-y) 위치들은 제1 물체의 대응 안내 만입부와 협력하는 소노트로드의 안내 돌출부(62)에 의해 고정된다. 그러나, 상대 면내 위치를 정의하기 위한 다른 수단들이 존재한다.
- [0451] 도 94 및 95는 제1 하위 그룹을 나타내며 공정을 위한 제1 물체의 홀딩 및 포지셔닝을 위한 가능한 구성을 도시한다. 도시된 원리는 도 50a 및 50b에 도시된 것과 유사하다. 가능한 요건은 제1 물체를 안내하는 수단이 그것이 장착되는 것에 대하여 (예를 들면 홀딩 프레임(holding frame) 또는 케이싱(casing)에 의해 구성되는) 프레임워크(framework)로부터 제1 물체를 진동적으로 분리(vibrationally de-couple)하도록 구성될 필요가 있다는 것이다. 도 50a 및 50b에서, 이것은 안내 툴(guiding tool)의 형상에 의해 달성된다. 도 94 및 95는, 이에 대한 대안으로서, 안내 툴이 그것의 적어도 일부가 조정 가능한 x-y-위치를 갖는 조정 툴(adjustment tool)(362)에 장착되는 스프링(361)인 것을 도시한다. 상기 구성은 예를 들면 제1 물체(1)의 주변부 주위에 분포된 스프링들을 갖는 3개 또는 4개의 이러한 조정 툴들(362)을 포함한다. 4개의 조정 툴들이 존재하는 경우, 반대 위치들에 있는 조정 툴들은 서로 결합될 수 있으며 함께 이동 가능할 수 있다.
- [0452] 도 96-100은 제2 하위 그룹의 실시형태들을 나타내며 공정을 위해 소노트로드(6)에 대한 제1 물체의 면내 위치를 정의 및 고정하는 구조물들을 도시한다. 도 96에 따르면, 소노트로드에는 흡입 채널(suction channel)들(371)이 제공될 수 있으며, 이를 통해 진공이 인가될 수 있으며, 이에 의해 제1 물체는 소노트로드의 근위면에 임시로 달라붙도록 야기될 수 있다. 도 97에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 이러한 흡입 채널(371)과 고정(fixation)들의 조합이 가능할 것이다. 도 97의 소노트로드(6)는 예를 들면 제1 물체(1) 내로 침투하는 안내 팁들(373)을 포함하며 이에 의해 측방향 위치를 고정한다. 제1 물체로의 침투는 흡입 채널로 인가되는 진공에 의해 및/또는 가압력에 의해, 경우에 따라 지원되는 진동에 의해 야기될 수 있다. 후자의 경우에는, 제1 물체의 물질은 에너지 입력에 의한 안내 팁들의 침투를 위해 국부적으로 유동 가능하게 될 수 있다.
- [0453] 포인트 안내 팁들(373) 대신에, 소노트로드(또는 제1 물체)가 환형 윤기부(annular ridge)를 포함하는 경우, 제1 물체와 소노트로드의 서로에 대한 가압은, 진동이 소노트로드 내로 결합되는 경우, 있을 수 있는 누설의 문제점이 있다. 그렇지 않으면, 흡입 속도가, 진공이 유지되도록 이러한 누설을 보상하기에, 충분해야만 한다.
- [0454] 안내 팁(373) 또는 다른 침투 안내 수단이 언더컷될 필요가 없다. 면내 안내 및 경우에 따라 또한 일시적인 전체 고정은 제1 물체의 물질 내로 도달하는 안내 수단에 의해 야기될 수 있으며, 후자의 경우 예를 들면 모스 콘 같은 상황에서 이다 (안내 수단의 형상은 대략적으로 선택됨).
- [0455] 제1 물체를 소노트로드(6)를 향해 흡인하는 진공은 안내 팁 (또는 다른 침투 안내 수단)가 제1 물체를 침투한



후 스위치 오프될 수 있다.

- [0456] 도 98은 또 다른 가능성을 도시한다. 여기서는 안내 로드인 안내 부재(381)는 소노트로드(6) 및 제1 물체(1) 둘 다에 대해 축방향으로 안내된다. 소노트로드 내의 제1 베어링(382)은 혈거운 끼워맞춤 베어링인 0-링 베어링에 의해 구성되며, 그리고 제2 베어링(383)은 제1 물체에 대해 억지 끼워맞춤 베어링이며, 제2 베어링에 의해 안내 부재가 또한 축방향 운동에 대해 유지된다. 베어링들 중 하나가(도시된 실시형태에서는 제1 베어링(382))은 단지 혈거운 끼워맞춤 베어링이기 때문에, 안내 부재를 통해 전달되는 진동 에너지는 최소화된다.
- [0457] 도 99의 변형예에서, 제1 베어링(382) 및 제2 베어링(387) 둘 다 혈거운 끼워맞춤 베어링이다. 축방향 지지부가, 안내 부재(381)를 소노트로드(6)로부터의 루스한 브레이킹으로부터 방지하기 위해 제1 베어링을 구성하는 0-링과 협력하는 안내 부재(381)의 외향 플랜지(384) 및 소노트로드(6)의 내향 플랜지(385)에 의해 주어진다. 선택적인 스프링(388)은 소노트로드에 대한 축방향 위치가 정의되어 유지되는 것을 보장할 수 있다. 도 99의 실시형태의 안내 부재(381)는 도 98의 것과 마찬가지로 외향 플랜지(384)를 제외하고는 본질적으로 원통형이다. 실린더 대칭은 반드시 회전 실린더의 대칭인 것은 아니며, 회전 대칭으로부터의 편차는 회전 상대 운동에 대해 또한 안내를 야기할 수 있다.
- [0458] 도 100은 제1 물체가 안내 돌출부 대신에 (또는 이에 추가로) 소노트로드의 주위 플랜지(391)에 의해 안내되는 실시형태를 도시한다. 점선은 공정 동안 제1 물체의 물질에 침투할 수 있는 선택적인 추가의 원뿔형 침투 안내 부재들(392)을 도시한다.
- [0459] 도 101은 소노트로드가 기계적 진동을 제1 물체 내로 결합하는 경우, 소노트로드에 의해 가압되는 물체, 즉 제2 물체와 제1 물체 사이의 접촉력이 주기적으로 변하는 것을 도시한다. (음영 영역들에 의해 도시된) 낮은 반파장 동안, 접촉은 매우 약할 수 있으며 또는 심지어 루스할 수 있으며, 그리고 이것은 어떤 안내 수단이 없는 공정 동안 제1 물체의 제어되지 않은 옆을 향한 시프팅(shifting)("스위밍(swimming)")을 야기할 수 있다. 이것은 소노트로드를 제1 물체에 대해 더 큰 힘으로 가압함에 의해 다루어질 수도 있다. 그러나, 이것은 진동 결합 특성들에 영향을 미치며, 따라서 가압력은 임의로 선택할 수 없는 파라미터일 수 있다. 그러나, 추가적인 가압력  $F_p$ 가 제1 물체에 작용하는 경우, 이러한 추가적인 가압력이 낮은 반파장 주기들 동안 "리프트-오프(lift-off)"를 보상하기에 충분한 경우 문제는 해결된다(도 101의 화살표).
- [0460] 해당 구성이 도 102에 도시되며, 홀드-다운 툴(hold-down tool)(395)이 소노트로드에 추가로 도시된다. 도시된 실시형태에서 홀드-다운 툴은 선택적인 주위 안내 플랜지이다. 또한, 적어도 하나의 또한 선택적인 원뿔형 침투 안내 부재(392)를 갖는 소노트로드가 도시된다.
- [0461] 공정을 위해, 홀드-다운 툴(395)이 초기 단계 동안 제1 물체에 작용하는 경우 충분하다. 제2 물체의 에지가 제1 물체를 어떤 깊이로 침투하자마자, 홀드-다운 힘(hold-down force)은 더 이상 요구되지 않는다. 따라서, 제1 물체가 공정 동안 원위방향을 향해 이동되는 경우 가압력을 유지하기 위해 포워드(forward) 추진(구동) 메커니즘이 반드시 필요한 것은 아니다.
- [0462] 도 102의 실시형태는 제2 하위 그룹에 속할 수 있으며, 또는 이것은 서로에 대해 사전 정의된 위치를 갖는 제1 물체 및 제2 물체를 가지며 (제1 물체 위치는 홀드-다운 툴에 의해 고정됨), 그리고 조정 가능한 소노트로드 위치를 갖는 또 다른 하위 그룹에 속할 수 있다.
- [0463] 도 103은 앵커링 플레이트(anchoring plate)(401)(또는 "파스너 헤드(fastener head)" 및 이에 접합되는 고정 부재(fastening element)(402)를 갖는 파스너(fastener)(400)를 도시한다. 고정 부재는 예를 들면 나사산이 형성된 볼트(도시된 바와 같은), 나사산이 없는 볼트, 핀, 너트, 후크, 아일렛(eyelet), 베이어닛 결합(bayonet coupling)을 위한 베이스 등과 같은 종래기술 파스너의 임의의 특성을 가질 수 있다. 파스너는 여기서 본질적으로 상표명 "bighead" 하에 시판되는 파스너와 같이 구성될 수 있으며 다른 물체의 표면에 접촉되도록 의도될 수 있다.
- [0464] 이러한 유형의 파스너는 본 발명의 공정에서 제2 물체로서 기능할 수 있다. 특히 앵커링 플레이트(401)는 시트 부분으로 볼 수 있고 그를 따라 에지가 연장하는 다수의 개구부들(403)이 제공될 수 있다. 앵커링 플레이트의 이러한 에지 및/또는 주위 에지는 본 발명의 실시형태들에 따르는 접근법에서 에지로서 사용될 수 있다. 이를 위해, 앵커링 플레이트는 각각 에지를 따라 특히 제1 물체가 공정을 위해 앵커링 플레이트와 접촉하게 되는 측을 향해 구부러지도록 변형될 수 있다.
- [0465] 도 104는 상황들이 기계적 진동이 제1 물체(1)측으로부터 인가되는 것을 가능하게 하는 첫번째 가능성을 매우

개략적으로 도시한다. 앵커링 플레이트(401)는 제1 물체측을 향해 구부러지며 (예를 들면, 그러나 도 103의 배향에서 하부측에 꼭 대응하는 것은 아니며), 이에 의해 개구부(들)(403)의 영역에서 본딩은 본질적으로 이전에 기술된 바와 같이 야기될 수 있다.

- [0466] 도 103을 참조로 언급된 유형의 파스너를 갖는 많은 구성들에서 진동을 제1 물체 내로 결합시키는 것이 가능하지 않거나 유리하지 않을 것이며, 예를 들면 그 이유는 제1 물체가 더 큰 물체이며, 그것의 뒷면이 접근 가능하기가 어려우며 및/또는 다른 이유들 때문이다. 진동은 제2 물체에 결합될 수 있다. 이를 위해, 진동을 어셈블리로 결합하기 위해 사용되는 소노트로드(6)는 적절히 성형될 수 있다.
- [0467] 도 105는 첫번째 가능성을 매우 개략적으로 도시한다. 소노트로드는 원위 아웃커플링 면(distal outcoupling face)에 마우스를 갖는 수용 개구부(410)를 가지며, 그 안에 고정 부재(fastening element)(402)가, 원위 아웃커플링 면이 앵커링 플레이트에 대해 가압되는 경우, 수용된다. 이에 의해 튜브 앵커링 플레이트의 근위방향으로 향하는 표면에 직접 가압되도록 튜브(소노트로드) 및 제2 물체가 서로에 대해 적응된다.
- [0468] 제2 물체가 튜브에 대해 안내되기 위하여 튜브에는 예를 들면 내향으로 향하는 안내 돌출부들(411)과 같은 안내 구조물이 설치될 수 있다. 이러한 안내 구조물은, 도 105에 도시된 실시형태의 개략적으로 도시된 안내 돌출부들(411)에 대한 경우와 마찬가지로, 특히 고정 부재를 체결할 수 있다.
- [0469] 실시형태들에서, 안내 구조물은 고정 부재와 협력하는 고정 구조물로서 구성될 수 있으며 제2 물체(파스너)(2)를 소노트로드(6)에 일시적으로 고정한다. 이러한 가능성은 도 106에 개략적으로 도시된다. 도 106의 실시예에서, 제2 물체/파스너는 앵커링 플레이트(401)에 고정되는 예를 들면 용접되는 너트인 고정 구조물(fastening structure)(402)을 가지며, 이러한 너트는 고정 구조물로서 기능한다. 튜브(6)은 너트(402)의 내부 스레드에 적응된 나사산이 형성된 돌출부(421)를 포함하며, 이에 의해 공정을 위해 파스너가 튜브 상으로 나사 결합될 수 있다.
- [0470] 다른 고정 부재들, 예를 들면 파스너의 나사산이 형성된 바와 협력하기 위한 내부 스레드를 갖는 만입부에 대해서도 또한 유사한 구성들이 가능하다.
- [0471] 이전에 기술된 실시형태들에서, 기계적 진동은 종방향 진동, 즉 근위 방향(proximodistal direction)으로의 진동인 것으로 가정되었다. 이것은 필수조건은 아니다. 예를 들면 금속성 부품들의 초음파 용접으로부터 알려진 바와 같이, 진동은 또한 횡방향 진동일 수 있다. 본 발명의 문맥에서, 횡방향 진동은 특히 진동이 금속성 부품 내로 결합되는, 즉 제1 물체 내로 대신에 제2 물체 내로 결합되는 실시형태들에 대한 옵션일 수 있다. 예를 들면 제2 물체를 소노트로드에 일시적 고정이 있는 도 106을 참조로 기술된 것들과 같은 실시형태들에서, 횡방향 진동을 소노트로드로부터 제2 물체 내로 결합시키는 것이 쉽게 가능할 수도 있을 것이다.
- [0472] 도 108은 대안예를 매우 개략적으로 도시한다. 소노트로드는 일반적으로 측방향(정의되는 경우, 시트 평면에 대해 면내 방향)으로부터 제2 물체 내로 진동을 결합시키며, 반면에 분리된 가압 튜브(470)이 요구되는 가압력을 인가한다. 이러한 구성은 초음파 금속 용접에서 측방향-드라이브 구성에 대응한다.
- [0473] 도 109는 횡방향 진동을 위해 설치된 소노트로드(6)를 도시한다. 소노트로드(6)는 고정 구조물(fastening structure)(402)을 수용하기 위해 구성되는 수용 개구부(410)를 갖는다. 특히, 도 109에는 나사산이 형성된 바인 고정 구조물의 스레드(thread)에 적응된 내부 스레드를 갖는 수용 개구부가 도시된다. 소노트로드(6)는 링형 스커트(480)를 가지며 이것은 공정 동안 앵커링 플레이트의 주변부에 대해 가압되며 이에 의해 가압력과, 그리고 수용 개구부와 함께, 기계적 진동을 앵커링 플레이트(401) 내로 결합시킨다. 대칭성을 이유로, 도 109에 도시된 소노트로드(6)는 앵커링 플레이트에 가압되는 원위 링형 스커트(480)에 추가로 근위 링형 스커트(481)를 갖는다. 이로 인해, 동시에(병렬로)(in parallel) 2개의 어셈블리들에 대한 공정을 수행하는 것이 가능할 수도 있을 것이며, 소노트로드는 대향측들로부터 도입되는 각각의 제2 물체들에 대해 가압되는 2개의 제1 물체들 사이에 클램핑된다 (이때, 물론, 각 고정 구조물의 길이는 수용 개구부의 방향으로 소노트로드의 연장부의 최대 반(at most half of the extension of the sonotrode)에 대응하여야 한다). 2개 이상의 커플링 위치들이 도 109의 도면 평면에 평행한 소노트로드의 대향측들에 존재할 수 있다.
- [0474] 예를 들면 '웨지-리드'-형 구성('wedge-reed'-like configuration)에 적합한 다른 소노트로드(6)가 도 110에 도시된다. 소노트로드는 고정 구조물(예를 들면 나사산이 형성된 바)을 수용하기 위한 수용 개구부(410)를 포함한다. 도 109 및 106의 실시형태들과 유사하게, 수용 개구부는 고정 구조물에 대한 커플링을 위해 선택적으로 설치될 수 있다. 소노트로드는 예를 들면 도 110에 대략적으로 나타낸 바와 같이 옆으로부터 작용하며 소노트로드의 굽힘 진동을 야기하는 커플러(coupler)에 의해 소노트로드 내로 결합된 진동에 의해, 원위 단부 부분의 횡

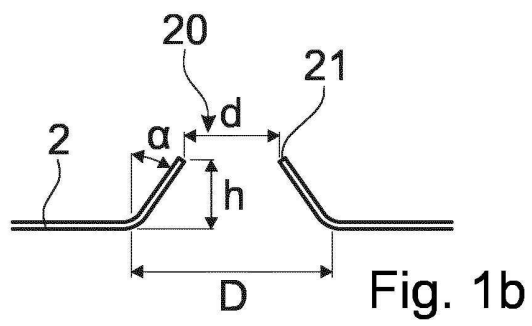
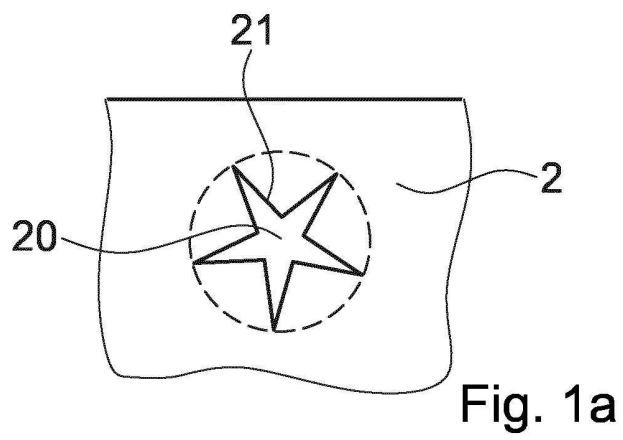


방향 진동을 위해 설치되고 장착된다.

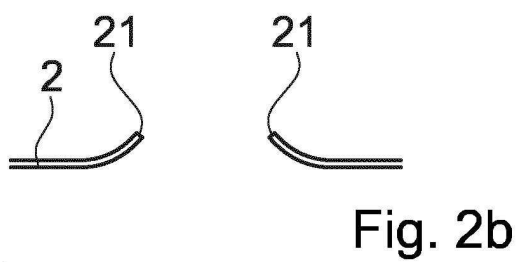
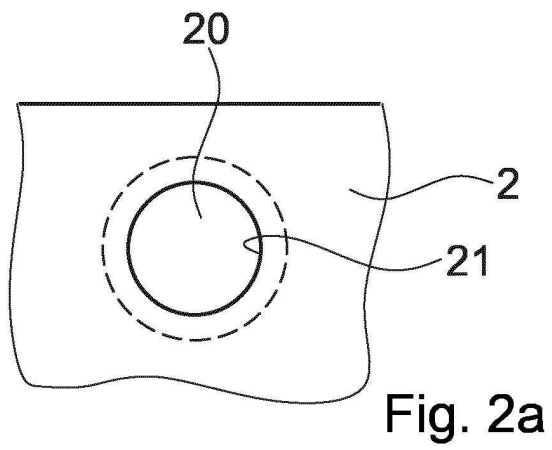
- [0475] 링형 스커트 대신에 도시된 실시형태에서 소노트로드는 진동을 앵커링 플레이트의 측방향 부분들로 결합하기 위한 다수의 윙(wing)들을 포함한다. 도 109에서와 같은 아웃커플링 스커트를 갖는 또는 다른 커플링면을 갖는 소노트로드에 대한 적응이 손쉽게 가능할 수도 있다.
- [0476] 횡방향 진동의 옵션이 주로 앵커링 플레이트를 갖는 파스너인 제2 물체를 참조로 기술되는 반면에, 개념은 다른 실시형태들에 또한 손쉽게 적용될 수 있으며, 특히 도 25-26, 30-31 등의 실시형태들을 포함하는 진동이 제2 물체 내로 결합되는 실시형태들에 손쉽게 적용될 수 있다.
- [0477] 실시예 1:
- [0478] 4 mm의 두께 및 19.5 mm의 직경을 갖는 ABS의 디스크가 도 1a 및 1b에 도시된 바와 같이 변형된 금속 시트에 부착되었다. 금속 시트는 0.8 mm 강철 시트였다. 큰 직경 D는 6, 8, 및 12 mm 사이에서 변화하였으며 높이 h는 2 mm 내지 3 mm 사이의 값으로 설정되었으며, 각도  $\alpha$ 는 20°로 선택되었다. 약 60  $\mu$ m의 진폭과 1000-1500 W의 요구 동력에서 작동되며 이것은 100 N에서 시작하며 약 400 N에서 피크인 힘에 의해 디스크의 근위 단부면에 대해 가압되는 상업적으로 이용 가능한 초음파 용접 장치(20 kHz)를 사용하여, 도 3a 및 3b에 도시된 바와 같은 방법이 수행되었다. 견고한 연결(solid connection)이 달성되며, 실온에서 냉각 후, 디스크는 시트의 변형 없이 시트로부터 떨어지지 않는다.
- [0479] 이것은 시스템적으로 변화하는 파라미터들로 반복되었다, 즉
- [0480] - 강철 시트 대신에 1.2 mm 알루미늄 시트
- [0481] - 40°의 각도
- [0482] - 1.8 mm의 높이
- [0483] - 디스크 물질로서 30% Vol Glass Fibers를 갖는 Polyamide 66
- [0484] - 디스크 물질들로서 PVC, PBT PET 및 PC 2000
- [0485] - 도 2a 및 2b에 도시된 바와 같은 스무스한 형상을 갖는 편칭된 천공부

도면

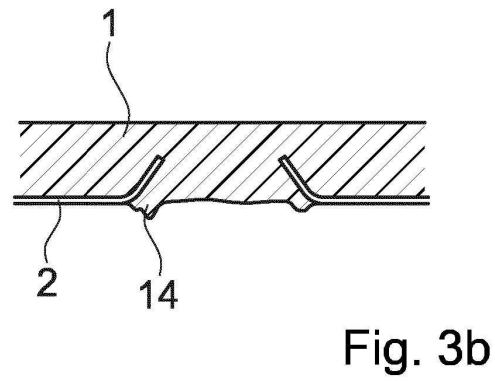
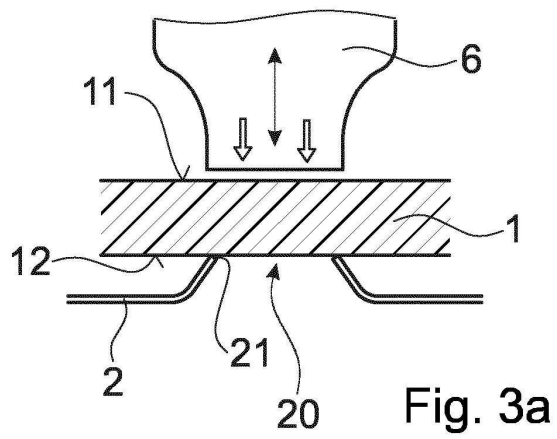
도면1



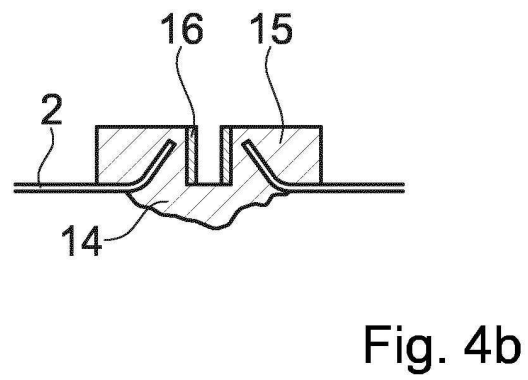
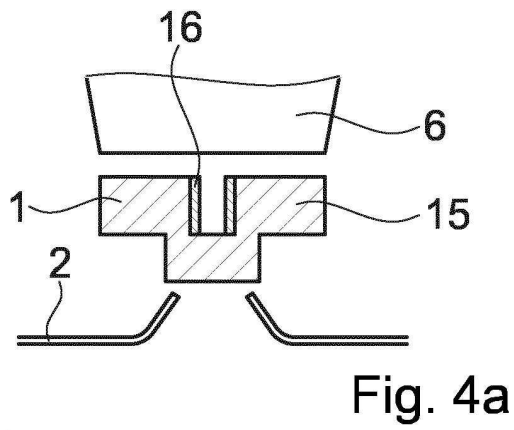
도면2



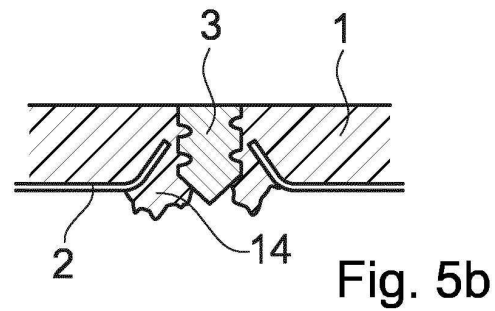
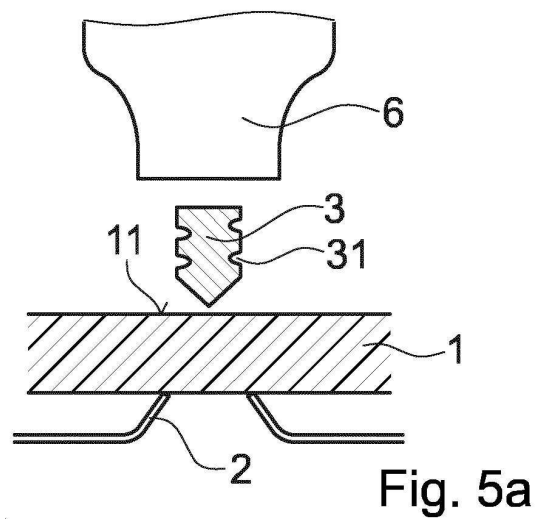
도면3



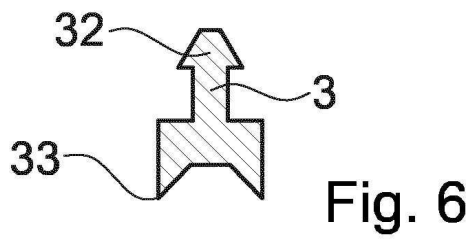
도면4



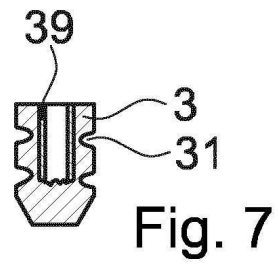
도면5



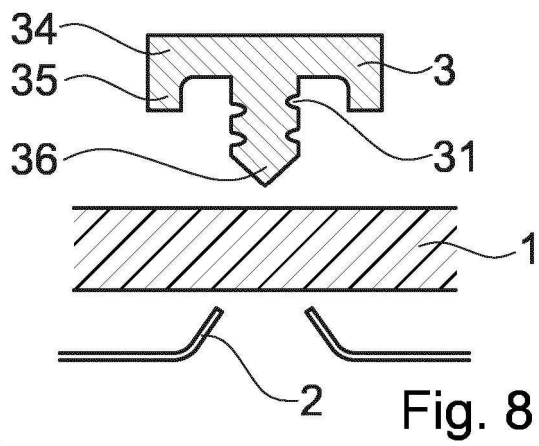
도면6



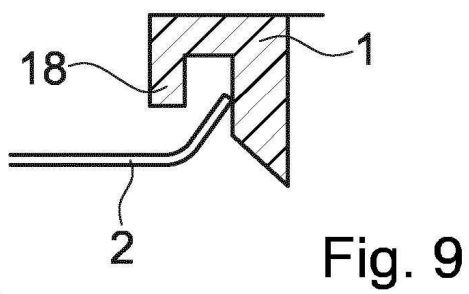
도면7



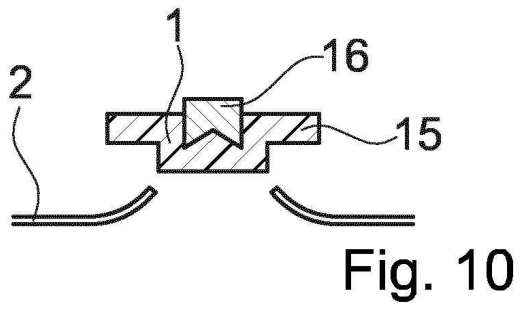
도면8



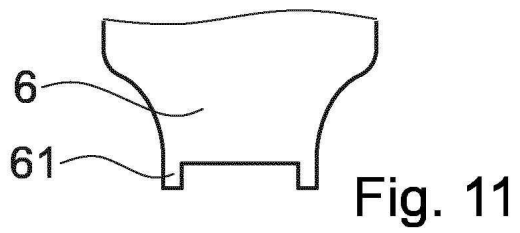
도면9



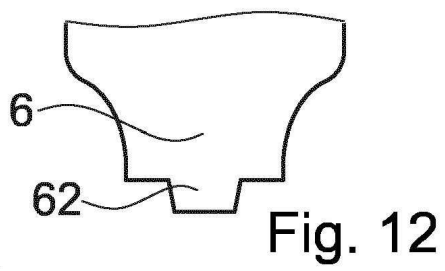
도면10



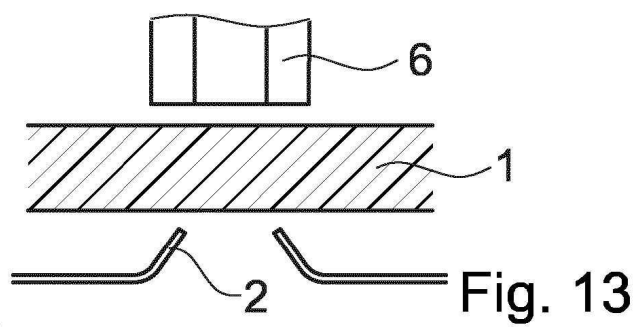
도면11



도면12



도면13



도면14

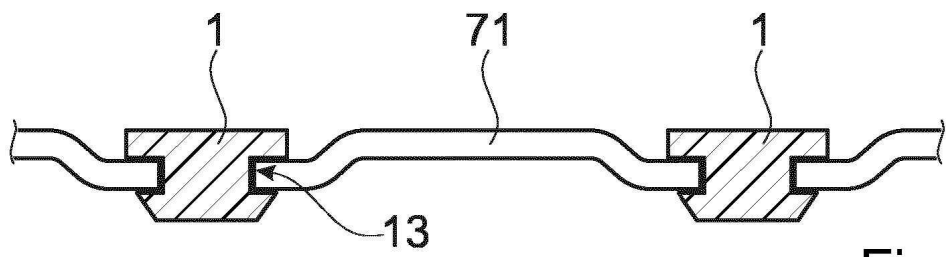


Fig. 14a

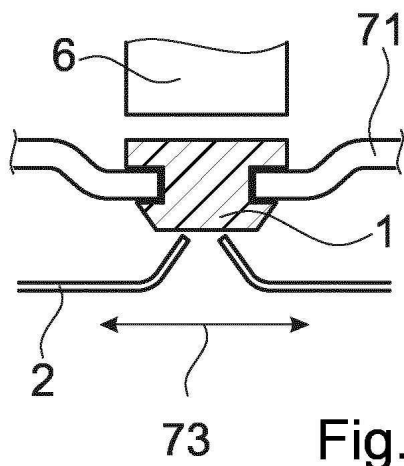


Fig. 14b

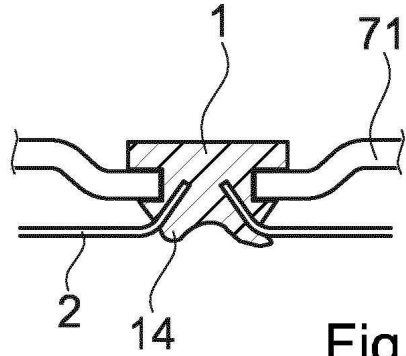


Fig. 14c

도면15

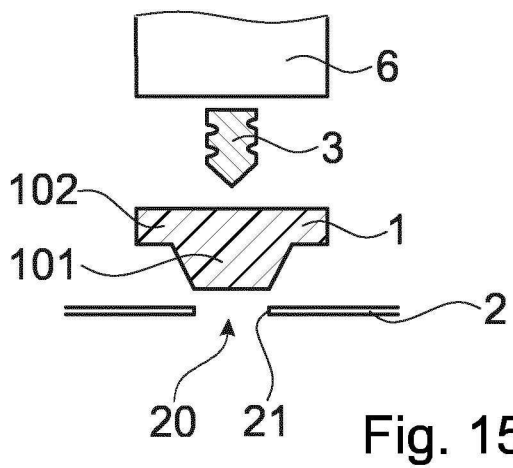


Fig. 15



도면16

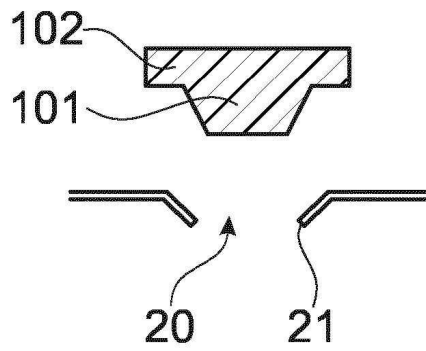


Fig. 16

도면17

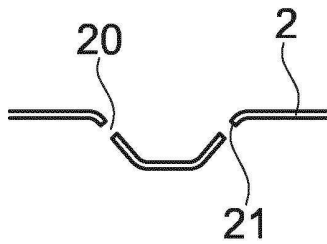


Fig. 17a

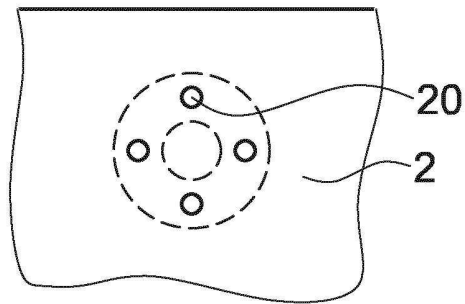


Fig. 17b

도면18

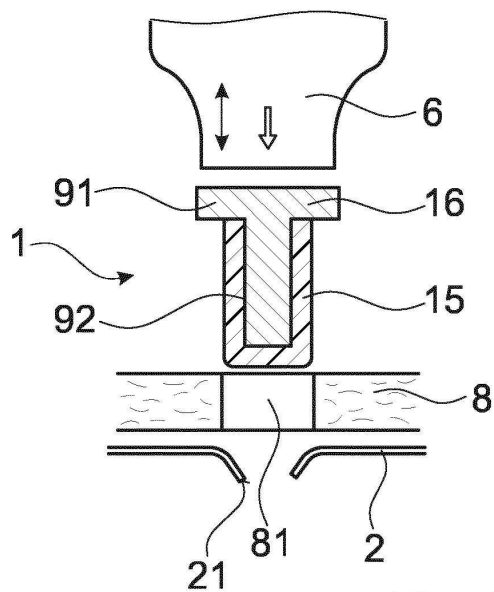


Fig. 18a

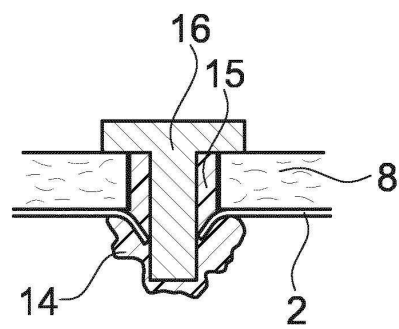


Fig. 18b

도면19

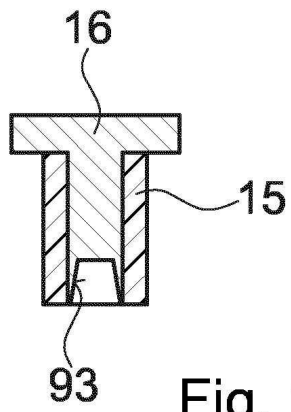


Fig. 19

도면20

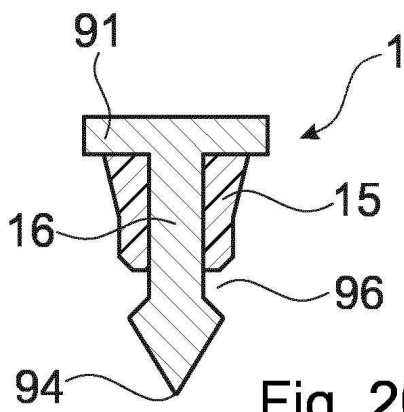


Fig. 20

도면21

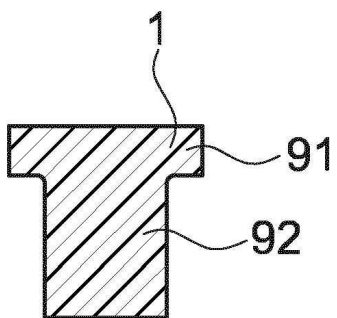


Fig. 21

도면22

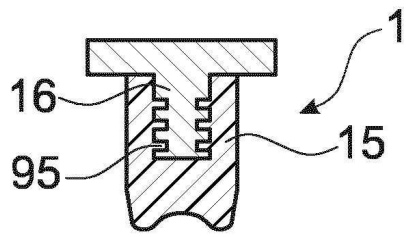


Fig. 22

도면23

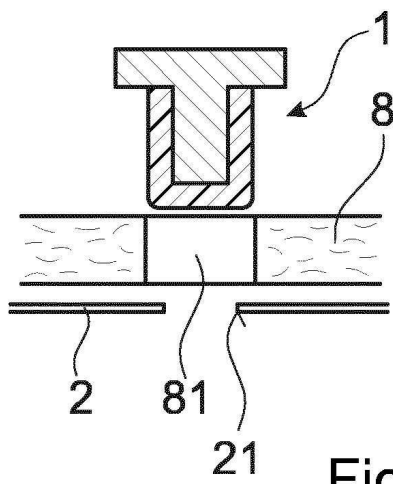


Fig. 23

도면24

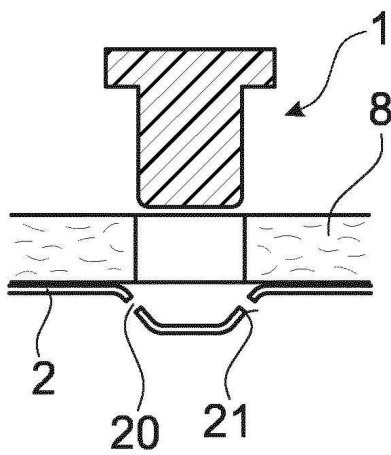
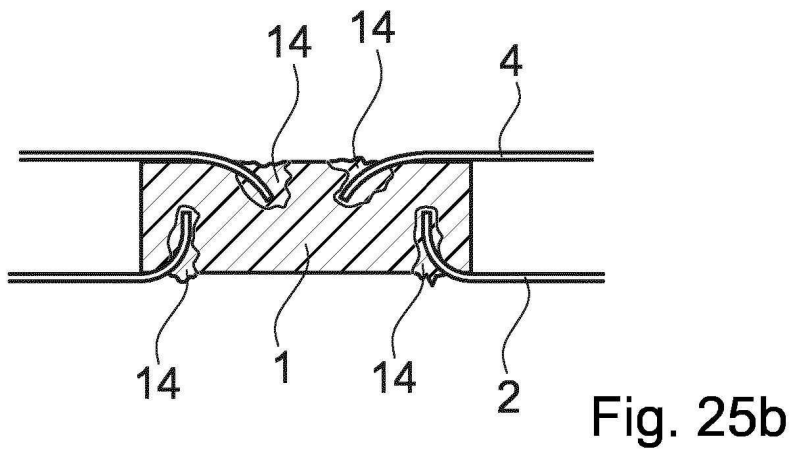
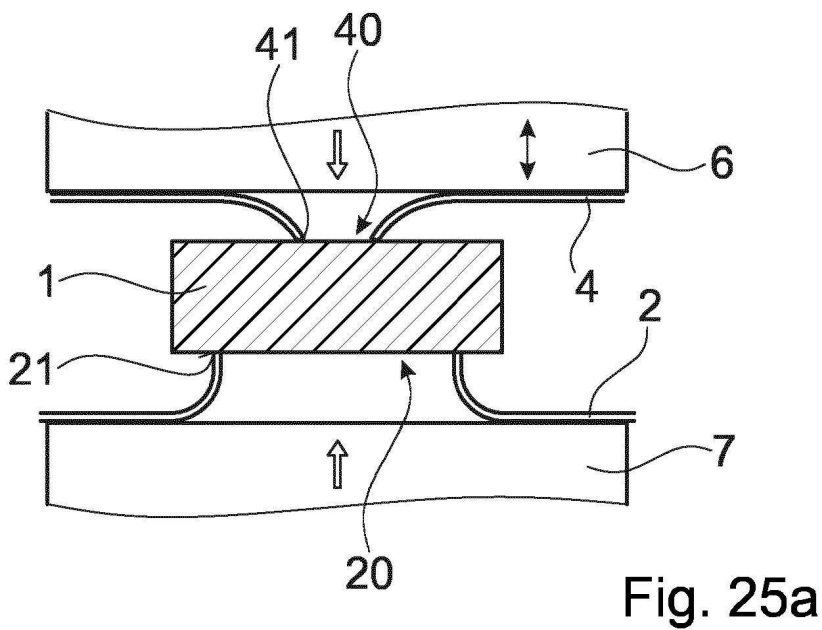
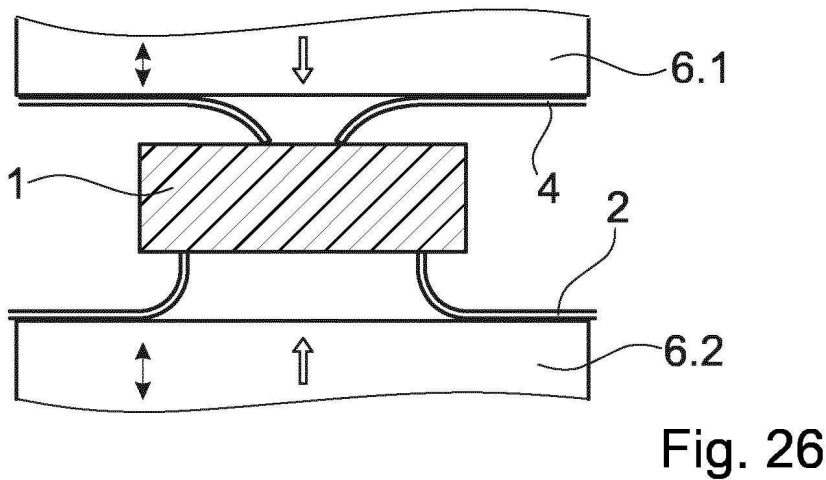


Fig. 24

도면25



도면26



도면27

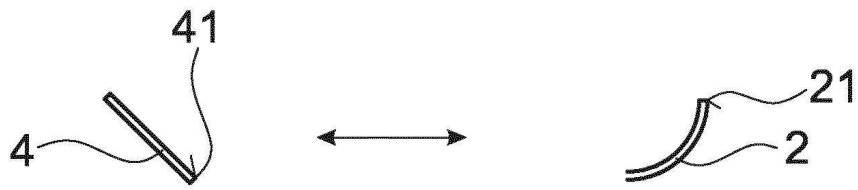


Fig. 27

도면28

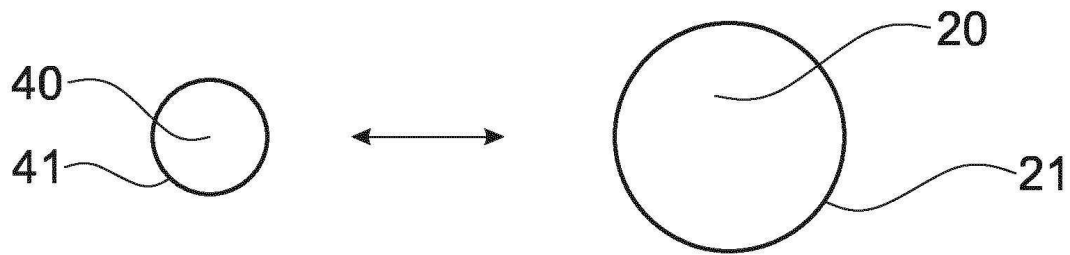


Fig. 28

도면29

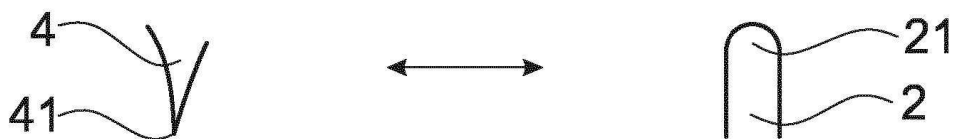


Fig. 29



도면30

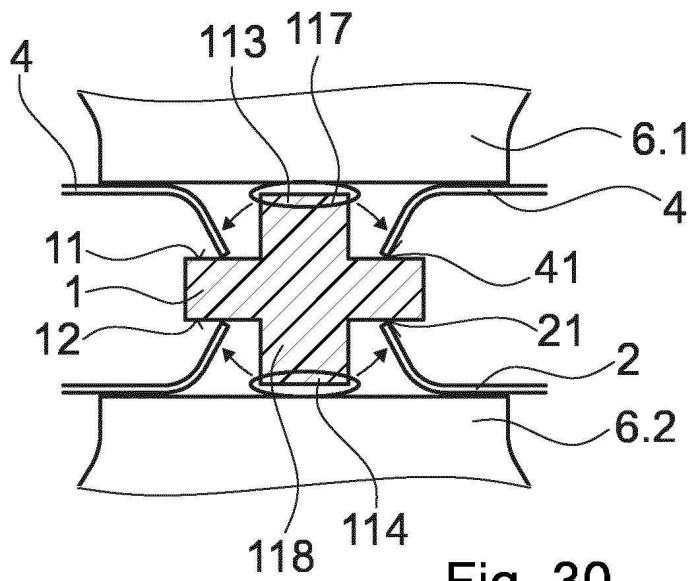


Fig. 30

도면31

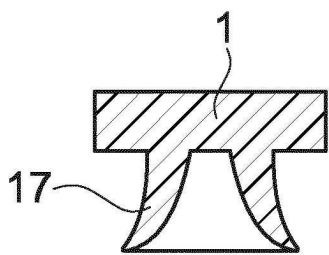


Fig. 31a

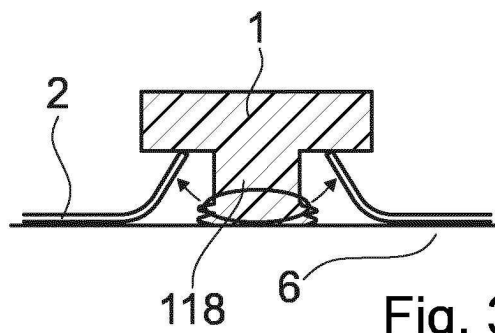


Fig. 31

도면32

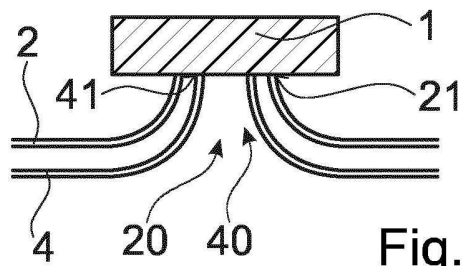


Fig. 32

도면33

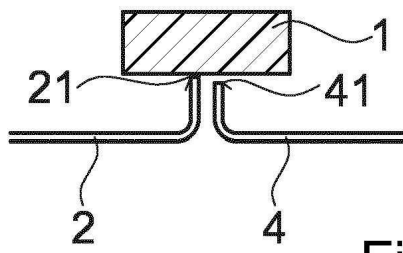


Fig. 33

도면34

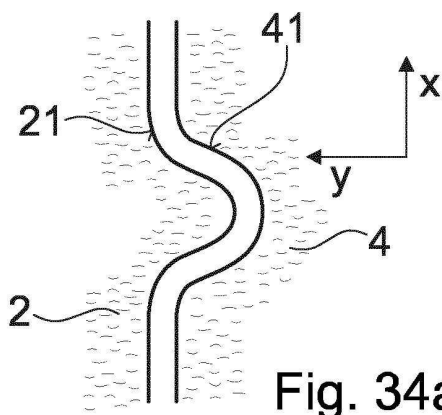


Fig. 34a

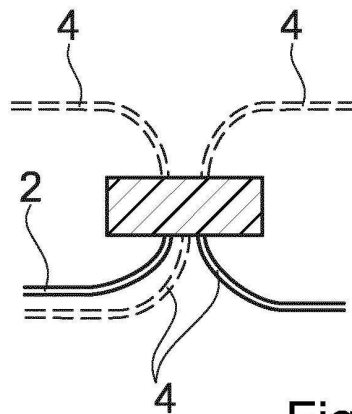


Fig. 34b

도면35

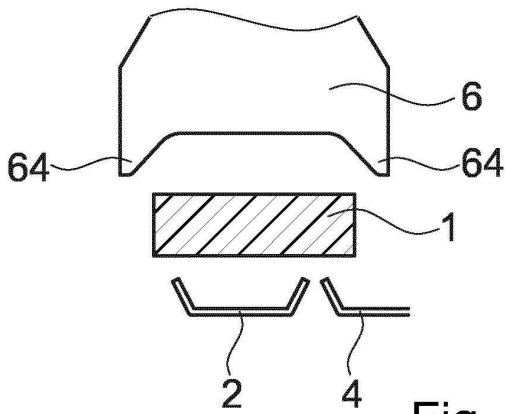


Fig. 35a

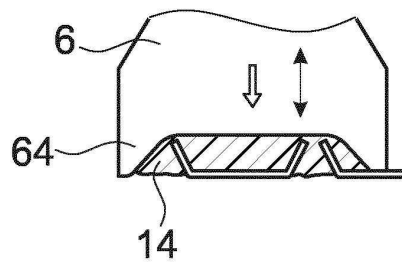
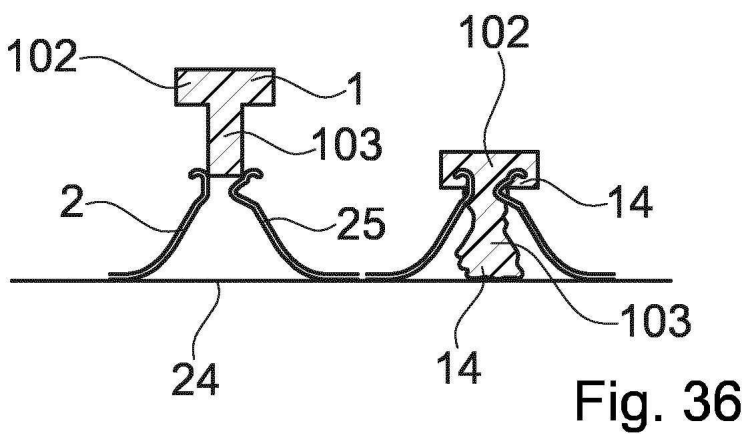
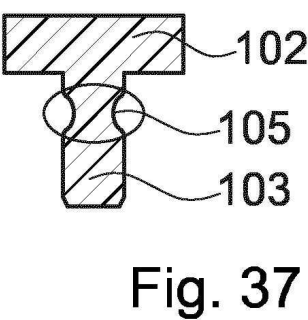


Fig. 35b

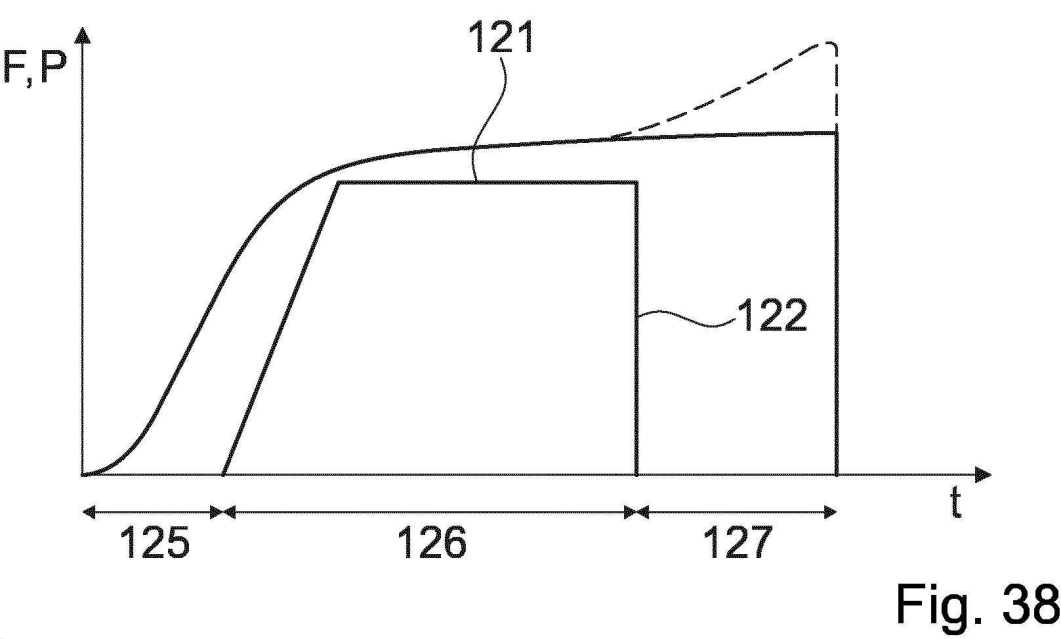
도면36



도면37



도면38



도면39

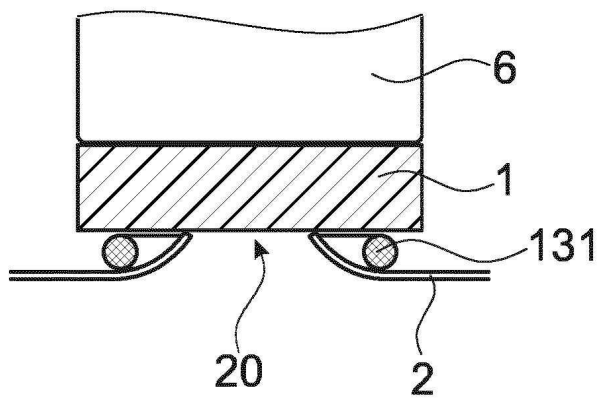


Fig. 39

도면40

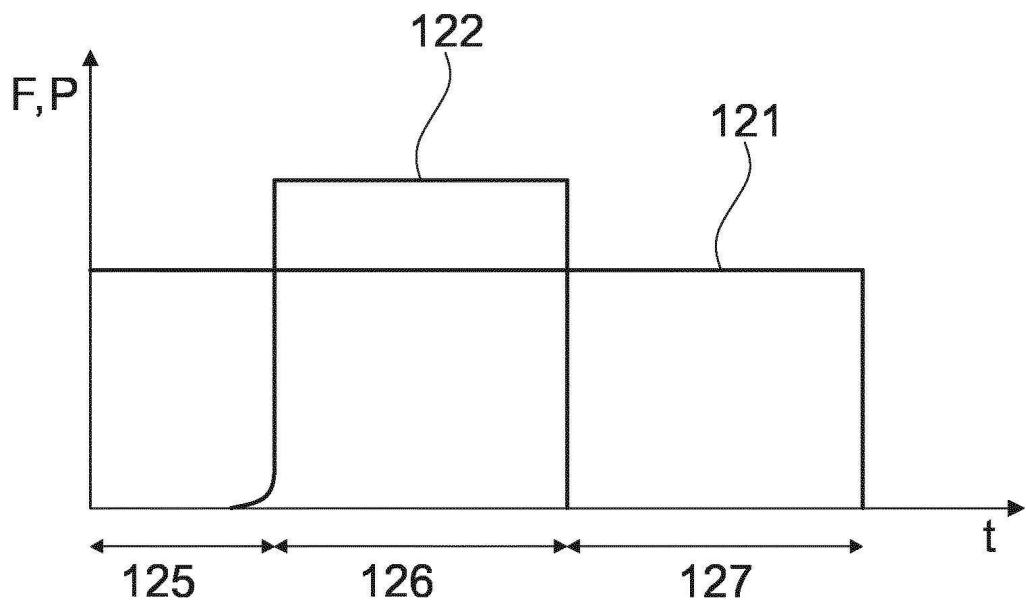


Fig. 40

도면41

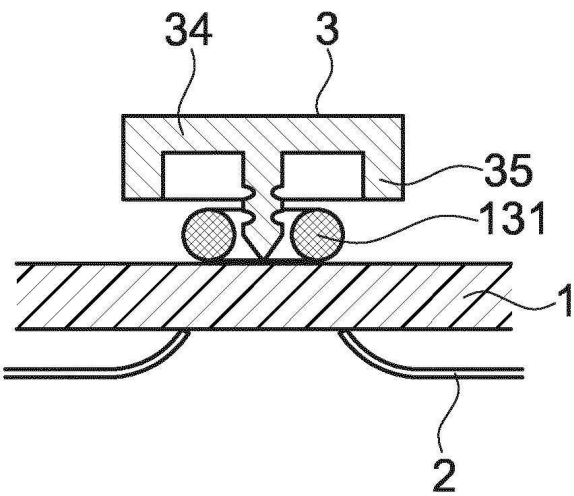


Fig. 41

도면42

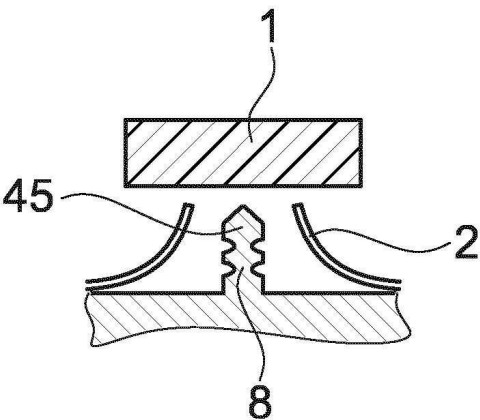


Fig. 42

도면43

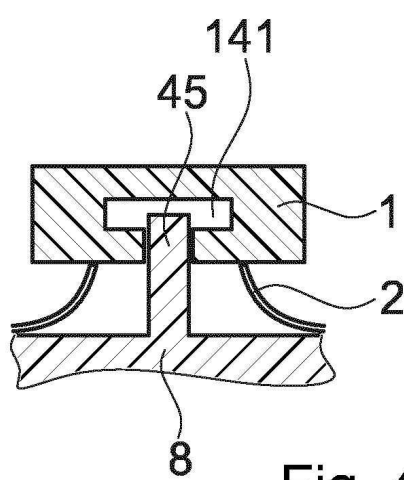


Fig. 43



도면44

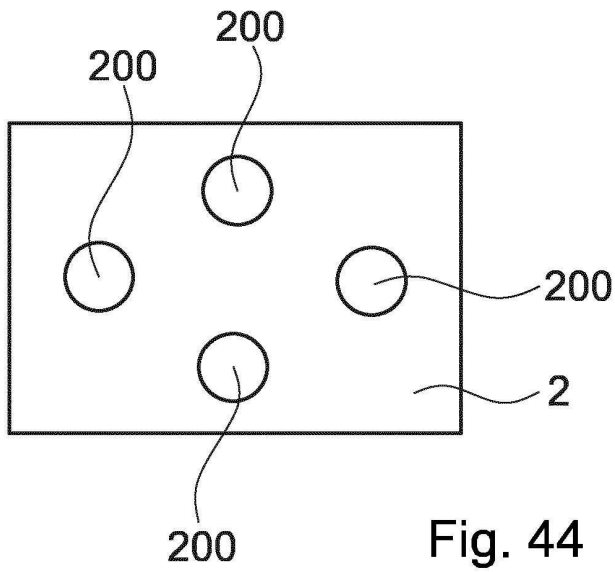


Fig. 44

도면45

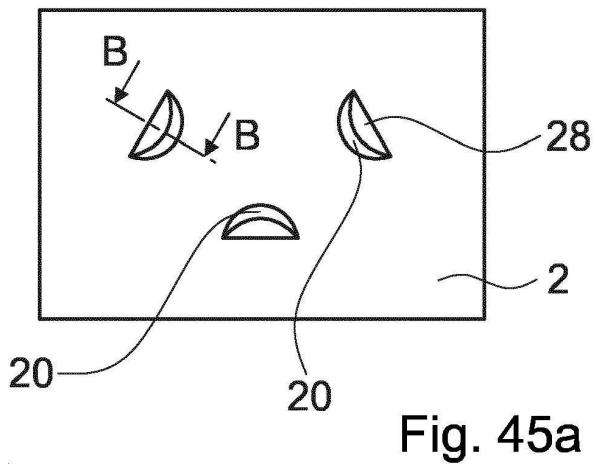


Fig. 45a

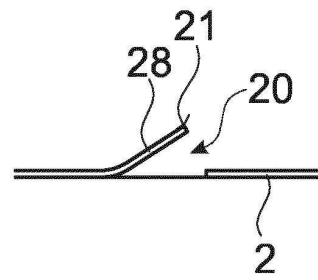


Fig. 45b

도면46

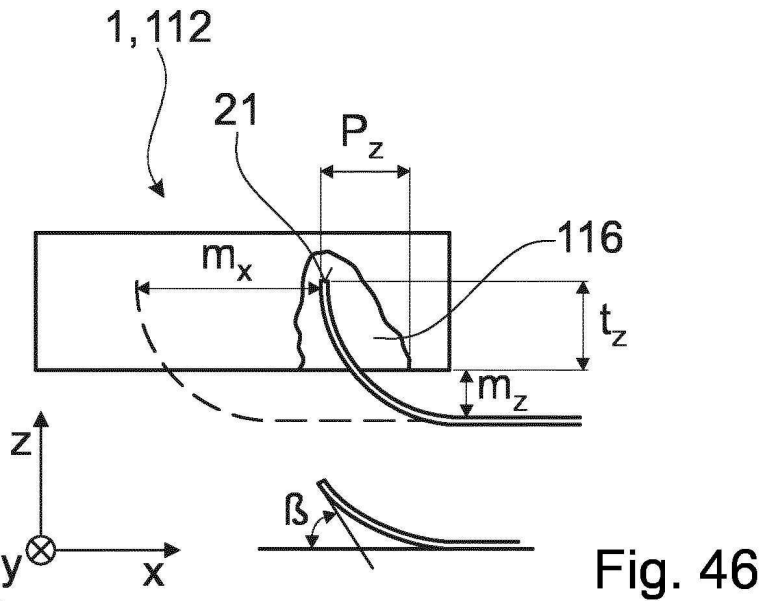


Fig. 46

도면47

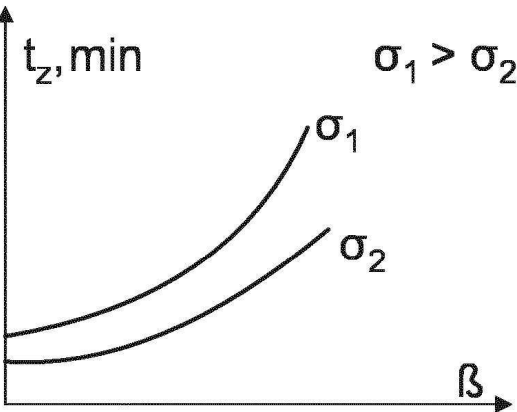


Fig. 47

도면48

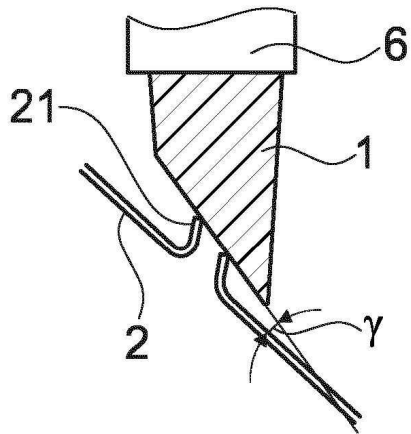


Fig. 48

도면49

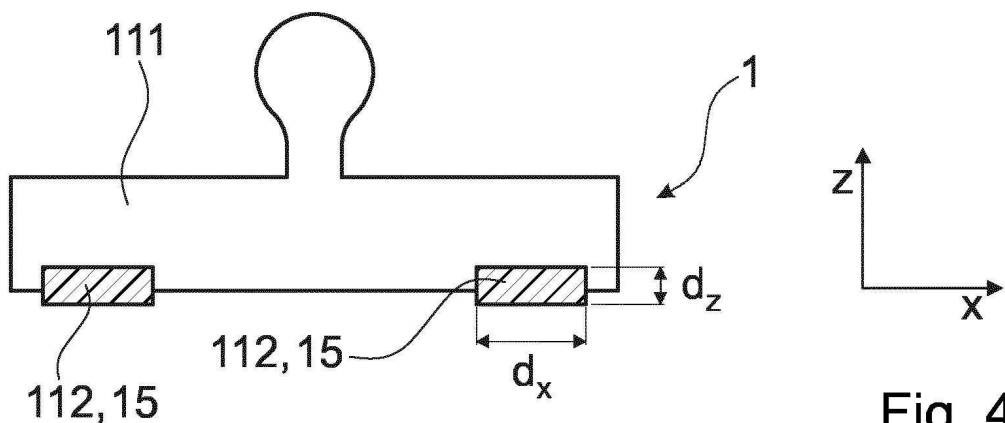


Fig. 49

도면50

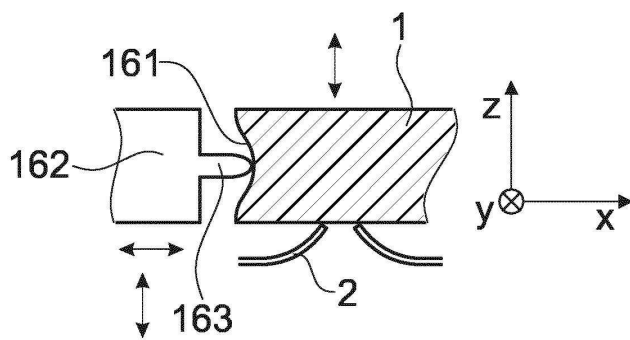


Fig. 50a

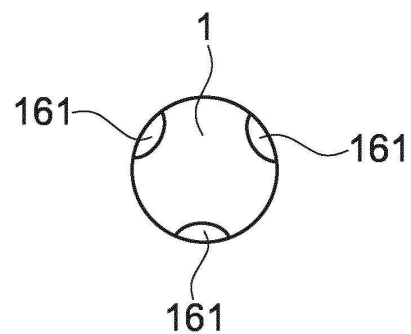
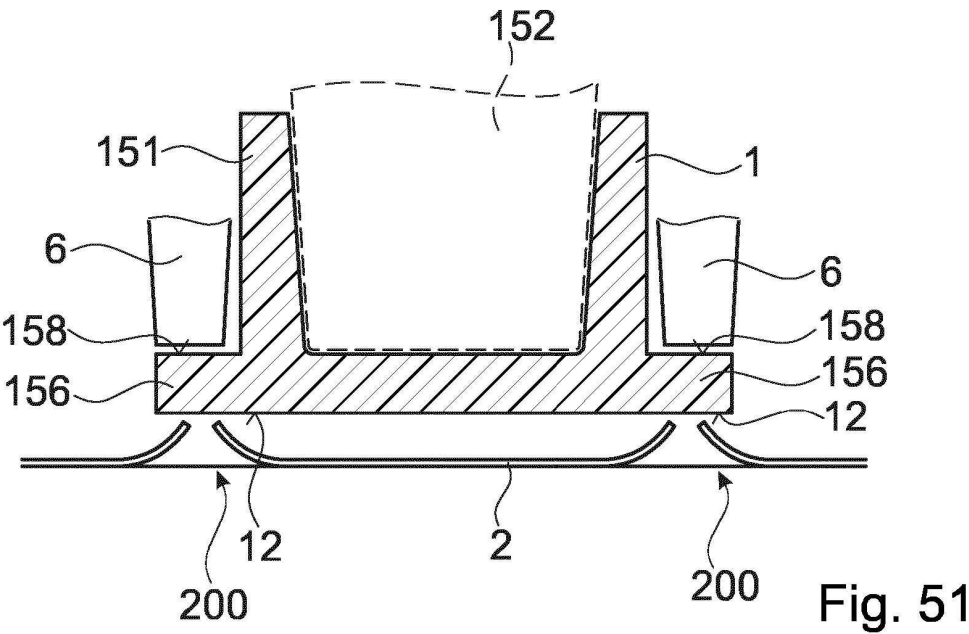
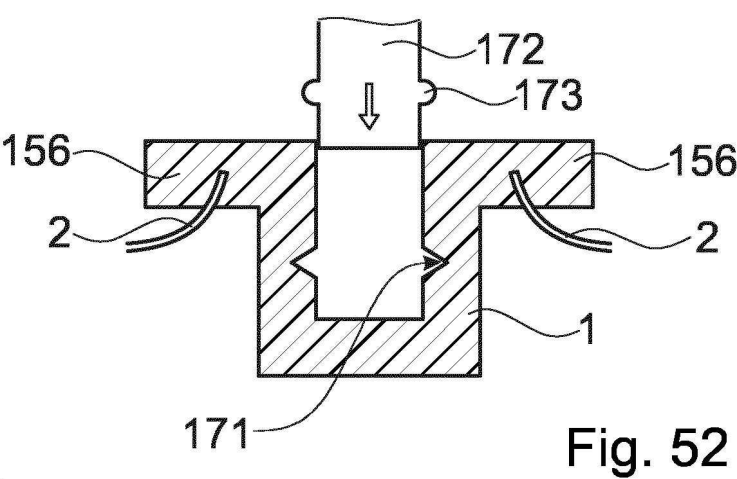


Fig. 50b

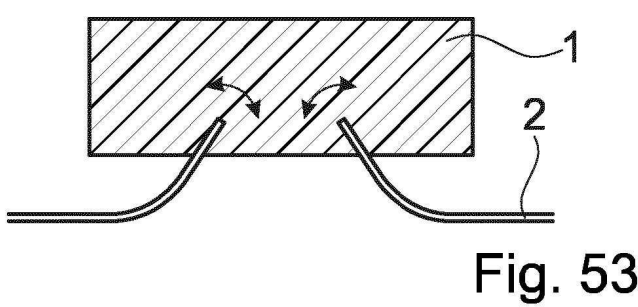
도면51



도면52



도면53



도면54

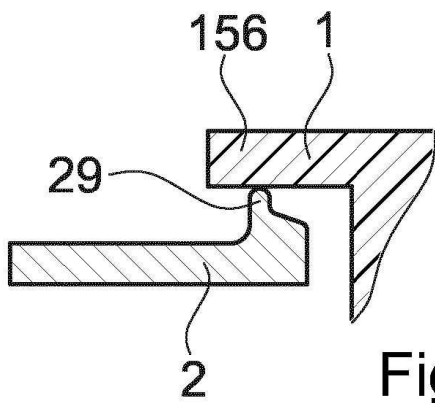


Fig. 54

도면55

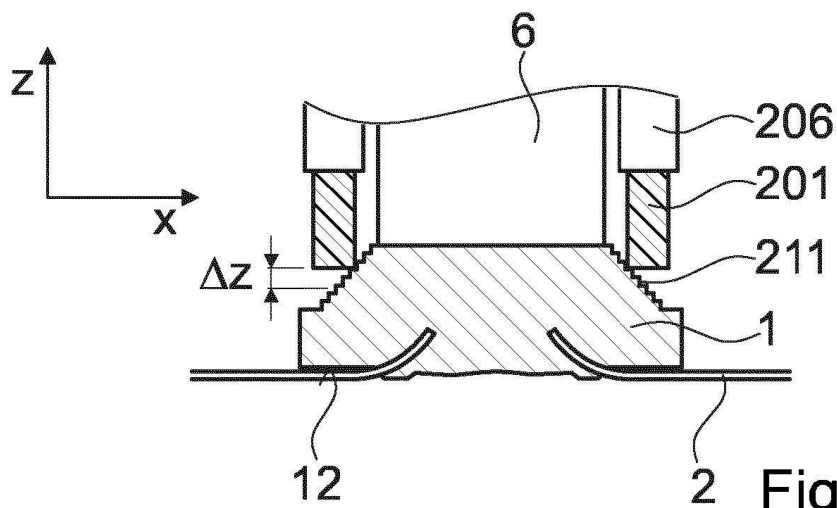


Fig. 55

도면56

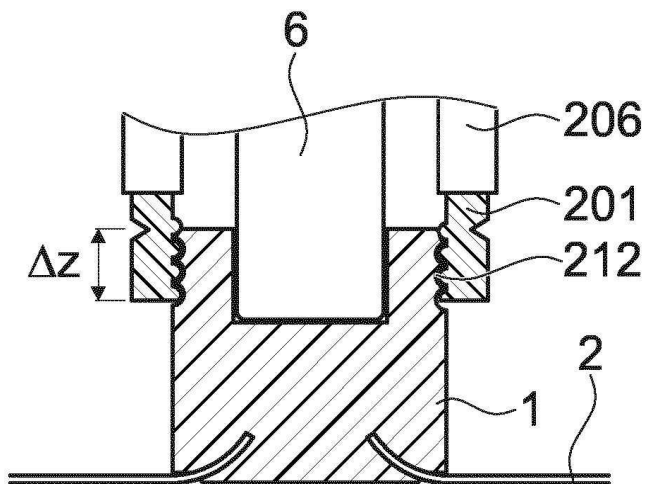


Fig. 56



도면57

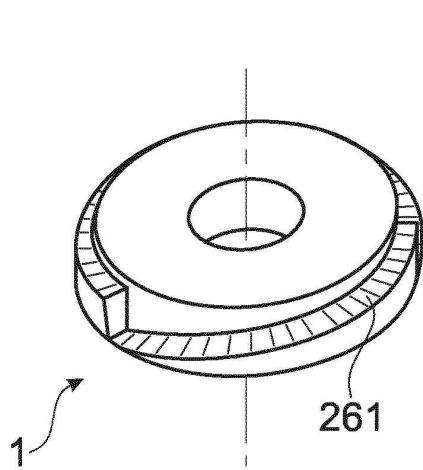


Fig. 57a

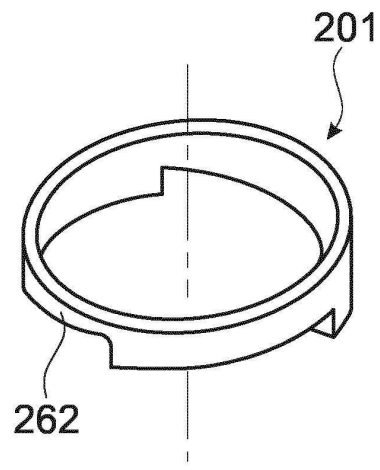


Fig. 57b

도면58

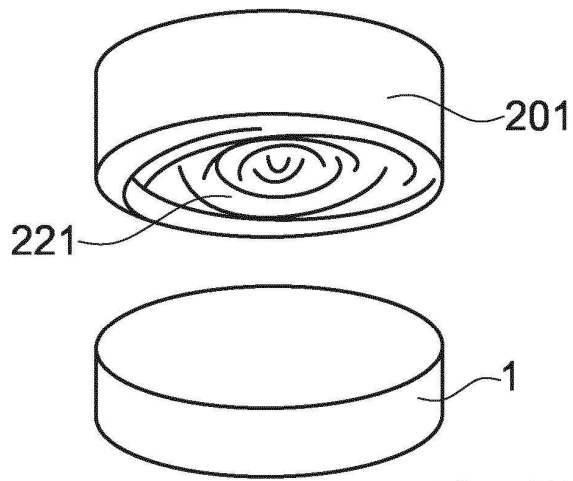


Fig. 58a

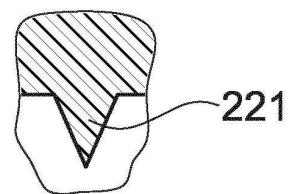


Fig. 58b

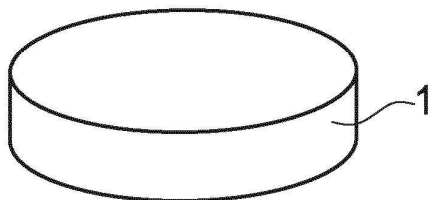


Fig. 58c

도면59

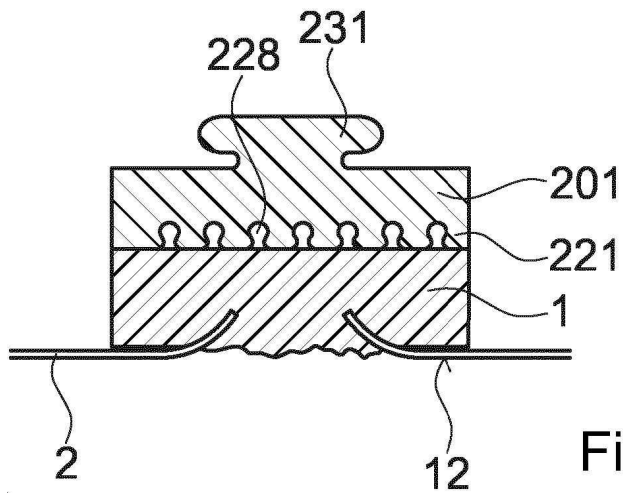


Fig. 59

도면60

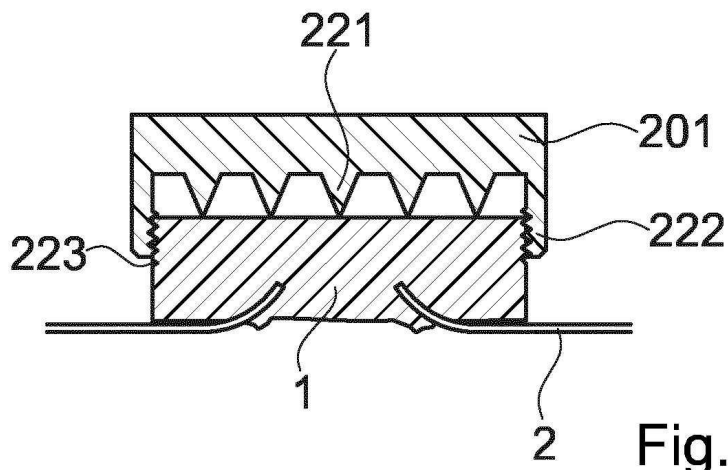


Fig. 60

도면61

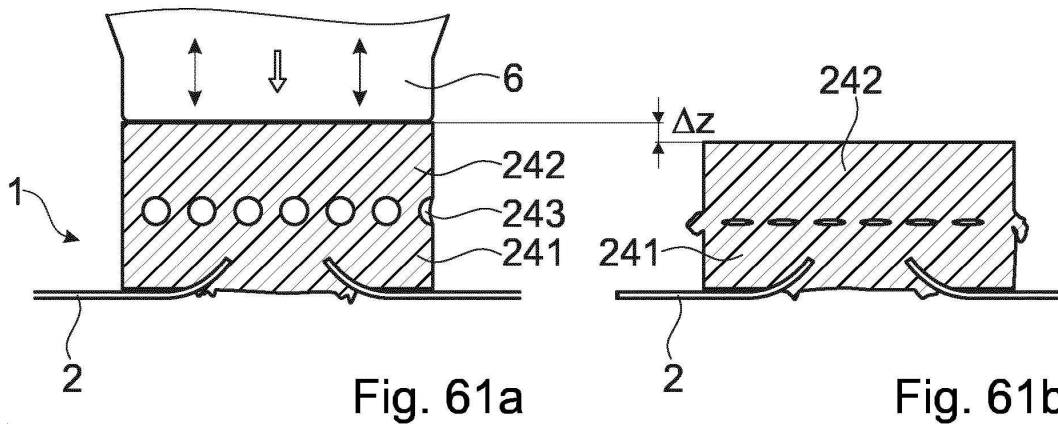


Fig. 61a

Fig. 61b

도면62

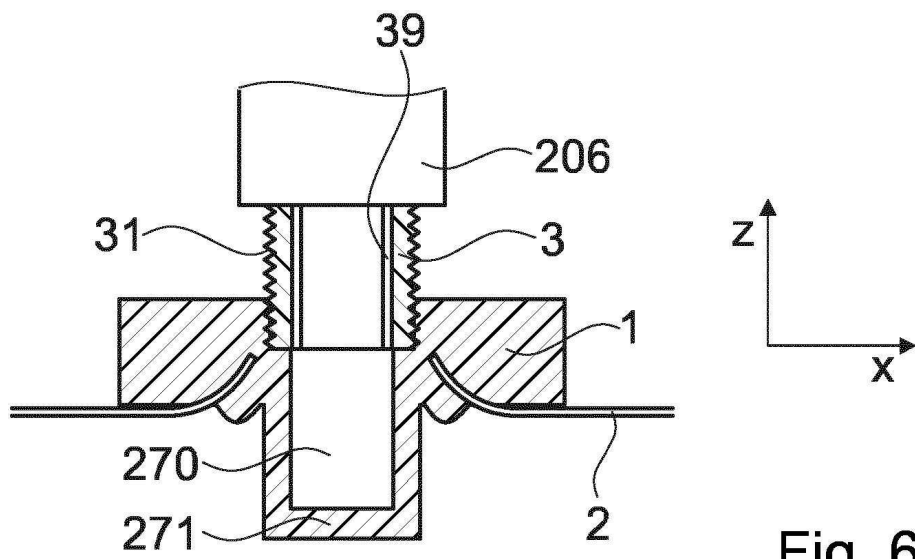


Fig. 62

도면63

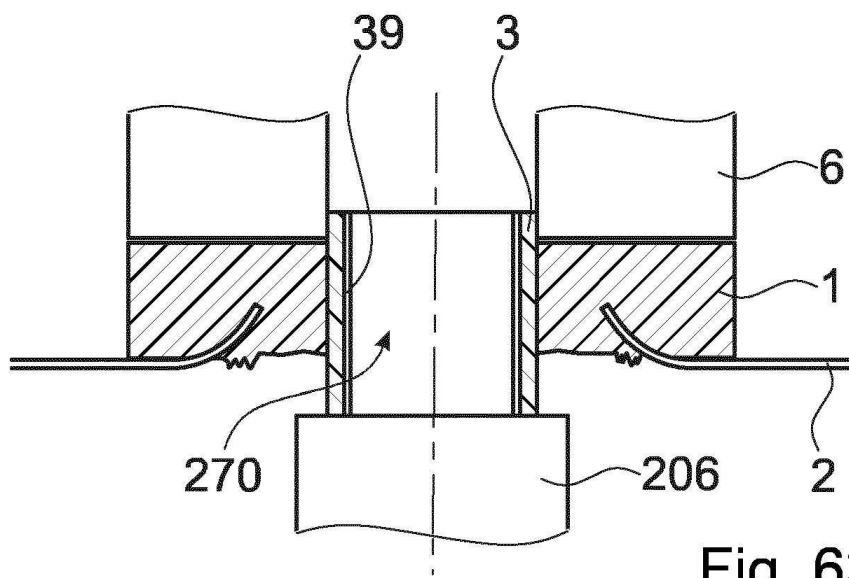


Fig. 63

도면64

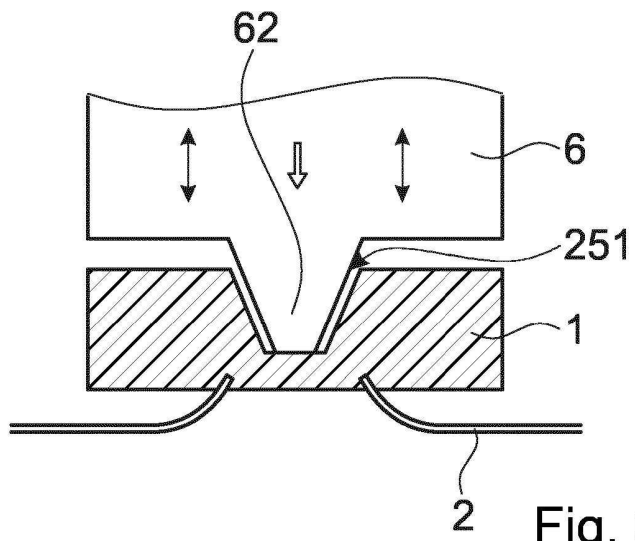


Fig. 64a

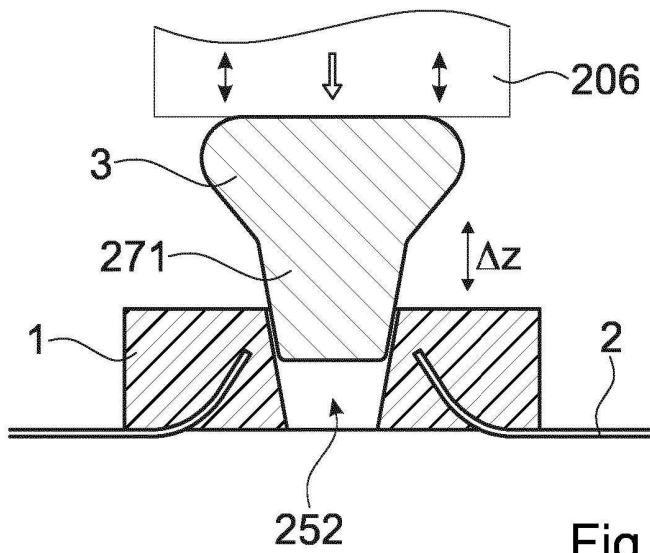


Fig. 64b

도면65

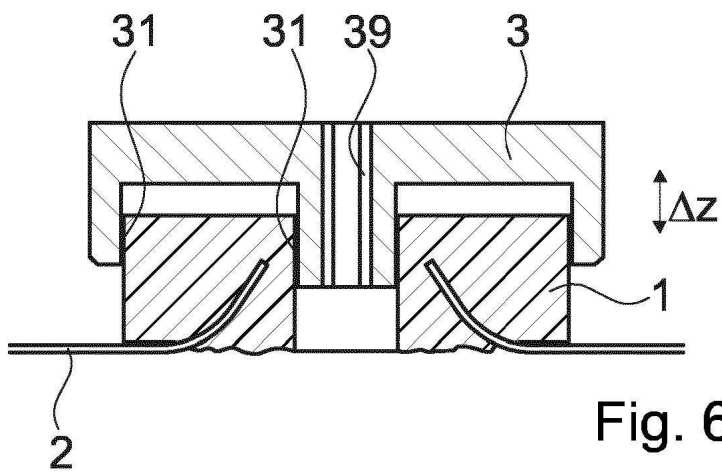


Fig. 65

도면66

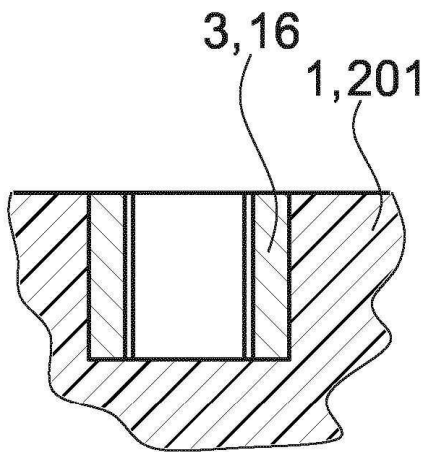


Fig. 66

도면67

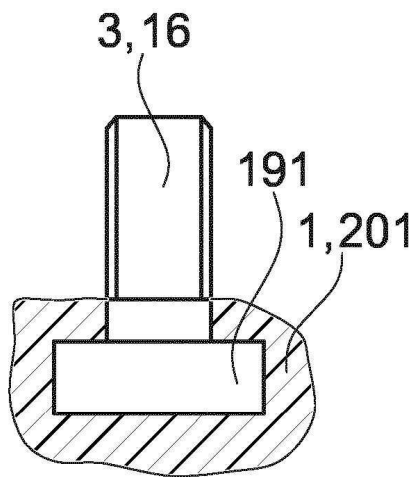


Fig. 67

도면68

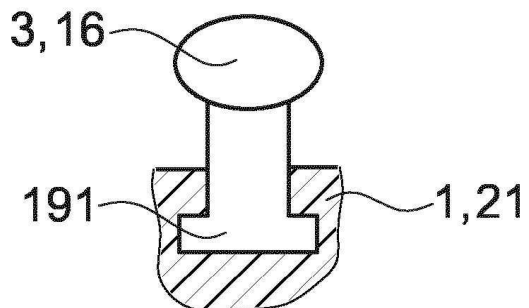


Fig. 68



도면69

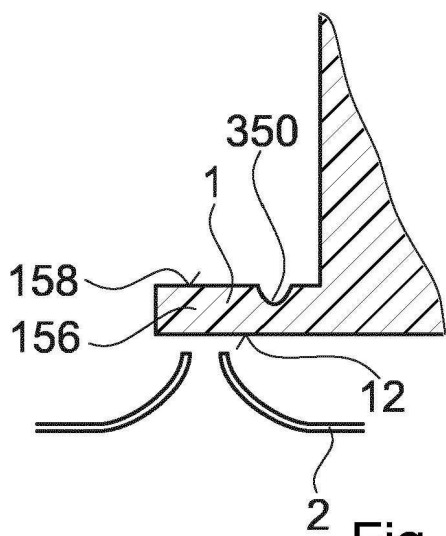


Fig. 69

도면70

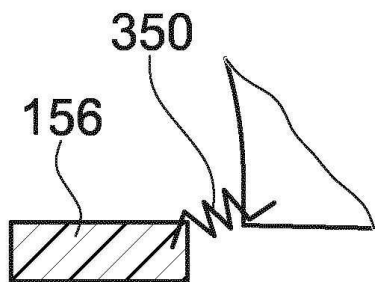


Fig. 70

도면71

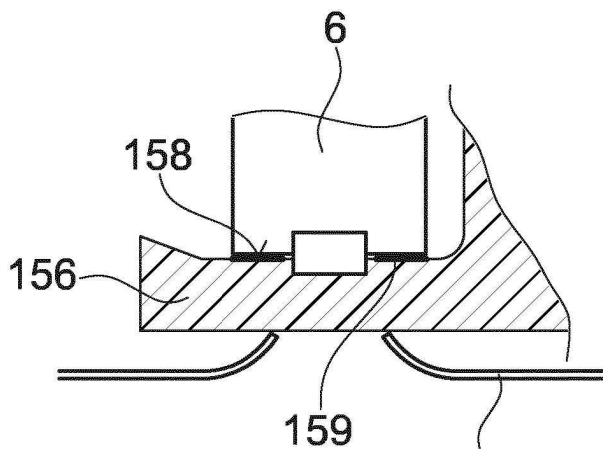


Fig. 71

도면72

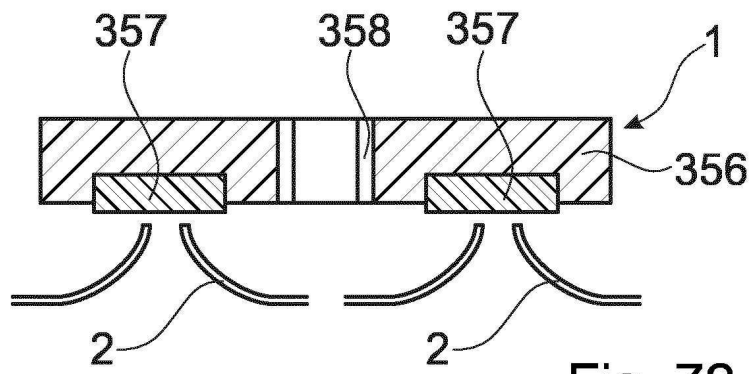


Fig. 72

도면73

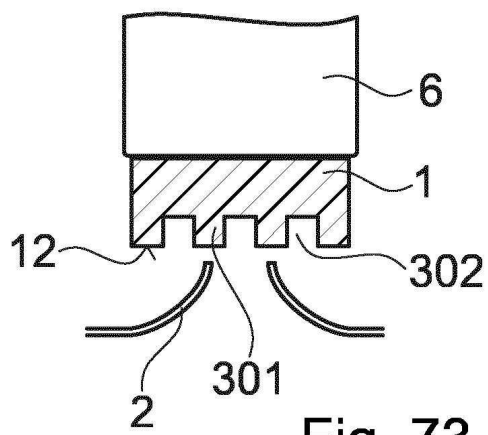


Fig. 73

도면74

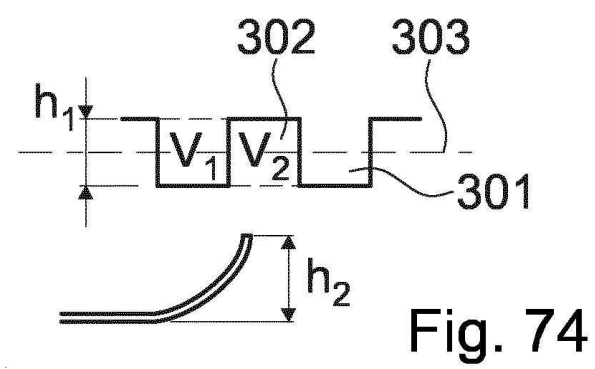
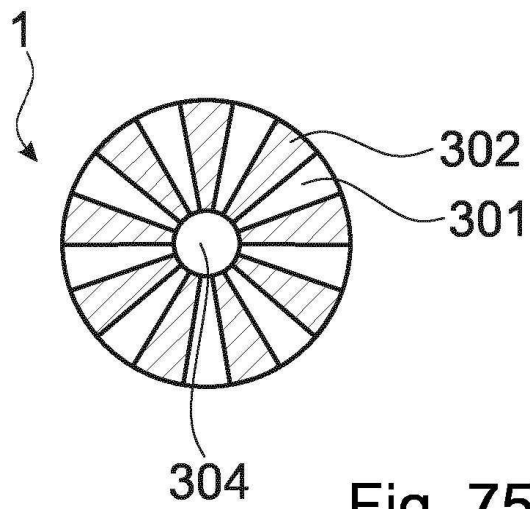
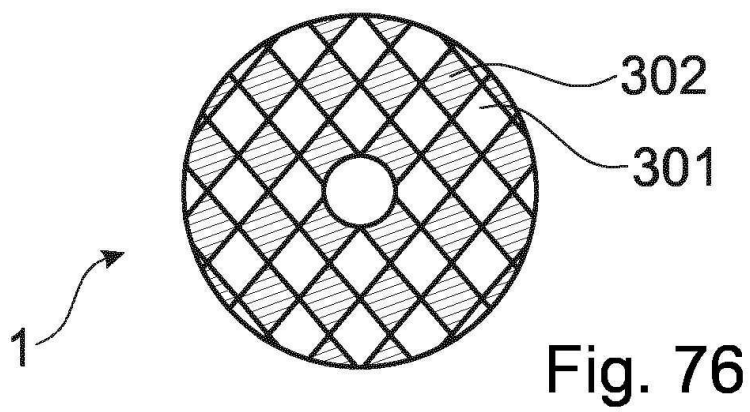


Fig. 74

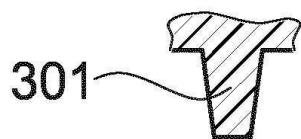
도면75



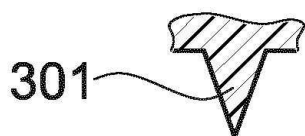
도면76



도면77



도면78



도면79

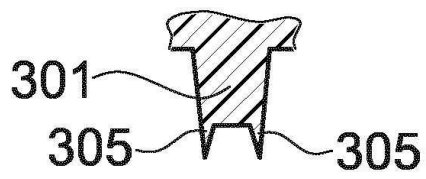


Fig. 79

도면80

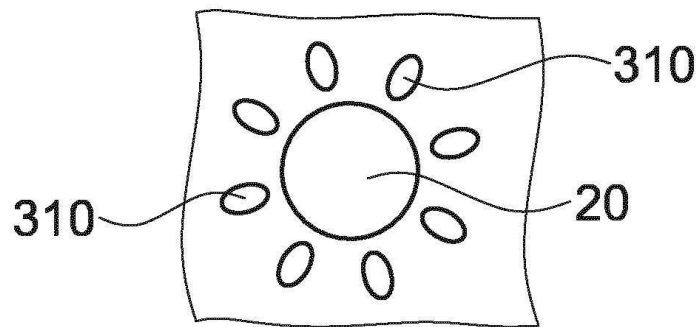


Fig. 80

도면81

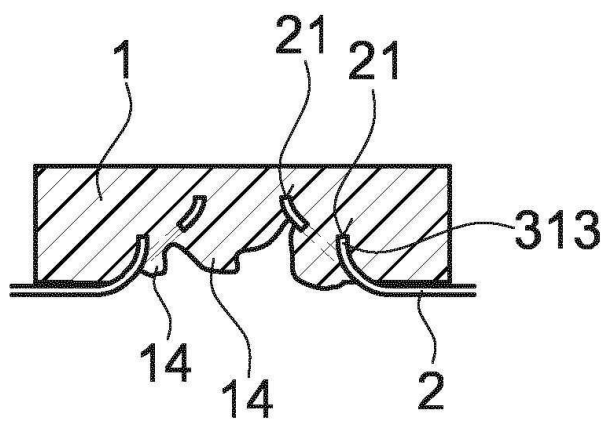


Fig. 81

도면82

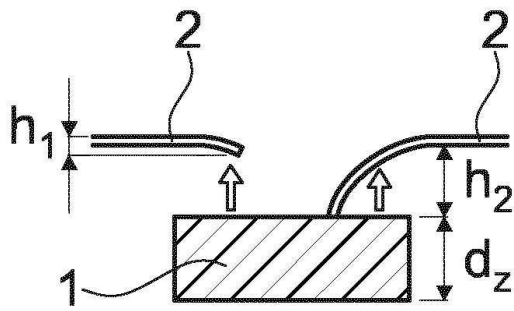


Fig. 82

도면83

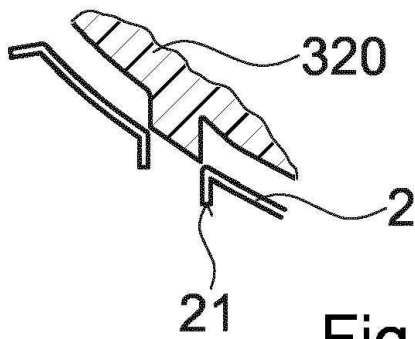


Fig. 83

도면84

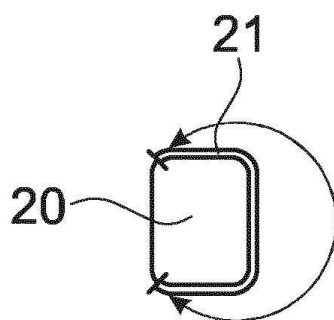
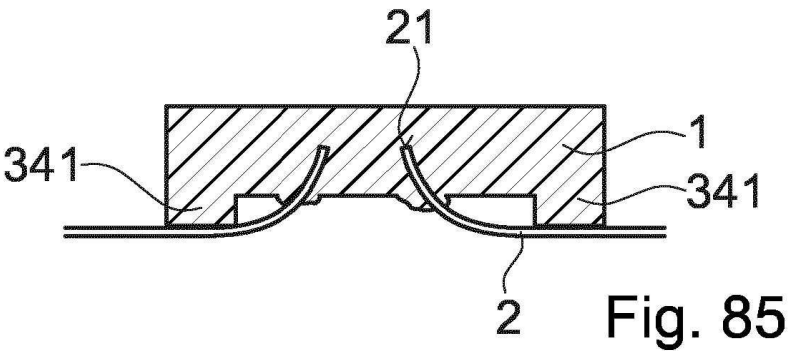
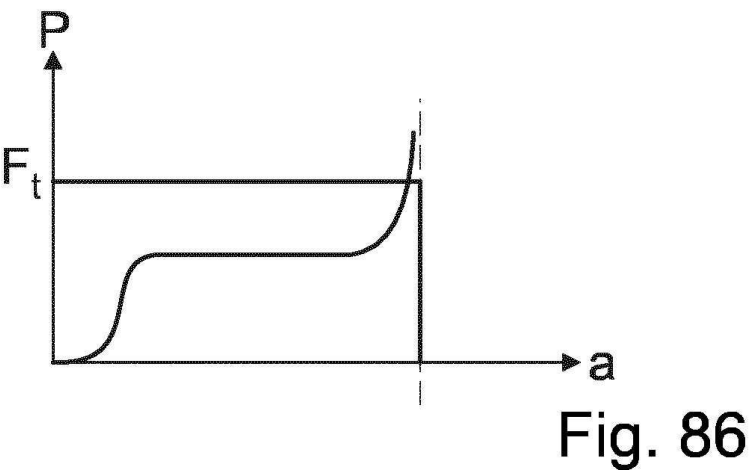


Fig. 84

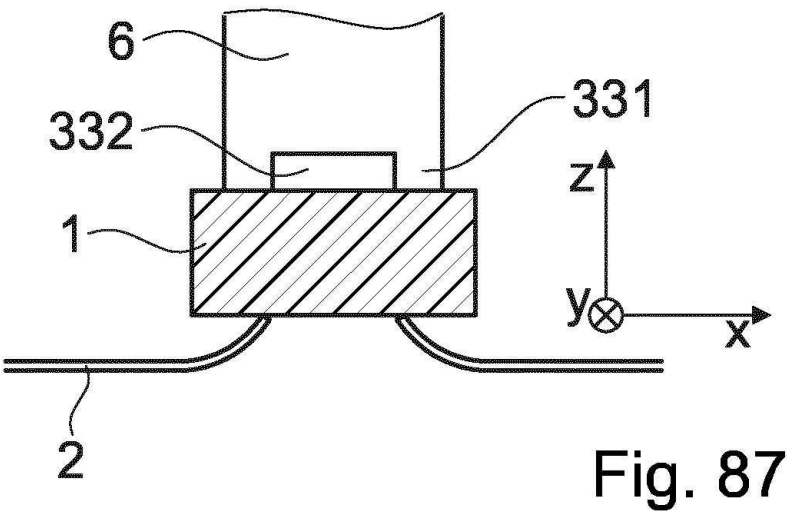
도면85



도면86



도면87





도면88

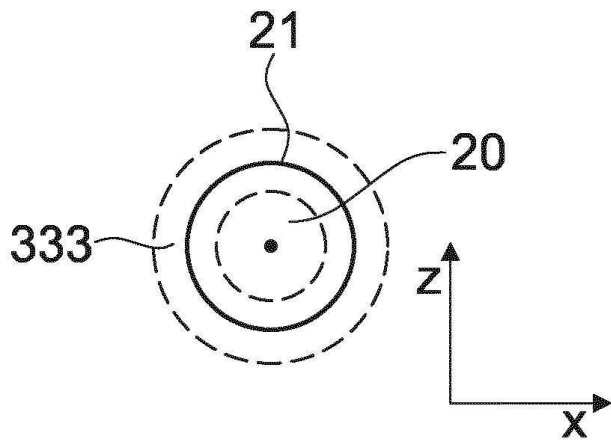


Fig. 88

도면89

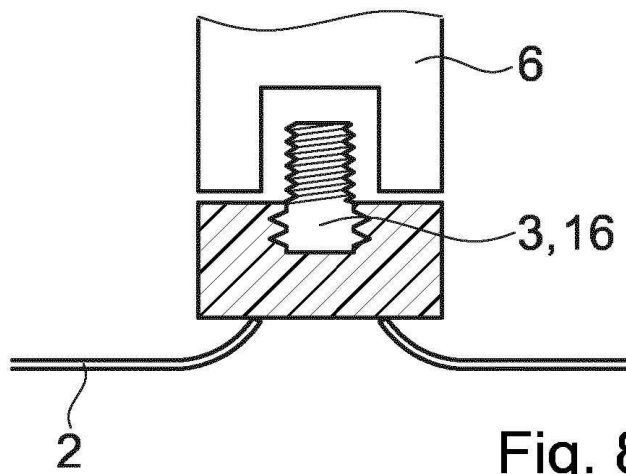


Fig. 89

도면90

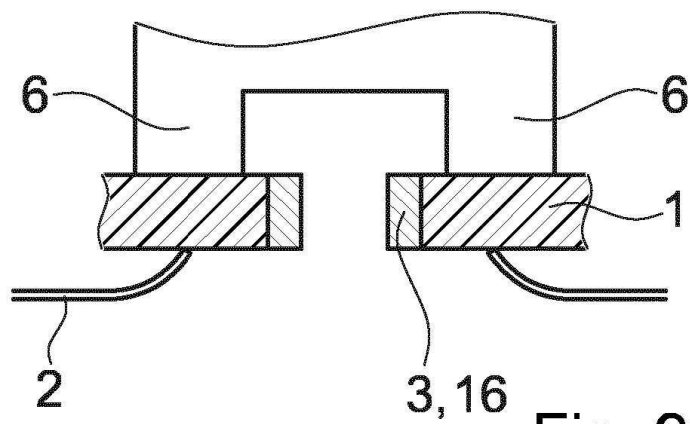
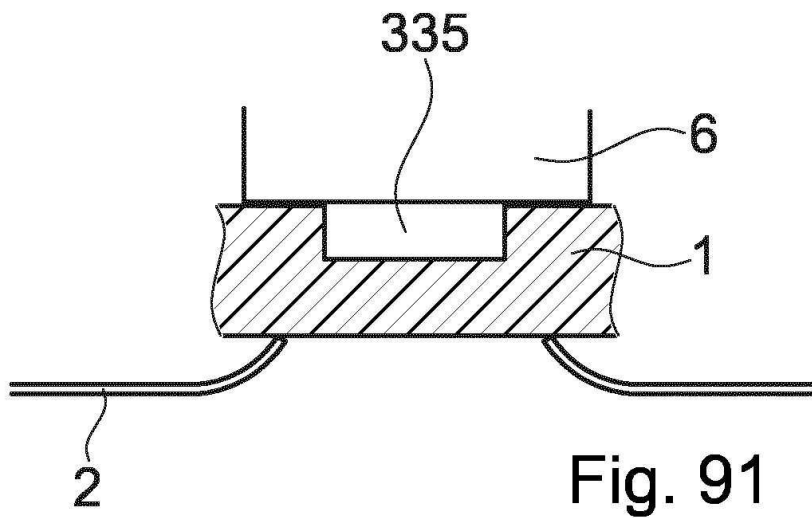
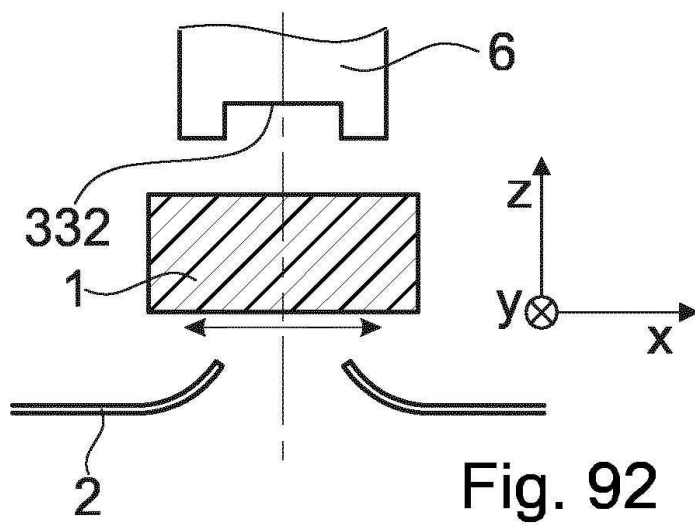


Fig. 90

도면91



도면92



도면93

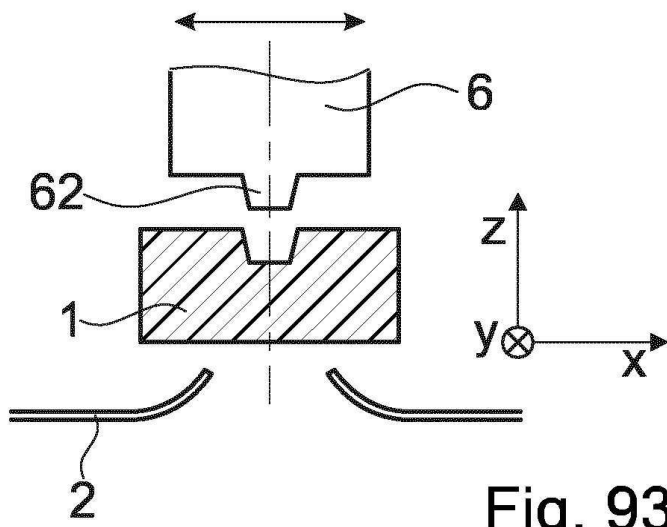


Fig. 93

도면94

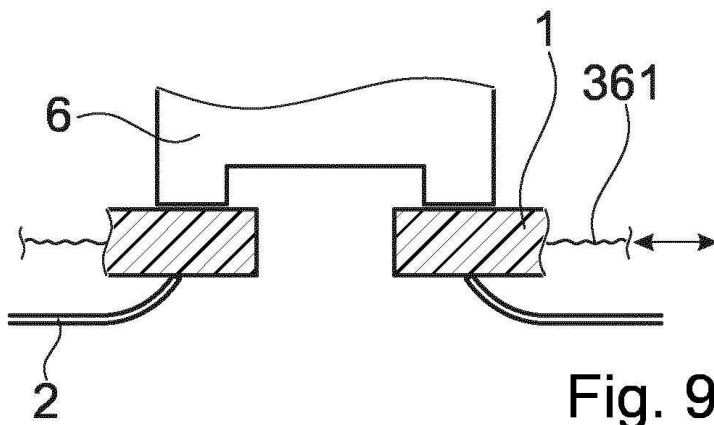


Fig. 94

도면95

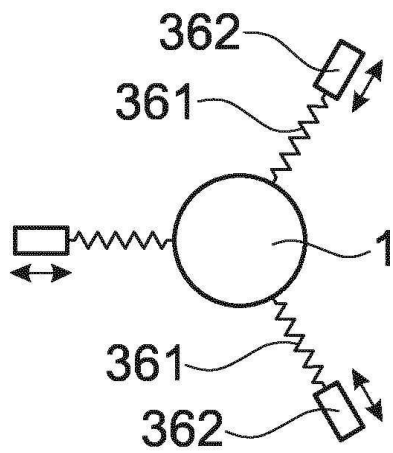
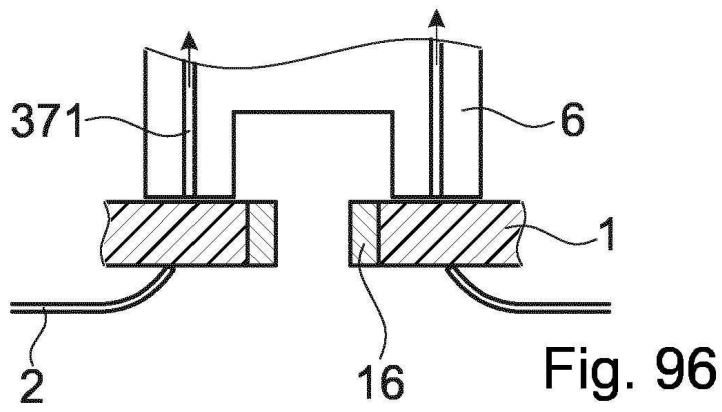
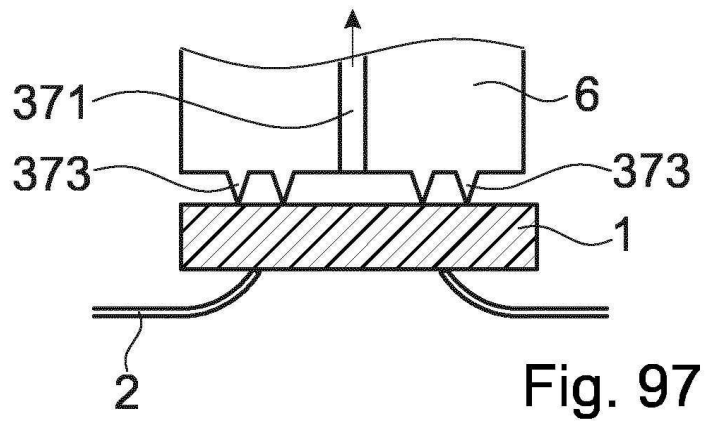


Fig. 95

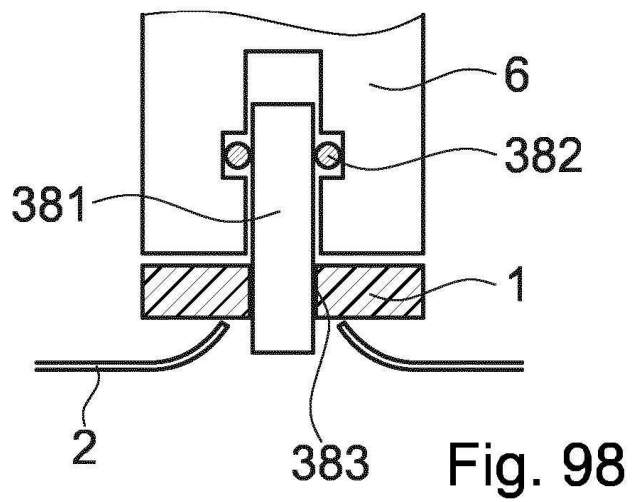
도면96



도면97



도면98



도면99

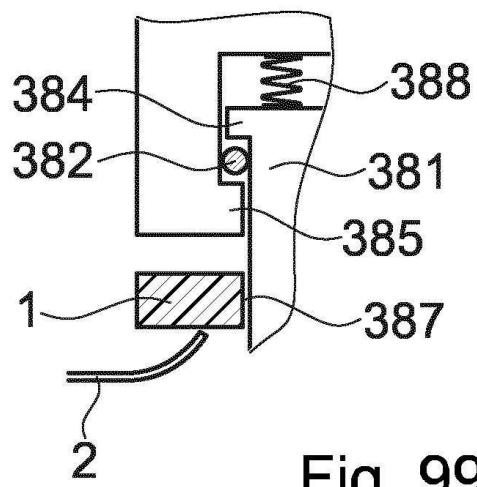


Fig. 99

도면100

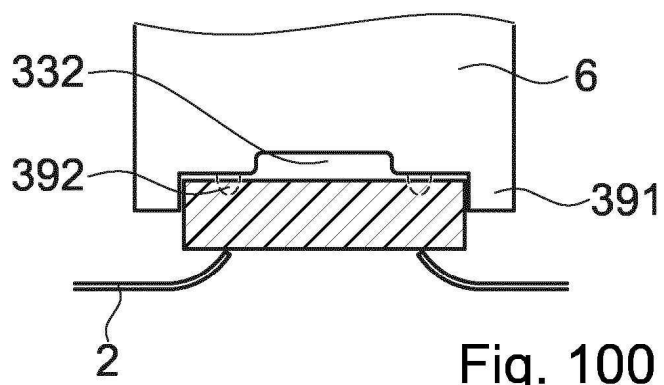


Fig. 100

도면101

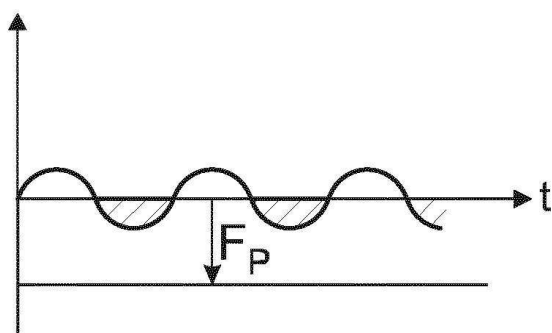


Fig. 101

도면102

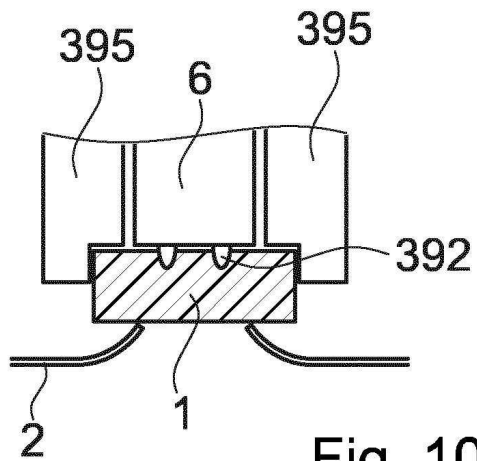


Fig. 102

도면103

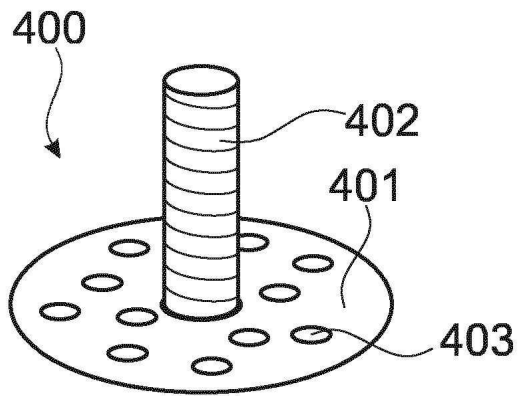


Fig. 103

도면104

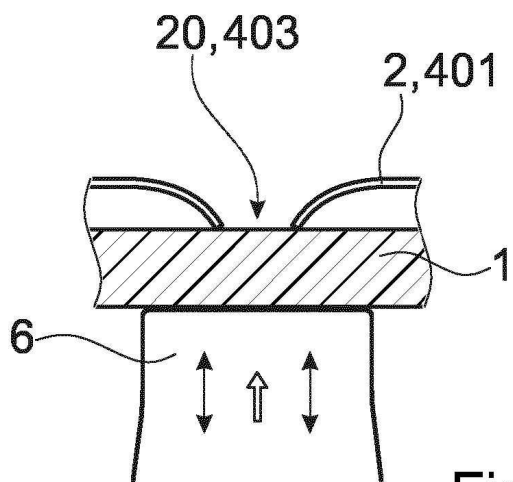


Fig. 104



도면105

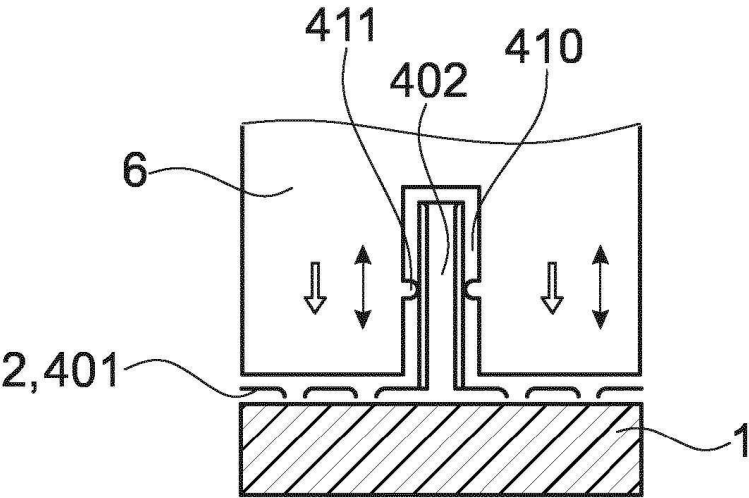


Fig. 105

도면106

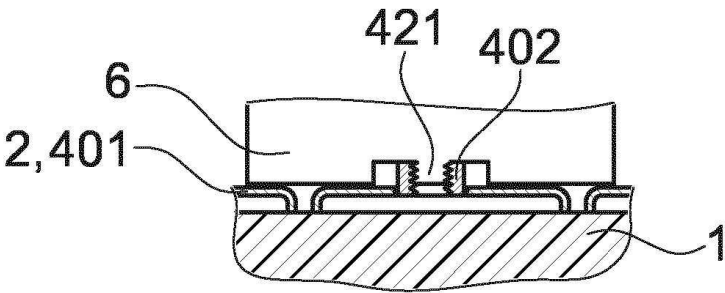


Fig. 106

도면107



Fig. 107

도면108

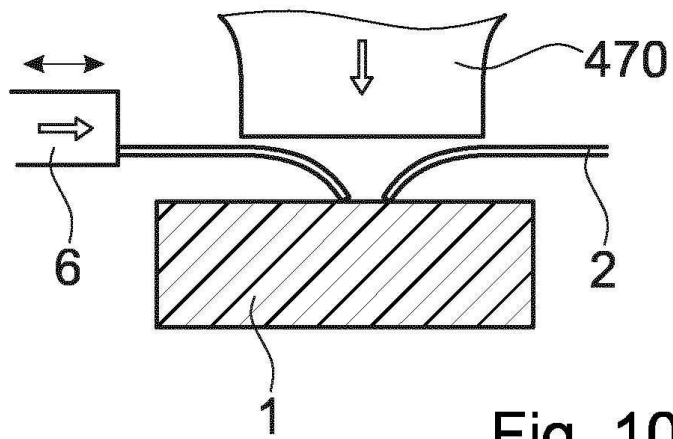


Fig. 108

도면109

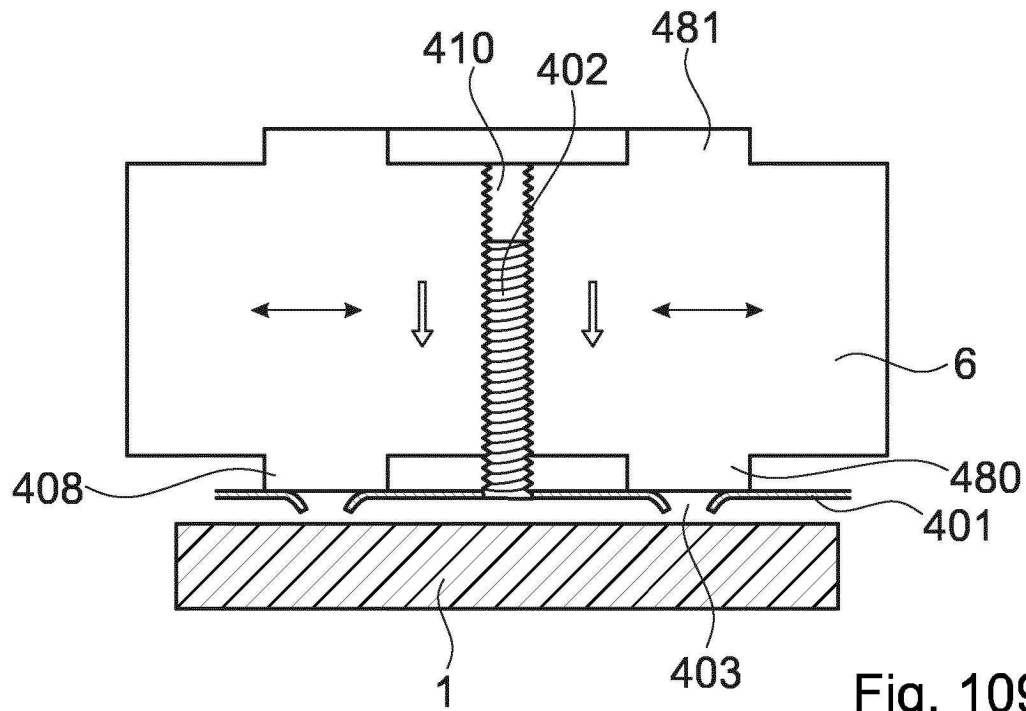


Fig. 109

도면110

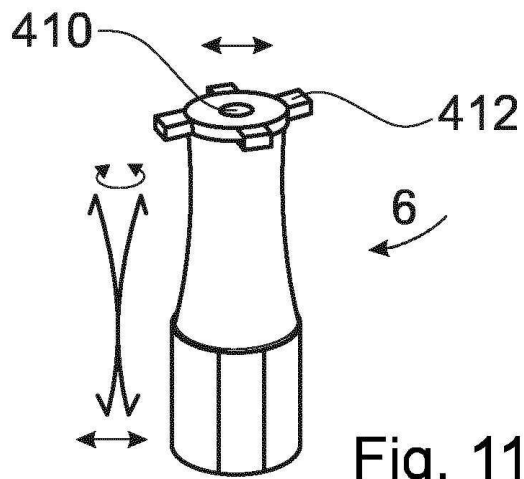


Fig. 110

도면111

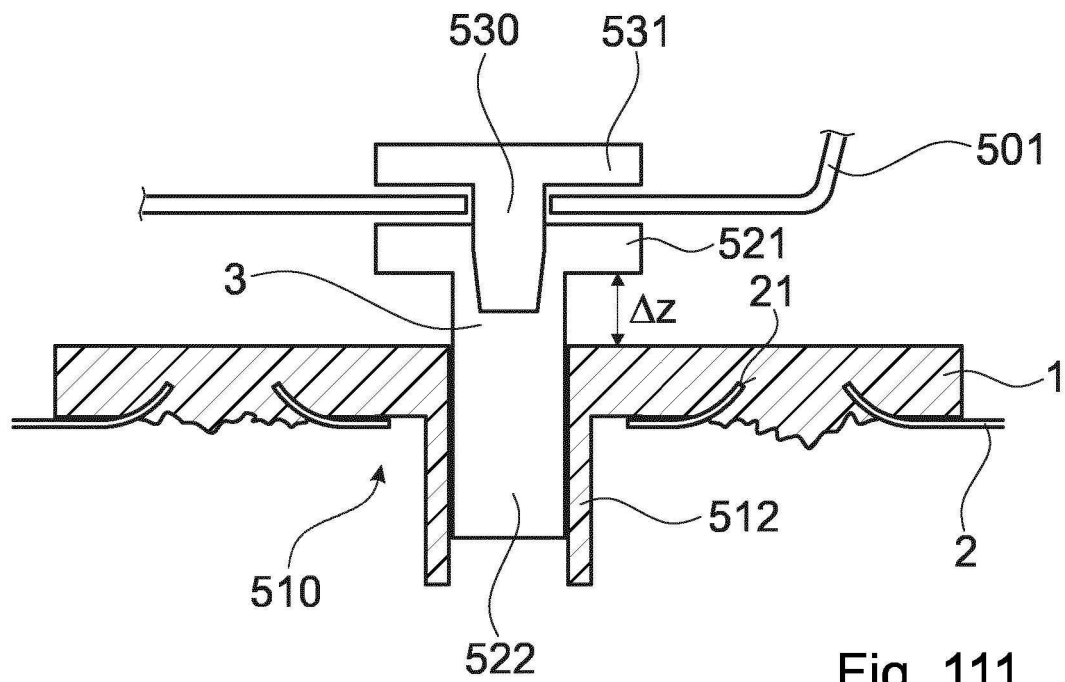


Fig. 111

도면112

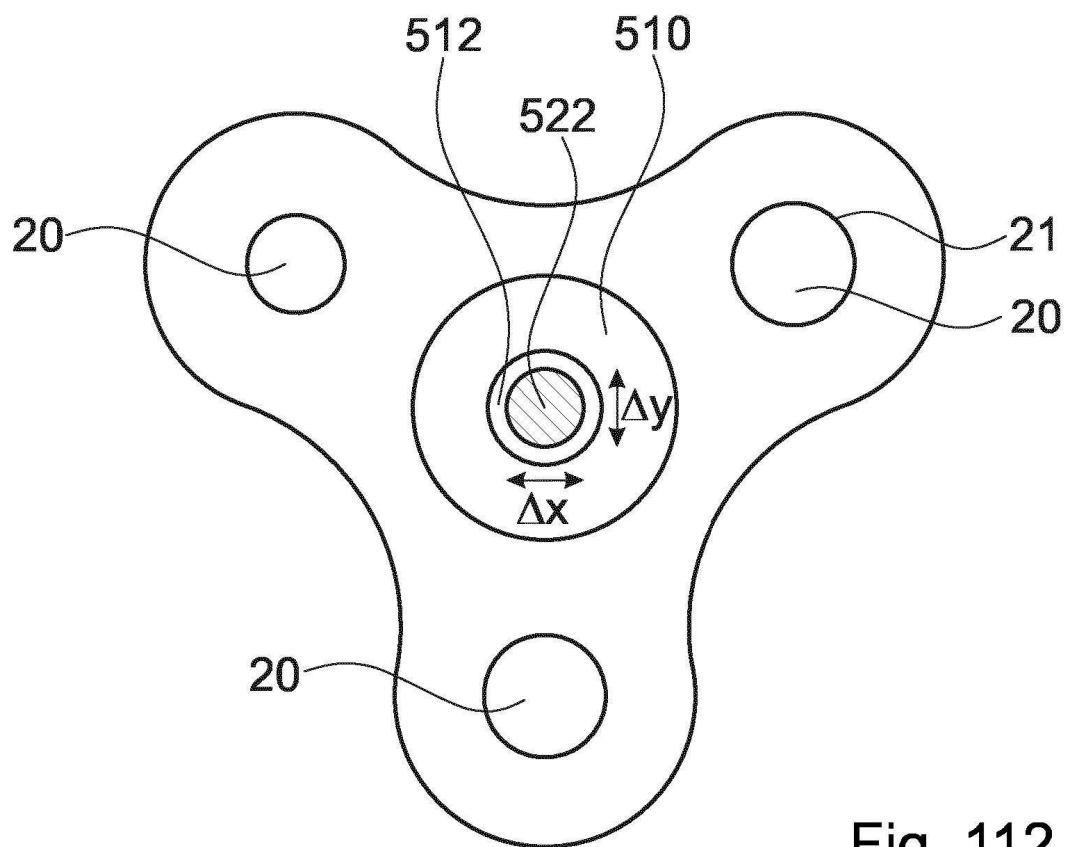
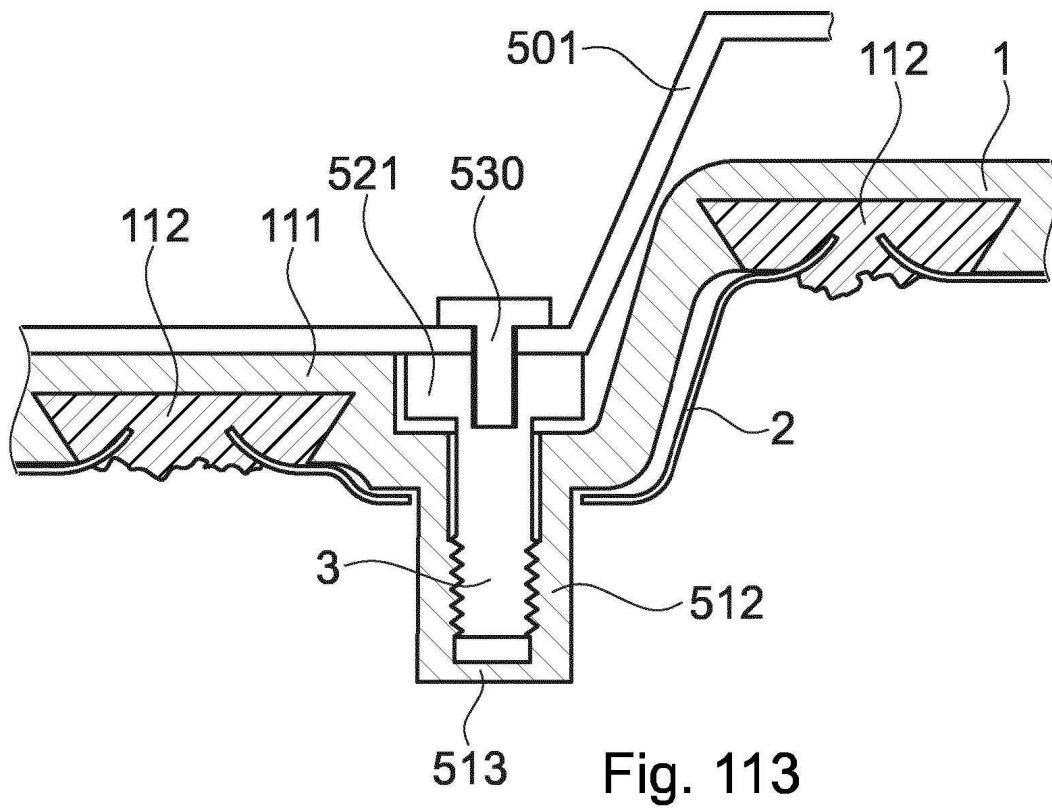
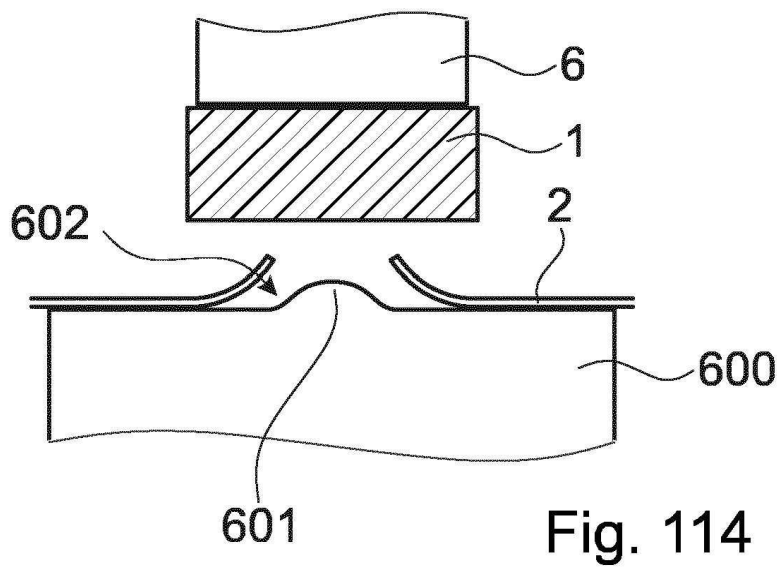


Fig. 112

도면113



도면114



도면115

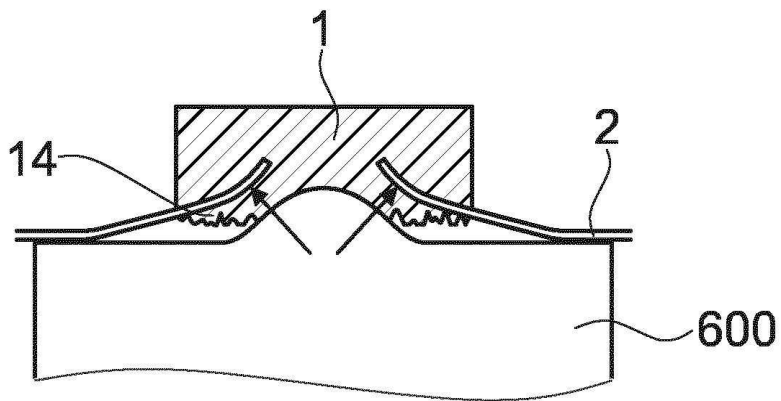


Fig. 115

도면116

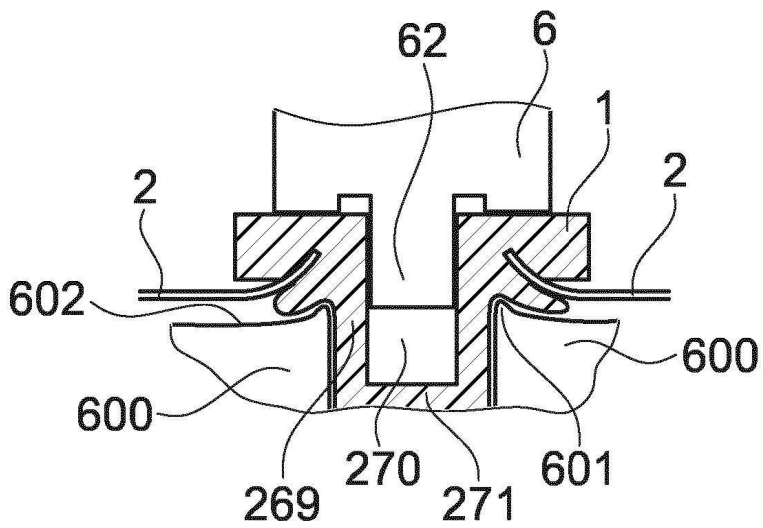


Fig. 116



도면117

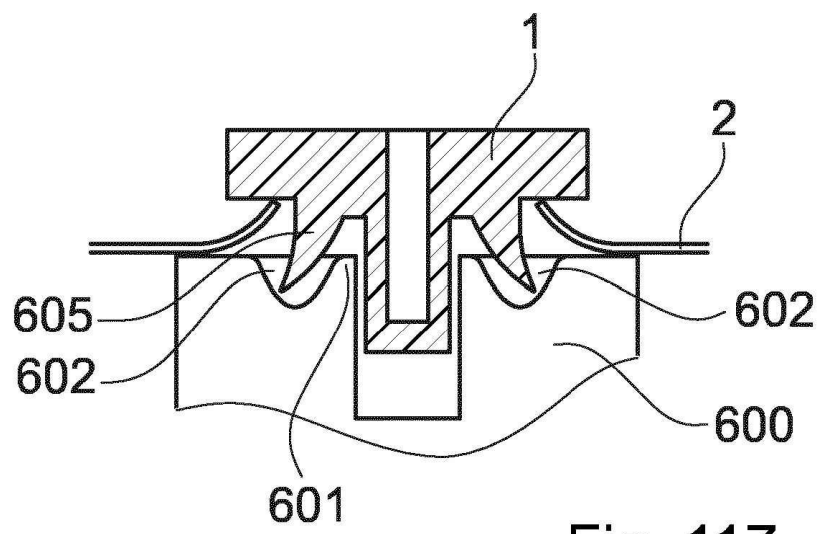


Fig. 117

도면118

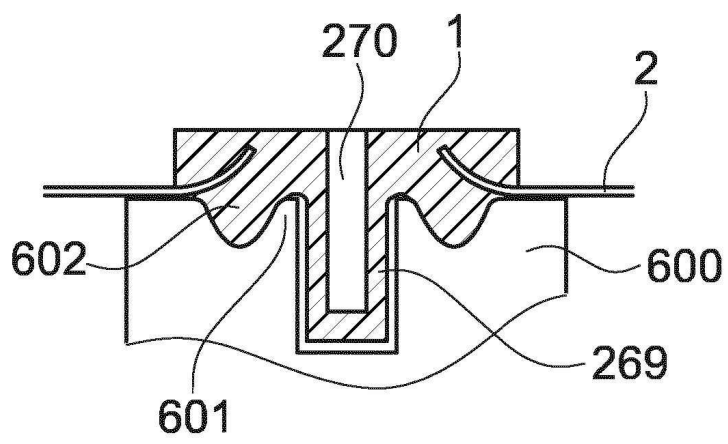
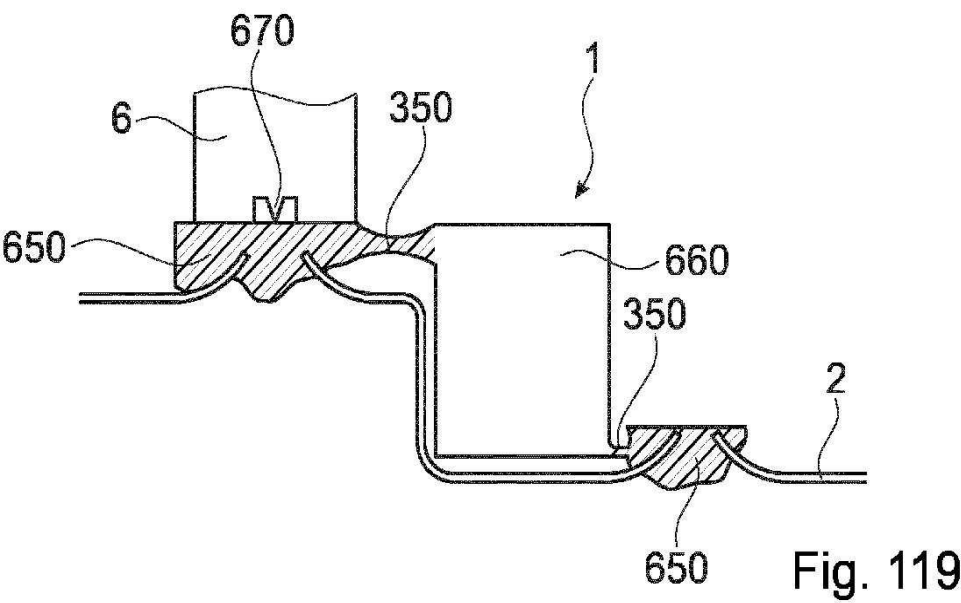
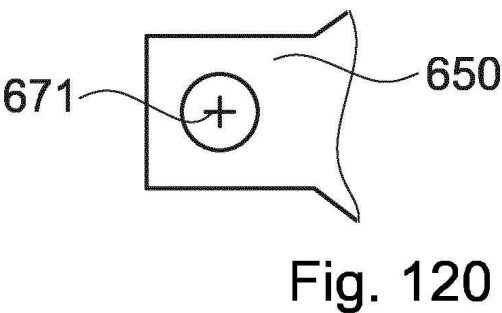


Fig. 118

도면119



도면120



도면121

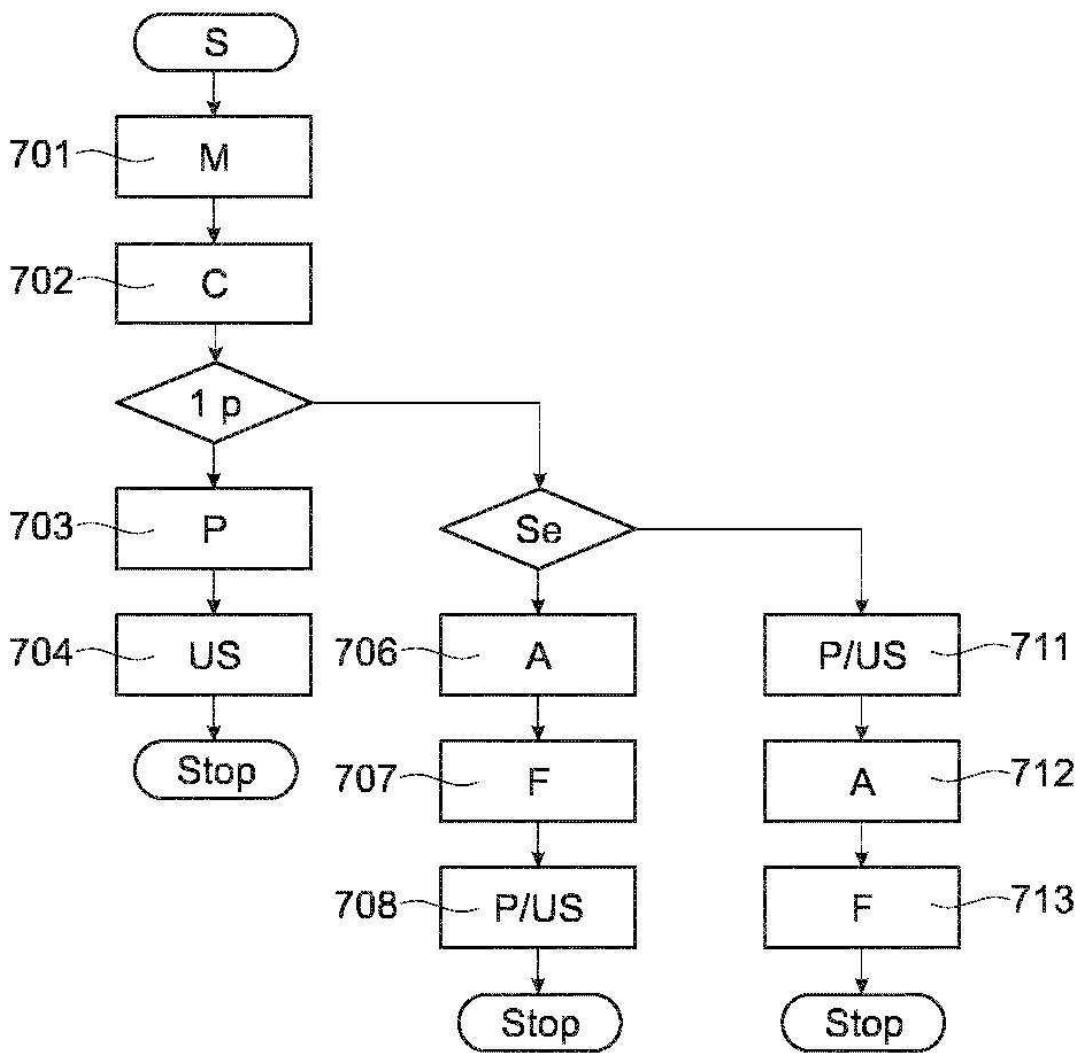


Fig. 121