



등록특허 10-2703452



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월04일  
(11) 등록번호 10-2703452  
(24) 등록일자 2024년09월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*E04B 1/82* (2006.01) *E04B 1/84* (2006.01)  
*E04B 1/86* (2006.01) *G10K 11/16* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*E04B 1/8209* (2013.01)  
*E04B 1/86* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7026092
- (22) 출원일자(국제) 2017년02월08일  
심사청구일자 2021년11월16일
- (85) 번역문제출일자 2018년09월07일
- (65) 공개번호 10-2018-0111976
- (43) 공개일자 2018년10월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2017/052787
- (87) 국제공개번호 WO 2017/137455  
국제공개일자 2017년08월17일

(30) 우선권주장  
1650983 2016년02월08일 프랑스(FR)

(56) 선행기술조사문현  
KR1020100124468 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 서민철

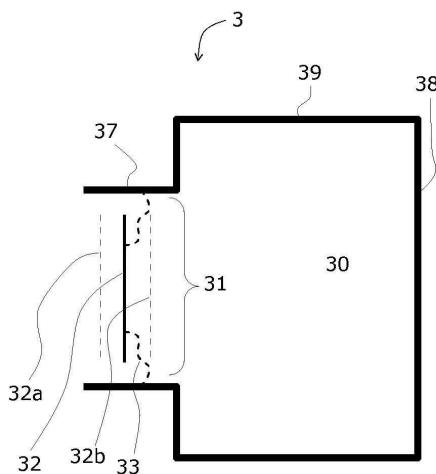
(54) 발명의 명칭 음향 흡수 장치, 음향벽 및 이의 설계 및 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명은 제1 주파수에 대한 헬름홀츠 공진기를 형성하기 위해 입력 방향 (D3)을 통해 외부로 개방되는 캐비티 (30, 80)을 포함하는 수동 소리 흡수 장치(3, 4, 6, 7, 8)에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 상기 흡수 장치는 상기 목부를 비밀폐 방식으로 방해하는 위치에서 서스펜션(33, 43, 6140)에 의해 매달려있거나 또는 유지되는 적

(뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도6



어도 하나의 이동 요소 또는 웨이퍼(32, 42, 62, 72a, 72b)를 더욱 포함한다. 서스펜션과 웨이퍼의 상대 강도는, 어셈블리가 제1 주파수와 상이한 제2 주파수에서 "피스톤"운동으로 진동에서 공진하도록 결정되어서, 이 제2 주파수 또는 주파수 범위에 대한 흡수를 달성한다. 하이브리드 버전은 흡수 장치의 음향 임피던스를 조절하도록 제어되는 코일(324)을 포함한다.

본 발명은 각각이 이런 웨이퍼를 수용하는, 반복적 구조의 관통 개구에 의해 생성된 다수의 흡수 장치를 포함하는 음향벽, 및 이러한 흡수 장치 또는 벽의 설계 방법 및 제조 방법을 제안한다.

## (52) CPC특허분류

*G10K 11/16* (2018.01)  
*E04B 2001/8428* (2013.01)  
*E04B 2001/8485* (2013.01)

## (72) 발명자

**듀랑, 스텔판**

프랑스, 빙뤼유르 셰티프 72700, 뤼 드 로베르디에  
 르 11

**야쿠비, 노르딘**

프랑스, 르 망 7200, 뤼 마들렌느 르노와 14

**르페브레, 엘리**

프랑스, 몽트레유 93100, 비 쌍티에 드 뷔트 19

**오후간, 이브**

프랑스, 앙제 49000, 뤼 듀 빙티 투아르 50

## (56) 선행기술조사문헌

JP2008025472 A  
 KR101574015 B1  
 JP08512410 A  
 KR101401157 B1  
 US20150041248 A1

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

소정 두께의 전면벽(37)을 관통하는 적어도 하나의 오리피스를 통해 유입 방향(D3)을 따라 외측으로 개방되는 캐비티(30, 80)를 한정하고, 그에 의해 소정의 개구면(A31) 및 소정의 길이(L31)를 가지는 목부(31, 41, 61, 71, 81, neck)를 형성하는 외함(37, 38, 39, 87, 88, 89, enclosure)을 포함하고, 상기 외함 및 상기 목부의 치수는, 고유 진동수라고 불리는 제1 주파수 또는 주파수 범위에서 헬륨홀츠 공진기를 함께 형성하도록 결정되는 것인, 음향 흡수 장치(3, 4, 5, 6, 7, 8)에 있어서,

상기 목부를 부분적으로 막는 위치, 즉, 상기 웨이퍼의 스트로크(stroke)의 전부 또는 일부에서 밀봉되지 않는 위치에서, 하나 이상의 기계적 연결부인 서스펜션(33, 43, 6140, 83, 931a, 931b)에 의해 상기 외함에 매달려 있는 적어도 하나의 이동 요소인 웨이퍼(32, 42, 62, 72a, 72b, 92a, 92b)를 포함하는 것; 및

상기 서스펜션의 강성(stiffness) 및 상기 웨이퍼의 강성이 그들의 조합으로 결정되어, 상기 제1 주파수와 상이 한 제2 주파수 또는 주파수 범위에서, 상기 웨이퍼가 입사파의 방향(D3)을 따라 "피스톤" 유형 공진 모드로 진동하고, 그에 의해 상기 제2 주파수 또는 주파수 범위에 대한 흡수가 달성되는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 음향 흡수 장치는 수동형 음향 흡수 장치인 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 서스펜션의 강성 및 상기 웨이퍼의 강성을 그들의 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제2 주파수 또는 주파수 범위는 상기 제1 주파수 보다 낮은 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 웨이퍼(32, 42, 62, 72a, 72b, 92a, 92b)는 실리콘, 석영, 알루미나, 티타늄 및 그의 합금, 강철, 알루미늄 및 그의 합금, 플라스틱 및 고분자로부터 선택된 하나 이상의 재료로 제조되는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 서스펜션(33, 43, 6140, 83, 931a, 931b)은 탄성 거동을 제공하는 재료 및 기하학적 구조를 사용하여 만들어지고, 그의 주변부에서 상기 웨이퍼의 이동을 위해, 6 N/m 미만의 강성을 가지는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 서스펜션(33, 43, 6140, 83, 931a, 931b)은 탄성 거동을 제공하는 재료 및 기하학적 구조를 사용하여 만들어지고, 그의 주변부에서 상기 웨이퍼의 이동을 위해 2 N/m 미만의 강성을 가지며, 이 경우, 상기 웨이퍼의 평균 직경은 10 mm 내지 20 mm인 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 서스펜션(33)은, 상기 목부(31) 또는 상기 웨이퍼(32)의 가장자리에 평행하게, 상기 웨이퍼 둘레로 연장되는 형태로, 상기 웨이퍼(32)를 상기 외함(37)에 연결하는 연장된 아암(331, elongated

arms)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치(3).

### 청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 웨이퍼(32)는, 상기 외함(37)에 통합된 플레이트(320, 512, 612) 또는 시트 내에서, 서스펜션 아암(suspension arms, 331)을 형성하도록 상기 플레이트 또는 시트에 형성된 하나 이상의 절단부(330)에 의해서, 상기 외함에 대하여 이동하는 부분으로 만들어진 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치(3).

### 청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 웨이퍼(62, 72a, 72b)는, 상기 웨이퍼가 상기 목부로부터 빠져나가는 것을 방지하는 정지부를 형성하도록, 상기 웨이퍼의 주변부 앞쪽으로 신장되며 상기 목부의 양 말단에서 돌출되는 하나 이상의 전진부(advance)에 의해, 상기 목부 내에 잡혀 있는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치(6,7).

### 청구항 11

청구항 1에 있어서, 상기 웨이퍼(72a, 72b)는 소정의 길이에 걸쳐서 소정의 편차(deviation)로 상기 목부의 내부 표면에 부합하는 주변부를 가지며, 상기 편차 및 상기 목부와 웨이퍼를 형성하는 재료의 성질(nature)의 조합에 의하여, 상기 웨이퍼의 기울어짐(tilting) 및 구부려짐(arching)에 의해 목부가 차단되지 않고, 상기 목부를 따라서 상기 웨이퍼가 이동되는(D3) 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치(7).

### 청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 웨이퍼는 가요성 주변 밀봉재(83, 84)에 의해 외부 프레임(87, 85)에 고정된 스파커 다이어프램(diaphragm, 82)에 의해 형성되는 것, 및 상기 밀봉재는 그 주변부의 적어도 20%에서 상기 웨이퍼를 둘러싸는 하나 이상의 절단부(830, 840)를 가지는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치(8).

### 청구항 13

청구항 1에 있어서, 상기 웨이퍼(32, 82)는 전자기 시스템(324, 374, 824, 874)에 의해 상기 외함과 추가로 상호 작용하여, 라우드스피커의 멤브레인을 형성하는 것, 및

상기 전자기 시스템은 전기 회로에 의해 제어되어:

- 능동 음향 흡수를 달성하거나, 또는
- 상기 라우드스피커의 음향 임피던스를 변경하여, 흡수성을 향상시키거나, 흡수 주파수를 이동시키거나, 흡수 주파수 범위를 넓히거나, 또는 이를 효과의 조합을 얻는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치.

### 청구항 14

공통의 방향(D3)으로 음향 흡수를 제공하도록 연속적인 2차원 어레이로 나란히 배치된(juxtaposed), 청구항 1 내지 12의 어느 한 항에 따른 다수의 음향 흡수 장치(3, 4, 6, 7, 8)를 포함하는 음향 흡수벽(5).

### 청구항 15

청구항 14에 있어서, 하니콤 구조를 가지는 플레이트(500)를 포함하며, 상기 플레이트의 하우징이 후방 측에서 밀폐된(58) 다수의 캐비티(30)를 형성하며,

상기 캐비티는, 전면(front side)에서, 웨이퍼(32, 62, 72a, 72b)를 각각 수용하는 다수의 목부(31, 41, 71)를 형성하도록 절단된, 하나 이상의 벽(511, 512, 513, 611, 612, 613, 614)으로 덮여져 있는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수벽.

### 청구항 16

목표 주파수를 흡수하도록 의도된 것으로, 청구항 1 내지 12의 어느 하나에 따른 음향 흡수 장치의 설계 방법에 있어서,

- 목부(31, 41, 61, 71, 81)가 제공된 캐비티(30, 80)의 치수를, 상기 캐비티와 목부가 상기 목표 주파수 보다 큰 헬륨홀츠 공진 제1 주파수를 가지는 헬륨홀츠 캐비티를 형성하도록, 결정하는 단계, 및

- 상기 목표 주파수에 대응하는 제2 주파수로 동조된(tuned) 음향 흡수 장치가 생성되도록, 상기 캐비티의 목부에 배치되도록 조정된 매달린 웨이퍼(suspended wafer)의 특성을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치의 설계 방법.

### 청구항 17

청구항 16에 있어서, 상기 음향 흡수 장치의 서스펜션이 상기 제2 주파수보다 낮은 주파수에서 제1 노말 변형 모드(normal mode of deformation)를 가지도록, 상기 매달린 웨이퍼가 형성되는(determined) 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치의 설계 방법.

### 청구항 18

청구항 17에 있어서, 상기 음향 흡수 장치의 웨이퍼는, 자유 상태일 때, 상기 제2 주파수보다 높은 주파수에서 제1 노말 변형 모드를 가지도록, 형성되는 것을 특징으로 하는 음향 흡수 장치의 설계 방법.

### 청구항 19

청구항 1에 따른 음향 흡수 장치의 제조 방법으로서, 하나 이상의 음향 흡수 웨이퍼(32, 62)를 형성하도록 시트 또는 플레이트(320, 512, 612)를 절단하는 적어도 하나의 단계(330)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수 장치의 제조 방법.

### 청구항 20

청구항 14에 따른 음향 흡수벽(5)의 제조 방법으로서, 하나 이상의 음향 흡수 웨이퍼(32, 62)를 형성하도록 시트 또는 플레이트(320, 512, 612)를 절단하는 적어도 하나의 단계(330)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수벽(5)의 제조 방법.

### 청구항 21

청구항 20에 있어서, 상기 플레이트 또는 시트(320, 512, 612)가 하니콤 구조를 가지는 플레이트(500)의 표면에 고정되는 것, 및

상기 절단 단계(330)는, 상기 음향 흡수벽(5)의 다수의 웨이퍼(32, 62)를 형성하도록, 상기 하니콤 구조의 하우징에 대하여 분포된 다수의 웨이퍼를 생성하는 것을 특징으로 하는, 음향 흡수벽(5)의 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 제1 주파수에 대해 헬름홀츠 공진기(Helmholtz resonator)를 형성하기 위해서 전면벽을 관통하는 목부(neck)를 거쳐서 음향파가 입사하는 방향으로 외부쪽으로 개방되어 있는 캐비티를 가지는 수동 소리 흡수 장치에 관한 것이다.

[0002] 본 발명에 따르면, 상기 흡수 장치는 비밀봉(non-sealed) 방식으로 상기 목부를 막는 위치에서 서스펜션(suspension)에 의해 매달리거나 또는 지탱되는, 적어도 하나의 이동 요소, 또는 웨이퍼를 더욱 구비한다.

[0003] 또한, 상기 서스펜션과 상기 웨이퍼의 상대 강도(stiffness)는, 웨이퍼와 서스펜션 아암(arm)들의 어셈블리가 제1 주파수와 상이한 제2 주파수에서 "피스톤" 유형 공진 모드로 진동하도록 결정되며, 따라서 상기 제2 주파수 또는 주파수 범위에 대한 흡수가 일어난다. 이 제2 주파수는 제1 주파수와 공기 중(open air)에서 측정된 경우의 웨이퍼와 그의 서스펜션 전체의 주파수인 제3 주파수의 사이에 위치한다.

[0004] 또한, 하이브리드 버전은 흡수 장치의 음향 임피던스를 조절하도록 제어되는 코일을 포함한다.

[0005] 본 발명은 반복적인 구조의 관통 개구부에 의해 생성되며, 각각이 웨이퍼를 수용하는, 다수의 흡수 장치를 포함하는 음향벽을 제안한다.

[0006] 또한, 본 발명은 이러한 흡수 장치 또는 벽을 설계하고 제조하는 방법을 제안한다.

## 배경기술

- [0007] 소음은 소음 공해의 중요한 원천이다. 거품과 같은 수동형 소음 감소 해결책은 대부분의 영역에서 널리 적용된다.
- [0008] 특히 음향 공진의 원천이 될 수 있는 반사를 회피하기 위해서, 헬륨홀츠 공진기를 사용하는 수동형 해결책도 또한 널리 적용된다. 예를 들면, 반사음을 피하고 건물의 음향을 개선하기 위해서 그리스 또는 로마 극장의 스탠드 아래에는 음향 단지(acoustic vase)를 놓아 둔다. 상기 단지의 크기 및 형태는 스탠드에서의 음향파 반사를 억제할 수 있는 공진 시스템을 얻을 수 있도록 조정된다. 오늘날에는 유사 장치가 제트 엔진의 나셀(nacelle) 내에 놓여 있다.
- [0009] 이 시스템은 캐비티의 음향 공진에 근거를 두고 있어서, "공진 캐비티"로 표현될 수도 있다. 공진 캐비티의 기능은 나중에 개념화되었으며 현재는 "헬륨홀츠 공진기"로 불린다.
- [0010] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 헬륨홀츠 공진기(1)는 목부(11)와 후방의 볼륨(10)으로 이루어진 개방형 병(bottle)에 필적하는 개방형 에어 캐비티(air cavity)이다. 도면에서, 이 캐비티(10)는 측벽(19), 저면벽(18) 및 전면벽(17)으로 둘러싸여 있고, 전면벽(17)을 관통하는 오리피스를 통해 방향(A11)으로만 개방되어있다. 이 오리피스는 소정의 길이를 가지는 "목부(11)"를 형성하여 상기 목부의 길이(L11)와 그의 개구면(A11), 예를 들면 원통형의 목부를 형성하는 원형면에 의해 한정되는 체적 범위를 한정한다.
- [0011] 이러한 장치에 있어서, 상기 목부(11)의 체적 및 상기 캐비티의 후방에 있는 볼륨(10)은 1 자유도의 기계적 진동 시스템의 질량 및 강도에 각각 비교될만한다. 그런 다음 음향파로 인한 압력 변화를 유체 운동으로 변환시킴으로써 흡수가 일어난다. 공진기의 공진 주파수에서의 음향파의 에너지는 다음에 공진 시스템으로 전달된다. 주어진 주파수의 음향파를 감쇠하기 위해서, 헬륨홀츠 공진기는 그의 고유 주파수(natural frequency)가 이 주파수에 적응되어 하기 식에 따라서 감쇠하도록 크기가 조절된다:
- $$f_0 = \frac{c_0}{2\pi} \sqrt{\frac{A_{neck}}{L_{neck} V_{cavity}}}$$
- [0012]
- [0013] 여기서  $A_{neck} = \pi \cdot r^2$ ,  $L_{neck}$  및  $V_{cavity}$ 는 각각 개구부의 면적(A11), 목부(11)의 길이(L11) 및 후방 캐비티(10)의 체적(V10)이다.
- [0014] 최근에는, 강도를 감소시키는 상쇄 간섭을 생성하기 위해서 감쇠되는 음향파에 의하여 활성화되고 및 작동되는 음향 송신기를 사용하는 능동적 해결책이 개발되었다. 그러나, 이 유형의 해결책은 복잡하며, 손상되기 쉬우며 그리고 비싸다.
- [0015] 소음 감소 장치의 선택은, 평면 반응기의 소음을 줄이는 경우에서와 같이, 사용되는 해결책의 비용, 공간 요구 사항 및 예를 들면 작동 온도와 같은 다른 제한 조건에 따라서 결정된다.
- [0016] 극장이나 트래픽홀(traffic hall)과 같은 넓은 공간에서의 잡음 보상의 경우에, 능동적 흡수를 하는 음향벽의 비용을 예측하기 어렵다. 헬륨홀츠 공진기 또는 국부화된 능동적 소음 보상기의 사용은 특히 음향 공진 모드와 관련된 소란을 제한할 수 있게 한다.
- [0017] 소리 생성이 중요한 항공기용 반응기에 있어서, 민간 항공 표준은 항공기 소음 방출에 점점 더 엄격한 제한을 부과한다. 가능한 모든 소음 감소 해결책 중에서, 온도와 음향적이며 기계적일 수 있는 진동에 대한 요구가 매우 높기 때문에, 반응기에서는 오직 수동적 해결책만이 가능하다.
- [0018] 거품을 사용하는 대신 또는 추가 해결책으로서, 도 2에 도시된 바와 같이, 헬륨홀츠 공진기로서 조정된 캐비티가 반응기 벽에 현재 주입된다. 이들 캐비티(10)는 도 2에 도시된 바와 같이, 벌집 형상이 주기적 구조로 형성되어 있는 플레이트(20)를 사용하여 제조된다. 이러한 플레이트(20)는 빈 곳이 없는(solid) 후방 플레이트(28)와 전방 플레이트(27) 사이에 둘러싸여 있다. 전방 플레이트에는 각각이 공진기(1)의 목부를 구성하는 셀들(10)쪽으로 개방되어 있는 홀들(11)이 관통되어 있다. 이 구조는 취득된 어셈블리(2)를 반응기의 외벽 형상에 적응시키고 그리고 그 강성(rigidity)을 보장하도록 한다.
- [0019] 다른 수동적 해결책들이 제안되었으며, 예를 들면, US 8 857 563 문헌은 헬륨홀츠 캐비티를 제시하는데, 여기서

캐비티의 전방벽 및/또는 후방벽은 목부 내측에 고정된 가요성 멤브레인으로 형성되어서, 하나 또는 수 개의 벽을 변형시킨다. 이를 가용성 벽은 때때로 오리피스를 가지며 그리고 벽과 캐비티 전체의 음향 반응을 변경할 수 있는 밸러스트(ballast)가 장착될 수 있다. 헬름홀츠 캐비티를 다공성 재료와 결합시키는 것도 제안되어왔다.

[0020] US 2012/0155688에서는, 제1 주파수를 흡수하는 개방-셀(open-cell) 흡수체의 강성 플레이트를 제조하고 그리고 제2 주파수를 흡수하기 위해서 이 플레이트의 편강도(flexural stiffness)를 사용하는 것이 제안된다. 하나의 특정 변형 예에서, 이 문헌은 또한 플레이트 개구부를 절단하는 것을 제안하며, 이는 종래 기술로 공지된 바와 같은 헬름홀츠 캐비티를 형성할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0021] 본 발명의 목적 중 하나는 종래 기술의 단점을 극복하는 것이다. 본 발명은 특히 감쇠된 주파수 범위의 폭 및 위치에 관해서뿐만 아니라 흡수 성능의 관점에서의 개선을 추구한다. 또한 본 발명은 스펙트럼의 폭과 가장 낮은 주파수에 대해서 흡수될 주파수에 관한 설계 유연성을 포함하여, 구현 및 적응의 유연성 개선을 추구한다. 외부 스트레스에 대한 내성뿐만 아니라 비용, 단순성 및 신뢰성도 추구된다.

### 과제의 해결 수단

[0022] 본 발명은 음향 흡수 장치, 특히 수동형 장치를 제안하는데, 이 장치는 외부로 개방되는 소위 입력 방향(일반적으로 단일 방향)을 제외하고 그 주변 둘레가 폐쇄되어 있는 캐비티를 한정하는 단단한 외함(rigid enclosure)을 포함한다. 이 출구는, 단단하며 소정의 두께를 가진 소위 전면벽(front wall)을 관통하는 적어도 하나의 오리피스로 구성되어서, 소정 개구면 및 소정 길이를 갖는 적어도 하나의 목부를 형성한다. 이와 같은 외함(enclosure)에서, 이 목부는 변하지 않는 크기(invariant dimensions) 뿐만 아니라 고정된 형상 및 위치를 가진다. 상기 외함과 상기 목부의 치수는 목부의 길이와 표면뿐 만 아니라 외함의 체적에 의해 결정되어, 고유 주파수(natural frequency)로써 알려진, 제1 주파수 또는 주파수 범위의 입사파에 대하여 헬름홀츠 공명기를 형성한다.

[0023] 선택적으로 이 목부는 동일한 캐비티로 개방되는 여러 개의 오리피스로 분포되어 있어서, 상기 어셈블리가 하나의 헬름홀츠 공진기처럼 동작하고, 여기서, 오리피스가 동일 방향 또는 예를 들어서 30° 또는 15° 미만의 각도를 형성하는 본질적으로 평행한 방향으로 대부분 개방된다.

[0024] 본 발명에 따르면, 상기 흡수 장치는, 하나 이상의 기계적 연결부, 여기서는 서스펜션으로로 칭하는 것에 의해 (예를 들어, 물체의 연속성을 통하여), 상기 적어도 하나의 목부를 적어도 부분적으로 방해하는(막는, obstruct) 위치에서, 그의 스트로크(stroke)의 적어도 일부에서 밀봉되지 않는 방식(즉, 이동 스트로크의 적어도 일부 또는 전체 스트로크에서 누설(leakage) 섹션이 남아있게 되는 방식)으로, 상기 외함에 매달려 있는 적어도 하나의 이동 요소, 여기서는 웨이퍼라 칭하는 것을 더 포함한다.

[0025] 일부 실시예에서는, 영구 누설 섹션이 있다. 이 경우, 상기 이동 요소는 전체 스트로크에 걸쳐서 목부 내부에 위치할 수도 있고 위치하지 않을 수도 있다.

[0026] 다른 실시예에 따르면, 상기 이동 요소는 목부 내측에 위치될 때는 밀봉된 방식으로 캐비티를 막을 수 있지만, 누설 섹션이 나타나는 스트로크 영역(예를 들어 스트로크의 양쪽 단부 또는 적어도 하나의 단부)을 가질 수 있다.

[0027] 또한 본 발명에 따르면, 제1 주파수와 상이한 제2 주파수 또는 주파수 범위(특히 더 낮은 주파수)에서, 상기 웨이퍼가 입사파의 방향을 따라 "피스톤" 유형의 공진 모드로 진동하도록, 상기 웨이퍼의 강도(stiffness)와 함께 상기 서스펜션의 강도(또는 그의 비율)가 결정되고, 그에 의해 상기 제2 주파수 또는 주파수 범위에 대한 흡수가 달성된다.

[0028] 이러한 방해를 달성하기 위해, 상기 웨이퍼는 목부의 내측과 전방 중의 어느 하나, 내측 또는 외측, 그리고 이동 중에 가변되는 방식으로 목부에 대하여 다양한 위치에 위치될 수 있다.

[0029] 전형적으로, 매달린 웨이퍼(suspended wafer)는, (캐비티 외부의 공기 중(open air)에서 웨이퍼와 함께 탑재.loaded)되어 테스트되거나 계산된) 흡수 장치의 서스펜션이 제1 주파수와 다른 제3 주파수 공진을 갖도록, 위치된다. 따라서, 캐비티 및 매달린 웨이퍼를 조립한 상태에서 얻어진 제2 주파수는 제1 주파수 (즉, 캐비티의

헬름홀츠 주파수)와 제3 주파수 (공기 중에서 측정된 매달린 웨이퍼의 주파수) 사이에 위치할 것이다.

[0030] 제3 주파수는 바람직하게는 제1 주파수보다 낮다. 또한, 이들 둘 사이에 위치한 제2 주파수는 헬름홀츠 주파수보다 낮다.

[0031] 다른 대안으로, 제3 주파수가 제1 주파수보다 높다. 따라서 이들 둘 사이에 위치한 제2 주파수는 헬름홀츠 주파수보다 높다.

[0032] 바람직하게는, 웨이퍼는 목부 부분의 적어도 80% 이상의 부분을 점유한다. 불균일한 강도의 조각(a piece)에 의해 형성된 웨이퍼의 경우, 상기 조각은 목부 섹션의 적어도 80%의 섹션에서, 피스톤 모드 방식으로 이동하고 상기 웨이퍼를 형성하는 부분을 가진다.

[0033] "피스톤 모드"에서의 이러한 변위(displacement)는, 2차원 물체에 대해서, 물체가 이 운동과 관련하여 매우 작거나 무시할 정도로 작은 변형을 가지는, - 즉 동일한 방향과 동일하거나 매우 근접한 속도로 모든 부품이 동시에 움직이므로, 휘어짐이 거의 없거나 전혀 없는 - 물체의 평균 표면에 수직인 운동으로 정의된다.

[0034] "피스톤"모드에서의 이러한 운동은 변형이 대상의 전체 표면에 걸쳐 분산되는 "드럼(drum)"모드에서의 운동과 다르다. 따라서, US 8,857,563호에서 제안된 유동성 벽의 예에서와 같이, 그 둘레에 고정된 일정한 두께의 유동성 맴브레인(a flexible membrane)은 드럼 모드(drum mode)에서 변형될 것이다.

[0035] 예를 들어, 웨이퍼 + 서스펜션 아암(suspension arm)의 고유 주파수가 헬름홀츠 공진기의 고유 주파수 보다 낮으면, 이 흡수 장치의 결과적인 흡수 주파수는 헬름홀츠 공진기의 흡수 주파수보다 낮을 것이다.

[0036] 바람직하게는, 웨이퍼 및 그의 서스펜션의 특성을, 공기 중에 설치되며 캐비티가 없는, 그들의 고유 공진 주파수가 상기 캐비티의 헬름홀츠 주파수 아래에 위치하도록 결정된다.

[0037] 실제로, 헬름홀츠 공진기의 목부에 밀봉형 스피커를 삽입하기위한 시험을 수행하는 동안, 발명자는 수동 모드에서 사용될 때, 즉 스피커를 작동시키지 않고 사용될 때, 이 어셈블리의 거동에서 개선점 및 특정 변화를 발견했다.

[0038] 따라서, 특히 피스톤 모드에서 진동하도록 구성된 이러한 웨이퍼를 추가하면 놀랍게도 캐비티의 거동(움직임, behavior)이 수정하는 것을 발견했다: 흡수가 훨씬 더 효율적이고, 또한, 상기 시스템은 더 낮은 주파수 쪽으로 이동하는 흡수 주파수를 가진다.

[0039] 바람직하게는, 필수적이지는 않지만, 웨이퍼의 기하학적 형상 또는 재료(바람직하게는 둘다)는 견고한 구조, 즉 높은 강도를 가지며, 피스톤 모드에서의 그 평균 운동에 비하여 덜 변형되고 및/또는 목부 치수에 대하여, 예를 들어 10% 미만 또는 50% 미만인 구조를 형성하도록 설계되었다. 이는 바람직하게는 히스테리시스가 거의 없거나 전혀없는 순수한 탄성 구조체이다.

[0040] 하나의 특정예에 따르면, 웨이퍼는 저중량을 갖는 재료 및 구조로 이루어지며, 바람직하게는 높은 강도가 결합된다.

[0041] 예를 들어, 웨이퍼는 실리콘, 석영, 알루미나( $Al_2O_3$ ), 티타늄 및 그의 합금, 강철, 알루미늄 및 그의 합금, 플라스틱 및 특히 폴리머(고분자) 중에서 선택된 하나 이상의 재료로 제조된다.

[0042] 상기 서스펜션은 바람직하게 탄성 거동(elastic behavior)을 제공하는 기하학적 형상 및 재료를 사용하여 제조된다. 양호한 결과(good result)를 보이는 실시예에 따르면, 실리콘 구조물에 있어서, 주변부에서의 웨이퍼의 변위(displacement)에 대해 계산된 서스펜션의 강도는  $6N/m$  미만, 특히  $2N/m$  미만이다; 직경이 10 내지 20mm인 등근 웨이퍼의 경우, 예를 들어 0.5 내지  $20N/m$ , 또는 심지어 2 내지  $6 N/m$ 일 수 있다.

[0043] 일 특징에 의하면, 웨이퍼는 2차원의 얇은 형태, 예를 들면 평평한 형태를 가지며, 그리고 바람직하게는, 목부 가장자리에 실질적으로 평행한 것으로, 예를 들어 웨이퍼 주위에 규칙적으로 또는 균등하게 분포된 누설 섹션을 제공하는 주변부를 갖는다.

[0044] 바람직하게는, 상기 서스펜션 및 누설 섹션은 전체 이동 장치가 흡수될 주파수에서 비틀림 변형의 모드를 갖지 않도록, 바람직하게는 그 아래에 있지 않도록 배치된다. 일 특징에 따르면, 상기 주변부의 기하학적 구조 및 목부로부터의 이탈은 예를 들어 조정 단계에서, 완전한 원형을 형성하기 않거나 규칙적이지 않는 주변부를 가진 목부의 경우에, 웨이퍼의 비틀림 변형을 보상하거나 회피하도록 결정된다.

[0045] 또 다른 특징에 따르면, 상기 서스펜션은, 상기 목부 및/또는 상기 웨이퍼의 가장자리에 평행하게 (또는 적어도

20° 미만의 평균 각도를 형성하면서) 상기 웨이퍼 둘레에 연장되는 형태로 상기 웨이퍼를 상기 외함(enclosure)에 연결하는 연장된 아암(elongated arms)을 포함한다. 따라서, 이러한 유형의 기하학적 구조는 구조물의 비틀림 모드를 제한하거나 회피하면서, 목부와 웨이퍼 사이에 작은 간격을 유지함으로써 상당한 유연성을 얻을 수 있게 한다.

[0046] 따라서, 소정 강도를 가진 탄성 재료의 경우, 웨이퍼 주변의 클러터(clutter)를 제한하고, 따라서 웨이퍼와 목부의 벽 사이의 간격을 제한하거나 또는 존재할 수 있는 간격에 가중되는 구속 조건을 제한함으로써, 긴 길이 및 그에 의해 낮은 강도를 가지는 아암(arm)을 생성할 수 있다.

[0047] 예를 들면, 상기 웨이퍼는, 플레이트 또는 상기 외함에 통합된 플레이트 내에서, 서스펜션 아암(arm)을 형성하도록 상기 플레이트 또는 시트 내에 만들어진 하나 이상의 절단부에 의해서, 상기 외함에 대하여 이동 가능하게 만들어진 부분에 의하여 형성된다.

[0048] 따라서 제조의 산업화가 더욱 용이하게 되어, 제조가 더 빠르고, 정확하며, 반복 가능하고 비용이 적게 듈다.

[0049] 다른 특징에 따르면, 상기 웨이퍼는, 상기 웨이퍼가 상기 목부로부터 빠져나가는 것을 방지하는 정지부를 형성하도록, 상기 웨이퍼의 주변부 앞쪽으로 신장되며 상기 목부의 양 말단으로부터 돌출되는 하나 이상의 돌출부에 의해 상기 목부 내에서 잡혀 있다(held).

[0050] 서스펜션이 재료 연속성을 통해 연결부를 갖거나 또는 가지지 않는 경우의 또 다른 특징에 의하면, 웨이퍼는 그의 진동 운동 방향에 따라 소정의 길이에 걸쳐서, 소정의 간격(편차)으로, 목부의 내부 표면과 부합하는 주변부를 가진다. 이 길이는, 상기 간격과 상기 목부 및 웨이퍼를 형성하는 재료의 성질과 조합되어, 상기 웨이퍼가 기울어짐(tilting) 및 구부려짐(arching)에 의해 목부를 차단되지 않고 목부를 따라서 이동하기에 충분하도록 결정된다. 이러한 웨이퍼는, 예를 들어 완전한 원을 형성하거나 또는 그렇지 않은 실린더 형태이다.

[0051] 따라서 이러한 흡수 장치는, 예를 들면 하우징이 항공기 또는 산업 기계 분야에서 사용되는 공간 요구 사항 및 공진 주파수에 호환되는 현재의 벌집(하니콤, honeycomb) 구조체에 대응하는 치수인, 소형의 것을 포함하여 다양한 크기 및 산업화하기에 용이한 방법으로 생산될 수 있다.

[0052] 대안적으로, 본 발명에 의하면, 상기 흡수 장치는, 예를 들면 라우드스피커 멤브레인(loudspeaker membrane) (예를 들어, 케블라(kevlar)와 같은 수지, 직물, 종이 또는 판지), 예를 들면 통상의 보이스 코일 유형의 전기 역학 라우드스피커 및 환형 영구 자석에 의해 형성된 웨이퍼를 포함한다. 전형적으로, 이 멤브레인은, (예를 들어, 라우드스피커 밀봉부를 함께 형성하는 가요성 주변 서스펜션을 제조하기 위해 통상적으로 사용되는 형태의, 예를 들어 고무 또는 라텍스, 엘라스토머, 약 100  $\mu\text{m}$ 의 폴리에틸렌 필름과 같은 얇은 고분자 필름 형태의) 가요성 주변 밀봉부에 의해 외부 프레임에 고정된다.

[0053] 본 발명에 따르면, 이 밀봉부는 상기 멤브레인을 둘러싸는 하나 이상의 절단부를 가져서, 그의 주변에 목부를 위치시킨다. 프레임에 대한 멤브레인의 기계적인 결속이 상기 밀봉부 단독 또는 가능하다면 스파이더(spider)와 연합하여 보장된다면, 상기 절단부는 밀봉부 표면의 대부분을 나타내는 큰 치수(예를 들어, 적어도 20% 또는 적어도 40%)를 가질 수 있다.

[0054] 일 특징에 따르면, 이 구조체는 통상의 전자기 시스템, 예를 들어 코일 및 자석을 포함하지 않고 만들어진다. 따라서 예를 들면 빌딩 내의 방의 음향벽과 관련하여, 제조 및 조립면에서 경제적인 것으로 입증된 공기 기술을 사용하여, 정통의 능동형 흡수 시설보다는 비용면에서 저렴하면서도 종래의 헬륨홀츠 공진기보다 더 큰 효율 및 /또는 체적을 가지고, 흡수 장치를 생산하기 용이하다.

#### 반응성 또는 능동형 제어 기능을 가진 하이브리드 흡수 장치

[0056] 본원에 개시된 특성의 전부 또는 일부를 조합할 수 있는 몇몇 실시예에 있어서, 웨이퍼는 전자기 시스템을 통해서 외함(그리고 예를 들어서 목부)과 추가 상호 작용하여 스피커 멤브레인을 형성한다.

[0057] 바람직하게는, 코일은 웨이퍼 상에 고정되고, 영구 자석은 목부 또는 전면벽에 고정된다. 영구 자석이 이동 가능한 경우와 비교할 때, 이는 디자인에 있어 보다 큰 자유도를 제공하며 그리고 특히 더 낮은 주파수에서 더욱 양호한 효율과 흡수 가능성을 제공한다.

[0058] 선택적으로 또는 부가적으로, 영구 자석은 웨이퍼에 부착되고 그리고 코일은 목부에 부착된다.

[0059] 이것은 수동적 감소의 장점에 임피던스의 제어 관리를 결합한다는 의미에서, 하이브리드로서의 자격을 가질 수 있는 흡수 장치를 제공한다.

- [0060] 능동 음향 시스템은 2가지 범주로 분리될 수 있다. :
- [0061] -제어 계측(압력 및/또는 속도)의 도입을 필요로 하는 서보잉 체인(servoing chain)이 있는 능동 제어 시스템, 그리고
- [0062] -흡수할 음향파의 특성을 측정할 필요가 없는 반응 시스템 제어 수단.
- [0063] 이들 실시예에서, 전자기 시스템은, -능동적 음향 흡수를 이루어 내기 위해서, 그리고/또는 -흡수성을 증대시키거나, 흡수 주파수를 이동시키거나, 흡수 주파수 범위를 넓히거나, 또는 이를 효과의 결합을 위해 상기 라우드 스피커의 음향 임피던스를 변경시키기 위해서, 전자 회로에 의해 제어된다.
- [0064] 첫 번째로 소위 "반응성"전자기 버전에서, 본 발명의 누설 섹션을 갖는 하이브리드 흡수 장치는, 능동적 음향 감소를 달성하기 위해, 음의 임피던스의 값에 대한 제어 수단의 유무에 관계없이, 전형적으로 음성 코일의 단자에서 "음의 임피던스" 분로(shunt)를 인가함으로써, 전자 회로에 의해 제어된다. 이는 종래의 능동 저감 전자 장치의 모든 복잡성을 구현하지 않고도 흡수 장치의 동작을 제어할 수 있는 반응성 전용 시스템을 제공한다. 실제로 음의 임피던스를 얻는 것은 능동 제어 기술의 간단한 형태이다.
- [0065] 진정한 "활성"시스템을 형성하는 제2 전자기 버전에서, 본 발명에 따르면, 누출 섹션을 갖는 하이브리드 흡수 장치는, 결과로 초래된 소리 환경에 대한 실시간 평가 유무와 무관하게 보호되어야 할 환경 수준 및 소리 스펙트럼에 기초한 제어 수단 그리고 복잡한 제어 법칙을 사용하여 제어된다.
- [0066] 이 두 가지 방법은 이런 식으로 형성된 라우드스피커의 음향 임피던스를 변경하게 된다.
- [0067] 이 음향 임피던스의 변경은 흡수성을 향상시키거나, 흡수 주파수를 이동시키거나, 흡수 주파수 범위를 넓히거나, 또는 이를 효과의 조합을 제공하는 것을 가능하게 한다.
- [0068] 이 음향 임피던스에 대한 전자적으로 조절된 적응은 밀봉된 멤브레인을 가진 종래의 스피커에 대해 이미 제안되었다. 획득된 결과뿐 아니라 제어 및 작동의 예는 다음 문서에 자세히 설명되어 있다.:
- [0069] -로메인 보울랜데트(Romain Boulandet) 논문: H.리섹(H. Lissek) 공저, "가변 음향 특성을 가지는 활성 물질 (Active materials with variable acoustic properties)". 박사 논문, 음향학 연구소(Laboratory of Acoustics), 메인 대학(University of Maine), 2002;
- [0070] -로메인 보울랜데트(Romain Boulandet), H. 리섹(Hervé Lissek), " 출력 피드백 제어를 사용하는 이동 코일 스피커의 격막에서의 음향 임피던스 합성(acoustic impedance synthesis at the diaphragm of moving coil loudspeakers using output feedback control)", ICSV18, 2011년 7월 10-14일, 리오데자이로, 브라질;
- [0071] -로메인 보울랜데트(Romain Boulandet), 허브 리섹(Herve Lissek), 에티네 리베트(Etienne Rivet). " 스피커의 격막에서 음향 임피던스를 변경하기 위한 진보된 제어(Advanced control for modifying the acoustic impedance at the diaphragm of a loudspeaker)". 프랑스 음향학회(French Society of Acoustics). 어코스틱(Acoustics) 2012, 2012년 4월, Nantes, France. <hal-00810907>
- [0072] 따라서, 본 발명은, 보다 넓은 스펙트럼에 걸친 흡수를 허용하는 능동 임피던스 적응을 가능하게 하면서 주어진 주파수 범위에서 효과적인 수동 흡수를 제공할 수 있다.
- [0073] 누출 섹션을 가진 이러한 하이브리드 흡수 장치를 포함하는 설비는 또한 능동적 감소 모드(active reduction mode) 또는 다른 스피커만으로도 그것을 사용할 수 있으며, 가능하게는 설치된 구성에 따라 그리고 선택한 순간에 따라서, 상호 또는 수동 또는 적응형 흡수에 결합되거나 또는 대체될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 동일한 방향으로 음향 흡수를 달성하기 위해, 연속적인 2차원 어레이로 나란히 배치된(juxtaposed), 상술한 복수의 흡수 장치가 제안된다. 수동형 또는 하이브리드 음향 흡수벽이 또한 제안되며, 이는, 연속적인 2차원 어셈블리로 분포되거나 나란히 배치되는, 상술한 복수의 흡수 장치를 포함하며, 상기 벽의 표면에 수직인 동일한 방향으로 음향 흡수를 달성한다.
- [0075] 변형예에 따르면, 이런 장치들은, 예를 들어, 비교적 좁은 주파수 대역에서의 흡수를 향상시키고 벽의 전체 표면에 걸쳐 그것을 평평하게 하기 위해서 서로 동일하게 제조된다.
- [0076] 또 다른 변형예에 따르면, 벽은 상이한 특성을 갖는 수개의 흡수 장치를 포함하여, 상이한 유형 장치의 흡수 벤드의 집합체를 형성하는 보다 넓은 대역에서의 흡수를 제공한다.

- [0077] 구성 및 요구 사항에 따라서, 이들 흡수 장치들은 반복적이지만 비주기적 방식과 의사-무작위(pseudo-randomly) 방식 중 어느 하나로 주기적 패턴을 형성하도록 고르게 분포된다.
- [0078] 또 다른 변형에 따르면, (하나 또는 그 이상 유형의) 본 발명에 따른 흡수 장치들은 종래 기술에 따른 다른 흡수 장치(예를 들어, 웨이퍼가 없는 목부를 가지는 헬륨홀츠 캐비티들)와 함께 동일한 벽에 사용된다. 이들 상이한 유형들은 각각의 주파수에 대한 흡수 세기에 대한 필요 및/또는 각각의 상이한 주파수에 의해 관련된 위치에 따라서 분포될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 일 특징에 따르면, 이러한 벽은 반복적 또는 주기적인 구조, 예를 들어 벌집(하니콤, honeycomb) 구조를 가지는 플레이트를 구비하며, 그의 하우징은 소위 후방 측면에서 폐쇄되는 다수의 캐비티를 형성하며, 이는 상기 반복적으로 구조화된 플레이트와 일체화된 견고하고 밀봉된 벽에 의해 전형적으로 형성된다. 상기 후방(rear face) 반대편의 전면(front face)에서, 이 반복적으로 구조화된 플레이트의 캐비티들은, 각각 웨이퍼를 수용하는 다수의 목부를 형성하도록 절단된 벽 (또는 수개의 중첩된 벽들)에 의해 덮여진다.
- [0080] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 목표 주파수를 흡수하도록 의도된 것으로서, 본원에 기술된 바와 같은 음향 흡수 장치의 설계 및/또는 산업화 방법이 제안되며, 상기 방법은:
- 목표 주파수보다 큰 헬륨홀츠 공진 제1 주파수를 가지는 헬륨홀츠 캐비티의 치수를 결정하는 단계, 및
  - 상기 캐비티의 목부에 배치되도록 설계된 매달린 웨이퍼(suspended wafer)의 특성(그의 재료 및 그의 기하학적 구조)을 결정(계산 또는 실험에 의해)하되, 상기 목표 주파수에 대응하는 제2 주파수로 동조된(tuned) 흡수 장치를 생성하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0083] 캐비티 없이 공기 중에 장착될 때, 이동 유니트, 즉 웨이퍼 및 그의 서스펜션에 의해 형성된 어셈블리의 고유 공진 주파수가 상기 캐비티의 헬륨홀츠 주파수 아래 및 상기 목표 주파수 아래에 위치하도록, 상기 웨이퍼 및 그의 서스펜션의 특성이 한정되는 것이 바람직하다.
- [0084] 바람직하게는 이전의 것과 조합되는, 또 다른 바람직한 특징에 따르면, 적재되어 테스트되거나 또는 계산된, 즉, 캐비티 외부의 공중에서 웨이퍼에 적재되어 테스트되거나 또는 계산된, 흡수 장치의 서스펜션이 제2 주파수 보다 낮은 주파수에서, 따라서 흡수될 주파수 보다 낮은 주파수에서 제1 노멀 변형 모드(normal mode of deformation)를 가지도록, 상기 매달린 웨이퍼가 구성된다.
- [0085] 보다 구체적으로는, 웨이퍼가 단독으로 테스트되거나 계산될 때, 즉 자유로우며 서스펜션없이 테스트되거나 계산될 때, 웨이퍼 변형의 제1 정상 모드는 제2 주파수 보다 높은 주파수에서 발생하도록 웨이퍼 자체가 정의된다.
- [0086] 따라서, 흡수될 주파수와 함께 고조파(harmonic wave)를 형성하는 주파수에서 나타날 수 있는 추가적인 잡음 재생성을 제한하거나 회피하는 것이 가능하다.
- [0087] 여기에 언급된 "제1 노멀 모드(normal mode)"라는 용어는, 주파수가 증가할 때 처음 나타나는 모드, 즉 공진 주파수에서 나타나는 변형 모드(mode of deformation)를 나타내는 것으로 이해되어야 한다.
- [0088] 본 발명의 또 다른 관점에 따르면, 여기에 기술된 바와 같은 흡수 장치 또는 벽을 제조하는 방법이 제안된다.
- [0089] 본 발명에 따르면, 이 방법은 예를 들어 레이저 절단, 워터 제트(water jet), 전기 침식, 화학적 에칭 또는 플라즈마와 같은 감산(subtraction)에 의해 하나 또는 그 이상의 음향 흡수 장치 웨이퍼를 형성하도록, 시트(sheet) 또는 플레이트를 제조하는 적어도 하나의 단계를 포함한다. 대안 또는 추가 옵션으로서, 이 제조는 또한 예를 들어 고분자 또는 금속을 사용하는, 고온 증착, 레이저 중합, 레이저 소결에 의한 부가적 제조 방법에 의해 수행될 수 있다. 서스펜션 아암에 의해 매달린 웨이퍼를 포함하는 실시예에서, 웨이퍼를 제조하는 단계는 바람직하게는 이들 서스펜션 아암의 윤곽을 형성하는 패턴으로 개구부를 생성한다.
- [0090] 일 특징에 따르면, 시트 또는 플레이트는 반복적 또는 주기적 구조로 플레이트의 표면에 부착되고, 그리고 절단 단계는 여기에서 제시된 것과 같은 다수의 웨이퍼 음향벽을 생성하기 위해서 주기적 구조의 하우징과 관련하여 분포되는 다수의 웨이퍼를 생성한다.
- [0091] **응용예들**
- [0092] 본 발명은, 헬륨홀츠 공진기가 필요로 하는 모든 장점을 가지는 수동적 시스템 내에서, 그리고 특히 낮은 주파수, 예를 들어 500Hz와 1500Hz 사이에서, 비용, 복잡성 또는 취약성이 거의 없거나 또는 전혀 없이, 종래의 헬

터홀츠 공진기보다 더 효율적인 음향 흡수성을 달성할 수 있게 한다.

[0093] 또한, 고유 주파수의 하향 이동은 종래의 공진기에 비해 더 낮은 주파수를 흡수할 수 있게 하고, 그리고/또는 흡수되는 주파수가 감소할 때 그것이 증가하기 때문에 작은 체적을 사용함으로써 가능해진다.

[0094] 이 유형의 해결책은, 예를 들어 충분한 흡수성을 얻기 위해 필요한 공간 때문에 또는 어려운 환경, 예를 들어 기후 또는 극한의 인공 환경에 대한 불충분한 내성 때문에, 거품 또는 능동형 해결책을 사용할 수 없거나 제한된 방법으로만 사용할 수 있는 특정 응용 분야를 위해 의도된 것이다. 이들 분야에서 상당한 개선이 이루어 질 수 있는데, 이것은 현재로서는 다른 방법으로 항상 얻을 수 있는 것은 아니다.

[0095] 예로서, 도 2에 도시된 단순 천공의 벌집 구조와 관련하여 그리고 그리고 예를 들어 항공기 소음 방출을 점점 줄이도록 강요하는 민간 항공 표준의 변화에 대응하여 개선된 방식으로, 항공기 엔진에서의 음향 흡수성을 달성 할 계획이다.

[0096] 예를 들면 로봇화된 것이나 그렇지 않은 것이나 공작 기계나 생산 라인의 요소들과 같은 다수의 시스템 또는 기계의 절연이 덜복잡하게 개선하도록 하는 많은 응용예가 고려되고 있다.

[0097] 특히 덮개로 덮여서 밀폐된 대형 공간에서, 예를 들어 레코딩 스튜디오 또는 대형 회의실 또는 전시실, 트래픽 홀(traffic hall) 또는 통로(passage hall)에서 울림을 제한하기 위해서, 건축 분야에서도 흥미로운 응용이 고려되고 있다.

[0098] 모든 가능한 조합을 하여 여기에서 설명된 다양한 선택적 특징을 통합하는 본 발명의 다양한 실시예가 제시된다.

### 도면의 간단한 설명

[0099] 본 발명의 다른 특징 및 이점은 이하 첨부된 도면뿐만 아니라 결코 제한적인 것이 아닌 실시예에 대한 상세한 설명으로부터 부각될 수 있고, 여기서 상기 도면에 있어서:

도 1은 종래 기술에 따른 헬륨홀츠 공진기를 보여주는 축방향에서의 단면도이다;

도 2a 및 2b는 조립 전후에 있어서 천공된 플레이트로 덮인 벌집 구조에 의해 형성된, 다수의 헬륨홀츠 공진기를 포함하는 종래 기술에 따른 음향벽을 도시하는 사시도이다;

도 3은 전기역학적 실리콘 웨이퍼를 갖는 21cm<sup>3</sup>의 캐비티를 포함하는 본 발명의 제1 실시예에 따른 흡수 장치의 축 단면의 사시도이다;

도 4는 도 3의 서스펜션과 흡수 장치 웨이퍼를 형성하는 절단부를 도시하는 축척 투시도이다;

도 5는 도 3의 흡수 장치의 웨이퍼를 그의 전자기 코일 및 보강재를 갖는 버전으로 도시하는 축척 사시도이다;

도 6은 목부를 캐비티 보다 더 좁은 구성으로 나타낸 것으로, 본 발명에 의해 한정된 흡수 장치의 축 방향 단면을 원리적으로 나타낸 개략도이다;

도 7은 서로 다른 볼륨의 2개의 캐비티에 대한 웨이퍼 둘레에 밀봉재를 갖는 구성 및 갖지 않는 구성에서의 도 3의 흡수 장치를 사용하여 실험적으로 얻은 흡수 곡선을 도시하는 그래프이다;

도 8은 캐비티의 목부 형성 부분을 나타낸 것으로, 본 발명의 제2 실시예에 따른 흡수 장치의, 축 방향 단면을 원칙으로하는 개략도이다;

도 9는 목부를 형성하고 웨이퍼 및 그 서스펜션을 형성하기 위해 절단 플레이트를 둘러싸는 수개의 천공 플레이트로 덮여진 벌집 구조에 의해 형성된, 다수의 흡수 장치를 포함하는 본 발명의 제3 실시예에 따른 음향벽을 도시하는 축 방향 단면 개략도이다;

도 10a 및 도 10b는 좌측에서 본 축 방향 단면 개략도로, 본 발명의 제4 실시예에 따라, 상기 목부 위로 돌출된 외부충에 의해 유지된 메어있지 않은 웨이퍼(free wafer)를 가지는 벌집 음향벽 내의 흡수 장치 중 하나를 도시한다;

도 11a 및 도 11b는 본 발명의 제5 실시예의 2 가지 변형예에 따라서, 목부 위로 돌출하는 외부충에 의해 유지된 두꺼운 비고정 웨이퍼를 가지는, 벌집 음향 벽의 흡수 장치 중 하나를 도시하는, 축 방향 단면의 개략적 절반도이다;

도 12는 천공된 주변부 조인트 상에 장착된 원추 격막형(diaphragm-shaped) 전기역학적 라우드스피커를 구비한 본 발명의 제6실시예를 도시하는 축 방향 단면도로서, 여기서 상기 누설 섹션은, 상기 맴브레인의 내부를 통과하는 오리피스에 의해 형성되며, 상이한 변형예를 보여주는 2개의 절반도(half-view)를 보여준다;

도 13은 그 내부에 누설 섹션을 갖는 단단한 웨이퍼를 구비한 제7실시예를 도시한 축단면도의 개략도로, 여기서 누설 섹션은 웨이퍼의 내부를 통과하는 오리피스에 의해 형성되고, 상이한 변형이 있는 2개의 절반도를 보여준다; 도 13a에서는 미밀봉된 서스펜션을 가지고, 그리고 도 13b에서는 방수 서스펜션을 가진다;

도 14는 누설 섹션을 포함하는 가요성 센터 웨이퍼(flexible center wafer)의 제8실시예를 도시하는 축 단면도의 개략도로서, 상기 누설 섹션은 웨이퍼의 내부를 통과하는 오리피스에 의해 형성되고, 상이한 변형이 있는 2개의 절반도를 보여준다; 도 14a에서는 미밀봉된 서스펜션을 가지고 그리고 도 14b에서는 밀봉된 서스펜션을 가진다;

도 15는 움직임간의 차이를 보여주는 개략도로, 도 15a에서는 "피스톤"모드를 도 15b는 "드럼"모드를 보여준다;

도 16은 도 5에 도시된 바와 같은 전자기 코일 및 보강재를 구비한 버전으로 도3에 도시된 흡수 장치의 목부 및 웨이퍼를 도시한 개략적인 축 방향 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0100]

#### 단일 흡수 장치

[0101]

도 1 내지 도 7은 본 발명의 제1 실시예를 도시한다. 다른 예들에 대해서는 제1 실시예와의 차이점만이 기술될 것이다.

[0102]

제1 실시예에 있어서, 흡수 장치(3)는 라우드스피커에 의한 능동적 감축 시스템을 달성하고자 한 원래의 의도된 연구의 맥락에서 제조되고 시험되었다.

[0103]

흡수 장치(3)는 내부 캐비티(30)의 경계를 한정하는(delimit) 실린더 형태를 가진다. 이 캐비티(30)는 원통형 벽(39)으로 둘러싸이고, 후방의 편평한 벽(38)에 의해 전체적으로 그리고 전면벽(37)에 의해 부분적으로 폐쇄된다. 전면벽은, 캐비티(30) 실린더쪽의 축 방향(D3)으로 개구된 중앙부의 오리피스로 관통된다. 이 오리피스는 전면벽(37)의 두께를 관통하여 원통 형상을 가지며, 따라서 길이 L31 및 단면 A31을 가지는 목부(31)를 형성한다. 여기에서 설명된 예에서, 사용된 웨이퍼는, Iman Shahosseini's thesis, "Towards micro high-performance electroacoustic loudspeakers in silicon technology", PhD thesis, Institute of Basic Electronics, 2012, 또는 I. Shahosseini et al., "Towards high fidelity high efficiency mems microspeakers" IEEE International conference on sensors, pp. 2426-2430, 2010에 기술된 바와 같이, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술을 사용하여 제작된 전기역학적 마이크로-스피커의 실리콘 맴브레인에 의해 형성된다.

[0104]

이들 전기역학 마이크로-HP 실리콘은 두께가 1 센티미터 미만이고 그리고 기존의 중급 스피커(500Hz)에 필적하는 공진 주파수를 갖는 특징이 있는데, 이것은 얇은 환경, 예를 들어 50mm 미만의 벽에 잘 통합할 수 있게 한다.

[0105]

도 4에 도시된 바와 같이, 상기 웨이퍼(32)는 단단한 플레이트(320)에서 절단된 내부 부분에 의해 형성된다. 이 절단부(cutout)는 상기 웨이퍼(32)를 거의 전체적으로 둘러싸는 수개의 절단부들(330)을 포함하는 패턴으로 이루어진다. 이 예에서, 수개의 본질적으로는 선형인(즉, 1차원인) 절단부들(330)은 웨이퍼의 중심 (C32) 주위에서 규칙적으로 분포된 각도로 만들어지며, 여기서는 6 개의 동일한 절단 조각으로 만들어진다. 이들 절단부들(330) 각각은 중심부(32)로부터 멀어지는 주변부의 각부(angular part)를 특정 거리만큼 덮는데, 이 거리는 아암(arm)의 폭 및 이동 웨이퍼(325)의 외주와 목부(31)의 벽 사이의 거리(E31)에 대응한다.

[0106]

이들 절단부 각각은, 이웃한 절단부를 따라서 부분적으로 연장되는데, 일방향(여기서는 시계 반대 방향)으로는 내측으로, 그리고, 다른 방향(여기서는 시계 방향)으로는 외측으로 연장된다. 따라서, 나란히 있는 2 개의 절단부로 된 그룹 각각 사이에서, 남아있는 재료는 목부와 웨이퍼 사이의 간격(E31)보다 훨씬 큰 길이 (L330)에 걸쳐서, 웨이퍼의 둘레를 따라 확장하는 나선형으로 전개되는 아암을 형성한다. 따라서, 초기 플레이트(320) 재료의 강성에도 불구하고, 큰 길이의, 따라서 낮은 강성의 아암(331) (도면에서 회색으로 표시)을 얻을 수 있다.

[0107]

이 예에서, 초기 플레이트(320)는 SOI형 기판으로부터 얻어질 수 있는 예를 들어 단결정 실리콘으로, 전체 두께가 20 $\mu\text{m}$ 이고 외부 치수가 23mm x 28mm인 실리콘으로 제조된다. 이 플레이트 내부에서 잘라낸 웨이퍼(32)의 직경은 13mm이고 그리고 절단부(330)의 폭은 대략 20 $\mu\text{m}$ 이다. 양쪽 단부에서, 절단부들(330)은 재료의 피로를 제한

하고 균열을 방지하기 위해 원형 모양(도 4 및 도 5에서 흑색으로 표시)으로 넓어진다.

[0108] 도 5에 도시 된 바와 같이, 이 웨이퍼는 또한 MEMS 분야에서 공지된 방법을 사용하여, 그의 표면으로부터 일정한 높이 이상, 여기서는  $300\mu\text{m}$  이상 돌출된 리브(rib)에 의해 형성된 보강재(34)를 들고 있다. 따라서 웨이퍼의 전체 두께는 강성에 관해서는  $320\mu\text{m}$ 이다.

[0109] 이 실험의 일부로서, 이렇게 생성된 라우드스피커는, 초기 플레이트(320)로 절단함으로써 형성되는  $20\mu\text{m}$  두께의 서스펜션 아암(331) 중 2 개에 의해 고정된 부분에 연결된 전자기 코일(선택 사항)(324)을 형성하기 위해, 웨이퍼의 주변부에 증착된 일련의 전기 트랙을 더 포함한다.

[0110] 도 3에 도시된 바와 같이, 이 라우드스피커의 전자기 시스템은 코일(324)과 상호 작용하도록 목부(31) 내부에 고정된 영구 환형 자석(374)에 의해 완성된다. 이 자석은 Shahosseini 논문에 설명되어는 바와 같이, 이론 분극 값이  $1.5\text{T}$ 인 두 개의 네오디뮴 철 붕소 링 자석(Neodymium Iron Boron ring magnets)으로 이루어진다.

[0111] 도 6은, 밀봉되지 않고 매우 낮은 강성을 가지는 서스펜션(33)(곡선의 점선으로 표시된 선들)을 가지는 흡수 장치(3)를 도시하는 개략도로서, 상기 낮은 강도는, 상기 서스펜션과 웨이퍼가 동일한 초기 플레이트에 의해 형성된다는 사실에도 불구하고, 웨이퍼 (32)의 강도와 비교하여 무시될 수 있는 것으로 볼 수 있다(따라서 피스톤 모드에 적절하다).

[0112] 수동 모드의 경우에, 도 7에서 수행되고 도시된 테스트에서, 웨이퍼는 극단 위치(32a 및 32b) (도 6에서 점선) 사이에서 이동함으로써 피스톤 모드로 진동한다. 이러한 움직임의 진폭은 평형 위치(실선)에서  $2\text{mm}$  미만의 최대 이동에 해당하며, 그리고 서스펜션은 약  $4\text{mm}$ 까지 붕괴없이 움직이는 것을 가능하게 한다.

[0113] 초기에, 실험은 탑재된 캐비티(30)의 헬름홀츠 공진 주파수에 가까운 주파수를 감쇠시키는 것을 목표로 하는 전자 제어에 따라서 스피커를 활성화시킴으로써 능동적 감소를 달성하는 것을 목표로 하였다. 이 작업은 Alexander Houdouin에 의한 아직 출판되지 않은 IEF에 대한 2014년 논문 체계에서 이루어졌다. 음향 단락 회로를 피하기 위해, 확성기의 효율을 최적화하고자 할 때 자연스러운 것이므로, 연속적으로 밀봉된 주변 밀봉재로 간격(E31)을 폐쇄할 계획이었다. 예를 들어 캐스트 라텍스 또는 열성형된 폴리에틸렌 필름과 같은 몇 가지 유형의 조인트가 고려되었다.

[0114] 그러나 이 밀봉재를 실장하기 이전을 포함하여, 계획된 시스템의 다른 완료 단계에서 다양한 시험이 수행되었다.

[0115] 하기 표는, 캐비티(30) 및 목부(31)의 기하학적 값과 함께, 2개의 테스트된 캐비티에 대하여, 웨이퍼 없이, 계산 및 측정된 공진 주파수를 나타낸다.

매개변수	작은 캐비티	큰 캐비티	단위
$R_{neck}$	0,8	0,8	cm
$A_{neck}$	2,0	2,0	$\text{cm}^2$
$L_{neck}$	1,6	2,0	cm
$V_{cavity}$	21	169	$\text{cm}^3$
$f_{Helmholtz}$	1324	417	mm
$f_{measured}$	1310	420	mm

[0116]

[0117] 따라서, 도 7은, 전력이 없는 스피커를 가진 캐비티 단독 (실선의 곡선) 및 밀봉재 없음(점선의 곡선) 상태에서, Kundt 튜브 내에서 수행된 테스트에서, 순수한 수동형 모드에서의 흡수 결과를 보여준다.

[0118] 체적이  $169\text{cm}^3$ 인 "큰" 캐비티의 경우, 곡선 R1a는 캐비티만으로 얻은 흡수 계수를 나타내는데,  $420\text{Hz}$ 의 측정 주파수에서 최대 약 0.42이다. 그러나, 이와 동일한 캐비티의 경우에서, 곡선 R3a은  $316\text{Hz}$ 로 하향 이동한 주파수에 대해 0.86으로 크게 증가하는 최대 증가 값을 갖는 흡수 계수를 보여준다.

[0119] 마찬가지로,  $21\text{cm}^3$ (직경  $30\text{mm}$  및 높이  $30\text{mm}$ )의 더 작은 캐비티의 경우, 곡선 R1b는 캐비티만으로 얻은 흡수 계수를 나타내는데,  $1310\text{Hz}$ 의 주파수에서 최대 약 0.58이다. 그러나, 이와 동일한 캐비티의 경우, 곡선 R3b는 약

930Hz로 크게 하향 이동한 주파수에 대해 0.72로 상승하는 증가된 최대 값을 갖는 흡수 계수를 보여준다.

[0120] 밀봉된 라우드스피커 구성과 비교하여, 계산 결과에 따르면 밀봉재 제거는 음향 누출의 존재를 암시하는 것 외에도, 819.7N/m 대신 5.8N/m의 값으로 시스템의 강도를 감소시키는 것으로 나타났다.

[0121] 따라서, 염밀한 수동 방식에서, 헬륨홀츠 캐비티의 목부에 이러한 웨이퍼를 장착하면, 가능한 경우 매우 단단하고 그리고 매우 유연하고 바람직하게는 가벼운 방식으로 장착한다면, 흡수 주파수의 감소뿐만 아니라 흡수가 개선된 캐비티를 얻는 것이 가능하다는 결과를 보여준다.

[0122] 도 8에서, 흡수 장치의 다이어그램은 본 발명의 제2 실시예에 따라 제공된 것으로, 캐비티의 일부인 목부를 갖는 특징인, 제1 실시예와 다른 점에서만 설명된다. 본 명세서에 제시된 다른 실시예와 결합된 이런 구성은, 구성 및 조화의 가능성을 변화시키고, 장치 제조의 간결성 및/또는 용이성을 향상시키는 것을 가능하게 한다.

### 음향벽

[0124] 도 9는 다수의 흡수 장치(3), 예를 들어 도 4의 흡수 장치를 구비한 본 발명의 제3 실시예에 따른 음향벽(5)을 도시한 것이다. 이 벽은 주기적 하니콤(별집) 구조를 가지는 플레이트(500)에 의해 형성되고, 그의 하우징은 그의 흡수 장치(3)의 입구 방향(D3)에 평행하다. 이 플레이트(500)는 그의 후방측(rear side)에서 밀봉층(58), 예를 들면, 복합층, 시트 또는 결합된 시트에 의해서 밀봉된다.

[0125] 이 주기적인 별집 구조는, 예를 들어 100mm 미만 또는 50mm 미만과 같은 작은 전체 두께를 유지하는 큰 캐비티 체적을 얻기 위해서 입력 방향을 가로지르는 큰 하우징을 가진 별집을 사용한다고 할지라도, 어셈블리의 두께를 제한하면서도 예를 들어서 흡수 장치의 매우 큰 표면 밀도를 가지는 음향벽을 생성하는 것이 가능하게 한다.

[0126] 그의 전면에서, 이 하니콤 플레이트(500)는 2개의 층(511 및 513)으로 덮혀 있으며, 이들 층은 상기 하니콤의 각 하우징(30)에 대해서, 길이 L31 및 면적 A31을 가지는 목부(31)를 형성하도록 천공된다. 이들 2개의 천공된 층(511, 513)은, 그들 사이에, 각각의 흡수 장치(3)의 웨이퍼(32)와 그의 서스펜션(33)을 형성하기 위해서, 예를 들어 도 4에 도시된 패턴(330) 등으로 절단된 플레이트 또는 시트(512)를 둘러싸고 있다. 이러한 구조는, 예를 들어 강철 또는 알루미늄 또는 티타늄 합금의 시트(512)로 달성될 수 있는데, 이는 도 3의 MEMS 기술 대신, 훨씬 저렴하고 빠르게 산업적 구현을 가능하게 하며, 예를 들어 제트 엔진 또는 기계 방음 장치와 같은 대형 및/또는 큰 시리즈의 산업 분야에 보다 적합하다. 도 10a 및 도 10b는, 본 발명의 제4 실시예에 따른 것으로, 도 9의 것과 유사한 하니콤(별집) 음향벽(500) 내에 대안적으로 사용되는 흡수 장치(6)를 도시한다. 이에 대해서는 다른 실시예와 어떻게 다른지만 설명될 것이다.

[0127] 이 예에서, 목부(61)은 하니콤 전면에 대어져 있는, 천공된 층(612)의 두께에 의해 본질적으로 형성된다. 목부 둘레 및 이 두꺼운 층(612)의 각각의 측면 상에, 전진부(advance, 6140)가 목부(61) 내부로 연장되고, 웨이퍼(62) 위로 돌출한다. 이러한 전진부는 충분히 많은 수로 분포되고 및/또는 충분히 넓은 각도 영역에 존재하여, 가해지는 응력 및 중력과 관련하여 흡수 장치가 놓이는 위치에 관계없이, 웨이퍼(62)를 목부(61) 내부에 유지한다.

[0128] 목부 내에서, 웨이퍼는 입력 방향(A3)으로 완전히 자유롭게 움직이고, 그리고 제로 강성 연결에 의해 매달리는 것으로 간주될 수 있으며, 이는 많은 경우 흥미로울 수 있는 성능을 얻을 수 있게 한다.

[0129] 이 예에서, 이들 유지(holding) 전진부(advance, 6140 및 6110)는 두꺼운 층(613)의 외측에 도금된 외층(614) 및 내측에 도금된 내층(611)에 의해 형성된다. 예를 들어, 이들 유지층(611, 640) 각각은 이들 어드밴스를 형성하기 위해서 위치 결정된 후 절개되거나, 또는 목부 및 어드밴스의 외형을 고려한 패턴의 증착(deposit)에 의해 형성된다.

[0130] 도 10a에 도시된 바와 같이, 웨이퍼는 전면(front side)의 2 개의 층들 사이에 샌드위치된 시트(612)로 제조될 수 있으며, 그리고 이들은 절단되어 각 웨이퍼를 형성한다. 이 기본 플레이트(612)는 여기서는 내측 유지층(611)과 두꺼운 층(612) 사이에 있는 것으로 표시되었으나, 외측 상에 또는 2개의 두꺼운 층 사이에 배치될 수도 있다.

[0131] 도 11a 및 도 11b는 본 발명의 제5 실시예의 두 가지 변형 예에 따른 하니콤 음향벽의 흡수 장치(7)를 도시한 것으로, 도 10의 것과 유사한 하니콤 음향벽(500) 내에 변형이 있으며, 이에 대해서는 다른 실시예와의 차이점만 설명된다.

[0132] 이 예에서, 웨이퍼(72, 72')는 또한 자유롭게 움직이며, 두꺼운 층(712)으로부터 목부(71) 위로 돌출된 외부층

(711, 713)에 의해 유지된다(retained). 여기에서 제시된 웨이퍼는, 본 발명에 따른 완충기(damper)를 달성하기 위해 누설 섹션을 남기면서, 구부러짐(arching)을 피하기 위해서 입구 방향(D3)으로 상당히 두꺼우며, 그의 이동 동안 가이드될 수 있도록 목부(71)의 벽을 모방한 주변부를 가진다.

[0133] 도 11a에서는, 누설 섹션은 화살표 f72로 표시된 바와 같이 웨이퍼의 외주부에 형성된다.

[0134] 도 11b에서, 웨이퍼(72')는, 그의 이동을 안내하는 선형 베어링을 형성하는 슬라이딩 표면(sliding surface, 721)에 의해 둘러싸여 있다. 예를 들어, 이 표면은 "자유" 또는 "슬라이딩" 조정, 즉 이동성을 허용할 만큼 충분히 자유롭게 조정된다. 이러한 조정은 예를 들어 금속 또는 플라스틱 부품용 ISO 시스템에 따라 H7g6 내지 H11d11 유형이며, 또는 정밀도가 떨어지는 제조 또는 복합 재료에 대해서는 0.5 mm 미만 또는 0.2 mm 또는 0.1 mm 미만의 간격(clearance)으로 수행된다. 이렇게 조정된 가이드는 밀봉(seal)에 비유될 수 있고, "슬라이딩 밀봉(sliding seal)"으로 기술될 수 있다. 예를 들어, 이 슬라이딩 조인트는 청동 또는 실리콘 또는 PTFE와 같은 통상의 재료를 사용하여 피복된다; 이 도포(application)는 건성이거나 또는 윤활제의 액체 필름, 또는 페로플리드(ferrofluid) 필름으로 수행된다. 이러한 주변 밀봉 조건에서, 웨이퍼 자체는 웨이퍼의 재료 내에 만들어진 하나 이상의 관통홀(731)을 가지며, 이는 누설 영역(f72')을 형성한다.

[0135] 따라서, 도 10의 것과 같은 2차원 웨이퍼 또는 상이한 구속 조건을 갖는 웨이퍼보다도 더욱 단단하며, 그리고/또는 보다 용이하게 막힘(jamming)의 위험없이 주변부 이탈이 매우 작은 웨이퍼를 제조하는 것이 가능하다.

[0136] 도 11a에서, 웨이퍼는 둘레가 모두 닫혀 있는 체적을 갖는다. 도 11b에서, 그의 두 개의 단부면은 목부의 벽과 일치하도록 형상화되지만, 더 작은 부분의 일부에 의해 상호 연결된다. 이러한 옵션을 사용하면 매개 변수, 예를 들어 목부에 대한 마찰면, 웨이퍼의 질량, 및/또는 그의 전체 강성을 사용한 실험 덕분에 보다 유연한 설계가 가능하게 된다.

[0137] 도 13은 본 발명의 제7 실시예를 도시하며, 다른 실시예와 다른 점만이 설명될 것이다. 이 실시예에서, 단단한 웨이퍼는 또한 내부 또는 중앙 부분에 하나 또는 그 이상의 관통 개구(330a)를 갖는다.

[0138] 왼쪽 절반 도면(도 13a)에서, 이를 내측 개구(330a)는, 밀봉되지 않은 서스펜션의 아암(31) 둘레에 형성된 섹션(330)에 부가되는 누설 섹션을 형성하며, 이는 도 4의 것과 유사할 수 있다.

[0139] 오른쪽 절반 도면(도 13b)에서, 서스펜션은 밀폐형이고, 예를 들어, 금속 시트 또는 플라스틱 또는 폴리머의 필름으로 제조된 환형 벨로우즈(bellows)에 의해 형성되고, 예를 들어 Visaton K16 라우드스피커이고, 그 멤브레인은 웨이퍼 구조를 형성하고, 열성형된 폴리머로 만들어진 그의 밀봉(33a)은 서스펜션을 형성한다. 내부 개구(330a)가 유일한 누출 섹션을 형성한다.

[0140] 도 14는 제 8 실시예를 도시하며, 이는 다른 실시 예와 어떻게 다른지에 대해서만 설명 될 것이다.

[0141] 이 모드에서, 웨이퍼(92)는 또한 웨이퍼 내부 (즉, 강성 부분)에 위치된 누설 개구(930a)를 추가로 또는 배타적으로 포함한다.

[0142] 절반 좌측을 보면, 웨이퍼(9b)는 가요성 및 탄성 재료, 예를 들어 일정한 두께의 금속 시트 또는 엘라스토머의 층(921)에 의해 형성된다. 이 엘라스토머는 특히 유연성이 있는 것과 결합하여, PDMS 또는 폴리디메틸실록산, 가교 결합제 및 프리- 중합체(pre-polymer), 특히 교차 결합비: 1:10의 프리-중합체로 형성된 고분자 재료일 수 있다.

[0143] 웨이퍼는 천공된 부분(930a)을 가지는 벨형 환형부(931a, bell-shaped annular part)에 의해 전면벽(37)에 부착되며, 이는 밀봉되지 않은 서스펜션을 제공한다. 서스펜션(931a) 내부에서, 웨이퍼 (92a)는 내부 개구(930a)를 둘러싸는 환형 영역(922a)에서 증가된 강성을 제공하는 두꺼운 부분을 가진다. 이러한 과잉 두께층(922a)은 상이하며 바람직하게는 단단한 재료, 예컨대 오버-몰딩(over-molding) 또는 중합 수지로 제조된다. 이 여분의 두께는, 예를 들어 재료 및/또는 그의 치수 측면에서, - 원하는 흡수 주파수에서 피스톤 모드 움직임을 얻기 위한 이동 장비의 특성에 영향을 미치는 - 국부적인 강성 및 추가 질량을 제공한다.

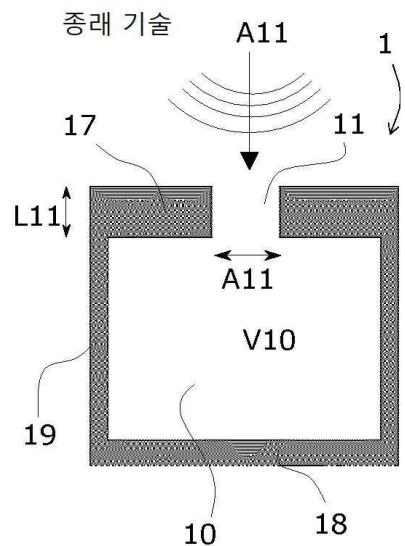
[0144] 다른 실시예와 어떻게 다른지에 대해서만 기술된, 절반 우측의 변형예를 보면, 적어도 또는 배타적으로 환형의 여분의 두께층(922b)에 대해서, 웨이퍼(92b)는 두께가 한쪽으로 증가하는 층(921b)에 의해 형성된다. 이 변형예에서, 좌측의 변형과 호환 가능하게 밀봉된 서스펜션(931b)이 묘사된다.

[0145] 이러한 두 가지 변형예에서, 내부 부분은 일정한 탄성을 갖지만 그것이 누설 섹션을 형성하는 개구를 지나므로 공기의 마찰에 의해 응력을 덜 받는다.

- [0146] "피스톤"모드에서의 운동은, 서스펜션 자체의 강도와 관련하여 서스펜션을 둘러싸는 영역에서의 보다 큰 강도 및/또는 질량에 의해서, 및/또는 중앙 부분의 개구(930a)가 공기를 통과하게 하고 그리고 음향파의 일부가 보다 적은 작용력을 받는다는 사실에 의해서, 획득된다.
- [0147] 도 15는 "드럼 모드"작동과 비교하여 본원에서 의도된 "피스톤"작동 모드를 도시한다.
- [0148] 도 15a에서, 맴브레인 또는 플레이트(12)는 강성 벽(17)의 오리피스 내부에 고정된다. 이 플레이트(12)는 그의 중심이 화살표  $mT$ 를 따라서 주변부(123)보다 훨씬 많이 움직일 때 "드럼"모드로 진동하여, 따라서 거리  $d_t$  만큼 변형된다.
- [0149] 도 15b에서, 플레이트 또는 웨이퍼(32)는 서스펜션(33)에 의해 단단한 벽(37)의 오리피스 내부에 고정된다. 이 웨이퍼(32)는, 예를 들어 서스펜션 강성이 웨이퍼의 강성과 비교하여 매우 낮기 때문에, 그의 중심이 화살표  $mP$ 를 따라 그의 주변부(323)와 거의 같은 정도로 움직일 때, "피스톤" 모드로 진동한다. 중심 영역(32)에 있어서, 그것의 전체 움직임  $d_p$ 가 그의 변형거리  $d_t$  보다 더욱 클 때 또는  $d_p \gg d_t$  일때, "피스톤" 모드로 움직이는 웨이퍼를 형성하는 것으로 간주한다.
- [0150] 이와 관련하여, 이 조건은 이 두 값이 적어도 5, 바람직하게는 10, 50 또는 100배의 인자(factor)로 다를 때 충족되는 것으로 간주될 수 있다.
- [0151] **라우드스피커 구조를 가지는 흡수 장치 진동**
- [0152] 도 12는 흡수 장치 실시예의 제6 실시예를 도시한다.
- [0153] 이 흡수 장치(8)는, 원추형 다이아프램(82, diaphragm) 및 이동 코일(824)이 영구 자석(874)을 가지는 종래의 천공된 프레임(85) 상에 장착된 통상적인 일렉트로다이나믹 라우드스피커 구조를 사용한다. 이 구조는 전면(87)에 장착되고, 벽(88 및 89)으로 한정되는 캐비티(80) 내에서 둘러싸여 있다.
- [0154] 맴브레인(82)은 통상적인 형태의 가요성 주변부 밀봉재(83)에 의해 전면(87)에 연결된다. 그러나, 단어 또는 음악과 같은 소리를 방출하는 라우드스피커에서 계통적으로 발생하고 당연히 예측되는 것과는 달리, 여기서 이 밀봉재(83)는, 제조 과정 동안 또는 그 이후에 완성된, 오픈워크(openwork) 절단부들(830) (점선 사각형으로 표시됨)에 의해 완성된다. 유사하게 그리고 구성에 따라서, 밀봉재 및/또는 맴브레인(82) 및/또는 원추(82)의 꼭대기를 프레임(85)에 연결시키는 "스파이더(spider)"(84)도 절단부(cutout, 840)에 의해 천공될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, (여기서는 도시되지 않음) 맴브레인 자체가 누설 색션들의 전부 또는 일부를 형성하는 천공된 부분을 포함한다.
- [0155] 이러한 흡수기는 전자기 활성화 시스템(824, 874)을 포함하는 버전으로 여기에 표시된다. 이 버전은 코일을 연결하지 않거나 제어 장치와의 연결을 끊어 수동으로 사용할 수 있다. 또한 변형된 헬름홀츠 공진 외에 능동 흡수를 달성하기 위해 확성기를 작동시켜 하이브리드 방식으로 사용할 수도 있다. 또한 특정 시간에는 흡수성(능동 또는 수동)을 달성하고 다른 시간에 고전적인 스피커로서 사용하는 등의 다기능 모드에서도 사용할 수 있다.
- [0156] 순수 수동 버전에서, 흡수 장치는 불완전하게 천공된 스피커, 즉 동일한 기계적 구조이나 전자기 시스템없이 수행되는 스피커 구조로 완성될 수 있다.
- [0157] 이러한 구조는 통합 및 두께가 덜 중요한 제약인 대형 룸 및/또는 대형 벽에 특히 흥미로울 수 있다. 그것은 아마도 크기와 빙도가 다른 버전과 수요에 따라 숫자가 달리하면서, 벽이나 방의 특정 위치에 하나 이상의 흡수 장치를 배치하는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0158] 전기역학 모터의 전체 버전으로, 이 흡수 장치는 능동 모드, 음향 임피던스 정합 및/또는 능동 감소 모드에서도 사용할 수 있다.
- [0159] 도 16은, 예를 들면, 음향 임피던스 및/또는 능동형 감쇠를 적용하여 능동 모드에서 사용하기 위하여, 도 3의 흡수 장치의 목부(31)에 일렉트로다이나믹 모터 (374, 324)가 장착된, 도 5에 도시된 MEMs 형 라우드스피커를 도시한다.
- [0160] 물론, 본 발명은 지금까지 설명한 예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 이러한 예들에 많은 조정을 가할 수 있다.

도면

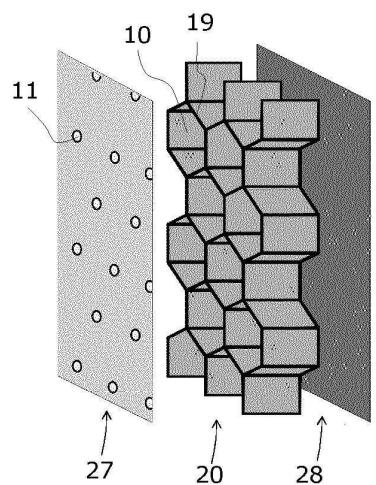
도면1



도면2

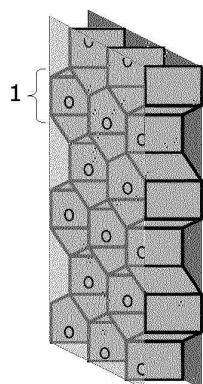
도 2a

종래기술

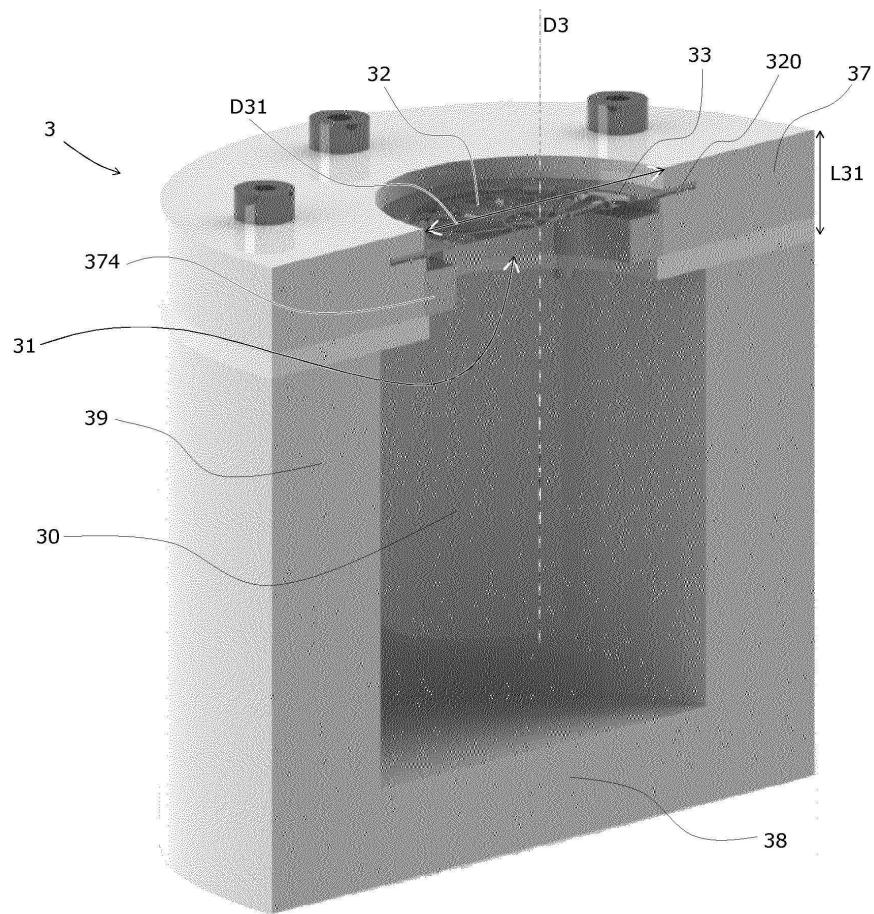


도 2b

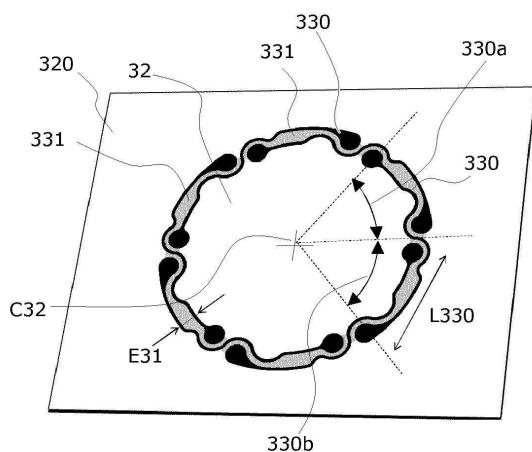
종래기술



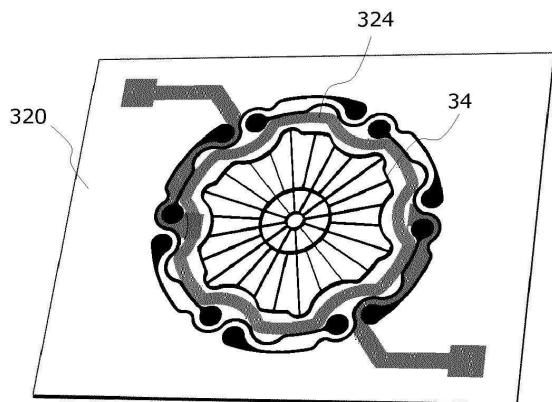
## 도면3



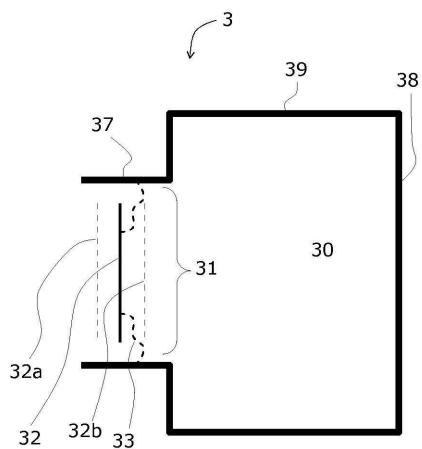
## 도면4



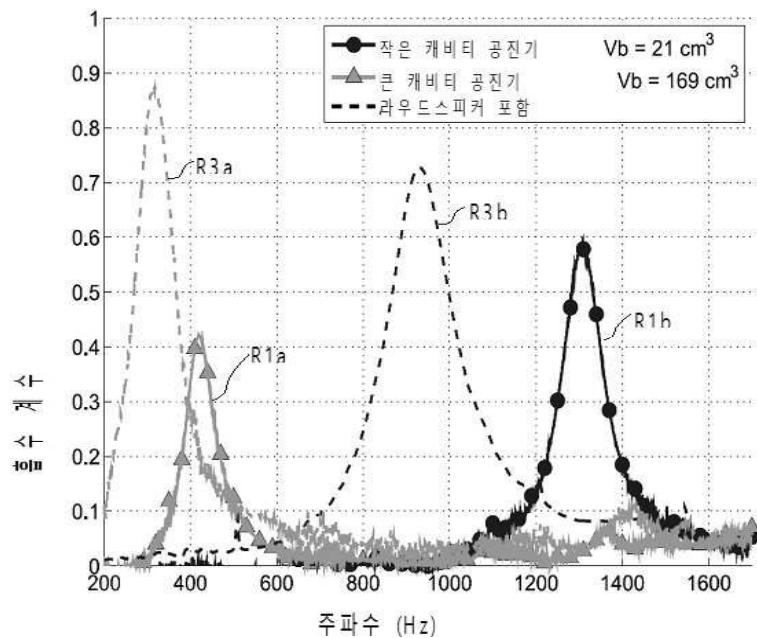
도면5



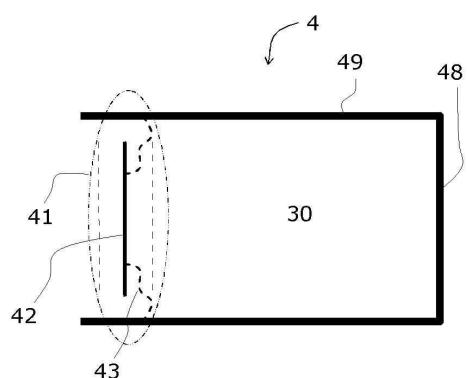
도면6



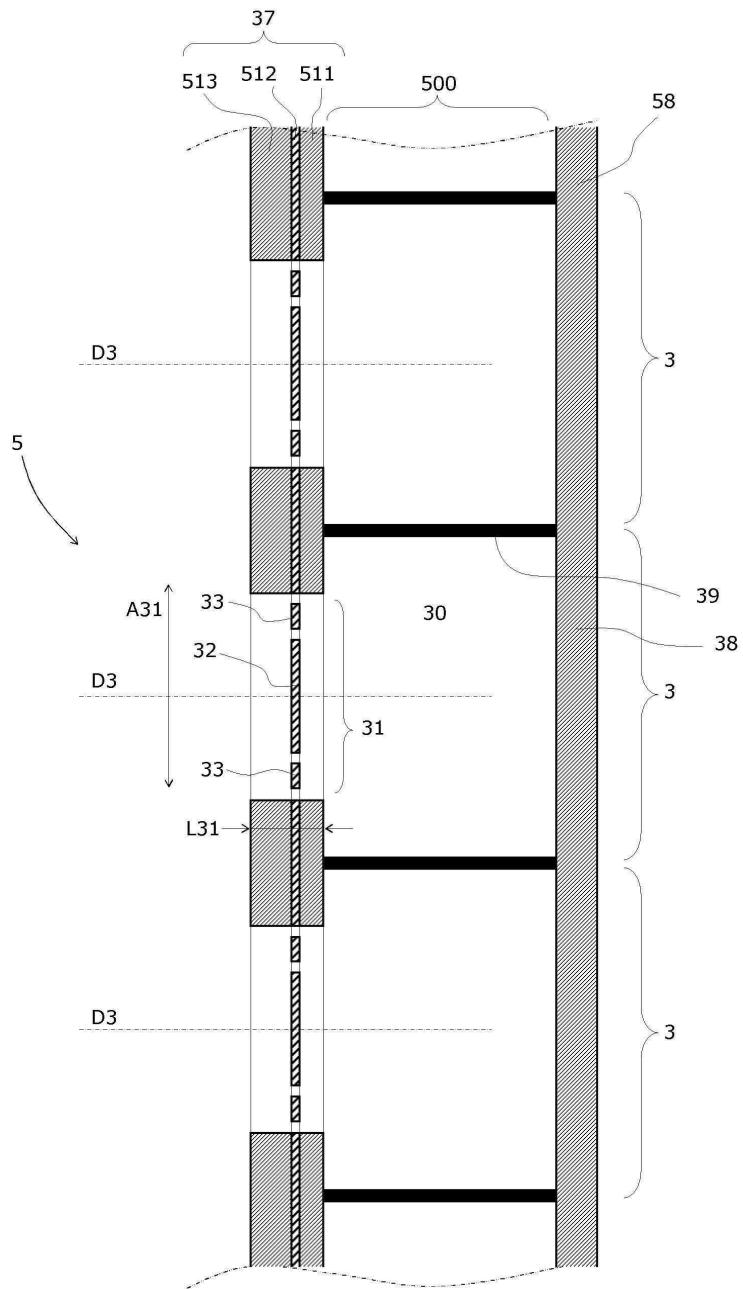
도면7



도면8

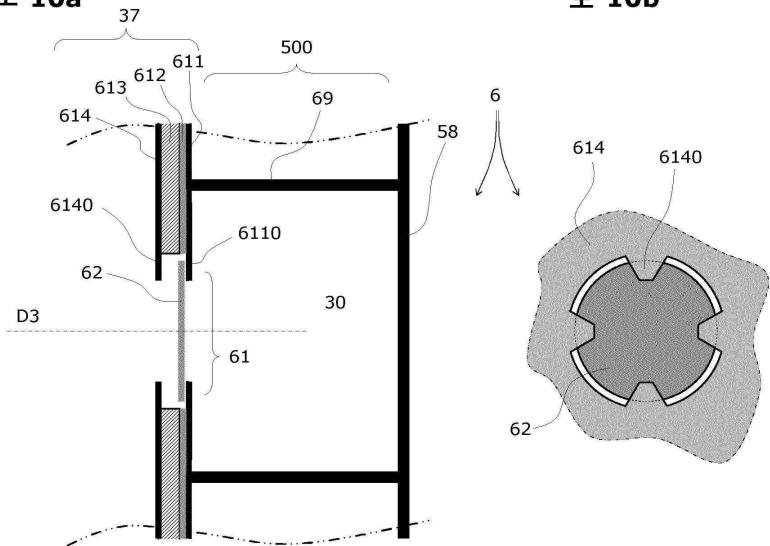


도면9



## 도면10

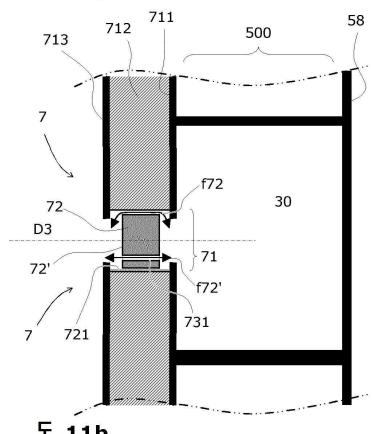
도 10a



도 10b

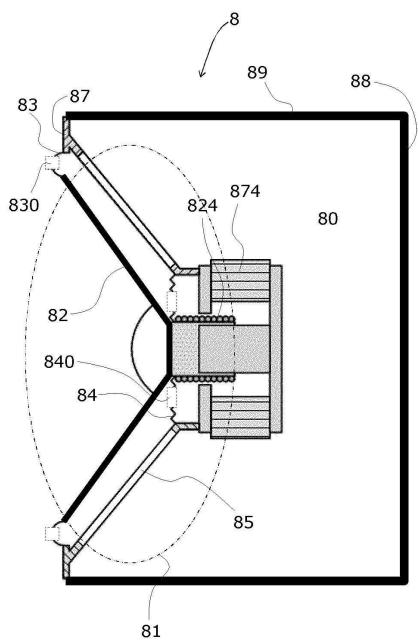
## 도면11

도 11a

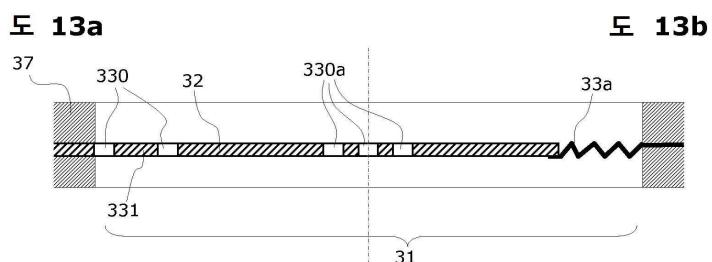


도 11b

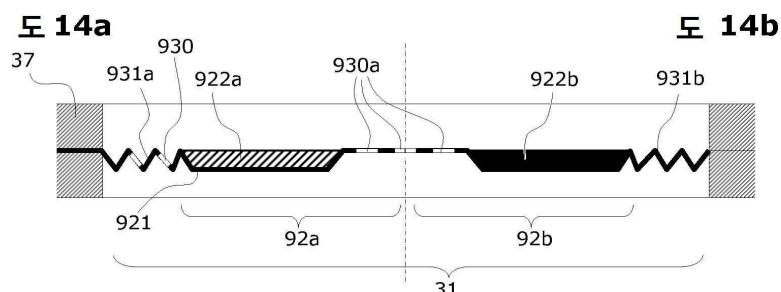
도면12



도면13

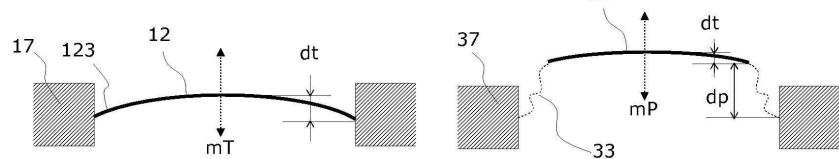


도면14

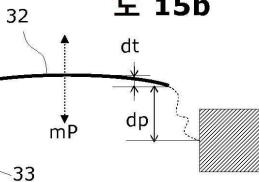


## 도면15

도 15a



도 15b



## 도면16

