



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년09월11일  
 (11) 등록번호 10-2021181  
 (24) 등록일자 2019년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04R 17/00 (2006.01) H04R 7/04 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H04R 17/00 (2013.01)  
 H04R 7/04 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0089063  
 (22) 출원일자 2017년07월13일  
 심사청구일자 2017년07월13일  
 (65) 공개번호 10-2018-0007699  
 (43) 공개일자 2018년01월23일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2016-138646 2016년07월13일 일본(JP)  
 JP-P-2016-166589 2016년08월29일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR101515815 B1\*  
 KR101439935 B1\*  
 JP2016111666 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 다이요 유덴 가부시키가이샤  
 일본국 도쿄도 주오구 료바시 2초메 7반 19고  
 (72) 발명자  
 이시 시게오  
 일본 도쿄도 다이또꾸 우에노 6쵸메 16-20  
 도미따 다카시  
 일본 도쿄도 다이또꾸 우에노 6쵸메 16-20  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 8 항

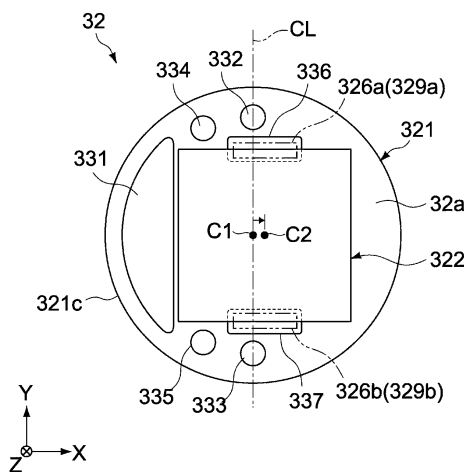
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 전기 음향 변환 장치

**(57) 요약**

음향 특성의 향상을 도모할 수 있는 전기 음향 변환 장치를 제공한다. 본 발명의 일 형태에 따른 전기 음향 변환 장치는, 하우징과, 압전식 발음체를 구비한다. 상기 압전식 발음체는, 상기 하우징에 직접 또는 간접적으로 지지되는 주연부를 갖는 제1 진동판과, 상기 제1 진동판의 적어도 한쪽의 면에 배치된 압전 소자를 갖고, 상기 제1 진동판의 중심축에 관하여 강성이 비대칭으로 구성된다.

**대표도** - 도3



(72) 발명자

**하마다 히로시**

일본 도쿄도 다이또꾸 우에노 6쵸메 16-20

**도시다 유따카**

일본 도쿄도 다이또꾸 우에노 6쵸메 16-20

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

하우징과,

상기 하우징에 직접 또는 간접적으로 지지되는 주연부를 갖는 제1 진동판과, 상기 제1 진동판의 적어도 한쪽의 면에 배치된 압전 소자와, 상기 제1 진동판을 두께 방향으로 관통하는 통로부를 갖고, 상기 제1 진동판의 중심축에 관하여 강성이 비대칭으로 구성된 압전식 발음체와,

제2 진동판을 포함하는 전자식 발음체

를 구비하고,

상기 하우징은,

상기 전자식 발음체가 배치되는 제1 공간부와,

상기 통로부를 통해 상기 제1 공간부와 연통하고, 상기 압전식 발음체와 상기 전자식 발음체에 의해 생성되는 음파를 외부로 유도하는 도음로를 갖는 제2 공간부를 갖고,

상기 제1 진동판과 상기 제2 진동판의 거리를  $h$ , 상기 제2 진동판의 직경을  $d$ 로 하였을 때,

$$0.152 \leq (h/d) \leq 0.212$$

의 관계를 만족시키는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 압전 소자는, 상기 제1 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치되는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 통로부는, 상기 제1 진동판의 면내에 형성된 적어도 하나의 개구부를 포함하는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 통로부는, 상기 주연부에 형성된 적어도 하나의 절결부를 포함하는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 통로부는, 복수의 통로부를 포함하고,

상기 도음로는, 상기 복수의 통로부 중 개구 면적이 가장 큰 통로부에 대향하는 위치에 형성되는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 8**

제1항 또는 제2항에 있어서,  
상기 제1 진동판의 평면 형상은 원형이고,  
상기 압전 소자의 평면 형상은 직사각형인 전기 음향 변환 장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,  
상기 압전식 발음체는, 상기 하우징에 고정되어 상기 제1 진동판의 주연부를 지지하는 환상 부재를 더 갖는 전기 음향 변환 장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제1항에 있어서,  
상기 제1 진동판은, 상기 제2 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치되는 전기 음향 변환 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 예를 들어 이어폰 혹은 헤드폰, 휴대 정보 단말기 등에 적용 가능한 전기 음향 변환 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 압전 발음 소자는, 간이한 전기 음향 변환 수단으로서 널리 이용되고 있고, 예를 들어 이어폰 혹은 헤드폰과 같은 음향 기기, 나아가 휴대 정보 단말기의 스피커 등으로서 다용되고 있다. 압전 발음 소자는, 전형적으로는, 진동판의 편면 혹은 양면에 압전 소자를 접합한 구성을 갖는다(예를 들어 특허문헌 1 참조).

[0003] 한편, 특허문헌 2에는, 다이내믹형 드라이버와 압전형 드라이버를 구비하고, 이들 2개의 드라이버를 병렬 구동 시킴으로써 대역폭이 넓은 재생을 가능하게 한 헤드폰이 기재되어 있다. 상기 압전형 드라이버는, 다이내믹형 드라이버의 전면을 폐색하여 진동판으로서 기능하는 프론트 커버의 내면 중앙부에 설치되어 있고, 이 압전형 드라이버를 고음역용 드라이버로서 기능시키도록 구성되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2013-150305호 공보  
(특허문헌 0002) 일본 실용신안 출원 공개 소62-68400호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 최근, 예를 들어 이어폰이나 헤드폰 등의 음향 기기에 있어서는, 음질의 한층 더한 향상이 요구되고 있다. 이 때문에 압전 발음 소자에 있어서는, 그 전기 음향 변환 기능의 특성 향상이 필요 불가결로 되어 있다. 또한, 다이내믹형 스피커와 조합한 경우에 있어서는 고음역에서의 고음압화가 요망되고 있다.

[0006] 이상과 같은 사정을 감안하여, 본 발명의 목적은, 음향 특성의 향상을 도모할 수 있는 전기 음향 변환 장치를

제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 따른 전기 음향 변환 장치는, 하우징과, 압전식 발음체를 구비한다.
- [0008] 상기 압전식 발음체는, 상기 하우징에 직접 또는 간접적으로 지지되는 주연부를 갖는 제1 진동판과, 상기 제1 진동판의 적어도 한쪽의 면에 배치된 압전 소자를 갖고, 상기 제1 진동판의 중심축에 관하여 강성이 비대칭으로 구성된다.
- [0009] 상기 전기 음향 변환 장치에 있어서, 압전식 발음체는, 제1 진동판의 중심축에 관하여 강성이 비대칭인 구조를 갖기 때문에, 제1 진동판의 진동 모드가 면내에 있어서 불균일해진다. 이에 의해, 고역에서의 음압 레벨이 브로드화되고, 음압 특성이 향상됨으로써, 양호한 음질의 재생이 가능해진다.
- [0010] 상기 압전 소자는, 상기 제1 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치되어도 된다.
- [0011] 이에 의해 제1 진동판의 진동 모드를 중심축에 관하여 비대칭으로 할 수 있다.
- [0012] 상기 압전식 발음체는, 상기 제1 진동판을 두께 방향으로 관통하는 통로부를 더 가져도 된다.
- [0013] 상기 통로부는, 상기 제1 진동판의 면내에 설치된 적어도 하나의 개구부를 포함해도 되고, 상기 주연부에 형성된 적어도 하나의 절결부를 포함해도 된다.
- [0014] 상기 전기 음향 변환 장치는, 제2 진동판을 포함하는 전자식 발음체를 더 구비해도 된다. 이 경우, 상기 하우징은 제1 공간부와, 제2 공간부를 갖는다.
- [0015] 상기 제1 공간부에는, 상기 전자식 발음체가 배치된다. 상기 제2 공간부는, 상기 통로부를 통해 상기 제1 공간부와 연통하고, 상기 압전식 발음체와 상기 전자식 발음체에 의해 생성되는 음파를 외부로 유도하는 도음로를 갖는다.
- [0016] 상기 통로부는, 복수의 통로부를 포함해도 된다. 이 경우, 상기 도음로는, 상기 복수의 통로부 중 개구 면적이 가장 큰 통로부에 대항하는 위치에 설치된다. 이에 의해, 전자식 발음체로부터의 발생 음파를 효율적으로 도음로로 유도할 수 있기 때문에, 전자식 발음체의 음향 특성의 향상이 도모되게 된다.
- [0017] 상기 제1 진동판 및 상기 압전 소자의 평면 형상은 특별히 한정되지 않고, 전형적으로는, 상기 제1 진동판의 평면 형상은 원형이고, 상기 압전 소자의 평면 형상은 직사각형이다.
- [0018] 상기 압전식 발음체는, 환상 부재를 더 가져도 된다. 상기 환상 부재는, 상기 하우징에 고정되어, 상기 제1 진동판의 주연부를 지지한다.
- [0019] 이에 의해, 하우징에 대한 압전식 발음체의 조립 작업성이 향상됨과 함께, 제1 진동판과 제2 진동판 사이의 거리의 조정이 용이해진다.
- [0020] 제1 진동판과 제2 진동판의 거리는 특별히 한정되지 않고, 각 진동판의 크기, 목적으로 하는 음향 특성 등에 따라서 적절히 설정하는 것이 가능하다. 예를 들어, 상기 제2 진동판의 직경에 대한 상기 제1 진동판과 상기 제2 진동판의 거리의 비를 0.152 이상 0.212 이하로 할 수 있다. 이에 의해, 8kHz 부근의 음압 특성의 저하를 개선할 수 있다.
- [0021] 상기 제1 진동판은, 상기 제2 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치되어도 된다. 이와 같은 구성에 의해서도, 음향 특성의 개선을 도모하는 것이 가능해진다.

**발명의 효과**

- [0022] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 음향 특성의 향상을 도모할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 전기 음향 변환 장치를 도시하는 개략 측단면도.
- 도 2는 상기 전기 음향 변환 장치에 있어서의 전자식 발음체를 도시하는 개략 측단면도.

- 도 3은 상기 전기 음향 변환 장치에 있어서의 압전식 발음체를 도시하는 개략 저면도.
- 도 4는 상기 압전식 발음체에 있어서의 압전 소자의 개략 측단면도.
- 도 5는 구성이 상이한 2개 압전식 발음체를 설명하는 개략 평면도.
- 도 6은 상기 2개의 압전식 발음체의 주파수 특성을 비교하여 나타내는 시뮬레이션 결과.
- 도 7은 상기 전기 음향 변환 장치의 주파수 특성을 나타내는 실험 결과.
- 도 8은 본 발명의 제2 실시 형태에 있어서 설명하는 압전식 발음체의 일 구성예를 도시하는 평면도.
- 도 9는 상기 압전식 발음체의 다른 구성예를 도시하는 평면도.
- 도 10은 상기 압전식 발음체의 다른 구성예를 도시하는 평면도.
- 도 11은 상기 압전식 발음체의 다른 구성예를 도시하는 평면도.
- 도 12는 도 10의 구성의 변형예를 도시하는 평면도.
- 도 13은 도 10의 구성의 변형예를 도시하는 평면도.
- 도 14는 도 11의 구성의 변형예를 도시하는 평면도.
- 도 15는 도 10 및 도 13에 도시하는 압전식 발음체를 구비한 전기 음향 변환 장치에 있어서의 전자식 발음체의 주파수 특성을 비교하여 나타내는 실험 결과.
- 도 16은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 전기 음향 변환 장치의 구성을 도시하는 개략 측단면도.
- 도 17은 상기 전기 음향 변환 장치의 음압 특성을 나타내는 일 실험 결과.
- 도 18은 상기 전기 음향 변환 장치에 있어서 제2 진동판의 직경(d)에 대한 제1 및 제2 진동판 간의 거리(h)의 비와 소정 주파수 대역에 있어서의 음압의 관계를 나타내는 일 실험 결과.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태를 설명한다.
- [0025] <제1 실시 형태>
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 전기 음향 변환 장치로서의 이어폰(100)의 구성을 도시하는 개략 측단면도이다.
- [0027] 도면에 있어서, X축, Y축 및 Z축은 서로 직교하는 3축 방향을 나타내고 있다.
- [0028] [이어폰의 전체 구성]
- [0029] 이어폰(100)은 이어폰 본체(10)와, 이어피스(20)를 갖는다. 이어피스(20)는 이어폰 본체(10)의 도음로(41)에 설치됨과 함께, 유저의 귀에 장착 가능하게 구성된다.
- [0030] 이어폰 본체(10)는, 발음 유닛(30)과, 발음 유닛(30)을 수용하는 하우징(40)을 갖는다. 발음 유닛(30)은 전자식 발음체(31)와, 압전식 발음체(32)를 갖는다.
- [0031] [하우징]
- [0032] 하우징(40)은, 발음 유닛(30)을 수용하는 내부 공간을 갖고, Z축 방향으로 분리 가능한 2분할 구조로 구성된다. 하우징(40)의 저부(410)에는, 발음 유닛(30)에 의해 생성되는 음파를 외부로 유도하는 도음로(41)가 형성되어 있다.
- [0033] 하우징(40)은, 압전식 발음체(32)의 주연부를 지지하는 지지부(411)를 갖는다. 지지부(411)는 원환 형상으로 형성되어 있고, 저부(410)의 주연부로부터 상방측으로 돌출되도록 설치되어 있다. 도면에 있어서 지지부(411)의 상면은, XY 평면에 평행인 평면으로 형성되어 있고, 후술하는 압전식 발음체(32)의 주연부를 직접 또는 다른 부재를 개재하여 간접적으로 지지한다.
- [0034] 하우징(40)의 내부 공간은, 압전식 발음체(32)에 의해 제1 공간부 S1과 제2 공간부 S2로 구획된다. 제1 공간부 S1에는 전자식 발음체(31)가 배치된다. 제2 공간부 S2는, 도음로(41)에 연통하는 공간부이며, 압전식 발음체

(32)와 하우징(40)의 저부(410) 사이에 형성된다. 제1 공간부 S1과 제2 공간부 S2는, 압전식 발음체(32)의 개구부(331~337)(도 3 참조)를 통해 서로 연통하고 있다.

- [0035] [전자식 발음체]
- [0036] 전자식 발음체(31)는, 저음역을 재생하는 우퍼(Woofers)로서 기능하는 다이내믹형 스피커 유닛을 포함한다. 본 실시 형태에서는, 예를 들어 7kHz 이하의 음파를 주로 생성하는 다이내믹 스피커를 포함하고, 보이스 코일 모터(전자 코일) 등의 진동체를 포함하는 기구부(311)와, 기구부(311)를 진동 가능하게 지지하는 받침대부(312)를 갖는다.
- [0037] 전자식 발음체(31)의 기구부(311)의 구성은 특별히 한정되지 않는다. 도 2는 기구부(311)의 일 구성예를 도시하는 주요부의 단면도이다. 기구부(311)는, 받침대부(312)에 진동 가능하게 지지된 진동판 E1(제2 진동판)과, 영구 자석 E2와, 보이스 코일 E3과, 영구 자석 E2를 지지하는 요크 E4를 갖는다. 진동판 E1은, 그 주연부가 받침대부(312)의 저부와 이것에 일체적으로 부착되는 환상 고정구(310) 사이에 끼움 지지됨으로써, 받침대부(312)에 지지된다.
- [0038] 보이스 코일 E3은, 권취 코어로 되는 보빈에 도선을 감아 형성되고, 진동판 E1의 중앙부에 접합되어 있다. 또한, 보이스 코일 E3은, 영구 자석 E2의 자속의 방향에 대하여 수직으로 배치된다. 보이스 코일 E3에 교류 전류(음성 신호)를 흘리면 보이스 코일 E3에 전자기력이 작용하기 때문에, 보이스 코일 E3은 신호 파형에 맞춰 도면 중 Z축 방향으로 진동한다. 이 진동이 보이스 코일 E3에 연결된 진동판 E1에 전달되어, 제1 공간부 S1(도 1) 내의 공기를 진동시킴으로써 상기 저음역의 음파를 발생시킨다.
- [0039] 전자식 발음체(31)는, 하우징(40)의 내부에 적절한 방법으로 고정된다. 전자식 발음체(31)의 상부에는, 발음 유닛(30)의 전기 회로를 구성하는 회로 기판(33)이 고정되어 있다. 회로 기판(33)은, 하우징(40)의 리드부(42)를 통해 도입된 케이블(50)과 전기적으로 접속되어, 도시하지 않은 배선 부재를 통해 전자식 발음체(31) 및 압전식 발음체(32)에 각각 전기 신호를 출력한다.
- [0040] [압전식 발음체]
- [0041] 압전식 발음체(32)는, 고음역을 재생하는 트위터(Tweeter)로서 기능하는 스피커 유닛을 구성한다. 본 실시 형태에서는, 예를 들어 7kHz 이상의 음파를 주로 생성하도록 그 발진 주파수가 설정된다. 압전식 발음체(32)는, 진동판(321)(제1 진동판)과, 압전 소자(322)를 갖는다.
- [0042] 진동판(321)은, 금속(예를 들어 42알로이) 등의 도전 재료 또는 수지(예를 들어 액정 폴리머) 등의 절연 재료를 포함하고, 그 평면 형상은 원형으로 형성된다. 진동판(321)의 외경이나 두께는 특별히 한정되지 않고, 하우징(40)의 크기, 재생 음파의 주파수 대역 등에 따라 적절히 설정된다. 본 실시 형태에서는, 직경 약 8~12mm, 두께 약 0.2mm의 진동판이 사용된다.
- [0043] 진동판(321)은, 도음로(41)에 면하는 제1 주면(32a)과, 전자식 발음체(31)에 면하는 제2 주면(32b)을 갖는다. 본 실시 형태에 있어서 압전식 발음체(32)는, 진동판(321)의 제1 주면(32a)에만 압전 소자(322)가 접합된 유니모르프 구조를 갖는다.
- [0044] 또한 이것에 한하지 않고, 압전 소자(322)는, 진동판(321)의 제2 주면(32b)에 접합되어도 된다. 또한, 압전식 발음체(32)는, 진동판(321)의 양 주면(32a, 32b)에 압전 소자가 각각 접합된 바이모르프 구조로 구성되어도 된다.
- [0045] 진동판(321)은, 하우징(40)의 지지부(411)에 지지되는 주연부(321c)를 갖는다. 주연부(321c)는 지지부(411)에 점착재층을 개재하여 탄성적으로 지지된다. 상기 점착재층은 적당한 탄성을 갖는 것이 바람직하다. 이에 의해 진동판(321)은 지지부(411)에 대하여 탄성적으로 지지되기 때문에, 진동판(321)의 공진의 변동이 억제되어, 진동판(321)의 안정된 공진 동작이 확보된다.
- [0046] 또한, 진동판(321)은, 그 주연부(321c)를 지지하는 환상 부재를 개재하여 지지부(411)에 고정되어도 된다. 상기 환상 부재로서는, 고무나 수지 등의 탄성을 갖는 재료를 포함하는 것이 바람직하고, 이에 의해 상술과 마찬가지로 작용 효과를 얻을 수 있다. 혹은, 상기 환상 부재는, 비교적 강성이 높은 재료를 포함함과 함께, 상기 점착재층을 개재하여 지지부(411)에 접합되어도 된다.
- [0047] 도 3은 압전식 발음체(32)의 평면도(혹은 저면도)이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 압전식 발음체(32)는, 진동판(321)의 중심축 C1[진동판(321)의 중심을 통과하는 Z축 방향에 평행인 축]에 관하여 강성이 비대칭으로 구성

된다.

- [0048] 여기서, 중심축 C1에 관하여 강성이 비대칭이란, 구조, 형상 혹은 물성 등이 중심축 C1에 관하여 비대칭인 것을 말하고, 특히 진동판(321)의 발진 시에 있어서 진동 모드가 중심축 C1에 관하여 비대칭으로 되는 형태를 말한다.
- [0049] 본 실시 형태에서는, 압전 소자(322)의 평면 형상은 직사각 형상이며, 압전 소자(322)의 중심축 C2[압전 소자(322)의 중심을 통과하는 Z축에 평행인 축]는, 진동판(321)의 중심축 C1보다도 X축 방향으로 소정량만큼 변위되어 있다. 즉, 압전 소자(322)는, 진동판(321)에 대하여 편심된 위치에 배치된다. 이에 의해, 진동판(321)의 진동 중심이 중심축 C1과는 상이한 위치로 어긋나기 때문에, 압전식 발음체(32)의 진동 모드가 중심축 C1에 관하여 비대칭으로 된다.
- [0050] 또한, 진동판(321)은, 도 3에 도시한 바와 같이, 중심선 CL[진동판(321)의 중심을 통과하는 Y축 방향에 평행인 선]을 경계로 하여 우측 절반의 영역과 좌측 절반의 영역에서 형상(형태)의 이방성을 갖는다. 즉, 압전식 발음체(32)는, 진동판(321)을 두께 방향으로 관통하는 복수의 개구부(331~337)(통로부)를 갖고, 각 개구부(331~337)가 이하와 같은 형태로 형성됨으로써, 중심선 CL에 관하여 비대칭으로 구성된다.
- [0051] 개구부(331)는, 진동판(321)의 주연부(321c)와 압전 소자(322)의 일 측면부 사이의 영역에 개략 반원 또는 반달 형상으로 형성되며, 개구부(331~337) 중 가장 큰 개구 면적을 갖는다. 압전식 발음체(32)는, 개구부(331)가 도음로(41)의 입구에 대향하도록 지지부(411)에 조립된다(도 1 참조).
- [0052] 개구부(332~335)는, 주연부(321c)와 압전 소자(322) 사이의 영역에 형성된 원형의 구멍으로 구성된다. 그 중 개구부(332, 333)는, 중심선 CL 상의, 중심축 C1에 관하여 대칭인 위치에 각각 형성되고, 개구부(334, 335)는, 개구부(331)와 개구부(332, 333) 사이에 각각 형성된다. 개구부(332~335)는 각각 동일 직경(예를 들어 직경 약 1mm)의 둥근 구멍으로 형성되지만, 물론 이것에 한하지 않는다.
- [0053] 한편, 개구부(336, 337)는, 개구부(332, 333)와 압전 소자(322) 사이에 각각 형성되고, X축 방향으로 긴 변을 갖는 직사각 형상으로 형성된다. 개구부(336, 337)는, 압전 소자(322)의 주연부를 따라서 형성되고, 그들의 일부는, 압전 소자(322)의 주연부에 부분적으로 피복된다. 개구부(336, 337)는, 진동판(321)의 표리를 관통하는 통로로서의 기능 외에, 후술하는 바와 같이, 압전 소자(322)가 갖는 2개의 외부 전극 간의 단락 방지의 기능도 갖는다.
- [0054] 도 4는 압전 소자(322)의 내부 구조를 도시하는 개략 단면도이다.
- [0055] 압전 소자(322)는, 소체(328)와, Y축 방향으로 서로 대향하는 제1 외부 전극(326a) 및 제2 외부 전극(326b)을 갖는다. 또한, 압전 소자(322)는, 서로 대향하는 Z축에 수직인 제1 주면(322a) 및 제2 주면(322b)을 갖는다. 압전 소자(322)의 제2 주면(322b)은 진동판(321)의 제1 주면(32a)에 대향하는 실장면으로서 구성된다.
- [0056] 소체(328)는, 세라믹 시트(323)와, 내부 전극층(324a, 324b)이 Z축 방향으로 적층된 구조를 갖는다. 즉, 내부 전극층(324a, 324b)은, 세라믹 시트(323)를 사이에 두고 교대로 적층되어 있다. 세라믹 시트(323)는, 예를 들어 티타늄산 지르콘산납(PZT), 알칼리 금속 함유 니오븀 산화물 등의 압전 재료에 의해 형성되어 있다. 내부 전극층(324a, 324b)은 각종 금속 재료 등의 도전성 재료에 의해 형성되어 있다.
- [0057] 소체(328)의 제1 내부 전극층(324a)은 제1 외부 전극(326a)에 접속됨과 함께, 세라믹 시트(323)의 마진부에 의해 제2 외부 전극(326b)으로부터 절연되어 있다. 또한, 소체(328)의 제2 내부 전극층(324b)은 제2 외부 전극(326b)에 접속됨과 함께, 세라믹 시트(323)의 마진부에 의해 제1 외부 전극(326a)으로부터 절연되어 있다.
- [0058] 도 4에 있어서, 제1 내부 전극층(324a)의 최상층은, 소체(328)의 표면(도 4에 있어서 상면)을 부분적으로 피복하는 제1 인출 전극층(325a)을 구성하고, 제2 내부 전극층(324b)의 최하층은, 소체(328)의 이면(도 4에 있어서 하면)을 부분적으로 피복하는 제2 인출 전극층(325b)을 구성한다. 제1 인출 전극층(325a)은 회로 기관(33)(도 1)과 전기적으로 접속되는 한쪽의 극의 단자부(327a)를 갖고, 제2 인출 전극층(325b)은 적당한 접합재를 개재하여 진동판(321)의 제1 주면(32a)에 전기적 또한 기계적으로 접속된다. 진동판(321)이 도전성 재료를 포함하는 경우, 접합재에는, 도전성 접촉재, 땀납 등의 도전성 접합재가 사용되어도 되고, 이 경우에는 다른 쪽의 극의 단자부를 진동판(321)에 설치할 수 있다.
- [0059] 제1 및 제2 외부 전극(326a, 326b)은, 소체(328)의 Y축 방향의 양 단부면의 대략 중앙부에 각종 금속 재료 등의 도전성 재료에 의해 형성되어 있다. 제1 외부 전극(326a)은 제1 내부 전극층(324a) 및 제1 인출 전극층(325a)과 전기적으로 접속되고, 제2 외부 전극(326b)은 제2 내부 전극층(324b) 및 제2 인출 전극층(325b)과 전기적으



로 접속된다.

- [0060] 이와 같은 구성에 의해, 외부 전극(326a, 326b) 간에 교류 전압이 인가되면, 각 내부 전극층(324a, 324b) 간에 있는 각 세라믹 시트(323)가 소정 주파수에서 진동한다. 이에 의해, 압전 소자(322)는 진동판(321)에 부여하는 진동을 발생시킬 수 있다.
- [0061] 여기서, 제1 및 제2 외부 전극(326a, 326b)은, 도 4에 도시한 바와 같이, 각각 소체(328)의 상기 양 단부면의 각각으로부터 돌출된다. 이때, 제1 및 제2 외부 전극(326a, 326b)은, 진동판(321)의 제1 주면(32a)을 향하여 돌출되는 용기부(329a, 329b)가 형성되는 경우가 있다. 따라서, 상술한 개구부(336, 337)는, 용기부(329a, 329b)를 수용할 수 있는 크기로 형성된다. 이에 의해, 용기부(329a, 329b)와 진동판(321)의 접촉에 의한 외부 전극(326a, 326b) 간의 전기적 단락이 저지된다.
- [0062] [이어폰의 동작]
- [0063] 계속해서, 이상과 같이 구성되는 본 실시 형태의 이어폰(100)의 전형적인 동작에 대하여 설명한다.
- [0064] 본 실시 형태의 이어폰(100)에 있어서, 발음 유닛(30)의 회로 기관(33)에는, 케이블(50)을 통해 재생 신호가 입력된다. 재생 신호는, 회로 기관(33)을 통해, 전자식 발음체(31) 및 압전식 발음체(32)에 각각 입력된다. 이에 의해, 전자식 발음체(31)가 구동되어, 주로 7kHz 이하의 저음역의 음파가 생성된다. 한편, 압전식 발음체(32)에 있어서는, 압전 소자(322)의 진동 동작에 의해 진동판(321)이 진동하여, 주로 7kHz 이상의 고음역의 음파가 생성된다. 생성된 각 대역의 음파는, 도음로(41)를 통해 유저의 귀에 전달된다. 이와 같이 이어폰(100)은 저음역용의 발음체와 고음역용의 발음체를 갖는 하이브리드 스피커로서 기능한다.
- [0065] 한편, 전자식 발음체(31)에 의해 발생한 음파는, 압전식 발음체(32)의 진동판(321)을 진동시켜 제2 공간부 S2에 전파하는 음파 성분과, 개구부(331~337)를 통해 제2 공간부 S2에 전파하는 음파 성분의 합성파로 형성된다. 따라서, 개구부(331~337)의 크기, 개수 등을 최적화함으로써, 압전식 발음체(32)로부터 출력되는 저음역의 음파를, 예를 들어 소정의 저음 대역에 음압 피크가 얻어지는 주파수 특성으로 조정 혹은 튜닝하는 것이 가능해진다.
- [0066] 본 실시 형태에 있어서, 압전식 발음체(32)는, 중심축 C1에 관하여 강성이 비대칭으로 구성되어 있다. 구체적으로는, 압전 소자(322)가 진동판(321)에 대하여 편심된 위치에 배치되어 있고, 또한 개구부(331~337)의 형상이나 개수가, 진동판(321)의 Y축 방향에 관하여 비대칭으로 구성되어 있다(도 3 참조). 이 때문에, 진동판(321)의 진동 모드가 면내에 있어서 불균일해진다. 이에 의해, 고역에서의 음압 레벨이 브로드화되고, 음압 특성이 향상됨으로써, 양호한 음질의 재생이 가능해진다.
- [0067] 일례로서, 도 5a, 도 5b에 도시한 2개의 압전식 발음체의 샘플(11A, 11B)을 제작하고, 그들의 주파수 특성을 비교한 결과, 도 6a, 도 6b에 도시한 바와 같은 시뮬레이션 결과가 얻어졌다.
- [0068] 여기서, 샘플(11A, 11B)은 모두, 원형의 진동판(12)과 그 위에 배치된 직사각형의 압전 소자(13)를 갖지만, 샘플(11A)에서는 압전 소자(13)가 진동판(12)의 중심에 배치되어 있는 것에 반해, 샘플(11B)에서는 압전 소자(13)가 진동판(12)과는 편심된 위치에 배치되어 있는 점에서 상이하다. 또한, 진동판(12)의 중심에는, 압전 소자(13)보다도 폭이 넓은 직사각형의 개구부(14)가 형성되어 있고, 샘플(11A)에서는 압전 소자(13)가 개구부(14)의 중심에 배치되고, 샘플(11B)에서는 압전 소자(13)가 개구부(14)와는 편심된 위치에 배치된다.
- [0069] 도 6a는 샘플(11A, 11B)의 공진 주파수 부근의 주파수 특성을 도시하고, 도 6b는 각각의 고차 모드에서의 주파수 특성을 도시하고 있다. 샘플(11A, 11B)의 공진 주파수(고유 진동수)에 큰 차이는 보이지 않고, 샘플(11B)의 공진 주파수가 약간 저하되는 것이 확인되었다(도 6a). 샘플(11B)은, 샘플(11A)과 비교하여 진동판(12)의 중심축에 관한 대칭성이 무너져 있기 때문에, 최대 진폭 위치의 어긋남이나 중심 위치의 진폭의 저하 등의 복합적인 이유로 공진 주파수의 저하로 이어진 것으로 추인된다. 한편, 공진이 고차로 되면(예를 들어 30kHz 이상), 샘플(11A, 11B) 간의 주파수 특성의 차이가 명확하게 나타나기 시작하는 것이 확인되었다(도 6b).
- [0070] 이상과 같이, 압전식 발음체(32)의 중심축 C1에 관한 대칭성이 무너지면, 고차 모드에서의 공진점의 저하가 커진다. 이와 같은 경향은, 상기 비대칭성의 정도가 커질수록 현저해지는 것이 추인된다. 따라서, 압전식 발음체(32)의 상기 비대칭성을 임의로 조정함으로써, 원하는 고주파 특성을 실현하는 것이 가능해진다. 또한, 압전식 발음체의 비대칭성이 높아질수록, 진동의 저항 요소가 증대되고, 공진의 기계적 첨예도(Q값)가 저감되기 때문에, 음질의 향상을 도모할 수 있다.
- [0071] 한편, 압전식 발음체(32)의 상기 비대칭성은, 전자식 발음체(31)와 조합하였을 때에 특히 고음역에서의 음압 레

벨의 향상을 촉진하는 것이 확인되었다. 도 7은 본 실시 형태의 이어폰(100)의 재생음의 주파수 특성을 나타내는 일 실험 결과이다. 비교예로서, 본 실시 형태의 압전식 발음체(32) 대신에, 도 5a에 도시한 압전식 발음체 [샘플(11A)]를 하우징(40)에 세트하였을 때의 주파수 특성을 실선으로 나타낸다.

[0072] 본 실시 형태에 따르면, 도 7에 도시한 바와 같이, 10kHz 이상의 고음역에 있어서 비교예보다도 음압 레벨을 상승시킬 수 있다. 이것은, 본 실시 형태에 있어서의 압전식 발음체(32)의 비대칭성에 의해, 진동판(321)의 최대 진폭 위치가 진동판(321)의 중심으로부터 어긋난 위치로 설정됨으로써, 고음 대역에서의 음파의 상쇄가 완화되는 결과, 음압 특성의 개선으로 이어진 것으로 추인된다. 또한, 20kHz 이상의 가청역을 초과하는 대역에서의 음압 레벨의 상승이 확인되었기 때문에, 보다 깊이 있는 소리의 재생이 가능해진다.

[0073] 또한 본 실시 형태에 따르면, 압전식 발음체(32)의 개구부(331)가 도음로(41)에 대향하도록 배치되어 있기 때문에, 전자기 발음체(31)에서의 재생음을 효율적으로 도음로(41)로 유도하는 것이 가능해진다. 이에 의해 도 7에 도시한 바와 같이, 저음역(7kHz 이하)에서의 음압 레벨도 개선되기 때문에, 저음역부터 고음역에 걸쳐 음압 특성의 향상을 도모하는 것이 가능해진다.

[0074] <제2 실시 형태>

[0075] 도 8~도 15는 본 실시 형태의 제2 실시 형태에 따른 압전자 발음체의 구성을 도시하는 개략 평면도(혹은 저면도)이다. 이하, 제1 실시 형태와 상이한 구성에 대하여 주로 설명하고, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성에 대해서는 마찬가지로의 부호를 붙이고 그 설명을 생략 또는 간략화한다.

[0076] 본 실시 형태의 압전식 발음체는, 이하에 설명하는 각 구성예와 같이 진동판의 구성이 상술한 제1 실시 형태와 상이하다. 또한 이하의 설명에서는, 압전 소자(322)가 진동판의 중심에 배치된 예에 대하여 설명하지만, 물론 이것에 한정되지 않고, 제1 실시 형태와 마찬가지로 압전 소자(322)가 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치되어도 된다.

[0077] (구성예 1)

[0078] 도 8에 도시한 압전식 발음체(500)는, 원형의 진동판(521)의 주연부(521c)에 형성된 통로부로서의 복수(본 예에서는 4개)의 절결부(522~525)와, 진동판(521)의 면내에 형성된 2개의 개구부(526, 527)를 갖는다. 개구부(526, 527)는, 압전 소자(322)의 외부 전극 간의 단락을 방지하기 위한 것이지만, 통음 구멍(통로부)으로서도 기능한다.

[0079] 절결부(522~525)는, 90° 간격으로 형성되며, 하우징(40)의 제1 공간부 S1과 제2 공간부 S2를 서로 연통시키는 통로부를 구성하는 것이 가능한 깊이로, 주연부(521c)로부터 중심축 C를 향하여 각각 동일한 깊이로 형성되어 있다. 그 중에서도, 절결부(522)는, 다른 절결부(523~525)보다도 큰 개구 폭으로 형성되어 있고, 당해 다른 절결부(523~525)는 모두 동일한 개구 폭으로 형성되어 있다. 이와 같이 하여 진동판(521)은, Y축 방향에 평행인 중심선 CL에 관하여 좌우 비대칭인 형상으로 형성되어 있다.

[0080] 이와 같은 구성의 압전식 발음체(500)는, 중심축 C1에 관하여 비대칭인 구조를 갖기 때문에, 상술한 제1 실시 형태와 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다. 또한 도 8에 있어서, 압전 소자(322)를 중심선 CL보다도 예를 들어 우측으로 편심시킴으로써, 압전식 발음체(500)의 비대칭성을 보다 한층 더 높일 수 있다.

[0081] 또한 본 예에 있어서, 압전식 발음체(500)는, 통로부의 면적이 가장 큰 절결부(522)가 도음로(41)(도 1)에 대향하도록 하우징(40)에 형성되는 것이 바람직하다.

[0082] (구성예 2)

[0083] 도 9에 도시한 압전식 발음체(600)는, 원형의 진동판(621)의 주연부(621c)에 형성된 통로부로서의 복수(본 예에서는 5개)의 절결부(622~626)와, 상술한 개구부(526, 527)를 갖는다.

[0084] 절결부(622~626)는, 부등각도 간격으로 형성되고, 하우징(40)의 제1 공간부 S1과 제2 공간부 S2를 서로 연통시키는 통로부를 구성하는 것이 가능한 깊이로, 주연부(621c)로부터 중심축 C를 향하여 각각 임의의 깊이로 형성되어 있다.

[0085] 본 구성예에서는, 절결부(622~625)의 수나 분포 등이 Y축 방향에 평행인 중심선 CL에 관하여 비대칭으로 설정되어 있다. 이와 같은 구성의 압전식 발음체(600)는, 중심축 C1에 관하여 비대칭인 구조를 갖기 때문에, 상술한 제1 실시 형태와 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다. 또한 도 9에 있어서, 압전 소자(322)를 중심선 CL보다도 예를 들어 우측으로 편심시킴으로써, 압전식 발음체(600)의 비대칭성을 보다 한층 더 높일 수 있다.

- [0086] 또한 본 예에 있어서, 압전식 발음체(600)는, 통로부가 밀집되는 절결부(625, 626, 622)의 형성 부위가 도음로(41)(도 1)에 대향하도록 하우징(40)에 설치되는 것이 바람직하다.
- [0087] (구성예 3)
- [0088] 도 10에 도시한 압전식 발음체(700)는, 원형의 진동판(721)의 면내에 형성된 통로부로서의 개구부(722)와, 단락 방지용의 개구부(526, 527)를 갖는다.
- [0089] 개구부(722)는, 제1 실시 형태에 있어서의 개구부(331)와 마찬가지로의 반원 형상 또는 반달 형상으로 형성된다. 본 예에서는, 개구부(722)는, 단락 방지용의 한쪽의 개구부(526)와 연속하여 형성되지만, 이것에 한정되지 않고, 개구부(526)와는 독립된 개구부여도 된다.
- [0090] 또한, 진동판(721)의 주연부(721c)에는, 90° 간격으로 4개의 오목부(731, 732)가 형성되어 있다. 이들 오목부(731, 732)는, 하우징(40)의 지지부(411)에 대한 위치 결정에 사용된다. 특히 도시한 바와 같이, 4개의 오목부 중 1개의 오목부(732)를 다른 3개의 오목부(731)와는 상이한 형상으로 함으로써, 진동판(721)의 방향성을 나타내는 지침이 얻어지기 때문에, 하우징(40)에 대한 오부착을 방지할 수 있다는 이점이 있다.
- [0091] 본 구성예에서는, 개구부(722)의 위치가 Y축 방향에 평행인 중심선 CL에 관하여 비대칭으로 설정되어 있다. 이와 같은 구성의 압전식 발음체(700)는, 중심축 C1에 관하여 비대칭인 구조를 갖기 때문에, 상술한 제1 실시 형태와 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다. 또한 도 10에 있어서, 압전 소자(322)를 중심선 CL보다도 예를 들어 우측으로 편심시킴으로써, 압전식 발음체(700)의 비대칭성을 보다 한층 더 높일 수 있다.
- [0092] 또한 본 예에 있어서, 압전식 발음체(700)는, 통로부로서 기능하는 개구부(722)가 도음로(41)(도 1)에 대향하도록 하우징(40)에 형성되는 것이 바람직하다.
- [0093] (구성예 4)
- [0094] 도 11에 도시한 압전식 발음체(800)는, 원형의 진동판(821)의 주연부(821c)에 형성된 통로부로서의 절결부(822)와, 단락 방지용의 개구부(526, 527)를 갖는다.
- [0095] 본 구성예에 있어서 절결부(822)는, 구성예 3에 있어서의 개구부(722)의 원호 부분에 인접하는 진동판(721)의 주연부(721c)를 절결한 것과 마찬가지로의 형상을 갖는다. 이와 같은 구성에 있어서도, 구성예 3과 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다.
- [0096] 또한, 본 실시 형태에서는, 예를 들어 구성예 3(도 10)의 진동판(721)에 있어서, 그 주연부(721c)에 위치 결정용의 오목부(731, 732)가 각각 형성되었지만, 도 12에 도시한 바와 같이, 이들 오목부(731, 732)에 더하여, 복수(본 예에서는 4개)의 절결부(741)가 더 형성되어도 된다. 각 절결부(741)는, 진동판(321)의 주연부(321c)로서, 예를 들어 오목부(731, 732)와는 주위 방향으로 45° 오프셋한 위치에 90° 간격으로 형성된다. 이들의 위치는, 압전 소자(322)의 4코너와 직경 방향에 대향하는 위치에 상당한다. 따라서, 진동판(321) 상에의 압전 소자(322)의 접합 시에 있어서, 진동판(321)과 압전 소자(322)의 상대 위치의 확인을, 이들 절결부(741)를 기준으로 행할 수 있다.
- [0097] (구성예 5)
- [0098] 구성예 3(도 10) 및 구성예 4(도 11)에 관한 압전식 발음체(700, 800)에 있어서, 진동판(721, 821)의 면내에 복수의 개구부가 더 형성되어도 된다. 도 13 및 도 14는 진동판(721, 821)의 면내에 복수의 개구부(528)가 형성된 압전식 발음체(710, 810)를 각각 도시하고 있다. 개구부(528)는, 원형의 관통 구멍이며, 진동판(721, 821)의 중심선 CL에 관하여 대칭인 위치에 각각 형성된다.
- [0099] 개구부(528)의 수나 크기는 특별히 한정되지 않고, 도시한 예에서는, 직경 약 1mm의 개구부(528)가 중심선 CL 및 압전 소자(322)에 관하여 대칭인 4개소에 각각 형성되어 있다. 진동판(721, 821)의 직경을 12mm로 하면, 상기 4개소는, 예를 들어 중심선 CL에 수직인 대향 거리가 3.2mm이고, 중심선 CL에 평행인 대향 거리가 8.6mm인 위치로 된다.
- [0100] 이와 같은 구성의 압전식 발음체(700, 800)에 있어서도 구성예 3, 4와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 본 구성예에 따르면, 각 개구부(528)가 전자식 발음체로부터의 발생 음파를 통과시키는 통로부로서 유효하게 기능하기 때문에, 예를 들어 도 15에 도시한 바와 같이, 전자식 발음체의 고주파 대역에서의 음압 특성을 향상시킬 수 있다.

- [0101] 또한 도 15에 있어서, 흰 실선은, 도 13에 도시한 압전식 발음체(710)를 구비한 이어폰에 있어서 압전식 발음체만을 구동시켰을 때의 주파수 특성을 나타내고, 흰 일점쇄선은, 도 10에 도시한 압전식 발음체(700)를 구비한 이어폰에 있어서의 압전식 발음체만을 구동시켰을 때의 주파수 특성을 나타내고 있다. 도 15에 도시한 바와 같이, 압전식 발음체(710)에 의하면, 압전식 발음체(700)와 비교하여, 10~20kHz에서 음압 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0102] <제3 실시 형태>
- [0103] 도 16은 본 발명의 제3 실시 형태에 따른 전기 음향 변환 장치의 구성을 도시하는 개략 측단면도이다. 이하, 제1 실시 형태와 다른 구성에 대하여 주로 설명하고, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성에 대해서는 마찬가지로의 부호를 붙이고 그 설명을 생략 또는 간략화한다.
- [0104] 본 실시 형태의 이어폰(300)은 제1 실시 형태와 마찬가지로, 하우징(340)과, 압전식 발음체(350)와, 전자식 발음체(360)를 구비한다.
- [0105] 하우징(340)은, 도음로(도시 생략)와 압전식 발음체(350)를 수용하는 내부 공간을 갖는 제1 지지체(341)와, 전자식 발음체(360)를 지지하는 제2 지지체(342)와, 제1 지지체(341)와 제2 지지체(342)를 서로 접합하는 제3 지지체(343)를 갖고, 이어폰의 하우징부를 구성한다. 제3 지지체(343)는, 중앙부에 관통 구멍(343a)이 천설된 판 형상을 갖고, 압전식 발음체(350)의 진동판(351)과 전자식 발음체(360)의 진동판(361)의 상호 접촉을 방지하는 프로텍터로서 구성된다. 제2 지지체(342)는, 전자식 발음체(360)의 일부로 구성되어도 된다.
- [0106] 압전식 발음체(350)는, 진동판(351)(제1 진동판)과, 압전 소자(352)를 갖고, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 진동판(351)의 중심축 C1에 관하여 강성이 비대칭으로 구성된다. 즉, 압전 소자(352)는, 진동판(351)에 대하여 편심된 위치에 배치되어 있고, 도시한 예에서는, 압전 소자(352)의 중심축 C2가 진동판(351)의 중심축 C1에 대하여 X축 방향으로 소정의 거리만큼 이격되어 있다.
- [0107] 진동판(351)에는, 통로부로서의 복수의 개구부(353, 354)가 각각 형성되어 있다. 한쪽의 개구부(353)는, 제1 실시 형태에 있어서의 개구부(332~335)(도 3 참조)에 상당하고, 다른 쪽의 개구부(354)는, 제1 실시 형태에 있어서의 개구부(336, 337)(도 3 참조)에 상당한다.
- [0108] 본 실시 형태에 있어서 압전식 발음체(350)는, 마운트 링(353)(환상 부재)을 더 갖는다. 마운트 링(353)은 접합층(356)을 개재하여 하우징(340)(제3 지지체(343))에 고정되어, 압전식 발음체(350)의 진동판(351)의 주연부를 지지한다. 본 실시 형태에 있어서 마운트 링(353)은 진동판(351)을 상면에서 지지하는 받침대부(353a)와, 진동판(351)의 주연부를 위치 결정하는 주위벽부(353b)를 갖는다.
- [0109] 마운트 링(353)에 의한 진동판(351)의 지지 구조는 특별히 한정되지 않고, 접촉제나 양면 점착 테이프 등을 사용할 수 있다. 접합층(356)은, 적당한 탄성을 갖는 점착 재료를 포함하는 것이 바람직하고, 이에 의해 압전식 발음체(350)는, 하우징(340)에 대하여 탄성적으로 지지된다.
- [0110] 압전식 발음체(350)가 마운트 링(353)을 갖기 때문에, 하우징(430)에 대한 압전식 발음체(350)의 조립 작업성이 향상하고, 또한, 전자식 발음체(360)에 대한 압전식 발음체(350)의 상대 위치의 조정이 용이해진다. 전형적으로는, 진동판(351)은, 전자식 발음체(360)의 진동판(361)과 동심적으로 배치되지만, 진동판(351)이 진동판(361)에 대하여 편심된 위치에 배치되어도 된다.
- [0111] 본 실시 형태에서는 도 16에 도시한 바와 같이, 진동판(351)의 중심축 C1이 진동판(361)의 중심축 C3에 대하여 X축 방향으로 소정의 거리만큼 이격된 위치에 배치되어 있다. 이와 같이 압전식 발음체(350)를 전자식 발음체(360)에 대하여 비대칭으로 배치함으로써, 압전식 발음체(350)의 음향 특성의 개선을 도모하는 것도 가능하다. 이와 같은 구성은, 하우징(430)의 형상이나 크기, 도음로의 위치 등에 따라 적절히 채용 가능하다.
- [0112] 또한 본 실시 형태에 따르면, 마운트 링(353)의 받침대부(353a)의 두께(높이)를 조정함으로써, 전자식 발음체(360)에 대한 압전식 발음체(350)의 상대 거리를 설정할 수 있고, 이에 의해 당해 거리의 조정을 용이하게 행할 수 있다. 또한, 당해 거리를 최적화함으로써, 소정 주파수 대역에 있어서의 음압 특성의 최적화를 도모할 수 있다.
- [0113] 예를 들어 도 17에, 받침대부(353a)의 두께가 상이한 2개의 마운트 링(353)을 사용하여 도 16에 도시한 이어폰을 제작하고, 각각에 대한 재생음의 주파수 특성의 실험 결과를 비교하여 도시한다. 도 17에 있어서 흰 실선은, 받침대부(353a)의 두께가 단위 길이(t)의 1.4배인 제1 마운트 링을 적용하였을 때의 음압 특성을 나타내고, 흰 일점쇄선은, 받침대부(353a)의 두께가 단위 길이(t)의 2배인 제2 마운트 링을 적용하였을 때의 음압

특성을 나타내고 있다. 단위 길이(t)는 본 예에서는 1mm이다.

- [0114] 도 17에 도시한 바와 같이, 제1 마운트 링이 적용된 전기 음향 변환 장치에 따르면, 제2 마운트 링이 적용된 전기 음향 변환 장치와 비교하여, 개략 5kHz~9kHz의 범위에 있어서의 음압이 향상된다. 이것은, 압전식 발음체(350)의 진동판(351)과 전자식 발음체(360)의 진동판(361) 사이의 거리가 작아질수록, 이들 사이의 공간의 용적이 감소하기 때문에, 전자식 발음체(360)에 있어서 발생한 음파가, 압전식 발음체(350)를 통해 외부로 방출되기 쉬워지기 때문이라고 생각된다.
- [0115] 압전식 발음체(350)와 전자식 발음체(360) 사이의 거리에서 음압의 개선이 보이는 주파수 대역은, 주로, 전자식 발음체(360)의 진동판(361)의 직경(d)의 크기로 정해진다. 예를 들어, 6kHz~9kHz에 있어서의 음압의 향상을 목적으로 하는 경우, 진동판(361)의 직경(d)은, 예를 들어 7.5mm~13.5mm이다. 그리고, 진동판(361)의 상면으로부터 압전식 발음체(350)의 진동판(351)의 하면까지의 거리를 h로 하였을 때, 직경(d)에 대한 거리(h)의 비(h/d)가 작아질수록, 당해 소정의 주파수 대역에 있어서의 음압의 향상이 도모되게 된다.
- [0116] 도 18의 A, B는 7.5kHz의 음압과 (h/d)값의 관계 및 5~9kHz의 평균 음압과 (h/d)값의 관계를 각각 나타내는 일 실험 결과이다. 여기에서는 모두, 직경 d의 값은 9.2mm, 압전식 발음체(350)의 진동판(351)의 직경은 8mm로 하였다. 도 18의 A, B에 도시한 바와 같이, 제2 마운트 링의 적용 시(도 17에 있어서의 흰 이점쇄선)보다도 음압의 향상이 얻어지는 (h/d)값의 상한은 0.212 이하(h=1.908mm 이하)이다.
- [0117] 또한, (h/d)값의 하한은, 특별히 한정되지 않지만, 진동판(351, 361)이 서로 간섭하지 않는[혹은 제3 지지체(343)에 접촉하지 않는] 적절한 값으로 설정할 수 있다. 본 예에서는, 제1 마운트 링의 적용 시(도 17에 있어서의 흰 이점쇄선)에서의 값(0.152(h=1.368mm)) 이상으로 하였다.
- [0118] 이상과 같이 본 실시 형태에 있어서,  $0.152 \leq (h/d) \leq 0.212$ 로 되도록 마운트 링(353)의 받침대부(353a)의 두께를 선정함으로써, 5kHz~9kHz에 보이는 음압의 저하(디핑)의 개선을 도모하여, 매끄러운 음압 특성을 얻을 수 있다. 또한 도시하지 않더라도, 본 발명자들의 실험에 있어서, 압전식 발음체(350)의 진동판(351)의 직경을 12mm로 하였을 때, (h/d)값을 조정함으로써, 상술과 마찬가지로 5~9kHz에 있어서의 음압의 저하를 개선할 수 있는 것이 확인되었다.
- [0119] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 상술한 실시 형태에만 한정되는 것은 아니고 다양한 변경을 가할 수 있는 것은 물론이다.
- [0120] 예를 들어 이상의 제1 및 제2 실시 형태에서는, 압전식 발음체의 비대칭 구조를 실현하기 위해, 진동판의 형상을 중심축에 관하여 비대칭으로 하거나, 혹은 이것에 추가하여 압전 소자를 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치하였지만, 이것에 한정되지 않고, 압전 소자를 진동판에 대하여 편심된 위치에 배치하는 것만으로도 상술과 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다.
- [0121] 또한 이상의 실시 형태에 있어서, 압전식 발음 유닛의 통로부를 구성하는 개구부 혹은 절결부의 형상이나 위치, 크기, 수는 특별히 한정되지 않고, 통로부를 구성하는 개구부 혹은 절결부는 적어도 하나 있으면 된다.

**부호의 설명**

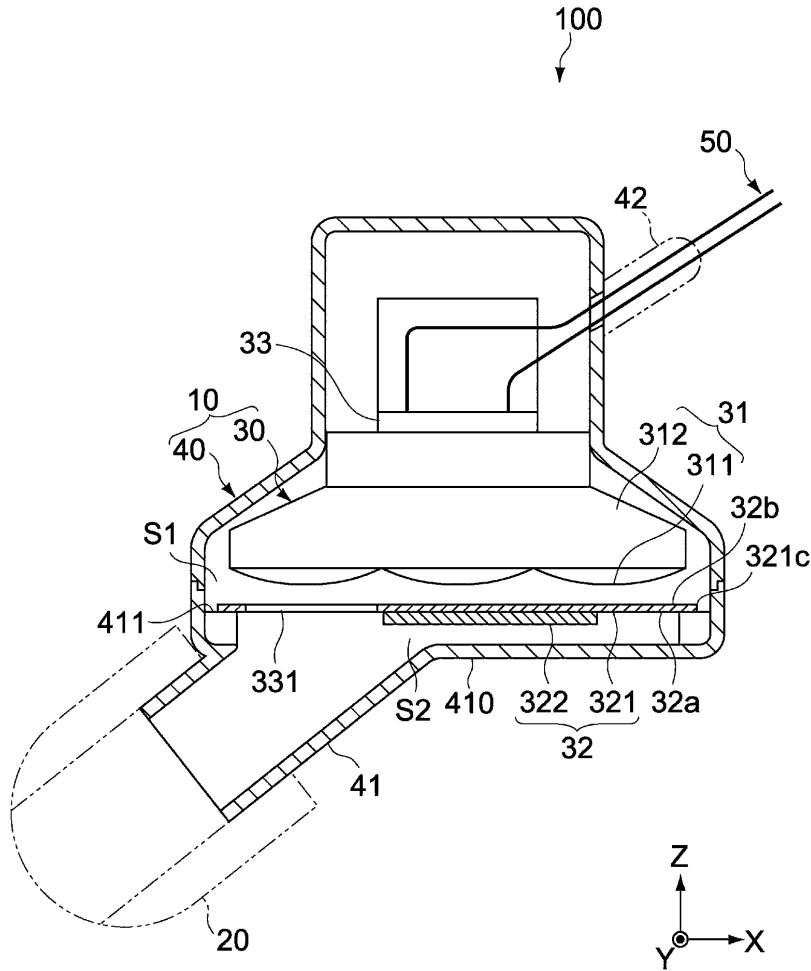
- [0122] 10 : 이어폰 본체
- 20 : 이어피스
- 30 : 발음 유닛
- 31, 360 : 전자식 발음체
- 32, 350, 500, 600, 700, 710, 800, 810 : 압전식 발음체
- 40, 340 : 하우징
- 321, 351, 521, 621, 721, 821 : 진동판(제1 진동판)
- 322, 352 : 압전 소자
- 331~337, 354, 353, 526, 527, 528, 722 : 개구부
- 522~525, 622~626 : 절결부

100, 300 : 이어폰(전기 음향 변환 장치)

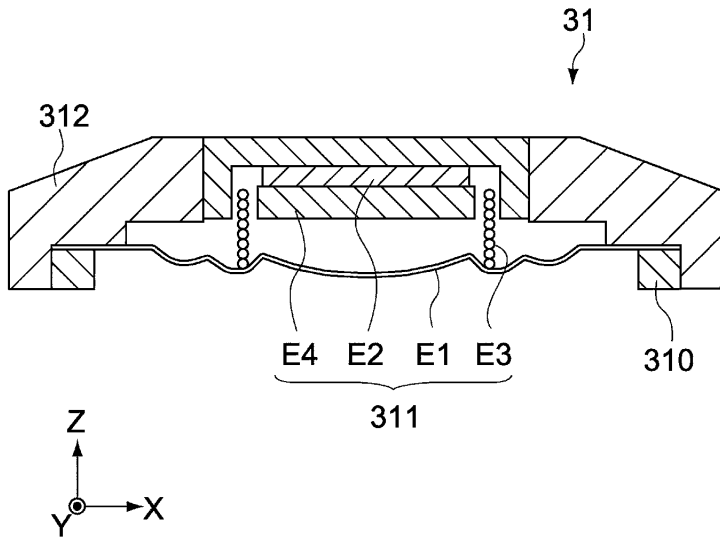
E1, 361 : 진동판(제2 진동판)

도면

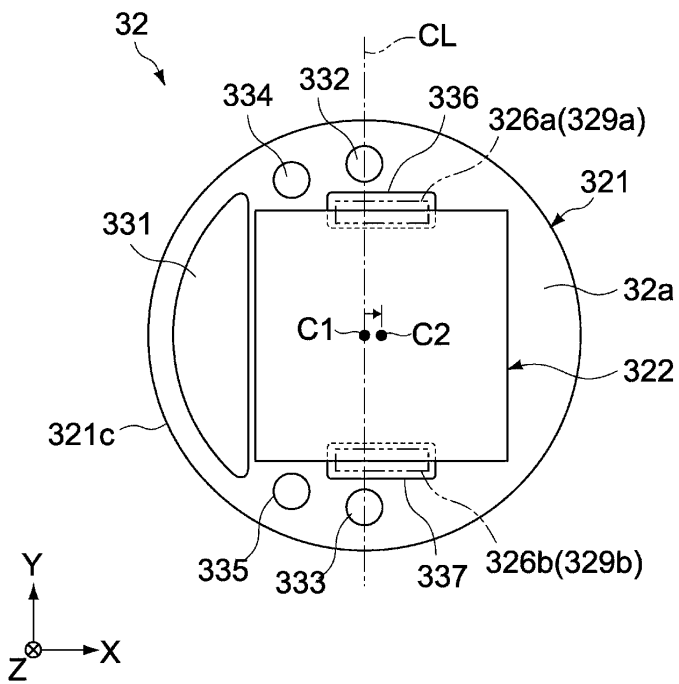
도면1



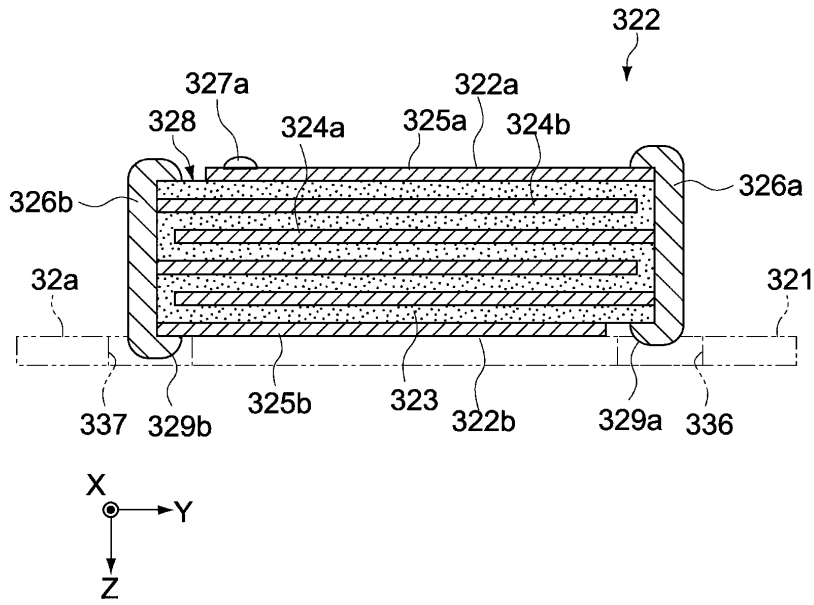
도면2



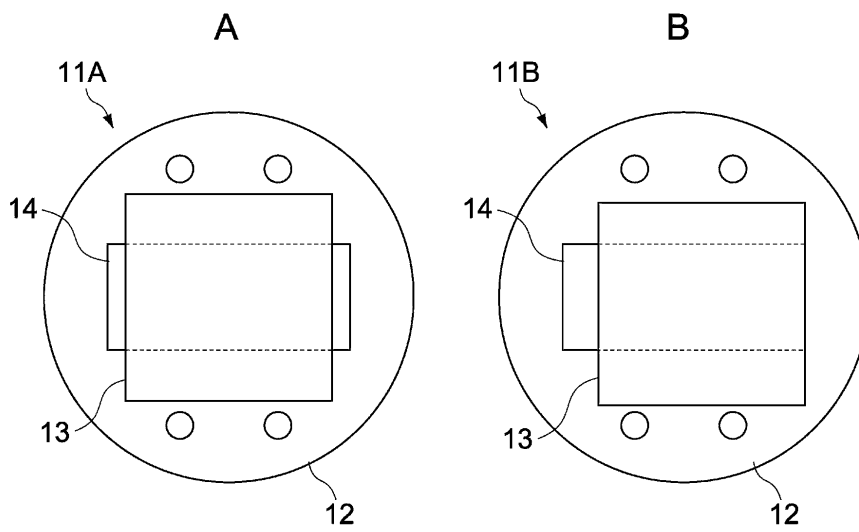
도면3



도면4

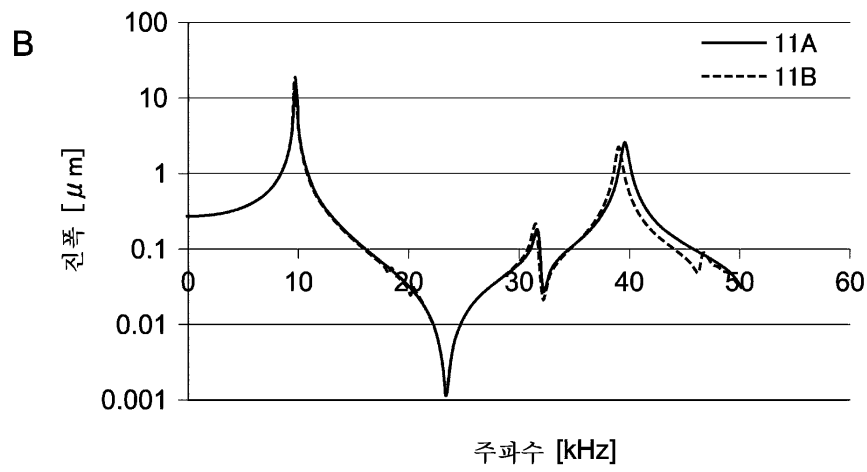
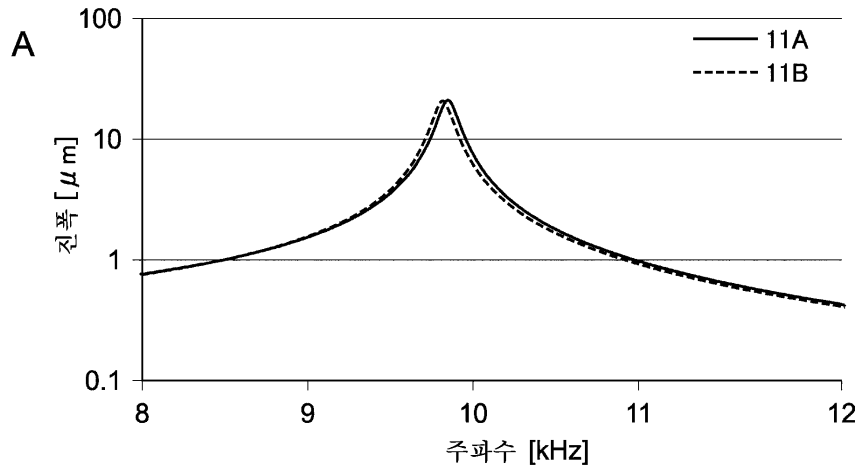


도면5

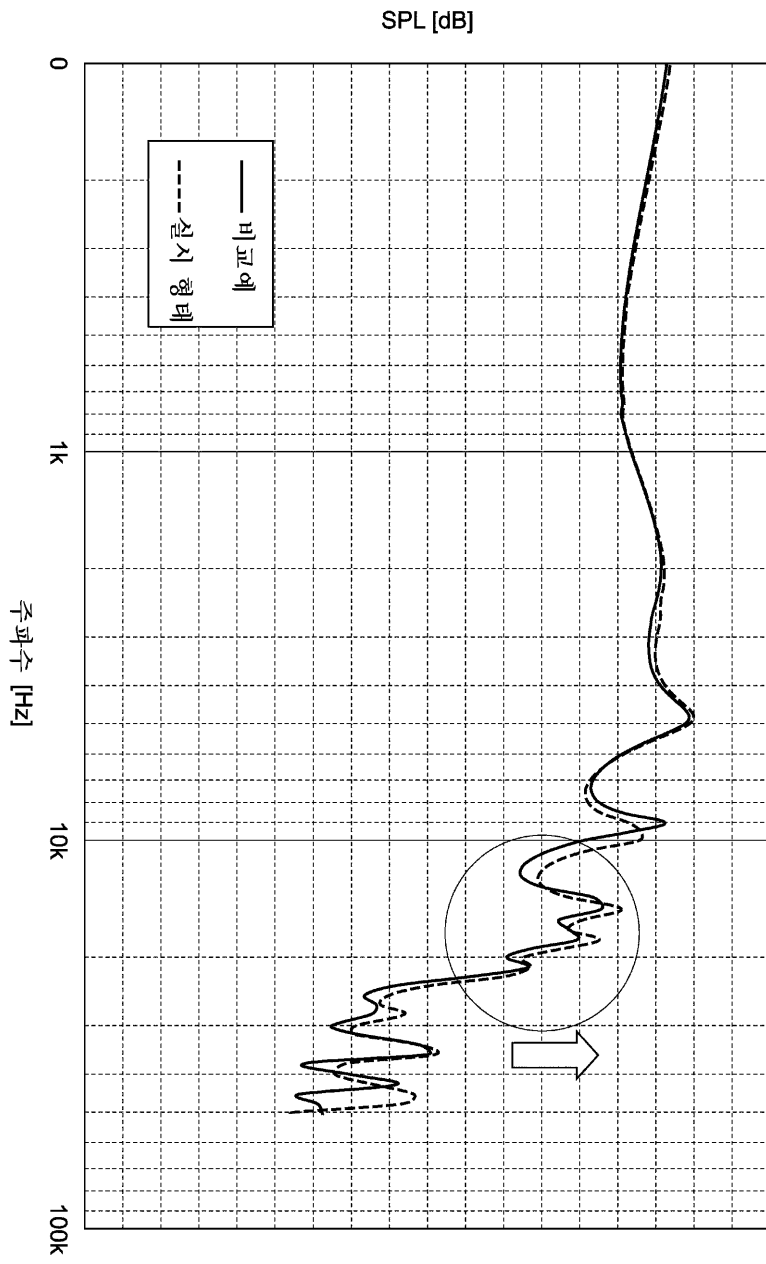




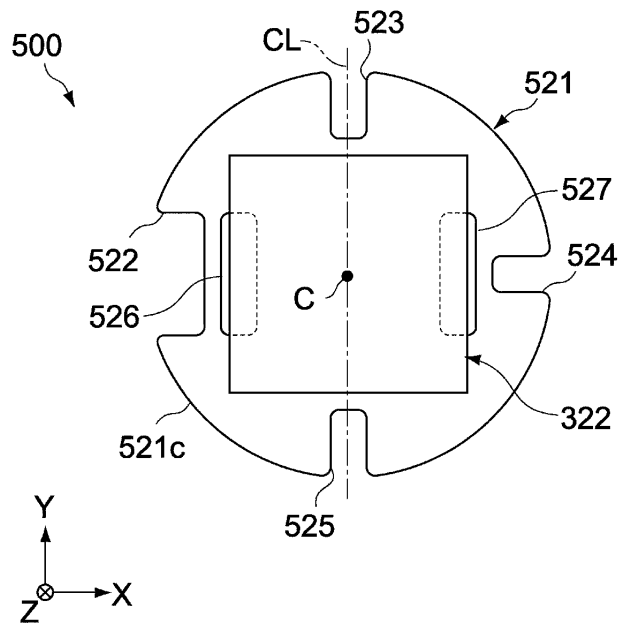
도면6



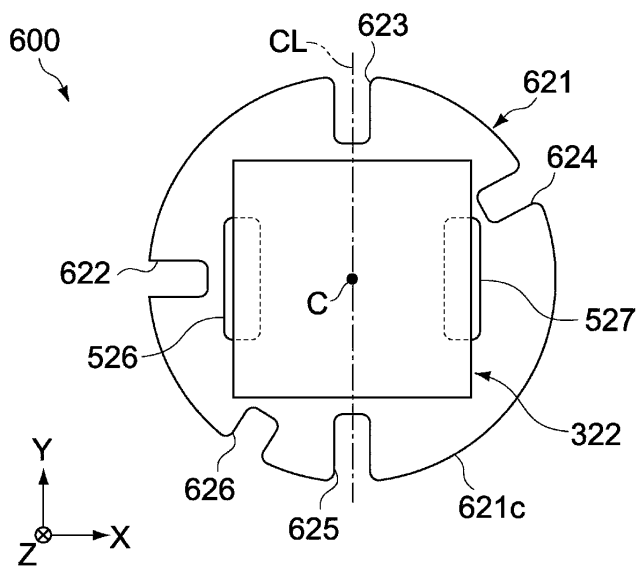
도면7



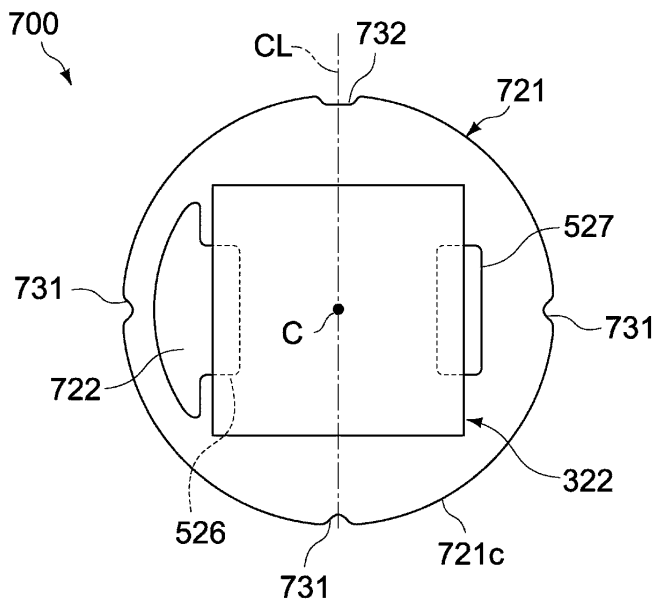
도면8



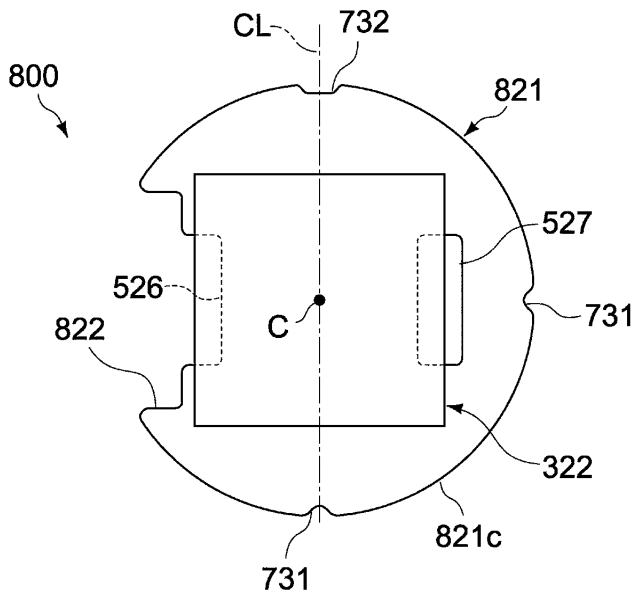
도면9



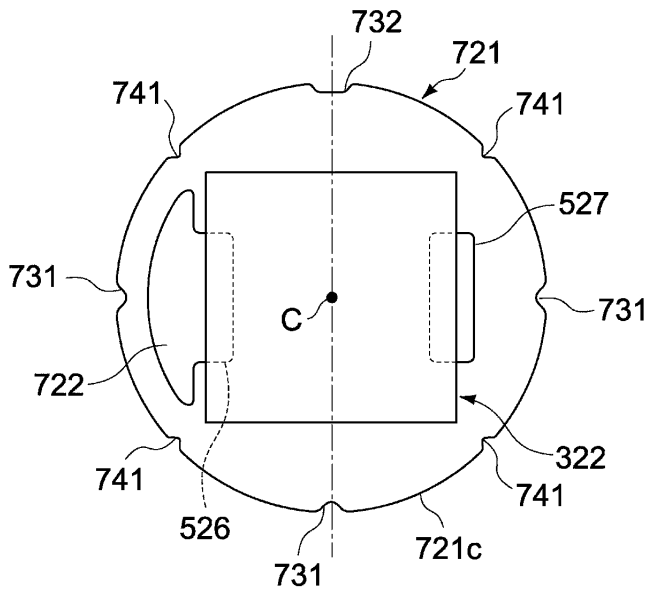
도면10



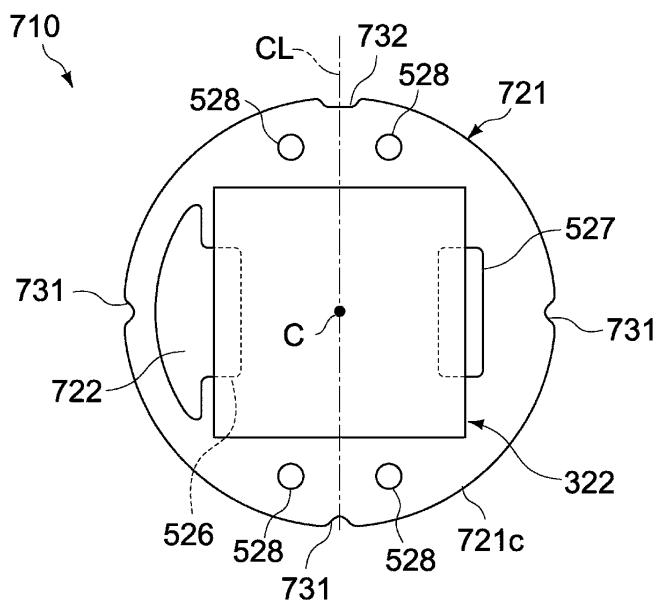
도면11



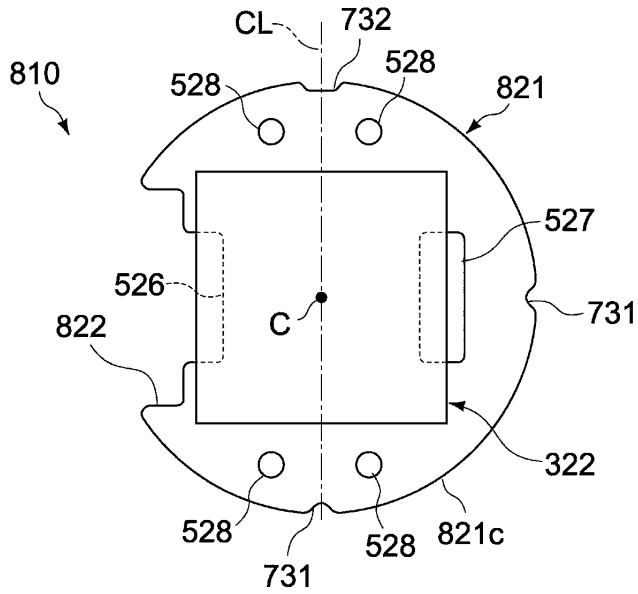
도면12



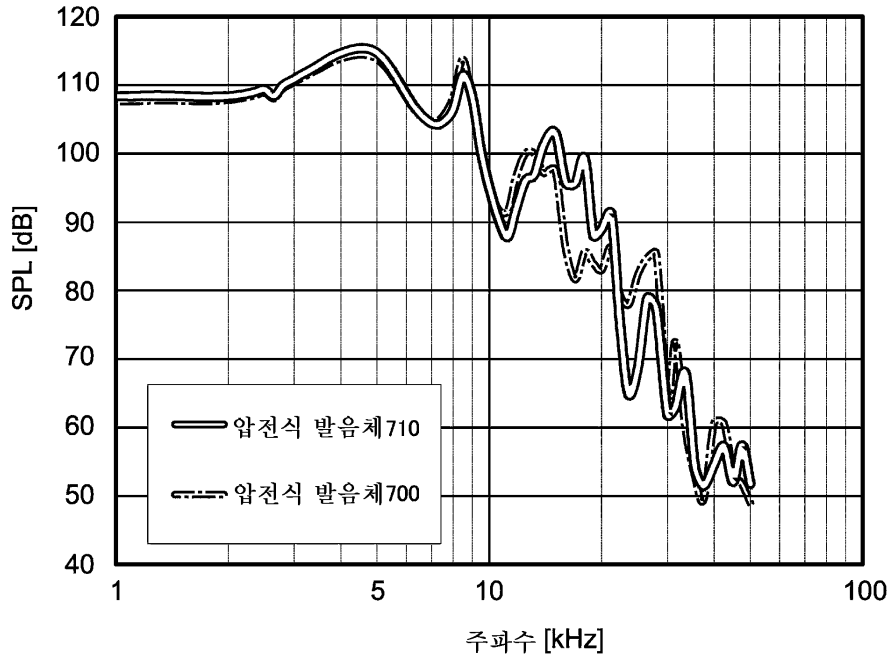
도면13



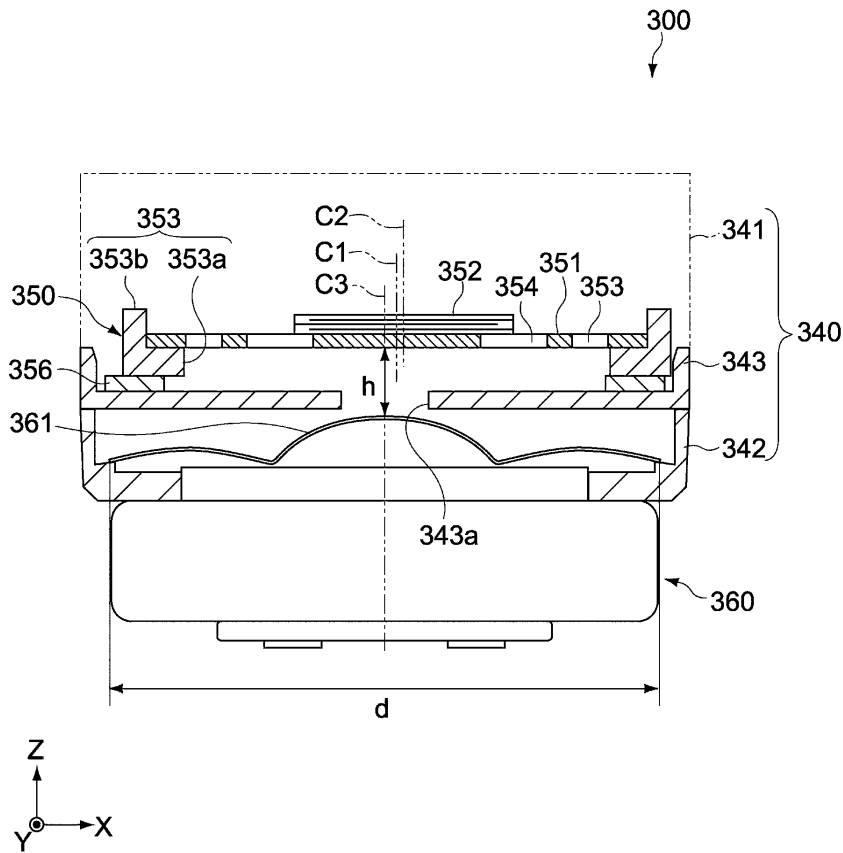
도면14



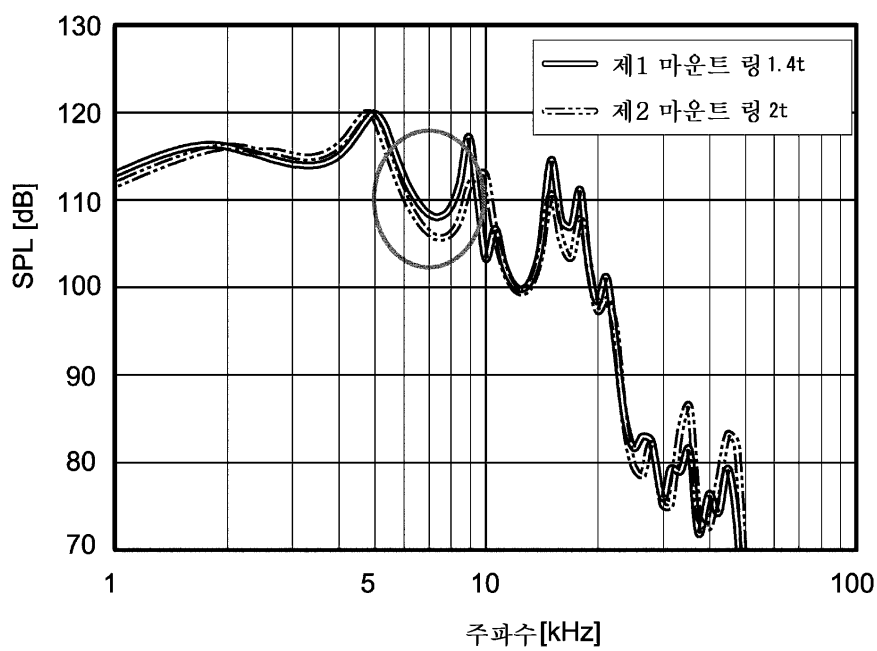
도면15



도면16



도면17



도면18

