



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2013-0008086  
 (43) 공개일자 2013년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04R 17/00 (2006.01) H04R 1/26 (2006.01)  
 H04R 7/02 (2006.01) H04R 7/26 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-7032476  
 (22) 출원일자(국제) 2011년03월30일  
 심사청구일자 2012년12월12일  
 (85) 번역문제출일자 2012년12월12일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/058035  
 (87) 국제공개번호 WO 2011/162002  
 국제공개일자 2011년12월29일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2010-145243 2010년06월25일 일본(JP)  
 (뒷면에 계속)

(71) 출원인  
 교세라 코포레이션  
 일본 교토후 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6  
 (72) 발명자  
 후쿠오카 슈이치  
 일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6  
 교세라 코포레이션 나이  
 쿠시마 노리유키  
 일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6  
 교세라 코포레이션 나이  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 하영욱

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **음향 발생기**

**(57) 요약**

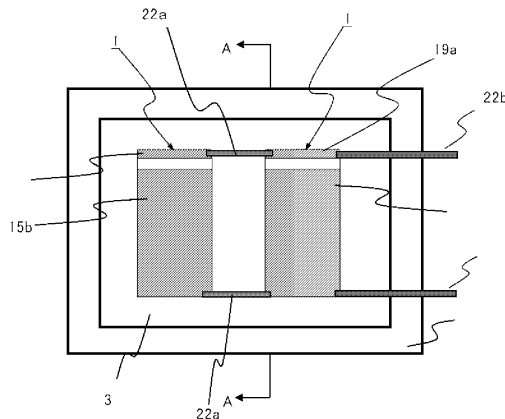
(과제)

초고주파에서도 음압이 높고, 큰 피크 덩의 발생을 억제할 수 있는 음향 발생기를 제공한다.

(해결 수단)

음향 발생기는 필름(3)과, 필름(3)의 외주부에 설치된 프레임 부재(5)와, 프레임 부재(5)의 프레임 내의 필름(3) 상에 설치된 적층형 압전소자(1)와, 적층형 압전소자(1)를 덮도록 프레임 부재(5)의 프레임 내에 충전된 수지층(20)을 구비하고 있다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**카와무라 히로유키**

일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6  
쿄세라 코포레이션 나이

**나노미야 히로시**

일본 교토후 교토시 후시미쿠 타케다토바도노쵸 6  
쿄세라 코포레이션 나이

(30) 우선권주장

JP-P-2010-170750 2010년07월29일 일본(JP)

JP-P-2010-239794 2010년10월26일 일본(JP)

JP-P-2010-240990 2010년10월27일 일본(JP)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

필름과, 상기 필름의 외주부에 설치된 프레임 부재와, 상기 프레임 부재의 프레임 내의 상기 필름 상에 설치된 압전소자와, 상기 압전소자를 덮도록 상기 프레임 부재의 프레임 내에 충전된 수지층을 갖는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 부재는 상기 수지층보다 변형되기 어려운 재질로 이루어지고, 상기 수지층은 상기 프레임 부재에 접합되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 수지층은 1MPa ~ 1GPa의 영률을 갖는 수지로 이루어지는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수지층은 아크릴계 수지로 이루어지는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름은 수지로 이루어지는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전소자는 바이몰프형의 적층형 압전소자인 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전소자는 유니몰프형의 적층형 압전소자인 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전소자는 상기 프레임 부재의 프레임 내의 상기 필름 상에 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레임 부재는 제 1 프레임 부재와 제 2 프레임 부재를 갖고, 상기 필름의 외주부는 상기 제 1 프레임 부재와 제 2 프레임 부재에 협지되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 압전소자는 상기 필름을 사이에 두고 마주 보도록 상기 필름의 양면에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 압전소자는 상기 제 1 프레임 부재 및 상기 제 2 프레임 부재의 각 프레임 내의 상기 필름 상에 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

**청구항 12**

제 8 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 필름의 동일면에 설치된 상기 복수의 압전소자는 동일한 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

**청구항 13**

제 8 항 또는 제 11 항에 있어서,

한쪽의 상기 압전소자가 배치되어 있는 부위에 있어서의 상기 필름, 상기 한쪽의 압전소자, 상기 수지층의 전체 두께와, 다른쪽의 상기 압전소자가 배치되어 있는 부위에 있어서의 상기 필름, 상기 다른쪽의 압전소자, 상기 수지층의 전체 두께가 다른 것을 특징으로 하는 음향 발생기.

**청구항 14**

고음용 압전 스피커와, 저음용 압전 스피커와, 상기 고음용 압전 스피커 및 상기 저음용 압전 스피커를 고정하는 지지판을 구비해서 이루어지고, 상기 고음용 압전 스피커는 제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 기재된 음향 발생기로 이루어지는 것을 특징으로 하는 스피커 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 음향 발생기에 관한 것으로서, 특히 적층형 압전소자를 사용한 음향 발생기에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근, DVD 오디오나 슈퍼 오디오 CD와 같은 고품위, 초광대역 소스에 대응해서 100kHz 이상의 초고주파까지의 재생을 가능하게 한 스피커가 요청되어 오고 있다. 그리고, 단품 컴포넌트나 소형 스테레오를 막론하고 저비용으로 초고주파까지 재생할 수 있는 고음용 스피커의 실현을 바라고 있다.

[0003] 종래, 고음용 스피커로서 진동판을 압전소자에 의해 구동하는 타입인 것이 제안되어 있다. 그런데 일반적으로 압전소자를 사용한 음향 발생기는 공진 현상을 이용하기 때문에 음압의 주파수 특성에 있어서 큰 피크 덩이 발생할 뿐만 아니라 초고주파까지 충분한 음압을 얻는 것이 곤란한 것이 알려져 있다.

[0004] 그래서, 압전소자를 구동원으로 하는 음향 발생기의 주파수 특성의 피크 덩이를 개선하기 위해서 제안된 방법으로서, 종래 특허문헌 1에 개시된 바와 같은 음향 발생기가 알려져 있다.

[0005] 이 특허문헌 1에 기재된 음향 발생기는 2개의 원형상의 금속 기체에 각각 설치된 원판 형상의 압전소자와, 이들 2개의 압전소자를 덮도록 압전소자와 소정 간격을 두고 설치된 1개의 진동판을 구비하고 있고, 진동판은 음을 방사하는 방향으로 볼록한 형상으로 된 평면으로 보았을 때 직사각형상으로 되어 있다. 이러한 음향 발생기에서는 100kHz 정도까지 높은 음압이 얻어졌던 것이 기재되어 있다.

[0006] 또한, 예를 들면 비특허문헌 1에 의하면 20kHz를 초과하는 초고주파 성분의 음은 사람의 기간뇌(基幹腦)를 활성화시켜 면역 활성화의 상승, 스트레스성 호르몬의 감소, 뇌파 α파의 증강, 20kHz 이하의 가청대역의 음을 듣기 쉽게 하는 등 사람에게 좋은 영향을 주는 것이 해명되고 있어 초고주파 성분의 음의 중요성이 높아지고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2003-304594호 공보

**비특허문헌**

[0008] (비특허문헌 0001) 2006년 8월 2일, 일본 음향 학회 청각 연구회 자료, Vol.36, No.A, H-2006-A2, 지각을 넘는 음세계와 뇌-하이퍼소닉·이펙트로의 초대-

**발명의 내용**

[0009] 그러나, 특허문헌 1의 음향 발생기에서는 압전소자의 진동이 금속 기체를 통해서 소정 간격을 두고 압전소자를 덮는 진동판에 전달되고 이 진동판으로부터 외부로 방사되기 때문에 아직 100kHz를 초과하는 초고주파에서는 음압이 낮고, 큰 피크 덩이 발생한다고 하는 문제가 있었다.

[0010] 본 발명은 초고주파에서도 음압이 높고, 큰 피크 덩의 발생을 억제할 수 있는 음향 발생기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 본 발명의 음향 발생기는 필름과, 상기 필름의 외주부에 설치된 프레임 부재와, 상기 프레임 부재의 프레임 내의 상기 필름 상에 설치된 압전소자와, 상기 압전소자를 덮도록 상기 프레임 부재의 프레임 내에 충전된 수지층을 갖는 것이다.

[0012] (발명의 효과)

[0013] 본 발명의 음향 발생기에서는 100kHz를 초과하는 초고주파에 있어서도 음압을 높게 할 수 있음과 아울러 큰 피크 덩의 발생을 저감시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도 1은 유니몰프형(unimorph type)의 적층형 압전소자를 수지 시트의 상하면에 각각 2개 대향해서 설치한 제 1 형태의 음향 발생기를 나타내는 평면도이다.

도 2는 도 1의 A-A선을 따른 종단면도이다.

도 3은 도 2의 음향 발생기의 하면측에 케이스를 배치한 제 2 형태의 종단면도이다.

도 4는 바이몰프형(bimorph type)의 적층형 압전소자를 필름의 상면에 설치한 제 3 형태의 음향 발생기를 나타내는 종단면도이다.

도 5는 유니몰프형의 적층형 압전소자를 필름의 상면에 설치한 제 4 형태의 음향 발생기를 나타내는 종단면도이다.

도 6은 유니몰프형의 적층형 압전소자를 필름의 상면 및 하면에 각각 3개 대향해서 설치한 제 5 형태의 음향 발생기를 나타내는 평면도이다.

도 7은 유니몰프형의 적층형 압전소자를 필름의 상면 및 하면에 각각 4개 대향해서 설치한 제 6 형태의 음향 발생기를 나타내는 평면도이다.

도 8은 유니몰프형의 적층형 압전소자를 수지 시트의 상하면에 각각 2개 대향해서 설치한 제 7 형태의 음향 발생기를 나타내는 평면도이다.

도 9는 적층형 압전소자의 두께 방향에 있어서의 압전 스피커의 전체 두께가 다른 제 8 형태의 음향 발생기를 나타내는 종단면도이다.

도 10은 제 9 형태의 스피커 장치를 나타내는 평면도이다.

도 11은 도 2에 나타내는 음향 발생기의 음압의 주파수 의존성을 나타내는 그래프이다.

도 12는 도 7에 나타내는 음향 발생기의 음압의 주파수 의존성을 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하, 음향 발생기의 제 1 형태를 도 1, 도 2에 의거하여 설명한다. 도 1, 도 2의 음향 발생기는 1쌍의 프레임 형상의 프레임 부재(5)에 의해 협지된 지지판이 되는 필름(3)의 상면 및 하면에 각각 2개의 압전소자로서의 적층형 압전소자(1)를 구비해서 구성되어 있다.
- [0016] 즉, 제 1 형태의 음향 발생기는 필름(3)에 장력을 가한 상태에서 제 1 및 제 2 프레임 부재(5a, 5b)로 협지하여 필름(3)을 제 1 및 제 2 프레임 부재(5a, 5b)에 고정하고 있고, 이 필름(3)의 상하면에 각각 2개의 적층형 압전소자(1)가 배치되어 있다.
- [0017] 필름(3)의 상면 및 하면에 배치된 2개의 적층형 압전소자(1)는 필름(3)을 협지하도록 대향 배치되어 있고, 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 수축되면 대향하는 다른쪽의 적층형 압전소자(1)는 신장되도록 구성되어 있다.
- [0018] 또한, 음향 발생기의 단면도(도 2, 도 3, 도 4, 도 5)에서는 이해를 용이하게 하기 위해서 적층형 압전소자(1)의 두께 방향(y)을 확대해서 나타냈다.
- [0019] 적층형 압전소자(1)는 4층의 세라믹스로 이루어지는 압전체층(7)과 3층의 내부 전극층(9)을 교대로 적층해서 이루어지는 적층체(13)와, 이 적층체(13)의 상하면에 형성된 표면 전극층(15a, 15b)과, 적층체(13)의 길이 방향(x)의 양단부에 각각 설치된 1쌍의 외부 전극(17, 19)을 구비해서 구성되어 있다.
- [0020] 외부 전극층(17)은 표면 전극층(15a, 15b)과 1층의 내부 전극층(9)에 접속되고, 외부 전극층(19)은 2층의 내부 전극층(9)에 접속되어 있다. 압전체층(7)은 도 2에 화살표로 나타내는 바와 같이 압전체층(7)의 두께 방향으로 교대로 분극되어 있고, 필름(3) 상면의 적층형 압전소자(1)의 압전체층(7)이 수축될 경우에는 필름(3) 하면의 적층형 압전소자(1)의 압전체층(7)이 신장되도록 외부 전극층(17, 19)에 전압이 인가되도록 구성되어 있다.
- [0021] 외부 전극층(19)의 상하 단부는 적층체(13)의 상하면까지 연장되어서 각각 폴딩(folding) 외부 전극(19a)이 형성되어 있고, 이들 폴딩 외부 전극(19a)은 적층체(13)의 표면에 형성된 표면 전극층(15a, 15b)에 접촉하지 않도록 표면 전극층(15a, 15b)과 소정 간격을 두고 연장되어 있다.
- [0022] 적층체(13)의 필름(3)과 반대측 면의 폴딩 외부 전극(19a)에는 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 한쪽의 폴딩 외부 전극(19a)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다. 또한, 외부 전극(17)에 접속하는 표면 전극(15b)에도 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 한쪽의 표면 전극(15b)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다.
- [0023] 따라서, 복수의 적층형 압전소자(1)는 병렬 접속되어 있으며, 리드 단자(22a, 22b)를 통해서 동일 전압이 인가되게 된다.
- [0024] 적층형 압전소자(1)는 판 형상이며, 상하의 주면이 장방형상으로 되고, 적층체(13)의 주면의 길이 방향(x)에는 내부 전극층(9)이 교대로 인출된 1쌍의 측면을 갖고 있다.
- [0025] 4층의 압전체층(7)과 3층의 내부 전극층(9)은 적층된 상태에서 동시 소성되어서 구성되어 있고, 표면 전극층(15a, 15b)은 후술하는 바와 같이 적층체(13)를 제작한 후 페이스트를 도포하고 베이킹해서 형성되어 있다.
- [0026] 적층형 압전소자(1)는 그 필름(3)측의 주면과 필름(3)이 접착체층(21)에 의해 접합되어 있다. 적층형 압전소자(1)와 필름(3) 사이의 접착체층(21)의 두께는 20 $\mu$ m 이하로 되어 있다. 특히, 접착체층(21)의 두께는 10 $\mu$ m 이하인 것이 바람직하다. 이렇게 접착체층(21)의 두께가 20 $\mu$ m 이하일 경우에는 적층체(13)의 진동을 필름(3)에 전달하기 쉬워진다.
- [0027] 접착체층(21)을 형성하기 위한 접착제로서는 에폭시계 수지, 실리콘계 수지, 폴리에스테르계 수지 등 공지의 것을 사용할 수 있다. 접착제에 사용하는 수지의 경화 방법으로는 열경화성, 광경화성, 혐기성 경화 등 어느 것을 이용해도 진동체를 제작할 수 있다.
- [0028] 적층형 압전소자(1)의 압전 특성은 큰 굴곡 휨 진동을 유기시켜 음압을 높이기 위해서 압전 d31 정수는 180pm/V 이상의 특성을 갖고 있는 것이 요망된다. 압전 d31 정수가 180pm/V 이상일 경우에는 60kHz ~ 130kHz에 있어서의 평균 음압을 65dB 이상으로 할 수 있다.
- [0029] 그리고, 제 1 형태의 음향 발생기에서는 적층형 압전소자(1)를 매설하도록 프레임 부재(5a, 5b)의 내측에 수지가 충전되어서 수지층(20)이 형성되어 있다. 리드 단자(22a), 리드 단자(22b)의 일부도 수지층(20) 내에 매설되

어 있다. 또한, 도 1, 및 후술하는 도 6, 도 7에서는 이해를 용이하게 하기 위해서 수지층(20)의 기체를 생략했다.

- [0030] 이 수지층(20)은 예를 들면 아크릴계 수지, 실리콘계 수지, 또는 고무 등을 사용할 수 있고, 영률이 1MPa~1GPa의 범위에 있는 것이 바람직하고, 특히 1MPa~850MPa인 것이 바람직하다. 또한, 수지층(20)의 두께는 스푸리어스(spurious)를 억제한다고 하는 점으로부터 적층형 압전소자(1)를 완전하게 덮는 상태에서 도포할 필요가 있다. 또한, 지지판이 되는 필름(3)도 적층형 압전소자(1)와 일체가 되어 진동하기 때문에 적층형 압전소자(1)로 덮이지 않는 필름(3)의 영역도 마찬가지로 수지층(20)으로 덮여 있다.
- [0031] 이러한 음향 발생기에서는 필름(3)과, 필름(3)의 상하면에 각각 설치된 2개의 적층형 압전소자(1)와, 이들 적층형 압전소자(1)를 매설하도록 프레임 부재(5)의 내측에 형성된 수지층(20)을 구비하기 때문에 적층형 압전체(1)는 고주파음에 대응한 파장의 굴곡 휨 진동을 유지하는 것이 가능해지고, 100kHz 이상의 초고주파 성분의 음을 재생하는 것이 가능해진다.
- [0032] 또한, 적층형 압전소자(1)의 공진 현상에 따른 피크 뒹은 적층형 압전소자(1)를 수지층(20)으로 매설함으로써 적당한 뒹핑 효과를 유발시켜서 공진 현상의 억제와 함께 피크 뒹을 작게 억제할 수 있음과 아울러 음압의 주파수 의존성을 작게 하는 것이 가능해지는 것이다.
- [0033] 또한, 복수의 적층형 압전소자(1)를 한 장의 필름에 형성하고 동일한 전압을 인가함으로써 각각의 적층형 압전소자(1)에서 발생한 진동의 상호 간섭에 의해 강한 진동이 억제되고, 진동의 분산화에 따라 피크 뒹을 작게 하는 효과를 초래하는 것이다. 그 결과, 100kHz를 초과하는 초고주파에 있어서도 음압을 높게 할 수 있다.
- [0034] 압전체층(7)으로서는 지르콘산 납(PZ), 티탄산 지르콘산 납(PZT), Bi 층형상 화합물, 텅스텐 브론즈 구조 화합물 등의 비납계 압전체 재료 등, 종래부터 사용되고 있는 다른 압전 세라믹스를 사용할 수 있다. 압전체층(7)의 1층의 두께는 저전압 구동이라고 하는 관점으로부터 10~100 $\mu$ m로 되어 있다.
- [0035] 내부 전극층(9)으로서는 은과 팔라듐으로 이루어지는 금속 성분과 압전체층(7)을 구성하는 재료 성분을 함유하는 것이 바람직하다. 내부 전극층(9)에 압전체층(7)을 구성하는 세라믹 성분을 함유시킴으로써 압전체층(7)과 내부 전극층(9)의 열팽창 차에 의한 응력을 저감시킬 수 있고, 적층 불량이 없는 적층형 압전소자(1)를 얻을 수 있다. 내부 전극층(9)은 특히 은과 팔라듐으로 이루어지는 금속 성분에 한정되는 것은 아니고, 또한 세라믹 성분으로서 압전체층(7)을 구성하는 재료 성분에 한정되는 것은 아니고 다른 세라믹 성분이라도 좋다.
- [0036] 표면 전극층(15)과 외부 전극(17, 19)은 은으로 이루어지는 금속 성분에 유리 성분을 함유하는 것이 바람직하다. 유리 성분을 함유함으로써 압전체층(7)이나 내부 전극층(9)과, 표면 전극층(15) 또는 외부 전극(17, 19) 사이에 강고한 밀착력을 얻을 수 있다.
- [0037] 또한, 적층형 압전소자(1)를 적층 방향으로부터 보았을 때의 외형상으로는 정방형이나 장방형 등의 다각형을 한 것이 좋다.
- [0038] 프레임 부재(5)는 도 1에 나타낸 바와 같이 직사각형상을 이루고 있고, 2매의 직사각형 프레임 형상의 프레임 부재(5a, 5b)를 접합시켜서 구성되어 있고, 프레임 부재(5a, 5b) 사이에는 필름(3)의 외주부가 끼워 넣어져 장력을 인가한 상태로 고정되어 있다. 프레임 부재(5a, 5b)는 예를 들면 두께 100~1000 $\mu$ m의 스테인리스제에 되어 있다. 또한, 프레임 부재(5a, 5b)의 재질은 스테인리스제에 한하지 않으며 수지층(20)보다 변형되기 어려운 것이면 좋고, 예를 들면 경질 수지, 플라스틱, 엔지니어링 플라스틱, 세라믹스 등을 사용할 수 있고, 본 형태에서는 프레임 부재(5a, 5b)의 재질, 두께 등은 특별하게 한정되는 것은 아니다. 또한, 프레임형상도 직사각형상에 한정되는 것은 아니고 원형이나 마름모꼴이라도 좋다.
- [0039] 필름(3)은 프레임 부재(5a, 5b) 사이에 필름(3)의 외주부를 끼워 넣음으로써 필름(3)이 면 방향으로 장력을 가한 상태에서 프레임 부재(5a, 5b)에 고정되어 필름(3)이 진동판의 역할을 담당하고 있다. 필름(3)의 두께는 예를 들면 10~200 $\mu$ m로 되고, 필름(3)은 예를 들면 폴리에틸렌, 폴리이미드, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 텐 등의 수지, 또는 펄프나 섬유 등으로 이루어지는 종이로 구성되어 있다. 이들 재료를 사용함으로써 피크 뒹을 억제할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 음향 발생기의 제법에 대하여 설명한다.
- [0041] 우선, 적층형 압전소자(1)를 준비한다. 적층형 압전소자(1)는 압전 재료의 분말에 바인더, 분산제, 가소제, 용제를 혼련하여 슬러리를 제작한다. 압전 재료로서는 납계, 비납계 중 어느 것이라도 사용할 수 있다.

- [0042] 이어서, 얻어진 슬러리를 시트 형상으로 성형하여 그린 시트를 얻을 수 있고, 이 그린 시트에 내부 전극 페이스트를 인쇄해서 내부 전극 패턴을 형성하고, 이 전극 패턴이 형성된 그린 시트를 3매 적층하고, 최상층에는 그린 시트만 적층하여 적층 성형체를 제작한다.
- [0043] 이어서, 이 적층 성형체를 탈지, 소성하여 소정 치수로 컷팅함으로써 적층체(13)를 얻을 수 있다. 적층체(13)는 필요에 따라서 외주부를 가공하고, 적층체(13)의 압전체층(7)의 적층 방향의 주면에 표면 전극층(15a, 15b)의 페이스트를 인쇄하고, 계속해서 적층체(13)의 길이 방향(x)의 양측면에 외부 전극(17, 19)의 페이스트를 인쇄하여 소정의 온도로 전극의 베이킹을 행함으로써 도 2에 나타내는 적층형 압전소자(1)를 얻을 수 있다.
- [0044] 이어서, 적층형 압전소자(1)에 압전성을 부여하기 위해서 표면 전극층(15b) 또는 외부 전극(17, 19)을 통해서 직류 전압을 인가하여 적층형 압전소자(1)의 압전체층(7)의 분극을 행한다. 분극은 도 2에 화살표로 나타내는 방향이 되도록 DC 전압을 인가해서 행한다.
- [0045] 이어서, 지지체가 되는 필름(3)을 준비하여 이 필름(3)의 외주부를 프레임 부재(5a, 5b) 사이에 끼우고, 필름(3)에 장력을 가한 상태에서 고정한다. 이 후에, 필름(3)의 양면에 접착제를 도포하여 그 필름(3)을 끼우도록 양면에 적층형 압전소자(1)를 압박하고, 이 후에 접착제를 열이나 자외선을 조사함으로써 경화시킨다. 그리고, 수지를 프레임 부재(5a, 5b)의 내측에 흘려 넣고 적층형 압전소자(1)를 완전히 매설시켜서 수지층(20)을 경화시킴으로써 제 1 형태의 음향 발생기를 얻을 수 있다.
- [0046] 이상과 같이 구성된 음향 발생기는 간단한 구조이면서 소형화나 초박형화가 도모됨과 아울러 초고주파까지 높은 음압이 유지된다. 또한, 적층형 압전소자(1)는 수지층(20)에 의해 매설되어 있기 때문에 물 등의 영향을 받기 어려워 신뢰성을 향상시키는 것이 가능해진다.
- [0047] 도 3은 제 2 형태를 나타내는 것으로, 음향 발생기의 음을 발생시키는 표면에 대하여 반대측의 이면은 적층형 압전소자(1)의 진동에 의해서도 진동하지 않는 케이스(23)로 덮여 있다. 이 케이스(23)는 적층형 압전소자(1)에 위치하는 부분이 외측으로 팽창된 구조로 되어 있고, 그 외주부가 프레임 부재(5) 및 그 근방의 수지층(20)에 접합되어 있다.
- [0048] 필름(3)의 양측에 적층형 압전소자(1)가 설치된 음향 발생기에서는 표면으로부터 발생하는 음과 이면으로부터 발생하는 음은 위상이 반대이기 때문에 음이 상쇄되어 음질이나 음압을 열화시키지만, 이 제 2 형태에서는 압전 스피커의 이면에 케이스(23)를 부착했기 때문에 압전 스피커의 표면으로부터 유효하게 음을 발생시킬 수 있고, 음질이나 음압을 향상시킬 수 있다.
- [0049] 또한, 도 2, 도 3의 압전 스피커에서는 적층형 압전소자(1)에 있어서의 압전체층(7)의 적층수를 4층으로 했지만 적층형 압전소자(1)에 있어서의 압전체층(7)의 적층수는 특별하게 한정되는 것은 아니고, 예를 들면 2층이라도 좋고 4층보다 많아도 좋지만, 적층형 압전소자(1)의 진동을 크게 한다고 하는 점으로부터 20층 이하인 것이 바람직하다.
- [0050] 도 4는 제 3 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 3 형태에서는 필름(3)의 상면에만 적층형 압전소자(1)가 접착제(21)에 의해 접합되고, 이 적층형 압전소자(1)가 수지층(20)에 매설되어 있다.
- [0051] 도 4의 적층형 압전소자(31)는 바이몰프형의 적층형 압전소자(31)로 되어 있다. 즉, 도 2, 도 3의 적층형 압전소자(1)와 구조는 동일하지만 필름(3)측으로부터 3층째와 4층째의 압전체층(7)의 분극 방향이 반대로 되어 있고, 필름(3)측으로부터 1~2층째의 압전체층(7)이 수축될 경우에는 필름(3)측으로부터 3~4층째의 압전체층(7)은 신장되고, 1~2층째의 압전체층(7)이 신장될 경우에는 필름(3)측으로부터 3~4층째의 압전체층(7)은 수축되도록 변형되고, 적층형 압전소자(31) 자체가 굴곡 휨 진동을 일으켜서 이 진동이 수지층(20)의 표면을 진동시키게 된다.
- [0052] 이러한 음향 발생기에서도 상기 제 1 형태, 제 2 형태와 마찬가지로 바이몰프형의 적층형 압전소자(31)에 있어서 고주파의 음에 대응한 굴곡 휨 진동을 유발시킬 수 있기 때문에, 필름(3)의 편면측에만 적층형 압전소자(31)를 접합하는 것만으로 초고주파까지 높은 음압을 얻을 수 있음과 아울러 구조를 간략화할 수 있다.
- [0053] 도 5는 제 4 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 4 형태에서는 필름(3)의 상면에만 적층형 압전소자(41)가 접착제(21)에 의해 접합되고, 이 적층형 압전소자(41)가 수지층(20)에 매설되어 있다.
- [0054] 도 5의 적층형 압전소자(41)는 유니몰프형의 적층형 압전소자(41)로 되어 있다. 즉, 도 2, 도 3의 적층형 압전소자(1)와 구조상 다른 점은 적층체(13)의 하면에 표면 전극층(15a)이 형성되어 있지 않고, 표면 전극층(15b)만



형성되어 있는 점이다.

- [0055] 이러한 적층형 압전소자(41)는 필름(3)측으로부터 1층째의 압전체층(7)은 전극으로 협지되어 있지 않기 때문에 신축되지 않고, 압전적인 불활성층(7b)으로 되어 있다. 필름(3)측으로부터 2~4층째의 압전체층(7)은 동시에 신축되도록 구성되어 불활성층인 필름(3)측으로부터 1층째의 불활성층(7b)의 존재에 의해 적층형 압전소자(41) 자체가 진동하고, 이 진동이 수지층(20)의 표면을 진동시키게 된다.
- [0056] 이러한 음향 발생기에서도 상기 제 1 형태, 제 2 형태와 마찬가지로 고주파음에 대응한 파장의 굴곡 휨 진동을 얻을 수 있고, 고주파음의 재생의 효과를 얻을 수 있음과 아울러 필름(3)의 편면측에만 적층형 압전소자(41)를 설치하기 때문에 구조를 간략화할 수 있다. 큰 휨 진동에 의한 큰 음압을 실현한다고 하는 관점으로부터는 바이몰프형이 바람직하다.
- [0057] 도 6은 제 5 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 5 형태에서는 필름(3)의 상면 및 하면에 도 2, 도 3에 나타내는 바와 같은 적층형 압전소자(1)가 각각 3개, 필름(3)을 사이에 두고 대향하도록 설치되고, 이들 적층형 압전소자(1)가 수지층(20)에 매설되어 있다.
- [0058] 필름(3)의 상면 및 하면 각각의 적층형 압전소자(1)는 각각의 폴딩 외부 전극(19a)끼리를 연결하도록 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 하나의 폴딩 외부 전극(19a)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다. 또한, 외부 전극(17)에 접속하는 표면 전극(15b)에도 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 한쪽의 표면 전극(15b)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다.
- [0059] 이러한 음향 발생기에서도 상기 제 1 형태, 제 2 형태와 마찬가지로 고주파음에 대응한 파장의 굴곡 휨 진동을 얻을 수 있고, 또한 적층형 압전소자(1) 사이의 상호 간섭의 영향을 받기 때문에 피크 딥을 유발하는 진동을 억제함과 아울러, 이 제 5 형태에서는 적층형 압전소자(1)의 개수가 많기 때문에 보다 높은 음압을 얻을 수 있다.
- [0060] 또한, 도 6의 제 5 형태에서도 도 4의 바이몰프형의 적층형 압전소자, 도 5의 유니몰프형의 적층형 압전소자를 사용할 수 있다.
- [0061] 도 7은 제 6 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 6 형태에서는 필름(3)의 상면 및 하면에 도 2, 도 3에 나타내는 바와 같은 적층형 압전소자(1)가 각각 4개, 필름(3)을 사이에 두고 대향하도록 설치되고, 이들 적층형 압전소자(1)가 수지층(20)에 매설되어 있다. 필름(3)의 상면 및 하면에 각각 적층형 압전소자(1)가 2행 2열로 배열된 상태로 설치되고, 이 상태에서 수지층(20)에 매설되어 있다.
- [0062] 필름(3)의 상면 및 하면 각각의 적층형 압전소자(1)는 각각의 폴딩 외부 전극(19a)끼리를 연결하도록 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 하나의 폴딩 외부 전극(19a)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다. 또한, 외부 전극(17)에 접속하는 표면 전극(15b)에도 리드 단자(22a)가 걸쳐지고, 또한 리드 단자(22a)가 접속된 한쪽의 표면 전극(15b)에는 리드 단자(22b)의 일단부가 접속되고 타단부가 외부로 연장되어 있다.
- [0063] 이러한 음향 발생기에서도 상기 제 1 형태, 제 2 형태와 마찬가지로 고주파음에 대응한 파장의 굴곡 휨 진동을 얻을 수 있고, 또한 적층형 압전소자(1) 사이의 상호 간섭의 영향을 받기 때문에 피크 딥을 유발하는 진동을 억제함과 아울러, 이 제 6 형태에서는 적층형 압전소자(1)의 개수가 많기 때문에 보다 높은 음압을 얻을 수 있다. 또한, 필름(3)의 상면 및 하면에 각각 적층형 압전소자(1)를 2행 2열로 배열한 점도 피크 딥을 유발하는 진동을 억제할 수 있는 요인이라고 생각하고 있다.
- [0064] 또한, 도 7의 제 6 형태에서도 도 4의 바이몰프형의 적층형 압전소자, 도 5의 유니몰프형의 적층형 압전소자를 사용할 수 있다. 또한, 도 7의 제 6 형태에서는 적층형 압전소자(1)의 개수는 합계 8개 사용했지만, 8개보다 많아도 좋은 것은 물론이다.
- [0065] 도 8은 제 7 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 7 형태는 수지층(20)의 두께를 다르게 한 것 이외에는 도 1과 마찬가지로의 구성을 갖는 것이다. 수지층(20)의 두께는 도 8(b)에 나타내는 바와 같이 압전체층(7)의 적층 방향에 있어서의 [이하, 「적층형 압전소자(1)의 두께 방향(y)에 있어서의」라고 말하는 경우가 있음] 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t1)가 압전체층(7)의 적층 방향에 있어서의 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t2)와 다르다. 바꿔 말하면, 필름(3)의 동일 표면에 병설된 2개의 적층형 압전소자(1) 표면의 수지층(20)의 두께가 다르다. 더 바꿔 말하면, 도 8(b)의 우단의 수지층(20)의 상하면은 프레임 부재(5a, 5b)의 상하면과 거의 같은 높이에 위치하고, 좌단의 수지층(20)의 상하

면은 프레임 부재(5a, 5b)의 상하면보다 낮은 높이에 위치하고 있고, 수지층(20)의 상하면이 필름(3)에 대하여 경사져 있다.

- [0066] 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t1)와 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t2) 사이에 두께 차(t2-t1>0)가 있으면 좋지만, 두께 차(t2-t1)는 30 $\mu$ m 이상인 것이 바람직하다. 한편, 수지층(20)의 상하면에 있어서의 진동의 전달성(음파의 확장)의 관점으로부터 두께 차(t2-t1)는 500 $\mu$ m 이하인 것이 바람직하다.
- [0067] 바꿔 말하면, 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t1)와 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t2)의 차(t2-t1)는 프레임 부재(5)의 내측에 있어서의 음향 발생기의 최대 두께에 대하여 5% 이상인 것이 바람직하고, 음의 확장의 관점으로부터 40% 이하인 것이 바람직하다.
- [0068] 전체 두께(t1, t2)는 적층형 압전소자(1)의 상하면의 중앙부에 위치하는 필름(3), 2층의 접착제층(21), 2개의 적층형 압전소자(1), 2층의 수지층(20)의 합계 두께이다.
- [0069] 전체 두께(t1, t2)에 두께 차(t2-t1>0)를 내기 위해서는 2개의 적층형 압전소자(1)의 상하면의 수지층(20) 두께를 다르게 해도 좋고, 또한 예를 들면 접착제층(21)의 두께를 다르게 하거나 적층형 압전소자(1)의 두께를 다르게 하거나 해도 좋다.
- [0070] 도 9는 제 8 형태의 음향 발생기를 나타내는 것으로, 이 제 8 형태도 수지층(20)의 두께를 다르게 하는 것 이외에는 도 1과 마찬가지로의 구성을 한 것이다. 즉, 적층형 압전소자(1)의 두께 방향(y)에 있어서의 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t1)가 적층형 압전소자(1)의 두께 방향(y)에 있어서의 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t2)와 다른 것이고, 이 제 8 형태에서는 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t1)가 한쪽의 적층형 압전소자(1)의 상하면 전체에 걸쳐 거의 균일한 두께(t1)로 되고, 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t2)가 다른쪽의 적층형 압전소자(1)의 상하면 전체에 걸쳐 거의 균일한 두께(t2)로 되고, 두께(t1)가 두께(t2)보다 얇게 되어 있다. 한쪽과 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 음향 발생기의 전체 두께(t1, t2)는 그 경계 부분에서는 경사가 형성되어 단차가 되지 않도록 형성되어 있다.
- [0071] 이러한 음향 발생기는 예를 들면 프레임 부재(5) 내에 전체 두께가 두께(t1)가 되도록 수지를 충전하고 균일한 두께로 고화시킨 후, 다른쪽의 적층형 압전소자(1)에 위치하는 전체 두께가 두께(t2)가 되도록 다른쪽의 적층형 압전소자(1)에 위치하는 부분에 또한 수지를 도포하고 고화시킴으로써 제작할 수 있다.
- [0072] 도 8, 도 9에 나타내는 음향 발생기는 필름(3) 상면의 2개의 적층형 압전소자(1)를 매설한 수지층(20), 및 필름(3) 하면의 2개의 적층형 압전소자(1)를 매설한 수지층(20)이 일체로 되어서 진동한다. 그리고, 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t1)를 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t2)와 다르게 함으로써 복수의 적층형 압전소자(1)의 진동이 수지층(20)의 상하면에 전달되어도 한쪽의 적층형 압전소자(1)에 의한 공진 주파수와 다른쪽의 적층형 압전소자(1)에 의한 공진 주파수가 어긋나서 복수의 적층형 압전소자(1)에 의한 공진을 억제할 수 있고, 음향 발생기에 있어서의 피크 덩의 발생을 저감시킬 수 있다.
- [0073] 또한, 앞에 설명한 제 2 형태 내지 제 6 형태에 있어서도 한쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t1)를 다른쪽의 적층형 압전소자(1)가 위치하는 전체 두께(t2)와 다르게 함으로써 복수의 적층형 압전소자(1)에 의한 공진을 더욱 억제할 수 있고, 음향 발생기에 있어서의 피크 덩의 발생을 저감시킬 수 있다.
- [0074] 또한, 본 형태의 음향 발생기는 저음용 압전 스피커와 조합시켜서 스피커 장치로서 사용할 수 있다. 제 9 형태로서의 스피커 장치는 도 10에 나타내는 바와 같이, 예를 들면 금속판으로 이루어지는 지지판(Z)에 형성된 고음용 압전 스피커(SP1), 저음용 압전 스피커(SP2)를 수용하는 각각의 개구부에 고음용 압전 스피커(SP1) 및 저음용 압전 스피커(SP2)를 고정해서 구성할 수 있고, 고음용 압전 스피커(SP1)로서 제 1 형태 내지 제 8 형태의 음향 발생기를 사용한 것이다.
- [0075] 고음용 압전 스피커(SP1)는 주로 20kHz 이상의 주파수를 재생하는 것이며, 저음용 압전 스피커(SP2)는 주로 20kHz 이하의 주파수를 재생하는 것이다.
- [0076] 저음용 압전 스피커(SP2)는 낮은 주파수를 재생하기 쉽게 하는 관점으로부터, 예를 들면 직사각형상이나 타원형상의 경우에는 최장변을 길게 하는 점에서 고음용 압전 스피커(SP1)와 다른 것일 뿐 실질적으로 고음용 압전 스피커(SP1)와 마찬가지로의 구성을 가진 것을 사용할 수 있다.
- [0077] 이러한 스피커 장치에서는 고음용 압전 스피커(SP1)로서 사용하는 제 1 형태 내지 제 8 형태의 음향 발생기에

의해 100kHz 이상의 초고주파 성분의 음을 재생하는 것이 가능해지고, 이러한 초고주파 성분의 음을 재생했다고 해도 음압을 높게 유지할 수 있고, 이에 따라 저음에서 고음까지 예를 들면 약 500Hz ~ 100kHz 이상의 초고주파까지 높은 음압을 유지할 수 있음과 아울러 큰 피크 덩의 발생을 억제할 수 있다.

[0078] [실시예 1]

[0079] Zr의 일부를 Sb로 치환한 티탄산 지르콘산 납(PZT)을 함유하는 압전 분말과, 바인더와, 분산제와, 가소제와, 용제를 볼밀 혼합에 의해 24시간 혼련해서 슬러리를 제작했다.

[0080] 얻어진 슬러리를 이용하여 닥터 블레이드법에 의해 그린 시트를 제작했다. 이 그린 시트에 전극 재료로서 Ag 및 Pd를 함유하는 전극 페이스트를 스크린 인쇄법에 의해 소정 형상으로 도포하고, 상기 전극 페이스트가 도포된 그린 시트를 3층 적층하여 최상층에는 전극 페이스트가 도포되어 있지 않은 그린 시트를 1층 겹쳐서 가압하여 적층 성형체를 제작했다. 그리고, 이 적층 성형체를 500℃, 1시간, 대기 중에서 탈지하고 그 후에 1100℃, 3시간, 대기 중에서 소성하여 적층체를 얻었다.

[0081] 이어서, 얻어진 적층체의 길이 방향(x)의 양단면부를 다이싱(dicing) 가공에 의해 컷팅하고, 내부 전극층의 선단을 적층체의 측면에 노출시켜서 적층체의 양측 주면에 표면 전극층을 형성하기 위해 전극 재료로서 Ag와 유리를 함유하는 전극 페이스트를 압전체의 주면의 편측에 스크린 인쇄법에 의해 도포하고, 그 후에 길이 방향(x)의 양측면에 외부 전극 재료로서 Ag와 유리를 함유하는 전극 페이스트를 딥법에 의해 도포하고 700℃, 10분, 대기 중에서 베이킹하여 도 2에 나타내는 바와 같은 적층형 압전소자를 제작했다.

[0082] 제작된 적층체의 주면의 치수는 폭 5mm, 길이 15mm이며, 적층체의 두께는 100 $\mu$ m였다.

[0083] 이어서, 적층형 압전소자의 외부 전극을 통해서 내부 전극층 사이 및 내부 전극층과 표면 전극 사이에 100V, 2분간 전압을 인가하고 분극을 행하여 유니몰프형의 적층형 압전소자를 얻었다.

[0084] 이어서, 두께 25 $\mu$ m의 폴리이미드 수지로 이루어지는 필름을 준비하여 이 필름을 프레임 부재에 장력을 부여한 상태에서 고정하고, 고정된 필름의 양쪽 주면에 아크릴 수지로 이루어지는 접착제를 도포하고, 접착제를 도포한 필름의 부분에 필름을 끼우도록 양측으로부터 적층형 압전소자를 압박하여 120℃, 1시간, 공기 중에서 접착제를 경화시켜서 두께 5 $\mu$ m의 접착제층을 형성했다. 프레임 부재 내의 필름의 치수는 세로 28mm, 가로 21mm이며, 2개의 적층형 압전소자 사이의 간격을 2mm로 해서 적층형 압전소자와 프레임 부재의 간격이 동일해지도록 적층형 압전소자를 필름에 접합했다. 이 후에, 2개의 적층형 압전소자에 리드 단자를 접합하고, 1쌍의 리드 단자를 외부로 인출했다.

[0085] 그리고, 프레임 부재의 내측에 고화 후의 영물이 17MPa인 아크릴계 수지를 흘려 넣어 프레임 부재의 높이와 동일해지도록 아크릴계 수지를 충전하고, 적층형 압전소자 및 외부로 인출되는 리드 단자 이외의 리드 단자를 매설하고 고화시켜서 도 2에 나타내는 바와 같은 음향 발생기를 제작했다.

[0086] 제작한 음향 발생기의 음압 주파수 특성에 대해서 JEITA(전자 정보 기술 산업 협회 규격) E1JA RC-8124A에 준하여 평가했다. 평가는 음향 발생기의 적층형 압전소자의 리드 단자에 1W(저항 8 $\Omega$ )의 정현파 신호를 입력하고, 음향 발생기의 기준축 상 1m의 점에 마이크를 설치해서 음압을 평가했다. 도 11에 측정 결과를 나타낸다.

[0087] 도 11로부터, 도 2의 제 1 형태의 음향 발생기에서는 20 ~ 150kHz까지는 약 78dB의 높은 음압과 피크 덩이 작은 특성이 얻어지고 있는 것을 알 수 있다. 특히, 60 ~ 130kHz는 약 80dB 이상의 높은 음압이 얻어지며, 큰 피크 덩도 발생하지 않고, 거의 평탄한 음압 특성이 얻어지고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 10 ~ 200kHz의 넓은 범위에서 60dB 이상의 높은 음압이 얻어지고 있는 것을 알 수 있다.

[0088] 또한, 실시예 1에서는 압전소자로서 유니몰프형의 적층형 압전소자를 사용한 예를 나타냈지만, 바이몰프형의 적층형 압전소자를 사용했을 경우에도 마찬가지로의 경향이 보였다.

[0089] [실시예 2]

[0090] 유니몰프형의 적층형 압전소자를 사용하고, 실시예 1과 마찬가지로 해서 도 7에 나타내는 바와 같은 필름의 양측에 각각 4개의 적층형 압전소자를 갖는 음향 발생기를 제작하여 음압 주파수 특성을 구했다. 결과를 도 12에 나타낸다.

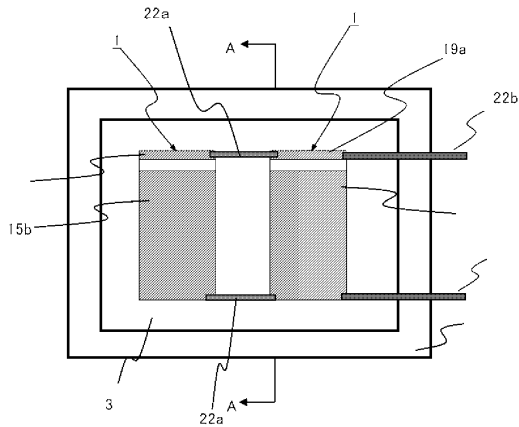
[0091] 도 12로부터, 20 ~ 150kHz까지는 약 78dB의 높은 음압과 피크 덩이 작은 음압이 얻어지고, 실시예 1보다 더욱 폭 넓은 초고주파 대역에 있어서 피크 덩을 작게 할 수 있는 것을 알 수 있다.

**부호의 설명**

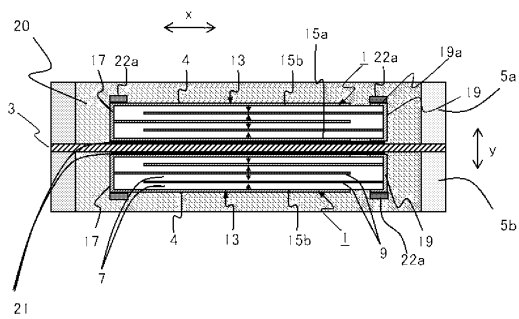
- [0092]
- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1, 31, 41 : 적층형 압전소자  | 3 : 필름          |
| 5 : 프레임 부재            | 5a : 제 1 프레임 부재 |
| 5b : 제 2 프레임 부재       | 7 : 압전체층        |
| 9 : 내부 전극층            | 13 : 적층체        |
| 15, 15a, 15b : 표면 전극층 | 17, 19 : 외부 전극층 |
| 20 : 수지층              | x : 적층체의 길이 방향  |
| y : 적층체의 두께 방향        |                 |

**도면**

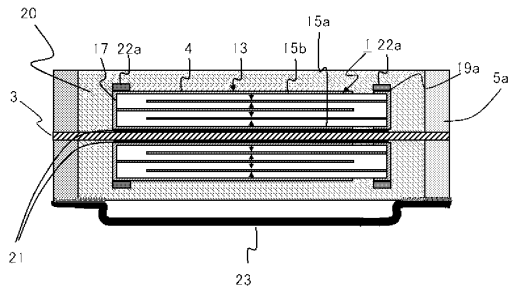
**도면1**



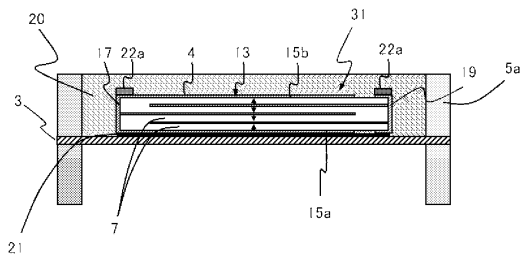
**도면2**



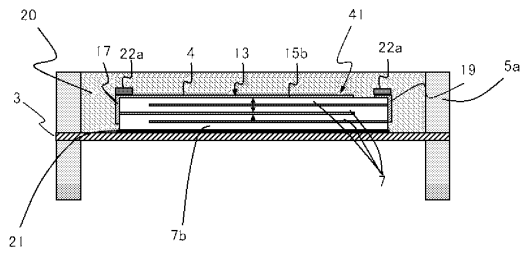
도면3



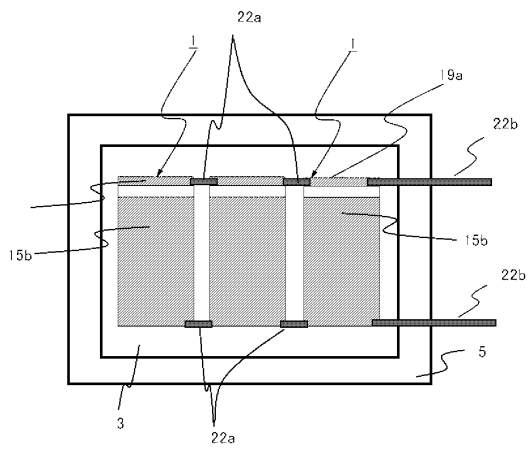
도면4



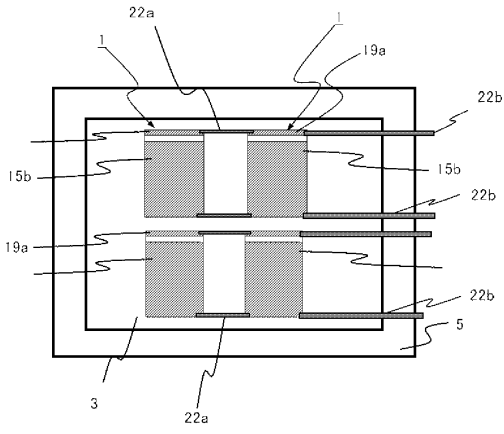
도면5



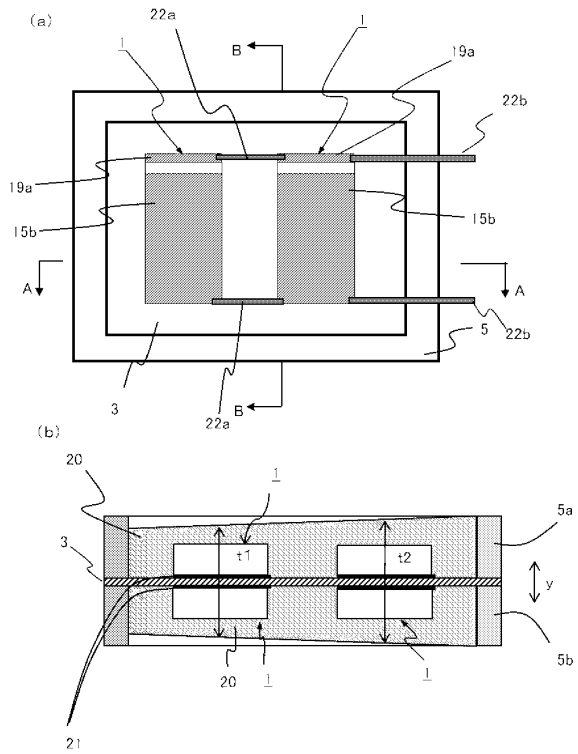
도면6



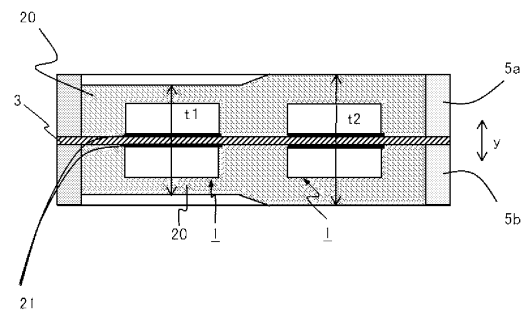
도면7



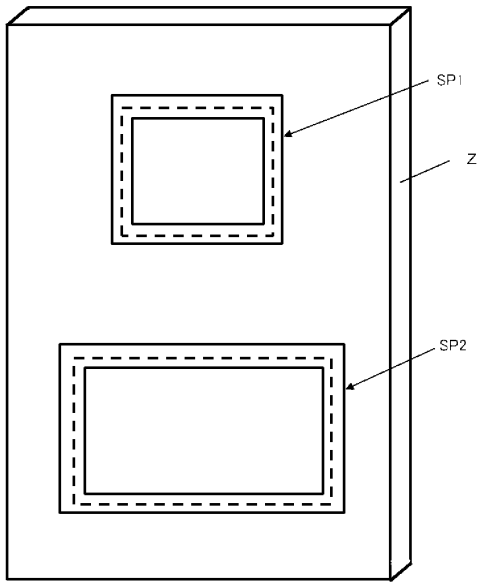
도면8



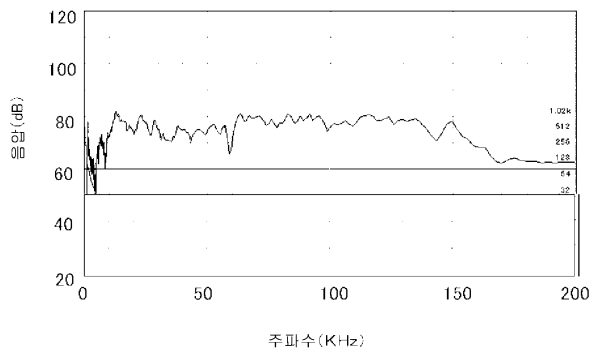
도면9



도면10



도면11



도면12

