(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0140576
(43) 공개일자 2022년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/047 (2006.01) *H01L 41/053* (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01) *H01L 41/09* (2006.01)
H04R 17/00 (2006.01) *H04R 7/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 41/047 (2013.01)
H01L 41/053 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7031142
(22) 출원일자(국제) 2021년03월02일
심사청구일자 2022년09월07일
(85) 번역문제출일자 2022년09월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/007901
(87) 국제공개번호 WO 2021/187086
국제공개일자 2021년09월23일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-049274 2020년03월19일 일본(JP)
JP-P-2020-212292 2020년12월22일 일본(JP)

(71) 출원인
후지필름 가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 니시 아자부 2쵸메 26방 30고
(72) 발명자
아시카와 데루오
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210 반치 후지필름 가부시키가이샤 나이
히라구치 가즈오
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210 반치 후지필름 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

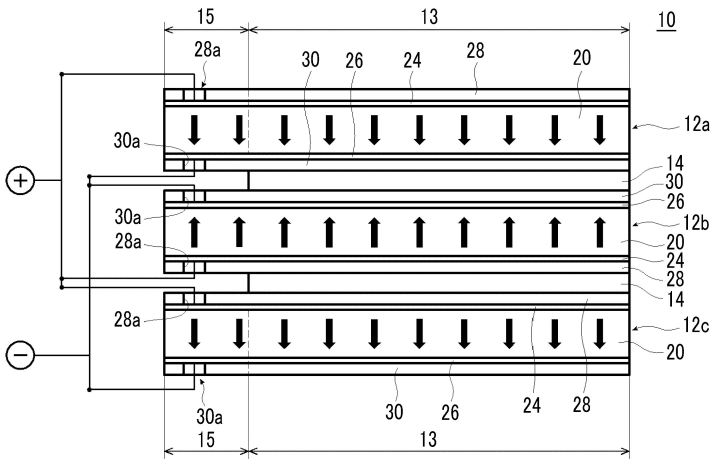
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **적층 압전 소자 및 전기 음향 변환기**

(57) 요 약

높은 압전 특성이 얻어지며, 또, 전극층에 대한 전기 접점을 용이하게 확보하는 적층 압전 소자 및 전기 음향 변환기를 제공한다. 제1 보호층, 제1 전극층, 압전체층, 제2 전극층 및 제2 보호층의 순서로 적층하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고, 각 압전체층은 두께 방향으로 분극된 것이며, 각 압전 필름에 있어서, 압전체층의 분극 방향의 상류 측에 제1 전극이 배치되고, 하류 측에 제2 전극이 배치되며, 복수의 압전 필름은 각각 인접하는 압전 필름과 접착되는 접착부와, 접착부로부터 면방향의 외측을 향하여 적어도 제1 전극층 및 제1 보호층, 또는, 제2 전극층 및 제2 보호층이 돌출되는, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 갖고, 각 압전 필름의 돌출부에는, 각 압전 필름의 제1 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제1 접점 및 각 압전 필름의 제2 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제2 접점 중 적어도 일방이 형성되어 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01L 41/083 (2013.01)
H01L 41/09 (2013.01)
H04R 17/00 (2013.01)
H04R 7/04 (2013.01)
(72) 발명자
가가와 유스케
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210반치 후지필름 가부시키가이샤 나이

미요시 데츠
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210반치 후지필름 가부시키가이샤 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 보호층, 제1 전극층, 압전체층, 제2 전극층 및 제2 보호층의 순서로 적층하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고,

각 상기 압전체층은, 두께 방향으로 분극된 것이며,

각 상기 압전 필름에 있어서, 상기 압전체층의 분극 방향의 상류 측에 상기 제1 전극이 배치되고, 하류 측에 상기 제2 전극이 배치되며,

복수의 상기 압전 필름은 각각, 인접하는 상기 압전 필름과 접착되는 접착부와, 상기 접착부로부터 면방향의 외측을 향하여, 적어도 상기 제1 전극층 및 상기 제1 보호층, 또는, 상기 제2 전극층 및 상기 제2 보호층이 돌출되는, 인접하는 상기 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 갖고,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부에는, 각 상기 압전 필름의 상기 제1 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제1 접점, 및, 각 상기 압전 필름의 상기 제2 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제2 접점 중 적어도 일방이 형성되어 있는 적층 압전 소자.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 돌출부는, 상기 제1 보호층, 상기 제1 전극층, 상기 압전체층, 상기 제2 전극층 및 상기 제2 보호층을 적층한 구성을 갖는 적층 압전 소자.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부는, 면방향에 있어서, 적어도 일부가 서로 중복되지 않도록 배치되어 있는 적층 압전 소자.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부는, 면방향에 있어서, 상기 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어 있으며, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 적층 압전 소자.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이, 상기 접착부의 폭과 동일한 적층 압전 소자.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 압전 필름 중 적어도 하나는, 적어도 1회 되접어 꺾은 벨로즈 형상인 적층 압전 소자.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전 필름의 상기 돌출부와 상기 접착부의 접속부의 각부는 0.5㎜ 이상의 R 구조가 마련되어 있는 적층 압

전 소자.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

인접하는 상기 압전 필름의, 상기 제1 전극 측끼리, 또는, 상기 제2 전극 측끼리가 대면하도록 배치되어 있는 적층 압전 소자.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

인접하는 상기 압전 필름의 일방의 상기 돌출부를, 돌출 방향으로 절곡한 적층 압전 소자.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 한 항에 있어서,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부에는, 상기 제1 전극층끼리, 혹은 상기 제2 전극층끼리를 접속하는 도전성 필름이 첩착되어 있고,

각 상기 압전 필름의 상기 돌출부가, 상기 접착부의 일방의 주면 측으로 절곡되어 있는 적층 압전 소자.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,

상기 돌출부의 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭은, 상기 접착부 측보다 선단 측이 좁은 적층 압전 소자.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 돌출부의 폭은, 상기 접착부로부터 이간됨에 따라 점차 좁아지는 적층 압전 소자.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 돌출부는, 상기 접착부의 주면에 수직인 방향에서 보았을 때에 사다리꼴 형상인 적층 압전 소자.

청구항 14

청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 한 항에 기재된 적층 압전 소자와, 상기 적층 압전 소자가 고정되는 진동판을 갖는, 전기 음향 변환기.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 진동판과 상기 적층 압전 소자가, 첩착제에 의하여 첩착되어 있는 전기 음향 변환기.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 진동판이, 적어도 1세트의 대향하는 2변이 고정된 사각형상이며, 상기 대향하는 2변에 있어서의 고정단 간의 거리를 L로 했을 때에, 상기 진동판에 대한 상기 적층 압전 소자의 첩착을, "0.1×L" 이상, 상기 고정단으로부터 이간되는 위치에 행하는 전기 음향 변환기.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 진동판이 직사각형 또는 정사각형인 전기 음향 변환기.

청구항 18

청구항 16 또는 청구항 17에 있어서,

상기 진동판의 스프링 상수가 1×10^{4}~1×10^{7}N/m인 전기 음향 변환기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 적층 압전 소자 및 전기 음향 변환기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 압전 소자는, 각종 물품에 접촉하여 장착함으로써, 물품을 진동시켜 소리를 내는, 이른바 익사이터(여기자)로서, 각종 용도에 이용되고 있다. 예를 들면, 화상 표시 패널, 스크린 등에 익사이터를 장착하고, 이들을 진동시킴으로써, 스피커 대신에 소리를 낼 수 있다.

[0003] 그런데, 플렉시블한 화상 표시 장치, 권취 가능한 스크린 등에 익사이터를 장착하는 경우에는, 익사이터 자신도 적어도 비사용 시에는 플렉시블(롤러블)일 필요가 있다.

[0004] 플렉시블 압전 소자로서, 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지한 압전 필름이 제안되고 있다.

[0005] 예를 들면, 특허문헌 1에는, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료로 이루어지는 점탄성 매트릭스 중에 압전체 입자를 분산하여 이루어지는 고분자 복합 압전체, 고분자 복합 압전체의 일방의 면에 형성된, 면적이 고분자 복합 압전체 이하인 상부 박막 전극, 상부 박막 전극의 표면에 형성되는, 면적이 상부 박막 전극 이상인 상부 보호층, 고분자 복합 압전체의 상부 박막 전극의 반대 면에 형성되는, 면적이 고분자 복합 압전체 이하인 하부 박막 전극, 및, 하부 박막 전극의 표면에 형성되는, 면적이 하부 박막 전극 이상인 하부 보호층을 갖는 압전 적층체와, 상부 박막 전극의 일부에 적층되어, 적어도 일부가 고분자 복합 압전체의 면방향 외부에 위치하는 상부 전극 인출용 금속박과, 하부 박막 전극의 일부에 적층되어, 적어도 일부가 고분자 복합 압전체의 면방향 외부에 위치하는 하부 전극 인출용 금속박을 갖는 전기 음향 변환 필름이 기재되어 있다.

[0006] 이와 같은 압전 필름은 필름상이며, 스프링 상수가 한정되어 버리기 때문에, 익사이터로서 이용하는 경우에는, 출력 부족이 되어 버린다. 그래서, 압전 필름을 적층함으로써, 스프링 상수를 올려 출력을 높게 하는 것을 생각할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-209724호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 상술과 같은 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지한 압전 필름을 적층하는 경우에는, 압전 필름의 압전체층의 분극의 방향 및 전극의 극성의 방향에 따라, 적층 압전 소자의 출력이 저하되거나 전체적으로 변형되지 않는 경우가 있는 것을 알 수 있었다.

[0009] 또, 상술과 같은 압전 필름은, 전극층이 과도하게 두꺼우면, 압전체층의 변형이 저해되어 출력이 저하된다. 그 때문에, 전극층은 매우 얇게 형성된다. 얇은 전극층으로 압전체층을 협지한 구성으로 하기 위하여, 상술과 같은 압전 필름을 제작할 때에는, 전극층은 지지체가 되는 보호층 상에 형성된 상태로 제공된다. 그 때문에, 압전 필름의 양 주면(主面)의 최외층은 보호층이 되어, 전극층에 대한 전기 접점을 확보하는 것이 어렵다.

[0010] 본 발명의 과제는, 이와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하는 것에 있어, 높은 압전 특성이 얻어지며, 또, 전극

층에 대한 전기 접점을 용이하게 확보할 수 있는 적층 압전 소자를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 이와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 이하의 구성을 갖는다.

[0012] [1]

[0013] 제1 보호층, 제1 전극층, 압전체층, 제2 전극층 및 제2 보호층의 순서로 적층하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고,

[0014] 각 압전체층은, 두께 방향으로 분극된 것이며,

[0015] 각 압전 필름에 있어서, 압전체층의 분극 방향의 상류 측에 제1 전극이 배치되고, 하류 측에 제2 전극이 배치되며,

[0016] 복수의 압전 필름은 각각, 인접하는 압전 필름과 접착되는 접착부와, 접착부로부터 면방향의 외측을 향하여, 적어도 제1 전극층 및 제1 보호층, 또는, 제2 전극층 및 제2 보호층이 돌출되는, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 갖고,

[0017] 각 압전 필름의 돌출부에는, 각 압전 필름의 제1 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제1 접점, 및, 각 압전 필름의 제2 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제2 접점 중 적어도 일방이 형성되어 있는 적층 압전 소자.

[0018] [2]

[0019] 돌출부는, 제1 보호층, 제1 전극층, 압전체층, 제2 전극층 및 제2 보호층을 적층한 구성을 갖는 [1]에 기재된 적층 압전 소자.

[0020] [3]

[0021] 각 압전 필름의 돌출부는, 면방향에 있어서, 적어도 일부가 서로 중복되지 않도록 배치되어 있는 [1] 또는 [2]에 기재된 적층 압전 소자.

[0022] [4]

[0023] 각 압전 필름의 돌출부는, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어 있으며, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 [1] 또는 [2]에 기재된 적층 압전 소자.

[0024] [5]

[0025] 각 압전 필름의 돌출부는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이, 접착부의 폭과 동일한 [1] 또는 [2]에 기재된 적층 압전 소자.

[0026] [6]

[0027] 복수의 압전 필름 중 적어도 하나는, 적어도 1회 되접어 꺾은 벨로즈 형상인 [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.

[0028] [7]

[0029] 압전 필름의 돌출부와 접착부와의 접속부의 각부(角部)는 0.5㎜ 이상의 R 구조가 마련되어 있는 [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.

[0030] [8]

[0031] 인접하는 압전 필름의, 제1 전극 측끼리, 또는, 제2 전극 측끼리가 대면하도록 배치되어 있는 [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.

[0032] [9]

[0033] 인접하는 압전 필름의 일방의 돌출부를, 돌출 방향으로 절곡한 [8]에 기재된 적층 압전 소자.

[0034] [10]

[0035] 각 압전 필름의 돌출부에는, 제1 전극층끼리, 혹은 제2 전극층끼리를 접속하는 도전성 필름이 첩착되어 있으며,

[0036] 각 압전 필름의 돌출부가, 접착부의 일방의 주면 측으로 절곡되어 있는 [1] 내지 [9] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.

[0037] [11]

[0038] 돌출부의 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭은, 접착부 측보다 선단 측이 좁은 [1] 내지 [10] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.

[0039] [12]

[0040] 돌출부의 폭은, 접착부로부터 이간됨에 따라 점차 좁아지는 [11]에 기재된 적층 압전 소자.

[0041] [13]

[0042] 돌출부는, 접착부의 주면에 수직인 방향에서 보았을 때에 사다리꼴 형상인 [12]에 기재된 적층 압전 소자.

[0043] [14]

[0044] [1] 내지 [13] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자와, 적층 압전 소자가 고정되는 진동판을 갖는 전기 음향 변환기.

[0045] [15]

[0046] 진동판과 적층 압전 소자가, 첩착제에 의하여 첩착되어 있는 [14]에 기재된 전기 음향 변환기.

[0047] [16]

[0048] 진동판이, 적어도 1세트의 대향하는 2변이 고정된 사각 형상이며, 대향하는 2변에 있어서의 고정단 간의 거리를 L로 했을 때에, 진동판에 대한 적층 압전 소자의 첩착을, "0.1×L" 이상, 고정단으로부터 이간되는 위치에 행하는 [15]에 기재된 전기 음향 변환기.

[0049] [17]

[0050] 진동판이 직사각형 또는 정사각형인 [16]에 기재된 전기 음향 변환기.

[0051] [18]

[0052] 진동판의 스프링 상수가 1×10^{4}~1×10^{7}N/m인 [16] 또는 [17]에 기재된 전기 음향 변환기.

발명의 효과

[0053] 이와 같은 본 발명에 의하면, 높은 압전 특성이 얻어지며, 또, 전극층에 대한 전기 접점을 용이하게 확보할 수 있는 적층 압전 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0054] 도 1은 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 2는 도 1에 나타내는 적층 압전 소자를 구성하는 압전 필름의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 3은 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.

도 5는 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.

도 7은 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.

도 8은 본 발명의 적층 압전 소자를 이용하는 전기 음향 변환기의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 9는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 10은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 11은 도 10의 분해도이다.

도 12는 도 10의 적층 압전 소자가 갖는 압전 필름을 나타내는 도이다.

도 13은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 14는 도 14의 분해도이다.

도 15는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 16은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 17은 도 16의 부분 확대도이다.

도 18은 도 16의 부분 확대도이다.

도 19는 도 16의 부분 확대도이다.

도 20은 도 16의 부분 확대도이다.

도 21은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 22는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 23은 도 22의 B-B선 단면도이다.

도 24는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 25는 도 24의 부분 확대도이다.

도 26은 도 24의 부분 확대도이다.

도 27은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 28은 벨로즈 형상의 압전 필름의 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 29는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 30은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 31은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 32는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 33은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 34는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 35는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 36은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 37은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 38은 도 37의 상면도이다.

도 39는 도 37의 측면도이다.

도 40은 도 37의 적층 압전 소자가 갖는 압전 필름을 나타내는 도이다.

도 41은 도 37의 적층 압전 소자에 도전성 필름을 첩착한 예를 나타내는 도이다.

도 42는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 43은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 44는도 43의 측면도이다.

도 45는 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 46은 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 47은 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 48은 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 49는 도 45에 나타내는 전기 음향 변환기에 의한 진동판의 진동의 시뮬레이션 결과이다.

도 50은 도 49를 설명하기 위한 개념도이다.

도 51은 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 52는 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 53은 본 발명의 전기 음향 변환기의 다른 예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 54는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 55는 도 54에 나타내는 적층 압전 소자의 일부를 확대하여 나타내는 사시도이다.

도 56은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.

도 57은 도 56에 나타내는 적층 압전 소자의 일부를 확대하여 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0055] 이하, 본 발명의 적층 압전 소자에 대하여, 첨부한 도면에 나타나는 적합 실시형태를 기초로, 상세하게 설명한다.

[0056] 이하에 기재하는 구성 요건의 설명은, 본 발명의 대표적인 실시형태에 근거하여 이루어지는 경우가 있지만, 본 발명은 그와 같은 실시형태에 한정되는 것은 아니다.

[0057] 또한, 본 명세서에 있어서, "~"를 이용하여 나타나는 수치 범위는, "~"의 전후에 기재되는 수치를 하한값 및 상한값으로서 포함하는 범위를 의미한다.

[0058] 본 발명의 적층 압전체는,

[0059] 제1 보호층, 제1 전극층, 압전체층, 제2 전극층 및 제2 보호층의 순서로 적층하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고,

[0060] 각 압전체층은, 두께 방향으로 분극된 것이며,

[0061] 각 압전 필름에 있어서, 압전체층의 분극 방향의 상류 측에 제1 전극이 배치되고, 하류 측에 제2 전극이 배치되며,

[0062] 복수의 압전 필름은 각각, 인접하는 압전 필름과 접착되는 접착부와, 접착부로부터 면방향의 외측을 향하여, 적어도 상기 제1 전극층 및 상기 제1 보호층, 또는, 상기 제2 전극층 및 상기 제2 보호층이 돌출되는, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 갖고,

[0063] 각 압전 필름의 돌출부에는, 각 압전 필름의 제1 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제1 접점, 및, 각 압전 필름의 제2 전극층이 서로 전기적으로 접속되는 제2 접점 중 적어도 일방이 형성되어 있는 적층 압전 소자이다.

[0064] 도 1에, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타낸다.

[0065] 도 1에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름(12a, 12b, 12c)을, 3매, 적층하여, 인접하는 압전 필름을, 접착층(첩착층)(14)으로 첩착한 구성을 갖는다. 각 압전 필름에는, 압전 필름을 신축시키는 구동 전압을 인가하는 전원이 접속된다.

[0066] 또한, 도 1에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름을, 3층, 적층한 것이지만, 본 발명은, 이에 제한은 되지 않는다. 즉, 본 발명의 적층 압전 소자는, 압전 필름을, 복수 층, 적층한 것이면, 압전 필름의 적층수는, 2층이어도 되고, 혹은 4층 이상이어도 된다. 이 점에 관해서는, 후술하는 적층 압전 소자도, 동일하다.

[0067] 도 2에, 압전 필름(12)을 단면도에 의하여 개념적으로 나타낸다. 또한, 도 1에 있어서, 압전 필름(12a, 12b 및 12c)은, 적층 순서 및 상하 방향의 방향이 상이한 것 이외에는 동일한 구성을 가지므로, 이하의 설명에서는, 압전 필름을 구별할 필요가 없는 경우에는, 일괄적으로 압전 필름(12)이라고도 한다.

[0068] 도 2에 나타내는 바와 같이, 압전 필름(12)은, 압전성을 갖는 시트상물인 압전체층(20)과, 압전체층(20)의 일방의 면에 적층되는 제1 전극층(24)과, 제1 전극층(24) 상에 적층되는 제1 보호층(28)과, 압전체층(20)의 타방의

면에 적층되는 제2 전극층(26)과, 제2 전극층(26) 상에 적층되는 제2 보호층(30)을 갖는다. 즉, 압전 필름(12)은, 제1 보호층(28), 제1 전극층(24), 압전체층(20), 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)의 순서로 적층한 구성을 갖는다. 후술하겠지만, 압전 필름(12)(압전체층(20))은, 두께 방향으로 분극되어 있다. 압전 필름(12)의 분극 방향의 상류 측의 전극층 및 보호층을 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)으로 하고, 하류 측의 전극층 및 보호층을 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)으로 한다.

[0069] 압전 필름(12)에 있어서, 압전체층(20)은, 바람직한 양태로서, 도 2에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료로 이루어지는 점탄성 매트릭스(34) 중에, 압전체 입자(36)를 분산시켜 이루어지는 고분자 복합 압전체로 이루어지는 것이다. 또한, 본 명세서에 있어서, "상온"이란, 0~50℃ 정도의 온도역을 가리킨다.

[0070] 여기에서, 고분자 복합 압전체(압전체층(20))는, 다음의 용건을 구비한 것인 것이 바람직하다.

[0071] (i) 가요성

[0072] 예를 들면, 휴대용으로서 신문이나 잡지와 같이 서류 감각으로 느슨하게 구부린 상태로 파지하는 경우, 끊임없이 외부로부터, 수 Hz 이하의 비교적 느린, 큰 굽힘 변형을 받게 된다. 이때, 고분자 복합 압전체가 단단하면, 그만큼 큰 굽힘 응력이 발생하고, 고분자 매트릭스와 압전체 입자의 계면에서 균열이 발생하여, 결국 파괴로 이어질 우려가 있다. 따라서, 고분자 복합 압전체에는 적당한 유연함이 요구된다. 또, 변형 에너지를 열로서 외부로 확산할 수 있으면 응력을 완화할 수 있다. 따라서, 고분자 복합 압전체의 손실 탄젠트가 적당히 클 것이 요구된다.

[0073] 이상을 정리하면, 익사이터로서 이용하는 플렉시블 고분자 복합 압전체는, 20Hz~20kHz의 진동에 대해서는 단단하고, 수 Hz 이하의 진동에 대해서는 부드럽게 거동할 것이 요구된다. 또, 고분자 복합 압전체의 손실 탄젠트는, 20kHz 이하의 모든 주파수의 진동에 대하여, 적당히 클 것이 요구된다.

[0074] 또한, 첩부하는 상대재(진동판)의 강성(경도, 탄성, 스프링 상수)에 맞추어, 적층함으로써, 간편하게 스프링 상수를 조절할 수 있는 것이 바람직하고, 그때, 접착층(14)은 얇으면 얇을수록, 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0075] 일반적으로, 고분자 고체는 점탄성 완화 기구를 갖고 있으며, 온도 상승 혹은 주파수의 저하와 함께 큰 스케일의 분자 운동이 저장 탄성률(영률)의 저하(완화) 혹은 손실 탄성률의 극대(흡수)로서 관측된다. 그중에서도, 비정질 영역의 분자쇄의 마이크로 브라운 운동에 의하여 야기되는 완화는, 주(主)분산이라고 불리며, 매우 큰 완화 현상이 보인다. 이 주분산이 일어나는 온도가 유리 전이점(Tg)이며, 가장 점탄성 완화 기구가 현저하게 나타난다.

[0076] 고분자 복합 압전체(압전체층(20))에 있어서, 유리 전이점이 상온에 있는 고분자 재료, 바꾸어 말하면, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 매트릭스에 이용함으로써, 20Hz~20kHz의 진동에 대해서는 단단하고, 수 Hz 이하의 느린 진동에 대해서는 부드럽게 거동하는 고분자 복합 압전체가 실현된다. 특히, 이 거동이 적합하게 발현하는 등의 점에서, 주파수 1Hz에서의 유리 전이점이 상온, 즉, 0~50℃에 있는 고분자 재료를, 고분자 복합 압전체의 매트릭스에 이용하는 것이 바람직하다.

[0077] 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료로서는, 공지의 각종의 것이 이용 가능하다. 바람직하게는, 상온, 즉 0~50℃에 있어서, 동적 점탄성 시험에 의한 주파수 1Hz에 있어서의 손실 탄젠트 Tan δ의 극댓값이, 0.5 이상 존재하는 고분자 재료를 이용한다.

[0078] 이로써, 고분자 복합 압전체가 외력에 의하여 천천히 구부러졌을 때에, 최대 굽힘 모멘트부에 있어서의 고분자 매트릭스와 압전체 입자의 계면의 응력 집중이 완화되어, 높은 가요성을 기대할 수 있다.

[0079] 또, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료는, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')이, 0℃에 있어서 100MPa 이상, 50℃에 있어서 10MPa 이하인 것이 바람직하다.

[0080] 이로써, 고분자 복합 압전체가 외력에 의하여 천천히 구부러졌을 때에 발생하는 굽힘 모멘트를 저감시킬 수 있음과 동시에, 20Hz~20kHz의 음향 진동에 대해서는 단단하게 거동할 수 있다.

[0081] 또, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료는, 비유전율이 25℃에 있어서 10 이상 존재하면, 보다 적합하다. 이로써, 고분자 복합 압전체에 전압을 인가했을 때에, 고분자 매트릭스 중의 압전체 입자에는 보다 높은 전계가 가해지기 때문에, 큰 변형량을 기대할 수 있다.

[0082] 그러나, 그 반면, 양호한 내습성의 확보 등을 고려하면, 고분자 재료는, 비유전율이 25℃에 있어서 10 이하인

것도, 적합하다.

[0083] 이와 같은 조건을 충족시키는 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료로서는, 사이아노에틸화 폴리바이닐알코올(사이아노에틸화 PVA), 폴리아세트산 바이닐, 폴리바이닐리덴 클로라이드 코아크릴로나이트릴, 폴리스타이렌-바이닐폴리아이소프렌 블록 공중합체, 폴리바이닐메틸케톤, 및 폴리뷰틸메타크릴레이트 등이 예시된다. 또, 이들 고분자 재료로서는, 하이브라 5127(구라레사제) 등의 시판품도, 적합하게 이용 가능하다. 그중에서도, 고분자 재료로서는, 사이아노에틸기를 갖는 재료를 이용하는 것이 바람직하고, 사이아노에틸화 PVA를 이용하는 것이 특히 바람직하다.

[0084] 또한, 이들 고분자 재료는, 1종만을 이용해도 되고, 복수 종을 병용(혼합)하여 이용해도 된다.

[0085] 이와 같은 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 이용하는 점탄성 매트릭스(34)는, 필요에 따라, 복수의 고분자 재료를 병용해도 된다.

[0086] 즉, 점탄성 매트릭스(34)에는, 유전 특성이나 기계 특성의 조절 등을 목적으로 하여, 사이아노에틸화 PVA 등의 점탄성 재료에 더하여, 필요에 따라, 그 외의 유전성 고분자 재료를 첨가해도 된다.

[0087] 첨가 가능한 유전성 고분자 재료로서는, 일례로서 폴리 불화 바이닐리덴, 불화 바이닐리덴-테트라플루오로에틸렌 공중합체, 불화 바이닐리덴-트라이플루오로에틸렌 공중합체, 폴리 불화 바이닐리덴-트라이플루오로에틸렌 공중합체 및 폴리 불화 바이닐리덴-테트라플루오로에틸렌 공중합체 등의 불소계 고분자, 사이안화 바이닐리덴-아세트산 바이닐공중합체, 사이아노에틸셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시사카로스, 사이아노에틸하이드록시셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시풀루란, 사이아노에틸메타크릴레이트, 사이아노에틸아크릴레이트, 사이아노에틸하이드록시에틸셀룰로스, 사이아노에틸아밀로스, 사이아노에틸하이드록시프로필셀룰로스, 사이아노에틸다이하이드록시프로필셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시프로필아밀로스, 사이아노에틸폴리아크릴아마이드, 사이아노에틸폴리아크릴레이트, 사이아노에틸풀루란, 사이아노에틸폴리하이드록시메틸렌, 사이아노에틸글리시돌풀루란, 사이아노에틸사카로스 및 사이아노에틸소비톨 등의 사이아노기 또는 사이아노에틸기를 갖는 폴리머, 및 나이트릴 고무나 클로로프렌 고무 등의 합성 고무 등이 예시된다.

[0088] 그중에서도, 사이아노에틸기를 갖는 고분자 재료는, 적합하게 이용된다.

[0089] 또, 압전체층(20)의 점탄성 매트릭스(34)에 있어서, 사이아노에틸화 PVA 등의 상온에서 점탄성을 갖는 재료에 더하여 첨가되는 유전성 폴리머는, 1종에 한정은 되지 않고, 복수 종을 첨가해도 된다.

[0090] 또, 점탄성 매트릭스(34)에는, 유전성 폴리머 이외에도, 유리 전이점 Tg를 조절할 목적으로, 염화 바이닐 수지, 폴리에틸렌, 폴리스타이렌, 메타크릴 수지, 폴리뷰텐, 및 아이소뷰틸렌 등의 열가소성 수지, 및 페놀 수지, 요소 수지, 멜라민 수지, 알카이드 수지, 및 마이카 등의 열경화성 수지를 첨가해도 된다.

[0091] 또한, 점착성을 향상시킬 목적으로, 로진에스터, 로진, 터펜, 터펜페놀, 및 석유 수지 등의 점착 부여제를 첨가해도 된다.

[0092] 압전체층(20)의 점탄성 매트릭스(34)에 있어서, 사이아노에틸화 PVA 등의 점탄성을 갖는 고분자 재료 이외의 재료를 첨가할 때의 첨가량에는, 특별히 한정은 없지만, 점탄성 매트릭스(34)에 차지하는 비율로 30질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0093] 이로써, 점탄성 매트릭스(34)에 있어서의 점탄성 완화 기구를 저해하지 않고, 첨가하는 고분자 재료의 특성을 발현할 수 있기 때문에, 고유전율화, 내열성의 향상, 압전체 입자(36) 및 전극층과의 밀착성 향상 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0094] 압전체 입자(36)는, 페로브스카이트형 또는 우르자이트(wurtzite)형의 결정 구조를 갖는 세라믹스 입자로 이루어지는 것이다.

[0095] 압전체 입자(36)를 구성하는 세라믹스 입자로서는, 예를 들면 타이타늄산 지르콘산 납(PZT), 타이타늄산 지르콘산 란타넘산 납(PLZT), 타이타늄산 바륨($BaTiO_3$), 산화 아연(ZnO), 및 타이타늄산 바륨과 비스무트 페라이트($BiFe_3$)의 고용체(BFBT) 등이 예시된다.

[0096] 이와 같은 압전체 입자(36)의 입경에는 제한은 없고, 압전 필름(12)의 사이즈, 및 적층 압전 소자(10)의 용도 등에 따라, 적절히 선택하면 된다. 압전체 입자(36)의 입경은, 1~10㎛가 바람직하다.

[0097] 압전체 입자(36)의 입경을 이 범위로 함으로써, 압전 필름(12)이 높은 압전 특성과 플렉시빌리티를 양립할 수

있는 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0098] 또한, 도 2에 있어서는, 압전체층(20) 중의 압전체 입자(36)는, 점탄성 매트릭스(34) 중에, 균일하고 또한 규칙성을 갖고 분산되어 있지만, 본 발명은, 이에 제한은 되지 않는다.

[0099] 즉, 압전체층(20) 중의 압전체 입자(36)는, 바람직하게는 균일하게 분산되어 있으면, 점탄성 매트릭스(34) 중에 불규칙하게 분산되어 있어도 된다.

[0100] 압전 필름(12)에 있어서, 압전체층(20) 중에 있어서의 점탄성 매트릭스(34)와 압전체 입자(36)의 양비에는, 제한은 없고, 압전 필름(12)의 면방향의 크기 및 두께, 적층 압전 소자(10)의 용도, 및 압전 필름(12)에 요구되는 특성 등에 따라, 적절히 설정하면 된다.

[0101] 압전체층(20) 중에 있어서의 압전체 입자(36)의 체적분율은, 30~80%가 바람직하고, 50% 이상이 보다 바람직하며, 따라서, 50~80%로 하는 것이, 더 바람직하다.

[0102] 점탄성 매트릭스(34)와 압전체 입자(36)의 양비를 상기 범위로 함으로써, 높은 압전 특성과 플렉시빌리티를 양립할 수 있는 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0103] 이상의 압전 필름(12)은, 바람직한 양태로서, 압전체층(20)이, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 포함하는 점탄성 매트릭스 중에 압전체 입자를 분산시켜 이루어지는 고분자 복합 압전체층이다. 그러나, 본 발명은, 이에 제한은 되지 않고, 압전 필름의 압전체층으로서는, 공지의 압전 소자에 이용된다, 공지의 각종 압전체층이 이용 가능하다.

[0104] 일례로서, 폴리 불화 바이닐리덴(PVDF) 및 불화 바이닐리덴-테트라플루오로에틸렌 공중합체의 상술한 유전성 고분자 재료로 이루어지는 압전체층, 및 PZT, PLZT, 타이타늄산 바륨, 산화 아연 및 BFBT 등의 상술한 압전체로 이루어지는 압전체층 등이 예시된다.

[0105] 압전 필름(12)에 있어서, 압전체층(20)의 두께에는, 특별히 한정은 없고, 적층 압전 소자(10)의 용도, 적층 압전 소자(10)에 있어서의 압전 필름의 적층수, 압전 필름(12)에 요구되는 특성 등에 따라, 적절히 설정하면 된다.

[0106] 압전체층(20)이 두꺼울수록, 이른바 시트상물의 탄성의 강도 등의 강성 등의 점에서는 유리하지만, 동일한 양만큼 압전 필름(12)을 신축시키기 위하여 필요한 전압(전위차)은 커진다.

[0107] 압전체층(20)의 두께는, 10~300㎛가 바람직하고, 20~200㎛가 보다 바람직하며, 30~150㎛가 더 바람직하다.

[0108] 압전체층(20)의 두께를, 상기 범위로 함으로써, 강성의 확보와 적당한 유연성의 양립 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0109] 도 2에 나타내는 바와 같이, 도시예의 압전 필름(12)은, 이와 같은 압전체층(20)의 일면에, 제1 전극층(24)을 갖고, 그 위에 제1 보호층(28)을 가지며, 압전체층(20)의 타방의 면에, 제2 전극층(26)을 갖고, 그 위에 제2 보호층(30)을 가져 이루어지는 구성을 갖는다. 여기에서, 제2 전극층(26)과 제1 전극층(24)이 전극쌍을 형성한다.

[0110] 또한, 압전 필름(12)은, 이들 층에 더하여, 예를 들면, 측면 등의 압전체층(20)이 노출되는 영역을 덮어, 쇼트 등을 방지하는 절연층 등을 갖고 있어도 된다.

[0111] 즉, 압전 필름(12)은, 압전체층(20)의 양면을 전극쌍, 즉, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로 협지하고, 이 적층체를, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)으로 협지하여 이루어지는 구성을 갖는다.

[0112] 이와 같이, 압전 필름(12)에 있어서, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로 협지된 영역은, 인가된 전압에 따라 신축된다.

[0113] 또한, 상술한 바와 같이, 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28), 및, 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)은, 압전체층(20)의 분극 방향에 따라 명칭을 붙이고 있는 것이다. 따라서, 제1 전극층(24)과 제2 전극층(26), 및, 제1 보호층(28)과 제2 보호층(30)은 기본적으로 동일한 구성을 갖는다.

[0114] 압전 필름(12)에 있어서, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)은, 제2 전극층(26) 및 제1 전극층(24)을 피복함과 함께, 압전체층(20)에 적당한 강성과 기계적 강도를 부여하는 역할을 담당하고 있다. 즉, 압전 필름(12)에 있어서, 점탄성 매트릭스(34)와 압전체 입자(36)로 이루어지는 압전체층(20)은, 느린 굽힘 변형에 대해서는, 매우 우수한 가요성을 나타내는 한편으로, 용도에 따라서는, 강성이나 기계적 강도가 부족한 경우가 있다. 압전 필름

(12)은, 그것을 보완하기 위하여 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)이 마련된다.

[0115] 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)에는, 제한은 없고, 각종 시트상물이 이용 가능하며, 일례로서, 각종 수지 필름이 적합하게 예시된다.

[0116] 그중에서도, 우수한 기계적 특성 및 내열성을 갖는 등의 이유에 의하여, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 폴리카보네이트(PC), 폴리페닐렌설파이트(PPS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리에터이미드(PEI), 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 트라이아세틸셀룰로스(TAC), 및 환상 올레핀계 수지 등으로 이루어지는 수지 필름이, 적합하게 이용된다.

[0117] 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께에도, 제한은 없다. 또, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께는, 기본적으로 동일하지만, 상이해도 된다.

[0118] 여기에서, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 강성이 과도하게 높으면, 압전체층(20)의 신축을 구속할뿐만 아니라, 가요성도 저해된다. 그 때문에, 기계적 강도나 시트상물로서의 양호한 핸들링성이 요구되는 경우를 제외하면, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)은, 얇을수록 유리하다.

[0119] 압전 필름(12)에 있어서는, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께가, 압전체층(20)의 두께의 2배 이하이면, 강성의 확보와 적당한 유연성의 양립 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0120] 예를 들면, 압전체층(20)의 두께가 50㎛이며 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)이 PET로 이루어지는 경우, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께는, 100㎛ 이하가 바람직하고, 50㎛ 이하가 보다 바람직하며, 25㎛ 이하가 더 바람직하다.

[0121] 압전 필름(12)에 있어서, 압전체층(20)과 제1 보호층(28)의 사이에는 제1 전극층(24)이, 압전체층(20)과 제2 보호층(30)의 사이에는 제2 전극층(26)이, 각각 형성된다. 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)은, 압전체층(20)(압전 필름(12))에 전압을 인가하기 위하여 마련된다.

[0122] 본 발명에 있어서, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 형성 재료에는 제한은 없고, 각종 도전체가 이용 가능하다. 구체적으로는, 탄소, 팔라듐, 철, 주석, 알루미늄, 니켈, 백금, 금, 은, 구리, 타이타늄, 크로뮴 및 몰리브데넘 등의 금속, 이들의 합금, 이들의 금속 및 합금의 적층체 및 복합체, 및 산화 인듐 주석 등이 예시된다. 그중에서도, 구리, 알루미늄, 금, 은, 백금, 및 산화 인듐 주석은, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로서 적합하게 예시된다.

[0123] 또, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 형성 방법에도 제한은 없고, 진공 증착 및 스퍼터링 등의 기상 퇴적법(진공 성막법)이나 도금에 의한 성막이나, 상기 재료로 형성된 박을 첩착하는 방법 등, 공지의 방법이, 각종, 이용 가능하다.

[0124] 그중에서도 특히, 압전 필름(12)의 가요성을 확보할 수 있는 등의 이유에서, 진공 증착에 의하여 성막된 구리 및 알루미늄 등의 박막은, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로서, 적합하게 이용된다. 그중에서도 특히, 진공 증착에 의한 구리의 박막은, 적합하게 이용된다.

[0125] 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 두께에는, 제한은 없다. 또, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 두께는, 기본적으로 동일하지만, 상이해도 된다.

[0126] 여기에서, 상술한 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)과 동일하게, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 강성이 과도하게 높으면, 압전체층(20)의 신축을 구속할뿐만 아니라, 가요성도 저해된다. 그 때문에, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)은, 전기 저항이 과도하게 높아지지 않는 범위이면, 얇을수록 유리하다.

[0127] 압전 필름(12)에 있어서는, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 두께와, 영률의 곱이, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께와 영률의 곱을 하회하면, 가요성을 크게 저해하는 경우가 없기 때문에, 적합하다.

[0128] 예를 들면, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)이 PET(영률: 약 6.2GPa)이고, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)이 구리(영률: 약 130GPa)로 이루어지는 조합인 경우, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께가 25㎛라고 하면, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 두께는, 1.2㎛ 이하가 바람직하고, 0.3㎛ 이하가 보다 바람직하며, 그중에서도 0.1㎛ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0129] 상술한 바와 같이, 압전 필름(12)은, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 포함하는 점탄성 매트릭스(34)에 압전체 입자(36)를 분산시켜 이루어지는 압전체층(20)을, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로 협지하고, 또

한 이 적층체를, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)을 협지하여 이루어지는 구성을 갖는다.

[0130] 이와 같은 압전 필름(12)은, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 손실 탄젠트(Tanδ의 극댓값이 상온에 존재하는 것이 바람직하고, 0.1 이상이 되는 극댓값이 상온에 존재하는 것이 보다 바람직하다.

[0131] 이로써, 압전 필름(12)이 외부로부터 수 Hz 이하의 비교적 느린, 큰 굽힘 변형을 받았다고 해도, 변형 에너지를 효과적으로 열로서 외부로 확산할 수 있기 때문에, 고분자 매트릭스와 압전체 입자의 계면에서 균열이 발생하는 것을 방지할 수 있다.

[0132] 압전 필름(12)은, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')이, 0℃에 있어서 10~30GPa, 50℃에 있어서 1~10GPa인 것이 바람직하다.

[0133] 이로써, 상온에서 압전 필름(12)이 저장 탄성률(E')에 큰 주파수 분산을 가질 수 있다. 즉, 20Hz~20kHz의 진동에 대해서는 단단하고, 수 Hz 이하의 진동에 대해서는 부드럽게 거동할 수 있다.

[0134] 또, 압전 필름(12)은, 두께와 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')의 곱이, 0℃에 있어서 1.0×10^{6}~2.0×10^{6}N/m, 50℃에 있어서 1.0×10^{5}~1.0×10^{6}N/m인 것이 바람직하다.

[0135] 이로써, 압전 필름(12)이 가요성 및 음향 특성을 저해하지 않는 범위에서, 적당한 강성과 기계적 강도를 구비할 수 있다.

[0136] 또한, 압전 필름(12)은, 동적 점탄성 측정으로부터 얻어진 마스터 커브에 있어서, 25℃, 주파수 1kHz에 있어서의 손실 탄젠트(Tanδ가, 0.05 이상인 것이 바람직하다.

[0137] 이로써, 압전 필름(12)을 이용한 스피커의 주파수 특성이 평활해져, 스피커의 곡률의 변화에 따라 최저 공진 주파수 f_0이 변화했을 때의 음질의 변화량도 작게 할 수 있다.

[0138] 이하, 도 3~도 7을 참조하여, 압전 필름(12)의 제조 방법의 일례를 설명한다.

[0139] 먼저, 도 3에 나타내는 바와 같이, 제1 보호층(28) 위에 제1 전극층(24)이 형성된 시트상물(11a)을 준비한다. 이 시트상물(11a)은, 제1 보호층(28)의 표면에, 진공 증착, 스퍼터링, 및 도금 등에 의하여, 제1 전극층(24)으로서 구리박막 등을 형성하여 제작하면 된다.

[0140] 제1 보호층(28)이 매우 얇고, 핸들링성이 나쁠 때 등은, 필요에 따라, 세퍼레이터(가지지체) 부착 제1 보호층(28)을 이용해도 된다. 또한, 세퍼레이터로서는, 두께 25~100μm의 PET 등을 이용할 수 있다. 세퍼레이터는, 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)을 열압착한 후, 제1 보호층(28)에 어떠한 부재를 적층하기 전에, 제거하면 된다.

[0141] 한편, 유기 용매에, 사이아노에틸화 PVA 등의 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 용해하고, 또한 PZT 입자 등의 압전체 입자(36)를 첨가하며, 교반하여 분산하여 이루어지는 도료를 조제한다. 이하의 설명에서는, 사이아노에틸화 PVA 등의 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를, "점탄성 재료"라고도 한다.

[0142] 유기 용매에는 제한은 없고, 다이메틸폼아마이드(DMF), 메틸에틸케톤, 사이클로헥산온 등의 각종 유기 용매가 이용 가능하다.

[0143] 시트상물(11a)을 준비하고, 또한 도료를 조제하면, 이 도료를 시트상물(11a)에 캐스팅(도포)하여, 유기 용매를 증발시켜 건조한다. 이로써, 도 4에 나타내는 바와 같이, 제1 보호층(28) 위에 제1 전극층(24)을 갖고, 제1 전극층(24) 위에 압전체층(20)을 형성하여 이루어지는 적층체(11b)를 제작한다.

[0144] 이 도료의 캐스팅 방법에는, 특별히, 한정은 없고, 슬라이드 코터 및 닥터 나이프 등의 공지의 도포 방법(도포 장치)이, 모두, 이용 가능하다.

[0145] 또한, 점탄성 재료가 사이아노에틸화 PVA와 같이 가열 용융 가능한 것이면, 점탄성 재료를 가열 용융하여, 이에 압전체 입자(36)를 첨가/분산하여 이루어지는 용융물을 제작하고, 압출 성형 등에 의하여, 도 3에 나타내는 시트상물(11a) 위에 시트상으로 압출하여, 냉각함으로써, 도 4에 나타내는 바와 같은, 제1 보호층(28) 위에 제1 전극층(24)을 가지며, 제1 전극층(24) 위에 압전체층(20)을 형성하여 이루어지는 적층체(11b)를 제작해도 된다.

[0146] 상술한 바와 같이, 압전 필름(12)에 있어서, 점탄성 매트릭스(34)에는, 사이아노에틸화 PVA 등의 점탄성 재료 이외에도, PVDF 등의 고분자 압전 재료를 첨가해도 된다.

[0147] 점탄성 매트릭스(34)에, 이들 고분자 압전 재료를 첨가할 때에는, 상술한 도료에 첨가하는 고분자 압전 재료를

용해하면 된다. 또는, 상술한 가열 용융한 점탄성 재료에, 첨가하는 고분자 압전 재료를 첨가하여 가열 용융하면 된다.

[0148] 제1 보호층(28) 위에 제1 전극층(24)을 갖고, 제1 전극층(24) 위에 압전체층(20)을 형성하여 이루어지는 적층체(11b)를 제작하면, 압전체층(20)의 분극 처리(폴링)를 행한다.

[0149] 압전체층(20)의 분극 처리의 방법에는, 제한은 없고, 공지의 방법이 이용 가능하다. 바람직한 분극 처리의 방법으로서, 도 5 및 도 6에 나타내는 방법이 예시된다.

[0150] 이 방법에서는, 도 5 및 도 6에 나타내는 바와 같이, 적층체(11b)의 압전체층(20)의 상면(20a) 위에, 간격(g)을 예를 들면 1㎜ 두고, 이 상면(20a)을 따라 이동 가능한 봉상 혹은 와이어상의 코로나 전극(40)을 마련한다. 그리고, 이 코로나 전극(40)과 제1 전극층(24)을 직류 전원(42)에 접속한다.

[0151] 또한, 적층체(11b)를 가열 유지하는 가열 수단, 예를 들면 핫플레이트를 준비한다.

[0152] 그 후에, 압전체층(20)을, 가열 수단에 의하여, 예를 들면 온도 100℃로 가열 유지한 상태에서, 직류 전원(42)으로부터 제1 전극층(24)과 코로나 전극(40)의 사이에, 수 kV, 예를 들면 6kV의 직류 전압을 인가하여 코로나 방전을 발생시킨다. 또한, 간격(g)을 유지한 상태에서, 압전체층(20)의 상면(20a)을 따라, 코로나 전극(40)을 이동(주사)하여, 압전체층(20)의 분극 처리를 행한다.

[0153] 이로써, 압전체층(20)은 두께 방향으로 분극된다. 이 분극 처리에 의한, 제1 전극층(24) 측을 분극 방향의 상류측으로 한다.

[0154] 이와 같은 코로나 방전을 이용하는 분극 처리에 있어서, 코로나 전극(40)의 이동은, 공지의 봉상물의 이동 수단을 이용하면 된다. 이하의 설명에서는, 편의적으로, 코로나 방전을 이용하는 분극 처리를 코로나 폴링 처리라고도 한다.

[0155] 또, 코로나 폴링 처리에서는, 코로나 전극(40)을 이동하는 방법에도, 제한 없다. 즉, 코로나 전극(40)을 고정하고, 적층체(11b)를 이동시키는 이동 기구를 마련하여, 이 적층체(11b)를 이동시켜 분극 처리를 해도 된다. 이 적층체(11b)의 이동도, 공지의 시트상물의 이동 수단을 이용하면 된다.

[0156] 또, 분극 처리는, 코로나 폴링 처리에 제한은 되지 않고, 분극 처리를 행하는 대상에, 직접, 직류 전계를 인가하는, 통상의 전계 폴링도 이용 가능하다. 단, 이 통상의 전계 폴링을 행하는 경우에는, 분극 처리 전에, 제2 전극층(26)을 형성할 필요가 있다.

[0157] 이와 같이 하여 적층체(11b)의 압전체층(20)의 분극 처리를 행하는 한편, 제2 보호층(30) 위에 제2 전극층(26)이 형성된 시트상물(11c)을, 준비한다. 이 시트상물(11c)은, 제2 보호층(30)의 표면에, 진공 증착, 스퍼터링, 도금 등에 의하여 제2 전극층(26)으로서 구리박막 등을 형성하여, 제작하면 된다.

[0158] 이어서, 도 7에 나타내는 바와 같이, 제2 전극층(26)을 압전체층(20)을 향하게 하여, 시트상물(11c)을, 압전체층(20)의 분극 처리를 종료한 적층체(11b)에 적층한다.

[0159] 또한, 이 적층체(11b)와 시트상물(11c)의 적층체를, 제2 보호층(30)과 제1 보호층(28)으로 협지하도록 하여, 가열 프레스 장치나 가열 롤러쌍 등으로 열압착한다. 그 후, 원하는 형상으로 재단되어, 돌출부(15)를 갖는 압전 필름(12)이 제작된다.

[0160] 또한, 여기까지의 공정은, 시트상이 아니어도, 웨브상, 즉 시트가 길게 연결된 상태로 권취된 것 이용하여 행하는 것도 가능하다. 적층체(11b)와 시트상물(11c)이 함께, 웨브상으로, 상술한 바와 같이 열압착하는 것도 가능하다. 그 경우, 압전 필름(12)은 이 시점에서는 웨브상으로 제작된다.

[0161] 또, 적층체(11b)와 시트상물(11c)을 첩합할 때에, 특수한 풀층을 마련해도 된다. 예를 들면, 시트상(11c)의 제2 전극층(26)의 면에 풀층을 마련해도 된다. 가장 적합한 풀층은 점탄성 매트릭스(34)와 동일한 소재이다. 동일한 소재를 제2 전극층(26)의 면에 도포하여, 첩합하는 것도 가능하다.

[0162] 상술한 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 이와 같은 압전 필름(12)을 적층하여, 접착층(14)으로 첩착한 구성을 갖는다. 여기에서, 도 1에 나타내는 예에서는, 압전체층(20)에 붙인 화살표로 나타내는 바와 같이, 인접하는 압전 필름(12)에 있어서의 분극 방향이 서로 반대이다. 도 1에 나타내는 예에서는, 적층 압전 소자(10)는, 인접하는 압전 필름(12)의 분극 방향을 서로 반대로 하여, 3층의 압전 필름(12)을 적층하고, 인접하는 압전 필름(12)을 접착층(14)으로 첩착한 구성을 갖는다.

[0163] 구체적으로는, 도 1에 나타내는 예에서는, 도 1 중 상측의 1층째의 압전 필름(12a)은, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 하향이 되어 있다. 따라서, 도 1 중 상측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 1 중 하측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다. 또, 1층째의 압전 필름(12a)의 제2 보호층(30) 측의 면에 인접하여 배치되는 2층째의 압전 필름(12b)은, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 상향이 되어 있다. 따라서, 도 1 중 하측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 1 중 상측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다. 또, 2층째의 압전 필름(12b)의 제1 보호층(28) 측의 면에 인접하여 배치되는 3층째의 압전 필름(12c)은, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 하향이 되어 있다. 따라서, 도 1 중 상측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 1 중 하측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다.

[0164] 여기에서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 각 압전 필름은, 인접하는 압전 필름과 접착되는 접착부와, 접착부로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 갖는다.

[0165] 도 1에 나타내는 예에서는, 1층째의 압전 필름(12a)과 2층째의 압전 필름(12b)은, 도 1 중 좌측의 단부 이외의 영역이 접착층(14)에 의하여 접착되어 있으며, 도 1 중 좌측의 단부의 영역은 접착되어 있지 않다. 이하의 설명에서는, 각 압전 필름의, 인접하는 압전 필름과 접착된 영역을 접착부(13)라고 하고, 접착되어 있지 않은 영역을 돌출부(15)라고 한다. 돌출부(15)는, 접착부(13)로부터, 압전 필름의 주면의 면방향의 외측으로 돌출한 영역이라고 할 수 있다.

[0166] 동일하게, 2층째의 압전 필름(12b)과 3층째의 압전 필름(12c)은, 도 1 중 좌측의 단부 이외의 영역이 접착층(14)에 의하여 접착되어 있으며, 도 1 중 좌측의 단부의 영역은 접착되어 있지 않다.

[0167] 각 압전 필름의 돌출부(15)에는, 전기 접점이 마련된다. 도 1에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부(15)에 있어서, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 형성되어 있으며, 또, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 형성되어 있다. 제1 보호층(28)에 구멍부(28a)가 형성됨으로써 제1 전극부(24)가 표출된다. 또, 돌출부(15)는 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않다. 따라서, 이 구멍부(28a) 내의 제1 전극층(24)에 배선 등이 접속 가능해진다. 이하, 구멍부(28a)(구멍부(28a) 내의 제1 전극층(24))를 제1 접점이라고도 한다. 동일하게, 제2 보호층(30)에 구멍부(30a)가 형성됨으로써 제2 전극부(26)가 표출된다. 또, 돌출부(15)는 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않다. 따라서, 이 구멍부(30a) 내의 제2 전극층(26)에 배선 등이 접속 가능해진다. 이하, 구멍부(30a)(구멍부(30a) 내의 제2 전극층(26))를 제2 접점이라고도 한다.

[0168] 도 1에 나타내는 예에서는, 1층째의 압전 필름(12a)은 제1 전극층(24) 측이 도 1 중 상측이 되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 제1 접점(28a), 하측의 면에 제2 접점(30a)을 갖는다. 2층째의 압전 필름(12b)은, 제1 전극층(24) 측이 도 1 중 하측이 되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 제2 접점(30a), 하측의 면에 제1 접점(28a)을 갖는다. 3층째의 압전 필름(12c)은 제1 전극층(24) 측이 도 1 중 상측이 되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 제1 접점(28a), 하측의 면에 제2 접점(30a)을 갖는다. 또한, 상술한 설명에 있어서의 상하 방향은, 도 1에 있어서의 상하 방향에 대응하는 것이며, 도면 중 상측의 압전 필름을 1층째의 압전 필름으로 하고, 1층째의 압전 필름 측을 상측으로 한다. 이 점은 이하의 설명에 있어서도 동일하다.

[0169] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서는, 각 압전 필름의 돌출부(15)에 마련된 제1 접점(28a)끼리가 서로 접속되고, 또, 제2 접점(30a)끼리가 서로 접속된다. 또한, 도 1에 나타내는 예에서는, 제1 접점(28a)이 플러스에 접속되고, 제2 접점(30a)이 마이너스에 접속되는 것으로서 도시했지만, 제1 접점(28a)이 전원의 동일한 극성에 접속되며, 또, 제2 접점(30a)끼리가 전원 중 타방의 동일한 극성에 접속되는 것을 나타내는 것이다. 예를 들면, 교류 전원에 접속되는 경우에는, 모든 제1 접점(28a)이 교류 전원 중 일방의 극성에 접속되고, 모든 제2 접점(30a)이 교류 전원 중 타방의 극성에 접속된다.

[0170] 제1 접점(28a) 및 제2 접점(30a)을 통하여, 각 압전 필름(12)의 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)에는, 압전 필름(12)을 신축시키는 구동 전압을 인가하는 전원이 접속된다.

[0171] 전원에는, 제한은 없고, 직류 전원이어도 되며 교류 전원이어도 된다. 또, 구동 전압도, 각 압전 필름의 압전체층(20)의 두께 및 형성 재료 등에 따라, 각 압전 필름을 적정하게 구동할 수 있는 구동 전압을, 적절히 설정하면 된다.

[0172] 상술한 바와 같이 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지한 압전 필름을 적층한 경우에는, 압전 필름의 압전체층의 분극의 방향 및 전극의 극성의 방향에 따라, 적층 압전 소자의 출력이 저하되거나 전체적으로 변형하지 않

는 경우가 있었다. 구체적으로는, 예를 들면, 2개의 압전 필름이 분극 방향이 반대가 되도록 적층된 경우에, 동일한 측의 전극층끼리를 접속하면, 전압을 인가했을 때에, 있는 위상에 있어서, 일방의 압전 필름은 수축하고, 타방의 압전 필름은 신장한다. 즉, 2개의 압전 필름의 신축의 거동이 역위상(逆位相)이 되어 버린다. 그 때문에, 압전 필름의 신축이 서로 적어져, 적층 압전 소자 전체적으로서의 변형이 적게 되어 버린다.

[0173] 또, 이와 같은 압전 필름은, 전극층이 과도하게 두꺼우면, 압전체층의 변형이 저해되어 출력이 저하되기 때문에, 전극층은 매우 얇게 형성된다. 얇은 전극층으로 압전체층을 협지한 구성으로 하기 위하여, 상술한 바와 같이, 압전 필름을 제작할 때에는, 전극층은 지지체가 되는 보호층 상에 형성된 상태로 제공된다. 그 때문에, 압전 필름의 양 주면의 최외층은 보호층이 되어, 전극층에 대한 전기 접점을 확보하는 것이 어렵다는 문제가 있었다.

[0174] 예를 들면, 각 압전 필름으로부터 전극층만을 인출하는 것이 생각되지만, 상술한 바와 같이 압전 필름에 있어서, 전극층은 매우 얇기 때문에, 전극층만을 압전 필름으로부터 인출하는 것은 어렵다.

[0175] 이에 대하여, 본 발명의 적층 압전 소자는, 각 압전 필름에 있어서, 압전체층(20)의 분극 방향의 상류 측에 제1 전극(24)이 배치되고, 하류 측에 제2 전극(26)이 배치되며, 각 압전 필름은, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 갖고, 각 압전 필름의 돌출부(15)에는, 각 압전 필름의 제1 전극층(24)이 서로 전기적으로 접속되는 제1 접점(28a), 및, 각 압전 필름의 제2 전극층(26)이 서로 전기적으로 접속되는 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0176] 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 마련하고, 돌출부(15)에 제1 접점(28a) 및 제2 접점(30a)을 마련함으로써, 제1 전극층(24)끼리, 및, 제2 전극층(26)끼리를 용이하게 접속할 수 있다.

[0177] 또, 각 압전 필름의 분극 방향과, 전극층의 극성의 관계를 모든 압전 필름으로 동일하게 함으로써, 각 압전 필름에 동위상의 전압을 인가할 수 있다. 즉, 적층 압전 소자에 전압을 인가했을 때에, 모든 압전 필름의 신축의 거동이 동위상이 된다. 그 때문에, 각 압전 필름의 신축을 서로 강하게 할 수 있어, 적층 압전 소자 전체로서의 변형(출력)을 크게 할 수 있다. 즉, 높은 압전 특성이 얻어진다.

[0178] 또, 본 발명에 있어서, 각 압전 필름은, 보호층을 갖고 있다. 예를 들면, 돌출부(15)의 보호층에 구멍부를 마련하여 전기 접점을 형성하는 것이 유리한 점으로서 이하의 점을 들 수 있다. 분극 방향이 인접하는 층으로 반대 방향이 되는 경우에는, 동일한 전기 극성의 접점이 대향해진다. 그 때문에, 필요한 접점 이외의 부분이 보호층에 의하여 절연되어 있음으로써, 접점 부분만 어긋나게 하면 보호층끼리가 접촉하게 되어, 절연 처리가 불필요해진다는 메리트가 있다. 또, 분극 방향이 인접하는 층에서 동일한 방향이 되는 경우에는, 상이한 전기 극성의 전극층이 대향하게 되지만 보호층이 있기 때문에, 절연 처리가 불필요해진다.

[0179] 본 발명에 있어서, 접착층(14)은, 인접하는 압전 필름(12)을 첩착 가능하면, 공지의 것이, 각종, 이용 가능하다.

[0180] 따라서, 접착층(14)은, 첩합할 때에는 유동성을 갖고, 그 후, 고체가 되는, 접착제로 이루어지는 층이어도 되며, 첩합할 때에 젤상(고무상)의 부드러운 고체이고, 그 후도 젤상의 상태가 변화하지 않는, 점착제로 이루어지는 층이어도 되며, 접착제와 점착제의 양방의 특징을 가진 재료로 이루어지는 층이어도 된다.

[0181] 여기에서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 적층한 복수 매의 압전 필름을 신축시킴으로써, 예를 들면 후술하는 바와 같이 진동판(50)을 진동시켜, 소리를 발생시킨다. 따라서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 각 압전 필름의 신축이, 직접적으로 전달되는 것이 바람직하다. 압전 필름의 사이에, 진동을 완화하는 것 같은 점성을 갖는 물질이 존재하면, 압전 필름의 신축의 에너지의 전달 효율이 낮아져 버려, 적층 압전 소자(10)의 구동 효율이 저하해 버린다.

[0182] 이 점을 고려하면, 접착층(14)은, 점착제로 이루어지는 점착제층보다, 고체이고 단단한 접착층(14)이 얻어지는, 접착제로 이루어지는 접착제층인 것이 바람직하다. 보다 바람직한 접착층(14)으로서는, 구체적으로는, 폴리에스터계 접착제 및 스타이렌·뷰타다이엔 고무(SBR)계 접착제 등의 열가소 타입의 접착제로 이루어지는 첩착층이 적합하게 예시된다.

[0183] 접착은, 점착과는 달리, 높은 접착 온도를 요구할 때에 유용하다. 또, 열가소 타입의 접착제는 "비교적 저온, 단시간, 및 강접착"을 겸비하고 있어 적합하다.

[0184] 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 접착층(14)의 두께에는 제한은 없고, 접착층(14)의 형성 재료에 따라,

충분한 첩착력(접착력, 점착력)을 발현할 수 있는 두께를, 적절히 설정하면 된다.

[0185] 여기에서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 접착층(14)이 얇은 편이, 압전체층(20)의 신축 에너지(진동 에너지)의 전달 효과를 높게 하여, 에너지 효율을 높게 할 수 있다. 또, 접착층(14)이 두껍고 강성이 높으면, 압전 필름의 신축을 구속할 가능성도 있다. 또한, 후술하겠지만, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 인접하는 압전 필름(12)끼리가 쇼트할 우려가 없기 때문에, 접착층(14)을 얇게 할 수 있다.

[0186] 이 점을 고려하면, 접착층(14)은, 압전체층(20)보다 얇은 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 접착층(14)은, 단단하고, 얇은 것이 바람직하다.

[0187] 구체적으로는, 접착층(14)의 두께는, 첩착 후의 두께로 0.1~50㎛가 바람직하고, 0.1~30㎛가 보다 바람직하며, 0.1~10㎛가 더 바람직하다.

[0188] 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서는, 접착층(14)의 스프링 상수가 높으면 압전 필름(12)의 신축을 구속할 가능성이 있다. 따라서, 접착층(14)의 스프링 상수는 압전 필름(12)의 스프링 상수와 동등하거나, 그 이하인 것이 바람직하다. 또한, 스프링 상수는, "두께×영률"이다.

[0189] 구체적으로는, 접착층(14)의 두께와, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')의 곱이, 0℃에 있어서 2.0×10^{6}N/m 이하, 50℃에 있어서 1.0×10^{6}N/m 이하인 것이 바람직하다.

[0190] 또, 첩착층의 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 내부 손실이, 점착제로 이루어지는 접착층(14)의 경우에는 25℃에 있어서 1.0 이하, 접착제로 이루어지는 접착층(14)의 경우에는 25℃에 있어서 0.1 이하인 것이 바람직하다.

[0191] 이와 같은 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 일례로서 도 8에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 접착층(52)에 의하여 진동판(50)에 접착되어, 진동판(50)으로부터 소리를 발생하기 위한, 익사이터로서 이용된다. 바꾸어 말하면, 진동판(50)과 적층 압전 소자(10)는, 첩착층(52)을 개재하여, 서로 접촉하여 고정되어 있으며, 적층 압전 소자(10)는, 진동판(50)으로부터 소리를 발생시키기 위한, 익사이터로서 작용한다. 즉, 도 8에는, 본 발명의 적층 압전 소자(10)를 갖는 본 발명의 전기 음향 변환기의 일례가 나타난다.

[0192] 상술한 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 복수 층이 적층되는 압전 필름을 구성하는 압전체층(20)은, 점탄성 매트릭스(34)에 압전체 입자(36)를 분산시켜 이루어지는 것이다. 또, 압전체층(20)을 두께 방향에서 사이에 두도록, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)이 마련된다.

[0193] 이와 같은 압전체층(20)을 갖는 압전 필름의 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)에 전압을 인가하면, 인가한 전압에 따라 압전체 입자(36)가 분극 방향으로 신축한다. 그 결과, 압전 필름(압전체층(20))이 두께 방향으로 수축한다. 동시에, 푸아송비의 관계로, 압전 필름은, 면방향으로도 신축한다.

[0194] 이 신축은, 0.01~0.1% 정도이다.

[0195] 상술한 바와 같이, 압전체층(20)의 두께는, 바람직하게는 10~300㎛ 정도이다. 따라서, 두께 방향의 신축은, 최대여도 0.3㎛ 정도로 매우 작다.

[0196] 이에 대하여, 압전 필름 즉 압전체층(20)은, 면방향으로는, 두께보다 훨씬 큰 사이즈를 갖는다. 따라서, 예를 들면 압전 필름의 길이가 20㎝이면, 전압의 인가에 의하여, 최대로 0.2㎜ 정도, 압전 필름은 신축한다.

[0197] 상술한 바와 같이, 진동판(50)은, 접착층(52)에 의하여 적층 압전 소자(10)에 첩착되어 있다. 따라서, 압전 필름의 신축에 의하여, 진동판(50)은 휘고, 그 결과, 진동판(50)은, 두께 방향으로 진동한다.

[0198] 이 두께 방향의 진동에 의하여, 진동판(50)은, 소리를 발한다. 즉, 진동판(50)은, 압전 필름에 인가한 전압(구동 전압)의 크기에 따라 진동하여, 압전 필름에 인가한 구동 전압에 따른 소리를 발생한다.

[0199] 여기에서, PVDF 등의 고분자 재료로 이루어지는 일반적인 압전 필름은, 분극 처리 후에 일축 방향으로 연신 처리함으로써, 연신 방향에 대하여 분자쇄가 배향하고, 결과적으로 연신 방향으로 큰 압전 특성이 얻어지는 것이 알려져 있다. 그 때문에, 일반적인 압전 필름은, 압전 특성에 면내 이방성을 갖고, 전압이 인가된 경우의 면방향의 신축량에 이방성이 있다.

[0200] 이에 대하여, 점탄성 매트릭스 중에 압전체 입자를 분산하여 이루어지는 고분자 복합 압전체를 갖는 압전 필름은 분극 처리 후에 연신 처리를 하지 않아도 큰 압전 특성이 얻어지기 때문에, 압전 특성에 면내 이방성이 없고, 면방향에서는 전체 방향으로 등방적으로 신축한다. 즉, 압전 필름은, 등방적으로 2차원적으로 신축한다.

이와 같은 등방적으로 2차원적으로 신축하는 압전 필름을 적층한 적층 압전 소자(10)는, 일방향으로밖에 크게 신축하지 않는 PVDF 등의 일반적인 압전 필름을 적층한 경우에 비하여, 큰 힘으로 진동판(50)을 진동할 수 있어, 보다 크고, 또한 아름다운 소리를 발생할 수 있다.

[0201] 상술한 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자는, 이와 같은 압전 필름을, 복수 매, 적층한 것이다.

[0202] 그 때문에, 1매마다의 압전 필름의 강성이 낮고, 신축력은 작아도, 압전 필름을 적층함으로써, 강성이 높아져, 적층 압전 소자(10)로서의 신축력은 커진다. 그 결과, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 진동판(50)이 어느 정도의 강성을 갖는 것이어도, 큰 힘으로 진동판(50)을 충분히 휘게 하고, 두께 방향으로 진동판(50)을 충분히 진동시켜, 진동판(50)에 소리를 발생시킬 수 있다.

[0203] 또, 압전체층(20)이 두꺼운 편이, 압전 필름의 신축력은 커지지만, 그만큼, 동일한 양, 신축시키는 데 필요한 구동 전압은 커진다. 여기에서, 상술한 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 바람직한 압전체층(20)의 두께는, 최대여도 300 μm 정도이므로, 개개의 압전 필름에 인가하는 전압이 작아도, 충분히, 압전 필름을 신축시키는 것이 가능하다.

[0204] 본 발명의 적층 압전 소자를 이용하는 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 적층 압전 소자(10)와 진동판(50)을 첩착하는 첩착층(52)에는, 제한은 없고, 공지의 각종 점착제 및 접착제가 이용 가능하다.

[0205] 일례로서 상술한 첩착층(14)과 동일한 것이 예시된다. 바람직한 첩착층(52)(첩착제)도, 첩착층(14)과 동일하다.

[0206] 본 발명의 적층 압전 소자를 이용하는 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)에도, 제한은 없고, 각종 물품이 이용 가능하다.

[0207] 진동판(50)으로서는, 일례로서 수지제의 판 및 유리판 등의 판재, 간판 등의 광고 고지 매체, 테이블, 화이트보드 및 투영용 스크린 등의 오피스 기기 및 가구, 유기 일렉트로 루미네선스(OLED(Organic Light Emitting Diode) 디스플레이 및 액정 디스플레이 등의 표시 디바이스, 콘솔, A 필러, 천장 및 범퍼 등 자동차 등의 차량의 부재, 및 주택의 벽 등의 건재 등이 예시된다.

[0208] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)를 첩착하는 진동판(50)은, 가요성을 갖는 것이 바람직하고, 권취 가능한 것이 보다 바람직하다.

[0209] 가요성을 갖는 진동판(50)으로서는, 플렉시블 디스플레이 패널 등의 가요성을 갖는 패널상의 표시 디바이스가, 특히 적합하게 예시된다. 또, 표시 디바이스도, 권취 가능한 것이, 보다 바람직하다.

[0210] 여기에서, 본 발명의 전기 음향 변환기는, 진동판(50)이 권취되었을 때에, 적층 압전 소자(10)가 진동판(50)으로부터 박리되는 경우가 없도록, 진동판(50)의 두루마리의 곡률에 따라, 적층 압전 소자(10)도 진동판(50)과 함께 구부러지는 것인 것이 바람직하다. 또한, 압전 필름(12)은, 적합한 가요성을 가지므로, 본 발명의 적층 압전 소자(10)도, 기본적으로, 양호한 가요성을 발현한다.

[0211] 이때에 있어서, 진동판(50)의 두루마리의 곡률은, 기본적으로 특정 곡률이지만, 진동판(50)의 두루마리의 곡률은, 가변이어도 된다.

[0212] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 표시 디바이스를 진동판(50)으로 할 때에는, 적층 압전 소자(10)는, 표시 디바이스의 배면 측, 즉, 표시 디바이스의 비화상 표시면 측에 첩착되는 것이 바람직하다.

[0213] 이 때에 있어서, 첩착층(52)의 면방향의 사이즈는, 적층 압전 소자(10)의 평면 형상의 사이즈와 동일 사이즈, 혹은, 그 이하의 사이즈인 것이 바람직하다.

[0214] 또한, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)으로서 표시 디바이스를 이용할 때에는, 플렉시블 디스플레이 패널 등의 표시 디바이스 자체를 진동판(50)으로 해도 되고, 혹은, 표시 디바이스에 마련되는 판상의 부재 또는 표시 디바이스에 계합하는 판상의 부재를 진동판(50)으로 해도 된다.

[0215] 또, 본 발명의 전기 음향 변환기를 표시 디바이스에 이용할 때에는, 본 발명의 전기 음향 변환기를 표시 디바이스에 도입해도 되며, 혹은, 본 발명의 전기 음향 변환기의 진동판(50)으로 표시 디바이스에 마련되는 판상의 부재를 진동시켜도 되고, 혹은, 본 발명의 전기 음향 변환기를 표시 디바이스와 함께 케이싱 등에 도입해도 된다.

[0216] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)이 권취 가능한 경우에는, 진동판(50)을 권취하지 않은 상태에서 적층 압전 소자(10)에 구동 전류가 통전되고, 진동판(50)이 권취되었을 때에는, 적층 압전 소자(10)는 통전되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

[0217] 또, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)이, 표시 디바이스와 같이 전기 구동하는 것인 경우에는, 진동판(50)을 권취하지 않은 상태에서 적층 압전 소자(10) 및/또는 진동판(50)에 구동 전류가 통전되고, 진동판(50)이 권취되었을 때에는, 적층 압전 소자(10) 및/또는 진동판(50)에는 통전되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

[0218] 이들의 통전 및 비통전을 전환 방법은, 공지의 방법이, 각종, 이용 가능하다.

[0219] 상술한 바와 같이, 본 발명의 전기 음향 변환기는, 접착층(52)을 이용하여, 진동판(50)에, 적층 압전 소자(10)를 접착(고정)하여 이루어지는 것이다.

[0220] 이와 같은 본 발명의 전기 음향 변환기는, 진동판(50)의 단부(단변)를 벽 등에 고정하고, 및/또는, 단부를 빔(beam) 등의 고정 수단에 의하여 고정하는 경우가 있다.

[0221] 또, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)의 형상에는 제한은 없지만, 사각형인 경우가 많다. 예를 들면, 상술한 바와 같이, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서는, 진동판(50)으로서, 유기 일렉트로루미네선스 디스플레이 등의 표시 디바이스도 적합하게 이용 가능하다. 표시 디바이스를 진동판으로 하는 경우에는, 통상, 진동판(50)은 직사각형이다.

[0222] 진동판(50)이 직사각형 및 정사각형 등의 사각형인 경우에는, 진동판(50)을 안정적으로 고정하기 위하여, 도 45에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 대향하는 2변을 고정 수단(80)에 의하여 고정하여, 진동판(50)을 지지하는 경우도 많다.

[0223] 여기에서, 도 45에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 2변을 고정하는 2개의 고정 수단(80)의 거리, 즉, 진동판(50)의 고정단 간의 거리를 L로 한다.

[0224] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서는, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 2변을 고정하는 경우에는, 고정 수단(80)의 진동판 내방 측의 단부, 즉, 진동판(50)의 고정단으로부터, 0.1×L 이상 이간시켜, 적층 압전 소자(10)를 진동판(50)에 접착하는 것이 바람직하다.

[0225] 즉, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 2변을 고정하는 경우에는, 진동판(50)의 고정단과, 적층 압전 소자(10)의 사이에, 약간의 간극을 갖는 것이 바람직하다.

[0226] 이와 같은 구성을 가짐으로써, 진동판(50)의 고정이, 상술한 적층 압전 소자(10)의 신축을 저해하는 것을 억제하고, 보다 적합하게 진동판(50)을 진동시켜, 보다 음압이 높은 소리를 출력하는 것이 가능해진다.

[0227] 또한, 이 때에 있어서, 도 8에 나타나는 바와 같이, 적층 압전 소자(10)의 단부가, 면방향에 있어서 접착층(52)의 외방에 돌출되어 있는 경우에는, 접착층(52)의 단부를, 적층 압전 소자(10)의 단부라고 간주한다. 즉, 이 때에는, 접착층(52)의 단부가, 진동판(50)의 고정단으로부터 0.1×L 이상 이간되도록, 적층 압전 소자를 접착한다.

[0228] 반대로, 적층 압전 소자(10)의 단부가, 면방향으로 접착층(52)의 내부에 위치하는 경우에는, 적층 압전 소자(10)의 단부가, 진동판(50)의 고정단으로부터 0.1×L 이상 이간되도록, 적층 압전 소자를 접착하면 된다.

[0229] 도 49에, 사각형의 진동판에, 다양한 크기의 적층 압전 소자를 접착했을 때에 있어서의, 진동판의 고정단으로부터 적층 압전 소자까지의 거리와 진동판의 변위의 관계의 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

[0230] 진동판은, 크기가 10×10㎜, 두께가 0.3㎜인 스테인리스제의 정사각형의 판재를 이용하여, 대향하는 2변의 단부(단변)를 고정했다.

[0231] 적층 압전 소자는, 정사각형의 도 2에 나타내는 압전 필름(12)을, 4층, 적층하여, 각층(各層)을 접착층에 의하여 접착한 것을 이용했다.

[0232] 적층 압전 소자는, 전체면에 접착층을 마련하고, 각변의 방향을 일치시켜 진동판의 중심으로 접착했다. 따라서, 적층 압전 소자의 크기가 상이하면, 진동판의 고정단으로부터 적층 압전 소자까지의 거리가 상이하다.

[0233] 도 49에 있어서의 면적비란, 도 50에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 진동판의 고정단 간의 거리 L을 100%로 한 경우에 있어서의, 1차원적인 면적비이다. 즉, 면적비 100%란, 진동판의 고정단으로부터 고정단까지, 전체면에 적층 압전 소자를 접착한 경우이다. 또, 면적비 60%란, 도 50의 상단에 나타내는 바와 같이, 진동판의 고정단으로부터 0.2×Lmm, 이간시켜, 진동판에 적층 압전 소자를 접착한 경우이다. 또한, 면적비 20%란, 도 50의 하단에 나타내는 바와 같이, 진동판의 고정단으로부터 0.4×Lmm, 이간시켜, 진동판에 적층 압전 소자를 접착한 경

우이다.

[0234] 도 49에 있어서, 파선(破線)은, 진동판에 있어서 적층 압전 소자가 존재하지 않는 영역이며, 실선은, 진동판에 있어서 적층 압전 소자가 첩착된 영역이다.

[0235] 도 49에 나타나는 바와 같이, 면적비 100%, 즉, 진동판의 고정단으로부터 고정단까지 적층 압전 소자를 첩착한 경우에는, 진동판의 변위 즉 진동은, 작다.

[0236] 이에 대하여, 면적비 80%, 즉, 진동판의 고정단으로부터 0.1×Lmm, 떨어뜨려, 진동판에 적층 압전 소자를 첩착함으로써, 충분히 크게 진동판을 진동시킬 수 있으며, 즉, 높은 음압이 얻어진다.

[0237] 또, 본 예에서는, 면적비를 60%로 한 경우, 즉, 진동판의 고정단으로부터 0.2×Lmm, 떨어뜨려, 진동판에 적층 압전 소자를 첩착한 경우에, 보다 크게 진동판(50)이 변위하고 있으며, 즉, 보다 높은 음압이 얻어지고 있다.

[0238] 이상과 같이, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 사각형의 진동판의 대향하는 2변을 고정할 때에, 진동판의 고정단으로부터 0.1×Lmm 이상, 떨어뜨려, 진동판에 적층 압전 소자를 첩착함으로써, 보다 적합하게 진동판을 진동시켜, 보다 음압이 높은 소리를 출력할 수 있다.

[0239] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)의 변을 고정하는 고정 수단(80)에는, 제한은 없고, 판상물(시트상물, 필름)의 변(단 변)을 고정한다, 공지의 각종 수단이 이용 가능하다. 일례로서 판상물의 변을 지지 가능한 대들보(편측 지지 빔을 포함한다), 투영용 스크린의 변의 지지에 이용되는 고정 부재, 및, 예를 들면 파트로네와 같은 권회한 시트상물을 인출 및 권취 가능하게 수용하는 용기의 시트 인출구에 마련되는 시트상물의 고정 기구 등이 예시된다.

[0240] 또, 진동판(50)의 고정은, 고정 수단(80)을 이용하는 데 제한은 되지 않는다. 예를 들면, 첩착제 등을 이용하여, 벽 및 지지체가 되는 판상물 등에, 진동판(50)의 단부(단면)를, 직접, 첩착함으로써, 진동판(50)을 고정해도 된다. 이 경우에는, 진동판의 단부가, 진동판(50)의 고정단이 된다.

[0241] 본 발명의 전기 음향 변환기는, 적층 압전 소자(10)를 1개 갖는 데 제한은 되지 않는다.

[0242] 예를 들면, 전기 음향 변환기에 있어서, 음성을 스테레오 재생 즉 2채널로 재생하는 경우에는, 도 46에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 고정단 간의 거리 L 방향으로 이간시켜, 2개의 적층 압전 소자(10)를 진동판(50)에 첩착해도 된다. 이 경우에서도, 적층 압전 소자(10)는, 2개의 고정 수단(80)의 거리, 즉, 진동판(50)의 고정단 간의 거리를 L로 하여, 진동판(50)의 고정단으로부터, 0.1×L 이상 이간시켜, 진동판(50)에 첩착하는 것이 바람직하다.

[0243] 또, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서는, 예를 들면 프레임과 같이, 직사각형(정사각형)의 진동판(50)의 4변을 모두 고정해도 된다.

[0244] 이 경우에도, 동일하게, 1개의 대향하는 2변을 고정하는 고정 수단(80a), 및, 타방의 대향하는 2변을 고정하는 고정 수단(80b)의, 각각에 대응하고, 동일하게, 적층 압전 소자(10)의 고정 위치를 결정하는 것이 바람직하다.

[0245] 이 때에는, 도 47에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 진동판(50)의 일방의 대향하는 변을 고정하는 2개의 고정 수단(80a)의 거리, 즉, 이 대향하는 변에 있어서의 진동판(50)의 고정단 간의 거리를 L1로 한다. 또, 진동판(50)의 타방의 대향하는 변을 고정하는 고정하는 2개의 고정 수단(80b)의 거리, 즉, 이 대향하는 변에 있어서의 진동판(50)의 고정단 간의 거리를 L2로 한다.

[0246] 그 위에, 도 47에 나타내는 바와 같이, 진동판(50)에 있어서, 고정 수단(80a)의 단부 즉 고정 수단(80a)에 의한 고정단으로부터 0.1×L1 이상, 이간시키며, 또한, 고정 수단(80b)의 단부 즉 고정 수단(80b)에 의한 고정단으로부터 0.1×L2 이상, 이간시키는 위치에, 적층 압전 소자(50)를 첩착하는 것이 바람직하다.

[0247] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서는, 직사각형의 진동판(50)의 4변을 모두 고정하는 경우에서도, 적층 압전 소자(10)를 1개만 갖는 데 제한은 되지 않는다.

[0248] 예를 들면, 전기 음향 변환기에 있어서, 음성을 스테레오 재생하며, 또한, 센터 스피커를 마련하는 것 같은, 2.5채널로 재생하는 경우도 있다. 이 때에는, 도 48에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 긴 고정단 간인 거리 L1의 방향에 대하여, 단부 근방에 2개의 스테레오 재생용 적층 압전 소자(10)를 마련하고, 중앙에 센터 스피커용 적층 압전 소자(10)를 마련해도 된다.

[0249] 이 경우에서도, 적층 압전 소자(10)는, 일방의 대향하는 변을 고정하는 고정 수단(80a)에 의한 고정단 간의 거

리 L1과, 타방의 대향하는 변을 고정하는 고정 수단(80b)에 의한 고정단 간의 거리 L2에 따라, 고정 수단(80a)에 의한 고정단으로부터 0.1×L1 이상, 이간시키며, 또한, 고정 수단(80b)에 의한 고정단으로부터 0.1×L2 이상, 이간시키는 위치에, 3개의 적층 압전 소자(50)를 첩착하는 것이 바람직하다.

[0250] 상술한 바와 같이, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서는, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 변을 고정하는 고정 수단의 단부, 즉, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 변의 고정단으로부터, 0.1×L 이상, 이간시켜, 적층 압전 소자(10)를 진동판에 첩착하는 것이 바람직하다.

[0251] 여기에서, 보다 높은 음압 즉 진동판(50)의 변위량이 얻어지는 등의 점에서, 진동판(50)의 고정단으로부터 적층 압전 소자(10)까지의 거리는, 0.15×L 이상이 보다 바람직하며, 0.2×L 이상이 더 바람직하다.

[0252] 한편, 적층 압전 소자(10)의 위치가, 진동판(50)의 고정단으로부터 과도하게 이간되면, 필요한 크기의 적층 압전 소자(10)를 진동판(50)에 첩착할 수 없게 되거나, 필요한 수의 적층 압전 소자(10)를 진동판(50)에 첩착할 수 없게 되거나, 스테레오 재생 등의 다채널 재생이 곤란해지거나, 다채널화한 경우에 적층 압전 소자(10)끼리의 거리가 과도하게 가까워 크로스토크가 발생하는 등의 트러블을 일으킬 가능성이 있다.

[0253] 이 점을 고려하면, 진동판(50)의 고정단으로부터 적층 압전 소자(10)까지의 거리는, 0.4×L 이하가 바람직하고, 0.3×L 이하가 보다 바람직하다.

[0254] 진동판(50)을 고정하는 것에 의한, 진동판의 진동에 대한 영향은, 진동판(50)의 강성에 따라 상이하며, 진동판(50)의 강성이 높을수록, 영향은 크다. 즉, 적층 압전 소자(10)의 고정 위치를, 진동판(50)의 고정단으로부터 이간시키는 것의 효과는, 진동판(50)의 강성이 높은 경우에, 보다 크게 얻을 수 있다.

[0255] 이 점을 고려하면, 사각형의 진동판(50)의 대향하는 2변을 고정하고, 또한, 진동판(50)의 고정단으로부터 0.1×L 이상, 이간시켜 적층 압전 소자(10)를 진동판(50)에 첩착하는 경우에는, 진동판(50)의 강성이, 어느 정도, 높은 것이 바람직하다.

[0256] 구체적으로는, 진동판(50)의 대향하는 2변을 고정하고, 적층 압전 소자(10)의 고정 위치를, 진동판(50)의 고정단으로부터 0.1×L 이상, 이간시키는 경우에는, 진동판(50)의 스프링 상수는, 1×10^{4}~1×10^{7}N/m가 바람직하고, 1×10^{5}~1×10^{6}N/m가 보다 바람직하다. 또한, 진동판과 같은 판상물의 스프링 상수는, 형성 재료의 영률에, 판상물의 두께를 곱함으로써 산출할 수 있다.

[0257] 본 발명에 있어서, 진동판의 형상은, 직사각형 및 정사각형에 제한은 되지 않고, 마름모꼴, 사다리꼴, 및, 평행사변형 등의, 다양한 형상의 사각형이 이용 가능하다.

[0258] 이 경우에는, 도 51에 진동판(50a)을 예시하여 개념적으로 나타내는 바와 같이, 고정 수단(80)에 의하여 고정되는 대향하는 2변 간에 있어서, 타방의 대향하는 변의 이간 방향의 다양한 위치에서, L1, L2, L3…과 같이, 고정단 간의 거리 L을 설정한다.

[0259] 그 위에, 고정단 간의 거리가 L1의 위치에서는, 적층 압전 소자(10)가 고정단으로부터 0.1×L1 이상 이간하도록, 고정단 간의 거리가 L2의 위치에서는, 적층 압전 소자(10)가 고정단으로부터 0.1×L2 이상 이간하도록, 고정단 간의 거리가 L3이 되는 위치에서는, 적층 압전 소자(10)가 고정단으로부터 0.1×L3 이상 이간하도록……이 되도록, 진동판(50a)에 있어서의 적층 압전 소자(10)의 첩착 위치를 결정하면 된다.

[0260] 또한, 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)의 사각형, 특히 직사각형 및 정사각형은, 완전한 사각형에 제한은 되지 않는다.

[0261] 즉, 본 발명에 있어서, 사각형의 진동판(50)은, 각부를 모따기한 형상이어도 되고, 각부를 곡선상(R상, 라운드상)으로 한 형상이어도 되며, 오벌 형상이어도 된다.

[0262] 또, 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 사각형의 진동판에 있어서의 대향하는 2변의 고정은, 변의 전역(全域)에 제한은 되지 않고, 진동판의 강성 및 진동판의 크기 등에 따라, 변의 일부의 영역을 고정하는 것이어도 된다.

[0263] 이 때에 있어서는, 1변의 50% 이상의 영역을 고정하는 것이 바람직하고, 1변의 70% 이상의 영역을 고정하는 것이 보다 바람직하며, 1변의 90% 이상의 영역을 고정하는 것이 더 바람직하고, 1변의 전역을 고정하는 것이 특히 바람직하다.

[0264] 또, 상술한 바와 같이, 사각형의 각부가 모따기되어 있는 경우, 및, 곡선상으로 되어 있는 경우에는, 모따기 등

이 행해지지 않은 영역을 1변의 전역으로 해도 되고, 혹은, 모따기 등이 행해지고 있는 영역을 포함하여 1변의 전역으로 해도 된다.

[0265] 본 발명의 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판의 형상은, 사각형에 제한은 되지 않고, 원형, 타원형, 및, 사각형 이외의 다각형 등, 다양한 형상의 진동판이 이용 가능하다.

[0266] 여기에서, 진동판을 고정한 경우에는, 진동판의 고정단으로부터, 어느 정도 이간시켜, 진동판에 적층 압전 소자(10)를 첩착함으로써, 높은 음압 등이 얻어진다는 바람직한 효과는, 진동판의 형상에 관계없이, 사각형 이외의 각종 진동판에서도 동일하다.

[0267] 예를 들면, 진동판이 육각형 및 팔각형 등과 같이, 대향하는 변을 갖는 다각형상인 경우에는, 대향하는 2변으로 고정을 행하여, 사각형의 진동판(50)의 경우와 동일하게 고정단 간의 거리 L을 설정하고, 고정단으로부터 0.1×L 이상 이간시켜, 진동판(50)에 적층 압전 소자(10)를 첩착하는 것이 바람직하다.

[0268] 또, 도 52에 개념적으로 나타내는 것 같은 원형의 진동판(50b)의 경우에는, 진동판(50b)의 전체둘레를 둘러싸도록 원형(원환 상태)의 고정 수단(80c)을 마련하는 것이 생각된다. 이 경우에는, 고정 수단(80c)의 내측이 고정단이 되므로, 고정 수단(80c)의 내경 φ를 고정단 간의 거리 L로 하여, 진동판(50)의 고정단으로부터 0.1×L 이상 이간되는 위치에, 적층 압전 소자(10)를 첩착하면 된다.

[0269] 또, 도 52에 나타내는 것 같은 원형의 진동판(50b)에서는, 도 52에 원환상의 고정 수단(80c)에 중첩하여 해치로 나타내는 고정 수단(80d) 및 고정 수단(80e)과 같이, 원호상의 고정 수단으로, 진동판(50b)의 고정을 행하는 것도 생각된다. 이 때에도, 같이 고정 수단의 원호의 내경 φ를 고정단 간의 거리 L로 하여, 진동판(50b)의 고정단으로부터 0.1×L 이상 이간되는 위치에, 적층 압전 소자(10)를 첩착하면 된다.

[0270] 진동판이 삼각형 및 오각형과 같이, 대향하는 변을 갖지 않는 다각형의 경우도 있다. 이 경우에는, 다각형의 1변과, 대향하는 정점을 고정하는 것이 생각된다.

[0271] 예를 들면, 도 53에 개념적으로 나타내는 바와 같이, 진동판(50c)이 삼각형인 경우에는, 삼각형의 한 변을 고정 수단(80)으로 고정하여, 이 한 변과 대향하는 정점을 고정 수단(80f)으로 고정하는 것이 생각된다.

[0272] 이 경우에는, 고정 수단(80f)으로 고정하는 정점으로부터, 고정되는 대향하는 변까지 수직선(P)을 내리고, 정점으로부터 고정되는 변까지의 수선의 거리를, 고정단 간의 거리 L로 하여, 진동판(50c)의 고정단(일방은 정점)으로부터 0.1×L 이상 이간되는 위치에, 적층 압전 소자(10)를 첩착하면 된다.

[0273] 또한, 이와 같은 익사이터로서 작용하는 압전 소자의 진동판에 대한 첩착 위치에 관해서는, 익사이터로서 작용하는 압전 소자가 1매의 압전 필름으로 구성되는 경우, 및, 익사이터로서 작용하는 압전 소자가, 컷 시트상의 압전 필름을 적층하고, 바람직하게는 인접하는 압전 필름을 첩착한 적층 압전 소자인 경우도, 동일하다.

[0274] 여기에서, 도 1에 나타내는 예에서는, 인접하는 압전 필름의 분극 방향이, 서로 반대이다. 즉, 압전 필름의 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 그러나, 본 발명은 이에 한정은 되지 않는다. 도 9에 나타내는 예와 같이, 인접하는 압전 필름의 분극 방향이, 서로 일치하고 있어도 된다.

[0275] 도 9에 나타내는 예에서는, 도 9 중 상측의 1층째의 압전 필름(12d)는, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 하향이 되어 있다. 따라서, 도 9 중 상측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 9 중 하측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다. 또, 1층째의 압전 필름(12d)의 제2 보호층(30) 측의 면에 인접하여 배치되는 2층째의 압전 필름(12e)은, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 하향이 되어 있다. 따라서, 도 9 중 상측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 9 중 하측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다. 또, 2층째의 압전 필름(12e)의 제2 보호층(30) 측의 면에 인접하여 배치되는 3층째의 압전 필름(12f)은, 도면 중 화살표로 나타내는 바와 같이, 분극 방향이 하향이 되어 있다. 따라서, 도 9 중 상측에 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28)이 배치되고, 도 9 중 하측에 제2 전극(26) 및 제2 보호층(30)이 배치되어 있다.

[0276] 도 9에 나타내는 예에서는, 1층째의 압전 필름(12d)는 제1 전극층(24) 측이 도 9 중 상측이 되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 있어서, 제1 보호층(28)에 제1 접점(28a)이 되는 구멍부가 마련되어 있고, 하측의 면에 있어서, 제2 보호층(30)에 제2 접점(30a)이 되는 구멍부가 마련되어 있다. 2층째의 압전 필름(12e)는, 제1 전극층(24) 측이 도 9 중 상측이 되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 있어서, 제1 보호층(28)에 제1 접점(28a)이 되는 구멍부가 마련되어 있고, 하측의 면에 있어서, 제2 보호층(30)에 제2 접점(30a)이 되는 구멍부가 마련되어 있다. 3층째의 압전 필름(12f)은 제1 전극층(24) 측이 도 9 중 상측이

되도록 배치되어 있기 때문에, 돌출부(15)의 상측의 면에 있어서, 제1 보호층(28)에 제1 접점(28a)이 되는 구멍부가 마련되어 있고, 하측의 면에 있어서, 제2 보호층(30)에 제2 접점(30a)이 되는 구멍부가 마련되어 있다.

[0277] 도 9에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)에 마련된 제1 접점(28a)끼리가 서로 접속되고, 또, 제2 접점(30a)끼리가 서로 접속된다.

[0278] 또한, 인접하는 압전 필름의 압전체층(20)의 분극 방향이, 서로 반대인 적층 압전 소자(10)에 있어서는, 인접하는 압전 필름(12)에서는, 일방의 면에서 제2 전극층(26)끼리가 대면하고, 타방의 면에서 제1 전극층(24)끼리가 대면한다. 그 때문에, 인접하는 압전 필름의 전극층끼리가 접촉해도, 쇼트(단락(短絡))할 우려가 없는 점에서 바람직하다.

[0279] 또, 상술한 바와 같이, 적층 압전 소자(10)를 양호한 에너지 효율로 신축하기 위해서는, 접착층(14)이 압전체층(20)의 신축을 방해하지 않도록, 접착층(14)을 얇게 하는 것이 바람직하다. 이에 대하여, 인접하는 압전 필름의 압전체층(20)의 분극 방향이, 서로 반대인 적층 압전 소자(10)는, 인접하는 압전 필름의 전극층끼리가 접촉해도, 쇼트할 우려가 없기 때문에, 접착층(14)을 극히 얇게 할 수 있다. 그 때문에, 보다 높은 에너지 효율로 적층 압전 소자(10)를 신축시킬 수 있다.

[0280] 또한, 상술한 바와 같이, 압전 필름에 있어서는, 두께 방향의 압전체층(20)의 신축의 절대량은 매우 작고, 압전 필름의 신축은, 실질적으로, 면방향만이 된다.

[0281] 따라서, 적층되는 압전 필름의 분극 방향이 반대여도, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)에 인가하는 전압의 극성만 정확하다면, 모든 압전 필름은 동일한 방향으로 신축한다.

[0282] 또한, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 압전 필름의 분극 방향은, d33 미터 등으로 검출하면 된다.

[0283] 또는, 상술했을 때의 코로나 폴링 처리의 처리 조건으로부터, 압전체층(20)의 분극 방향을 지견(知見)해도 된다.

[0284] 본 발명의 적층 압전 소자를 이용하는 전기 음향 변환기에 있어서, 적층 압전 소자(10)와 진동판(50)을 첩착하는 접착층에는, 제한은 없고, 공지의 각종 점착제 및 접착제가 이용 가능하다. 일례로서 상술한 접착층(14)과 동일한 것이 예시된다.

[0285] 본 발명의 적층 압전 소자를 이용하는 전기 음향 변환기에 있어서, 진동판(50)에도, 제한은 없고, 각종 물품이 이용 가능하다.

[0286] 진동판(50)으로서는, 일례로서 수지제의 판 및 유리판 등의 판재, 간판 등의 광고·고지 매체, 테이블, 화이트보드 및 투영용 스크린 등의 오피스 기기 및 가구, 유기 일렉트로 루미네선스(OLED(Organic Light Emitting Diode) 디스플레이 및 액정 디스플레이 등의 표시 디바이스, 콘솔, A 필러, 천장 및 범퍼 등 자동차 등의 차량의 부재, 및 주택의 벽 등의 건재 등이 예시된다.

[0287] 도시예의 적층 압전 소자(10)에 있어서는, 바람직하게는, 장척(대면적)의 압전 필름을 제작하고, 장척의 압전 필름을 절단하여, 개개의 압전 필름으로 한다. 따라서, 이 경우는, 적층 압전 소자(10)를 구성하는 복수 매의 압전 필름은, 모두 동일한 것이다.

[0288] 그러나, 본 발명은, 이에 제한은 되지 않는다. 즉, 본 발명의 적층 압전 소자는, 예를 들면, 상이한 층 구성의 압전 필름을 적층한 구성, 및, 압전체층(20)의 두께가 상이한 압전 필름을 적층한 구성 등, 각종 구성이 이용 가능하다.

[0289] 다음으로, 압전 필름의 돌출부의 구성, 및, 접점끼리의 접속 방법의 예에 대하여, 구체적으로 설명한다.

[0290] 도 10은, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 11은, 도 10의 분해도이다. 도 12는, 도 10의 적층 압전 소자가 갖는 복수의 압전 필름을 나타내는 도이다.

[0291] 도 10 및 도 11에 나타내는 예는, 압전 필름을 5매 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 도 11 및 도 12에 있어서는, 압전 필름의 제2 보호층 측의 면에 해칭을 붙여 나타낸다. 즉, 도 11에 있어서는, 도 11 중 상측의 1층째의 압전 필름(12g)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(12h)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(12i)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 4층째의 압전 필름(12j)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 5층째의 압전 필름(12k)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다.

[0292] 도 11 및 도 12에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부(13)와, 접착부(13)의 장변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 접착부(13)의 대향하는 장변으로부터 각각 돌출되도록 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부(13)의 크기는 대략 동일하다.

[0293] 도 12에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12g)에는, 장변 측의 일방의 단부 측에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12h)에는, 1층째의 압전 필름(12g)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 압전 필름(12i)에는, 2층째의 압전 필름(12h)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 4층째의 압전 필름(12j)에는, 3층째의 압전 필름(12i)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 압전 필름(12k)에는, 4층째의 압전 필름(12j)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다.

[0294] 도 12에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부는, 대략 동일한 크기 형상이다. 또, 각 압전 필름의 돌출부는, 인접하는 압전 필름의 돌출부의 위치로부터, 돌출부 1개분 어긋난 위치에 형성되어 있다.

[0295] 또, 각 압전 필름의 일방의 장변 측의 돌출부(15)에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 마련되어 있으며, 구멍부(28a) 내에서 제1 전극층(24)이 표출되어 있다. 또, 각 압전 필름의 타방의 장변 측의 돌출부(15)에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 즉, 각 압전 필름의 일방의 장변 측의 돌출부(15)에 제1 접점(28a)이 형성되고, 타방의 장변 측의 돌출부(15)에 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0296] 이와 같은 5개의 압전 필름이 접착부(13)의 면방향의 위치를 일치시켜 적층되면, 도 11에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)는, 면방향에 있어서, 서로 중복되지 않도록 배치된다.

[0297] 또, 각 압전 필름의 일방의 장변 측(도 11 중 우측의 장변 측)의 돌출부(15)에는 모두, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름과는 반대 방향으로 적층되기 때문에, 제1 접점(28a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다.

[0298] 이들의 제1 접점(28a)이 형성된 5개의 돌출부(15)에는, 표면에서 이면에 걸쳐 도전성 필름(60a)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)이 용이하게 전기적으로 접속된다.

[0299] 동일하게, 각 압전 필름의 타방의 장변 측(도 11 중 좌측의 장변 측)의 돌출부(15)에는 모두, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름과는 반대 방향으로 적층되기 때문에, 제2 접점(30a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다.

[0300] 이들의 제2 접점(30a)이 형성된 5개의 돌출부(15)에는, 표면에서 이면에 걸쳐 도전성 필름(60b)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)이 용이하게 전기적으로 접속된다.

[0301] 돌출부(15)의 제1 보호층(28)에 형성되는 구멍부(28a), 및, 제2 보호층(30)에 형성되는 구멍부(30a)의 형상은, 전극층에 확실히 접속할 수 있으면 특별히 한정은 없고, 원형상, 타원형상, 직사각형상, 다각형상, 부정형상 등의 다양한 형상으로 할 수 있다.

[0302] 또, 구멍부(28a) 및 구멍부(30a)의 크기도, 전극층에 확실히 접속할 수 있으면 특별히 한정은 없다. 원 상당 직경으로, 0.5㎜~10㎜가 바람직하고, 1㎜~5㎜가 보다 바람직하다.

[0303] 또, 구멍부(제1 접점)(28a), 및, 구멍부(제2 접점)(30a)의 형성 위치에도 특별히 한정은 없지만, 각 압전 필름의 접점끼리를 용이하게 접속 가능하게 하는 관점에서, 각 압전 필름의 구멍부(제1 접점)(28a), 및, 구멍부(제2 접점)(30a)는 각각, 접착부(13)의 동일한 변측에 형성되는 것이 바람직하다.

[0304] 도전성 필름(60a 및 60b)으로서는, 예를 들면 구리 박막 등, 도전성을 갖는 금속 재료로 형성되는 시트상물을 이용하면 된다. 또, 도전성 필름과 제1 접점(28a), 제2 접점(30a)을 은 페이스트 등의 도전성 도료를 통하여 접속해도 된다.

[0305] 여기에서, 도 10~도 12에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름은, 2개의 돌출부를 갖고, 2개의 돌출부(15)의 일방에 제1 접점(28a)이 형성되며, 타방에 제2 접점(30a)이 형성되는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다. 각 압전 필름은, 1개의 돌출부를 갖고, 1개의 돌출부(15)에 제1 접점(28a) 및 제2 접점(30a)이 형성되는 구성으로 해도 된다. 또, 이 경우에는, 면방향에 있어서의, 제1 접점(28a)과, 제2 접점(30a)은 중복되는 위치에 형성되는

구성이어도 되지만, 도 13 및 도 14에 나타내는 바와 같이, 상이한 위치에 형성되는 것이 바람직하다.

[0306] 도 13은, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 일례를 개념적으로 나타내는 사시도이다. 도 14는, 도 13의 일부를 확대한 분해도이다.

[0307] 도 13및 도 14에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름(12l~12p)이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 즉, 도 14에 있어서는, 도 14 중 상측의 1층째의 압전 필름(12L)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(12m)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(12n)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 4층째의 압전 필름(12o)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 5층째의 압전 필름(12p)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다.

[0308] 도 13 및 도 14에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와 접착부의 장변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 1개의 돌출부(15)를 갖는다. 1개의 돌출부(15)는, 접착부의 일방의 장변으로부터 접착부로부터 이간되는 방향으로 돌출되도록 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0309] 도 14에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12L)에는, 일방의 장변 측의 단부 측에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12m)에는, 1층째의 압전 필름(12L)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 압전 필름(12n)에는, 2층째의 압전 필름(12m)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 4층째의 압전 필름(12o)에는, 3층째의 압전 필름(12n)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 압전 필름(12p)에는, 4층째의 압전 필름(12o)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다.

[0310] 도 14에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부는, 대략 동일한 크기 형상이다. 또, 각 압전 필름의 돌출부는, 인접하는 압전 필름의 돌출부의 위치로부터, 돌출부 1개분 어긋난 위치에 형성되어 있다.

[0311] 또, 도 14에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 근원 측(접착부 측)에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 마련되어 있으며, 구멍부(28a) 내에서 제1 전극층(24)이 표출되어 있다. 또, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 선단 측에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 즉, 각 압전 필름의 돌출부(15)에 표면 및 이면에 각각, 제1 접점(28a) 및 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0312] 이와 같은 5개의 압전 필름이 접착부의 면방향의 위치를 일치시켜 적층되면, 도 14에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)는, 면방향에 있어서, 서로 중복되지 않도록 배치된다.

[0313] 또, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 근원 측에는 모두, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층되기 때문에, 적층 상태에서는, 제1 접점(28a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다. 동일하게, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 선단 측에는 모두, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층되기 때문에, 적층 상태에서는, 제2 접점(30a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다.

[0314] 이들의 5개의 돌출부(15)의 근원 측의 제1 접점(28a)의 위치에는, 표면에서 이면에 걸쳐 도전성 필름(60a)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)이 용이하게 전기적으로 접속된다. 동일하게, 5개의 돌출부(15)의 선단 측의 제2 접점(30a)의 위치에는, 표면에서 이면에 걸쳐 도전성 필름(60b)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)이 용이하게 전기적으로 접속된다. 그때, 제1 접점(28a)을 접속하는 도전성 필름과 제2 접점(30a)을 접속하는 도전성 필름은 접속하지 않도록 배치된다.

[0315] 여기에서, 도 10~도 12에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름은, 압전체층의 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 이에 대하여, 각 압전 필름이, 압전체층의 분극 방향이 동일한 방향이 되도록 적층되어 있는 경우에는, 압전 필름의 돌출부(15)에 형성되는 제1 접점(28a)이 일방의 동일한 면측을 향하도록 형성되고, 또, 제2 접점(30a)이 타방의 동일한 면측을 향하도록 형성된다.

[0316] 예를 들면, 도 15는, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다.

[0317] 도 15에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이

동일한 방향이 되도록 적층되어 있다.

[0318] 도 15에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와, 접착부의 장변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 1개의 돌출부(15)를 갖는다. 1개의 돌출부(15)는, 접착부의 일방의 장변으로부터 접착부로부터 이간되는 방향으로 돌출되도록 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0319] 도 15에 나타내는 각 압전 필름의 구성은 2층째 및 4층째의 적층의 방향이 상이한 것 이외에는 도 13 및 도 14에 나타내는 압전 필름과 동일하다. 즉, 각 압전 필름에는, 일방의 장변 측의 단부 측에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 각 압전 필름의 돌출부(15)는, 인접하는 압전 필름의 돌출부(15)의 위치로부터, 돌출부(15)가 형성되는 접착부의 단변의 길이 방향으로, 돌출부 1개분 어긋난 위치에 형성되어 있다.

[0320] 도 15에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 근원 측(접착부 측)에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 마련되어 있으며, 구멍부(28a) 내에서 제1 전극층(24)이 표출되어 있다. 또, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 선단 측에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 즉, 각 압전 필름의 돌출부(15)에 표면 및 이면에 각각, 제1 접점(28a) 및 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0321] 이와 같은 5개의 압전 필름이 접착부의 면방향의 위치를 일치시켜 적층되면, 도 15에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)는, 면방향에 있어서, 서로 중복되지 않도록 배치된다.

[0322] 또, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 근원 측에는 모두, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 모든 압전 필름은 동일한 방향으로 적층되기 때문에, 적층 상태에서는, 모든 제1 접점(28a)은 동일한 방향의 면에 형성되어 있다. 동일하게, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 선단 측에는 모두, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이 모든 압전 필름은 동일한 방향으로 적층되기 때문에, 적층 상태에서는, 모든 제2 접점(30a)은 동일한 방향의 면에 형성되어 있다.

[0323] 이들 5개의 돌출부(15)의 근원 측의 제1 접점(28a)이 형성되어 있는 측의 면에는, 도전성 필름이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)이 용이하게 전기적으로 접속된다. 동일하게, 5개의 돌출부(15)의 선단 측의 제2 접점(30a)이 형성되어 있는 면에는, 다른 도전성 필름이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)이 용이하게 전기적으로 접속된다. 그때, 제1 접점(28a)을 접속하는 도전성 필름과 제2 접점(30a)을 접속하는 도전성 필름은 접속하지 않도록 배치된다.

[0324] 또, 도 10~12에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부(15)의 모든 것이, 면방향에 있어서 서로 중복되지 않는 위치에 배치되는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다.

[0325] 도 16은, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 17은, 도 16에 나타내는 적층 압전 소자의 우측의 부분을 확대한 도이다. 도 18은, 도 17을 이측에서 본 도이다. 도 19는, 도 16에 나타내는 적층 압전 소자의 좌측의 부분을 확대한 도이다. 도 20은, 도 19를 이측에서 본 도이다.

[0326] 도 16~도 20에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다.

[0327] 도 16에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와, 접착부의 장변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 접착부의 장변의 일방의 단부 측 및 타방의 단부 측에 각각 형성되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0328] 도 16에 나타내는 예에서는, 도 16 중 우측의 단면 측에 형성되는 돌출부(15)에는, 제1 접점이 형성되어 있으며, 도 16 중 좌측의 단면 측에 형성되는 돌출부(15)에는, 제2 접점이 형성되어 있다.

[0329] 도 17 및 도 18에 나타내는 바와 같이, 도 16 중 우측의 단면 측에 형성되는 돌출부(15)는, 2층째와 3층째, 및, 4층째와 5층째가 면방향의 동일한 위치에 형성되어 있다.

[0330] 2층째의 돌출부(15)에 형성되는 제1 접점은 3층째 측을 향하고 있으며, 또, 3층째의 돌출부에 형성되는 제1 접점은, 2층째 측을 향하고 있다. 즉, 2층째의 제1 접점과 3층째의 제1 접점은 대면하고 있다.

[0331] 동일하게, 4층째의 돌출부(15)에 형성되는 제1 접점은 5층째 측을 향하고 있으며, 또, 5층째의 돌출부에 형성되는 제1 접점은, 4층째 측을 향하고 있다. 즉, 4층째의 제1 접점과 5층째의 제1 접점은 대면하고 있다.

[0332] 또, 1층째의 돌출부(15)에 형성되는 제1 접점은, 2층째는 반대 측을 향하고 있다.

[0333] 이와 같이 각 돌출부(15)에 형성된 제1 접점은, 도전성 필름(60a)에 의하여 서로 접속된다. 구체적으로는, 도 17 및 도 18에 나타내는 바와 같이, 도전성 필름(60a)은, 1층째의 돌출부의 제1 접점을 덮고, 2층째와 3층째의 사이에 협지되며, 또한, 4층째와 5층째의 사이에 협지되도록 배치된다. 이로써, 1층째~5층째의 제1 접점이 접속된다.

[0334] 한편, 도 19 및 도 20에 나타내는 바와 같이, 도 16 중 좌측의 단면 측에 형성되는 돌출부(15)는, 2층째와 3층째, 및, 4층째와 5층째가 면방향의 동일한 위치에 형성되어 있다.

[0335] 2층째의 돌출부(15)에 형성되는 제2 접점은 3층째와는 반대 측을 향하고 있으며, 또, 3층째의 돌출부에 형성되는 제2 접점은, 2층째와는 반대 측을 향하고 있다. 즉, 2층째와 3층째의 돌출부가 적층된 부분에는 양면에 제2 접점이 형성되어 있다.

[0336] 동일하게, 4층째의 돌출부(15)에 형성되는 제2 접점은 5층째와는 반대 측을 향하고 있으며, 또, 5층째의 돌출부에 형성되는 제2 접점은, 4층째와는 반대 측을 향하고 있다. 즉, 4층째와 5층째의 돌출부가 적층된 부분에는 양면에 제2 접점이 형성되어 있다.

[0337] 또, 1층째의 돌출부(15)에 형성되는 제2 접점은, 2층째 측을 향하고 있다.

[0338] 이와 같이 각 돌출부(15)에 형성된 제2 접점은, 도전성 필름(60b)에 의하여 서로 접속된다. 구체적으로는, 도 19 및 도 20에 나타내는 바와 같이, 도전성 필름(60b)은, 각 돌출부의 표면 측으로부터 이면 측에 걸쳐 첩착된다. 이로써, 1층째~5층째의 제2 접점이 접속된다.

[0339] 여기에서, 도 10~12에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부가 면방향에 있어서 서로 중복되지 않는 위치에 배치되는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다. 각 압전 필름의 돌출부가, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 구성이어도 된다.

[0340] 도 21은, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 21은, 분해도이다.

[0341] 도 21에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름(12q~12u)이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 즉, 도 21에 있어서는, 도 21 중 상측의 1층째의 압전 필름(12q)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(12r)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(12s)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 4층째의 압전 필름(12t)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 5층째의 압전 필름(12u)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다.

[0342] 도 21에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와, 접착부의 단변으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 단변의 일방의 단부 및 타방의 단부에 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0343] 먼저, 도 21중, 좌측의 단부에 형성되는 돌출부에 대하여 설명한다. 도 21에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12q)에는, 단변의 좌측의 단부에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12r)에는, 1층째의 압전 필름(12q)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 돌출부(15)는 1층째의 돌출부(15)보다 돌출 방향의 길이가 길다. 3층째의 압전 필름(12s)에는, 2층째의 압전 필름(12r)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 돌출부(15)는 2층째의 돌출부(15)와 동일한 길이이다. 4층째의 압전 필름(12t)에는, 3층째의 압전 필름(12s)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 4층째의 돌출부(15)는, 3층째의 돌출부(15)보다 돌출 방향의 길이가 길다. 5층째의 압전 필름(12u)에는, 4층째의 압전 필름(12t)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 돌출부(15)는 4층째의 돌출부(15)와 동일한 길이이다.

[0344] 이들 도 21중 좌측의 돌출부(15)에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 마련되어 있으며, 구멍부(28a) 내에서 제1 전극층(24)이 표출되어 있다. 즉, 각 돌출부(15)에는, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다.

[0345] 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 도 21에 나타내는 바와 같이, 2층째의 제1 접점과 3층째의 제1 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 4층째의 제1 접점과 5층째의 제1 접점은 대면하고 있다.

[0346] 이와 같이 각 돌출부(15)에 형성된 제1 접점은, 도전성 필름(도시하지 않음)에 의하여 서로 접속된다. 구체적으로는, 1층째의 돌출부의 제1 접점을 덮는 도전성 필름과, 2층째와 3층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름과, 4층째와 5층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름을 배치하여 3개의 도전성 필름을 접속함으로써, 1층째~5층째의 제1 접점이 접속된다. 도전성 필름의 배치에 대해서는, 후술하는 도 24~도 26의 예와 동일하다.

[0347] 다음으로, 도 21중, 우측의 단부에 형성되는 돌출부에 대하여 설명한다. 도 21에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12q)에는, 단변의 우측의 단부에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12r)에는, 1층째의 압전 필름(12q)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 돌출부(15)는 1층째의 돌출부(15)와 동일한 길이이다. 3층째의 압전 필름(12s)에는, 2층째의 압전 필름(12r)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 돌출부(15)는 2층째의 돌출부(15)보다 돌출 방향의 길이가 길다. 4층째의 압전 필름(12t)에는, 3층째의 압전 필름(12s)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 4층째의 돌출부(15)는, 3층째의 돌출부(15)와 동일한 길이이다. 5층째의 압전 필름(12u)에는, 4층째의 압전 필름(12t)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 돌출부(15)는 4층째의 돌출부(15)보다 돌출 방향의 길이가 길다.

[0348] 이들 도 21중 우측의 돌출부(15)에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 즉, 각 돌출부(15)에는, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0349] 상술한 바와 같이 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 도 21에 나타내는 바와 같이, 1층째의 제2 접점과 2층째의 제2 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 3층째의 제2 접점과 4층째의 제2 접점은 대면하고 있다.

[0350] 이와 같이 각 돌출부(15)에 형성된 제2 접점은, 도전성 필름(도시하지 않음)에 의하여 서로 접속된다. 구체적으로는, 1층째와 2층째의 사이에 협지되는 도전성 필름과, 3층째와 4층째의 사이에 협지되는 도전성 필름과, 5층째의 돌출부의 제2 접점을 덮는 도전성 필름을 배치하여 3개의 도전성 필름을 접속함으로써, 1층째~5층째의 제2 접점이 접속된다. 도전성 필름의 배치에 대해서는, 후술하는 도 24~도 26의 예와 동일하다.

[0351] 이와 같이, 인접하는 도전성 필름의 제1 접점끼리, 혹은, 제2 접점끼리를 대면시켜 이전에 도전성 필름을 배치하는 구성으로 함으로써, 실질적인 인출 전극의 수(도전성 필름의 수)를 적게 할 수 있다.

[0352] 여기에서, 도 21에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름이, 분극 방향이 교대로 되도록 적층된 구성이며, 또한, 각 압전 필름의 돌출부가, 면방향에 있어서, 접착부가 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 구성의 경우에, 인접하는 압전 필름의 접점끼리를 대면시켜 서로 접속하는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다. 인접하는 압전 필름의 일방의 돌출부를 돌출 방향으로 절곡된 구성으로 해도 된다.

[0353] 도 22는, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 부분 확대 사시도이다. 도 23은, 도 22의 B-B선 단면도이다.

[0354] 도 22에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름(12q, 12v, 12s, 12w, 12u)이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 즉, 도 22에 있어서는, 도 22 중 상측의 1층째의 압전 필름(12q)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(12v)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(12s)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 4층째의 압전 필름(12w)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 5층째의 압전 필름(12u)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다. 또한, 도 22에 나타내는 적층 압전 소자의 압전 필름 중, 1, 3, 5층째의 압전 필름은, 도 21에 나타내는 적층 압전 소자의 1, 3, 5층째의 압전 필름의 구성과 동일한 구성을 갖는다.

[0355] 도 22에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와 접착부의 단변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 단변의 일방의 단부 및 타방의 단부에 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0356] 도 22 중, 좌측의 단부에 형성되는 돌출부에 대하여 도 23을 이용하여 설명한다. 도 22에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12q)에는, 단변의 좌측의 단부에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12v)에는, 1층째의 압전 필름(12q)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 여기에서, 도 23에 나타내는 바와 같이, 2층째의 돌출부(15)는, 돌출 방향으로 되접어 꺾여 있다. 그 때문에, 2층째

의 돌출부의 제1 보호층 측의 면이 1층째의 압전 필름(12q) 측을 향한다. 즉, 2층째의 제1 접점(28a)은, 1층째의 압전 필름(12q) 측 방향으로 배치된다. 2층째의 돌출부(15)가 되접어 꺾은 부위는, 1층째의 돌출부(15)와는, 중복되지 않는 위치에 배치된다. 3층째의 압전 필름(12s)에는, 2층째의 압전 필름(12r)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 돌출부(15)는 2층째의 돌출부(15)가 되접어 꺾인 상태에서의 길이보다 길다. 4층째의 압전 필름(12w)에는, 3층째의 압전 필름(12s)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 여기에서, 도 23에 나타내는 바와 같이, 4층째의 돌출부(15)는, 돌출 방향으로 되접어 꺾여 있다. 그 때문에, 4층째의 돌출부의 제1 보호층 측의 면이 1층째의 압전 필름(12q) 측을 향한다. 즉, 4층째의 제1 접점(28a)은, 1층째의 압전 필름(12q) 측 방향으로 배치된다. 4층째의 돌출부(15)가 되접어 꺾인 부위는, 3층째의 돌출부(15)와는, 중복되지 않는 위치에 배치된다. 5층째의 압전 필름(12u)에는, 4층째의 압전 필름(12t)의 돌출부(15)의 위치와 동일한 위치로부터 돌출되는 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 돌출부(15)는 4층째의 돌출부(15)가 되접어 꺾인 상태에서의 길이보다 길다.

[0357] 이와 같이, 각 압전 필름이, 분극 방향이 교대로 되도록 적층된 구성에 있어서, 인접하는 압전 필름, 즉, 분극 방향이 일방의 방향이 되는 압전 필름의 돌출부(15)를 돌출 방향으로 절곡한 구성으로 함으로써, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)을 동일한 면측에 배치할 수 있다. 이로써, 도전성 필름등을 첩착하여 각 압전 필름의 제1 접점(28a)을 접속하는 것이 보다 용이해진다.

[0358] 도 22 중, 우측의 단부에 형성되는 돌출부에 대해서도 기본적으로 상기와 동일한 구성에 의하여 각 압전 필름의 제2 접점을 동일한 면측에 배치할 수 있다. 도 22에 나타내는 예에서는, 우측의 단부에 형성되는 돌출부(15)에는, 제2 접점이 마련되어 있으며, 1, 3, 5층째의 압전 필름의 돌출부(15)를 돌출 방향으로 되접어 꺾음으로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)을 동일한 면측에 배치할 수 있다.

[0359] 또한, 도 21 및 도 22에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름이, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않고, 각 압전 필름이, 분극 방향이 동일해지도록 적층되는 구성으로 한 경우에도, 각 압전 필름의 돌출부가, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 구성으로 해도 된다. 이 경우에는, 중복되는 모든 돌출부의 길이가 상이하여, 돌출부의 동일한 측을 향하는 면에 각 제1 접점(혹은 제2 접점)이 형성된다.

[0360] 여기에서, 도 21에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부가, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다. 각 압전 필름의 돌출부가, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 동일한 구성이어도 된다.

[0361] 도 24는, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 25는, 도 24의 좌측의 돌출부의 부분을 확대한 확대도이다. 도 26은, 도 24의 우측의 돌출부의 부분을 확대한 확대도이다.

[0362] 도 24에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다.

[0363] 도 24에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와, 접착부의 단변으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 단변의 일방의 단부 및 타방의 단부에 마련되어 있다. 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부의 크기는 대략 동일하다.

[0364] 먼저, 도 24 중, 좌측의 단부에 형성되는 돌출부에 대하여 도 25를 이용하여 설명한다.

[0365] 이들 도 24 중 좌측의 돌출부(15)에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)가 마련되어 있으며, 구멍부(28a) 내에서 제1 전극층(24)이 표출되어 있다. 즉, 각 돌출부(15)에는, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다.

[0366] 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 2층째의 제1 접점과 3층째의 제1 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 4층째의 제1 접점과 5층째의 제1 접점은 대면하고 있다.

[0367] 이들의 돌출부(15)에는, 3개의 도전성 필름이 배치되어 있다. 구체적으로는, 1층째의 돌출부(15)의 제1 접점을 덮는 도전성 필름(61a)과, 2층째와 3층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름(61b)과, 4층째와 5층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름(61c)을 배치하여 도전성 필름(61a)과 도전성 필름(61b)을 접촉시키며, 또한, 도전성 필름(61b)과 도전성 필름(61c)을 접촉시킨다. 이로써, 1층째~5층째의 제1 접점이 접속된다.

[0368] 동일하게, 도 24 중, 우측의 단부에 형성되는 돌출부에 대하여, 도 26을 이용하여 설명한다.

[0369] 도 24 중 우측의 돌출부(15)에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내

에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 즉, 각 돌출부(15)에는, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.

[0370] 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 1층째의 제2 접점과 2층째의 제2 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 3층째의 제2 접점과 4층째의 제2 접점은 대면하고 있다.

[0371] 이들의 돌출부(15)에는, 3개의 도전성 필름이 배치되어 있다. 구체적으로는, 1층째와 2층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름(61d)과, 3층째와 4층째의 돌출부(15)의 사이에 협지되는 도전성 필름(61e)과, 5층째의 돌출부(15)의 제2 접점을 덮는 도전성 필름(61f)을 배치하여 도전성 필름(61d)과 도전성 필름(61e)을 접촉시키며, 또한, 도전성 필름(61e)과 도전성 필름(61f)을 접촉시킨다. 이로써, 1층째~5층째의 제2 접점이 접속된다.

[0372] 또, 상술한 각 예에 있어서는 모두, 각 압전 필름의 돌출부는, 이 돌출부가 형성되는 접착부의 단변의 폭방향의 일부에 형성되는 것으로 했지만, 즉, 돌출부의 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭은, 돌출부가 형성되는 접착부의 단변의 폭보다 짧은 구성으로 했지만, 이에 한정은 되지 않는다. 각 압전 필름의 돌출부는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이, 이 돌출부가 형성되는 접착부의 단변의 폭과 동일해도 된다.

[0373] 도 27은, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 일례를 개념적으로 나타내는 도이다.

[0374] 도 27에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름이 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다.

[0375] 도 27에 나타내는 적층 압전 소자에 있어서, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부와, 접착부의 단변으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 1개의 돌출부(15)를 갖는다. 돌출부(15)는, 단변의 폭과 동일한 폭을 갖는다.

[0376] 이 돌출부(15)의 좌측 단부에는, 제1 보호층(28)을 관통하는 구멍부(28a)(제1 접점(28a))가 형성되어 있다.

[0377] 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 2층째의 제1 접점과 3층째의 제1 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 4층째의 제1 접점과 5층째의 제1 접점은 대면하고 있다.

[0378] 이들의 제1 접점(28a)의 위치에는, 3개의 도전성 필름(61a, 61b, 61c)이 배치되어 있다. 3개의 도전성 필름(61a, 61b, 61c)의 배치는, 도 25와 동일하다. 즉, 1층째의 압전 필름의 제1 접점(28a)을 덮는 도전성 필름(61a)과, 2층째와 3층째의 사이에 협지되고 각 제1 접점(28a)과 접속되는 도전성 필름(61b)과, 4층째와 5층째의 사이에 협지되며 각 제1 접점(28a)과 접속되는 도전성 필름(61c)을 갖고, 3개의 도전성 필름(61a, 61b, 61c)을 접촉시킴으로써, 1층째~5층째의 제1 접점이 접속된다.

[0379] 또, 돌출부(15)의 우측 단부에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)(제2 접점(30a))가 형성되어 있다.

[0380] 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향으로 적층된다. 그 때문에, 1층째의 제2 접점과 2층째의 제2 접점은 대면하고 있다. 동일하게, 3층째의 제2 접점과 4층째의 제2 접점은 대면하고 있다.

[0381] 이들의 제2 접점(30a)의 위치에는, 3개의 도전성 필름(61d, 61e, 61f)이 배치되어 있다. 3개의 도전성 필름(61d, 61e, 61f)의 배치는, 도 26과 동일하다. 즉, 1층째와 2층째의 사이에 협지되고 각 제2 접점(30a)과 접속되는 도전성 필름(61d)과, 3층째와 4층째의 사이에 협지되며 각 제2 접점(30a)과 접속되는 도전성 필름(61e)과, 5층째의 압전 필름의 제2 접점(30a)을 덮는 도전성 필름(61f)을 갖고, 3개의 도전성 필름(61d, 61e, 61f)을 접촉시킴으로써, 1층째~5층째의 제2 접점이 접속된다.

[0382] 또한, 돌출부의 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이, 돌출부가 형성되는 접착부의 단변의 폭보다 짧은 구성의 경우에는, 돌출부와 접착부의 접속부의 각부는 R 구조가 마련되어 있는 것이 바람직하다. R은, 0.3㎜ 이상이 바람직하고, 0.5㎜ 이상이 보다 바람직하다. 각 압전 필름은, 두께가 얇기 때문에, 적층되지 않은 돌출부는, 근원으로부터 늘어져 버린다. 돌출부와 접착부의 접속부의 각부에 R 구조를 마련함으로써 이것을 억제할 수 있다.

[0383] 또, 이 R 구조는, 돌출부를 이루는 직선과 접착부를 이루는 직선의 교점에 있어서, 상기의 반경 규정 내에 있어서, 돌출부의 능선의 형상이 바뀌는 부분이 있는 것을 나타내는 것이며, 반드시 R 구조가 원이 아니어도 된다. 즉, 돌출부와 접착부의 접속부에 있어서, 돌출부가 선단 측으로부터 근원부를 향하여 점차, 폭이 넓어지는 영역을 갖는 것이어도 된다. 더 자세하게 말하면, 돌출부의 능선과 접착부의 능선을 좌표에 적용시킨다. 돌출부와 접착부의 접속부로부터 5㎜ 이상 이간된 부분의 직선을 연장한 선으로 만들어진 좌표축에 탄젠트인 R0.5를 그려, 탄젠트인 R0.5와 좌표축으로 둘러싸인 에어리어 A를 규정하여, 실제 돌출부에 형성되는 폭이 넓어지는 영역의 능선과 좌표축으로 둘러싸인 에어리어 B가, 에어리어 A보다 큰 것이 바람직하다.

[0384] 여기에서, 돌출부의, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭(이하, 간단히 "돌출부의 폭"이라고도 한다)은, 접착부 측

(근원 측)보다 선단 측이 좁은 것이 바람직하고, 접착부로부터 이간됨에 따라 점차 좁아지는 것이 바람직하다. 또, 돌출부의 구체적인 형상으로서는, 접착부의 주면에 수직인 방향에서 보았을 때에(이하, "평면시에 있어서"라고도 한다) 사다리꼴 형상인 것이 바람직하다.

[0385] 이 점에 대하여 도 54~도 57을 이용하여 설명한다.

[0386] 도 54는, 돌출부가 직사각형상의 적층 압전 소자의 일례를 나타내는 개념도이다. 도 55는, 도 54의 적층 압전 소자의 일부를 확대하여 나타내는 도이다. 도 56은, 돌출부가 사다리꼴 형상의 적층 압전 소자의 일례를 나타내는 개념도이다. 도 57은, 도 56의 적층 압전 소자의 일부를 확대하여 나타내는 도이다.

[0387] 도 54에 나타내는 적층 압전 소자에 있어서는, 5매의 압전 필름(12)이 각각, 적층했을 때에 동일한 측이 되는 변측에 돌출부(15)를 갖고 있다. 각 압전 필름(12)의 돌출부(15)는, 주면에 수직인 방향에서 보았을 때에 중복되지 않도록, 돌출부(15)가 형성되는 변을 따르는 방향에 있어서 어긋난 위치에 각각 형성되어 있다. 또, 도 54에 나타내는 적층 압전 소자의 돌출부(15)는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이 접착부 측(근원 측)과 선단 측이 동일하다. 즉, 평면시에 있어서의 돌출부의 형상은 직사각형상이다.

[0388] 상술한 바와 같이, 각 돌출부(15)에는 전기적인 접점이 형성되어, 각 접점이 전기적으로 접속된다. 그 때문에, 각 돌출부(15)는, 가까운 위치에 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 면방향에 있어서의 돌출부(15)끼리의 간격은 좁은 것이 바람직하다. 그러나, 압전 필름(12), 즉, 돌출부(15)는 매우 얇기 때문에, 돌출부(15)는, 휘기 쉽다. 그 때문에, 돌출부의 형상은 직사각형상의 경우에, 돌출부(15)끼리의 간격이 좁으면 돌출부(15)가 휜 경우 등에, 돌출부(15)의 측면끼리가 접촉하기 쉽고, 일방의 돌출부(15)의 제1 전극층과 타방의 돌출부(15)의 제2 전극층이 접촉하여 단락이 발생해 버릴 우려가 있다.

[0389] 이와 같은 돌출부(15)끼리의 접촉을 방지하기 위하여, 돌출부(15)의 폭을 작게 하여, 돌출부(15) 간의 간격을 크게 하는 것이 생각되지만, 돌출부(15)의 폭을 작게 하면, 돌출부(15)를 흐르는 전류의 전류 밀도가 높아져 발열되기 쉬워지기 때문에 바람직하지 않다.

[0390] 또, 돌출부(15)의 형상이 직사각형상인 경우에는, 도 55에 나타내는 바와 같이, 돌출부(15)를 형성하기 위하여 압전 필름을 재단했을 때에 과도한 노치가 발생하기 쉽다. 이와 같은 압전 필름을 적층할 때에 압력을 가하면, 과도한 노치 개소(15a)가 인접하는 압전 필름(12)과 간섭하여, 단락이 발생해 버릴 우려가 있다.

[0391] 한편, 도 56에 나타내는 적층 압전 소자는, 5매의 압전 필름(12)이 각각, 적층했을 때에 동일한 측이 되는 변측에 돌출부(15)를 갖고 있다. 각 압전 필름(12)의 돌출부(15)는, 주면에 수직인 방향에서 보았을 때에 중복되지 않도록, 돌출부(15)가 형성되는 변을 따르는 방향에 있어서 어긋난 위치에 각각 형성되어 있다. 또, 도 56에 나타내는 적층 압전 소자의 돌출부(15)는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이 접착부 측(근원 측)보다 선단 측이 좁다. 도시예에 있어서는, 평면시에 있어서의 돌출부의 형상은 사다리꼴 형상이다.

[0392] 이와 같이, 돌출부(15)의 폭이 선단 측이 좁은 형상이면, 돌출부(15)가 휜 경우 등도, 돌출부(15)의 측면끼리가 접촉하기 어려워진다. 그 때문에, 돌출부(15)끼리의 간격을 좁게 해도 단락이 발생해 버리는 것을 방지할 수 있다. 또, 돌출부(15)의 근원부의 폭은 크기 때문에, 돌출부(15)를 흐르는 전류의 전류 밀도가 높아지는 것을 억제할 수 있어, 발열을 억제할 수 있다.

[0393] 또, 돌출부(15)의 형상이 사다리꼴 형상의 경우에는, 도 57에 나타내는 바와 같이, 돌출부(15)를 형성하기 위하여 압전 필름을 재단했을 때에 과도한 노치가 발생하기 어렵다. 그 때문에, 압전 필름을 적층할 때에 압력을 가해도, 과도한 노치 개소가 인접하는 압전 필름(12)과 간섭하여, 단락이 발생해 버리는 것을 방지할 수 있다.

[0394] 또한, 도 56에 나타내는 예에서는, 돌출부의 형상은 사다리꼴 형상으로 했지만, 이에 한정은 되지 않고, 선단 측의 폭이 근원 측의 폭보다 좁아져 있으면 된다. 예를 들면, 돌출부의, 접착부와 접하는 변이 곡선상이어도 된다. 또, 돌출부의 폭이, 근원 측으로부터 선단 측을 향하여 단계적으로 좁아지는 형상(계단상)이어도 된다.

[0395] 여기에서, 상술한 각 예에서는, 각 압전 필름은, 1층의 매엽상으로 했지만, 이에 한정은 되지 않는다. 복수의 압전 필름 중 적어도 하나는, 적어도 1회 되접어 꺾은 벨로즈 형상이어도 된다.

[0396] 벨로즈 형상의 압전 필름의 예를 도 28에 나타낸다.

[0397] 도 28에 나타내는 압전 필름은, 압전 필름을, 복수 회, 되접어 꺾음으로써, 압전 필름을 복수 층, 적층한 것이다. 또, 바람직한 양태로서 되접어 꺾음에 의하여 적층된 압전 필름은, 각층을 접착층에 의하여 첩착하고 있다.

[0398] 두께 방향으로 분극된 1매의 압전 필름을, 되접어 꺾어 적층함으로써, 적층 방향으로 인접(대면)하는 압전 필름

의 분극 방향은, 반대 방향이 된다.

[0399] 이 구성에 의하면, 구동 전압을 인가하기 위한 전원이 1개에 그치고, 또한 압전 필름으로부터의 전극의 인출도, 1개소이면 된다.

[0400] 그 때문에, 적층 압전 소자가, 벨로즈 형상의 압전 필름을 갖는 격자로 함으로써, 부품 개수를 저감하고, 또한 구성을 간략화하여, 압전 소자(모듈)로서의 신뢰성을 향상시키며, 또한 비용 저감을 도모할 수 있다.

[0401] 도 28에 나타내는 압전 필름과 같이, 압전 필름을 되접어 꺾은 압전 필름에서는, 되접어 꺾음의 횟수를 짝수회로 하고, 홀수층 적층되는 구성으로 함으로써, 일방의 표면에서는 제1 보호층(28)이 표면이 되고, 타방의 표면에서는 제2 보호층(30)이 표면이 된다. 그 때문에, 제1 보호층(28) 측의 표면에 제1 접점(28a)을 형성하고, 제2 보호층(30) 측의 표면에 제2 접점(30a)을 형성함으로써, 용이하게 전극을 인출할 수 있다.

[0402] 이와 같은 벨로즈 형상의 압전 필름을 1매 이상 포함하는 적층 압전 소자의 예를 도 29~도 36에 나타낸다.

[0403] 도 29~도 32에 나타내는 적층 압전 소자는 모두, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)과 매엽상의 압전 필름(12)을 적층한 구성을 갖는다. 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)은, 매엽상의 압전 필름(12)에 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 갖고, 이 돌출부(15)에 제1 접점 및 제2 접점(도시하지 않음)이 형성된다. 제1 접점에는, 도전성 필름(62a)이 접속되어 있다. 또, 제2 접점에는, 도전성 필름(62b)이 접속되어 있다.

[0404] 매엽상의 압전 필름(12)은, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)에 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 갖고, 이 돌출부(15)에 제1 접점 및 제2 접점(도시하지 않음)이 형성된다. 제1 접점에는, 도전성 필름(62c)이 접속되어 있다. 또, 제2 접점에는, 도전성 필름(62d)이 접속되어 있다.

[0405] 도 29에 나타내는 예에서는, 매엽상의 압전 필름(12)의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의, 매엽상의 압전 필름(12)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 일치하고 있다. 또, 매엽상의 압전 필름(12)의 돌출부(15)와, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의 돌출부(15)는 면방향이 상이한 위치에 형성되어 있다.

[0406] 도 30에 나타내는 예에서는, 매엽상의 압전 필름(12)의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의, 매엽상의 압전 필름(12)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 반대이다. 또, 매엽상의 압전 필름(12)의 돌출부(15)와, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의 돌출부(15)는 면방향이 상이한 위치에 형성되어 있다.

[0407] 도 31에 나타내는 예에서는, 매엽상의 압전 필름(12)의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의, 매엽상의 압전 필름(12)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 일치하고 있다. 또, 매엽상의 압전 필름(12)의 돌출부(15)와, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의 돌출부(15)는 면방향이 동일한 위치에 형성되어 있다.

[0408] 도 32에 나타내는 예에서는, 매엽상의 압전 필름(12)의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의, 매엽상의 압전 필름(12)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 반대이다. 또, 매엽상의 압전 필름(12)의 돌출부(15)와, 벨로즈 형상의 압전 필름(12L)의 돌출부(15)는 면방향이 동일한 위치에 형성되어 있다.

[0409] 도 33~도 36에 나타내는 적층 압전 소자는 모두, 벨로즈 형상의 압전 필름을 2매 적층한 구성을 갖는다. 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)은, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)에 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 갖고, 이 돌출부(15)에 제1 접점 및 제2 접점(도시하지 않음)이 형성된다. 제1 접점에는, 도전성 필름(62a)이 접속되어 있다. 또, 제2 접점에는, 도전성 필름(62b)이 접속되어 있다.

[0410] 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)은, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)에 접착되어 있지 않은 돌출부(15)를 갖고, 이 돌출부(15)에 제1 접점 및 제2 접점(도시하지 않음)이 형성된다. 제1 접점에는, 도전성 필름(62e)이 접속되어 있다. 또, 제2 접점에는, 도전성 필름(62f)이 접속되어 있다.

[0411] 도 33에 나타내는 예에서는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 서로 반대이다. 또, 2개의 벨로즈 형상의 압전 필름의 돌출부(15)는 면방향의 동일한 위치에 형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다. 한편, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)과 접하는 측의 층에 형성되어 있다.

[0412] 도 34에 나타내는 예에서는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 서로 반대이다. 또, 2개의 벨로즈 형상의 압전 필름의 돌출부(15)는 면방향의 동일한 위치에

형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다.

[0413] 도 35에 나타내는 예에서는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 서로 반대이다. 또, 2개의 벨로즈 형상의 압전 필름의 돌출부(15)는 면방향의 상이한 위치에 형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다. 한편, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)과 접하는 측의 층에 형성되어 있다.

[0414] 도 36에 나타내는 예에서는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향과, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)에 접하는 층에 있어서의 분극 방향은 서로 반대이다. 또, 2개의 벨로즈 형상의 압전 필름의 돌출부(15)는 면방향의 상이한 위치에 형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다. 또, 벨로즈 형상의 압전 필름(121b)의 돌출부(15)는, 벨로즈 형상의 압전 필름(121a)과 접하지 않는 측의 층에 형성되어 있다.

[0415] 이와 같이, 복수의 압전 필름 중 적어도 하나가, 적어도 1회 되접어 꺾은 벨로즈 형상인 경우에도, 각 압전 필름의 층 구성 및 돌출부의 형성 위치 등은 다양한 구성으로 할 수 있다.

[0416] 여기에서, 도 1 등에 나타내는 예에서는, 돌출부(15)는, 제1 보호층(28), 제1 전극층(24), 압전체층(20), 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)을 적층한 구성을 갖는 것, 즉, 돌출부(15)는 압전 필름(12)의 층 구성과 동일한 층 구성을 갖는 것으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다. 돌출부는, 적어도 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28), 또는, 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)이 적층한 구성을 갖는 것이어도 된다.

[0417] 도 37은, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 38은, 도 38의 상면도이다. 도 39는, 도 38의 측면도이다. 도 40은, 도 37의 적층 압전 소자가 갖는 복수의 압전 필름을 각각 나타내는 도이다.

[0418] 도 37~도 39에 나타내는 예는, 압전 필름을 3매 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 동일해지도록 적층되어 있다. 도 37~도 39에 있어서는, 도 37 중 상측의 1층째의 압전 필름(72a)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(72b)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(72c)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다.

[0419] 도 37에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 접착부(73)와, 접착부(73)의 장변 측으로부터 면방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(75a 및 75b)를 갖는다. 돌출부(75a)는, 제1 보호층(28) 및 제1 전극층(24)이 적층된 구성을 갖는다. 돌출부(75a)는, 접착부(73)의 일방의 장변으로부터, 외측을 향하여 돌출되도록 마련되어 있다. 돌출부(75b)는, 제2 보호층(30) 및 제2 전극층(26)이 적층된 구성을 갖는다. 돌출부(75b)는, 접착부(73)의 타방의 장변으로부터, 외측을 향하여 돌출되도록 마련되어 있다.

[0420] 도시예에 있어서, 각 압전 필름의 접착부(13)의 크기는 대략 동일하다.

[0421] 또, 각 압전 필름은, 제1 보호층(28) 및 제1 전극층(24)으로 이루어지는 돌출부(75a)가 배치되는 장변, 및, 제2 보호층(30) 및 제2 전극층(26)으로 이루어지는 돌출부(75b)가 배치되는 장변을 각각 면방향으로 일치시켜 적층되어 있다.

[0422] 도 40에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(72a)에는, 접착부(73)의 일방의 장변의 일방의 단부 측에 돌출부(75a)가 형성되어 타방의 장변의 일방의 단부 측에 돌출부(75b)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(72b)에는, 1층째의 압전 필름(72a)의 돌출부 각각의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에, 돌출부(75a 및 75b)가 각각 형성되어 있다. 3층째의 압전 필름(72c)에는, 2층째의 압전 필름(72b)의 돌출부 각각의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에, 돌출부(75a 및 75b)가 각각 형성되어 있다.

[0423] 도 40에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부는, 대략 동일한 크기 형상이다. 또, 각 압전 필름의 돌출부는, 인접하는 압전 필름의 돌출부의 위치로부터, 돌출부 1개분 어긋난 위치에 형성되어 있다.

[0424] 도 40에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 일방의 장변 측의 돌출부(75a)에서는, 도면 중간 측의 면에 제1 전극층(24)이 노출되어 있다. 또, 각 압전 필름의 타방의 장변 측의 돌출부(75b)에서는, 제2 전극층(26)이 노출

되어 있다. 즉, 각 압전 필름의 일방의 장변에 형성되는 돌출부(75a)의 노출하는 제1 전극층(24)이 제1 접점이 되고, 타방의 장변에 형성되는 돌출부(75b)의 노출하는 제2 전극층(26)이 제2 접점이 된다.

[0425] 이와 같은 3개의 압전 필름이 접착부(73)의 면방향의 위치를 일치시켜 적층되면, 도 37에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(75a 및 75b)는, 면방향에 있어서, 서로 중복되지 않도록 배치된다.

[0426] 또, 각 압전 필름의 일방의 장변 측의 돌출부(75a) 에는 모두, 제1 접점(제1 전극층(24))이 형성되어 있다.

[0427] 도 41에 나타내는 바와 같이, 이들의 돌출부(75a)의 제1 접점(제1 전극층(24)) 측의 면에는, 도전성 필름(63a)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제1 접점이 용이하게 전기적으로 접속된다.

[0428] 동일하게, 각 압전 필름의 타방의 장변 측의 돌출부(75b) 에는 모두, 제2 접점(제2 전극층(26))이 형성되어 있다.

[0429] 도 41에 나타내는 바와 같이, 이들의 돌출부(75b)의 제2 접점(제2 전극층(26)) 측의 면에는, 도전성 필름(63b)이 첩착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점이 용이하게 전기적으로 접속된다.

[0430] 이와 같이, 돌출부가, 적어도 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28), 또는, 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)이 적층한 구성을 갖는 것으로 한 경우에서도, 인접하는 압전 필름과 접착되어 있지 않은 돌출부를 마련하고, 돌출부에 제1 접점 또는 제2 접점을 마련함으로써, 제1 전극층(24)끼리, 및, 제2 전극층(26)끼리를 각각 용이하게 접속할 수 있다.

[0431] 여기에서, 도 38에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부는, 면방향으로 중복되지 않도록 배치되는 구성으로 했지만, 이에 한정은 되지 않고, 도 42에 나타내는 바와 같이, 인접하는 압전 필름의 돌출부가, 면방향으로 일부 중복되도록 배치되는 구성으로 해도 된다.

[0432] 또, 도 37에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름은, 분극 방향이 동일해지도록 적층되어 있는 구성으로 했지만, 이에 한정은 되지 않고, 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있어도 된다. 이 경우, 도 16에 나타내는 예와 동일하게, 인접하는 압전 필름의 돌출부(75a)끼리, 또는, 돌출부(75b)끼리가 면방향으로 동일한 위치에 형성되어 있어도 된다.

[0433] 또, 돌출부가, 적어도 제1 전극층(24) 및 제1 보호층(28), 또는, 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)이 적층한 구성을 갖는 것인 경우에도, 상술한 도 21에 나타낸 예와 동일하게, 압전 필름의 돌출부(75a) 및/또는 돌출부(75b)가 각각, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어 있으며, 돌출 방향의 길이가 서로 상이한 구성으로 해도 된다.

[0434] 또, 각 압전 필름이, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있으며, 압전 필름의 돌출부(75a) 및/또는 돌출부(75b)가 각각, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어 있는 경우에, 도 23의 예와 동일하게, 돌출부를, 돌출 방향으로 절곡하여 각 압전 필름의 제1 접점 또는 제2 접점을 같은 면측에 배치하는 것으로 해도 된다.

[0435] 또, 도 24에 나타내는 예와 동일하게, 각 압전 필름의 돌출부(75a) 및/또는 돌출부(75b)가 각각, 면방향에 있어서, 접착부의 동일한 위치로부터 돌출되어, 돌출 방향의 길이가 동일하며, 복수의 도전성 필름을 이용하여 접속하는 구성이어도 된다.

[0436] 또, 적어도 1개의 압전 필름이 벨로즈 형상의 압전 필름이며, 벨로즈 형상의 압전 필름이, 제1 보호층(28) 및 제1 전극층(24)으로 이루어지는 돌출부(75a), 및, 제2 보호층(30) 및 제2 전극층(26)으로 이루어지는 돌출부(75b)를 갖는 구성으로 해도 된다.

[0437] 또, 각 압전 필름의 제1 접점, 및 제2 접점을 각각 도전성 필름으로 접속한 구성에 있어서, 도 43 및 도 44에 나타내는 바와 같이, 돌출부를 접착부의 일방의 주면 측으로 절곡해도 된다. 돌출부를 절곡함으로써, 공간을 절약할 수 있다. 또한, 도 44에 있어서, 전극층의 도시는 생략하고 있다.

[0438] 이 점은, 상술한, 돌출부가, 제1 보호층(28), 제1 전극층(24), 압전체층(20), 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)을 적층한 구성을 갖는 것인 경우도 동일하다.

[0439] 도 40에 나타내는 바와 같이, 압전 필름에 있어서, 전극층 및 보호층만이 면방향으로 돌출되는 돌출부를 형성하는 방법으로서는, 일본 공개특허공보 2014-209724호의 단락 [0082]~[0084]에 기재된 방법 등을 이용할 수 있다.

[0440] 이상, 본 발명의 적층 압전 소자 및 전기 음향 변환기에 대하여 상세하게 설명했지만, 본 발명은 상술한 예에

한정은 되지 않고, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위에 있어서, 각종 개량이나 변경을 행해도 되는 것은, 물론이다.

산업상 이용가능성

[0442] 각종 부재에 당접하여 소리를 발생시키는 익사이터 등으로서 적합하게 이용 가능하다.

부호의 설명

[0443] 10, 70, 70b 적층 압전 소자

11a, 11c 시트상물

11b 적층체

12, 12a~12w, 12L, 12La, 12Lb, 72a~72c 압전 필름

13, 73 접착부

14, 52 접착층

15, 75a, 75b 돌출부

20 압전체층

24 제1 전극층

26 제2 전극층

28 제1 보호층

28a 구멍부(제1 접점)

30 제2 보호층

30a 구멍부(제2 접점)

34 점탄성 매트릭스

36 압전체 입자

40 코로나 전극

42 직류 전원

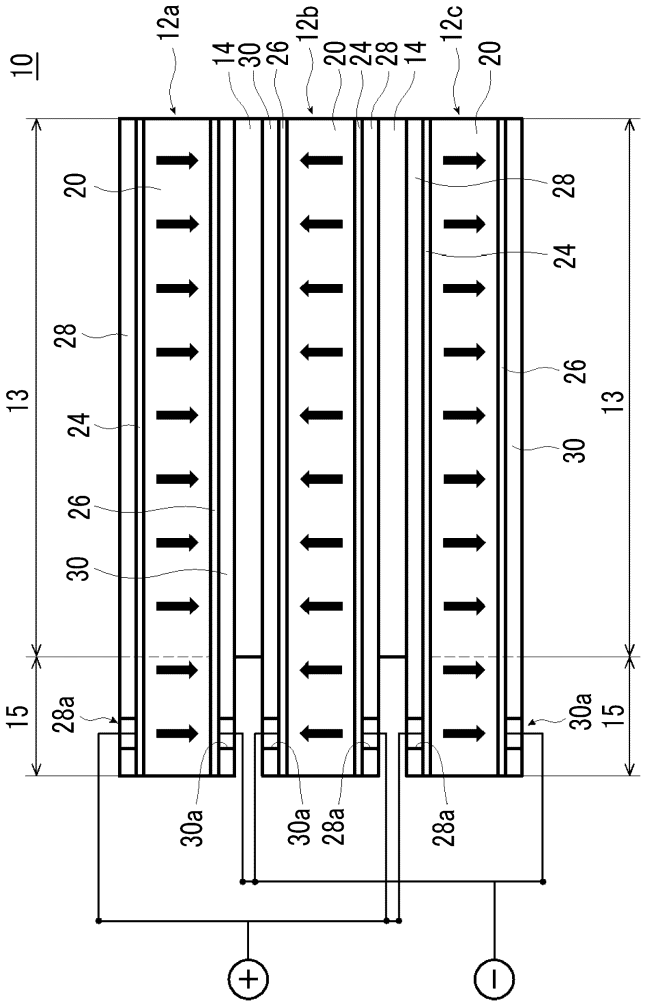
50, 50a~50c 진동판

60a~60b, 61a~61f, 62a~62f, 63a, 63b 도전성 필름

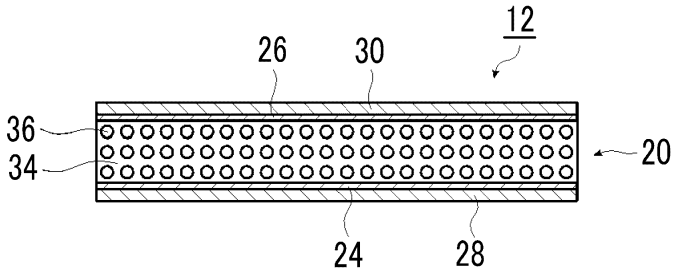
80, 80a~80f 고정 수단

도면

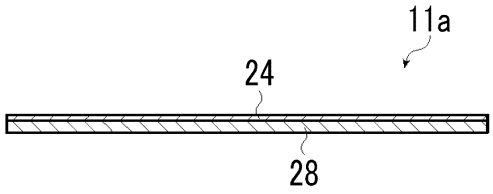
도면1


10
12a
14
30
26
12b
20
24
28
14
12c
20
20
28
24
26
30
13
13
15
15
28a
30a
30a
28a
28a
30a
⊕
⊖

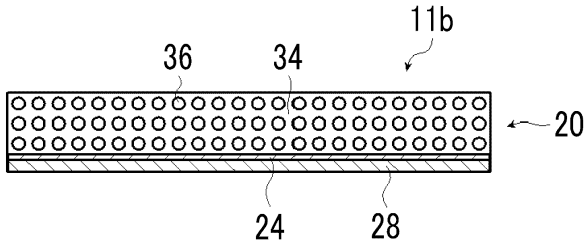
도면2


12
26
30
36
34
20
24
28

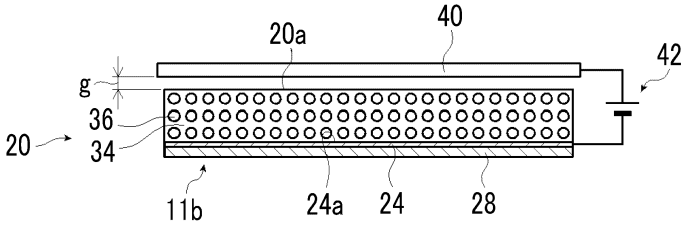
도면3



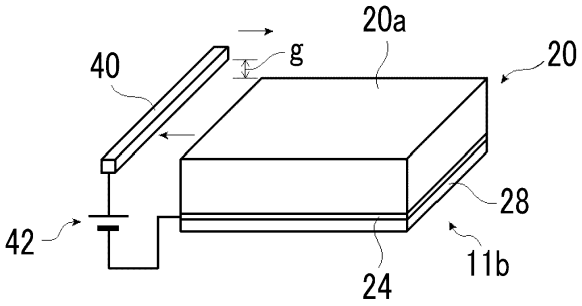
도면4



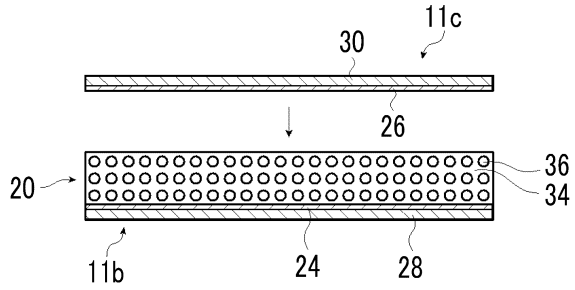
도면5



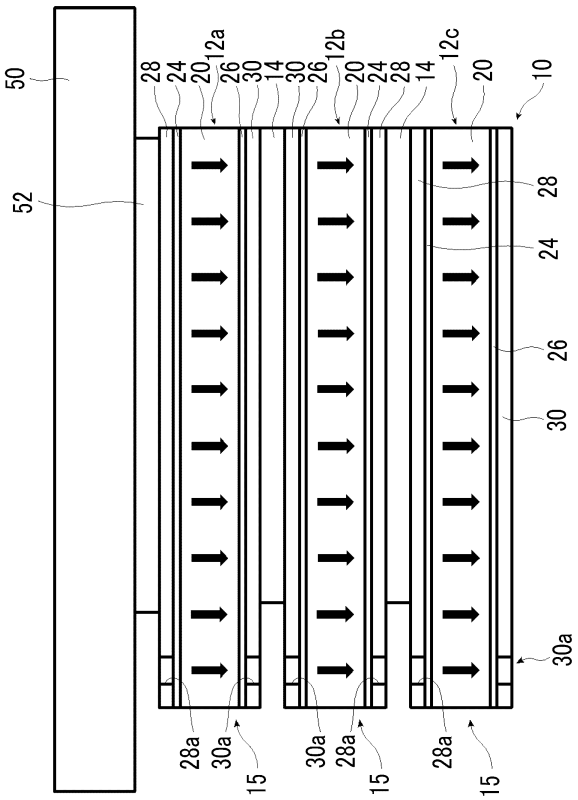
도면6



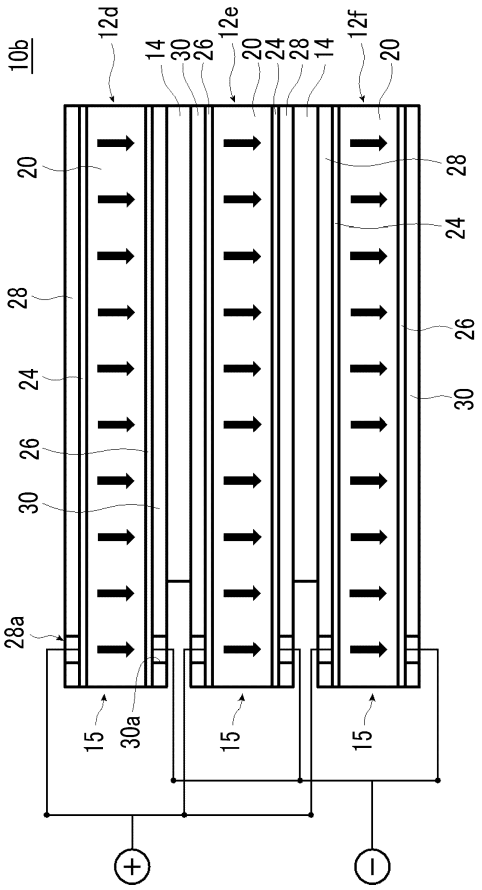
도면7


11c
30
26
20
36
34
11b
24
28

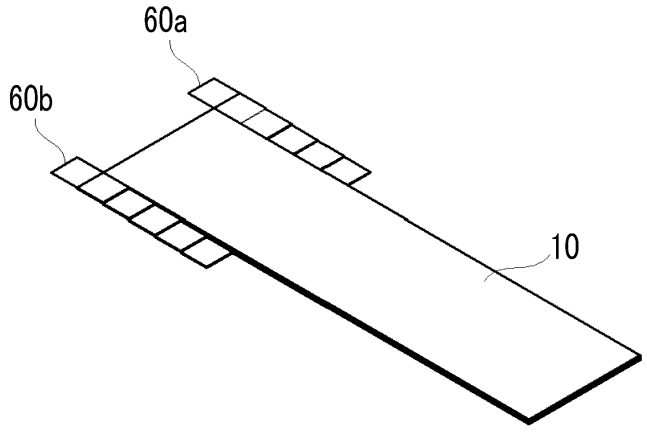
도면8


50
52
28
24
20
12a
26
30
14
30
26
12b
20
24
28
14
12c
20
10
28
24
26
30
30a
28a
30a
15
30a
28a
15
28a
15

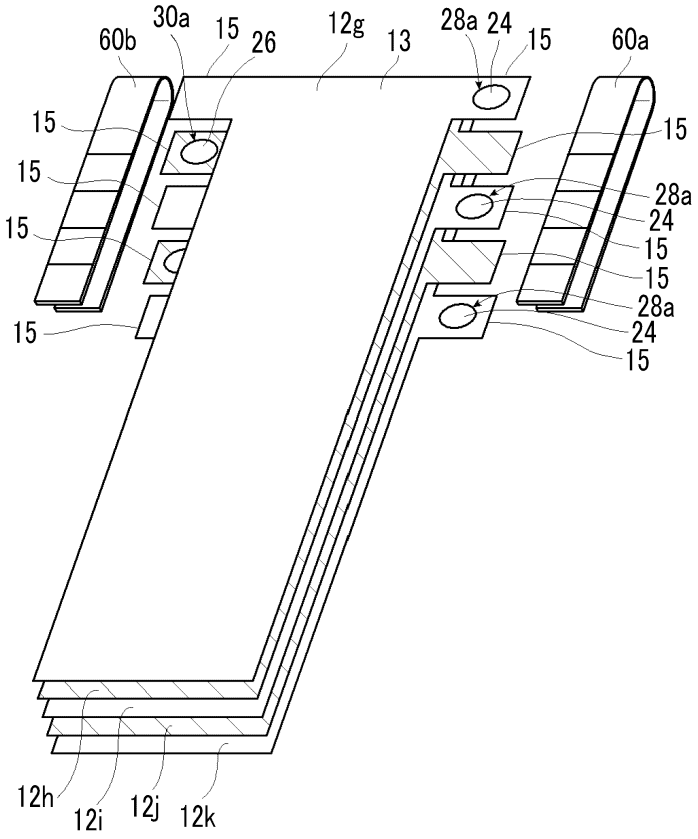
도면9


10b
12d
14
30
26
12e
20
24
28
14
12f
20
20
28
24
26
30
28a
15
30a
15
15

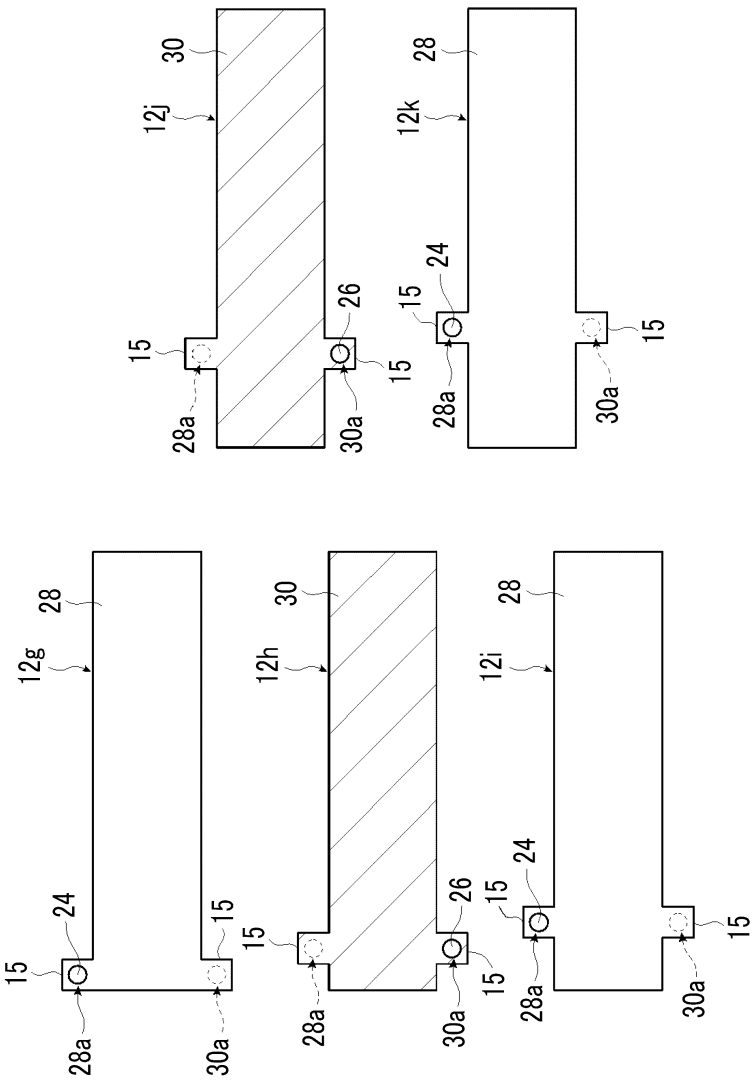
도면10


60a
60b
10

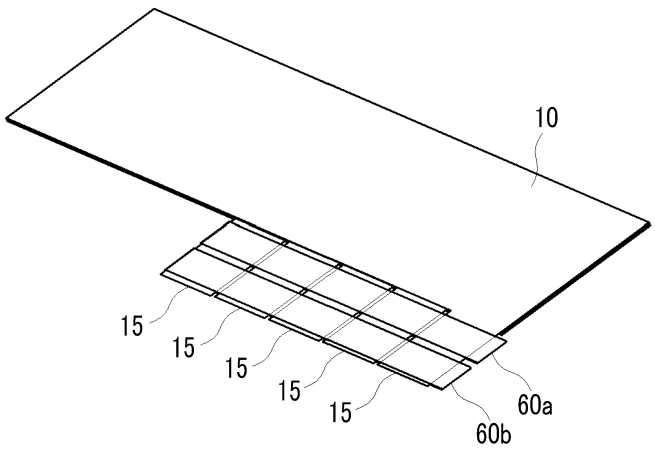
도면11


60b
30a
15
26
12g
13
28a
24
15
60a
15
15
15
15
15
28a
24
15
15
28a
24
15
12h
12i
12j
12k

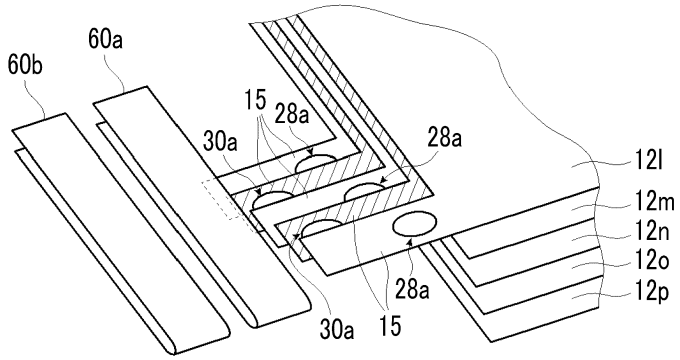
도면12



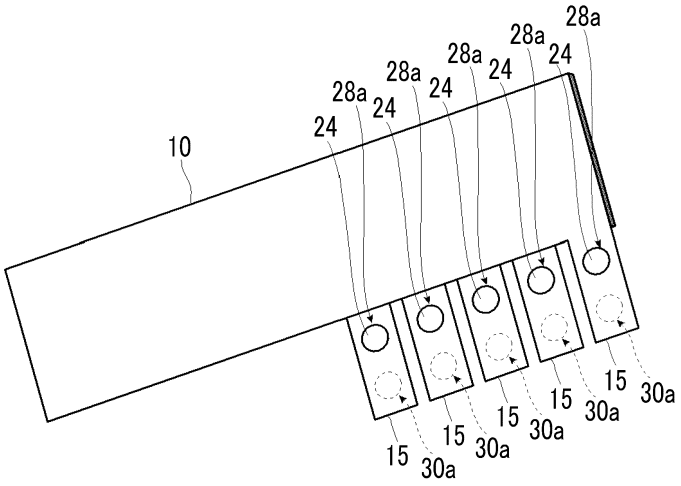
도면13



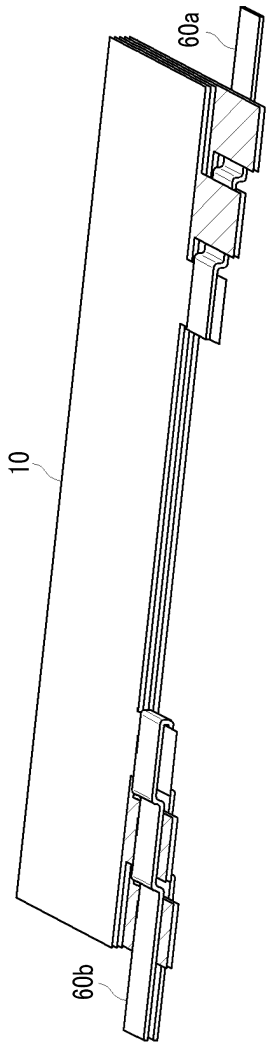
도면14


60a
60b
15
28a
30a
28a
12l
12m
12n
12o
12p
28a
30a
15

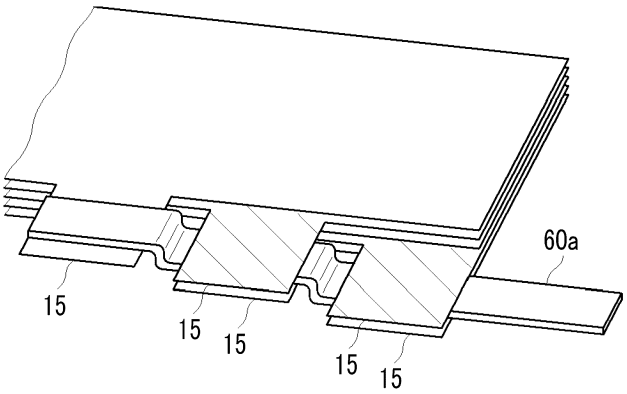
도면15


28a
28a
24
28a
24
28a
24
28a
24
28a
24
10
15
30a
15
30a
15
30a
15
30a
15
30a

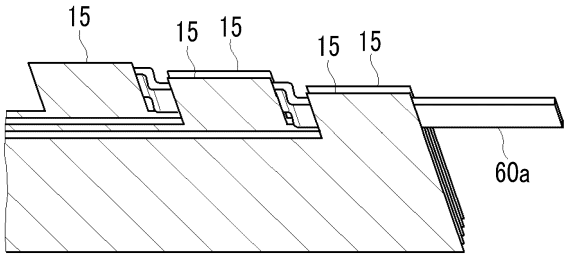
도면16



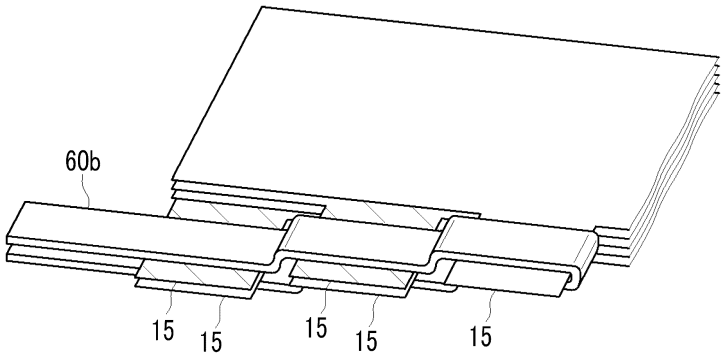
도면17



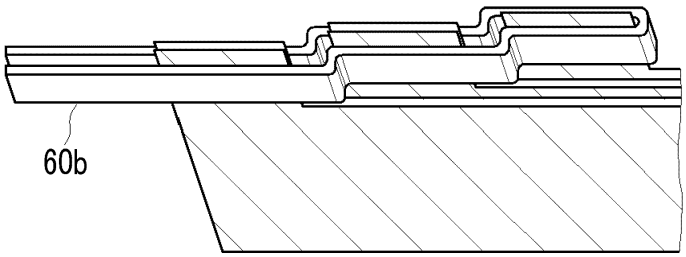
도면18



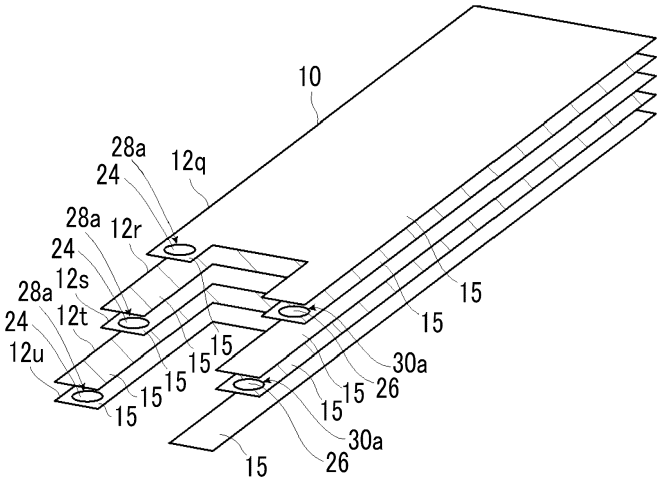
도면19



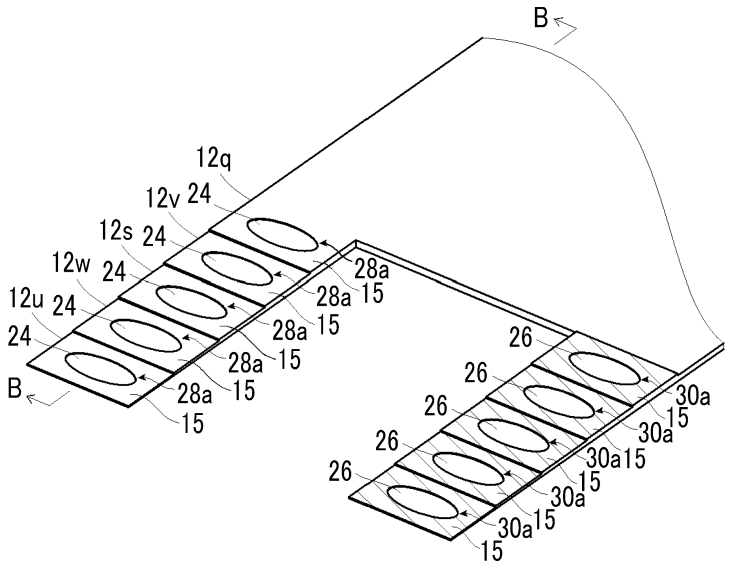
도면20



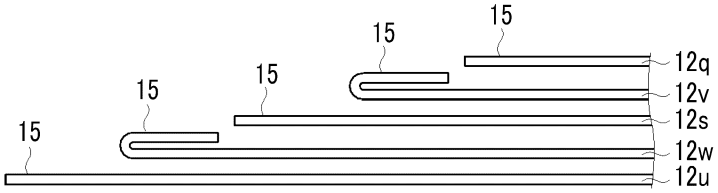
도면21



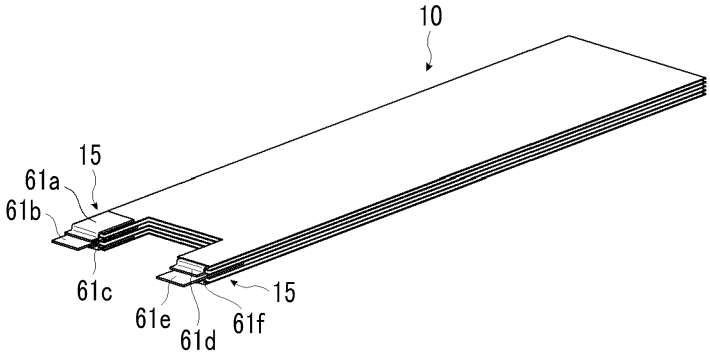
도면22



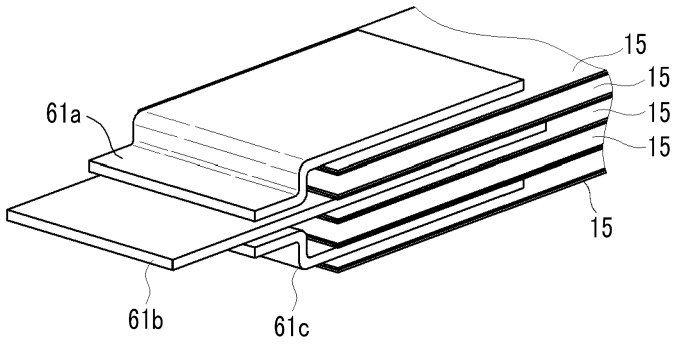
도면23



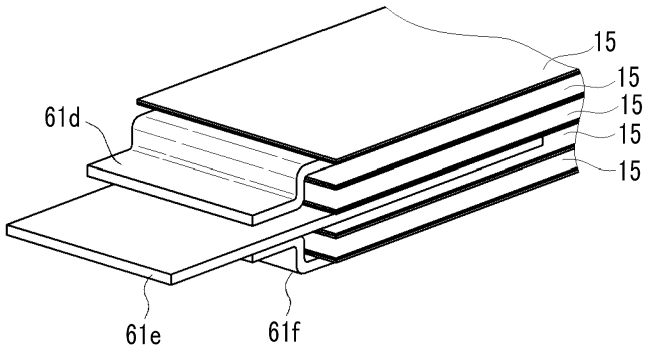
도면24



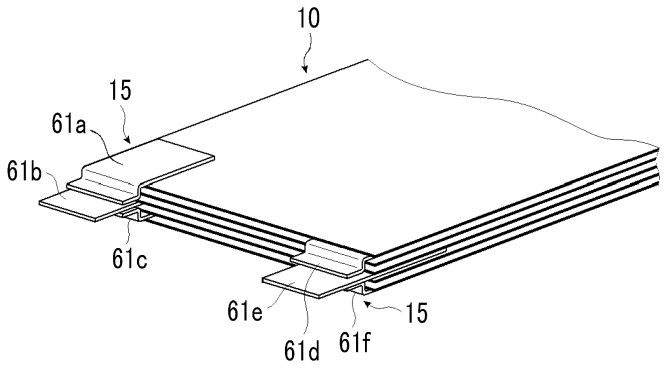
도면25



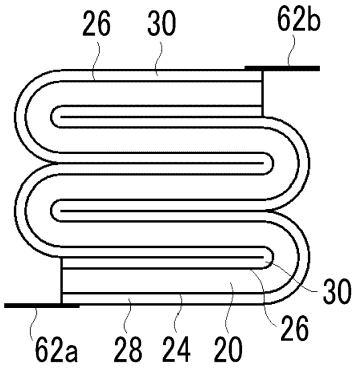
도면26



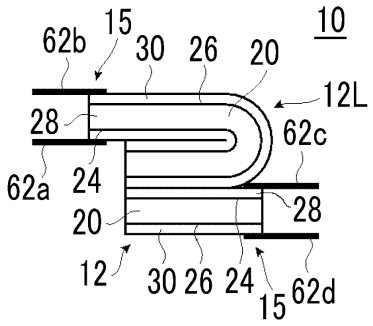
도면27



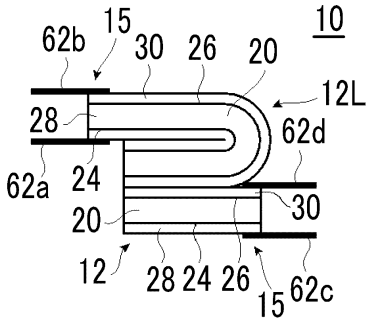
도면28



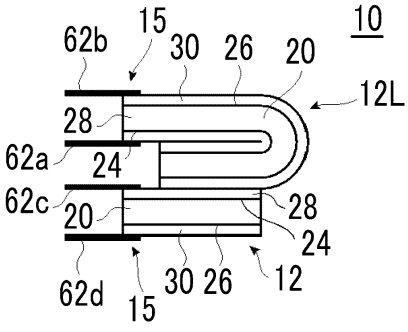
도면29



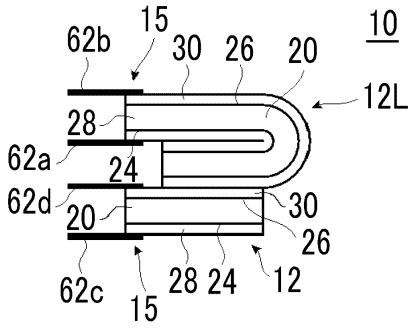
도면30



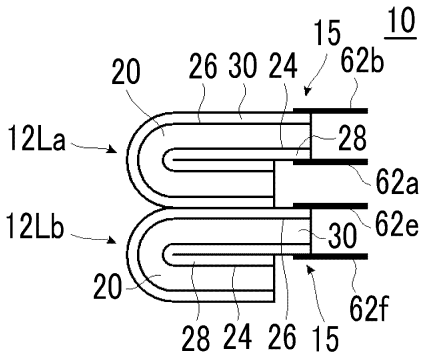
도면31



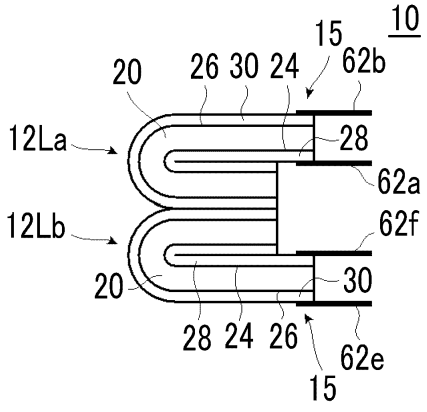
도면32



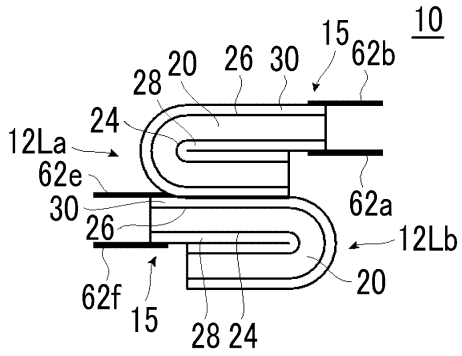
도면33



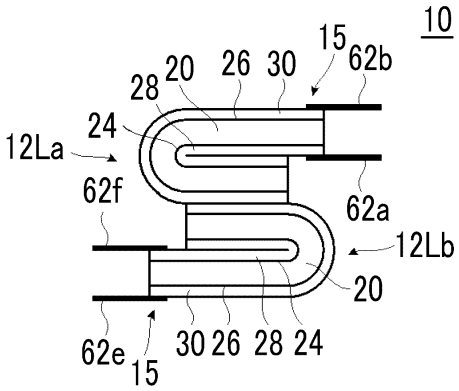
도면34



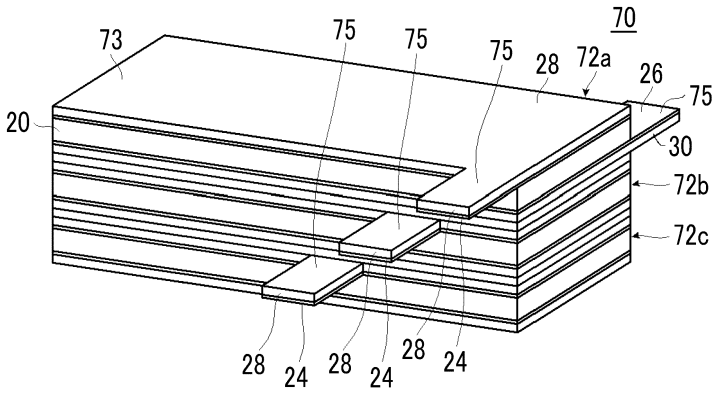
도면35



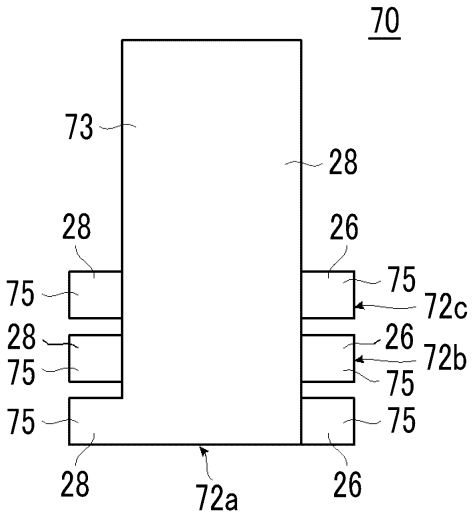
도면36



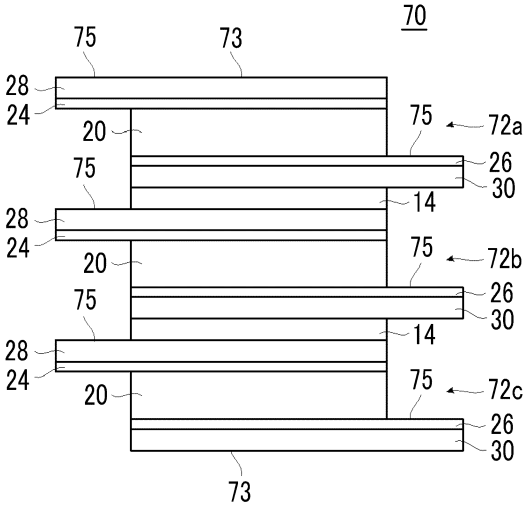
도면37



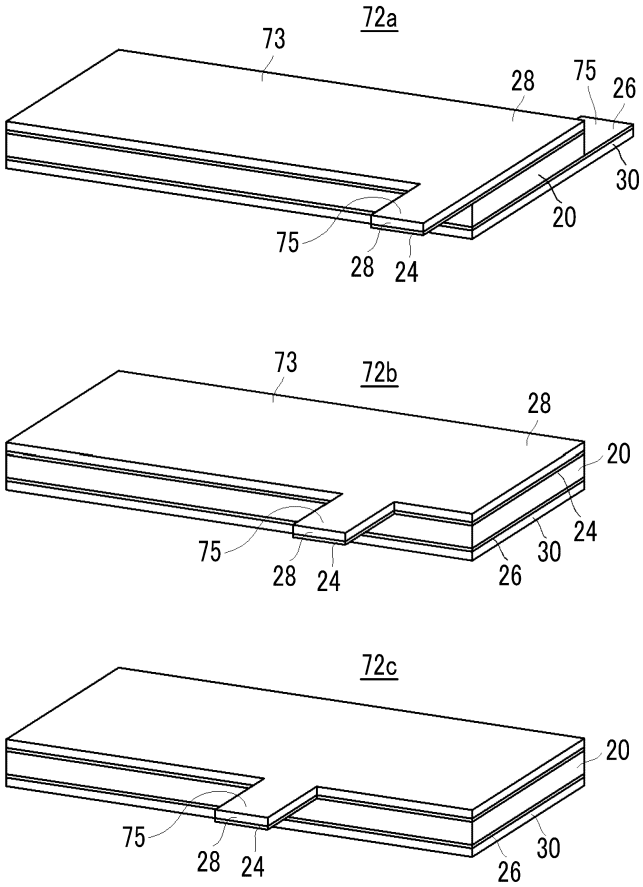
도면38


70
73
28
28
26
75
75
72c
28
75
26
72b
75
75
75
28
72a
26

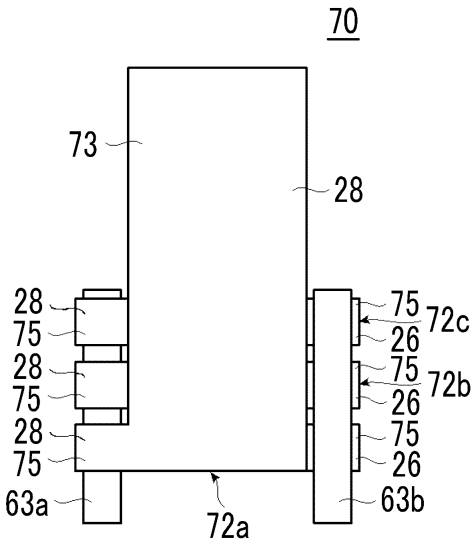
도면39


70
75
73
28
24
20
75
72a
26
30
75
14
28
24
20
75
72b
26
30
75
14
28
24
20
75
72c
26
30
73

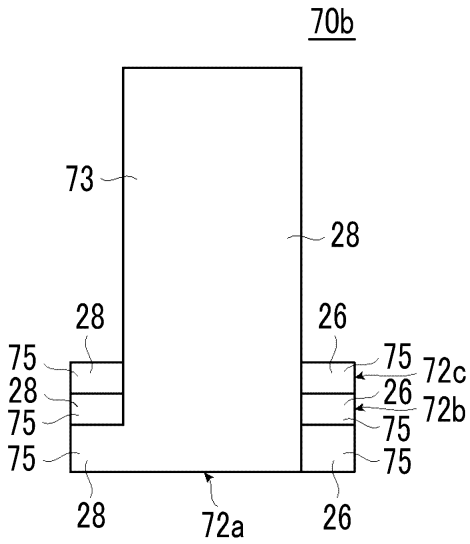
도면40


72a
73
28
75
26
30
20
75
28
24
73
72b
28
20
24
75
28
24
30
26
72c
20
75
28
24
30
26

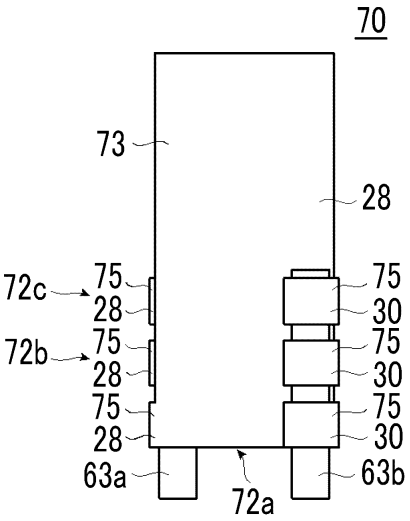
도면41


70
73
28
28
75
28
75
28
75
63a
72a
75
26
72c
75
26
72b
75
26
63b

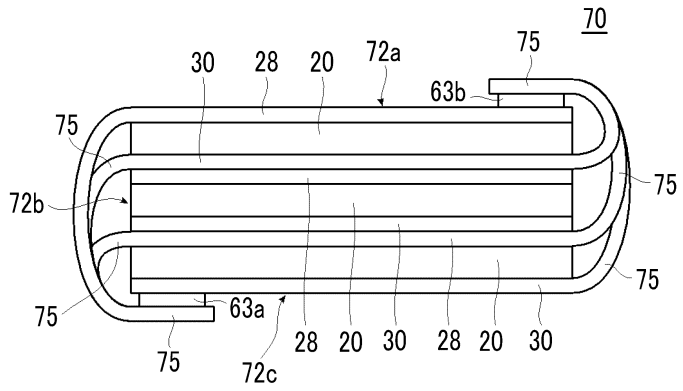
도면42


70b
73
28
28
26
75
28
75
75
75
28
26
75
26
75
75
72c
72b
72a

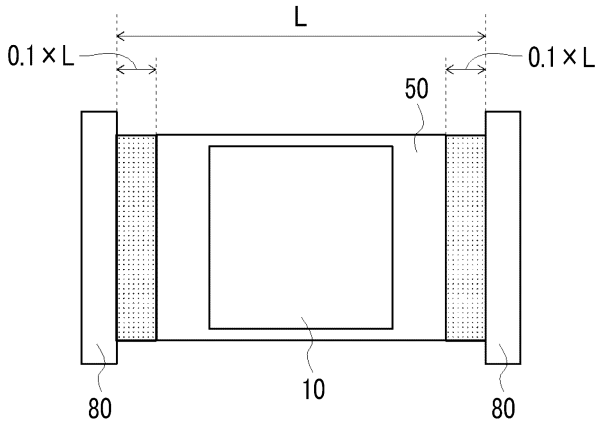
도면43


70
73
28
72c
72b
75
28
75
28
75
28
75
30
75
30
75
30
63a
63b
72a

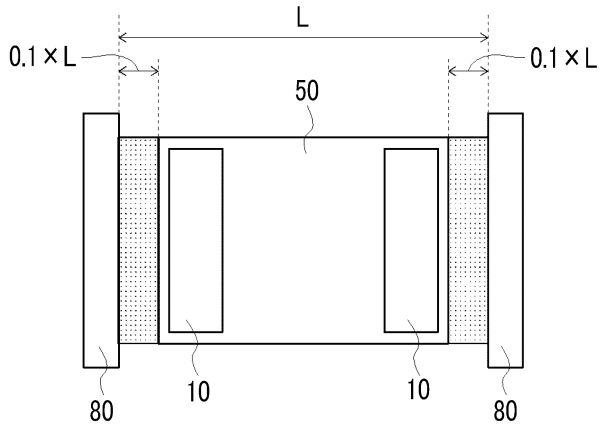
도면44



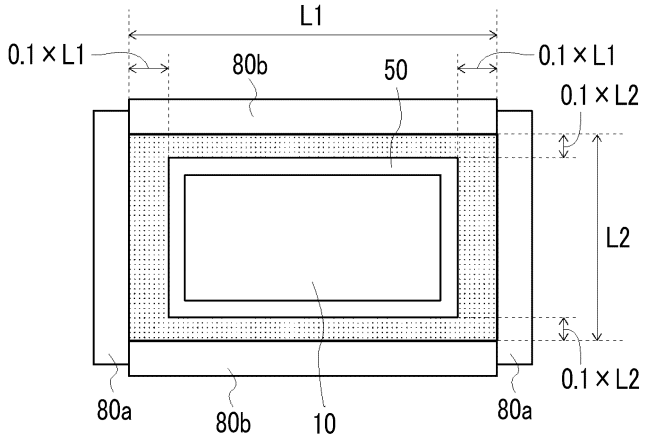
도면45



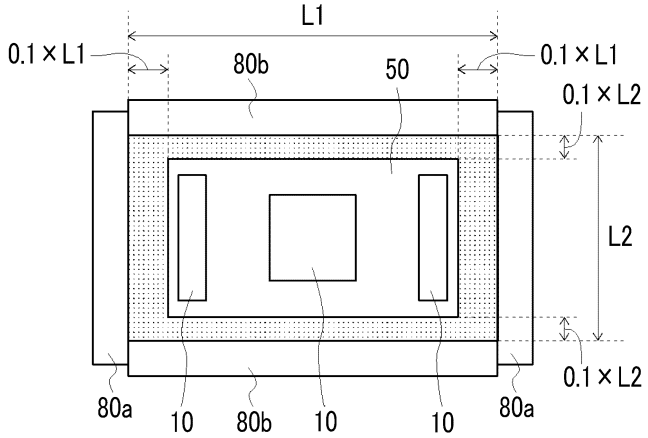
도면46



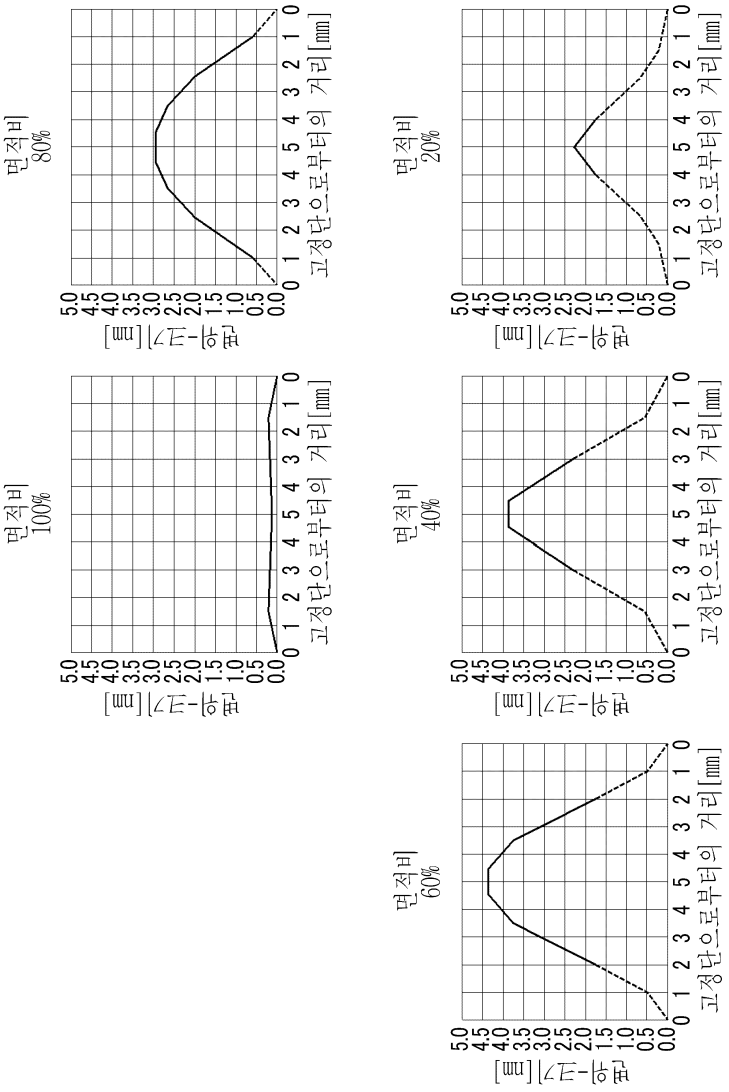
도면47


L1
0.1×L1
80b
50
0.1×L1
0.1×L2
L2
0.1×L2
80a
80b
10
80a

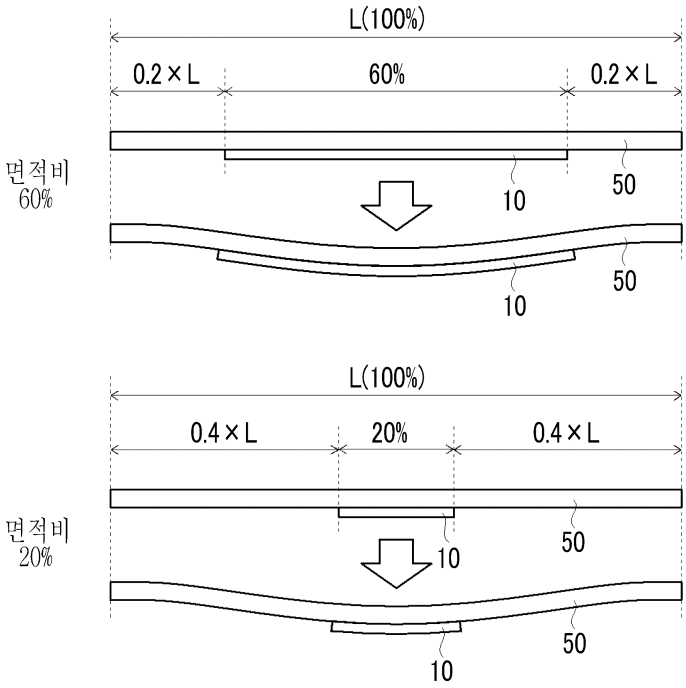
도면48


L1
0.1×L1
80b
50
0.1×L1
0.1×L2
L2
0.1×L2
80a
10
80b
10
10
80a

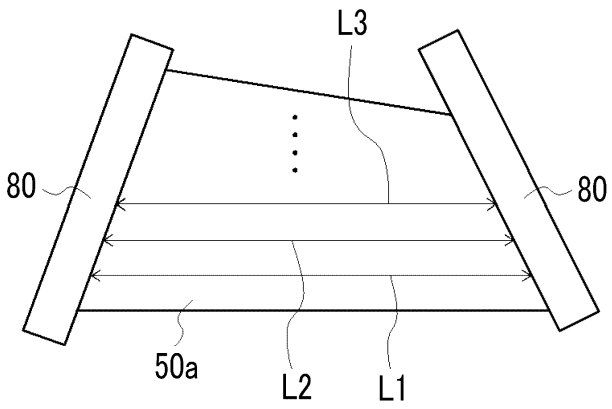
도면49


면적비
100%
면적비
80%
면적비
60%
면적비
40%
면적비
20%
면압-길기[mm]
고정단으로부터의 거리[mm]
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0 1 2 3 4 5 4 3 2 1 0

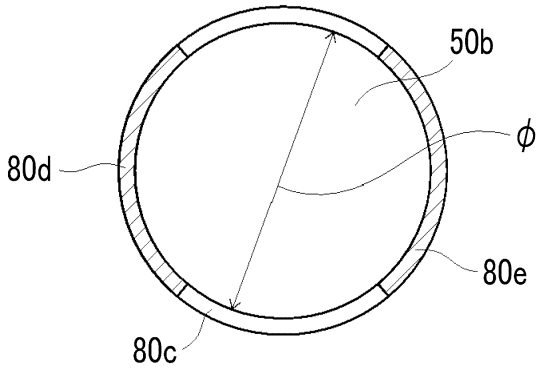
도면50


L(100%)
0.2×L
60%
0.2×L
면적비
60%
10
50
50
10
L(100%)
0.4×L
20%
0.4×L
면적비
20%
10
50
50
10

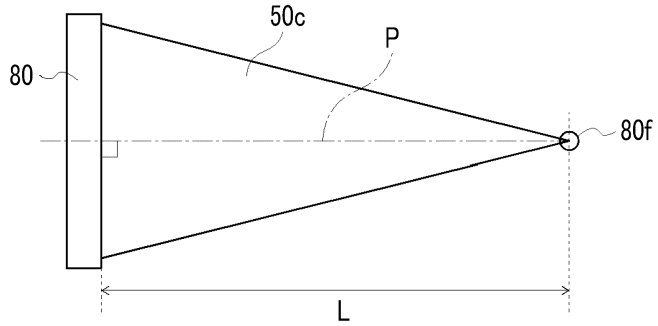
도면51


L3
80
80
50a
L2
L1

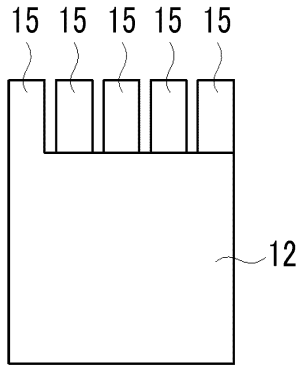
도면52



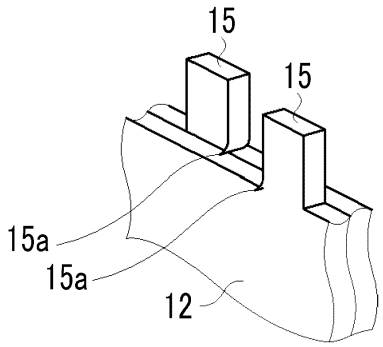
도면53



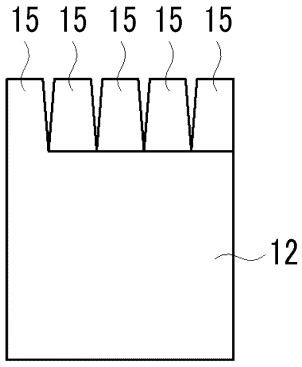
도면54



도면55



도면56



도면57

