

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0140577
(43) 공개일자 2022년10월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/083 (2006.01) H01L 41/053 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 41/083 (2013.01)
H01L 41/053 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7031144
- (22) 출원일자(국제) 2021년02월25일
심사청구일자 2022년09월07일
- (85) 번역문제출일자 2022년09월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/007032
- (87) 국제공개번호 WO 2021/199800
국제공개일자 2021년10월07일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-059969 2020년03월30일 일본(JP)
- (71) 출원인
후지필름 가부시킴가이샤
일본 도쿄도 미나토구 니시 아자부 2초메 26방 30고
- (72) 발명자
가가와 유스케
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210반치 후지필름 가부시킴가이샤 나이
아시카와 데루오
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210반치 후지필름 가부시킴가이샤 나이
히라구치 가즈오
일본 가나가와켄 미나미아시가라시 나카누마 210반치 후지필름 가부시킴가이샤 나이
- (74) 대리인
특허법인코리아나

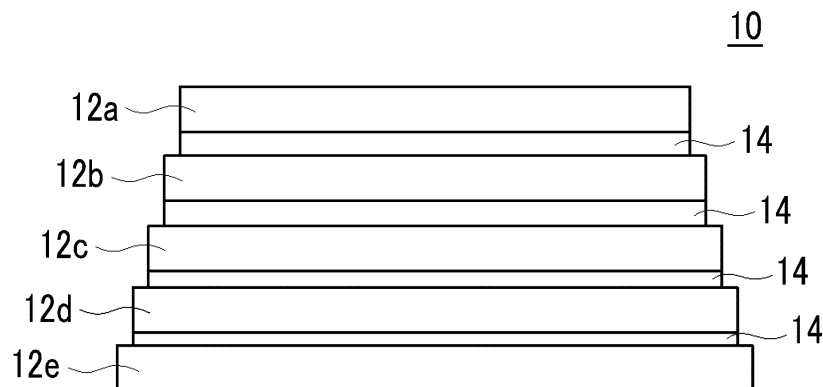
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 적층 압전 소자

(57) 요약

압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층한 적층 압전 소자에 있어서, 압전 필름 사이에서 단락되는 것을 억제할 수 있는 적층 압전 소자를 제공한다. 압전체층과, 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고, 인접하는 압전 필름의 각각의 단면의 적어도 일부가, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 41/09 (2013.01)

H04R 17/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

압전체층과, 상기 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 상기 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고,

인접하는 상기 압전 필름의 각각의 단변의 적어도 일부가, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

각 상기 압전 필름은, 상기 압전 필름의 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖는 적층 압전 소자.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

인접하는 상기 압전 필름의 단변 간의 거리가 0.05mm~2mm인 적층 압전 소자.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전체층은, 두께 방향으로 분극된 것이며, 복수의 상기 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있는 적층 압전 소자.

청구항 5

압전체층과, 상기 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 상기 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 1회 이상, 되접어 꺾음으로써, 상기 압전 필름을, 복수 층, 적층한 것이며,

인접하는 층 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 압전 필름은, 상기 압전 필름의, 되접어 꺾는 방향과 직교하는 폭방향의 양 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖는 적층 압전 소자.

청구항 7

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

인접하는 상기 층의 단변 간의 최단 거리가 0.05mm~5mm인 적층 압전 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 적층 압전 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[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 장착

하고, 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 분산시켜 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. 따라서, 압전 필름을 적층함으로써, 스프링 상수를 올려 출력을 높게 하는 것이 생각된다.

선행기술문헌

특허문헌

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

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지한 압전 필름은, 예를 들면 롤 두 롤에 의하여 장척상으로 형성되고, 그 후, 원하는 크기로 재단된다. 재단되었을 때에, 전극층을 구성하는 금속의 버(burr)가 발생해 버리는 경우가 있다. 그 때문에, 이와 같은 압전 필름을 적층한 경우에는, 각층(各層) 간의 거리가 가깝기 때문에, 버에 의하여 인접하는 압전 필름의 전극층이 단락(短絡)(쇼트)되어 버린다는 문제가 있는 것을 알 수 있었다.

[0009] 본 발명의 과제는, 이와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하는 것에 있으며, 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층한 적층 압전 소자에 있어서, 압전 필름 사이에서 단락되는 것을 억제할 수 있는 적층 압전 소자를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 이와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 이하의 구성을 갖는다.

[0011] [1]

[0012] 압전체층과 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 복수 층, 적층하여 이루어지고,

[0013] 인접하는 압전 필름의 각각의 단변(端邊)의 적어도 일부가, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자.

[0014] [2]

[0015] 각 압전 필름은, 압전 필름의 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖는 [1]에 기재된 적층 압전 소자.

[0016] [3]

[0017] 인접하는 압전 필름의 단변 간의 거리가 0.05mm~2mm인 [1] 또는 [2]에 기재된 적층 압전 소자.

- [0018] [4]
- [0019] 압전체층은, 두께 방향으로 분극되어 있으며,
- [0020] 복수의 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있는 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 적층 압전 소자.
- [0021] [5]
- [0022] 압전체층과, 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 1회 이상, 되접어 꺾음으로써, 압전 필름을, 복수 층, 적층한 것이며,
- [0023] 인접하는 층 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자.
- [0024] [6]
- [0025] 압전 필름은, 압전 필름의, 되접어 꺾는 방향과 직교하는 폭방향의 양 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖는 [5]에 기재된 적층 압전 소자.
- [0026] [7]
- [0027] 인접하는 층의 단변 간의 최단 거리가 0.05mm~5mm인 [5] 또는 [6]에 기재된 적층 압전 소자.

발명의 효과

- [0028] 이와 같은 본 발명에 의하면, 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지하여 이루어지는 압전 필름을, 복수 층, 적층한 적층 압전 소자에 있어서, 압전 필름 사이에서 단락되는 것을 억제할 수 있는 적층 압전 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 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 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 4는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 5는 본 발명의 적층 압전 소자를 구성하는 압전 필름의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 6은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 7은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 8은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 9는 적층 압전 소자의 일부를 확대한 도이다.
- 도 10은 적층 압전 소자의 일부를 확대한 도이다.
- 도 11은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 12는 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 13은 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 14는 압전 필름의 제작 방법의 일례를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 15는 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 16는 도 15의 분해도이다.
- 도 17은 도 15의 적층 압전 소자가 갖는 압전 필름을 나타내는 도이다.
- 도 18은 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- 도 19는 도 18의 B-B선 단면도이다.

도 20는 도 18의 적층 압전 소자를 연 상태를 개념적으로 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 적층 압전 소자에 대하여, 첨부한 도면에 나타나는 적합 실시형태를 기초로, 상세하게 설명한다.
- [0031] 이하에 기재하는 구성 요건의 설명은, 본 발명의 대표적인 실시형태에 근거하여 이루어지는 경우가 있지만, 본 발명은 그와 같은 실시형태에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 또한, 본 명세서에 있어서, "~"를 이용하여 나타나는 수치 범위는, "~"의 전후에 기재되는 수치를 하한값 및 상한값으로서 포함하는 범위를 의미한다.
- [0033] 본 발명의 제1 실시형태의 적층 압전 소자는,
- [0034] 압전체층과 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 복수층, 적층하여 이루어지고,
- [0035] 인접하는 압전 필름의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자이다.
- [0036] 도 1에, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타낸다.
- [0037] 도 1에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름을, 5매, 적층하여, 인접하는 압전 필름을, 접착층(접착층)(14)으로 접착한 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 압전 필름을 신축시키는 구동 전압을 인가하는 전원에 접속된다(도시생략).
- [0038] 또한, 도 1에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름을, 5층, 적층한 것이지만, 본 발명은, 이에 제한은 되지 않는다. 즉, 본 발명의 적층 압전 소자는, 압전 필름을, 복수 층, 적층한 것이면, 압전 필름의 적층수는, 2층~4층이어도 되고, 혹은 6층 이상이어도 된다. 이 점에 관해서는, 후술하는 적층 압전 소자도, 동일하다.
- [0039] 도 2에, 압전 필름(12)을 단면도에 의하여 개념적으로 나타낸다. 또한, 도 1에 있어서, 압전 필름(12a~12e)은, 적층 순서 및 폭이 상이한 것 이외에는 동일한 구성을 가지므로, 이하의 설명에서는, 압전 필름을 구별할 필요가 없는 경우에는, 일괄적으로 압전 필름(12)이라고도 한다.
- [0040] 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, 압전체층(20)을 2개의 전극층으로 협지하고, 각 전극층을 각각 덮는 보호층을 갖는다. 압전 필름(12)에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0041] 여기에서, 본 발명의 적층 압전 소자에 있어서, 인접하는 압전 필름의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있다. 면방향이란, 압전 필름의 주면(主面)의 면방향이다. 주면이란, 시트상물(층, 필름, 판상물)의 최대면이다.
- [0042] 구체적으로는, 도 1 중 가장 상측에 적층되는 압전 필름(12a)과, 이 압전 필름(12a)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12b)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12a)보다 압전 필름(12b)의 폭이 길고, 압전 필름(12b)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12a)의 좌측의 단변보다 좌측에 위치하며, 또, 압전 필름(12b)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12a)의 우측의 단변보다 우측에 위치한다.
- [0043] 또, 압전 필름(12b)과, 이 압전 필름(12b)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12c)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12b)보다 압전 필름(12c)의 폭이 길고, 압전 필름(12c)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12b)의 좌측의 단변보다 좌측에 위치하며, 또, 압전 필름(12c)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12b)의 우측의 단변보다 우측에 위치한다.
- [0044] 압전 필름(12c)과, 이 압전 필름(12c)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12d)의 관계, 및, 압전 필름(12d)과, 이 압전 필름(12d)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12e)의 관계에 대해서도 동일하게, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 하층에 있는 압전 필름(12)의 쪽이, 그 위에 인접하는 압전 필름(12)보다 폭이

길고, 하층에 있는 압전 필름(12)의 좌우 양 단변이 각각, 위에 인접하는 압전 필름(12)의 단변보다 외측에 위치한다.

- [0045] 상술한 바와 같이, 압전체층을 전극층 및 보호층으로 협지한 압전 필름은, 예를 들면 롤 투 롤에 의하여 장척상으로 형성되고, 그 후, 원하는 크기로 재단된다. 재단되었을 때에, 전극층을 구성하는 금속의 버(burr)가 발생해 버리는 경우가 있다. 그 때문에, 동일한 크기로 재단한 압전 필름을 적층한 경우에는, 각층 간의 거리가 가까워지기 때문에, 버에 의하여 인접하는 압전 필름의 전극층이 단락(쇼트)되어 버린다는 문제가 있는 것을 알 수 있었다.
- [0046] 이에 대하여, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 복수의 압전 필름(12)은, 인접하는 압전 필름(12)의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치가 되도록 적층된 구성을 갖는다. 이로써, 인접하는 압전 필름의 전극층의 사이의 거리를 길게 할 수 있어, 전극층이 단락(쇼트)되는 것을 억제할 수 있다.
- [0047] 여기에서, 도 1에 나타내는 예에서는, 상층으로부터 하층을 향함에 따라, 압전 필름의 크기가 커지는 구성으로 했지만, 인접하는 압전 필름의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있으면 이에 한정은 되지 않는다.
- [0048] 도 3은, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- [0049] 도 3에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름을, 5매, 적층하여, 인접하는 압전 필름을, 접착층(접착층)(14)으로 접착한 구성을 갖는다.
- [0050] 도 3 중 가장 상층에 적층되는 압전 필름(12a)과, 이 압전 필름(12a)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12b)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12b)보다 압전 필름(12a)의 폭이 길고, 압전 필름(12a)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12b)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12a)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12b)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0051] 또, 압전 필름(12b)과, 이 압전 필름(12b)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12c)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12b)보다 압전 필름(12c)의 폭이 길고, 압전 필름(12c)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12b)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12c)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12b)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0052] 또, 압전 필름(12c)의 하층에 적층되는 압전 필름(12d)은, 압전 필름(12c)보다 폭이 짧고, 압전 필름(12c)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12d)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12c)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12d)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0053] 또한, 압전 필름(12d)의 하층에 적층되는 압전 필름(12e)은, 압전 필름(12d)보다 폭이 길고, 압전 필름(12e)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12d)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12e)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12d)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0054] 즉, 도 3에 나타내는 예에서는, 폭이 긴 압전 필름(12)과 폭이 짧은 압전 필름(12)이 번갈아 적층되어 있으며, 폭이 긴 압전 필름(12)과 폭이 짧은 압전 필름(12)에서, 좌우 양 단변의 위치가 상이하다.
- [0055] 도 4는, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 예를 개념적으로 나타내는 도이다.
- [0056] 도 4에 나타내는 적층 압전 소자(10)는, 압전 필름을, 5매, 적층하여, 인접하는 압전 필름을, 접착층(접착층)(14)으로 접착한 구성을 갖는다.
- [0057] 도 3 중 가장 상층에 적층되는 압전 필름(12a)과, 이 압전 필름(12a)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12b)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12b)보다 압전 필름(12a)의 폭이 길고, 압전 필름(12a)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12b)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12a)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12b)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0058] 또, 압전 필름(12b)과, 이 압전 필름(12b)의 하층에 인접하여 적층되는 압전 필름(12c)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 압전 필름(12)의 면방향, 즉, 도면 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 압전 필름(12c)보다 압전 필름(12b)의 폭이 길고, 압전 필름(12b)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12c)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12b)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12c)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.

(12c)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.

- [0059] 또, 압전 필름(12c)의 하층에 적층되는 압전 필름(12d)은, 압전 필름(12c)보다 폭이 길고, 압전 필름(12d)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12c)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12d)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12c)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0060] 또한, 압전 필름(12d)의 하층에 적층되는 압전 필름(12e)은, 압전 필름(12d)보다 폭이 길고, 압전 필름(12e)의 도면 중 좌측의 단변은, 압전 필름(12d)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 압전 필름(12e)의 도면 중 우측의 단변은, 압전 필름(12d)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0061] 즉, 도 4에 나타내는 예에서는, 적층 방향의 중앙으로부터 외측(표면 측)을 향함에 따라 압전 필름의 크기가 커진다.
- [0062] 여기에서, 각 압전 필름(12)은, 압전 필름(12)의 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖고 있어도 된다.
- [0063] 도 5에 압전 필름(12)을 단면도에 의하여 개념적으로 나타낸다.
- [0064] 도 5에 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)과, 제1 보호층(28), 제1 전극층(24), 압전체층(20), 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)의 순서로 적층된 적층체의 단부면을 덮는 단부면 피복층(32)을 갖는다. 단부면 피복층(32)은, 절연성을 갖는다.
- [0065] 도 5에 나타내는 예에서는, 단부면 피복층(32)은, 제1 보호층(28)의 표면의 일부부터, 적층체의 단부면, 및, 제2 보호층(30)의 표면의 일부에 이르기까지의 영역을 덮고 있다.
- [0066] 단부면 피복층(32)에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0067] 절연성의 단부면 피복층(32)을 가짐으로써, 인접하는 압전 필름(12)의 전극층 사이에서 쇼트되는 것을 보다 적합하게 억제할 수 있다.
- [0068] 단부면 피복층(32)을 갖는 압전 필름(12)을, 인접하는 압전 필름(12)의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치가 되도록 적층한 예를 도 6~8에 나타낸다.
- [0069] 도 6에 나타내는 예는, 압전 필름(12)이 단부면 피복층을 갖는 것 이외에는, 도 1에 나타내는 예와 동일하게 압전 필름(12)을 적층한 예이다.
- [0070] 도 7에 나타내는 예는, 압전 필름(12)이 단부면 피복층을 갖는 것 이외에는, 도 3에 나타내는 예와 동일하게 압전 필름(12)을 적층한 예이다.
- [0071] 도 8에 나타내는 예는, 압전 필름(12)이 단부면 피복층을 갖는 것 이외에는, 도 4에 나타내는 예와 동일하게 압전 필름(12)을 적층한 예이다.
- [0072] 여기에서, 압전 필름(12)이 단부면 피복층(32)을 갖는 구성으로 한 경우에는, 도 5에 나타내는 바와 같이, 단부(端部)의 보호층의 표면에도 단부면 피복층(32)이 형성된다. 그 때문에, 단부면 피복층(32)에 의하여, 압전 필름(12)은, 양 단부에서의 두께가 중앙 부분보다 두꺼워져 버려, 두께에 분포가 발생해 버린다. 이와 같은 단부면 피복층을 갖는 압전 필름을, 동일한 크기로 적층한 경우에는, 양 단부의 두께가 두꺼운 부분(단부면 피복층이 형성된 부분)이 적층되어, 적층 압전 소자로서 보았을 때에, 양 단부의 두께와, 중앙 부분의 두께의 차가 보다 커져 버린다.
- [0073] 이와 같이 두께의 차가 있으면, 강성차가 발생한다. 그 때문에, 예를 들면, 적층 압전체를 권취 가능한 스크린 등에 익사이터로서 장착된 경우에는, 권취 시에, 강성이 높은 부분이 구부러지기 어렵기 때문에, 스크린에 압흔이 생겨 버린다.
- [0074] 이에 대하여, 본 발명의 적층 압전 소자는, 인접하는 압전 필름의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있다. 그 때문에, 도 6~도 8에 나타내는 바와 같이, 인접하는 압전 필름(12)의 단부면 피복층(32)이 형성된 부분이, 면방향으로 중복되지 않는다. 따라서, 적층 압전 소자로서 보았을 때에, 양 단부의 두께와, 중앙 부분의 두께의 차를 작게 할 수 있어, 강성차가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 적층 압전체를 권취 가능한 스크린 등에 익사이터로서 장착한 경우에, 권취 시에, 스크린에 압흔이 생기는 것을 억제할 수 있다.
- [0075] 쇼트 방지, 및, 단부면 피복층을 형성한 경우에 단부와 중앙 부분의 두께의 차를 작게 할 수 있는 등의 관점에

서, 인접하는 압전 필름(12)의 단변 간의, 면방향에 있어서의 거리는, 0.05mm~5mm인 것이 바람직하고, 0.2mm~3mm인 것이 보다 바람직하며, 0.3mm~2mm인 것이 더 바람직하다.

[0076] 또한, 인접하는 압전 필름(12)의 단변 간의, 면방향에 있어서의 거리는, 짧은 변의 연장 방향과 직교하는 방향에 있어서의 거리이다. 즉, 단부면의 수직선 방향에 있어서의 거리이다.

[0077] 또, 압전 필름의 단변의 적어도 일부에 있어서, 인접하는 압전 필름의 단변이 면방향에 있어서 상이한 위치에 있으면 되지만, 쇼트 방지의 관점에서, 압전 필름의 단변의 전역에 있어서, 인접하는 압전 필름의 단변과는, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 것이 바람직하다.

[0078] 또, 인접하는 압전 필름의 적어도 1세트에 있어서, 단변이 면방향에 있어서 상이한 위치에 있으면 되고, 모든 인접하는 압전 필름의 세트에 있어서, 단변이 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 것이 바람직하다. 즉, 인접하는 압전 필름의 단변이, 면방향에 있어서 동일한 위치에 있는 세트가 존재하고 있어도 된다.

[0079] 여기에서, 도 6~도 8에 나타내는 예와 같이, 각 압전 필름(12)이 단부면 피복층(32)을 갖는 구성의 경우에는, 도 9에 나타내는 바와 같이, 인접하는 압전 필름(12)의 단부면 피복층(32)끼리가 면방향에서 보았을 때와 중첩되지 않도록, 인접하는 압전 필름(12)의 단변 간의, 면방향에 있어서의 거리를 설정하는 것이 바람직하다. 후술하겠지만 단부면 피복층(32)은 도포 등에 의하여 형성된 코팅층인 경우, 및, 절연성 테이프를 접착하여 형성된 층인 경우 등이 있지만, 어느 경우도, 단부면 피복층(32)의 주면에 겹터 없어진 부분의 면방향의 길이는 최대 5mm 정도이다. 따라서, 인접하는 압전 필름(12)의 단부면 피복층(32)끼리가 중첩되지 않도록 하는 관점에서, 인접하는 압전 필름(12)의 단변 간의, 면방향에 있어서의 거리는, 최대 5mm 정도로 하는 것이 바람직하다.

[0080] 또, 인접하는 압전 필름(12)의 단부면 피복층(32)끼리가 중첩되어 있어도 된다. 특히, 단부면 피복층(32)이 코팅층인 경우에는, 도 10에 나타내는 바와 같이, 단부면 피복층(32)의 주면에 겹터 없어진 부분의 두께는, 압전 필름(12)의 단부면으로부터 이간됨에 따라 점감(漸減)되어 있다. 이와 같이, 단부면 피복층(32)의 두께가 점감되어 있는 부분에서, 인접하는 압전 필름(12)의 단부면 피복층(32)과 중첩되도록 해도 된다.

[0081] 여기에서, 도 6~도 8에 나타내는 예에서는, 단부면 피복층(32)을 갖는 압전 필름(12)이 복수 적층되는 구성, 즉, 각 압전 필름(12)에 단부면 피복층(32)이 형성된 상태로 적층되는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않는다.

[0082] 도 11에 나타내는 예와 같이, 복수의 압전 필름(12)을 적층한 적층체의 단부면을 덮는 단부면 피복층(32)을 갖는 구성으로 해도 된다. 즉, 단부면 피복층(32)이 형성되어 있지 않은 압전 필름(12)을 복수 적층한 후에, 이 적층체의 단부면을 덮는 단부면 피복층을 형성해도 된다.

[0083] 각 압전 필름의 형상은 특별히 한정은 없고, 원형상, 타원 형상, 직사각형상, 다각형상, 부정형상 등의 다양한 형상으로 할 수 있다. 또한, 적층되는 복수의 압전 필름은, 인접하는 압전 필름끼리에서 면방향의 크기가 상이한 상사(相似) 형상으로 하면 된다.

[0084] 이와 같은 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 일례로서, 접착층에 의하여 진동판에 접착되어, 진동판으로부터 소리를 발생하기 위한, 익사이터로서 이용된다.

[0085] 후술하는 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 복수 층이 적층되는 압전 필름(12)을 구성하는 압전체층(20)은, 점탄성 매트릭스(34)에 압전체 입자(36)를 분산시켜 이루어지는 것이 바람직하다. 또, 압전체층(20)을 두께 방향에서 사이에 끼우도록, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)이 마련된다.

[0086] 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.

[0087] 이 신축은, 0.01~0.1% 정도이다.

[0088] 압전체층(20)의 두께는, 바람직하게는 10~300 μm 정도이다. 따라서, 두께 방향의 신축은, 최대여도 0.3 μm 정도로 매우 작다.

[0089] 이에 대하여, 압전 필름 즉 압전체층(20)은, 면방향으로는, 두께보다 훨씬 큰 사이즈를 갖는다. 따라서, 예를 들면 압전 필름의 길이가 20cm이면, 전압의 인가에 의하여, 최대 0.2mm 정도, 압전 필름은 신축한다.

[0090] 상술한 바와 같이, 진동판에는, 접착층에 의하여 적층 압전 소자(10)가 접착되어 있다. 따라서, 압전 필름의 신

축에 의하여, 진동판은 휘고, 그 결과, 진동판은, 두께 방향으로 진동한다.

- [0091] 이 두께 방향의 진동에 의하여, 진동판은, 소리를 발한다. 즉, 진동판은, 압전 필름에 인가한 전압(구동 전압)의 크기에 따라 진동하여, 압전 필름에 인가한 구동 전압에 따른 소리를 발생한다.
- [0092] 여기에서, PVDF 등의 고분자 재료로 이루어지는 일반적인 압전 필름은, 분극 처리 후에 일축 방향으로 연신 처리함으로써, 연신 방향에 대하여 분자쇄가 배향되고, 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.
- [0093] 이에 대하여, 점탄성 매트릭스 중에 압전체 입자를 분산시켜 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 진동판을 진동할 수 있어, 보다 크고, 또한, 아름다운 소리를 발생할 수 있다.
- [0094] 상술한 바와 같이, 본 발명의 적층 압전 소자는, 이와 같은 압전 필름을, 복수 매, 적층한 것이다.
- [0095] 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, 진동판이 어느 정도의 강성을 갖는 것이어도, 큰 힘으로 진동판을 충분히 휘게 하고, 두께 방향으로 진동판을 충분히 진동시켜, 진동판에 소리를 발생시킬 수 있다.
- [0096] 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, 최대어도 300 μm 정도이므로, 개개의 압전 필름에 인가하는 전압이 작아도, 충분히, 압전 필름을 신축시키는 것이 가능하다.
- [0097] 또한, 상술한 바와 같이, 압전 필름에 있어서는, 두께 방향의 압전체층(20)의 신축의 절대량은 매우 작고, 압전 필름의 신축은, 실질적으로, 면방향만이 된다.
- [0098] 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.
- [0099] 또한, 적층 압전 소자를 침착하는 진동판으로서, 제한은 없고, 각종 물품이 이용 가능하다.
- [0100] 진동판으로서, 일례로서, 수지제의 판 및 유리판 등의 판재, 간판 등의 광고·고지 매체, 테이블, 화이트 보드 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 건설재 등이 예시된다.
- [0101] 이하, 압전 필름(12)의 상세에 대하여 설명한다.
- [0102] 도 2 및 도 5에 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, 바람직한 양태로서, 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.
- [0103] 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.
- [0104] 여기에서, 고분자 복합 압전체(압전체층(20))는, 다음의 용건을 구비한 것이 바람직하다.

- [0105] (i) 가요성
- [0106] 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.
- [0107] 이상을 정리하면, 익사이터로서 이용하는 플렉시블한 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.
- [0108] 또한, 접부하는 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.
- [0109] 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.
- [0110] 고분자 복합 압전체(압전체층(20))에 있어서, 유리 전이점이 상온에 있는 고분자 재료, 바꾸어 말하면, 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 매트릭스에 사용함으로써, 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.
- [0111] 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.
- [0112] 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.
- [0113] 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.
- [0114] 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.
- [0115] 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.
- [0116] 그러나, 그 반면, 양호한 내습성의 확보 등을 고려하면, 고분자 재료는, 비유전율이 25℃에 있어서 10 이하인 것도, 적합하다.
- [0117] 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.
- [0118] 또한, 이들 고분자 재료는, 1종만을 이용해도 되고, 복수 종을 병용(혼합)하여 이용해도 된다.
- [0119] 이와 같은 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 이용하는 점탄성 매트릭스(34)는, 필요에 따라, 복수의 고분

자 재료를 병용해도 된다.

- [0120] 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.
- [0121] 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 바이닐 공중합체, 사이아노에틸셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시사카로스, 사이아노에틸하이드록시셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시폴루란, 사이아노에틸메타크릴레이트, 사이아노에틸아크릴레이트, 사이아노에틸하이드록시에틸셀룰로스, 사이아노에틸아밀로스, 사이아노에틸하이드록시프로필셀룰로스, 사이아노에틸다이하이드록시프로필셀룰로스, 사이아노에틸하이드록시프로필아밀로스, 사이아노에틸폴리아크릴아마이드, 사이아노에틸폴리아크릴레이트, 사이아노에틸폴루란, 사이아노에틸폴리하이드록시메틸렌, 사이아노에틸글리시돌폴루란, 사이아노에틸사카로스 및 사이아노에틸소비톨 등의 사이아노기 또는 사이아노에틸기를 갖는 폴리머, 및, 나이트릴 고무나 클로로프렌 고무 등의 합성 고무 등이 예시된다.
- [0122] 그중에서도, 사이아노에틸기를 갖는 고분자 재료는, 적합하게 이용된다.
- [0123] 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.
- [0124] 또, 점탄성 매트릭스(34)에는, 유전성 폴리머 이외에도, 유리 전이점 T_g 를 조절할 목적으로, 염화 바이닐 수지, 폴리에틸렌, 폴리스타이렌, 메타크릴 수지, 폴리부텐, 및, 아이소부틸렌 등의 열가소성 수지, 및 페놀 수지, 요소 수지, 멜라민 수지, 알카이드 수지, 및, 마이카 등의 열경화성 수지를 첨가해도 된다.
- [0125] 또한, 점착성을 향상시킬 목적으로, 로진에스터, 로진, 터펜, 터펜페놀, 및, 석유 수지 등의 점착 부여제를 첨가해도 된다.
- [0126] 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)에서 차지하는 비율로 30질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0127] 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.
- [0128] 압전체 입자(36)는, 페로브스카이트형 또는 우르자이트형의 결정 구조를 갖는 세라믹스 입자로 이루어지는 것이다.
- [0129] 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.
- [0130] 이와 같은 압전체 입자(36)의 입경에는 제한은 없고, 압전 필름(12)의 사이즈, 및, 적층 압전 소자(10)의 용도에 따라, 적절히, 선택하면 된다. 압전체 입자(36)의 입경은, $1\sim 10\ \mu\text{m}$ 가 바람직하다.
- [0131] 압전체 입자(36)의 입경을 이 범위로 함으로써, 압전 필름(12)이 높은 압전 특성과 플렉시빌리티를 양립시킬 수 있는 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.
- [0132] 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.
- [0133] 즉, 압전체층(20) 중의 압전체 입자(36)는, 바람직하게는 균일하게 분산되어 있으면, 점탄성 매트릭스(34) 중에 불규칙하게 분산되어 있어도 된다.
- [0134] 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.
- [0135] 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.

- [0136] 점탄성 매트릭스(34)와 압전체 입자(36)의 양비를 상기 범위로 함으로써, 높은 압전 특성과 플렉시빌리티를 양립시킬 수 있는 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.
- [0137] 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 압전체층으로서, 공지의 압전 소자에 이용되는, 공지의 각종 압전체층이 이용 가능하다.
- [0138] 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.
- [0139] 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.
- [0140] 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.
- [0141] 압전체층(20)의 두께는, 10~300 μm 가 바람직하고, 20~200 μm 가 보다 바람직하며, 30~150 μm 가 더 바람직하다.
- [0142] 압전체층(20)의 두께를, 상기 범위로 함으로써, 강성의 확보와 적당한 유연성의 양립 등의 점에서 바람직한 결과를 얻을 수 있다.
- [0143] 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.
- [0144] 또한, 압전 필름(12)은, 이들 층에 더하여, 예를 들면, 측면 등의 압전체층(20)이 노출되는 영역을 덮어, 쇼트 등을 방지하는 단부면 피복층 등을 갖고 있어도 된다. 단부면 피복층에 대해서는 이후에 상세하게 설명한다.
- [0145] 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.
- [0146] 이와 같이, 압전 필름(12)에 있어서, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)으로 협지된 영역은, 인가된 전압에 따라 신축된다.
- [0147] 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.
- [0148] 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 적절한 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 한편, 용도에 따라서는, 강성이나 기계적 강도가 부족한 경우가 있다. 압전 필름(12)은, 그것을 보완하기 위하여 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)이 마련된다.
- [0149] 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)에는, 제한은 없고, 각종 시트상물이 이용 가능하며, 일례로서, 각종 수지 필름이 적합하게 예시된다.
- [0150] 그중에서도, 우수한 기계적 특성 및 내열성을 갖는 등의 이유에 의하여, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP), 폴리스타이렌(PS), 폴리카보네이트(PC), 폴리페닐렌설파이트(PPS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리에테이미드(PEI), 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 트라이아세틸셀룰로스(TAC), 및, 환상 올레핀계 수지 등으로 이루어지는 수지 필름이, 적합하게 이용된다.
- [0151] 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.
- [0152] 여기에서, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 강성이 과도하게 높으면, 압전체층(20)의 신축을 구속할뿐만 아

나라, 가요성도 저해된다. 그 때문에, 기계적 강도나 시트상물로서의 양호한 핸들링성이 요구되는 경우를 제외하면, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)은, 얇을수록 유리하다.

- [0153] 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.
- [0154] 예를 들면, 압전체층(20)의 두께가 50 μm 이며 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)이 PET로 이루어지는 경우, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 두께는, 100 μm 이하가 바람직하고, 50 μm 이하가 보다 바람직하며, 25 μm 이하가 더 바람직하다.
- [0155] 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.
- [0156] 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.
- [0157] 또, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)의 형성 방법에도 제한은 없고, 진공 증착 및 스퍼터링 등의 기상(氣相) 퇴적법(진공 성막법)이나 도금에 의한 성막이나, 상기 재료로 형성된 박을 접착하는 방법 등, 공지의 방법이, 각종, 이용 가능하다.
- [0158] 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.
- [0159] 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.
- [0160] 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 구속할 뿐만 아니라, 가요성도 저해된다. 그 때문에, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)은, 전기 저항이 과도하게 높아지지 않는 범위이면, 얇을수록 유리하다.
- [0161] 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.
- [0162] 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 μm 라고 하면, 제1 전극(24) 및 제2 전극(26)의 두께는, 1.2 μm 이하가 바람직하고, 0.3 μm 이하가 보다 바람직하며, 그중에서도 0.1 μm 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0163] 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, 또한, 이 적층체를, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)으로 협지하여 이루어지는 구성을 갖는다.
- [0164] 이와 같은 압전 필름(12)은, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 손실 탄젠트(Tan δ)의 극댓값이 상온에 존재하는 것이 바람직하고, 0.1 이상이 되는 극댓값이 상온에 존재하는 것이 보다 바람직하다.
- [0165] 이로써, 압전 필름(12)이 외부로부터 수 Hz 이하의 비교적 느린, 큰 굽힘 변형을 받았다고 해도, 왜곡 에너지를 효과적으로 열로서 외부로 확산할 수 있기 때문에, 고분자 매트릭스와 압전체 입자의 계면에서 균열이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0166] 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.
- [0167] 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.

- [0168] 또, 압전 필름(12)은, 두께와 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')의 곱이, 0℃에 있어서 $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6 \text{ N/m}$, 50℃에 있어서 $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ N/m}$ 인 것이 바람직하다.
- [0169] 이로써, 압전 필름(12)이 가요성 및 음향 특성을 저해하지 않는 범위에서, 적당한 강성과 기계적 강도를 구비할 수 있다.
- [0170] 또한, 압전 필름(12)은, 동적 점탄성 측정으로 얻어진 마스터 커브에 있어서, 25℃, 주파수 1kHz에 있어서의 손실 탄젠트($\tan \delta$)가, 0.05 이상인 것이 바람직하다.
- [0171] 이로써, 압전 필름(12)을 이용한 스피커의 주파수 특성이 평활해져, 스피커의 곡률의 변화에 따라 최저 공진 주파수 f_0 이 변화했을 때의 음질의 변화량도 작게 할 수 있다.
- [0172] 상술한 바와 같이, 단부면 피복층(32)은, 제1 보호층(28), 제1 전극층(24), 압전체층(20), 제2 전극층(26) 및 제2 보호층(30)의 순서로 적층된 적층체의 단부면을 덮도록 형성된다.
- [0173] 단부면 피복층(32)의 형성 재료에는, 제한은 없고, 절연성을 갖는 재료이면, 공지의 각종 재료가 이용 가능하다.
- [0174] 일례로서, 폴리이미드, 및, 내열성의 폴리에틸렌테레프탈레이트 등이 예시된다.
- [0175] 단부면 피복층(32)의 두께에도 제한은 없고, 쇼트를 방지할 수 있는 두께를, 적절히, 설정하면 된다. 단부면 피복층(32)의 두께(보호층의 주면에 수직인 방향의 두께, 및, 단부면에 수직인 방향의 두께)는 $3 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 가 바람직하다.
- [0176] 본 발명에 있어서, 필요에 따라, 단부면 피복층(32)의 수증기 투과도를 $100 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 이하로 하여, 단부면 피복층(32)에 가스 배리어성을 갖게 해도 된다. 이와 같은 단부면 피복층(32)을 가짐으로써, 압전체층(20)을 구성하는 성분이 수분에 의하여 열화되는 경우에서도, 압전체층(20)의 열화를 방지할 수 있다.
- [0177] 본 발명에 있어서, 접착층(14)은, 인접하는 압전 필름(12)을 접착 가능하면, 공지의 것이, 각종, 이용 가능하다.
- [0178] 따라서, 접착층(14)은, 접합할 때에는 유동성을 갖고, 그 후, 고체가 되는, 접착제로 이루어지는 층이어도 되며, 접합할 때에 젤상(고무상)의 부드러운 고체이고, 그 후도 젤상의 상태가 변화하지 않는, 접착제로 이루어지는 층이어도 되며, 접착제와 점착제의 양방의 특징을 가진 재료로 이루어지는 층이어도 된다.
- [0179] 여기에서, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 예를 들면, 진동판에 접착되어, 적층한 복수 개의 압전 필름을 신축시킴으로써, 진동판을 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 저하되어 버린다.
- [0180] 이 점을 고려하면, 접착층(14)은, 점착제로 이루어지는 점착제층보다, 고체이고 단단한 접착층(14)이 얻어지는, 점착제로 이루어지는 점착제층인 것이 바람직하다. 보다 바람직한 접착층(14)으로서는, 구체적으로는, 폴리에스테르계 점착제 및 스타이렌·뷰타다이엔 고무(SBR)계 점착제 등의 열가소 타입의 점착제로 이루어지는 점착층이 적합하게 예시된다.
- [0181] 접착은, 점착과는 달리, 높은 접착 온도를 요구할 때에 유용하다. 또, 열가소 타입의 점착제는 "비교적 저온, 단시간, 및, 강접착"을 겸비하고 있어 적합하다.
- [0182] 본 발명의 적층 압전 소자(10)에 있어서, 접착층(14)의 두께에는 제한은 없고, 접착층(14)의 형성 재료에 따라, 충분한 점착력(점착력, 점착력)을 발현할 수 있는 두께를, 적절히 설정하면 된다.
- [0183] 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, 본 발명의 적층 압전 소자(10)는, 인접하는 압전 필름(12)끼리 쇼트되기 어려우므로, 접착층(14)을 얇게 할 수 있다.
- [0184] 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.

- [0185] 구체적으로는, 접착층(14)의 두께는, 접착 후의 두께로 0.1~50 μm 가 바람직하고, 0.1~30 μm 가 보다 바람직하며, 0.1~10 μm 가 더 바람직하다.
- [0186] 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.
- [0187] 구체적으로는, 접착층(14)의 두께와, 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 저장 탄성률(E')의 곱이, 0℃에 있어서 $2.0 \times 10^6 \text{ N/m}$ 이하, 50℃에 있어서 $1.0 \times 10^6 \text{ N/m}$ 이하인 것이 바람직하다.
- [0188] 또, 접착층의 동적 점탄성 측정에 의한 주파수 1Hz에서의 내부 손실이, 점착제로 이루어지는 접착층(14)의 경우에는 25℃에 있어서 1.0 이하, 점착제로 이루어지는 접착층(14)의 경우에는 25℃에 있어서 0.1 이하인 것이 바람직하다.
- [0189] 이하, 도 12~도 14를 참조하여, 압전 필름(12)의 제조 방법의 일례를 설명한다.
- [0190] 먼저, 도 12에 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.
- [0191] 제1 보호층(28)이 매우 얇고, 핸들링성이 나쁠 때 등은, 필요에 따라, 세퍼레이터(가지지체) 부착 제1 보호층(28)을 이용해도 된다. 또한, 세퍼레이터로서는, 두께 25~100 μm 의 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.
- [0192] 한편, 유기 용매에, 사이아노에틸화 PVA 등의 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를 용해하고, 또한, PZT 입자 등의 압전체 입자(36)를 첨가하며, 교반하여 분산시켜 이루어지는 도료를 조제한다. 이하의 설명에서는, 사이아노에틸화 PVA 등의 상온에서 점탄성을 갖는 고분자 재료를, "점탄성 재료"라고도 한다.
- [0193] 유기 용매에는 제한은 없고, 디메틸포아마이드(DMF), 메틸에틸케톤, 사이클로헥산온 등의 각종 유기 용매가 이용 가능하다.
- [0194] 시트상물(11a)을 준비하고, 또한, 도료를 조제하면, 이 도료를 시트상물(11a)에 캐스팅(도포)하여, 유기 용매를 증발시켜 건조한다. 이로써, 도 13에 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.
- [0195] 이 도료의 캐스팅 방법에는, 특별히, 한정은 없고, 슬라이드 코터 및 닥터 나이프 등의 공지의 도포 방법(도포장치)이, 모두, 이용 가능하다.
- [0196] 또한, 점탄성 재료가 사이아노에틸화 PVA와 같이 가열 용융 가능한 것이면, 점탄성 재료를 가열 용융하여, 이것에 압전체 입자(36)를 첨가/분산시켜 이루어지는 용융물을 제작하고, 압출 성형 등에 의하여, 도 12에 나타내는 시트상물(11a) 위에 시트상으로 압출하여, 냉각함으로써, 도 13에 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.
- [0197] 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.
- [0198] 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.
- [0199] 압전체층(12)을 형성하면, 필요에 따라, 캘린더 처리를 행해도 된다. 캘린더 처리는, 1회여도 되고, 복수 회, 행해도 된다.
- [0200] 주지하는 바와 같이, 캘린더 처리란, 가열 프레스나 가열 롤러 등에 의하여, 피처리면을 가열하면서 압압하여, 평탄화 등을 실시하는 처리이다.
- [0201] 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.

- [0202] 압전체층(20)의 분극 처리의 방법에는, 제한은 없고, 공지의 방법이 이용 가능하다.
- [0203] 예를 들면, 분극 처리를 행하는 대상에, 직접, 직류 전계를 인가하는, 전계 폴링이 예시된다. 또한, 전계 폴링을 행하는 경우에는, 분극 처리 전에, 제1 전극층(14)을 형성하여, 제1 전극층(14) 및 제2 전극층(16)을 이용하여, 전계 폴링 처리를 행해도 된다.
- [0204] 또, 본 발명의 압전 필름(10)을 제조할 때에는, 분극 처리는, 압전체층(12)의 면방향이 아니라, 두께 방향으로 분극을 행한다.
- [0205] 또, 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.
- [0206] 이어서, 도 14에 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.
- [0207] 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. 이상에 의하여, 압전 필름(12)이 제작된다.
- [0208] 또한, 압전 필름은, 장척(대면적)의 압전 필름을 제작하고, 장척인 압전 필름을 절단하여, 개개의 압전 필름으로 하는 것이 바람직하다. 따라서, 이 경우는, 적층 압전 소자(10)를 구성하는 복수 매의 압전 필름의 층 구성(각층(各層)의 두께, 재질 등)은, 모두 동일한 것이다.
- [0209] 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.
- [0210] 또한, 압전 필름(12)의 단부면에, 단부면 피복층(32)을 형성하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0211] 적층체의 단부면에 대한 단부면 피복층(32)의 형성 방법에는, 제한은 없고, 단부면 피복층(32)의 형성 재료에 따른, 공지의 형성 방법(성막 방법)이 이용 가능하다.
- [0212] 일례로서, 절연성의 점착 테이프를 첩착하는 방법, 단부면 피복층(32)이 되는 재료를 용해한 액체를 도포하여 건조하는 방법, 단부면 피복층(32)이 되는 재료를 가열 용융한 액체를 도포하여 경화하는 방법, 단부면 피복층(32)이 되는 수지를 용제에 녹여, 스프레이하여 건조시키는 방법 등이 예시된다. 절연성의 점착 테이프로서는, 폴리이미드 및 폴리에틸렌테레프탈레이트 등으로 이루어지는 점착 테이프가 예시된다.
- [0213] 이때에 있어서의 액체의 도포 방법에는, 제한은 없고, 공지의 방법이, 각종, 이용 가능하다. 일례로서, 스프레이 도포, 및, 침지 도포 등이 예시된다.
- [0214] 또, 형성 방법에 의하여, 단부면 피복층(32)은, 제1 보호층(28) 및/또는 제2 보호층(30)의 주면까지 형성되기 쉽다. 예를 들면, 단부면 피복층(32)이 되는 수지를 녹인 용액에 침지하는 경우에는, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 주면의 일부도 용액에 침지되기 때문에, 단부면 피복층(32)은, 제1 보호층(28) 및 제2 보호층(30)의 주면까지 형성된다.
- [0215] 또한, 상술한 바와 같이, 도 11에 나타내는 바와 같이, 압전 필름(12)을 복수 층, 적층한 후에, 적층한 것의 단부면에 단부면 피복층(32)을 형성해도 된다.
- [0216] 여기에서, 상술한 바와 같이, 압전 필름(12)의 압전체층(20)은, 바람직하게는 분극되어 있다.
- [0217] 압전체층(20)이 분극되어 있는 경우에는, 분극 방향에 따라, 전극층에 인가하는 전압의 위상을 맞추면, 복수의 압전 필름(12)은, 분극 방향이 동일해지도록 적층되어 있어도 되고, 분극 방향이 반대로 되도록 적층되는 것이어도 된다. 즉, 각 압전 필름(12)의 제1 전극층(24)에 동일한 위상의 전압을 인가하고, 제2 전극층(26)에 동일한 위상의 전압을 인가하면 된다.
- [0218] 바람직하게는, 복수의 압전 필름(12)은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층된다. 즉, 인접하는 압전 필름(12)의 분극 방향이 서로 반대인 것이 바람직하다.
- [0219] 압전체층(20)의 분극 방향이, 교대로 되도록 압전 필름(12)을 적층한 적층 압전 소자(10)에 있어서는, 인접하는

압전 필름(12)은, 제2 전극층(26)끼리 또는 제1 전극층(24)끼리가 대면한다. 그 때문에, 인접하는 압전 필름의 전극층끼리가 접촉해도, 쇼트(단락)될 우려가 없는 점에서 바람직하다.

- [0220] 또한, 본 발명에 있어서, 압전 필름(압전체층)의 분극 방향은, d33 미터 등으로 검출하면 된다.
- [0221] 또는, 상술했을 때의 코로나 폴링 처리의 처리 조건으로부터, 압전체층(20)의 분극 방향을 지견(知見)해도 된다.
- [0222] 각 압전 필름(12)에는, 제1 전극층(24) 및 제2 전극층(26)과, 전원을 접속하기 위한 전극 인출부를 마련해도 된다. 전극 인출부로서는, 제한은 없고, 공지의 전극 인출부의 구성이 적절히 이용 가능하다.
- [0223] 압전 필름(12)에 마련되는 전극 인출부의 일례를 도 15~도 17을 이용하여 설명한다.
- [0224] 도 15는, 본 발명의 적층 압전 소자의 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 16은, 도 15의 분해도이다. 도 17은, 도 15의 적층 압전 소자가 갖는 복수의 압전 필름을 나타내는 도이다.
- [0225] 도 15 및 도 16에 나타내는 예는, 압전 필름을 5매 적층된 구성을 갖는다. 각 압전 필름은, 분극 방향이 교대로 되도록 적층되어 있다. 도 16 및 도 17에 있어서는, 압전 필름의 제2 보호층 측의 면에 해칭을 넣어 나타낸다. 즉, 도 16에 있어서는, 도 16 중 상측의 1층째의 압전 필름(12a)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 2층째의 압전 필름(12b)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 3층째의 압전 필름(12c)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되고, 4층째의 압전 필름(12d)은, 제2 보호층(30) 측을 위로 향하여 적층되며, 5층째의 압전 필름(12e)은, 제1 보호층(28) 측을 위로 향하여 적층되어 있다.
- [0226] 도 16 및 도 17에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름은, 직사각형상의 주요부와, 주요부의 긴 변 측으로부터 면 방향의 외측을 향하여 돌출되는 2개의 돌출부(15)를 갖는다. 2개의 돌출부(15)는, 주요부의 대향하는 긴 변으로부터 각각 돌출되도록 마련되어 있다. 또한, 본 발명에 있어서, 각 압전 필름의 주요부의 크기는 상이하고, 면 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하지만, 도 15~16에 있어서는 그 점은 생략하고 있다.
- [0227] 도 17에 나타내는 바와 같이, 1층째의 압전 필름(12a)에는, 긴 변 측의 일방의 단부 측에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 2층째의 압전 필름(12b)에는, 1층째의 압전 필름(12a)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 3층째의 압전 필름(12c)에는, 2층째의 압전 필름(12b)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 4층째의 압전 필름(12d)에는, 3층째의 압전 필름(12c)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다. 5층째의 압전 필름(12e)에는, 4층째의 압전 필름(12d)의 돌출부(15)의 위치로부터 타방의 단부 측으로 어긋난 위치에 돌출부(15)가 형성되어 있다.
- [0228] 도 17에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부는, 인접하는 압전 필름의 돌출부의 위치로부터, 돌출부 1개 분 어긋난 위치에 형성되어 있다.
- [0229] 또, 각 압전 필름의 일방의 긴 변 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 긴 변 측의 돌출부(15)에는, 제2 보호층(30)을 관통하는 구멍부(30a)가 마련되어 있으며, 구멍부(30a) 내에서 제2 전극층(26)이 표출되어 있다. 돌출부(15)는 인접하는 압전 필름과 접촉되어 있지 않다. 따라서, 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, 구멍부(30a) 내의 제2 전극층(26)에 배선 등이 접속 가능해진다. 이하, 구멍부(30a)(구멍부(30a) 내의 제2 전극층(26))를 제2 접점이라고도 한다.
- [0230] 즉, 각 압전 필름의 일방의 긴 변 측의 돌출부(15)에 제1 접점(28a)이 형성되고, 타방의 긴 변 측의 돌출부(15)에 제2 접점(30a)이 형성되어 있다.
- [0231] 이와 같은 5개의 압전 필름이 적층되면, 도 16에 나타내는 바와 같이, 각 압전 필름의 돌출부(15)는, 면방향에 있어서, 서로 중복되지 않도록 배치된다.
- [0232] 또, 각 압전 필름의 일방의 긴 변 측(도 16 중 우측의 긴 변 측)의 돌출부(15)에는 모두, 제1 접점(28a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이, 1, 3, 5층째의 압전 필름과 2, 4층째의 압전 필름은 반대 방향에서 적층되기 때문에, 제1 접점(28a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다.
- [0233] 이들의 제1 접점(28a)이 형성된 5개의 돌출부(15)에는, 표면으로부터 이면에 걸쳐 도전성 필름(60a)이 접착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)이 용이하게 전기적으로 접속된다.

- [0234] 동일하게, 각 압전 필름의 타방의 긴 변 측(도 16 중 좌측의 긴 변 측)의 돌출부(15)에는 모두, 제2 접점(30a)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같이, 1, 3, 5층제의 압전 필름과 2, 4층제의 압전 필름은 반대 방향에서 적층되기 때문에, 제2 접점(30a)은 서로 반대 측의 면에 형성되어 있다.
- [0235] 이들의 제2 접점(30a)이 형성된 5개의 돌출부(15)에는, 표면으로부터 이면에 걸쳐 도전성 필름(60b)이 접착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)이 용이하게 전기적으로 접속된다.
- [0236] 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.
- [0237] 또, 구멍부(28a) 및 구멍부(30a)의 크기, 전극층에 확실히 접속할 수 있으면 특별히 한정은 없다. 원 상당 직경으로, 1mm~10mm가 바람직하고, 2mm~4mm가 보다 바람직하다. 또, 1개의 돌출부에 구멍부가 복수 뚫려 있는 쪽이 바람직하다.
- [0238] 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, 주요부의 동일한 변측에 형성되는 것이 바람직하다.
- [0239] 구멍부의 형성 방법으로서, 레이저 가공, 및, 용제 에칭 및 기계 연마 등에 의하여 보호층을 제거하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0240] 도전성 필름(60a 및 60b)으로서, 예를 들면 구리박막 등, 도전성을 갖는 금속 재료로 형성되는 시트상물을 이용하면 된다. 또, 도전성 필름과 제1 접점(28a), 제2 접점(30a)을 은 페이스트 등의 도전성 도료를 개재하여 접속해도 된다.
- [0241] 여기에서, 도 15~도 17에 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 있어서, 제1 접점(28a)과, 제2 접점(30a)은 중복되는 위치에 형성되는 구성이어도 되지만, 상이한 위치에 형성되는 것이 바람직하다.
- [0242] 또, 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. 따라서, 돌출부(15)의 제1 접점(28a)이 형성되어 있는 측의 면에는, 도전성 필름이 접착되고, 각 압전 필름의 제1 접점(28a)이 용이하게 전기적으로 접속된다. 동일하게, 돌출부(15)의 제2 접점(30a)이 형성되어 있는 면에는, 다른 도전성 필름이 접착된다. 이로써, 각 압전 필름의 제2 접점(30a)이 용이하게 전기적으로 접속된다.
- [0243] 또, 도 15~16에 나타내는 예에서는, 각 압전 필름의 돌출부(15) 모두가, 면방향에 있어서 서로 중복되지 않는 위치에 배치되는 구성으로 했지만 이에 한정은 되지 않고, 중복되는 돌출부가 있어도 된다.
- [0244] 혹은, 도 15~16에 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 구성으로 하고, 각 돌출부가 표출되어 있는 영역에 접점을 형성하는 구성으로 해도 된다.
- [0245] 또, 각 압전 필름의 돌출부는, 돌출부가 형성되는 주요부의 단변의 폭방향의 일부에 형성되는 것에 한정은 되지 않고, 돌출부는, 돌출 방향과 직교하는 방향의 폭이, 이 돌출부가 형성되는 주요부의 단변의 폭과 동일해도 된다.
- [0246] 본 발명의 제2 실시형태의 적층 압전 소자는,
- [0247] 압전체층과, 압전체층을 협지하는 2개의 전극층과, 전극층을 각각 덮는 2개의 보호층을 갖는 압전 필름을, 1회 이상, 되접어 꺾음으로써, 압전 필름을, 복수 층, 적층한 것이며,
- [0248] 인접하는 층 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 적층 압전 소자이다.
- [0249] 도 18은, 본 발명의 적층 압전 소자의 다른 일례를 개념적으로 나타내는 도이다. 도 19는, 도 18의 B-B선 단면

도이다. 도 20은, 도 18의 적층 압전 소자를 연 상태를 개념적으로 나타내는 도이다.

- [0250] 도 18에 나타내는 적층 압전 소자(10b)는, 압전 필름(12L)을, 복수 회, 되접어 꺾음으로써, 압전 필름을 복수 층, 적층한 것이다. 도시에에 있어서는, 압전 필름(12L)을 4회 되접어 꺾음으로써, 압전 필름을 5층 적층한 구성을 갖는다. 각층 간은, 접착층(14)으로 접착되어 있다.
- [0251] 여기에서, 도 20에 나타내는 바와 같이, 압전 필름(12L)은, 되접어 꺾는 방향(압전 필름(12L)의 긴 길이 방향)과 직교하는 폭방향이, 긴 길이 방향으로 위치에 따라 상이하다. 구체적은, 도 20에 나타내는 예에서는, 폭이 넓은 영역(13a, 13c, 13e)과 폭이 좁은 영역(13b, 13d)이 긴 길이 방향으로 번갈아 형성되어 있다.
- [0252] 이와 같은 압전 필름(12L)을 폭이 바뀌는 위치에서 되접어 꺾음으로써, 인접하는 압전 필름의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있는 구성이 된다.
- [0253] 구체적으로는, 도 19에 나타내는 바와 같이, 도 19중 가장 상층에 적층되는 제1 층(13a)과, 이 제1 층(13a)의 하층에 인접하여 적층되는 제2 층(13b)은, 도 19 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 면방향, 즉, 도 19 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 제2 층(13b)보다 제1 층(13a)의 폭이 길고, 제1 층(13a)의 도면 중 좌측의 단변은, 제2 층(13b)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 제1 층(13a)의 도면 중 우측의 단변은, 제2 층(13b)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0254] 또, 제2 층(13b)과, 이 제2 층(13b)의 하층에 인접하여 적층되는 제3 층(13c)은, 도면 중 좌우 방향의 폭이 상이하고, 면방향, 즉, 도 19 중 좌우 방향에 있어서의 단변의 위치가 상이하다. 보다 구체적으로는, 제2 층(13b)보다 제3 층(13c)의 폭이 길고, 제3 층(13c)의 도면 중 좌측의 단변은, 제2 층(13b)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 제3 층(13c)의 도면 중 우측의 단변은, 제2 층(13b)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0255] 또, 제3 층(13c)의 하층에 적층되는 제4 층(13d)은, 제3 층(13c)보다 폭이 짧고, 제3 층(13c)의 도면 중 좌측의 단변은, 제4 층(13d)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 제3 층(13c)의 도면 중 우측의 단변은, 제4 층(13d)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0256] 또한, 제4 층(13d)의 하층에 적층되는 제5 층(13e)은, 제4 층(13d)보다 폭이 길고, 제5 층(13e)의 도면 중 좌측의 단변은, 제4 층(13d)의 좌측의 단변보다 좌측(외측)에 위치하며, 또, 제5 층(13e)의 도면 중 우측의 단변은, 제4 층(13d)의 우측의 단변보다 우측(외측)에 위치한다.
- [0257] 즉, 도 19에 나타내는 예에서는, 폭이 긴 층과 폭이 짧은 층이 번갈아 적층되어 있으며, 폭이 긴 층과 폭이 짧은 층에서, 좌우 양 단변의 위치가 상이하다.
- [0258] 이와 같이, 압전 필름을 1회 이상 되접어 꺾어, 압전 필름을 복수 층 적층한 적층 압전 소자(10b)의 경우에도, 인접하는 층의 각각의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치가 되도록 적층된 구성을 가짐으로써, 인접하는 압전 필름의 층의 전극층의 사이의 거리를 길게 할 수 있어, 전극층이 단락(쇼트)되는 것을 억제할 수 있다.
- [0259] 여기에서, 도 19에 나타내는 예에서는, 폭이 긴 층과 폭이 짧은 층이 번갈아 적층되는 구성으로 했지만, 인접하는 층의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있으면 이에 한정은 되지 않는다. 예를 들면, 도 1에 나타내는 예와 동일하게, 상층으로부터 하층을 향함에 따라, 층의 폭이 커지는 구성으로 해도 된다. 혹은, 도 4에 나타내는 예와 동일하게, 적층 방향의 중앙으로부터 외측(표면 측)을 향함에 따라 층의 폭이 커지는 구성이어도 된다.
- [0260] 또, 압전 필름을 1회 이상 되접어 꺾어, 압전 필름을 복수 층, 적층한 적층 압전 소자(10b)의 경우에도, 압전 필름의 단부면을 덮는 단부면 피복층을 갖고 있어도 된다.
- [0261] 그 경우, 단부면 피복층은, 압전 필름의, 되접어 꺾는 방향과 직교하는 폭방향이 양 단부면을 덮는 것이 바람직하다.
- [0262] 단부면 피복층을 가짐으로써, 인접하는 층의 전극층 사이에서 쇼트되는 것을 보다 적합하게 억제할 수 있다.
- [0263] 또, 인접하는 층의 단변이, 면방향에 있어서 상이한 위치에 있기 때문에, 단부면 피복층을 형성한 경우에 단부와 중앙 부분의 두께의 차를 작게 할 수 있다.
- [0264] 쇼트 방지, 및, 단부면 피복층을 형성한 경우에 단부와 중앙 부분의 두께의 차를 작게 할 수 있는 등의 관점에서, 인접하는 압전 필름(12)의 단변 간의, 면방향에 있어서의 거리는, 0.05mm~5mm인 것이 바람직하고, 0.2mm~3mm인 것이 보다 바람직하며, 0.3mm~2mm인 것이 더 바람직하다.

- [0265] 또, 도 18에 나타내는 예에서는, 적층 압전 소자(10b)는, 압전 필름(12L)을 긴 길이 방향으로 되접어 꺾은 것으로 했지만, 이에 한정은 되지 않고, 압전 필름(12L)을 짧은 길이 방향으로 되접어 꺾은 구성으로 해도 된다.
- [0266] 이상, 본 발명의 적층 압전 소자에 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

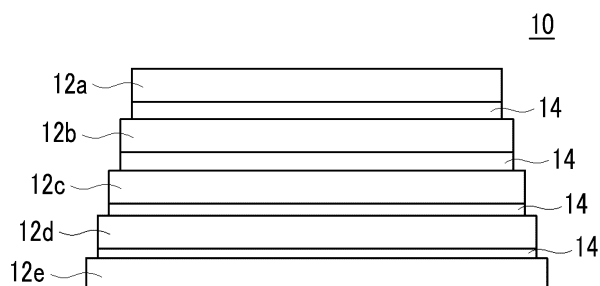
- [0268] 각종 부재에 맞닿아 소리를 발생시키는 익사이터 등으로서, 적합하게 이용 가능하다.

부호의 설명

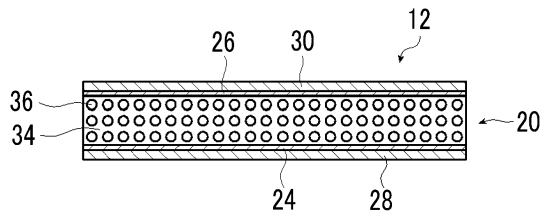
- [0269] 10, 10b 적층 압전 소자
11a, 11c 시트상물
11b 적층체
12, 12a~12j, 12L 압전 필름
13a~13e 층
14 접착층
15 돌출부
20 압전체층
24 제1 전극층
26 제2 전극층
28 제1 보호층
28a 구멍부(제1 접점)
30 제2 보호층
30a 구멍부(제2 접점)
34 점탄성 매트릭스
36 압전체 입자
40 코로나 전극
42 직류 전원
60a~60b 도전성 필름

도면

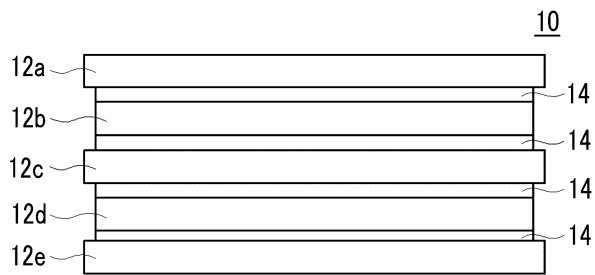
도면1



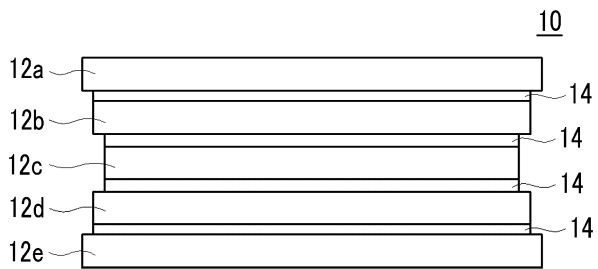
도면2



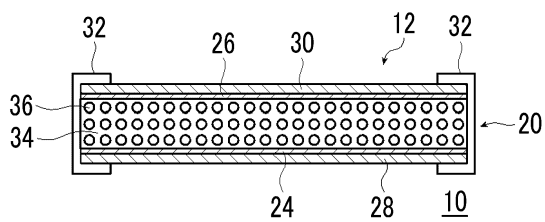
도면3



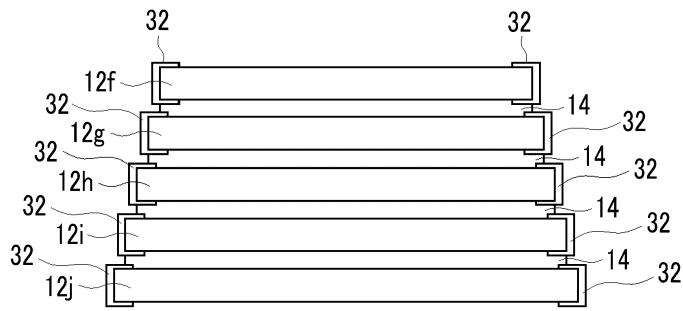
도면4



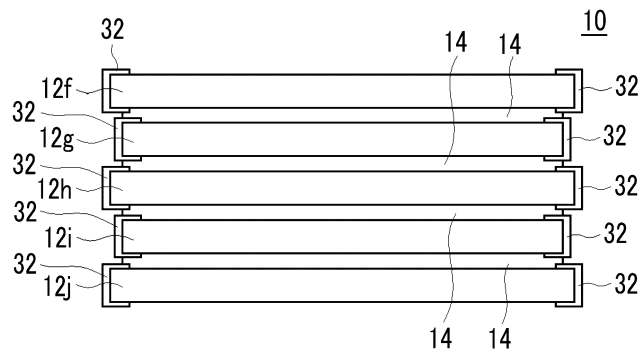
도면5



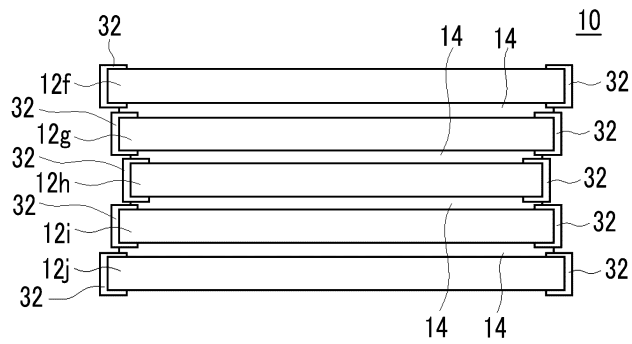
도면6



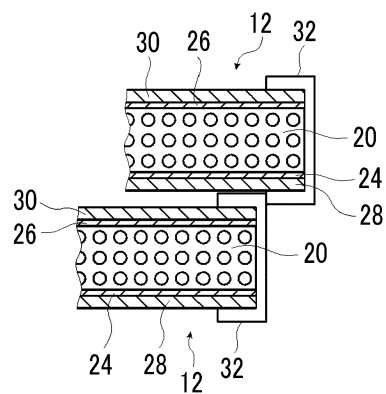
도면7



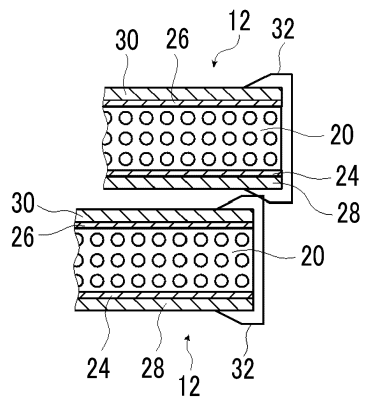
도면8



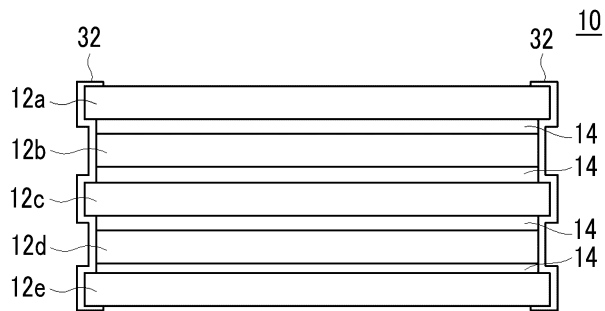
도면9



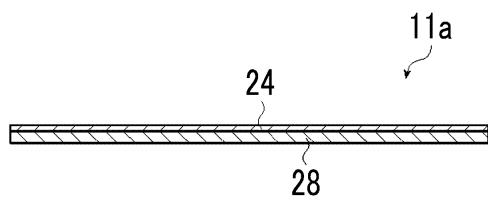
도면10



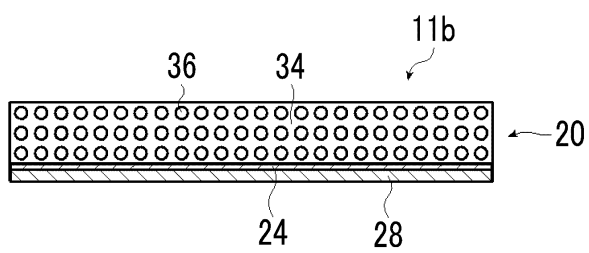
도면11



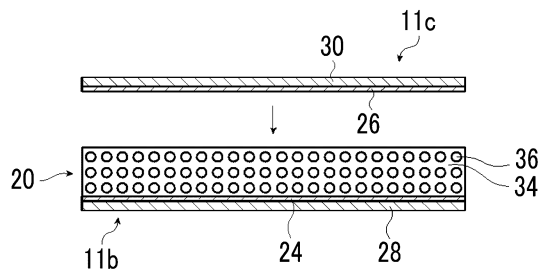
도면12



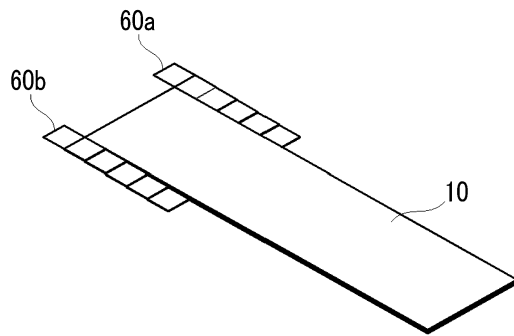
도면13



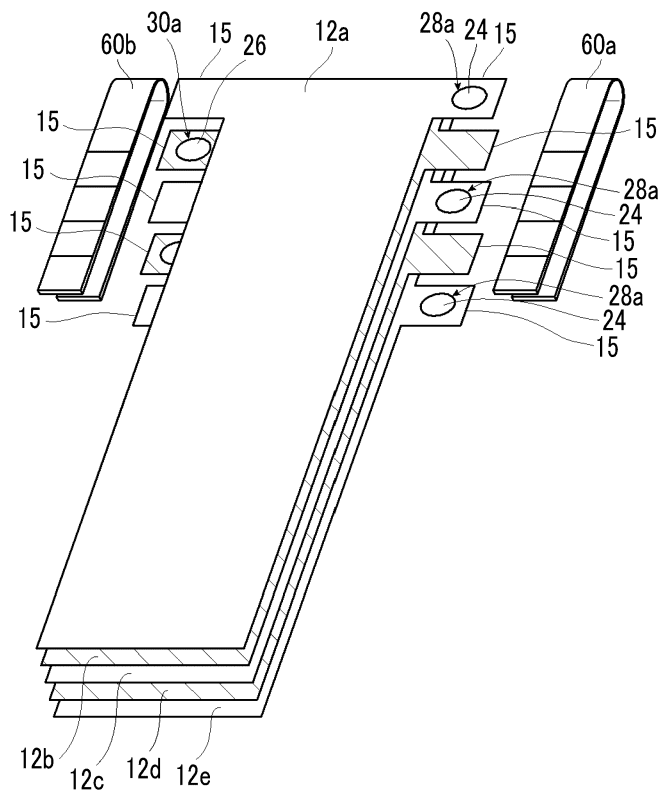
도면14



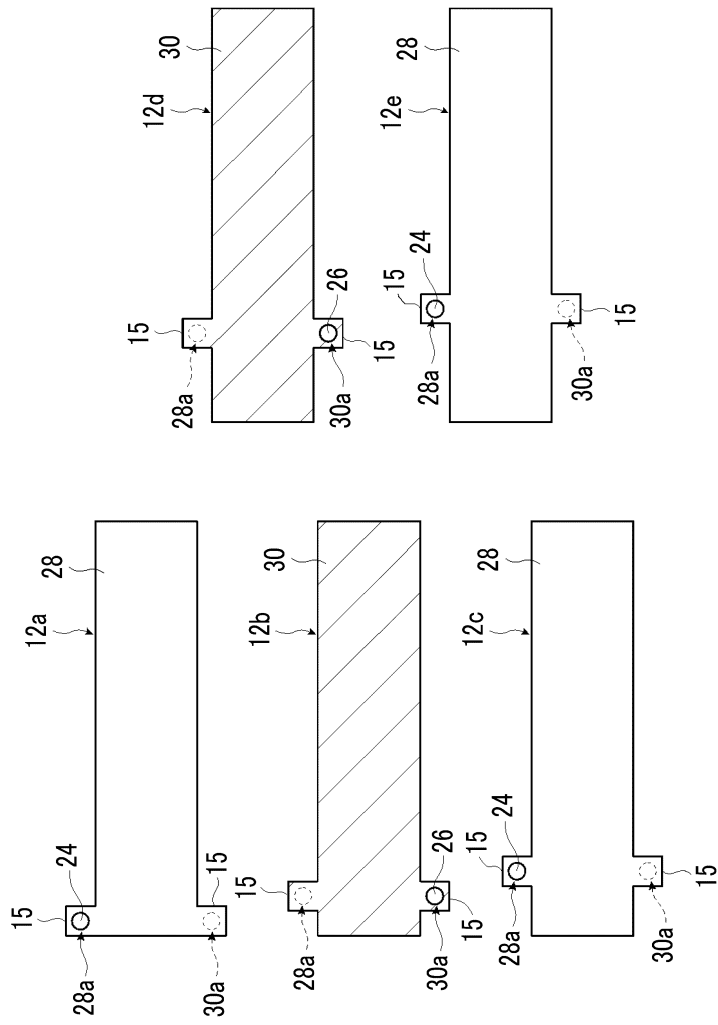
도면15



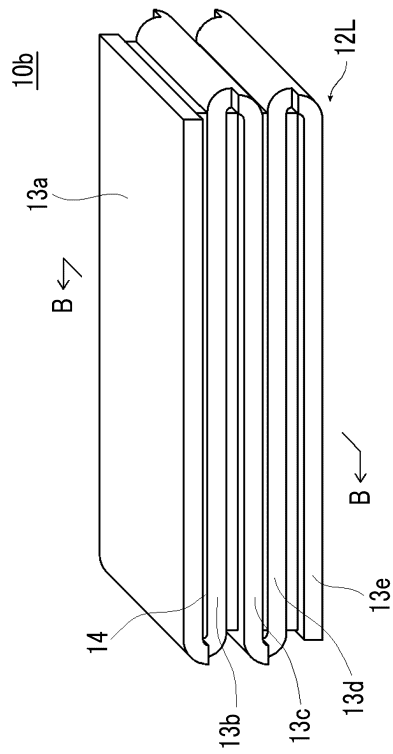
도면16



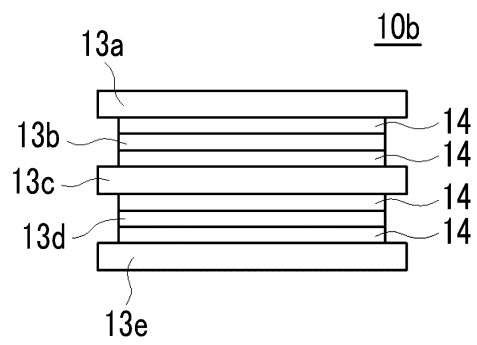
도면17



도면18



도면19



도면20

