



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0115840
(43) 공개일자 2015년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/187 (2006.01) B41J 2/14 (2006.01)
C04B 35/495 (2006.01) H01L 41/083 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H01L 41/39 (2013.01)
H01L 41/43 (2013.01) H02N 2/10 (2006.01)
H02N 2/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 41/1873 (2013.01)
B41J 2/14233 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7023453

(22) 출원일자(국제) 2014년01월24일

심사청구일자 2015년08월28일

(85) 번역문제출일자 2015년08월28일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/052185

(87) 국제공개번호 WO 2014/119702

국제공개일자 2014년08월07일

(30) 우선권주장

JP-P-2013-014614 2013년01월29일 일본(JP)

(71) 출원인

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고

(72) 발명자

우에다 미키

일본 1468501도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

와타나베 다카유키

일본 1468501도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

무라카미 슌스케

일본 1468501도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내

(74) 대리인

장수길, 이중희

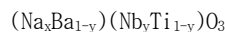
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 압전 재료, 압전 소자 및 전자 기기

(57) 요약

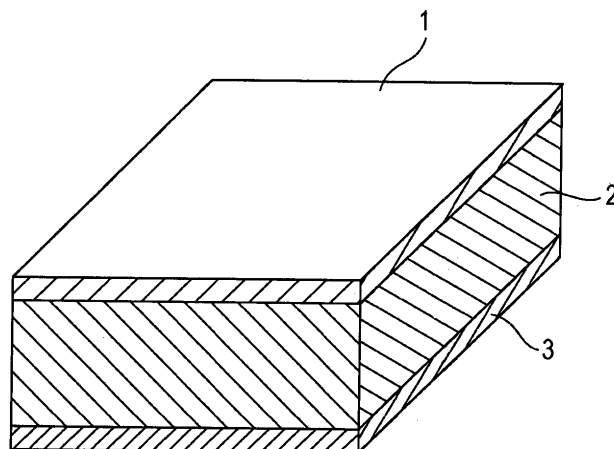
압전 상수가 크고, 절연성이 만족스러운 납- 및 칼륨-무함유 압전 재료 및 상기 압전 재료를 포함하는 압전 소자를 제공한다. 상기 압전 재료는 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물 및 Zn을 함유하며, 상기 Zn의 함유량은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 5 mol% 이하에 상응한다. 상기 압전 소자는 상기 압전 재료를 포함한다.

<화학식 1>



(상기 화학식 1 중 x는 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 를 충족시키고, y는 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 를 충족시킨다)

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 35/495 (2013.01)
H01L 41/083 (2013.01)
H01L 41/0973 (2013.01)
H01L 41/39 (2013.01)
H01L 41/43 (2013.01)
H02N 2/106 (2013.01)
H02N 2/163 (2013.01)
C04B 2235/3281 (2013.01)
C04B 2235/3284 (2013.01)

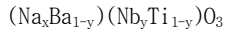
명세서

청구범위

청구항 1

화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물; 및 Zn을 포함하며, 상기 Zn의 함유량은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0.1 mol% 초과 2 mol% 이하에 상응하는 것인 압전 재료.

<화학식 1>



상기 화학식 1 중 x 는 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 를 충족시키고, y 는 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 를 충족시킨다.

청구항 2

제1항에 있어서, Cu 및 Mn으로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 추가로 포함하며, 상기 Cu 및 Mn으로부터 선택되는 1종 이상의 원소의 양은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 1 mol% 이하에 상응하는 것인 압전 재료.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학식 1에서 x 가 y 보다 작은 것인 압전 재료.

청구항 4

제1 전극; 압전 재료부; 및 제2 전극을 포함하며, 상기 압전 재료부는 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 압전 재료를 포함하는 것인 압전 소자.

청구항 5

서로 위아래로 교대로 적층된 압전 재료 층과 전극 층을 포함하며, 상기 전극 층은 내부 전극을 포함하고, 상기 압전 재료 층은 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 따른 압전 재료를 함유하는 것인 적층 압전 소자.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 내부 전극이 Ag 및 Pd를 함유하고, 상기 Ag의 중량 M1 대 상기 Pd의 중량 M2의 중량비 M1/M2가 $1.5 \leq M1/M2 \leq 9.0$ 범위인 적층 압전 소자.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 내부 전극이 Ni 및 Cu 중 하나 이상을 함유하는 것인 적층 압전 소자.

청구항 8

액실; 및 상기 액실과 연통하는 토출구를 포함하며, 상기 액실은 제4항에 따른 압전 소자 또는 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 적층 압전 소자를 포함하는 진동부를 포함하는 것인 액체 토출 헤드.

청구항 9

피전사체를 수용하도록 구성된 스테이지; 및 제8항에 따른 액체 토출 헤드를 포함하는 액체 토출 장치.

청구항 10

제4항에 따른 압전 소자 또는 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 적층 압전 소자를 포함하는 진동체; 및 상기 진동체와 접촉하는 이동체를 포함하는 초음파 모터.

청구항 11

제10항에 따른 초음파 모터를 포함하는 구동 유닛을 포함하는 광학 장치.

청구항 12

진동판 상에 제4항에 따른 압전 소자 또는 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 적층 압전 소자를 포함하는 진동체를 포함하는 진동 장치.

청구항 13

제12항에 따른 진동 장치를 포함하는 진동부를 포함하는 먼지 제거 장치.

청구항 14

제13항에 따른 먼지 제거 장치; 및 활상 소자 유닛을 포함하며, 상기 먼지 제거 장치의 진동판은 상기 활상 소자 유닛의 수광면 측에 설치된 것인 활상 장치.

청구항 15

제4항에 따른 압전 소자 또는 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 적층 압전 소자를 포함하는 압전 음향 부품을 포함하는 전자 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 압전 재료, 및 보다 특히 납-무함유 압전 재료에 관한 것이다. 본 발명은 또한 각각 상기 압전 재료를 포함하는 압전 소자, 적층 압전 소자, 액체 토출 헤드, 액체 토출 장치, 초음파 모터, 광학 장치, 진동 장치, 먼지 제거 장치, 활상 장치 및 전자 기기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

티타늄산지르코늄산납은 대표적인 압전 재료이며, 액추에이터, 발진자, 센서 및 필터 등 다양한 압전 디바이스에서 사용되고 있다. 그러나, 납-함유 압전 디바이스가 폐기되어 산성비에 노출되면, 납 성분이 압전 재료로부터 토양으로 침출되어 생태계를 파괴할 수 있다. 따라서, 납-무함유 압전 디바이스를 위한 납-무함유 압전 재료의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다.

[0003]

현재, 널리 연구되고 있는 대표적인 납-무함유 압전 재료는 니오븀산칼륨을 함유하는 압전 재료이다. 그런데, 칼륨-함유 압전 재료의 합성에서, 원료 (예를 들어 탄산칼륨) 분말은 흡습성이 높기 때문에 의도한 물비로 정확하게 칭량하는 것이 어렵다. 또한, 니오븀산칼륨 (KNbO_3)을 함유하는 압전 재료는 조해성이기 때문에, 니오븀산칼륨을 함유하는 압전 세라믹의 압전성이 종종 시간 경과에 따라 열화된다. 또한, 니오븀산칼륨을 함유하는 압전 재료의 정방정과 사방정의 사이의 순차 상 전이 온도는 압전 디바이스의 사용 온도 범위 (예를 들어 0℃ 내지 80℃ 범위)에 있다. 압전성은 순차 상 전이 온도 부근에서 현저하게 변동하기 때문에, 이러한 압전 디바이스의 성능은 사용 온도에 따라 크게 달라진다.

[0004]

비특허문헌 1에는, 납- 및 칼륨-무함유 압전 재료로서 반강유전체인 니오븀산나트륨 (NaNbO_3) 및 티타늄산바륨 (BaTiO_3)의 고용체 (이하 NN-BT라고 지칭함)가 기재되어 있다. 니오븀산나트륨 및 티타늄산바륨을 9:1의 비율로 함유하는 압전 세라믹의 압전 상수 d_{33} 은 147 pC/N인 것이 개시되어 있다.

[0005]

특허문헌 1에는, NN-BT를 함유하며, 여기에 산화코발트 (CoO)가 첨가된 니오븀산계 압전 세라믹이 개시되어 있다. 상기 니오븀산계 압전 세라믹은 높은 전기기계 결합 계수 및 높은 내열성을 갖는다. 그러나, $10^6 \Omega$ 이하만큼 낮은 저항률 때문에 일부 시료는 분극되기 어렵다.

[0006]

특허문헌 2에는, 높은 큐리 온도 및 만족스러운 압전 특성을 갖는 니오븀산계 압전 세라믹의 제조 방법이 개시되어 있다. 이는 NN-BT 및 티타늄산스트론튬 (SrTiO_3)의 고용체를 함유하는 니오븀산계 압전 세라믹의 압전 상수 d_{33} 이 14 내지 126 pm/V 범위인 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2009-227535호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2008-156172호 공보

비특허문헌

- [0008] (비특허문헌 0001) J. T. Zeng et al., Journal of the American Ceramic Society, 2006, vol. 89, pp. 2828-2832

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 종래의 NN-BT는 압전 성능이 불충분하였다.
[0010] 본 발명은 이와 같은 과제를 해결하고, 압전 상수가 높고, 절연성이 만족스러운 납- 및 칼륨-무함유 압전 재료를 제공한다. 또한 본 발명은 각각 상기 압전 재료를 포함하는 압전 소자, 적층 압전 소자, 액체 토출 헤드, 액체 토출 장치, 초음파 모터, 광학 장치, 진동 장치, 먼지 제거 장치, 활상 장치 및 전자 기기를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 기재된 과제를 해결하는 본 발명에 따른 압전 재료는 하기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물 및 Zn을 포함하며, 상기 Zn의 함유량은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 5 mol% 이하에 상응한다.
[0012] <화학식 1>
[0013] $(\text{Na}_x\text{Ba}_{1-y})(\text{Nb}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$
[0014] 상기 화학식 1 중 x는 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 를 충족시키고, y는 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 를 충족시킨다.
[0015] 본 발명의 한 측면에 따른 압전 소자는 제1 전극, 압전 재료부 및 제2 전극을 포함하며, 압전 재료부는 상기 기재된 압전 재료를 포함한다.
[0016] 본 발명의 한 측면에 따른 적층 압전 소자는 서로 위아래로 교대로 적층된 압전 재료 층과 전극 층을 포함한다. 전극 층은 내부 전극을 포함한다. 압전 재료 층은 상기 기재된 압전 재료로 형성된다.
[0017] 본 발명의 한 측면에 따른 액체 토출 헤드는 액실 및 상기 액실과 연통하는 토출구를 포함한다. 액실은 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 진동부를 갖는다.
[0018] 본 발명의 한 측면에 따른 액체 토출 장치는 피전사체(object)를 수용하도록 구성된 스테이지 및 상기 기재된 액체 토출 헤드를 포함한다.
[0019] 본 발명의 한 측면에 따른 초음파 모터는 진동체 및 상기 진동체와 접촉하는 이동체를 포함한다. 진동체는 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함한다.
[0020] 본 발명의 한 측면에 따른 광학 장치는 상기 기재된 초음파 모터를 포함하는 구동 유닛을 포함한다.
[0021] 본 발명의 한 측면에 따른 진동 장치는 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 진동체를 포함한다.
[0022] 본 발명의 한 측면에 따른 먼지 제거 장치는 상기 기재된 진동 장치를 포함하는 진동부를 포함한다.
[0023] 본 발명의 한 측면에 따른 활상 장치는 상기 기재된 먼지 제거 장치 및 활상 소자 유닛을 포함하며, 상기 먼지

제거 장치는 상기 활상 소자 유닛의 수광면 측에 진동 부재를 포함한다.

[0024] 본 발명의 한 측면에 따른 전자 기기는 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 압전 음향 부품을 포함한다.

발명의 효과

[0025] 본 발명은 압전 상수가 높고, 절연성이 만족스러운 납- 및 칼륨-무함유 압전 재료를 제공할 수 있다. 본 발명은 또한 각각 상기 압전 재료를 포함하는 압전 소자, 적층 압전 소자, 액체 토출 헤드, 액체 토출 장치, 초음파 모터, 광학 장치, 진동 장치, 먼지 제거 장치, 활상 장치 및 전자 기기에 관한 것이다.

[0026] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 납을 함유하지 않고 낮은 환경 부하를 갖는다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 또한 칼륨을 함유하지 않고, 이에 따라 만족스러운 소결성 및 내습성을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자의 개략도이다.
 도 2의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자의 개략적인 단면도이다.
 도 3의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드의 개략도이다.
 도 4는 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 장치의 개략도이다.
 도 5는 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 장치의 개략도이다.
 도 6의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 초음파 모터의 개략도이다.
 도 7의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치의 개략도이다.
 도 8은 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치의 개략도이다.
 도 9의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 진동 장치를 포함하는 먼지 제거 장치의 개략도이다.
 도 10의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치의 압전 소자의 개략도이다.
 도 11의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치의 진동 원리를 도시하는 개략도이다.
 도 12는 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치의 개략도이다.
 도 13은 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치의 개략도이다.
 도 14는 본 발명의 한 실시양태에 따른 전자 기기의 개략도이다.
 도 15는 본 발명의 비교예 1 및 실시예 2, 6 및 7에 따른 소결체의 분극-전계 히스테리시스 루프의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명의 실시양태를 설명할 것이다.

[0029] 본 발명은 니오븀산나트륨 중 티타늄산바륨의 고용체 (NN-BT)를 기재로 하고, 압전 상수가 크고, 절연성이 만족스러운 납- 및 칼륨-무함유 압전 재료를 제공하는 것이다. 그의 유전체 특성을 이용하여, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 커패시터, 메모리 및 센서 등의 다양한 분야에 사용할 수 있다.

[0030] 본 발명에 따른 압전 재료는 하기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물 및 Zn을 포함하며, 여기서 상기 Zn의 함유량은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 5 mol% 이하에 상응한다.

[0031] <화학식 1>

[0032] $(\text{Na}_x\text{Ba}_{1-y})(\text{Nb}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$

[0033] 상기 화학식 중 x 는 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 를 충족시키고, y 는 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 를 충족시킨다.

[0034] 본원에 사용되는 용어 "페로브스카이트형 금속 산화물"이란, 문헌 [Iwanami Rikagaku Jiten, 5th edition (Iwanami Shoten, published on February 20, 1998)]에 기재된 바와 같이, 이상적으로는 입방정 구조인 페로브스카이트형 구조를 갖는 금속 산화물을 지칭한다. 페로브스카이트형 구조를 갖는 금속 산화물은 일반적으로 화

화합식 ABO_3 로 표현된다. 페로브스카이트형 금속 산화물에서, 원소 A 및 B는 이온 형태로 각각 A 사이트 및 B 사이트라고 지칭되는 단위 격자의 특정한 위치를 차지한다. 입방정계의 단위 격자의 경우, 원소 A는 입방체의 정점을 차지하고, 원소 B는 입방체의 체심 위치를 차지한다. 원소 O는 산소 음이온으로서 입방체의 면심 위치를 차지한다.

[0035] 상기 화학식 1을 갖는 금속 산화물에서, A 사이트에서의 금속 원소는 Na 및 Ba이고, B 사이트에서의 금속 원소는 Nb 및 Ti이다. 일부의 Na, Ba, Zn, Cu 및 Mn이 B 사이트를 차지할 수 있다. 마찬가지로, 일부의 Ti, Nb, Zn, Cu 및 Mn이 A 사이트를 차지할 수 있다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료의 제조를 용이하게 하거나 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료의 물성을 변경하기 위해서, Ba의 일부를 2가의 금속 원소, 예를 들어 Sr 또는 Ca로 치환할 수 있다. 마찬가지로, Nb의 20 mol% 이하를 5가의 금속 원소, 예를 들어 Ta 또는 V로 치환할 수 있다. 마찬가지로, Ti의 20 mol% 이하를 Zr 또는 Sn으로 치환할 수 있거나, Na의 15 mol% 이하를 Li로 치환할 수 있다. 마찬가지로, Ni 원소를 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 5 mol% 이하에 상응하는 양으로 압전 재료에 첨가할 수 있다. 마찬가지로, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm 및 Yb로부터 선택되는 적어도 1종의 원소를 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 5 mol% 이하에 상응하는 양으로 압전 재료에 첨가할 수 있다. 마찬가지로, 상기 압전 재료 100 중량부에 Si 및 B로부터 선택되는 적어도 1종을 함유하는 부성분을 금속 환산으로 0.001 중량부 이상 4.000 중량부 이하 첨가할 수 있다.

[0036] 상기 화학식 1에서, B 사이트의 원소 대 원소 O의 몰비는 1:3이지만, 몰비의 약간의 변동 (예를 들어, 1.00:2.94 내지 1.00:3.06)이 본 발명 범위 내에 있으며, 단 금속 산화물은 주요 상으로서 페로브스카이트형 구조를 갖는다. 금속 산화물의 페로브스카이트형 구조는 X선 회절 또는 전자선 회절을 사용한 구조 분석에 의해 결정할 수 있다.

[0037] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 세라믹, 분말, 단결정, 막 또는 슬러리 등의 임의의 형태를 가질 수 있고, 세라믹일 수 있다. 본원에 사용되는 용어 "세라믹"은 결정립의 응집체 (또한 벌크라고도 지칭함), 즉 기본 성분으로서 금속 산화물을 함유하고 열 처리에 의해 소결된 다결정질 재료를 지칭한다. 용어 "세라믹"은 소결 후 가공된 세라믹을 또한 포함한다.

[0038] 화학식 1에서, A 사이트에서의 Na의 양을 나타내는 값 x 는 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 범위일 수 있다. 값 x 가 0.80보다 작으면, Nb에 대하여 Na가 결손되므로, 불순물 상 ($Ba_4Nb_2O_9$, $Ba_6Ti_7Nb_9O_{42}$, $Ba_3Nb_4Ti_4O_{21}$, 또는 $Ba_3Nb_{3.2}Ti_5O_{21}$ 의 것과 유사한 X선 회절 패턴을 갖는 상)이 형성된다. 이러한 불순물 상이 풍부한 금속 산화물 시료의 저항률은 10^7 내지 $10^8 \Omega \cdot cm$ 범위로 낮고, 이는 분극되기 어렵다. 값 x 가 0.95를 초과하면 압전성이 저하된다. x 가 $0.80 \leq x \leq 0.95$ 범위일 때, 불순물 상은 거의 발생하지 않고, 압전 재료는 높은 안전성을 갖는다. 값 x 는 $0.80 \leq x \leq 0.93$ 범위일 수 있다.

[0039] 화학식 1에서, B 사이트에서의 Nb의 양을 나타내는 값 y 는 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 범위일 수 있다. 값 y 가 0.85보다 작으면, 큐리 온도는 140°C보다 낮아진다. 값 y 가 0.95를 초과하면, 압전성이 저하된다. 값 y 가 $0.85 \leq y \leq 0.95$ 범위에 있을 때, 140°C 이상의 큐리 온도 및 높은 압전성이 얻어진다.

[0040] 값 y 가 $0.85 \leq y \leq 0.90$ 범위에 있을 때, 큐리 온도는 대략 130°C 내지 230°C 범위에 있으며, 이는 분극 처리를 용이하게 한다. 값 y 가 $0.88 \leq y \leq 0.90$ 범위에 있을 때, 큐리 온도는 대략 190°C 내지 230°C 범위에 있으며, 이는 디바이스 제작 공정에서의 열에 의해 압전 성능이 열화될 가능성이 낮아진다.

[0041] 큐리 온도는 그 위에서는 압전 재료의 압전성이 소실되는 온도이다. 본원에 사용되는 용어 "큐리 온도"는 강유전상과 상유전상 사이의 상 전이 온도 근처에서 유전율이 가장 높은 온도를 지칭한다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 페로브스카이트형 금속 산화물은 큐리 온도보다 낮은 온도 범위의 순차 상 전이 온도를 갖는다. 순차 상 전이 온도에서는, 순차 상 전이가 정방정 강유전 상에서부터 사방정 강유전 상으로 발생한다. 순차 상 전이 온도에서 비유전율은 극대 또는 변곡점이다. 따라서, 큐리 온도에서와 동일한 방식으로, 순차 상 전이 온도는 비유전율의 온도 의존성으로부터 결정할 수 있다. 예를 들어, 고용체 $0.9(NaNbO_3)-0.1(BaTiO_3)$ 는 온도가 상승함에 따라 사방정에서부터 정방정, 그리고 입방정으로의 상 전이를 겪는다.

[0042] 순차 상 전이 온도 부근에서는 압전 성능이 극대가 된다. 그로 인해, 디바이스의 구동 온도 범위 (예를 들어 -30°C 내지 60°C)에서, 온도에 의존하지 않는 일정한 압전 성능이 필요한 경우에는, 순차 상 전이가 구동 온도 범위에 존재하지 않는 것이 바람직하다. 특정한 온도에서의 높은 압전 성능이 온도에 의존하지 않는 압전 성능

보다 중요한 경우에는, 순차 상 전이는 디바이스의 구동 온도 범위 내에 있을 수 있다. 순차 상 전이 온도를 디바이스의 사양에 따라 조정할 수 있는 재료는 다양한 분야에서 사용될 수 있다.

[0043] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 Zn을 상기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 이상 5 mol% 이하, 바람직하게는 0.1 mol% 이상 2 mol% 이하에 상응하는 양으로 함유한다. mol%로 나타내어지는 Zn의 함유량은 금속 환산 Zn의 몰비이다. 5 mol% 이하의 Zn을 함유하는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 압전 상수, 전기기계 결합 계수, 영률(Young's modulus) 및 밀도가 증가될 수 있다. 이러한 압전 재료는 또한 소결 온도가 저하될 수 있다. 소결 온도는 상대 밀도 95% 이상의 소결체를 형성할 수 있는 최저 소성 온도이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료에서 Zn은 자발 분극의 피닝(pinning)을 저감시킬 수 있다. 피닝이 저감되면, 분극-전계 히스테리시스 곡선에서 잔류 분극값 또는 항전계가 저하된다. 피닝이 저감되면, 분극 처리에 의해 자발 분극을 동일한 방향으로 바꾸는 것이 용이해져, 공진 동안 임피던스의 위상이 보다 크게 바뀌거나, 전기기계 결합 계수가 증가된다.

[0044] Zn은 페로브스카이트 구조의 A 사이트 (12 배위), B 사이트 (6 배위) 또는 둘 다에 존재할 수 있거나 세라믹의 입계에 존재할 수 있다.

[0045] 니오븀산나트륨을 성분으로서 함유하는 결정을 소결하면, Na의 증발 또는 확산을 유발하여 소결 후의 시료 구성에 있어 Nb에 대하여 Na가 부족할 수 있다. 즉, A 사이트에 결합이 발생한다. 그러나, 과량의 Na 원료 분말을 칭량하면, 소결체의 절연성이 저하될 수 있다. 따라서, 첨가된 Zn의 일부가 A 사이트에 대한 결합을 보완할 수 있다. Nb에 대한 Na 결손이 5%를 초과하지 않도록 원료를 칭량할 수 있다.

[0046] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 Cu 및 Mn으로부터 선택되는 적어도 1종의 원소를 상기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 1 mol% 이하에 상응하는 양으로 함유할 수 있다.

[0047] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 페로브스카이트형 금속 산화물, Zn, 및 Cu 및 Mn으로부터 선택되는 적어도 1종의 원소를 함유할 수 있다. Cu 및 Mn으로부터 선택되는 적어도 1종의 원소의 양은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0 mol% 초과 1 mol% 이하, 바람직하게는 0.5 mol% 이하에 상응할 수 있다. mol%로 나타내어지는 Cu 또는 Mn의 함유량은 금속 환산 Cu 또는 Mn의 몰비이다.

[0048] Cu의 함유량이 1 mol% 이하이면, 저항률, 압전 상수, 전기기계 결합 계수, 영률 및 밀도가 증가될 수 있다. 이는 또한 소결 온도가 저하될 수 있다. 소결 온도는 상대 밀도 95% 이상의 소결체를 형성할 수 있는 최저 소성 온도이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료에서 Cu는 자발 분극의 피닝을 저감시킬 수 있다. 피닝이 저감되면, 분극-전계 히스테리시스 곡선에서 잔류 분극값 또는 항전계가 저하된다. 피닝이 저감되면, 분극 처리에 의해 자발 분극을 동일한 방향으로 바꾸는 것이 용이해져, 공진 동안 임피던스의 위상이 보다 크게 바뀌거나, 전기기계 결합 계수가 증가된다.

[0049] Cu는 페로브스카이트 구조의 A 사이트 (12 배위), B 사이트 (6 배위) 또는 둘 다에 존재할 수 있거나 세라믹의 입계에 존재할 수 있다.

[0050] 니오븀산나트륨을 성분으로서 함유하는 결정을 소결하면, Na의 증발 또는 확산을 유발하여 소결 후의 시료 구성에 있어 Nb에 대하여 Na가 부족할 수 있다. 즉, A 사이트에 결합이 발생한다. 그러나, 과량의 Na 원료 분말을 칭량하면, 소결체의 절연성이 저하될 수 있다. 따라서, 첨가된 Cu의 일부가 A 사이트에 대한 결합을 보완할 수 있다. Nb에 대한 Na 결손이 5%를 초과하지 않도록 원료를 칭량할 수 있다.

[0051] Mn을 1 mol% 이하 함유하는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 저항률, 압전 상수, 전기기계 결합 계수, 영률 및 밀도가 증가될 수 있다. 이는 또한 소결 온도가 저하될 수 있다. 소결 온도는 상대 밀도 95% 이상의 소결체를 형성할 수 있는 최저 소성 온도이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료에서 Mn은 자발 분극의 피닝을 저감시킬 수 있다. 피닝이 저감되면, 분극-전계 히스테리시스 곡선에서 잔류 분극값 또는 항전계가 저하된다. 피닝이 저감되면, 분극 처리에 의해 자발 분극을 동일한 방향으로 바꾸는 것이 용이해져, 공진 동안 임피던스의 위상이 보다 크게 바뀌거나, 전기기계 결합 계수가 증가된다.

[0052] Mn은 페로브스카이트 구조의 A 사이트 (12 배위), B 사이트 (6 배위) 또는 둘 다에 존재할 수 있거나 세라믹의 입계에 존재할 수 있다.

[0053] 니오븀산나트륨을 성분으로서 함유하는 결정을 소결하면, Na의 증발 또는 확산을 유발하여 소결 후의 시료 구성에 있어 Nb에 대하여 Na가 부족할 수 있다. 즉, A 사이트에 결합이 발생한다. 그러나, 과량의 Na 원료 분말을 칭량하면, 소결체의 절연성이 저하될 수 있다. 따라서, 첨가된 Cu의 일부가 A 사이트에 대한 결합을 보완할 수

있다. Nb에 대한 Na 결손이 5%를 초과하지 않도록 원료를 청량할 수 있다.

[0054] Zn이 A 사이트를 차지하여 결정 결함 수를 저하시킬 경우, 다음 효과 중 적어도 1개가 일어난다.

[0055] (1) 저항률 증가.

[0056] (2) 공진 동안 임피던스의 위상 각도 증가.

[0057] (3) 분극-전계 히스테리시스 곡선 측정에 의해 결정되는 잔류 분극값 증가 또는 항전계 감소.

[0058] (4) 전기기계 결합 계수 증가.

[0059] (5) 기계적 품질 계수 저하.

[0060] (6) 영률 저하.

[0061] (7) 유전 손실 탄젠트 ($\tan \delta$) 저하.

[0062] Zn이 B 사이트를 차지하면, Zn은 산소 결함과 함께 결함 쌍극자를 형성하고, 내부 전계를 형성한다. 따라서, Zn의 일부가 B 사이트를 차지할 수 있다.

[0063] Zn이 B 사이트를 차지할 경우, 다음 효과 중 적어도 1개가 일어난다.

[0064] (1) 전기기계 결합 계수 또는 압전 상수 감소.

[0065] (2) 기계적 품질 계수 증가.

[0066] (3) 영률 증가.

[0067] (4) 내부 전계를 가짐.

[0068] 내부 전계의 크기는 분극-전계 히스테리시스 루프 측정으로부터 얻어지는 정항전계와 부항전계 사이의 차이의 절반이다. 분극 처리에 의해 결함 분극의 방향이 인가 전계의 방향과 일치하기 때문에, 분극 처리한 시료를 사용하여 내부 전계 강도를 평가할 수 있다.

[0069] Zn 성분의 적어도 일부는 A 또는 B 사이트에 반드시 배치되지는 않고, 입계에 배치될 수 있다. 입계에서의 Zn은 그의 산화물 형태일 수 있다. Zn의 일부의 입계에서의 국제화는 세공의 양을 감소시키고 기계적 품질 계수 또는 영률을 증가시킨다. 또한 입계에서의 Zn은 입계 마찰을 경감시키고, 재료의 경도를 증가시킨다.

[0070] 시료 내에서의 Zn의 분포 및 결정 내의 점유 사이트는 전자 현미경, 에너지 분산형 X선 분광, X선 회절, 라만 산란, 또는 투과형 전자 현미경으로 결정할 수 있다.

[0071] Zn이 A 사이트 및 B 사이트 양쪽에 포함되는 경우, 상기의 효과의 중첩이 일어난다. 중첩된 효과는 Zn의 양을 조절하여 제어가능하다. 따라서, Zn은 A 사이트 및 B 사이트의 양쪽에 배치될 수 있다.

[0072] Zn이 A 사이트에만 배치된 경우, Zn 이온이 Na 이온 또는 Ba 이온보다 작으므로, 단위 격자의 체적이 감소한다. 단위 격자의 체적은 X선 회절에 의해 측정할 수 있다.

[0073] Zn의 함유량이 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 5 mol% 초과에 상응하면, 불순물 상이 발생하여 압전성이 저하될 수 있다.

[0074] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 상기 화학식 1에서 $x < y$ 를 충족시킬 수 있다. $x < y$ 의 조건 하에, Zn은 결정 격자 중에 도입되고, 본 발명의 이점이 용이하게 달성될 수 있다. 출발 물질은 x 가 y 보다 작은 이러한 조성을 가질 수 있다. x 가 y 이상이면 시료의 절연성이 저하된다.

[0075] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료를 사용하여 압전 세라믹을 제조하기 위해, 그런 성형체를 제작한다. 그런 성형체는 원료 분말의 성형된 고형물이다. 원료 분말은 고순도일 수 있다. Mg는 시료의 압전 성능에 크게 영향을 미치기 때문에, 원료 물질의 Mg 함유량을 감소시킬 수 있다. 성형체는 1축 가압가공, 냉간 정수압가공, 온간 정수압가공, 슬립 캐스팅, 또는 압출 성형에 의해 형성될 수 있다. 성형체는 조립 분말로부터 형성될 수 있다. 조립 분말로부터 형성된 성형체를 소결하면, 소결체의 입도 분포가 균일해지기 쉽다는 이점이 있다.

[0076] 압전 재료의 원료 분말은 임의의 방법으로 조립할 수 있다. 분무 건조는 조립 분말의 입경을 보다 균일하게 할 수 있다.

[0077] 조립에 사용하기 위한 결합제는 폴리(비닐 알콜) (PVA), 폴리(비닐 부티랄) (PVB), 또는 아크릴계 수지이다.

결합체의 양은, 성형체 밀도를 증가시키기 위해, 압전 재료의 원료 분말 100 중량부 당 바람직하게는 1 내지 10 중량부 범위, 보다 바람직하게는 2 내지 5 중량부이다.

[0078] 성형체는 임의의 방법으로 소결할 수 있다. 소결 방법의 예는 전기로에 의한 소결, 가스조에 의한 소결, 통전 가열법, 마이크로파 소결법, 밀리미터파 소결법 및 열간 등방압 가압법 (HIP)을 포함한다. 전기로 또는 가스조에 의한 소결은 연속로 또는 배치로에서 실시될 수 있다.

[0079] 소결 방법에서 소결 온도는 특별히 한정되지는 않고, 화합물이 반응하여 결정이 충분히 성장할 수 있는 온도일 수 있다. 소결 온도는 평균 입경이 0.3 내지 100 μm 범위이도록 바람직하게는 1050 $^{\circ}\text{C}$ 이상 1300 $^{\circ}\text{C}$ 이하, 보다 바람직하게는 1100 $^{\circ}\text{C}$ 이상 1200 $^{\circ}\text{C}$ 이하이다. 상기 기재된 온도 범위에서 소결한 압전 재료는 만족스러운 압전 성능을 갖는다. 소결에 의해 얻어지는 압전 재료의 특성의 재현성 및 안정성을 보증하기 위해서는, 상기 기재된 온도 범위 내의 일정한 온도에서 2시간 이상 48시간 이하 동안 소결을 실행할 수 있다. 또한, 2단계 소결을 실행할 수 있지만, 급격한 온도 변화가 없는 소결 방법이 생산성을 개선할 수 있다.

[0080] 소결에 의해 얻어진 압전 재료를 연마하고, 이어서 큐리 온도 이상의 온도에서 열 처리할 수 있다. 큐리 온도 이상에서 압전 재료를 열 처리함으로써, 기계적 연마로부터 발생한 압전 재료의 잔류 응력이 완화되고 이에 의해 압전 재료의 압전 특성이 개선될 수 있다. 열 처리 시간은 1시간 이상일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[0081] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 결정립 직경이 100 μm 을 초과하는 경우, 절단 가공 및 연마 가공 시에 강도가 불충분할 수 있다. 입경이 0.3 μm 미만이면 압전성이 저하될 수 있다. 따라서, 평균 입경은 바람직하게는 0.3 μm 이상 100 μm 이하, 보다 바람직하게는 0.5 μm 이상 70 μm 이하이다.

[0082] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료를 기관 상에 형성된 막으로서 이용할 때, 상기 압전 재료 막의 두께는 200 nm 이상 10 μm 이하, 보다 바람직하게는 300 nm 이상 3 μm 이하인 것이 바람직하다. 이는 압전 재료 막의 두께가 200 nm 이상 10 μm 이하이면 압전 소자가 충분한 전기기계 변환 기능을 갖기 때문이다.

[0083] 상기 막은 임의의 방법, 예를 들어, 화학 용액 침착법 (CSD법), 졸겔법, 유기금속 화학 증착법 (MOCVD법), 스퍼터링법, 펄스 레이저 침착법 (PLD법), 수열합성법, 또는 에어로졸 침착법 (AD법)에 의해 형성될 수 있다. 막은 화학 용액 침착법 또는 스퍼터링법에 의해 형성될 수 있다. 막의 면적은 화학 용액 침착법 또는 스퍼터링법을 사용하여 용이하게 증가시킬 수 있다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료를 위해 사용되는 기관은 연마된 (001) 또는 (110) 절단면을 갖는 단결정 기관일 수 있다. 특정한 연마된 결정면을 갖는 이러한 단결정의 사용은 기관 표면 상에 형성된 압전 재료 막을 동일한 방향으로 강하게 배향시킬 수 있다.

[0084] (압전 소자)

[0085] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료를 사용하여 제조한 압전 소자를 설명할 것이다.

[0086] 도 1은 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자의 개략도이다. 압전 소자는 제1 전극(1), 압전 재료부(2) 및 제2 전극(3)을 포함한다. 상기 압전 재료부(2)의 압전 재료는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료이다.

[0087] 압전 재료의 압전 특성은 적어도 제1 전극(1) 및 제2 전극(3)을 압전 재료부(2)에 부착시켜 압전 소자를 형성함으로써 평가할 수 있다. 상기 제1 전극(1) 및 제2 전극(3)은 각각 대략 5 nm 내지 10 μm 범위의 두께를 갖는 전기 전도성 층이다. 각각의 전극의 재료는 특별히 한정되지는 않고, 압전 소자에 통상 사용되는 임의의 재료일 수 있다. 이러한 재료의 예는 Ti, Pt, Ta, Ir, Sr, In, Sn, Au, Al, Fe, Cr, Ni, Pd, Ag 및 Cu 등의 금속 및 이들의 화합물을 포함한다.

[0088] 상기 제1 전극(1) 및 제2 전극(3)은 각각 이들 물질 중 1종으로 제조될 수 있거나 이들 중 2종 이상으로 제조된 다층 막일 수 있다. 제1 전극(1)의 재료(들)는 제2 전극(3)의 재료(들)와 상이할 수 있다.

[0089] 상기 제1 전극(1) 및 제2 전극(3)은 임의의 방법에 의해, 예를 들어, 금속 페이스트를 베이킹하거나, 스퍼터링 공정 또는 증착법을 사용하여 제조될 수 있다. 제1 전극(1) 및 제2 전극(3)은 원하는 패턴을 가질 수 있다.

[0090] 상기 압전 소자는 일정 방향의 분극 축을 가질 수 있다. 일정 방향의 분극 축을 갖는 것은 압전 소자의 압전 상수를 증가시킬 수 있다.

[0091] 상기 압전 소자의 분극 방법은 특별히 한정되지는 않는다. 분극 처리는 주위 분위기에서 또는 오일 중에서 실행할 수 있다. 분극 온도는 60 $^{\circ}\text{C}$ 내지 160 $^{\circ}\text{C}$ 범위일 수 있다. 분극을 위한 최적 조건은 압전 소자의 압전 재료의 조성에 따라 변경될 수 있다. 분극 처리를 위한 전계는 그 재료의 항전계 이상일 수 있고, 보다 구체적으로

로 1 내지 5 kV/mm 범위일 수 있다.

- [0092] 압전 소자의 압전 상수 및 전기기계적 품질 계수는, 상업적으로 입수가 가능한 임피던스 분석기를 사용해서 측정되는 공진 주파수 및 반공진 주파수로부터, 일본 전자 정보 기술 산업 협회 규격 (JEITA EM-4501)에 따라 계산할 수 있다. 이하, 이 방법을 공진-반공진법으로 지칭한다.
- [0093] (적층 압전 소자)
- [0094] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료를 사용하여 제조된 적층 압전 소자를 설명할 것이다.
- [0095] 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자는 서로 위아래로 교대로 적층된 압전 재료 층과 전극을 포함한다. 상기 전극은 내부 전극을 포함한다. 상기 압전 재료 층은 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료로 형성된다.
- [0096] 도 2의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자의 개략적인 단면도이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자는 압전 재료 층(54), 및 내부 전극(55)을 포함하는 전극을 포함한다. 적층 압전 소자는 서로 위아래로 교대로 적층된 압전 재료 층과 층상 전극을 포함한다. 압전 재료 층(54)은 상기 기재된 압전 재료로 제조된다. 전극은 외부 전극, 예컨대 제1 전극(51) 및 제2 전극(53), 뿐만 아니라 내부 전극(55)을 포함할 수 있다.
- [0097] 도 2의 (a)는 제1 전극(51)과 제2 전극(53) 사이에 층상체(56)를 포함하며, 여기서 상기 층상체는 2층의 압전 재료층(54)과 그 사이에 끼인 1층의 내부 전극(55)을 포함하는 것인 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자를 도시한다. 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 압전 재료 층의 수 및 내부 전극의 수는 특별히 한정되지는 않고 증가시킬 수 있다. 도 2의 (b)에 도시된 적층 압전 소자는 제1 전극(501)과 제2 전극(503) 사이에 층상체를 포함한다. 층상체는 서로 위아래로 교대로 적층된 9층의 압전 재료층(504) 및 8층의 내부 전극(505)(505a 및 505b)을 포함한다. 적층 압전 소자는 내부 전극을 서로 접속시키기 위한 외부 전극(506a) 및 외부 전극(506b)을 추가로 포함한다.
- [0098] 내부 전극(55 및 505) 및 외부 전극(506a 및 506b)의 크기 및 형상은 압전 재료 층(54 및 504)의 크기 및 형상과 상이할 수 있다. 각각의 내부 전극(55 및 505) 및 외부 전극(506a 및 506b)은 복수의 부분으로 구성될 수 있다.
- [0099] 각각의 내부 전극(55 및 505), 외부 전극(506a 및 506b), 제1 전극(51 및 501) 및 제2 전극(53 및 503)은 대략 5 내지 2000 nm 범위의 두께를 갖는 전기 전도성 층이다. 각각의 전극 재료는 특별히 한정되지는 않고 압전 소자에 통상 사용되는 임의의 물질일 수 있다. 이러한 물질의 예는, Ti, Pt, Ta, Ir, Sr, In, Sn, Au, Al, Fe, Cr, Ni, Pd, Ag 및 Cu 등의 금속 및 이들의 화합물을 포함한다. 각각의 내부 전극(55 및 505) 및 외부 전극(506a 및 506b)은, 이들 재료 중 1종 또는 이들의 혼합물 또는 합금으로 제조될 수 있거나 이들 중 2종 이상으로 제조된 다층 막일 수 있다. 이들 전극은 상이한 재료로 제조될 수 있다. 내부 전극(55 및 505)은 저렴한 전극 재료인 Ni 및 Cu 중 적어도 하나를 함유할 수 있다. 내부 전극(55, 505)이 Ni 및 Cu 중 적어도 하나를 함유하는 경우, 적층 압전 소자는 환원 분위기에서 소성할 수 있다.
- [0100] 적층 압전 소자의 내부 전극(55) 및 내부 전극(505)은 Ag 및 Pd를 함유할 수 있다. Ag의 중량 M1 대 Pd의 중량 M2의 중량비 M1/M2는 바람직하게는 $1.5 \leq M1/M2 \leq 9.0$, 보다 바람직하게는 $2.3 \leq M1/M2 \leq 4.0$ 범위이다. 상기 중량비 M1/M2가 1.5보다 작으면, 내부 전극(들)의 소결 온도가 높아지므로 바람직하지 않다. 상기 중량비 M1/M2가 9.0보다 크면, 내부 전극(들)이 섬 형상 및 불균일한 표면을 갖게되므로 또한 바람직하지 않다.
- [0101] 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 내부 전극(505)을 포함하는 복수의 전극은, 구동 전압의 위상을 동조시키기 위해 서로 접속시킬 수 있다. 예를 들어, 내부 전극(505a)은 제1 전극(501)에 외부 전극(506a)을 통해 접속시킬 수 있다. 전극은 임의의 방법으로 접속시킬 수 있다. 예를 들어, 접속을 위한 전극 또는 전극 배선은 적층 압전 소자의 측면에 배치될 수 있다. 대안적으로, 압전 재료층(504)을 관통하는 스루홀을 형성할 수 있고, 스루홀의 내부를 전기 전도성 재료로 코팅하여 전극을 접속시킬 수 있다.
- [0102] (액체 토출 헤드)
- [0103] 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드는 액실 및 상기 액실과 연통하는 토출구를 포함한다. 액실은 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 진동부를 포함한다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드로부터 토출되는 액체는 임의의 유동체, 예를 들어, 물, 잉크 또는 연료 등의 수계

액체 또는 비수계 액체일 수 있다.

[0104] 도 3의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드의 개략도이다. 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 액체 토출 헤드는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자(101)를 포함한다. 압전 소자(101)는 제1 전극(1011), 압전 재료(1012) 및 제2 전극(1013)을 포함한다. 압전 재료(1012)는 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 패터닝될 수 있다.

[0105] 도 3의 (b)는 액체 토출 헤드의 개략도이다. 액체 토출 헤드는 토출구(105), 개별 액실(102), 상기 개별 액실(102)을 토출구(105)에 연결하는 연통 구멍(106), 액실 격벽(104), 공통 액실(107), 진동판(103) 및 압전 소자(101)를 포함한다. 압전 소자(101)는 도 3의 (b)에서 직사각형이기는 하나, 압전 소자(101)는 또 다른 형상, 예컨대 타원형, 원형 또는 평행사변형을 가질 수 있다. 일반적으로, 압전 재료(1012)는 개별 액실(102)의 형상에 상응하는 형상을 갖는다.

[0106] 이하, 액체 토출 헤드의 압전 소자(101)를 도 3의 (a)를 참조하여 상세하게 설명할 것이다. 도 3의 (a)는 도 3의 (b)의 압전 소자의 폭 방향으로의 단면도이다. 압전 소자(101)는 도 3의 (a)에서 직사각형 단면을 가지나, 압전 소자(101)는 사다리꼴 또는 역사다리꼴 단면을 가질 수 있다.

[0107] 도 3의 (a)에서, 제1 전극(1011)은 하부 전극이며, 제2 전극(1013)은 상부 전극이다. 제1 전극(1011) 및 제2 전극(1013)은 상이하게 정렬될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(1011)은 하부 전극 또는 상부 전극일 수 있다. 마찬가지로, 제2 전극(1013)은 상부 전극 또는 하부 전극일 수 있다. 버퍼 층(108)은 진동판(103)과 하부 전극 사이에 배치될 수 있다. 이들 상이한 명칭은 디바이스의 제조 방법에서의 변동으로부터 초래되며, 각각의 경우는 본 발명의 이점을 갖는다.

[0108] 액체 토출 헤드에서, 진동판(103)은 압전 재료(1012)의 신축에 의해 상하로 굽어지고, 이로써 개별 액실(102) 내의 액체에 압력을 인가한다. 이는 액체를 토출구(105)로부터 토출되도록 한다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드는 프린터에 및 전자 기기의 제조에 사용될 수 있다. 진동판(103)의 두께는 1.0 μm 이상 15 μm 이하이고, 바람직하게는 1.5 μm 이상 8 μm 이하이다. 진동판의 재료는 특별히 한정되지는 않고 Si일 수 있다. 진동판의 Si는 붕소 또는 인으로 도핑될 수 있다. 진동판 상의 버퍼 층 및 전극이 진동판을 구성할 수 있다. 버퍼 층(108)의 두께는 5 nm 이상 300 nm 이하이고, 바람직하게는 10 nm 이상 200 nm 이하이다. 토출구(105)는 5 μm 이상 40 μm 이하의 원 상당 직경을 갖는다. 토출구(105)는 원형, 별형, 정사각형 또는 삼각형일 수 있다.

[0109] (액체 토출 장치)

[0110] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 장치를 설명할 것이다. 액체 토출 장치는 피전사체를 수용하도록 구성된 스테이지 및 액체 토출 헤드를 포함한다.

[0111] 액체 토출 장치는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 잉크젯 기록 장치일 수 있다. 도 5는 외장(882 내지 885 및 887)이 없는 도 4에 도시된 액체 토출 장치 (잉크젯 기록 장치) (881)를 도시한다. 잉크젯 기록 장치(881)는 피전사 매체로서 기록지를 장치의 본체(896)에 자동 공급하기 위한 자동 급송부(897)를 포함한다. 잉크젯 기록 장치(881)는 기록지를 자동 급송부(897)로부터 소정의 기록 위치로 그리고 기록 위치로부터 배출구(898)로 반송하는, 피전사체를 수용하도록 구성된 스테이지로서 기능하는 반송 유닛(899), 기록 위치에서 기록지로의 기록을 위한 기록 유닛(891), 및 기록 유닛(891)을 회복시키기 위한 회복 유닛(890)을 추가로 포함한다. 기록 유닛(891)은 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드를 수납하기 위한 캐리지(892)를 포함한다. 캐리지(892)는 레일을 따라 이동한다.

[0112] 이러한 잉크 젯 기록 장치에서, 캐리지(892)는 컴퓨터로부터 전달된 전기 신호에 반응하여 레일을 따라 이동한다. 압전 재료 상에 배치된 전극에 구동 전압 인가 시, 압전 재료가 변위된다. 변위 시, 압전 재료는 도 3의 (b)에 도시된 진동판(103)을 통하여 개별 액실(102)을 가압하여 토출구(105)로부터 잉크를 토출시켜 인자를 실시한다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 장치는 균일하게 고속으로 액체를 토출시킬 수 있으며, 크기가 감소될 수 있다.

[0113] 상기 기재된 프린터 이외에도, 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 장치는 인쇄 장치, 예를 들어, 팩시밀리, 복합기, 및 복사기 등의 다른 잉크젯 기록 장치, 산업용 액체 토출 장치, 및 대상물에 대한 묘화 장치에 사용할 수 있다.

[0114] 사용자는 각 적용분야를 위한 바람직한 피전사 매체를 선택할 수 있다. 액체 토출 헤드는 마운팅부로서 기능하

는 스테이지 상에 배치된 피전사 매체에 대해 이동할 수 있다.

[0115] (초음파 모터)

[0116] 본 발명의 한 실시양태에 따른 초음파 모터는 진동체 및 상기 진동체와 접촉하는 이동체를 포함한다. 진동체는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함한다. 도 6의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 초음파 모터의 개략도이다. 도 6의 (a)에 도시된 초음파 모터는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자의 단일판을 포함한다. 초음파 모터는 진동자(201), 가압 스프링 (도시하지 않음)의 작용에 의한 진동자(201)의 슬라이딩면에 대하여 가압되는 로터(202), 및 로터(202)와 일체형으로 형성된 출력 축(203)을 포함한다. 진동자(201)는 금속 탄성체 고리(2011), 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자(2012), 및 압전 소자(2012)를 탄성체 고리(2011)에 결합시키는 유기체 접촉체(2013) (예컨대 에폭시 또는 시아노아크릴레이트)를 포함한다. 도면에 도시되지는 않았지만, 압전 소자(2012)는 제1 전극과 제2 전극 사이에 압전 재료를 포함한다.

[0117] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자에 $\pi/2$ 의 홀수배만큼 위상이 상이한 2상 교류 전압의 인가 시, 진동자(201)에서 굴곡 진행파가 발생하고, 진동자(201)의 슬라이딩면 상의 점이 타원 운동으로 이동한다. 진동자(201)의 슬라이딩면에 대해 가압되는 로터(202)는 진동자(201)로부터 마찰력을 받으며, 굴곡 진행과 방향의 반대 방향으로 회전한다. 출력 축(203)에 연결된 피구동체 (도시하지 않음)는 로터(202)의 회전력에 의해 구동된다. 압전 재료에 전압 인가 시, 압전 재료는 압전 회로효과로 인해 신축된다. 압전 소자에 연결된 탄성체, 예컨대 금속은 압전 재료의 신축에 따라 굽어진다. 본원에 기재된 초음파 모터는 이러한 원리를 사용한다.

[0118] 도 6의 (b)는 적층 압전 소자를 포함하는 초음파 모터를 도시한다. 진동자(204)는 관상 금속 탄성체(2041) 내에 적층 압전 소자(2042)를 포함한다. 적층 압전 소자(2042)는 복수의 층상 압전 재료 (도시되지 않음)를 포함하고, 층상 압전 재료의 외부 표면 상의 제1 전극 및 제2 전극, 및 층상 압전 재료 내의 내부 전극을 포함한다. 금속 탄성체(2041)는 볼트로 체결되어 압전 소자(2042)에 고정되어 진동자(204)를 구성한다. 압전 소자(2042)에 위상이 상이한 교류 전압의 인가 시, 진동자(204)는 서로 직교하는 2개의 진동을 발생시킨다. 2개의 진동은 진동자(204)의 선단을 구동시키기 위한 원형 진동을 형성하도록 합성된다. 진동자(204)는 그의 상부에 환형 홈을 갖는다. 환형 홈은 구동을 위한 진동 변위를 증가시킨다. 로터(205)는 가압 스프링(206)의 작용에 의해 진동자(204)에 대해 가압되고, 구동을 위한 마찰력을 받는다. 로터(205)는 베어링에 의해 회전가능하게 지지된다.

[0119] (광학 장치)

[0120] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치를 설명할 것이다. 광학 장치는 상기 기재된 초음파 모터를 포함하는 구동 유닛을 포함한다.

[0121] 도 7의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치인 일안 리플렉스 카메라의 교환 가능 렌즈 경통의 단면도이다. 도 8은 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치인 일안 리플렉스 카메라의 교환 가능 렌즈 경통의 분해 사시도이다. 고정 경통(712), 직진 안내 경통(713) 및 전방 렌즈군 경통(714)은 카메라의 탈착 마운트부(711)에 고정된다. 이들 부품은 교환 가능 렌즈 경통의 고정 부재이다.

[0122] 직진 안내 경통(713)은 광학 축 방향으로 포커스 렌즈(702)를 위한 직진 안내 홈(713a)을 갖는다. 포커스 렌즈(702)는 후방 렌즈군 경통(716)에 의해 보유 지지된다. 방사상 방향으로 외측으로 돌출된 캠 롤러(717a 및 717b)는 스크류(718)에 의해 후방 렌즈군 경통(716)에 고정된다. 캠 롤러(717a)는 직진 안내 홈(713a) 내에 장착된다.

[0123] 캠 링(715)은 직진 안내 경통(713)의 내주부에 회전 가능하게 장착된다. 캠 링(715)에 고정된 롤러(719)는 직진 안내 경통(713)의 환형 홈(713b) 내에 장착되므로, 광학 축 방향으로 직진 안내 경통(713)과 캠 링(715) 사이의 상대적 이동이 제한된다. 캠 링(715)은 포커스 렌즈(702)를 위한 캠 홈(715a)을 갖는다. 또한 캠 롤러(717b)는 캠 홈(715a) 내에 장착된다.

[0124] 회전 전달 고리(720)는 고정 경통(712)의 외주부에 대하여 일정한 위치에서 볼 레이스(727)에 의해 회전 가능한 방식으로 보유 지지된다. 구동 롤러(722)는 회전 전달 고리(720)로부터 방사상으로 연장된 축(720f)에 의해 회전 가능하게 보유 지지된다. 구동 롤러(722)의 대직경부(722a)는 수동 포커스 고리(724)의 마운트측 단부면(724b)과 접촉한다. 구동 롤러(722)의 소직경부(722b)는 접합부(729)와 접촉한다. 6개의 구동 롤러(722)는 규칙적인 간격으로 회전 전달 고리(720)의 외주부에 배치된다. 각각의 구동 롤러(722)는 상기 기재된 구조 관계

를 충족시킨다.

- [0125] 저 마찰 시트(와셔 부재)(733)는 수동 포커스 고리(724)의 내부에 배치된다. 이러한 저 마찰 시트(733)는 고정 경통(712)의 마운트측 단부면(712a)과 수동 포커스 고리(724)의 전면측 단부면(724a) 사이에 배치된다. 저 마찰 시트(733)는 수동 포커스 고리(724)의 내경부(724c)에 장착된 직경을 갖는 원형 외부면을 갖는다. 수동 포커스 고리(724)의 내경부(724c)는 고정 경통(712)의 외경부(712b)에 장착된다. 저 마찰 시트(733)는 수동 포커스 고리(724)가 고정 경통(712)에 대해 광학 축 주위에서 회전하는 회전 고리 메카니즘으로 마찰을 감소시킬 수 있다.
- [0126] 구동 롤러(722)의 대직경부(722a)는, 웨이브 와셔(726)가 렌즈의 전방으로 초음파 모터(725)를 가압하기 때문에, 수동 포커스 고리(724)의 마운트측 단부면(724b)에 대해 가압된다. 마찬가지로, 웨이브 와셔(726)는 렌즈의 전방으로 초음파 모터(725)를 가압하므로, 구동 롤러(722)의 소직경부(722b)는 접합부(729)에 대하여 가압된다. 웨이브 와셔(726)는 고정 경통(712)에 베이오넷 결합된 와셔(732)에 의해 마운트부 방향으로 이동되는 것을 방지한다. 웨이브 와셔(726)의 스프링 힘(추진력)은 초음파 모터(725) 및 구동 롤러(722)에 전달되며, 추가로 고정 경통(712)의 마운트측 단부면(712a)에 대하여 수동 포커스 고리(724)를 가압한다. 환언하면, 수동 포커스 고리(724)는 저 마찰 시트(733)를 통해 고정 경통(712)의 마운트측 단부면(712a)에 대하여 가압된다.
- [0127] 따라서, 초음파 모터(725)가 고정 경통(712)에 대하여 제어 유닛(도시하지 않음)에 의해 회전될 때, 접합부(729)는 구동 롤러(722)의 소직경부(722b)와 마찰 접촉되므로 구동 롤러(722)는 축(720f) 주위에서 회전한다. 축(720f) 주위에서의 구동 롤러(722)의 회전은 광학 축 주위에서의 회전 전달 고리(720)의 회전을 야기한다(오토 포커싱).
- [0128] 수동 입력 유닛(도시하지 않음)이 수동 포커스 고리(724)에 광학 축 주위에서의 회전력을 제공할 때, 수동 포커스 고리(724)의 마운트측 단부면(724b)은 구동 롤러(722)의 대직경부(722a)에 대하여 가압되므로, 구동 롤러(722)는 마찰력으로 인하여 축(720f) 주위에서 회전한다. 축(720f) 주위에서의 구동 롤러(722)의 대직경부(722a)의 회전은 광학 축 주위에서의 회전 전달 고리(720)의 회전을 야기한다. 그러나, 로터(725c) 및 고정자(725b) 사이의 마찰력으로 인하여 초음파 모터(725)는 회전하지 않는다(수동 포커싱).
- [0129] 회전 전달 고리(720)에는 서로 대면하는 2개의 포커스 키(728)가 제공된다. 이들 포커스 키(728)는 캠 링(715)의 선단에 있는 노치부(715b)에 장착된다. 오토 포커싱 또는 수동 포커싱 시, 회전 전달 고리(720)는 광학 축 주위에서 회전하며, 회전력은 포커스 키(728)를 통하여 캠 링(715)에 전달된다. 캠 링(715)이 광학 축 주위를 회전하면, 캠 롤러(717b)가 캠 링(715)의 캠 홈(715a)을 따라 전방 또는 후방으로 직진 안내 홈(713a)에 의해 제한된 후방 렌즈군 경통(716) 및 캠 롤러(717a)를 이동시킨다. 이는 포커스 렌즈(702)를 구동시켜 포커싱을 가능케 한다.
- [0130] 본 발명의 한 실시양태에 따른 광학 장치를 일안 리플렉스 카메라의 교환 가능 렌즈 경통을 참조로 하여 설명하였지만, 광학 장치는, 구동 유닛 내에 초음파 모터를 포함하는 광학 장치, 예를 들어, 카메라, 예컨대 콤팩트 카메라, 전자 스틸 카메라, 및 카메라를 포함하는 개인용 정보 단말기에 적용될 수도 있다.
- [0131] (진동 장치 및 먼지 제거 장치)
- [0132] 입자, 분말 및 액적의 반송 또는 제거를 위한 진동 장치는 전자 기기에서 폭넓게 사용된다.
- [0133] 본 발명에 따른 진동 장치의 예로서, 이하 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자를 포함하는 먼지 제거 장치를 설명할 것이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 진동 장치는 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 진동체를 포함한다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치는 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 진동판 상에 포함하는 진동체를 포함한다.
- [0134] 도 9의 (a) 및 (b)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치(310)의 개략도이다. 먼지 제거 장치(310)는 판상의 압전 소자(330) 및 진동판(320)을 포함한다. 압전 소자(330)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자일 수 있다. 진동판(320)은 임의의 재료로 제조될 수 있다. 먼지 제거 장치(310)가 광학 디바이스에 사용되는 경우, 진동판(320)은 반투광성 또는 투광성 재료 또는 광반사성 재료로 제조될 수 있다.
- [0135] 도 10의 (a) 내지 (c)는 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 압전 소자(330)의 개략도이다. 도 10의 (a) 내지 (c)는 압전 소자(330)의 전면 및 배면을 도시한다. 도 10의 (b)는 압전 소자(330)의 측면도이다. 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 압전 소자(330)는 압전 재료(331), 제1 전극(332) 및 제2 전극(333)을 포함한다. 제1 전극(332) 및 제2 전극(333)은 압전 재료(331)의 대향측에 배치된다. 도 9의 (a) 및 (b)에서와 같이, 압전 소

자(330)는 본 발명의 한 실시양태에 따른 적층 압전 소자일 수 있다. 이러한 경우, 압전 재료(331)는 서로 위아래로 교대로 적층된 압전 재료 층과 내부 전극을 포함한다. 내부 전극은 제1 전극(332) 및 제2 전극(333)에 교대로 접속되어 압전 재료가 상이한 위상의 구동 파형을 교대로 갖는 것을 가능케 한다. 도 10의 (c)에 도시된 바와 같이, 제1 전극(332)이 배치된 압전 소자(330)의 표면은 제1 전극면(336)으로 지칭한다. 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 제2 전극(333)이 배치된 압전 소자(330)의 표면은 제2 전극면(337)으로 지칭된다.

[0136] 본원에 사용되는 용어 "전극면"은 전극이 배치된 압전 소자의 표면을 지칭한다. 예를 들어 도 10의 (b)에 도시된 바와 같이, 제1 전극(332)은 모서리를 돌아서 제2 전극면(337)으로 연장될 수 있다.

[0137] 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 압전 소자(330)의 제1 전극면(336)은 진동판(320)에 결합되어 있다. 압전 소자(330)의 작동은 압전 소자(330) 및 진동판(320) 사이에서 응력을 발생시켜 진동판(320) 상에 면외 진동을 야기한다. 먼지 제거 장치(310)는 면외 진동의 작용에 의해 진동판(320) 상의 이물질, 예컨대 먼지를 제거한다. 본원에 사용되는 용어 "면외 진동"은 진동판을 광학 축 방향 또는 진동판 두께 방향으로 변위시키는 탄성 진동을 지칭한다.

[0138] 도 11의 (a) 및 (b)는 먼지 제거 장치(310)의 진동 원리를 도시하는 개략도이다. 도 11의 (a)에서, 좌우 한쌍의 압전 소자(330)에 동위상 교류 전압을 인가하여 진동판(320)의 면외 진동을 야기한다. 좌우 쌍의 압전 소자(330)를 구성하는 압전 재료의 분극 방향은 압전 소자(330)의 두께 방향과 동일하다. 먼지 제거 장치(310)는 7차 진동 모드로 구동된다. 도 11의 (b)에서, 역위상 교류 전압이 좌우 한쌍의 압전 소자(330)에 인가되어 진동판(320)의 면외 진동을 야기한다. 먼지 제거 장치(310)는 6차 진동 모드로 구동된다. 먼지 제거 장치(310)는 2개 이상의 진동 방식을 사용하여 진동판의 표면 상의 먼지를 효과적으로 제거할 수 있다.

[0139] (활상 장치)

[0140] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치를 설명할 것이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치는 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치 및 활상 소자 유닛을 포함하며, 상기 먼지 제거 장치는 상기 활상 소자 유닛의 수광면 상에 진동판을 포함한다. 도 12 및 도 13은 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치인 디지털 일안-렌즈 리플렉스 카메라를 도시한다.

[0141] 도 12는 피사체측에서 본 카메라 본체(601)의 정면 사시도이다. 촬영 렌즈 유닛은 제외시켰다. 도 13은 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치 및 활상 유닛(400)의 주변 구조를 도시하는, 카메라 내부의 분해 사시도이다.

[0142] 카메라의 본체(601)는 촬영 렌즈를 통과하는 촬영 광선이 향하는 미러 박스(605)를 포함한다. 미러 박스(605)는 메인 미러 (퀵 리턴 미러) (606)를 포함한다. 메인 미러(606)는 촬영 광선이 펜타 루프 미러 (도시하지 않음)로 향하도록 광학 축과 45도의 각도를 이룰 수 있거나 또는 촬영 광선이 활상 소자 (도시하지 않음)로 향하도록 촬영 광선을 피할 수 있다.

[0143] 미러 박스(605) 및 셔터 유닛(200)은 카메라 본체(601)의 본체 새시(300)의 정면에 피사체측으로부터 이 순서대로 배치된다. 활상 유닛(400)은 본체 새시(300)의 촬영자측에 배치한다. 활상 유닛(400)은, 활상 소자의 활상면이 촬영 렌즈 유닛이 부착되는 마운트(602)의 표면에 대해 평행하게 그로부터 소정의 거리에 배치되도록 설치된다.

[0144] 상기 활상 유닛(400)은 먼지 제거 장치의 진동 부재 및 활상 소자 유닛을 포함한다. 먼지 제거 장치의 진동 부재는 활상 소자 유닛의 수광면과 동일 축 상에 배치된다.

[0145] 디지털 일안-렌즈 리플렉스 카메라를 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치로서 기재하기는 하였으나, 활상 장치는 교환 가능 렌즈 카메라, 예컨대 미러 박스(605)가 없는 미러리스 디지털 교환 가능 렌즈 카메라일 수 있다. 활상 장치, 예컨대 교환 가능 렌즈 비디오 카메라, 복사기, 팩시밀리 및 스캐너를 비롯한 다양한 활상 장치 및 전기 및 전자 장치 중에서, 본 발명의 한 실시양태에 따른 활상 장치는 특히 광학 부품의 표면에 부착된 먼지의 제거를 필요로 하는 장치에 적용될 수 있다.

[0146] (전자 기기)

[0147] 이하, 본 발명의 한 실시양태에 따른 전자 기기를 설명할 것이다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 전자 기기는 상기 기재된 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 압전 음향 부품을 포함한다. 압전 음향 부품은 스피커, 버저, 마이크, 또는 표면 탄성과 (SAW) 소자일 수 있다.

- [0148] 도 14는 본 발명의 한 실시양태에 따른 전자 기기인 디지털 카메라 본체(931)의 전방 사시도이다. 광학 디바이스(901), 마이크(914), 전자 플래쉬 유닛(909) 및 보조 광 유닛(916)은 본체(931)의 정면에 배치된다. 마이크(914)는 본체 내에 배치되고, 파선으로 나타낸다. 마이크(914)의 정면에 외부로부터의 소리를 포착하기 위한 개구부가 배치된다.
- [0149] 본체(931)의 상면에는 전원 스위치(933), 스피커(912), 줌 레버(932) 및 포커싱을 위한 릴리즈 버튼(908)이 배치된다. 스피커(912)는 본체(931)내에 배치되며, 파선으로 나타낸다. 소리를 외부로 전달하기 위한 개구부는 스피커(912)의 정면에 배치된다.
- [0150] 압전 음향 부품은 마이크(914), 스피커(912), 및 표면 탄성과 소자 중 적어도 하나에 사용될 수 있다.
- [0151] 본 발명의 한 실시양태에 따른 전자 기기로서 디지털 카메라를 설명하였지만, 전자 기기는 음성 재생기, 음성 녹음기, 휴대 전화, 및 정보 단말기 등의 압전 음향 부품을 포함하는 전자 기기에 적용될 수도 있다.
- [0152] 상기 기재된 바와 같이, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료 및 적층 압전 소자는 액체 토출 헤드, 액체 토출 장치, 초음파 모터, 광학 장치, 진동 장치, 먼지 제거 장치, 활상 장치 및 전자 기기에 적합하다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 사용함으로써 제조된 액체 토출 헤드는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 액체 토출 헤드의 것과 동등 이상의 노즐 밀도 및 토출 속도를 가질 수 있다.
- [0153] 본 발명의 한 실시양태에 따른 액체 토출 헤드를 사용함으로써 제조된 액체 토출 장치는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 액체 토출 장치의 것과 동등 이상의 토출 속도 및 토출 정밀도를 가질 수 있다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 사용함으로써 제조된 초음파 모터는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 초음파 모터의 것과 동등 이상의 구동력 및 내구성을 가질 수 있다.
- [0154] 본 발명의 한 실시양태에 따른 초음파 모터를 사용함으로써 제조된 광학 장치는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 광학 장치의 것과 동등 이상의 내구성 및 동작 정밀도를 가질 수 있다.
- [0155] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 사용함으로써 제조된 진동 장치는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 초음파 모터의 것과 동등 이상의 진동 능력 및 내구성을 가질 수 있다.
- [0156] 본 발명의 한 실시양태에 따른 진동 장치를 사용함으로써 제조된 먼지 제거 장치는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 먼지 제거 장치의 것과 동등 이상의 먼지 제거 효율 및 내구성을 가질 수 있다.
- [0157] 본 발명의 한 실시양태에 따른 먼지 제거 장치를 사용함으로써 제조된 활상 장치는 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 활상 장치의 것과 동등 이상의 먼지 제거 기능을 가질 수 있다.
- [0158] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자 또는 적층 압전 소자를 포함하는 압전 음향 부품은 납-함유 압전 소자를 사용함으로써 제조된 전자 기기의 것과 동등 이상의 발음성을 갖는 전자 기기를 제공하는데 사용될 수 있다.
- [0159] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는, 초음파 트랜스듀서, 압전 액추에이터, 압전 센서, 및 강유전 메모리, 뿐만 아니라 액체 토출 헤드 및 모터에 사용할 수 있다.
- [0160] 실시예
- [0161] 본 발명에 따른 압전 재료를 하기 실시예에서 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예로 한정되지는 않는다.
- [0162] 실시예 1 내지 9 및 비교예 1 내지 4
- [0163] 표 1에, 본 발명의 실시예 1 내지 9 및 비교예 1 내지 4에 따른 소결체의 조성을 나타내었다. 표 중, x는 Na의 양을 나타내고, y는 Nb의 양을 나타내고, z는 Zn의 양을 나타내고, v는 Cu의 양을 나타내고, w는 Mn의 양을 나타낸다. 소결에 의해 변화된 조성은 단지 x/y 비였다. 실시예 1 내지 9 및 비교예 1, 2 및 4에 따른 소결체에서 소결 전의 x/y 비는 1이었다. 비교예 3에 따른 소결체에서 소결 전의 x/y 비는 1.03이었다.

[0164] <표 1>

시료	x/y	x	y	z (mol%)	v (mol%)	w (mol%)
실시예 1	0.97	0.85	0.88	0.5	0	0
실시예 2	0.97	0.85	0.88	1.0	0	0
실시예 3	0.97	0.85	0.88	2.0	0	0
실시예 4	0.98	0.86	0.88	1.0	0.2	0
실시예 5	0.96	0.84	0.88	1.0	0.5	0
실시예 6	0.97	0.85	0.88	1.0	0	0.2
실시예 7	0.97	0.85	0.88	1.0	0	0.5
실시예 8	0.97	0.87	0.90	1.0	0.5	0
실시예 9	0.97	0.82	0.85	1.0	0.5	0
비교예 1	0.97	0.85	0.88	0	0	0
비교예 2	0.97	0.85	0.88	6.0	0	0
비교예 3	1.01	0.89	0.88	0	5.0	0
비교예 4	0.97	0.85	0.88	0	0	5.0

[0165]

[0166] 원료는 순도 99% 이상의 니오븀산나트륨 (NaNbO_3), 순도 99% 이상의 티타늄산바륨 (BaTiO_3), 순도 99.99%의 산화아연 (Zn(II)O), 순도 99.9%의 산화구리 (Cu(II)O), 및 순도 99.9%의 산화망간 (Mn(IV)O_2)의 분말을 포함하였다.

[0167]

얻어진 압전 재료의 조성이 표 1에 x, y, z, v 및 w에 의해 나타내어진 바와 같이, 화학식 1: $(\text{Na}_x\text{Ba}_{1-y})(\text{Nb}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$ (상기 화학식 중 $0.80 \leq x \leq 0.95$, 및 $0.85 \leq y \leq 0.95$)을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물, Zn ($0 < z \leq 5 \text{ mol\%}$), Cu ($0 \leq v \leq 1 \text{ mol\%}$), 및 Mn ($0 \leq w \leq 1 \text{ mol\%}$)을 포함하도록 원료를 칭량하였다. 원료 분말을 12시간 동안 볼 밀에서 혼합하였다.

[0168]

보다 구체적으로는, 실시예 1에서, Zn (z)의 함유량이 화학식 1: $(\text{Na}_x\text{Ba}_{1-y})(\text{Nb}_y\text{Ti}_{1-y})\text{O}_3$ ($x = 0.85$, $y = 0.88$)을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 0.5 mol%에 상응하도록 원료를 혼합하였다. Zn의 원료는 순도 99.99%의 ZnO였다. 실시예 1에서 0.5 mol%의 Zn 함유량은 ZnO의 중량이 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 1 mol (172.2 g) 당 0.41 g (Zn 0.33 g)이었음을 의미한다.

[0169]

혼합 분말을 주위 분위기에서 900℃ 내지 1000℃ 범위의 온도에서 2 내지 5시간 동안 하소하였다. 하소 분말을 분쇄하고, PVB 결합제와 조립하였다. PVB 결합제의 중량은 하소 분말의 3 중량%에 상응하였다. 조립 분말을 금형 내에 충전하고, 200 MPa의 압력에서 압축함으로써 직경이 17 mm, 두께가 대략 1 mm인 성형체를 제작하였다. 성형체를 1100℃ 내지 1150℃ 범위의 온도에서 공기 중에서 2 내지 6시간 동안 소성함으로써 소결체를 얻었다.

[0170]

본 발명에 따른 시료 중에서는, Zn을 함유하는 시료의 밀도가 동일한 조성을 가지나 Zn을 함유하지 않는 시료의 밀도보다 더 높았다. Zn의 첨가는 하소 및 소결 온도를 50℃ 내지 100℃만큼 저감시켰다.

[0171]

소결체를 대략 0.5 mm의 두께로 연마하였다. 연마한 소결체 또는 연마한 소결체의 분말의 구성 상 및 격자 상수를 X선 회절에 의해 측정하였다. X선 회절은 시료가 실질적으로 페로브스카이트 구조의 단일 상으로 구성되었음을 나타내었다.

[0172]

압전 재료의 소결체의 조성을 유도 결합 플라즈마 발광 분석법 (ICP)에 의해 평가하였다. 그 결과를 표 1에 화학식 1 (x, y, x/y), Zn (z), Cu (v) 및 Mn (w)에 대해 나타내었다. 비교예 3을 제외한 모든 시료에서, Nb의 몰수 (y)에 대한 Na의 몰수 (x)의 비 (Na/Nb, x/y)는 96% 내지 99% 범위이고, 시료는 Na가 결손되어 있었다.

[0173]

소결체의 입경은 광학 현미경 혹은 전자 현미경으로의 관찰에 의해 결정하였다. 소결체는 전자 현미경으로 측정하여 2 내지 100 μm 범위의 평균 입경을 가졌다.

[0174]

소결체 내의 Zn의 분포를 에너지 분산형 X선 분광법에 의해 시험하였다. 실시예 3에서는, Zn은 입체에 존재하였다.

[0175]

압전 특성 및 절연 저항 등의 전기 특성을 시험하기 위해서, 실시예 1 내지 9에 따른 압전 소자를 제작하였다. 먼저, 연마한 소결체 내의 응력을 완화시키고 연마한 소결체의 표면 상의 유기물 성분을 제거하기 위해서, 연마

한 소결체를 400℃ 내지 500℃ 범위의 온도에서 공기 중에서 30분 동안 열 처리하였다. 원반 형상의 세라믹의 전면 및 이면에 DC 스퍼터링법에 의해 두께 400 nm의 금 전극을 형성하였다. 전극과 세라믹 사이에는 밀착층으로서 두께 30 nm의 티타늄을 성막하였다. 상기 전극을 구비한 세라믹을 10 mm × 2.5 mm × 0.5 mm의 판형 압전 소자로 절단가공하였다.

[0176] 저항률은 반도체 파라미터 분석기로 측정하였다. 시료에 수십 내지 100 볼트의 직류 전압을 인가하고, 전압 인가 개시 30초 후에 전기 저항을 측정하였다. 저항률은 측정된 전기 저항 및 시료의 치수로부터 산출하였다. 저항률이 30 GΩ · cm 이상, 바람직하게는 100 GΩ · cm 이상이면, 압전 재료 및 압전 소자는 만족스러운 실용적 절연성을 갖는다.

[0177] 전계-분극 히스테리시스를 측정하여 대상 소자가 실온에서 실용 전계에서 강유전성인지 여부를 결정하였다. 일정한 온도 범위에서 강유전성인 재료는 동일한 온도 범위에서 압전성을 갖고 또한 메모리 재료로서 사용할 수 있다. 보다 구체적으로는, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 소자의 분극량을, 압전 소자에 교류 전계 (삼각파)를 인가했을 때 측정하였다. 교류 전계의 주파수는 10 내지 100 Hz 범위였다. 전계의 강도는 ±45 kV/cm 이하였다.

[0178] 압전 특성의 평가에 앞서 분극 처리를 행하였다. 보다 구체적으로는, 110℃ 내지 150℃ 범위의 온도에서 오일 조 중의 시료에 1.5 내지 5 kV/mm 범위의 전압을 30분 동안 인가하고, 전압을 유지하면서 시료를 실온으로 냉각시켰다. 비교예 2 내지 4는 절연 저항율이 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 이하만큼 낮았고, 분극 처리할 수 없었다.

[0179] 판형 압전 소자의 영률 (Y_{11}), 전기기계 결합 계수 (k_{31}), 압전 상수 (d_{31}), 및 기계적 품질 계수 (Q_m)는 공진-반공진법을 사용하여 측정하였다. 시료의 압전 상수 (d_{33})는 베를린코트(Berlincourt) d_{33} 미터로 측정하였다. 비유전율은 임피던스 분석기를 사용하여 측정하였다. 본 명세서 중의 비유전율은 주파수 1 kHz 및 교류 전계 전압 500 mV에서 측정하였다. 측정은 분극 처리 후에 행하였다. 비유전율의 온도 의존성을 실온에서부터 측정하였다. 시료를 실온에서부터 -100℃까지 냉각시키고, 그 후 350℃까지 가열하면서 비유전율의 변화를 측정하였다. 최대 비유전율로부터 쿨리 온도 및 순차 상 전이 온도를 산출하였다.

[0180] 표 2 및 3에, 실시예 1 내지 9 및 비교예 1에 따른 시료에 대한 측정 결과를 나타내었다.

[0181] <표 2>

시료	쿨리 온도 (°C)	비유전율	전기기계 결합 계수 k_{31}	압전 상수 $ d_{31} $ (pm/V)	영률 Y_{11} (GPa)	압전 상수 $ d_{33} $ (pC/N)
실시예 1	195	1194	0.16	46.6	124	128
실시예 2	195	1273	0.16	47.7	125	131
실시예 3	195	1287	0.16	46.9	124	119
실시예 4	193	877	0.15	42.0	103	140
실시예 5	193	702	0.09	28.1	60	133
실시예 6	190	1110	0.20	55.8	132	160
실시예 7	185	1093	0.20	55.4	132	163
실시예 8	140	870	0.13	39.9	76	150
실시예 9	200	691	0.09	25.8	71	116
비교예 1	200	587	0.07	18.8	65	103

[0182]

[0183] <표 3>

시료	저항률 [GΩ · cm]
실시예 4	251
실시예 5	42
실시예 6	3561
실시예 7	4029
실시예 8	69.7
실시예 9	439
비교예 1	1.1

[0184]

- [0185] (실시에 1 내지 3 및 비교예 1 및 2에 따른 압전 재료 및 압전 소자의 평가)
- [0186] 실시예 1 내지 3에서는, Zn을 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0.5 내지 2 mol%에 상응하는 양으로 시료에 첨가하였다. Zn의 첨가에 의해 전기기계 결합 계수가 증가하고, 압전 상수 d_{31} 및 d_{33} 이 증가하였다. Zn의 첨가에 의해 또한 영률이 증가하였다.
- [0187] 비교예 2에서와 같이 ZnO를 5 mol% 초과하여 첨가하면, 페로브스카이트형 금속 산화물이 형성되지 않았고, 저항률이 현저하게 낮았다. 이에 따라, 시료의 압전 특성을 측정할 수 없었다.
- [0188] Zn을 첨가함으로써 전계-분극 히스테리시스에 의해 결정되는 분극량이 증가하였다.
- [0189] (실시에 4, 5, 8 및 9 및 비교예 3에 따른 압전 재료 및 압전 소자의 평가)
- [0190] 실시예 4 및 5에서는, Zn 및 Cu를 시료에 첨가하였다. Zn의 양은 상기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 1 mol%에 상응하였다. Cu의 양은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0.2 또는 0.5 mol%에 상응하였다. Cu를 첨가함으로써 전기 저항률이 증가하였다.
- [0191] 비교예 3에서와 같이 Cu를 5 mol% 첨가하면, 페로브스카이트형 금속 산화물이 형성되지 않았다. 이에 따라, 시료의 압전 특성을 측정할 수 없었다.
- [0192] (실시에 6 및 7 및 비교예 4에 따른 압전 재료 및 압전 소자의 평가)
- [0193] 실시예 6 및 7에서는, Zn 및 Mn을 시료에 첨가하였다. Zn의 양은 상기 화학식 1을 갖는 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 1 mol%에 상응하였다. Mn의 양은 상기 페로브스카이트형 금속 산화물의 양의 0.2 또는 0.5 mol%에 상응하였다. Mn을 첨가함으로써 저항률, 압전 상수, 전기기계 결합 계수, 영률 및 밀도가 증가하였고, $\tan \delta$ 가 저하되었다.
- [0194] 비교예 4에서와 같이 Mn을 5 mol% 첨가하면, 페로브스카이트형 금속 산화물이 형성되지 않았고, 저항률이 현저하게 낮았다. 이에 따라, 시료의 압전 특성을 측정할 수 없었다.
- [0195] 도 15는 비교예 1 및 실시예 2, 6 및 7의 전계-분극 히스테리시스 곡선을 나타낸다. Zn을 첨가함으로써, 비교예에 비하여 일정한 전계에서의 분극값이 증가하였다.
- [0196] 실시예 10
- [0197] 실시예 2에 상응하는 원료를 하기 기재된 바와 같이 칭량하였다. 니오븀산나트륨, 티타늄산바륨, 산화아연(II) 분말을, Na, Nb, Ti, Ba 및 Zn의 함유량이 표 1의 실시예 2에 따른 조성의 것과 동일하도록 칭량하였다. 원료 분말을 볼 밀에서 밤새 혼합하였다.
- [0198] 혼합 분말을 PVB와 혼합하고, 닥터 블레이드법을 사용하여 두께 50 μm 의 그린 시트로 형성하였다.
- [0199] 상기 그린 시트에 내부 전극용 도전 페이스트를 도포하였다. 도전 페이스트는 Ag 70%-Pd 30% 합금 (Ag/Pd = 2.33) 페이스트였다. 도전 페이스트가 도포된 그린 시트를 9장 적층하고, 1150°C에서 5시간 동안 소성하여 소결체를 얻었다. 소결체를 10 mm×2.5 mm 단편으로 절단하였다. 단편의 측면을 연마하였다. 내부 전극을 교대로 접속시키기 위한 한 쌍의 외부 전극 (제1 전극 및 제2 전극)을 Au 스퍼터링에 의해 형성하였다. 이에 따라, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같은 적층 압전 소자를 제작하였다.
- [0200] 적층 압전 소자의 내부 전극의 관찰은 전극 재료 Ag-Pd 및 압전 재료가 서로 위아래로 교대로 적층되어 있음을 나타내었다.
- [0201] 압전성의 평가에 앞서, 시료에 분극 처리를 실시하였다. 보다 구체적으로는, 시료를 오일 조 중에서 130°C 내지 150°C 범위의 온도로 가열하였다. 제1 전극과 제2 전극 사이에 1.5 kV/cm의 전압을 30분 동안 인가하고, 상기 전압을 유지하면서 시료를 실온으로 냉각시켰다.
- [0202] 적층 압전 소자의 압전성의 평가는, 적층 압전 소자가 만족스러운 절연성을 갖고, 실시예 2에 따른 압전 재료와 유사한 만족스러운 압전 특성을 가짐을 나타내었다.
- [0203] 실시예 11
- [0204] 니오븀산나트륨, 티타늄산바륨, 산화아연 분말을, Na, Nb, Ti, Ba 및 Zn의 함유량이 표 1의 실시예 3에 따른 조성의 것과 동일하도록 칭량하였다. 원료 분말을 볼 밀에서 밤새 혼합하였다. 칭량 분말을 3 중량부의 PVB 결

합제와 혼합하였다. 혼합 분말을 닥터 블레이드법을 사용하여 두께 50 μm 의 그린 시트로 형성하였다.

- [0205] 상기 그린 시트에 내부 전극용 도전 페이스트를 도포하였다. 도전 페이스트는 Ni 페이스트였다. 도전 페이스트가 도포된 그린 시트를 9장 적층하고, 열 압착하였다.
- [0206] 열 압착한 층상체를 관상로 중에서 소성하였다. 열 압착한 층상체를 주위 분위기에서 300℃까지의 온도로 소성하여 결합제를 제거한 후, 환원성 분위기 ($\text{H}_2:\text{N}_2 = 2:98$, 산소 농도 2×10^{-6} Pa)에서 1150℃에서 5시간 동안 유지하였다. 실온으로의 냉각 동안, 산소 농도는 1000℃ 이하의 온도에서 30 Pa로 증가하였다.
- [0207] 얻어진 소결체를 10 mm \times 2.5 mm 단편으로 절단하였다. 단편의 측면을 연마하였다. 내부 전극을 교대로 접속시키기 위한 한 쌍의 외부 전극 (제1 전극 및 제2 전극)을 Au 스퍼터링에 의해 형성하였다. 따라서, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같은 적층 압전 소자를 제작하였다.
- [0208] 적층 압전 소자의 내부 전극의 관찰은, 전극 재료 Ni 및 압전 재료 층이 서로 위아래로 교대로 적층되어 있음을 나타내었다. 2 kV/mm 전계를 분극 처리를 위해 오일 조 중에서 110℃ 내지 150℃ 범위의 온도에서 30분 동안 적층 압전 소자에 인가하였다.
- [0209] 적층 압전 소자의 압전 특성의 평가는, 적층 압전 소자가 만족스러운 절연성을 갖고, 실시예 3에 따른 압전 소자와 유사한 만족스러운 압전 특성을 가짐을 나타내었다.
- [0210] 실시예 12
- [0211] 실시예 6에 따른 압전 소자를 사용하여, 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 액체 토출 헤드를 제작하였다. 전기 신호의 입력에 반응하여 잉크가 토출되었다.
- [0212] 실시예 13
- [0213] 실시예 12에 따른 액체 토출 헤드를 사용하여, 도 4에 도시된 액체 토출 장치를 제작하였다. 전기 신호의 입력에 반응하여 잉크가 기록 매체 위로 토출되었다.
- [0214] 실시예 14
- [0215] 실시예 6에 따른 압전 소자를 사용하여, 도 6의 (a)에 도시된 초음파 모터를 제작하였다. 교류 전압의 인가에 따라 모터가 회전하였다.
- [0216] 실시예 15
- [0217] 실시예 14에 따른 초음파 모터를 사용하여, 도 7의 (a) 및 (b)에 도시된 광학 장치를 제작하였다. 교류 전압의 인가에 따른 오토 포커싱이 관찰되었다.
- [0218] 실시예 16
- [0219] 실시예 6에 따른 압전 소자를 사용하여, 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 먼지 제거 장치를 제작하였다. 플라스틱 비드를 살포한 후, 교류 전압의 인가에 따른 만족스러운 먼지 제거 효율이 관찰되었다.
- [0220] 실시예 17
- [0221] 실시예 16에 따른 먼지 제거 장치를 사용하여, 도 12에 도시된 활상 장치를 제작하였다. 활상 유닛의 표면 상의 먼지는 만족스럽게 제거되었고, 먼지 결합이 없는 화상이 얻어졌다.
- [0222] 실시예 18
- [0223] 실시예 10 및 11에 따른 각각의 적층 압전 소자를 사용하여, 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 액체 토출 헤드를 제작하였다. 전기 신호의 입력에 반응하여 잉크가 토출되었다.
- [0224] 실시예 19
- [0225] 실시예 18에 따른 액체 토출 헤드를 사용하여, 도 4에 도시된 액체 토출 장치를 제작하였다. 전기 신호의 입력에 반응하여 잉크가 기록 매체 위로 토출되었다.
- [0226] 실시예 20
- [0227] 실시예 10 및 11에 따른 각각의 적층 압전 소자를 사용하여, 도 6의 (b)에 도시된 초음파 모터를 제작하였다.

교류 전압의 인가에 따라 모터가 회전하였다.

[0228] 실시예 21

[0229] 실시예 20에 따른 각각의 초음파 모터를 사용하여, 도 7의 (a) 및 (b)에 도시된 광학 장치를 제작하였다. 교류 전압의 인가에 따른 오토 포커싱이 관찰되었다.

[0230] 실시예 22

[0231] 실시예 10 및 11에 따른 각각의 적층 압전 소자를 사용하여, 도 9의 (a) 및 (b)에 도시된 먼지 제거 장치를 제작하였다. 플라스틱 비드를 살포한 후, 교류 전압의 인가에 따른 만족스러운 먼지 제거 효율이 관찰되었다.

[0232] 실시예 23

[0233] 실시예 22에 따른 먼지 제거 장치를 사용하여, 도 12에 도시된 활상 장치를 제작하였다. 활상 유닛의 표면 상의 먼지는 만족스럽게 제거되었고, 먼지 결함이 없는 화상이 얻어졌다.

[0234] 실시예 24

[0235] 실시예 10 및 11에 따른 각각의 적층 압전 소자를 사용하여, 도 14에 도시된 전자 기기를 제작하였다. 교류 전압의 인가에 따라 스피커가 작동하였다.

[0236] 본 발명을 예시적 실시양태를 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 개시된 예시적 실시양태에 한정되지 않는 것으로 이해된다. 이어지는 청구범위의 범주는 이러한 모든 변형 및 등가의 구조 및 기능들을 포함하도록 가장 넓은 해석에 따른다.

[0237] 본원은 그 전문이 본원에 참조로 포함되는 2013년 1월 29일자로 출원된 일본 특허 출원 번호 2013-014614를 우선권 주장한다.

산업상 이용가능성

[0238] 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 높은 환경 온도에서도 만족스러운 압전성을 갖는다. 압전 재료는 납을 함유하지 않고 환경에 대한 부하를 감소시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 한 실시양태에 따른 압전 재료는 또한 액체 토출 헤드, 초음파 모터 및 먼지 제거 장치 등의 대량의 압전 재료를 사용하여 제조되는 장치에 문제 없이 사용될 수 있다.

부호의 설명

- [0239]
- 1 제1 전극
 - 2 압전 재료
 - 3 제2 전극
 - 101 압전 소자
 - 102 개별 액실
 - 103 진동판
 - 104 액실 격벽
 - 105 토출구
 - 106 연통 구멍
 - 107 공통 액실
 - 108 버퍼 층
 - 1011 제1 전극
 - 1012 압전 재료
 - 1013 제2 전극

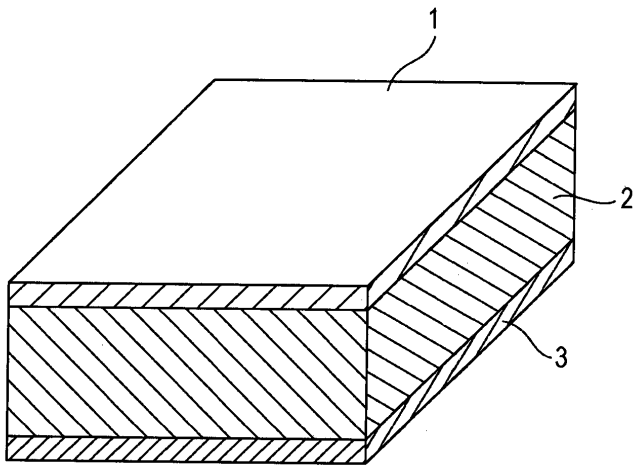
201 진동자
202 로터
203 출력 축
204 진동자
205 로터
206 스프링
2011 탄성체 고리
2012 압전 소자
2013 유기계 접착제
2041 금속 탄성체
2042 적층 압전 소자
310 먼지 제거 장치
320 진동판
330 압전 소자
331 압전 재료
332 제1 전극
333 제2 전극
336 제1 전극면
337 제2 전극면
51 제1 전극
53 제2 전극
54 압전 재료 층
55 내부 전극
56 층상체
501 제1 전극
503 제2 전극
504 압전 재료 층
505a 내부 전극
505b 내부 전극
506a 외부 전극
506b 외부 전극
601 카메라 본체
602 마운트부
605 미러 박스
606 메인 미러
200 셔터 유닛

300 본체 새시
400 촬상 유닛
701 전방 렌즈군
702 후방 렌즈군 (포커스 렌즈)
711 탈착 마운트부
712 고정 경통
713 직진 안내 경통
714 전방 렌즈군 경통
715 캠 링
716 후방 렌즈군 경통
717 캠 롤러
718 스크류
719 롤러
720 회전 전달 고리
722 구동 롤러
724 수동 포커스 고리
725 초음파 모터
726 웨이브 와셔
727 볼 레이스
728 포커스 키
729 접합부
732 와셔
733 저마찰 시트
881 액체 토출 장치
882 외장
883 외장
884 외장
885 외장
887 외장
890 회복부
891 기록부
892 캐리지
896 장치 본체
897 자동 급송부
898 배출구
899 반송 유닛

- 901 광학 디바이스
- 908 릴리즈 버튼
- 909 전자 플래쉬 유닛
- 912 스피커
- 914 마이크
- 916 보조광 유닛
- 931 본체
- 932 줌 레버
- 933 전원 스위치

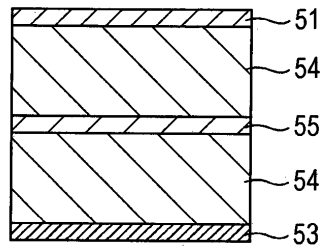
도면

도면1

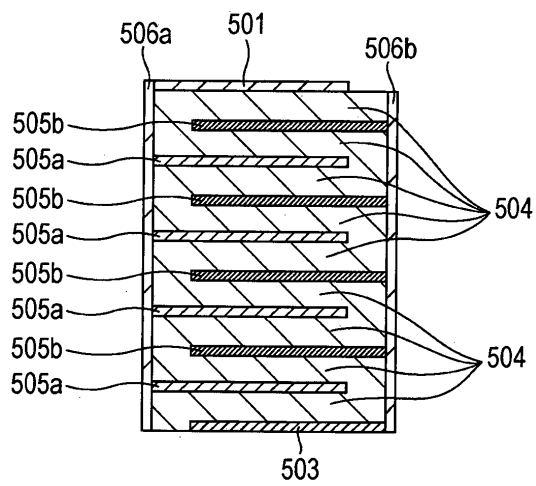


도면2

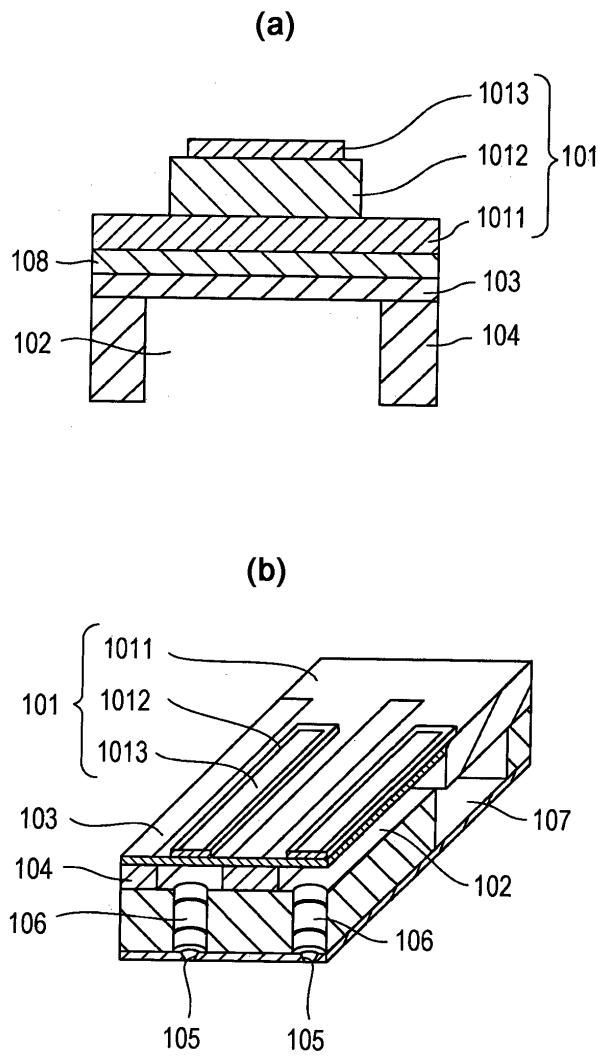
(a)



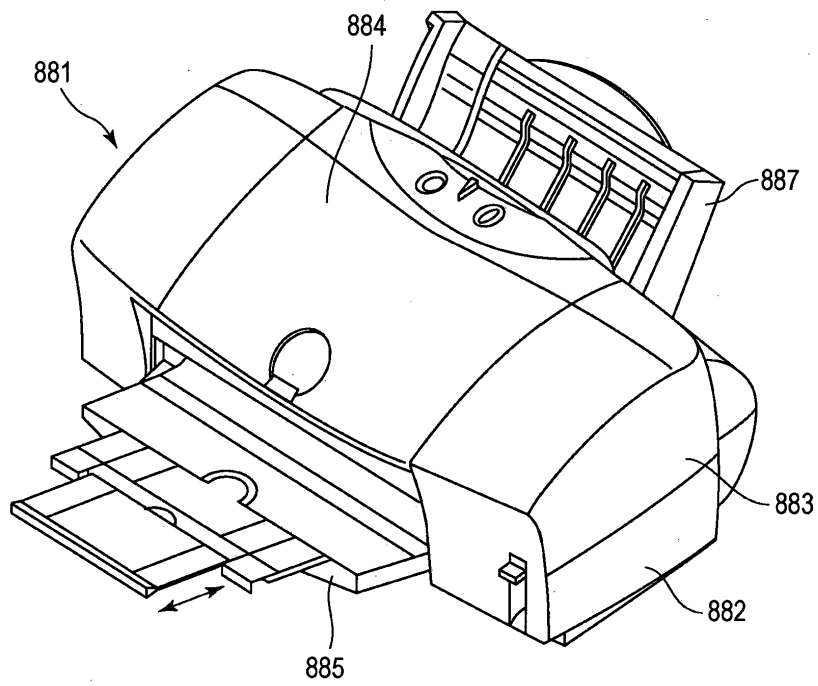
(b)



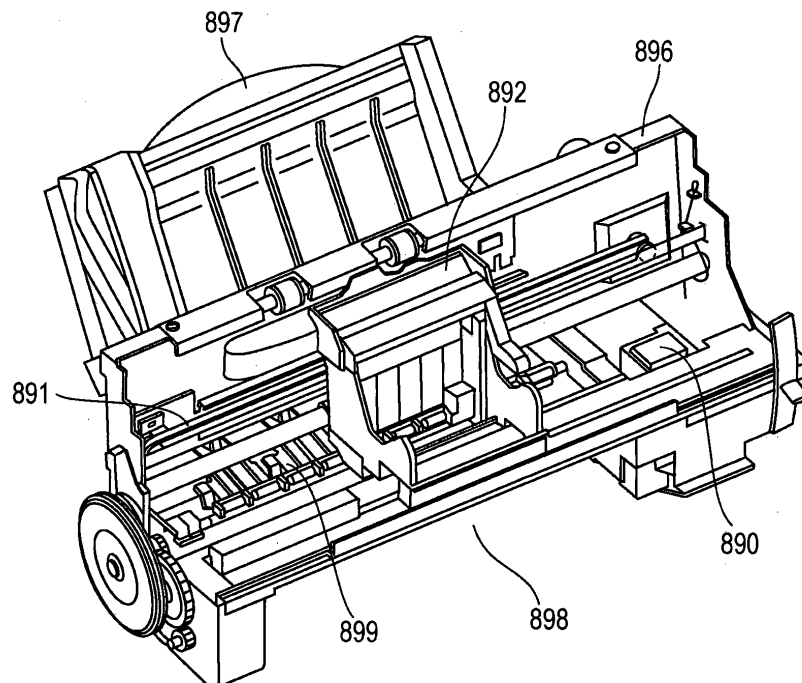
도면3



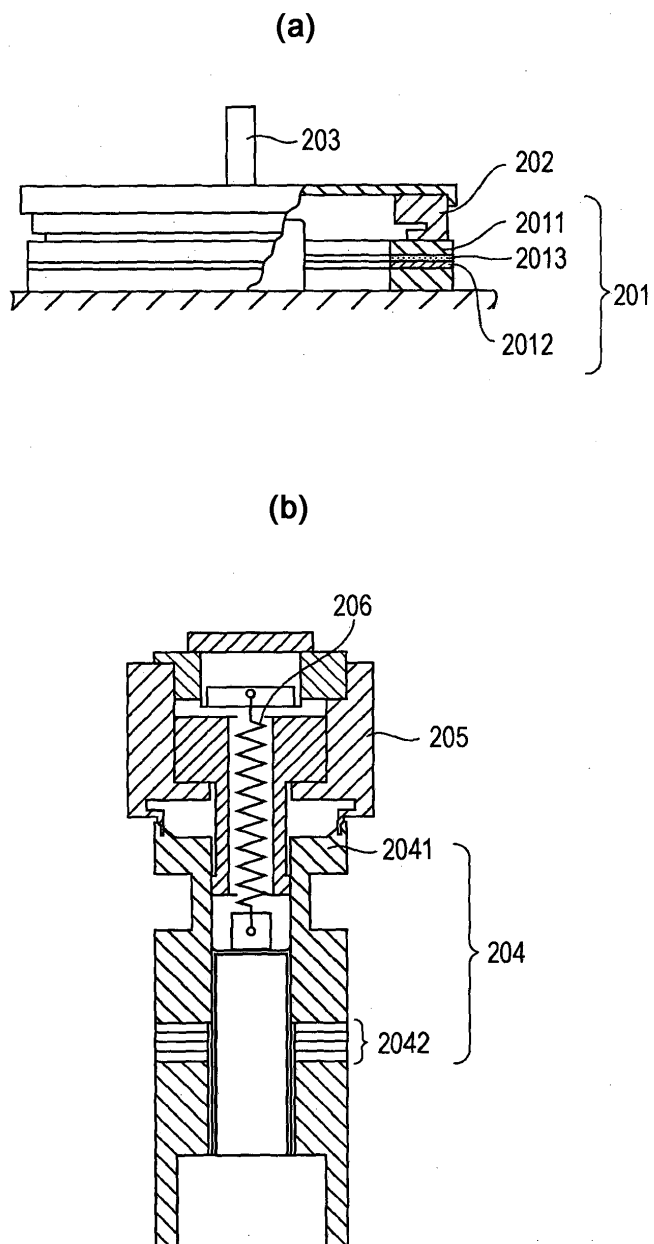
도면4



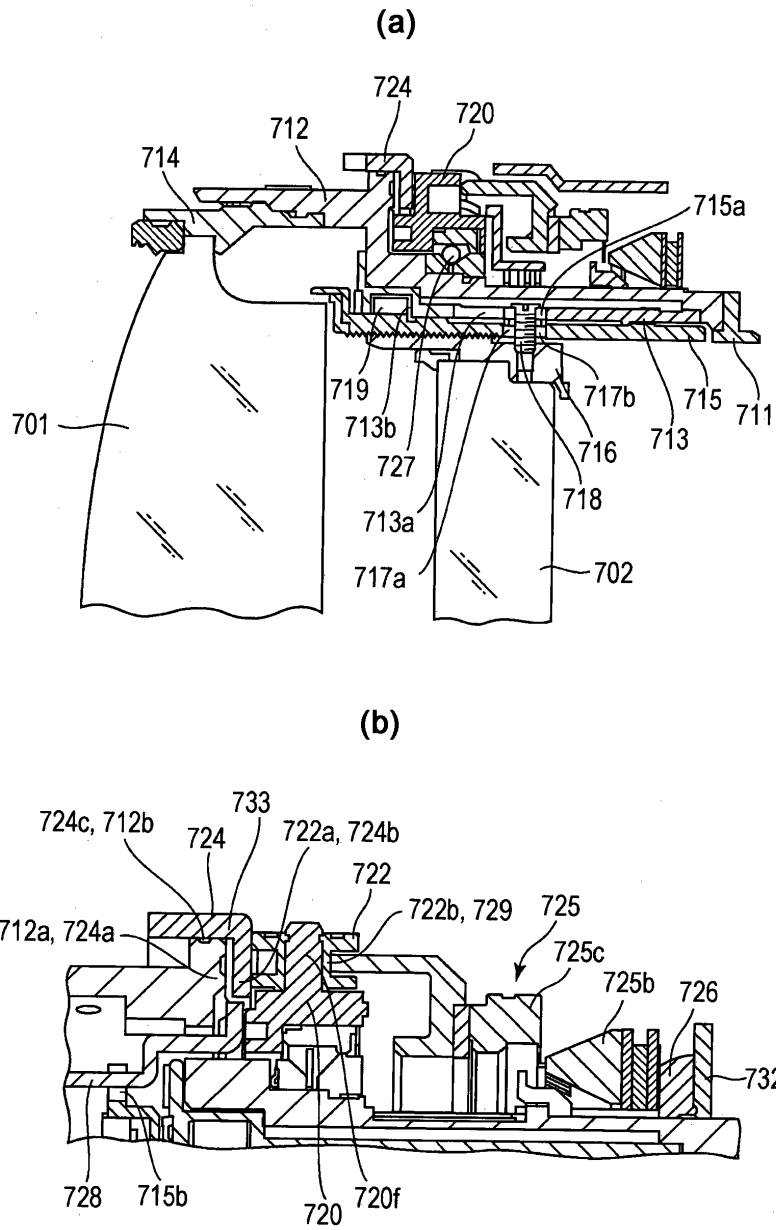
도면5



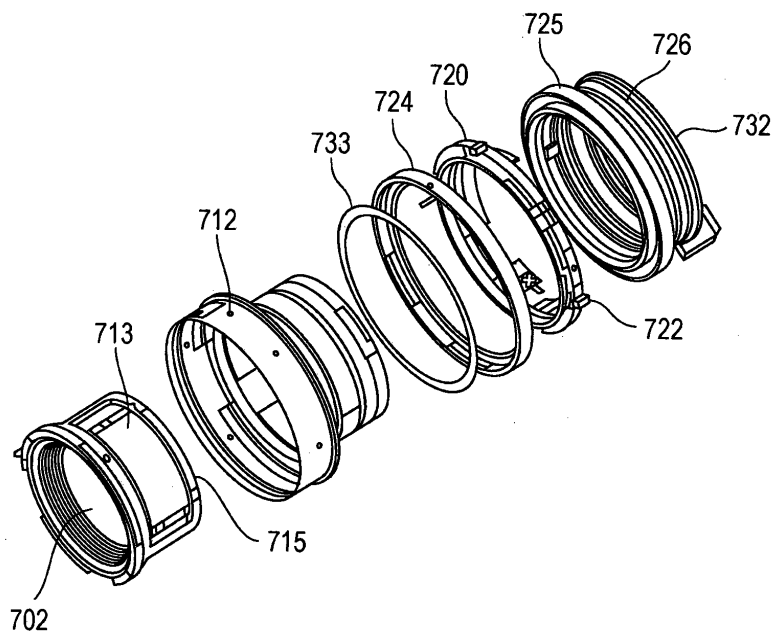
도면6



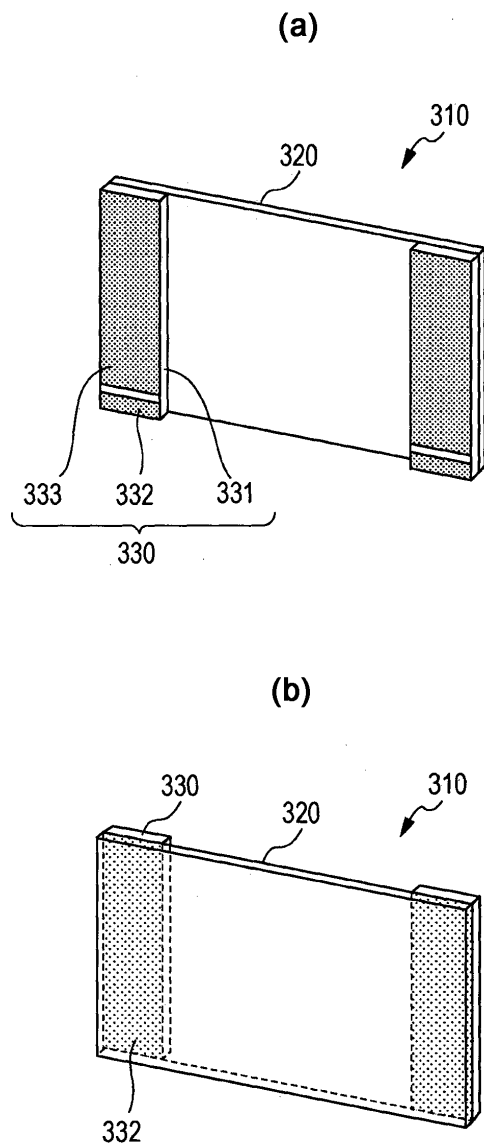
도면7



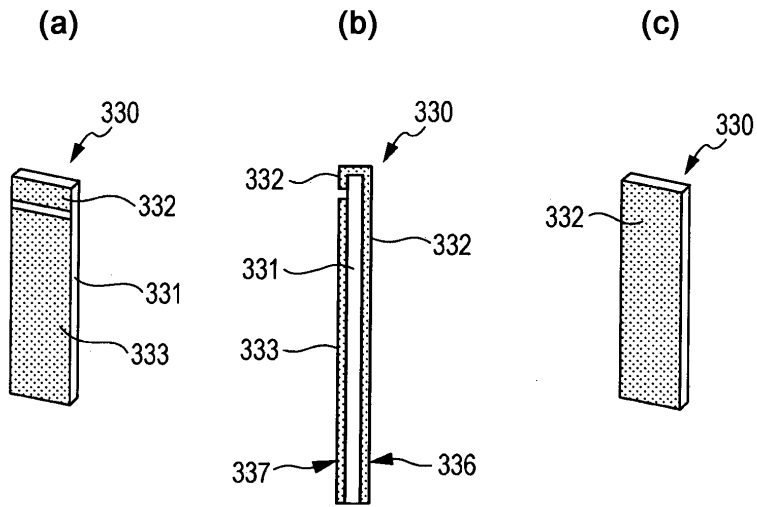
도면8



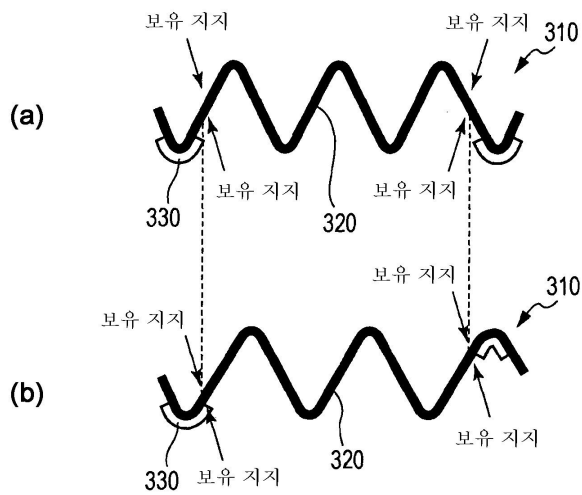
도면9



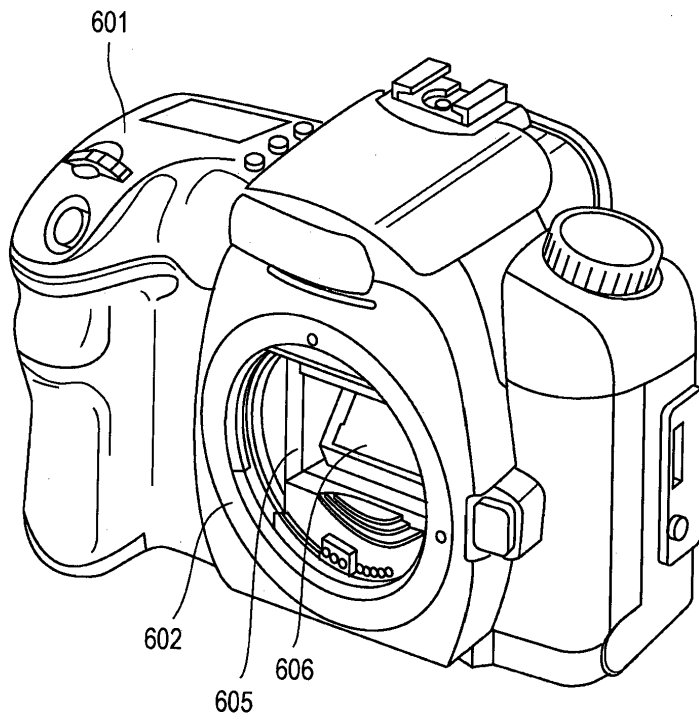
도면10



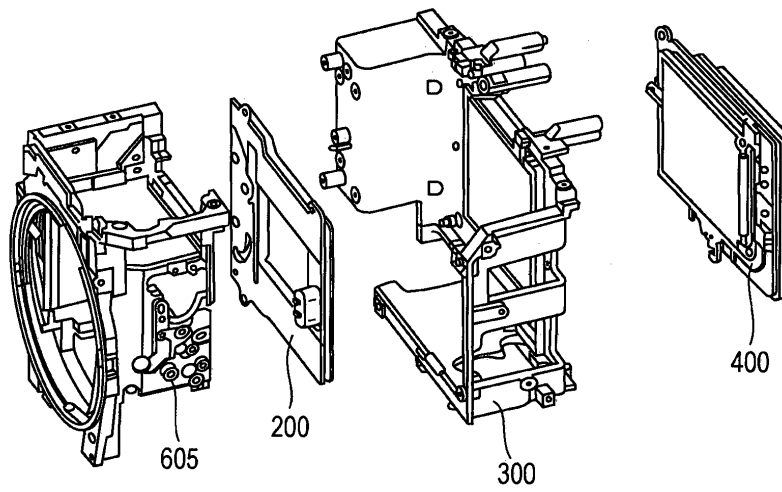
도면11



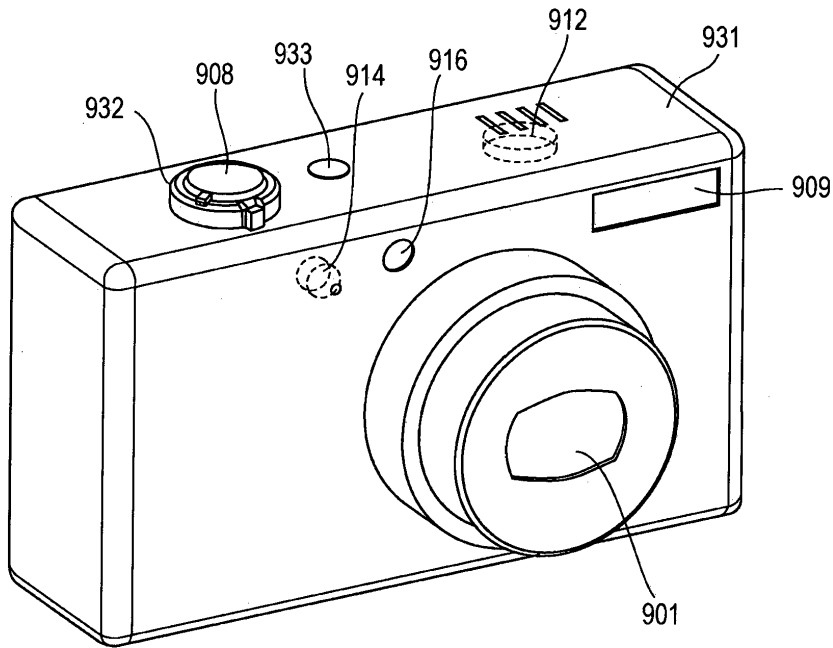
도면12



도면13



도면14



도면15

