



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0029232
(43) 공개일자 2017년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/09 (2006.01) H01L 41/02 (2006.01)
H01L 41/047 (2006.01) H01L 41/187 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 41/09 (2013.01)
H01L 41/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0126292

(22) 출원일자 2015년09월07일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전기주식회사

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

(72) 발명자

이재상

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

정호필

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

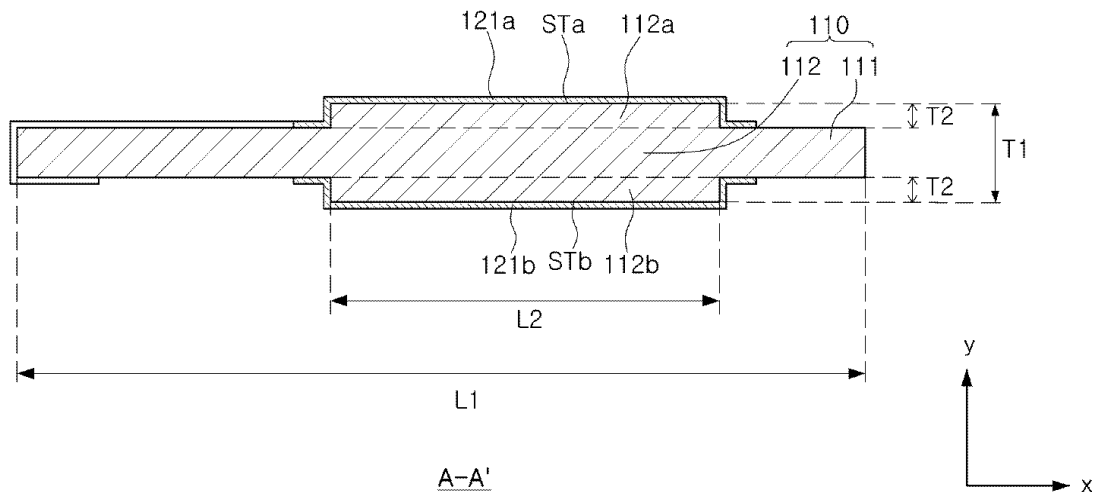
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 압전 진동면 및 압전 진동자

(57) 요약

본 개시의 일 실시형태에 의하면 여진부 및 상기 여진부보다 얇은 두께의 주변부를 포함하는 진동 기관 및 상기 여진부의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 여진 전극을 포함하며, 수정 결정의 X축 방향으로 측정된 상기 진동기관의 전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정된 상기 여진부의 길이를 L2, 상기 여진부의 두께를 T1, 상기 여진부와 상기 주변부의 단차 높이를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, X는 $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때, $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5$ 를 만족하는 압전 진동면을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 41/047 (2013.01)

H01L 41/187 (2013.01)

(72) 발명자

김성욱

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

박태준

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

강인영

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

오동준

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

경제홍

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

이교열

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

이종필

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

임승모

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

명세서

청구범위

청구항 1

여진부 및 상기 여진부보다 얇은 두께의 주변부를 포함하는 진동 기관; 및

상기 여진부의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 여진 전극; 을 포함하며,

수정 결정의 X축 방향으로 측정된 상기 진동 기관의 전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정된 상기 여진부의 길이를 L2, 상기 여진부의 두께를 T1, 상기 여진부와 상기 주변부의 단차 높이를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때,

$H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5$ 를 만족하는 압전 진동편.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진동 기관은 AT 컷의 수정판으로 이루어지는 압전 진동편.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 진동 기관은 수정 결정의 X축 방향을 장축으로 하는 압전 진동편.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 진동 기관은,

상기 여진부의 두께 방향 일면과 상기 주변부의 두께 방향 일면 간의 단차인 제1 단차, 및 상기 여진부의 두께 방향 타면과 상기 주변부의 두께 방향 타면 간의 단차인 제2 단차를 포함하는 압전 진동편.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 단차 및 제2 단차는 동일한 높이로 형성되는 압전 진동편.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 압전 진동편은 상기 주변부의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 단자 전극 및 상기 단자 전극과 여진 전극을 연결하는 연결 전극을 포함하는 압전 진동편.

청구항 7

여진부 및 상기 여진부보다 얇은 두께의 주변부를 포함하는 진동 기관 및 상기 여진부의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 여진 전극을 포함하며, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 상기 진동 기관의 전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 상기 여진부의 길이를 L2, 상기 여진부의 두께를 T1, 상기 여진부와 상기 주변부의 단차 높이를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, X는 $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때, $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5$ 를 만족하는 압전 진동편;

상기 압전 진동편을 수용하는 상부 케이스 및 하부 케이스;

상기 하부 케이스의 상면에 배치되며 상기 여진 전극을 포함하는 압전 진동편의 전극부와 전기적으로 연결되는 접속 전극; 및

상기 하부 케이스의 하면에 배치되며 상기 접속 전극과 전기적으로 연결되는 외부 전극;

을 포함하는 압전 진동자.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 압전 진동편의 전극부는, 상기 주변부의 두께 방향 일면에 배치되며 상기 여진 전극과 연결되는 단자 전극을 포함하며,

상기 압전 진동자는, 상기 단자 전극과 접속 전극 사이에 배치되어 단자 전극과 접속 전극을 전기적으로 연결하는 접속부를 더 포함하는 압전 진동자.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 진동 기관은 AT 컷의 수정판으로 이루어지는 압전 진동자.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 진동 기관은 수정 결정의 X축 방향을 장축으로 하는 압전 진동자.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 진동 기관은,

상기 여진부의 두께 방향 일면과 상기 주변부의 두께 방향 일면 간의 단차인 제1 단차, 및 상기 여진부의 두께 방향 타면과 상기 주변부의 두께 방향 타면 간의 단차인 제2 단차를 포함하는 압전 진동자.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 단차 및 제2 단차는 동일한 높이로 형성되는 압전 진동자.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 압전 진동편은 상기 단자 전극과 상기 여진 전극을 연결하는 연결 전극을 포함하는 압전 진동자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 압전 진동편 및 압전 진동자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 압전 진동자는 외부에서 전압을 가하면, 압전 진동편의 압전 형상에 의해 압전 진동편이 진동을 하고, 그 진동을 통해 주파수를 발생시키는 장치이다.

[0003] 압전 진동자는 안정된 주파수를 얻을 수 있어 컴퓨터, 통신 기기의 발진 회로나, 그 외 신호의 기준이 되는 여러 가지 핵심 부품에 사용되기도 한다.

[0004] 수정을 이용한 압전 진동편은 수정을 베이스로 한 진동 기관과 진동 기관에 배치된 전극을 포함하며, 상기 진동 기관의 형상은 필요한 물성에 따라 다양하게 채용할 수 있다.

[0005] 두께 전단 진동 모드의 압전 진동편은 진동 기관의 두께를 중앙부에서 단부를 향해 서서히 얇게 형성하면, 단부에서의 진동 변위의 감쇠량이 커지므로, 진동편의 중앙부에 진동 에너지를 가두는 효과가 높아지고, CI값, Q값 등의 주파수 특성을 향상시킬 수 있다. 이 진동 에너지 가둠 효과를 발휘할 수 있는 진동편의 형상으로서, 그 주면을 볼록형 곡면으로 한 콘벡스(convex) 형상, 평탄한 두꺼운 중앙부와 단부 가장자리의 사이를 사면(斜面)으로 한 베벨(bevel) 형상, 중앙부를 평탄하게 하고 중앙부의 주변 부분을 얇게한 메사 형상 등이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 제2010-109526호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 개시의 일 실시 예의 목적은 임피던스 특성이 우수한 압전 진동편 및 압전 진동자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시의 일 실시 형태에 의하면, 여진부 및 상기 여진부보다 얇은 두께의 주변부를 포함하는 진동 기관 및 상기 여진부의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 여진 전극을 포함하며, 상기 진동기관의 전체 길이, 상기 여진부의 길이, 상기 여진부의 두께 및 상기 여진부와 상기 주변부의 단차 높이 간의 관계를 도출하여 크리스탈 임피던스 특성이 우수한 압전 진동편을 제공한다.

[0009] 본 개시의 또 다른 일 실시형태는 상술한 압전 진동편, 상기 압전 진동편을 수용하는 상부 케이스 및 하부 케이스, 상기 압전 진동편의 전극부와 연결되는 접속 전극 및 외부 전극을 포함하는 압전 진동자를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 개시의 일 실시 형태에 의하면 안정적으로 낮은 크리스탈 임피던스를 갖는 압전 진동편 및 이를 포함하는 압전 진동자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동편의 사시도이다.

도 2는 도 1의 압전 진동편에 대한 A-A'의 절단부 단면도이다.

도 3은 본 개시의 일 실시형태에 따른 압전 진동편의 제조방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동자의 분해 사시도이다.

도 5는 도 4의 압전 진동자를 B-B'로 절단한 단면도이다.

도 6 내지 도 8은 실험 예에 따른 압전 진동편의 특정 X에 대하여, H 값의 변화에 따른 크리스탈 임피던스(CI)의 변화를 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

도 9는 X값에 따라 안정적인 크리스탈 임피던스(CI) 값을 나타내는 H 값의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 개시의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 개시의 범위가 이하 설명하는 실시형태로 한정되는 것은 아니다.

[0013] 또한, 본 개시의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0014] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0015] 또한 명세서 전체에서, "상에" 형성된다고 하는 것은 직접적으로 접촉하여 형성되는 것을 의미할 뿐 아니라, 사이에 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0016] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 구성을 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다.

[0017] 압전 진동편

[0018] 이하, 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동편을 설명한다.

[0019] 도 1은 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동편(100)의 사시도이다.

[0020] 도 2는 도 1의 압전 진동편(100)에 대한 A-A' 평면의 절단부 단면도이다.

[0021] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동편(100)은 진동 기관(110) 및 상기 진동 기관에 배치되는 전극부(120)를 포함한다.

[0022] 도 1 및 도 2에서 표시된 x-방향, y-방향 및 z-방향은 각 진동 기관의 길이 방향, 두께 방향 및 폭 방향을 나타낸다.

[0023] 상기 압전 진동편(100)에 포함되는 진동 기관(110)은 재료로 수정(crystal)을 포함하며, 이때 수정은 기계적 진동 발생기의 역할을 하게 된다.

[0024] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 상기 진동 기관(110)은 AT-cut의 수정으로 이루어지며, 상기 진동 기관의 장축 방향인 길이 방향(x-방향)은 수정의 X축 방향일 수 있다.

[0025] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 상기 수정은 퀴즈(quartz)일 수 있다.

- [0026] 상기 진동 기관(110)은 상대적으로 두께가 두꺼운 여진부(112)와 상기 여진부보다 두께가 얇은 주변부(111)를 포함하며, 상기 여진부(112)는 상기 주변부(111)의 두께 방향 일면 및 타면보다 볼록한 영역인 돌출부(112a, 112b)를 포함한다.
- [0027] 예를 들어, 상기 돌출부는 상기 주변부(111)의 두께 방향 일면보다 볼록한 제1 돌출부(112a) 및 상기 주변부의 두께 방향 타면보다 볼록한 제2 돌출부(112b)를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 전극부(120)는 상기 여진부(112)의 두께 방향 일면 및 타면에 배치되는 여진 전극(121a, 121b), 상기 주변부(111)의 두께 방향 일면 및 타면 중 적어도 일면에 배치되는 단자 전극(123a, 123b) 및 상기 여진 전극과 상기 단자 전극을 연결하는 연결 전극(122a)을 포함한다.
- [0029] 상기 여진부(112)의 두께 방향 일면에는 제1 여진 전극(121a)이 배치되어 제1 연결 전극(122a)을 통해 제1 단자 전극(123a)과 연결되고 상기 여진부(112)의 일면과 마주보는 타면에는 제2 여진 전극(121b)이 배치되어 제2 연결 전극(미도시)을 통해 제2 단자 전극(123b)과 연결된다.
- [0030] 이에 제한되는 것은 아니나, 상기 제1 단자 전극(123a)은 상기 주변부(111)의 두께 방향 일면에서 상기 주변부의 일 측면 및 두께 방향 타면으로 연장되어 형성될 수 있으며, 상기 제2 단자 전극(123b)은 상기 주변부(111)의 두께 방향 타면에서 상기 주변부의 일 측면 및 두께 방향 일면으로 연장되어 형성될 수 있다.
- [0031] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 상기 여진부(112)의 두께 방향 일면 및 타면(STa, STb)은 모서리부의 식각으로 완전한 사각형 형상은 아니지만, 대략적으로 평면상 사각형의 형상을 가질 수 있다.
- [0032] 상기 여진부(112)의 두께 방향 일면 및 타면(STa, STb)은 각각 제1 돌출부의 상면(STa) 및 제2 돌출부의 상면(STb)으로 정의될 수 있다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 상기 진동기관(110)의 전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 상기 여진부(112)의 길이를 L2, 상기 여진부(112)의 두께를 T1, 상기 여진부(112)와 상기 주변부(111)의 단차 높이(step height)를 T2로 규정할 수 있다. 여진부(112)와 상기 주변부(111)의 단차는 진동 기관의 두께 방향 일측의 제1 단차와 진동 기관의 두께 방향 타측의 제2 단차를 포함한다.
- [0034] 상기 제1 단차의 높이는 여진부 상면과 주변부 상면의 높이 차이로 규정되고, 상기 제2 단차의 높이는 여진부 하면과 주변부 하면의 높이 차이로 규정될 수 있다.
- [0035] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 $H = 100 \times (T2/T1)$, $X = X = T2/(L1-L2)$ 로 정의되고, 진동 기관은 상기 H 및 X가 하기의 관계식 1을 만족하도록 제공된다.
- [0036] [관계식 1]
- [0037] $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5$
- [0038] 상기 H는 여진부 두께에 대한 단차 높이의 백분율(%)을 의미한다.
- [0039] 상기 관계식 1에서 ± 1.5 는 H의 의미를 고려할 때 $\pm 1.5\%$ 의 의미로 이해될 수 있다.
- [0040] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 여진부(112)의 두께(T1)와 진동 기관(110)의 전체 길이(L1)뿐 아니라, 여진부(112)의 길이 및 여진부(112)와 주변부(111)의 단차 높이까지 고려하여, 이들의 상관관계를 도출해 높은 진동 성능을 갖는 압전 진동편(100)을 제공할 수 있다.

- [0041] 본 개시의 일 실시형태와 같이, $H = 100 \times (T_2/T_1)$ 및 $X = T_2/(L_1-L_2)$ 일 때, 진동 기관이 $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5\%$ 를 만족하는 경우, 낮고 안정적인 크리스탈 임피던스(Crystal Impedance, CI)를 나타내는 압전 진동편을 제공할 수 있다.
- [0042] 본 개시의 일 실시형태에 의하면 제1 단차와 제2 단차는 동일한 높이로 형성될 수 있으며, 이 경우 단차의 높이(T_2)는 여진부(112)와 주변부(111)의 두께 차이의 절반일 수 있다. 진동 기관에서 제1 단차와 제2 단차를 동일한 치수로 형성하는 경우 압전 효과를 통한 주파수 발생을 위한 에너지 가둠(Energy trap) 효과를 향상시켜 에너지 손실을 줄일 수 있다.
- [0043] 한편, 도면에서는 돌출부(112a, 112b)의 측면이 여진부(112)의 상면 및 주변부(111)의 상면에 대해 수직인 것으로 도시되었으나, 돌출부 측면의 형상은 특별히 제한되지 않으며, 여진부의 상면 및 주변부의 상면에 대하여 경사지도록 형성될 수 있다. 또한 돌출부의 측면은 단일의 결정면 또는 2 이상의 결정면을 가질 수 있다.
- [0044] 이하에서는 본 개시의 일 실시형태에 따른 압전 진동편의 제조방법을 설명하나, 압전 진동편의 제조방법이 이에 제한되는 것은 아니며 다양한 방법으로 제조될 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 개시의 일 실시형태에 따른 압전 진동편의 제조방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 본 실시형태에 따른 압전 진동편의 제조방법은 수정 웨이퍼를 준비하는 단계(S1), 상기 수정 웨이퍼의 상면 및 하면에 레지스트 패턴을 형성하는 단계(S2), 상기 수정웨이퍼에 돌출부를 형성하는 단계(S3), 상기 레지스트 패턴을 제거하는 단계(S4) 및 수정 웨이퍼의 식각으로 형성된 진동 기관에 전극을 형성하는 단계(S5)를 포함한다.
- [0047] 상기 수정웨이퍼를 준비하는 단계(S1)는 하나의 진동 기관의 사이즈에 대응하는 단일의 수정웨이퍼를 이용할 수 있으며, 도시되지 않았지만 하나의 진동 기관에 사이즈에 대응하는 수정웨이퍼가 복수 개 형성되어 있는 수정웨이퍼 어셈블리를 이용할 수 있다.
- [0048] 수정 웨이퍼는 쿼츠(Quartz) 원석을 사각 또는 원형 형태로 가공한 후 일정 두께로 절단하여 사용할 수 있다. 그러나 수정 웨이퍼의 형태를 사각 또는 원형 형태로 한정하는 것은 아니며, 다각형의 다양한 형태로 구현할 수 있다. 사각 또는 원형 형태로 가공된 수정 웨이퍼에는 그 두께를 줄이기 위하여 표면 연마 공정이 추가로 수행될 수 있다.
- [0049] 상기 수정 웨이퍼를 이용하여 복수의 압전 진동편을 형성할 수 있으나, 이하에서는 이해를 쉽게 하기 위하여 단일의 압전 진동편을 형성하는 경우를 예로 들어 설명하도록 한다.
- [0050] 돌출부 형성을 위하여 상기 수정 웨이퍼의 두께 방향 일면 및 타면에 돌출부 형성을 위한 레지스트 패턴을 형성한다(S2). 상기 레지스트 패턴은 돌출부의 형상 및 크기에 따라 수정 웨이퍼 상에 배치될 수 있다.
- [0051] 다음으로, 상기 레지스트 패턴이 배치된 수정 웨이퍼를 식각하여 상기 수정 웨이퍼의 두께 방향 일면 및 타면에, 돌출부를 형성한다(S3).
- [0052] 상기 수정 웨이퍼의 식각은 에칭액에 레지스트 패턴이 형성된 수정 웨이퍼를 침지하는 화학적 에칭법으로 수행될 수 있다.
- [0053] 이때 상기 수정 웨이퍼의 식각은 식각 후 형성되는 진동 기관이, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 진동기관의

전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정된 여진부의 길이를 L2, 여진부의 두께를 T1, 여진부와 주변부의 단차 높이를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, X는 $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때, $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5\%$ 를 만족하도록 수행될 수 있다.

[0054] 다음으로 수정 웨이퍼를 식각하여 형성한 진동 기관에 전극부를 형성할 수 있다(S5). 상기 전극부는 여진 전극, 단자 전극 및 연결 전극을 포함할 수 있으며, 상기 전극부는 돌출부가 형성된 진동 기관에 도전성 페이스트를 인쇄하여 형성할 수 있다. 상기 전극부는 진동 기관의 상면 및 하면에 형성된 돌출부의 두께 방향 일면에 여진 전극이 형성되도록 수행될 수 있다.

[0055] 진동 기관의 형상 및 전극의 배치에 관한 자세한 설명은 상술한 압전 진동편(100)에 관한 설명과 중복되므로 여기서는 생략하도록 한다.

[0056] 압전 진동자

[0057] 이하, 본 개시의 다른 실시 형태에 따른 압전 진동자를 설명한다.

[0058] 도 4는 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동자(200)의 분해 사시도이고, 도 5는 도 4의 압전 진동자(200)를 B-B'로 절단한 단면도이다.

[0059] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 개시의 일 실시 형태에 따른 압전 진동자(200)는, 진동기관(110)과 전극부(120)를 포함하는 압전 진동편(100), 하부 케이스(210), 상부 케이스(220), 접속 전극(211a, 211b) 및 외부 전극(212a, 212b)을 포함한다.

[0060] 본 개시의 실시 예에 포함되는 압전 진동편(100)은 앞서 설명된 압전 진동편(100) 중 하나일 수 있다. 따라서, 압전 진동편(100)에 관한 설명은 앞의 도 1 내지 도 3을 참조하고, 설명의 중복을 피하기 위해 여기서는 구체적인 설명을 생략한다.

[0061] 상기 하부 케이스(210) 및 상부 케이스(220)는 상호 결합되어 내부에 공간이 형성된 하나의 케이스를 형성할 수 있으며, 상부 케이스 및 하부 케이스의 결합으로 형성되는 내부 공간에 압전 진동편(100)이 배치될 수 있다.

[0062] 상기 압전 진동편(100)은 상기 하부 케이스(210) 및 상부 케이스(220) 내에 배치되어 외부자극으로부터 보호될 수 있다.

[0063] 상기 접속 전극은 서로 이격되어 배치되는 제1 접속 전극(211a) 및 제2 접속 전극(211b)을 포함하고, 상기 외부 전극은 서로 이격되어 배치되는 제1 외부 전극(212a) 및 제2 외부 전극(212b)을 포함한다.

[0064] 상기 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)은 상기 하부 케이스(210)의 내부 상면에 배치되고, 상기 압전 진동편(100)의 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)과 각각 연결될 수 있다.

[0065] 상기 제1 및 제2 외부 전극(212a, 212b)은 상기 하부 케이스(210)의 외부 하면에 배치되고, 상기 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)과 각각 연결된다. 상기 제1 및 제2 외부 전극(212a, 212b)과 상기 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)은 하부 케이스(210)를 관통하는 비아 전극(213a)으로 연결될 수 있으나 여기에 한정되지 않는다.

[0066] 상기 제1 및 제2 외부 전극(212a, 212b)은 압전 진동자(200)의 입력 전극 및 출력 전극의 역할을 한다. 앞서 설명한 바와 같이, 제1 및 제2 외부 전극(212a, 212b)에 전압을 걸면 압전 진동편(100)의 제1 및 제2 여진 전극

(121a, 121b)에 전압이 걸려 압전 진동편(100)이 진동을 하게 된다.

- [0067] 압전 진동편(100)의 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)과 상기 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)은 솔더 또는 도전성 접착제에 의해 연결될 수 있다. 상기 솔더 또는 도전성 접착제는 상기 압전 진동편(100)의 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)과 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b) 사이에 배치되어 상기 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)과 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)을 전기적으로 연결하는 접속부(230)가 된다.
- [0068] 상기 접속부(230)는 금속 솔더를 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)의 상부에 금속 솔더를 배치하고, 상기 금속 솔더 상에 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)을 배치한 뒤 리플로우(reflow) 공정을 거쳐 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)과 압전 진동편(100)의 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b)을 연결할 수 있다.
- [0069] 또한, 이에 제한되는 것은 아니나 제1 및 제2 접속 전극(211a, 211b)과 제1 및 제2 단자 전극(123a, 123b) 사이에 니켈(Ni), 금(Au) 또는 코바(Kovar) 등을 배치시키고, 니켈(Ni), 금(Au) 또는 코바(Kovar)와 같은 결합부를 아크 용접, 전자빔 용접 또는 금(Au)-수은(Sn)을 고온에 용융시키는 방법을 이용하여 접속부(230)를 형성할 수 있다.
- [0070] 또는, 상기 접속부(230)는 도전성 접착제를 포함할 수 있으며, 도전성 접착제는 수지, 유기물 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 수지 또는 유기물이 포함된 도전성 접착제를 사용하는 경우 압전 진동편(100)과 접속 전극(211a, 211b) 사이의 기밀성이 증가하고 크랙 발생을 방지할 수 있는 장점이 있다.
- [0071] 상기 상부 케이스(220) 및 하부 케이스(210)는 동일한 재료를 포함할 수 있으며 절연 수지 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0072] **실험 예**
- [0073] 도 6 내지 도 8은 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 진동기관의 전체 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 여진부의 길이를 L2, 여진부의 두께를 T1, 여진부와 주변부의 단차를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, X는 $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때, 특정 X에 대하여, H 값의 변화에 따른 크리스탈 임피던스(CI)의 변화를 나타내는 시뮬레이션 결과이다.
- [0074] 도 6을 참조하면, X가 5.67×10^{-3} 일 때, H는 4.08 주변에서 낮고 안정적인 크리스탈 임피던스(CI)를 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0075] 도 7을 참조하면, X가 7.76×10^{-3} 일 때, H는 4.79 주변에서 낮고 안정적인 크리스탈 임피던스(CI)를 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0076] 또한, 도 8을 참조하면, X가 23.08×10^{-3} 일 때, H는 11.06 주변에서 낮고 안정적인 크리스탈 임피던스(CI)를 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0077] 도 9는 도 6 내지 도 8의 결과로부터 도출된 것으로, X값에 따라 안정적인 CI 값을 나타내는 H 값의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [0078] 도 9에 의하면 가로축을 X, 세로축을 H로 할 때, $H = 400.59 \times X + 1.75$ 가 나타내는 그래프 상에서 크리스탈 임피던스가 낮고 안정적인 진동 기관이 제공되는 것을 확인할 수 있다.
- [0079] 한편, $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5$ 의 그래프에서 $\pm 1.5\%$ 범위까지는 크리스탈 임피던스가 낮고 안정적인 경향

을 나타내므로, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 진동기판의 길이를 L1, 수정 결정의 X축 방향으로 측정한 여진부의 길이를 L2, 여진부의 두께를 T1, 상기 여진부와 상기 주변부의 단차를 T2, $H = 100 \times (T2/T1)$, X는 $X = T2/(L1-L2)$ 로 정의할 때, $H = 400.59 \times X + 1.75 \pm 1.5\%$ 를 만족하는 경우 낮고 안정적인 크리스탈 임피던스를 나타내는 압전 진동편을 제공할 수 있다.

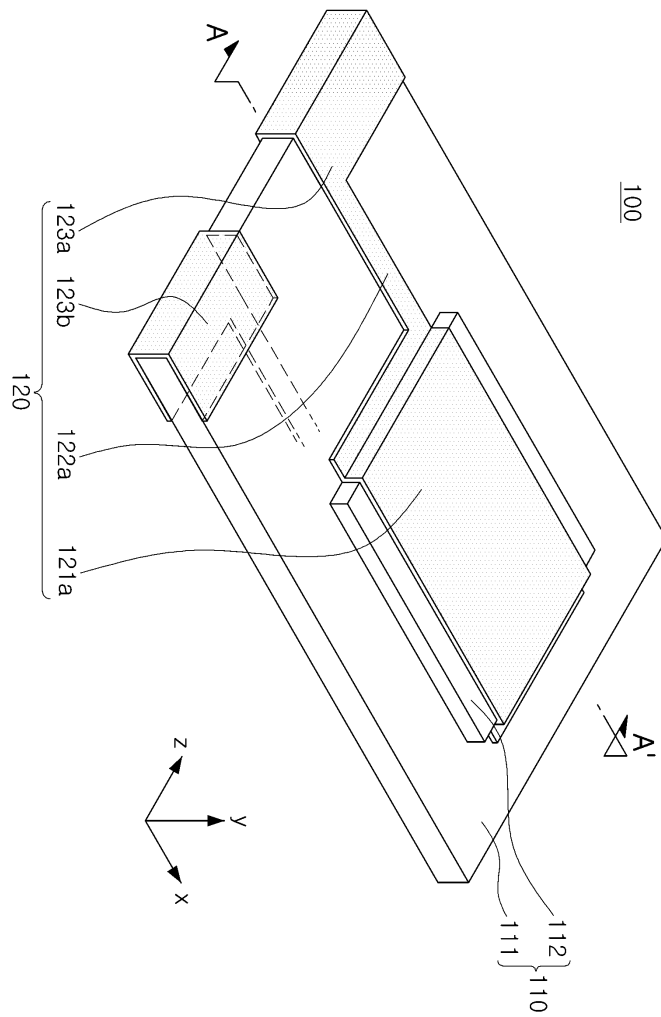
[0080] 이상에서 본 개시의 실시 형태에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고, 청구 범위에 기재된 본 개시의 기술적 사항을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능한 것은 당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

부호의 설명

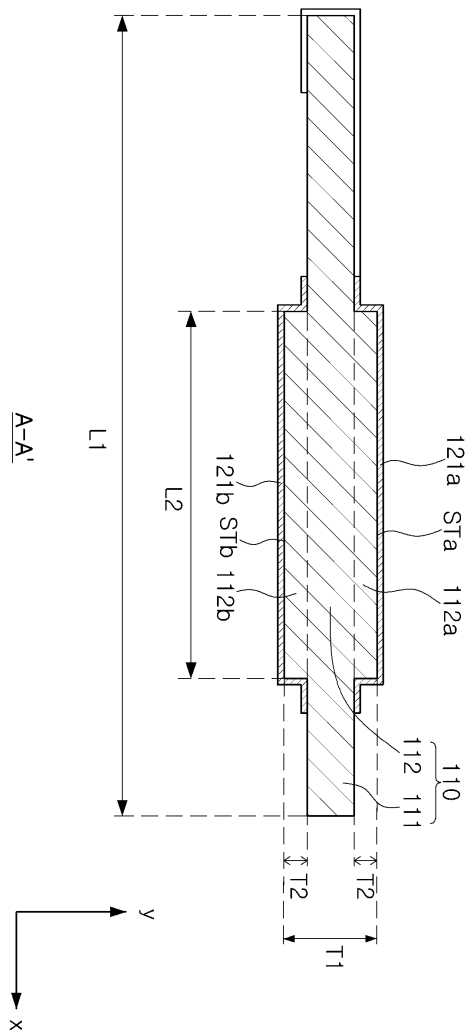
[0081] 100 : 압전 진동편 110 : 진동 기판
111 : 주변부 112 : 여진부
120 : 전극부 200 : 압전 진동자
210 : 하부 케이스 220 : 상부 케이스
211a, 211b : 접속 전극 212a, 212b : 외부 전극
230 : 접속부

도면

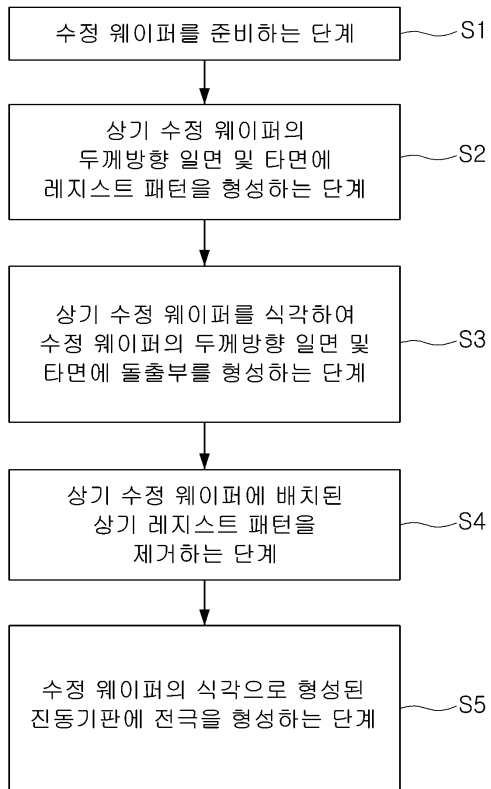
도면1



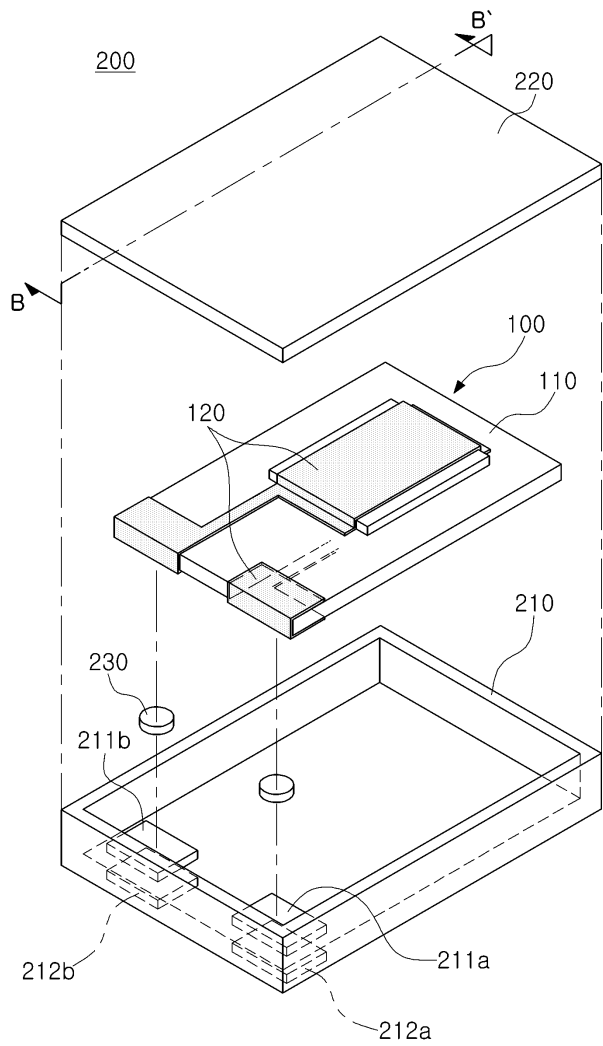
도면2



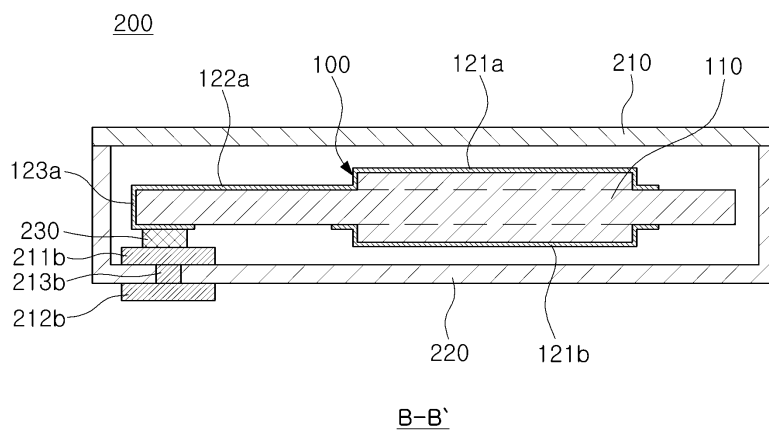
도면3



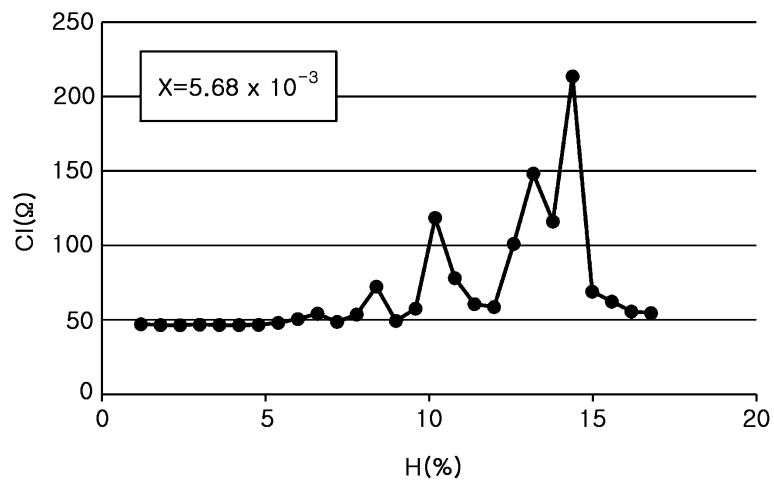
도면4



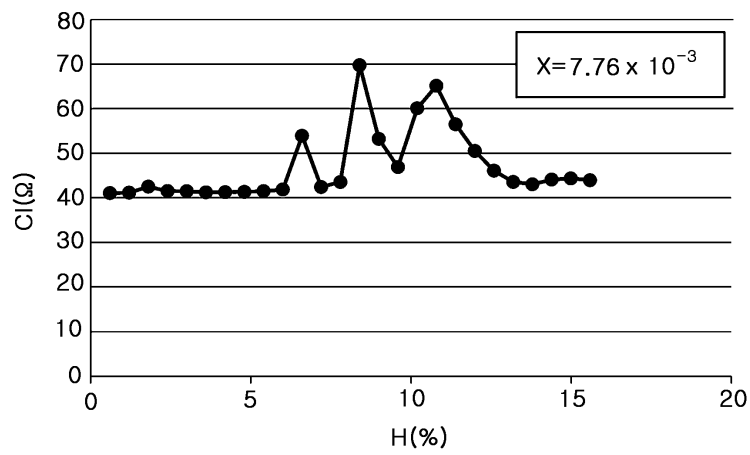
도면5



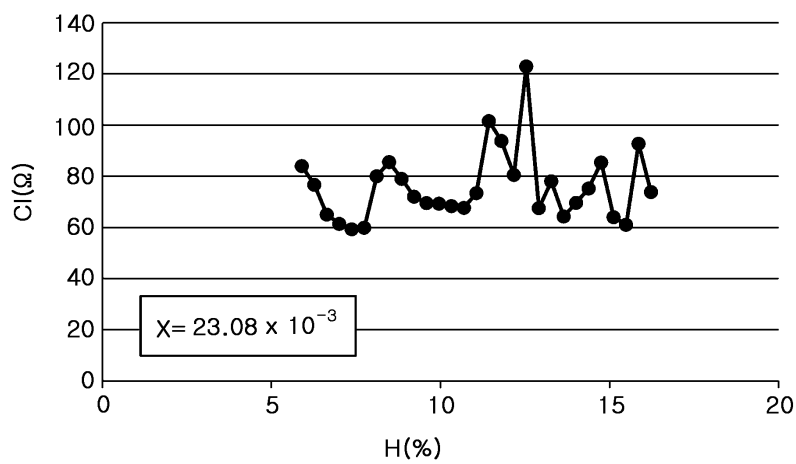
도면6



도면7



도면8



도면9

