



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월12일
(11) 등록번호 10-0802865
(24) 등록일자 2008년02월01일

(51) Int. Cl.

H03H 9/19 (2006.01) H03B 5/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0099089

(22) 출원일자 2005년10월20일

심사청구일자 2005년10월20일

(65) 공개번호 10-2006-0049085

(43) 공개일자 2006년05월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2004-00305621 2004년10월20일 일본(JP)

JP-P-2005-00129906 2005년04월27일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2004282498 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 5 항

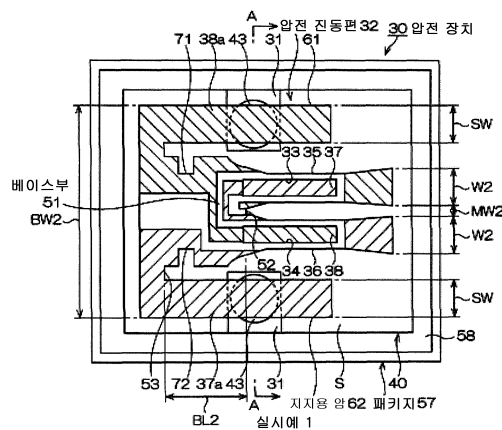
심사관 : 장석환

(54) 압전 진동편 및 압전 장치

(57) 요약

본 발명은 소형화를 진행시키는 데에 있어서, 주위 온도의 변화에 대한 특성이 양호한 압전 진동편과, 압전 장치를 제공하기 위해서, 압전 재료에 의해 형성된 소정 길이의 베이스부(51)와, 상기 베이스부의 한 단부쪽으로부터 연장되는 복수의 진동암(35, 36)을 구비하고 있고, 또한, 상기 베이스부의 상술한 단부쪽으로부터 상기 소정 거리만큼 떨어진 다른 단부쪽으로부터 폭 방향으로 연장되고, 또한 상기 진동암의 바깥쪽에서 해당 진동암과 같은 방향으로 연장되는 한 쌍의 지지용 암(61, 62)을 구비하는 압전 진동편이다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

JP2004357178 A

JP2005039767 A

JP2005094724 A

KR1020020053005 A

JP16215039 A

특허청구의 범위

청구항 1

압전 재료에 의해 형성된 베이스부와,

상기 베이스부의 일단측으로부터 연장하는 제 1 진동암(arm) 및 제 2 진동암과,

상기 제 1 진동암과 상기 제 2 진동암의 부들기부(joint)로부터, 상기 제 1 진동암 및 상기 제 2 진동암이 연장하는 방향과 반대 방향으로 떨어진 개소로부터 폭 방향으로 연장되고, 또한 상기 진동암의 외측에서 상기 제 1 및 제 2 진동암을 따라 연장되는 지지용 암

을 구비하고,

상기 제 1 및 제 2 진동암의 각각에는 상기 진동암의 길이 방향을 따른 긴 홈이 형성되고,

상기 긴 홈의 각각에는, 여진(勵振) 전극이 형성되고,

상기 제 1 및 제 2 진동암에는 각각 그 진동암의 선단을 향해 진동암 폭이 작아지는 폭 축소부가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 압전 진동편.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 진동암의 각각에는, 그 진동암의 선단을 향해, 그 진동암의 폭이 감소로부터 증가 또는 동일하게 변화하는 변경점을 갖고,

상기 변경점은, 상기 긴 홈의 선단보다 그 진동암 선단 쪽에 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 압전 진동편.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 폭 축소부는 상기 베이스부의 부들기부로부터 형성되는 제 1 폭 축소부와, 상기 제 1 폭 축소부보다 그 진동암 선단 쪽에서, 상기 제 1 폭 축소부보다 완만하게 그 진동암 폭이 작아지는 제 2 폭 축소부를 갖는 압전 진동편.

청구항 4

압전 재료에 의해 형성된 베이스부와,

상기 베이스부의 일단측으로부터 연장하는 제 1 진동암 및 제 2 진동암과,

상기 제 1 진동암과 상기 제 2 진동암의 부들기부로부터, 상기 제 1 진동암 및 상기 제 2 진동암이 연장되는 방향과 반대 방향으로 떨어진 개소로부터 폭 방향으로 연장되고, 또한 상기 진동암의 외측에서, 상기 제 1 및 제 2 진동암을 따라 연장하는 지지용 암

을 구비하고,

상기 제 1 및 제 2 진동암의 각각에는, 상기 진동암의 길이 방향을 따른 긴 홈이 형성되고,

상기 긴 홈의 각각에는, 여진 전극이 형성되고,

상기 제 1 및 제 2 진동암 각각의 외측의 일측면에, 돌출량이 $5\mu\text{m}$ 이하의 지느러미 형상으로 돌출하는 이형부(異形部)가 에칭 프로세스에 의해 형성되어 있는

것을 특징으로 하는 압전 진동편.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

패키지 또는 케이스 내에 압전 진동편을 수용한 압전 장치로서,

상기 압전 진동편은, 압전 재료에 의해 형성된 베이스부와,

상기 베이스부의 일단측으로부터 연장되는 제 1 진동암 및 제 2 진동암과,

상기 제 1 진동암과 상기 제 2 진동암의 부들기부로부터, 상기 제 1 진동암 및 상기 제 2 진동암이 연장하는 방향과 반대 방향으로 떨어진 개소로부터 폭 방향으로 연장되고, 또한 상기 진동암의 외측에서, 상기 제 1 및 제 2 진동암을 따라 연장되는 지지용 암

을 구비하고,

상기 제 1 및 제 2 진동암의 각각에는 상기 진동암의 길이 방향을 따른 긴 홈이 형성되고,

상기 긴 홈의 각각에는, 여진 전극이 형성되며,

상기 제 1 및 제 2 진동암에는 각각, 그 진동암의 선단을 향해 진동암 폭이 작아지는 폭 축소부가 형성되어 있는

것을 특징으로 하는 압전 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <24> 본 발명은, 압전 진동편과, 패키지나 케이스 내에 압전 진동편을 수용한 압전 장치의 개량에 관한 것이다.
- <25> HDD(하드 디스크 드라이브), 모바일 컴퓨터, 또는 IC 카드 등의 소형 정보 기기나, 휴대 전화, 자동차 전화, 또는 호출 시스템 등의 이동 통신 기기나 압전 자이로 센서 등에 있어서, 압전 진동자나 압전 발진기 등의 압전 장치가 널리 사용되고 있다.
- <26> 도 17은 압전 장치에 종래부터 이용되고 있는 압전 진동편의 일례를 나타내는 개략 평면도이다.
- <27> 도면에서, 압전 진동편(1)은, 수정 등의 압전 재료를 에칭함으로써, 도시하는 외형을 형성하는 것으로, 패키지(도시하지 않음) 등에 설치되는 직사각형의 베이스부(2)와, 베이스부(2)로부터 도면에서 위쪽으로 연장된 한 쌍의 진동암(3, 4)을 구비하고 있고, 이들 진동암의 주면(표리면)에 긴 홈(3a, 4a)을 형성함과 동시에, 필요한 구동용 전극을 형성한 것이다(특히 문헌 1 참조).
- <28> 이러한 압전 진동편(1)에서는, 구동용 전극을 거쳐서 구동 전압이 인가되면, 각 진동암(3, 4)의 선단부를 근접·이간되도록 하여 굴곡 진동함으로써, 소정 주파수의 신호가 출력되게 되어 있다.
- <29> 그런데, 이러한 압전 진동편(1)은, 베이스부(2)의 부호 5, 6으로 나타내는 부분에 인출 전극(lead-out electrodes)이 형성되고, 이 부분에 접착제(7, 8)를 도포하여, 예컨대 패키지 등의 기체(base substrate)에 고정 지지된다.
- <30> 그리고, 이 접착제에 의한 고정 지지 후에, 압전 진동편을 구성하는 재료와, 패키지 등의 재료의 선 팽창 계수의 차이 등으로 인하여 남는 잔류 응력이 진동암의 굴곡 진동을 방해하지 않도록, 베이스부(2)에 절결부(9, 9)를 형성하도록 하고 있다.
- <31> 이러한, 압전 진동편(1)에서는, 소형화가 진행된 결과, 진동암(3, 4)의 암 폭 W1, W1이 각각 100 μ m 정도, 이들 사이의 거리 MW1이 100 μ m 정도, 베이스부(2)의 폭 BW1이 500 μ m 정도이다. 그리고, 이들 부위의 치수 감소화를 진행시키고, 이에 대응하여, 베이스부의 길이 BL1도 치수가 감소됨으로써 압전 진동편(1)의 소형화가 진행되고 있다.

<32> [특허 문헌 1] 일본 특허 공개 제 2002-261575호

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <33> 그런데, 이와 같이 소형화를 진행시킨 압전 진동편(1)에서는, 그 온도 특성에 있어서 이하와 같은 문제가 있다.
- <34> 도 18 및 도 19는 압전 진동편(1)의 온도 특성을 나타내는 그래프이며, 도 18은 온도-주파수 특성, 도 19는 온도-CI(crystal impedance)값 특성을 나타내고 있다.
- <35> 도시하는 바와 같이, 도 18의 온도-주파수 특성에 대해서는 종래와 변경이 없고, 특별한 문제는 없지만, 도 19의 온도-CI값 특성에 있어서는 대단히 불안정해지는 문제가 있다.
- <36> 이 온도-CI값 특성의 악화는, 압전 진동편(1)에 있어서, 온도 변화에 의해 베이스부(2)의 접착제(7, 8)에 의해 접합된 부분의 응력 상태가 변화됨으로 인하여 발생한다고 생각되고, 마찬가지로의 영향이, 낙하 충격 등을 받은 경우에, 베이스부(2)의 접착제(7, 8)에 의해 접합된 부분의 응력 상태가 변화되더라도 발생한다고 생각된다.
- <37> 본 발명은, 이상의 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 소형화를 진행시키는 데에 있어서, 온도 특성이 양호한 압전 진동편과, 압전 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <38> 상기 목적은, 제 1 발명에서는, 압전 재료에 의해 형성된 소정 길이의 베이스부와, 상기 베이스부의 한 단부쪽으로부터 연장되는 복수의 진동암과, 상기 베이스부의 상술한 단부쪽으로부터 상기 소정 거리만큼 떨어진 다른 단부쪽으로부터 폭 방향으로 연장되고, 또한 상기 진동암의 바깥쪽에서 해당 진동암과 같은 방향으로 연장되는 지지용 암을 구비하는 압전 진동편에 의해 달성된다.
- <39> 제 1 발명의 구성에 의하면, 베이스부의 한쪽 단부로부터 굴곡 진동되는 진동암이 연장되어 있고, 소정 길이의 상기 베이스부의 다른쪽 단부로부터 지지용 암이 연장되어 있다.
- <40> 이 때문에, 지지용 암이 패키지 등의 기체쪽에 접착 등에 의해 접합된 경우에는, 주위 온도의 변화나 낙하 충격 등으로 인하여 그 접합 부분에 발생된 응력 변화가, 지지용 암의 접합 부분으로부터 상기 베이스부의 다른쪽 단부까지의 거리를 사이에 두고, 더욱이 베이스부의 소정 길이를 사이에 두고 있기 때문에, 진동암에 거의 영향을 미치지 않고, 이 때문에 특히 온도 특성이 양호해진다.
- <41> 더구나, 이와는 반대로 굴곡 진동하는 진동암으로부터의 진동 누설은, 베이스부를 사이에 두고 지지용 암에 도달할 때까지 베이스부의 소정 길이를 사이에 두고 있기 때문에, 거의 미치지 않는다. 즉, 베이스부 길이가 극단적으로 짧으면, 굴곡 진동의 누설된 성분이 지지용 암 전체로 퍼져, 제어가 곤란해지는 사태가 우려되지만, 본 발명에 있어서, 그와 같은 우려가 없다.
- <42> 그리고, 이러한 작용을 얻을 수 있는데 더하여, 지지용 암은 베이스부의 다른쪽 단부로부터 폭 방향으로 연장되고, 진동암의 바깥쪽에서 이 진동암과 같은 방향으로 연장되는 구성으로 했기 때문에, 전체의 크기를 소형화할 수 있다.
- <43> 제 2 발명은, 제 1 발명의 구성에 있어서, 상기 베이스부에는, 상기 지지용 암이 상기 베이스부에 대하여 일체적으로 접속되어 있는 접속부보다 상기 진동암에 가까운 위치에, 상기 압전 재료를 폭 방향으로 폭 축소하여 형성한 절결부를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <44> 제 2 발명의 구성에 의하면, 진동암의 굴곡 진동에 의한 진동 누설이 상기 베이스부를 거쳐서 지지용 암의 접합 부분에 미치는 것을 억제하여, CI값의 상승을 방지할 수 있다.
- <45> 제 3 발명은, 제 1 또는 2 중 어느 하나의 발명의 구성에 있어서, 상기 지지용 암의 선단이 상기 진동암의 선단보다 상기 베이스부에 가까워지도록, 상기 지지용 암의 길이가 설정되어 있는 것을 특징으로 한다.
- <46> 제 3 발명의 구성에 의하면, 지지용 암이 진동암과 같은 방향으로 연장되는 구성으로 하는 것에 더하여, 진동암의 선단보다 지지용 암의 선단이 베이스부에 가까워지도록 하는 것에 의해, 전체를 소형화할 수 있다.
- <47> 제 4 발명은, 제 1 내지 3 중 어느 하나의 발명의 구성에 있어서, 상기 지지용 암은 그 기체쪽에서의 접합 부분보다 상기 베이스부쪽으로 되는 부분에 강성을 낮게 한 구조를 구비하는 것을 특징으로 한다.

- <48> 제 4 발명의 구성에 의하면, 진동암의 굴곡 진동에 의한 진동 누설이 약간 지지용 압에 미친 경우에도 접합 부분에 전해지는 것을 확실히 저감할 수 있다.
- <49> 제 5 발명은, 제 4 발명의 구성에 있어서, 상기 강성을 낮게 한 구조가 상기 지지용 압의 도중에 형성된 폭 축소부인 것을 특징으로 한다.
- <50> 제 5 발명의 구성에 의하면, 상기 강성을 낮게 한 구조가 상기 지지용 압의 도중에 형성된 폭 축소부이면, 이러한 구조를 압전 진동편의 외형 형성 시에 용이하게 형성할 수 있다.
- <51> 제 6 발명은, 제 4 발명의 구성에 있어서, 상기 강성을 낮게 한 구조가 상기 지지용 압의 도중에 형성된 절결부인 것을 특징으로 한다.
- <52> 제 6 발명의 구성에 의하면, 상기 강성을 낮게 한 구조가 상기 지지용 압의 도중에 형성된 절결부인 경우에도, 이러한 구조를 압전 진동편의 외형 형성 시에 용이하게 형성할 수 있다.
- <53> 또한, 상기 목적은, 제 7 발명에 있어서는, 패키지 또는 케이스 내에 압전 진동편을 수용한 압전 장치로서, 상기 압전 진동편이, 압전 재료에 의해 형성된 소정 길이의 베이스부와, 상기 베이스부의 한 단부쪽으로부터 연장되는 복수의 진동암과, 상기 베이스부의 상술한 단부쪽으로부터 상기 소정 거리만큼 떨어진 다른 단부쪽으로부터 폭 방향으로 연장되고, 상기 진동암의 바깥쪽에서 해당 진동암과 같은 방향으로 연장되는 지지용 압을 구비하는 압전 장치에 의해 달성된다.
- <54> 제 7 발명의 구성에 의하면, 제 1 발명과 동일한 원리에 의해, 온도 특성을 양호하게 하면서, 소형으로 조밀한 압전 장치를 실현할 수 있다.
- <55> 도 1 및 도 2는 본 발명의 압전 장치의 실시예 1을 나타내고 있고, 도 1은 그 개략 평면도, 도 2는 도 1의 A-A선 절단 단면도이다.
- <56> 이들 도면에 있어서, 압전 장치(30)는 압전 진동자를 구성한 예를 나타내고 있고, 이 압전 장치(30)는 기체인 패키지(57) 내에 압전 진동편(32)을 수용하고 있다.
- <57> 패키지(57)는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이 예컨대, 직사각형의 상자 형상으로 형성되어 있다. 구체적으로, 패키지(57)는 제 1 기판(55)과 제 2 기판(56)을 적층하여 형성되어 있고, 예컨대, 절연 재료로서 산화알루미늄 재질의 세라믹 그린 시트를 성형하여 도시된 형상으로 한 후에, 소결하여 형성되어 있다.
- <58> 패키지(57)는, 도 2에 도시하는 바와 같이 제 2 기판(56) 안쪽의 재료를 제거하여, 내부 공간(S)의 스페이스를 형성하고 있다. 이 내부 공간(S)이 압전 진동편(32)을 수용하기 위한 수용 공간이다. 그리고, 제 1 기판(55)에 형성한 전극부(31, 31) 위에, 도전성 접촉체(43, 43)를 이용하여, 압전 진동편(32)의 지지용 압(61, 62)의 후술하는 인출 전극 형성 부분을 탑재 배치하여 접합하고 있다.
- <59> 이 때문에, 이 압전 진동편(32)의 도전성 접촉체(43)에 의한 고정 지지 후에는, 압전 진동편(32)을 구성하는 재료와, 패키지(57)를 구성하는 재료의 선 팽창 계수의 차이 등으로 인하여, 베이스부(51)에는 잔류 응력이 존재하고 있다.
- <60> 또, 전극부(31, 31)는 패키지 이면의 실장 단자(41)와 도전 스루홀 등으로 접속되어 있다. 패키지(57)는, 압전 진동편(32)을 수용한 후에, 투명한 유리체의 덮개(40)가 밀봉재(58)를 이용하여 접합되는 것에 의해, 기밀하게 밀봉되어 있다. 이에 따라, 덮개(40)를 밀봉한 후에, 외부에서 레이저광을 조사해서 압전 진동편(32)의 전극 등을 트리밍하여, 주파수를 조정할 수 있게 되어 있다.
- <61> 압전 진동편(32)은, 예컨대 수정으로 형성되어 있고, 수정 이외에도 탄탈산리튬, 니오브산리튬 등의 압전 재료를 이용할 수 있다. 이 압전 진동편(32)은, 도 1에 도시하는 바와 같이, 베이스부(51)와, 이 베이스부(51)의 한쪽 단부(도면에 있어 오른쪽 단부)로부터 오른쪽으로 향해서 두 갈래로 갈라져 평행하게 연장되는 한 쌍의 진동암(35, 36)을 구비하고 있다.
- <62> 각 진동암(35, 36)의 주면의 표리에는, 바람직하게는, 각각 길이 방향으로 연장되는 긴 홈(33, 34)을 각각 형성하고, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이 이 긴 홈 내에 구동용 전극인 여진 전극(37, 38)이 마련되어 있다.
- <63> 또한, 본 실시예에서는, 각 진동암(35, 36)의 선단부는 약간 테이퍼형태로 점차 폭이 확대됨으로써, 중량이 증가되어 추의 역할을 하도록 되어 있다. 이에 따라, 진동암의 굴곡 진동이 쉽게 이루어진다.

- <64> 또한, 압전 진동편(32)은 그 베이스부(51)의 진동암을 형성한 한쪽 단부로부터, 도 1에 있어서, 소정 거리(BL2)(베이스부 길이)를 사이에 둔 다른쪽 단부(도면에서 왼쪽 단부)에 있어서, 베이스부(51)의 폭 방향으로 연장되고, 또한 진동암(35, 36)의 양 바깥쪽 위치에서 각 진동암(35, 36)이 연장되는 방향(도 1에서 오른쪽 방향)으로, 이들 진동암(35, 36)과 평행하게 연장되어 있는 지지용 암(61, 62)을 구비하고 있다.
- <65> 이러한 압전 진동편(32)의 음차 형상의 외형과, 각 진동암에 마련하는 긴 홈은, 각각 예컨대 수정 웨이퍼 등의 재료를 불산 용액 등으로 웨트 에칭하거나, 드라이 에칭함으로써 정밀하게 형성할 수 있다.
- <66> 여진 전극(37, 38)은, 긴 홈(33, 34) 내와 각 진동암의 측면에 형성되어, 각 진동암에 대하여 긴 홈 내의 전극과 측면에 마련된 전극이 쌍을 이루도록 되어 있다. 그리고, 각 여진 전극(37, 38)은 각각 인출 전극(37a, 38a)으로서 지지용 암(61, 62)으로 인출되어 있다. 이에 따라, 압전 장치(30)를 실장 기판 등에 실장한 경우에, 외부로부터의 구동 전압이 실장 단자(41)로부터 전극부(31, 31)를 거쳐서 압전 진동편(32)의 각 지지용 암(61, 62)의 인출 전극(37a, 38a)에 전해져, 각 여진 전극(37, 38)에 전해지게 되어 있다.
- <67> 그리고, 긴 홈(33, 34) 내의 여진 전극에 구동 전압이 인가되는 것에 의해, 구동 시에 각 진동암의 긴 홈이 형성된 영역 내부의 전계 효율을 높일 수 있게 되어 있다.
- <68> 또한, 바람직하게는, 베이스부(51)에는, 베이스부(51)의 진동암쪽의 단부로부터 충분히 떨어진 위치에서, 양쪽 가장자리에 베이스부(51)의 폭 방향의 치수를 부분적으로 폭 축소하여 형성한 오목부 또는 절결부(71, 72)를 마련하고 있다. 절결부(71, 72)의 깊이는, 예컨대, 각각 근접한 진동암(35, 36)의 바깥쪽 가장자리와 일치하는 정도까지 폭 축소되면 바람직하다.
- <69> 이에 따라, 진동암(35, 36)이 굴곡 진동할 때에 진동 누설이 베이스부(51)쪽으로 누설되어 지지용 암(61, 62)에 전파되는 것을 억제하여, CI값을 낮게 억제할 수 있다.
- <70> 여기서, 본 실시예에서는, 상술한 지지용 암(61, 62)이 연장되는 부분, 즉, 베이스부(51)의 다른쪽 단부부(53)는 진동암(35, 36)의 부들기부(52)로부터 충분히 떨어진 거리(BL2)를 갖도록 되어 있다.
- <71> 이 거리(BL2)는, 바람직하게는, 진동암(35, 36)의 암 폭 치수(W2)의 크기를 초과하는 치수로 되어 있다.
- <72> 즉, 음차형 진동편의 진동암(35, 36)이 굴곡 진동할 때에, 그 진동 누설이 베이스부(51)를 향하여 전해지는 범위는, 진동암(35, 36)의 암 폭 치수(W2)와 상관이 있다. 본 발명자는 이 점에 착안하여, 지지용 암(61, 62)의 기단이 되는 부분을 적절한 위치에도 두어야 한다는 견해를 가지고 있다.
- <73> 그래서, 본 실시예에서는, 지지용 암(61, 62)의 기단이 되는 부분(53)에 대하여, 진동암의 부들기부(52)를 기점으로 하여, 진동암의 암 폭 치수(W2)의 크기에 대응한 치수를 초과하는 위치를 선택하는 것에 의해, 진동암(35, 36)으로부터의 진동 누설이 지지용 암(61, 62)쪽으로 전파되는 것을, 보다 확실하게 억제하는 구조로 할 수 있었던 것이다. 따라서, CI값을 억제하고, 또한 후술하는 지지용 암의 작용 효과를 얻기 위해서는, 53의 위치를 진동암(35, 36)의 부들기부(즉, 베이스부(51)의 일단부임)(52) 부분으로부터 상기 BL2의 거리만큼 떨어뜨리는 것이 바람직하다.
- <74> 동일한 이유에 의해, 절결부(71, 72)가 형성되는 부분도, 진동암(35, 36)의 부들기부(52) 부분으로부터 진동암(35, 36)의 암 폭 치수(W2)의 크기를 초과하는 부분으로 하는 것이 바람직하다. 이 때문에, 절결부(71, 72)는 지지용 암(61, 62)이 베이스부(51)에 대하여 일체적으로 접속되어 있는 부분을 포함하여, 이 보다 진동암에 가까운 위치에 형성된다.
- <75> 또한, 지지용 암(61, 62)은 진동에 관여하지 않기 때문에, 그 암 폭(SW)에 특별한 조건은 없지만, 지지 구조를 확실하게 하기 위해서, 진동암보다 큰 폭으로 하는 것이 바람직하다.
- <76> 이리 하여, 본 실시예에서는, 진동암의 암 폭 W2가 50 μ m 정도, 진동암끼리의 간격 MW2가 80 μ m 정도, 지지용 암(61, 62)의 폭 SW를 100 μ m 정도로 함으로써 베이스부(51)의 폭 BW2를 500 μ m로 할 수 있고, 이것은 도 17의 압전 진동편(1)의 폭과 거의 마찬가지로, 길이는 짧아, 종래와 같은 크기의 패키지에 충분히 수용할 수 있는 것이다. 본 실시예는, 그와 같은 소형화를 도모하면서, 이하와 같은 작용 효과를 얻을 수 있다.
- <77> 도 1의 압전 진동편(32)에서는, 지지용 암(61, 62)이 패키지(57)쪽에 도전성 접착제(43)에 의해 접합되어 있기 때문에, 주위 온도의 변화나 낙하 충격 등으로 인하여 그 접합 부분에 발생된 응력 변화가, 지지용 암(61, 62)의 접합 부분에서 베이스부(51)의 다른쪽 단부부(53)까지의 굴곡된 거리와, 더욱이, 거리(BL2)를 초과하는 베이스부(51)의 길이만큼의 거리를 두어 진동암(35, 36)에 영향을 거의 미치지 않고, 이 때문에, 특히 온도 특성이

양호해진다.

- <78> 또한, 이와는 반대로 굴곡 진동하는 진동암(35, 36)으로부터의 진동 누설은, 베이스부(51)를 사이에 둔 지지용 암(61, 62)에 도달할 때까지 거리(BL2)를 초과하는 베이스부(51)의 소정 길이를 사이에 두고 있기 때문에, 거의 미치지 않는다.
- <79> 여기서, 베이스부(51)의 길이가 극단적으로 짧으면, 굴곡 진동이 누설된 성분이 지지용 암(61, 62)의 전체로 퍼져, 제어가 곤란해지는 사태가 우려되지만, 본 실시예에서는 그와 같은 사태가 충분히 회피된다.
- <80> 그리고, 이러한 작용을 얻을 수 있는데 더하여, 지지용 암(61, 62)은, 도시한 바와 같이, 베이스부(51)의 다른 쪽 단부부(53)로부터 폭 방향으로 연장되고, 진동암(35, 36)의 바깥쪽에서 이 진동암과 같은 방향으로 연장되는 구성으로 했기 때문에, 전체의 크기를 소형화할 수 있다.
- <81> 또한, 본 실시예에서는, 도 1에 도시하는 바와 같이 지지용 암(61, 62)의 선단이 진동암(35, 36)의 선단보다 베이스부(51)에 가까워지도록 형성되어 있다. 이 점에서, 압전 진동편(32)의 크기를 소형화할 수 있다.
- <82> 또한, 도 17의 구성과 비교하여, 용이하게 이해되는 바와 같이, 도 17에서는, 서로 근접한 인출 전극(5)과 인출 전극(6)에 도전성 접촉제(7, 8)를 도포하여 접합하는 구조이므로, 이들이 접촉되지 않도록 단락을 피하여 매우 좁은 범위에 접촉제를 도포(패키지층)하거나, 접합 후에도 경화 전에 접촉제가 흘러 단락되지 않도록 하면서 접합 공정을 실행하지 않으면 안되어, 용이한 공정이 아니었다.
- <83> 이에 대하여, 도 1의 압전 진동편(32)에서는, 서로 패키지(57)의 폭 방향으로 떨어진 지지용 암(61, 62) 각각의 중간 부근에 대응하는 전극부(31, 31)에, 도전성 접촉제(43, 43)를 도포하면 되기 때문에, 상술한 바와 같은 곤란함이 거의 없고, 또한, 단락의 걱정도 없는 것이다.
- <84> 도 3 및 도 4는 본 실시예의 압전 진동편(32)의 온도 특성을 나타내는 그래프이며, 도 3은 온도-CI값 특성, 도 4는 온도-주파수 특성을 나타내고 있다.
- <85> 도시하는 바와 같이, 도 4의 온도-주파수 특성에 있어서는, 종래와 같이 특별히 문제가 없을 뿐만 아니라, 도 3의 온도-CI값 특성에 대해서는 도 19와 비교하면 용이하게 이해되는 바와 같이, 대단히 양호하게 되어 있다.
- <86> (실시예 2 및 3)
- <87> 도 5와 도 6은 압전 진동편의 실시예 2, 실시예 3을 각각 나타내고 있고, 이들 실시예는 지지용 암의 일부에 강성을 낮게 한 구조를 채용한 예이다. 이들 도면에 있어, 도 1 및 도 2에서 설명한 압전 진동편(32)과 공통되는 부분에는, 동일한 부호를 부여하고 중복되는 설명은 생략하며, 이하, 차이점을 중심으로 설명한다.
- <88> 이들 실시예에서는, 상술한 강성을 낮게 한 구조가, 모두 베이스부(51)와 접합 부분인 도전성 접촉제(43) 사이의 위치에 마련되어 있다. 이에 따라, 진동암의 굴곡 진동에 의한 진동 누설이 지지용 암에 미친 경우에도, 접합 부분에 전해지는 것을 확실히 저감할 수 있는 것이다.
- <89> 도 5에 있어서, 압전 진동편(32-1)에서는, 강성을 낮게 한 구조가 각 지지용 암(61-1, 62-1)의 도중에 형성된 폭 축소부(77, 77)이다.
- <90> 즉, 각 지지용 암(61-1, 62-1)에서는, 그 길이 방향의 중간 부근을 향하여 암 폭이 서서히 폭 축소되어 있고, 이 중간 부근은 가장 폭이 좁은 폭 축소부로 되어있다. 이 때문에, 이 폭 축소부(77, 77)는 지지용 암의 강성이 가장 낮은 부분으로 되어 있고, 전파된 왜곡은 여기에 집중되기 쉽기 때문에, 도전성 접촉제(43, 43) 부분까지 진동 누설이 전해지기 어려운 구조로 할 수 있다. 더구나, 이와 같은 폭 축소부(77, 77)는 압전 진동편(32-1)의 외형 형성 시에 에칭 등의 수법에 의해 용이하게 형성할 수 있다.
- <91> 도 6에 있어서, 압전 진동편(32-2)에서는, 강성을 낮게 한 구조가 각 지지용 암(61-2, 62-2)의 도중에 형성된 절결부(75, 75)와 절결부(76, 76)이다. 지지용 암(61-2)과 지지용 암(62-2)은 같은 구조이므로, 지지용 암(61-2)에 대해서만 설명하면, 지지용 암(61-2)의 바깥쪽으로부터 폭 방향으로 절결한 절결부가 절결부(75)이며, 내측으로부터 폭 방향으로 절결한 절결부가 절결부(76)이다.
- <92> 절결부(75)와 절결부(76)는 양쪽에 마련한 쪽이, 진동암(35, 36)의 굴곡 진동의 누입을 보다 확실하게 방지할 수 있지만, 한개이더라도 진동의 누입을 저감하는 효과를 얻을 수 있다.
- <93> 또한, 절결부(75, 76)는 양쪽에 형성하면, 그 만큼 지지용 암(61-2)의 강성이 저하되지만, 어느쪽이든 한개이면 큰 강도의 저하는 없다.

- <94> 즉, 진동의 누입 방지 기능을 중시하는 경우에는, 절결부(75, 76)를 양쪽에 마련한 쪽이 좋고, 지지용 암(61-2) 자체의 강도를 중시하는 경우에는 어느쪽이든 한개를 형성하면 좋다. 또한, 이러한 절결부(75, 76)는 압전 진동편(32-2)의 외형 형성 시에 에칭 등의 수법에 의해 용이하게 형성할 수 있다.
- <95> (실시예 4)
- <96> 도 7 및 도 8은 본 발명의 압전 장치의 실시예 4를 나타내고 있고, 도 7은 그 개략 평면도, 도 8은 도 7의 B-B선 절단 단면도이다. 또한, 도 9는 도 7의 압전 진동편(32)의 상세를 설명하기 위한 확대 평면도, 도 10은 도 7의 진동암 부분에 관한 C-C선 절단 단면도이다.
- <97> 이들 도면에 나타내는 압전 장치(30-1) 및 그 일부의 구성 중, 도 1에서 설명한 압전 장치(30)와 동일한 부호를 부여한 부분은 공통되는 구성이므로, 중복되는 설명은 생략하며, 이하, 차이점을 중심으로 설명한다.
- <98> 패키지(57-1)는, 도 7 및 도 8에 도시하는 바와 같이 예컨대, 직사각형의 상자 형상으로 형성되어 있고, 도 1의 패키지(57)와 서로 다른 점은, 제 1 기관(54)과, 제 2 기관(55)과, 제 3 기관(56)의 3개의 기관을 적층하여 형성되어 있는 점이다.
- <99> 패키지(57-1)의 바닥부에는 제조 공정에 있어서 가스를 배출하기 위한 관통 구멍(27)을 갖고 있다. 관통 구멍(27)은 제 1 기관(54)에 형성된 제 1 구멍(25)과, 제 2 기관(55)에 형성되고 상기 제 1 구멍(25)보다 작은 외경을 가지며 제 1 구멍(25)과 연통된 제 2 구멍(26)으로 형성되어 있다.
- <100> 그리고, 관통 구멍(27)에는 밀봉재(28)가 충전되는 것에 의해, 패키지(57-1) 안이 기밀 상태가 되도록 구멍이 밀봉되어 있다.
- <101> 패키지(57-1)의 제 2 기관(55)에 형성한 각 전극부(31-1, 31-2, 31-1, 31-2) 위에는, 도전성 접착제(43, 43, 43)를 이용하여, 압전 진동편(32-3)의 지지용 암(61, 62)의 후술하는 인출 전극 형성 부분을 탑재 배치하여 접합하고 있다.
- <102> 이 때문에, 도 1의 압전 장치(30)보다 압전 진동편(32-3)을 접합하는 접합 강도가 우수하다.
- <103> 여기서, 지지용 암(61)과 지지용 암(62)은 동일한 형상이므로, 지지용 암(61)에 대하여 도 9를 참조하면서 설명하면, 안정된 지지 구조를 얻기 위해서, 그 길이 치수 u 는 압전 진동편(32-3)의 전장 a 에 대하여 60 내지 80 퍼센트로 할 필요가 있다.
- <104> 또한, 도시는 생략하지만, 지지용 암(61)의 접합 부분과 베이스부(51) 사이가 되는 부분의 일부에, 강성을 저하시킨 부분 내지 구조, 예컨대, 도 6에서 설명한 부호 75, 76으로 설명한 구조와 같이, 절결부 또는 폭 축소부 등을 마련하도록 하더라도 좋다. 이에 따라, CI값의 저감 등을 기대할 수 있다.
- <105> 또한, 지지용 암(61, 62)의 바깥쪽 코너부(61a, 62a)는, 각각 내측에 볼록부 또는 바깥쪽으로 볼록한 R 형상으로 챔퍼링(chamfering)함으로써, 부서지거나 하는 손상을 방지하고 있다.
- <106> 지지용 암과의 접합 부분은, 예컨대, 한쪽의 지지용 암(61)에 대해서, 도 7에서 설명한 바와 같이, 압전 진동편(32-3)의 길이 치수의 중심 위치(G)에 해당하는 부분을 한개만 선택할 수도 있다. 그러나, 본 실시예와 같이, 상기 중심 위치를 사이에 두고 해당 중심 위치로부터 등거리 떨어진 2점을 골라 전극부(31-1, 31-2)를 설정하여 접합하면, 보다 접합 구조가 강화되어 바람직하다.
- <107> 한개의 지지용 암에 대하여, 1점에서 접합하는 경우는, 접착제 도포 영역의 길이가 압전 진동편(32-3)의 전장 a 의 25퍼센트 이상을 확보하는 것이 충분한 접합 강도를 얻는 데에 바람직하다.
- <108> 본 실시예와 같이, 2점의 접합 부분을 마련하는 경우에는, 접합 부분끼리의 간격을 압전 진동편(32-3)의 전장 a 의 25퍼센트 이상으로 하는 것이 충분한 접합 강도를 얻는 데에 바람직하다.
- <109> 또, 각 전극부(31-1, 31-2, 31-1, 31-2) 중, 적어도 1조의 전극부(31-1, 31-2)는 패키지 이면의 실장 단자(41, 41)와 도전 스루홀 등으로 접속되어 있다. 패키지(57)는, 압전 진동편(32-3)을 수용한 후에, 투명한 유리제의 덮개(40)가 밀봉재(58)를 이용하여 접합되는 것에 의해, 기밀하게 밀봉되어 있다.
- <110> 또한, 덮개(40)는, 투명한 재료가 아니고, 예컨대, 코발트 등의 금속 판체를 심(seam) 밀봉 등으로 접합하는 구조로 해도 좋다.
- <111> 도 10에 도시하는 바와 같이 압전 진동편(32-3)의 각 여진 전극(37, 38)은 크로스 배선에 의해 교류 전원에 접

속되어 있고, 전원으로부터 구동 전압으로서의 교번 전압이 각 진동암(35, 36)에 인가되게 되어 있다.

- <112> 이에 따라, 진동암(35, 36)은 서로 역상 진동이 되도록 여진되고, 기본 모드, 즉, 기본파에 있어서, 각 진동암(35, 36)의 선단측을 서로 접근·이간시키도록 굴곡 진동되게 되어 있다.
- <113> 여기서, 예컨대, 압전 진동편(32-3)의 기본파는, Q값 : 12000, 용량비(C0/C1) : 260, CI값 : 57k Ω , 주파수 : 32.768kHz(킬로헤르쯔, 이하 동일)이다.
- <114> 또한, 2차 고조파는, 예컨대, Q값 : 28000, 용량비(C0/C1) : 5100, CI값 : 77k Ω , 주파수 : 207kHz 이다.
- <115> 다음에, 본 실시예의 압전 진동편(32-3)의 바람직한 상세 구조에 대하여, 도 9 및 도 10을 참조하면서 설명한다.
- <116> 도 9에 나타내는 압전 진동편(32-3)의 각 진동암(35, 36)은 같은 형상이므로, 진동암(36)에 대하여 설명하면, 베이스부(51)로부터 각 진동암이 연장되는 기단부(T)에서는, 진동암의 폭이 가장 넓다. 그리고, 진동암(36)의 부들기부인 이 T의 위치로부터 진동암(36)의 선단측에 근소한 거리만큼 떨어진 U 부분의 사이에, 급격하게 폭이 축소되는 제 1 폭 축소부(TL)가 형성되어 있다. 그리고 제 1 폭 축소부(TL)의 종단인 U의 위치로부터, 진동암(36)의 더욱 선단측을 향한 P의 위치까지, 즉, 진동암에 대해서, CL의 거리에 걸쳐, 서서히 연속적으로 폭 축소는 제 2 폭 축소부가 형성되어 있다.
- <117> 이 때문에, 진동암(36)은 베이스부에 가까운 부들기 부근이, 제 1 폭 축소부(TL)를 마련하는 것에 의해, 높은 강성을 갖추도록 되어 있다. 또한, 제 1 폭 축소부의 종단(U)으로부터 선단을 향함에 따라서, 제 2 폭 축소부(CL)를 형성한 것에 의해, 연속적으로 강성이 낮아지도록 되어 있다. P 부분은 암 폭의 변경점(P)이며, 진동암(36)의 형태상 잘못된 위치이므로, 잘못된 위치(P)라고 표현할 수도 있다. 진동암(36)에 있어서는, 이 암 폭의 변경점(P)보다 더 선단측은 암 폭이 같은 치수로 연장되든지, 바람직하게는 도시와 같이 서서히 약간씩 확대되어 있다.
- <118> 여기서, 도 9의 긴 홈(33, 34)이 길수록 진동암(35, 36)을 형성하는 재료에 대하여 전계 효율이 향상된다. 여기서, 진동암의 전장 b에 대하여, 긴 홈(33, 34)의 베이스부(51)로부터의 길이 j가 적어도 $j/b=0.7$ 정도까지는 길게 할수록 음차형 진동편의 CI값은 내려가는 것을 알고 있다. 이 때문에, $j/b=0.5$ 내지 0.7인 것이 바람직하다. 본 실시예에서는, 도 9에 있어서, 진동암(36)의 전장 b는 예컨대 1250 μm 정도이다.
- <119> 또한, 긴 홈의 길이를 적절히 길게 하여, 충분히 CI값의 억제를 도모하도록 한 경우, 다음에 압전 진동편(32-3)의 CI값비(고조파의 CI값/기본파의 CI값)가 문제가 된다.
- <120> 즉, 기본파의 CI값이 저감되는 동시에 고조파의 CI값도 억제되어, 해당 고조파의 CI값이 기본파의 CI값보다 작아지면, 고조파에 의해 발전하기 쉬워져 버린다.
- <121> 그래서, 긴 홈을 길게 하여 CI값을 낮게 하는 것만이 아니라, 암 폭의 변경점(P)에 대해서도 진동암의 선단으로부터 마련함으로써, CI값을 저감하면서 더욱 CI값비(고조파의 CI값/기본파의 CI값)를 크게 할 수 있다.
- <122> 즉, 진동암(36)에서는 그 근본 부분, 즉, 부들기 부근이 제 1 폭 축소부(TL)에 의해 강성이 강화되어 있다. 이에 따라, 진동암의 굴곡 진동을 한층 더 안정시킬 수 있어, CI값의 억제를 도모할 수 있다.
- <123> 더구나, 제 2 폭 축소부(CL)를 마련한 것에 의해, 진동암(36)은 그 부들기 부근으로부터 선단측을 향하여 암 폭의 변경점인 잘못된 위치(P)까지 서서히 강성이 저하되고, 잘못된 위치(P)로부터 더욱 선단쪽에서는, 긴 홈(34)이 없고 암 폭을 서서히 확대시키고 있기 때문에, 강성은 선단쪽으로 감에 따라서 낮게 되어 있다.
- <124> 이 때문에, 2차 고조파에 있어서의 진동 시의 진동의 "마디(node)"를 진동암(36)의 보다 선단측에 위치시킬 수 있다고 생각되고, 이것에 의해, 긴 홈(34)을 길게 하여 압전 재료의 전계 효율을 높여 CI값을 상승시키더라도, 기본파의 CI값을 억제하면서 2차 고조파의 CI값의 저하를 초래하지 않도록 할 수 있다. 이 때문에, 도 9에 도시하는 바와 같이 바람직하게는 암 폭의 변경점(P)을 긴 홈의 선단부보다 진동암의 선단쪽에 마련함으로써, 거의 확실하게 CI값비를 크게 하여 고조파에 의한 발전을 방지할 수 있다.
- <125> 또한, 본 발명자의 연구에 의하면, 진동암의 전장 b에 대하여, 긴 홈(33, 34)의 베이스부(51)로부터의 길이를 j로 했을 때의, 상기 j/b 와, 진동암(36)의 최대폭/최소폭의 값인 암폭 폭 축소율 M과, 이들에 대응한 CI값비(제 2 고조파의 CI값/기본파의 CI값)는 상관이 있다.
- <126> 그리고, 상기 $j/b=61.5$ 퍼센트로 한 경우, 진동암(36)의 최대폭/최소폭의 값인 암폭 폭 축소율 M을 1.06보다 크

게 하는 것에 의해, CI값비를 1보다 크게 할 수 있어, 고조파에 의한 발진을 방지할 수 있는 것이 확인되어 있다.

- <127> 이와 같이 하여, 전체를 소형화하더라도, 기본파의 CI값을 낮게 억제할 수 있어, 드라이브 특성이 악화되지 않는 압전 진동편을 제공할 수 있다.
- <128> 다음에, 압전 진동편(32-3)의 보다 바람직한 구조에 대하여 설명한다.
- <129> 도 10의 치수 x로 나타내는 웨이퍼 두께, 즉, 압전 진동편을 형성하는 수정 웨이퍼의 두께는 70 μ m 내지 130 μ m가 바람직하다.
- <130> 도 9의 치수 a로 나타내는 압전 진동편(32-3)의 전장은 1300 μ m 내지 1600 μ m 정도이다. 진동암의 전장인 치수 b는 1100 내지 1400 μ m으로 하고, 압전 진동편(32-3)의 전폭 d는 400 μ m 내지 600 μ m으로 하는 것이, 압전 장치의 소형화를 위해서 바람직하다. 이 때문에, 음차 부분의 소형화를 위해, 베이스부(51)의 폭 치수 e는 200 내지 400 μ m, 지지 암의 폭 f는 30 내지 100 μ m으로 하는 것이 지지 효과를 확실하게 하기 위해서 필요하다.
- <131> 또한, 도 9의 진동암(35)과 진동암(36) 사이의 치수 k는 50 내지 100 μ m로 하는 것이 바람직하다. 치수 k가 50 μ m보다 작으면, 압전 진동편(32-3)의 외형을 후술하는 바와 같이 수정 웨이퍼를 웨트 에칭에 의해 판통시켜 형성하는 경우에, 에칭 이방성에 근거하는 이형부(irregular shaped part), 즉, 도 10의 부호 81로 나타낸 진동암 쪽 면에서의 플러스 X축 방향으로의 지느러미(fin) 형상의 볼록부를 충분히 줄이기 어렵다. 치수 k를 100 μ m 이상으로 하면 진동암의 굴곡 진동이 불안정해질 우려가 있다.
- <132> 또한, 도 10의 진동암(35)(진동암(36)도 동일)에서의 긴 홈(33)의 바깥 가장자리(outer edge)와 진동암의 바깥 가장자리의 치수 m1, m2는 모두 3 내지 15 μ m로 하면 좋다. 치수 m1, m2는 15 μ m 이하로 함으로써 전계 효율이 향상되고, 3 μ m 이상으로 함으로써 전극의 분극을 확실하게 행하는 데 유리하다.
- <133> 도 9의 진동암(36)에 있어서, 제 1 폭 축소부(TL)의 폭 치수 n이 11 μ m 이상이면 CI값의 억제에 확실한 효과를 기대할 수 있다.
- <134> 도 9의 진동암(36)에 있어서, 암 폭의 변경점(P)보다 선단쪽의 폭이 확대되고 있는 폭 확대 정도가, 진동암(36)의 암 폭이 최소로 되어 있는 부분인 해당 암 폭의 변경점(P) 부분의 폭에 대하여, 0 내지 20 μ m 정도 증가하는 것이 바람직하다. 이것을 초과하여 폭이 확대되면 진동암(36)의 선단부가 무거워져, 굴곡 진동의 안정성을 손상할 우려가 있다.
- <135> 또한, 도 10에서의 진동암(35)(진동암(36)도 동일)의 바깥쪽의 1측면에, 플러스 X축 방향으로 지느러미 형상으로 돌출되는 이형부(81)가 형성되어 있다. 이것은, 압전 진동편을 웨트 에칭하여 외형을 형성할 때에, 수정의 에칭 이방성에 의해 에칭의 잔여물로서 형성되는 것이지만, 바람직하게는, 불산과 불화암모늄에 의한 에칭액 속에서, 9 시간 내지 11 시간 에칭함으로써, 해당 이형부(81)의 돌출량 v를 5 μ m 이내로 저감하는 것이, 진동암(35)의 안정된 굴곡 진동을 얻는 데에 바람직하다.
- <136> 도 9의 치수 g로 나타내는 긴 홈의 폭 치수는 진동암의 해당 긴 홈이 형성되어 있는 영역에서, 진동암의 암 폭 C에 대하여 60 내지 90 퍼센트 정도로 하는 것이 바람직하다. 진동암(35, 36)에는 제 1 및 제 2 폭 축소부가 형성되어 있기 때문에, 암 폭 C는 진동암의 길이 방향의 위치에 따라 다르지만, 진동암의 최대폭에 대하여 긴 홈의 폭 g는 60 내지 90 퍼센트 정도가 된다. 이에 따라 긴 홈의 폭이 작아지면, 전계 효율이 내려가 CI값의 상승으로 이어진다.
- <137> 또한, 도 10의 베이스부(51)의 전장 h는, 압전 진동편(32-3)의 전장 a에 대하여 종래 30 퍼센트 정도였던 것이, 본 실시예는 절결부의 채움 등에 의해 15 내지 25 퍼센트 정도로 할 수 있어, 소형화를 실현하고 있다.
- <138> 또한, 바람직하게는, 베이스부(51)에는, 도 1의 실시예와 같이 베이스부(51)의 양쪽 가장자리에 오목부 또는 절결부(71, 72)를 마련해 두고, 그 깊이(도 9의 치수 q)는 예컨대 60 μ m 정도로 할 수 있다.
- <139> 또한, 본 실시예에서는, 패키지 치수를 소형으로 하기 위해서, 베이스부(51)의 측면과 지지용 암(61, 62)의 간격(치수 p)이 30 내지 100 μ m로 되어 있다.
- <140> 도 11은 본 실시예의 압전 진동편(32)을 이용하여 압전 발진기를 구성하는 경우의 발진 회로의 예를 나타내는 회로도이다.
- <141> 발진 회로(91)는 증폭 회로(92)와 귀환 회로(93)를 포함하고 있다.

- <142> 증폭 회로(92)는 증폭기(95)와 귀환 저항(94)을 포함하여 구성되어 있다. 귀환 회로(93)는, 드레인 저항(96)과, 콘덴서(97, 98)와, 압전 진동편(32)을 포함하여 구성되어 있다.
- <143> 여기서, 도 11의 귀환 저항(94)은, 예컨대 10MΩ 정도, 증폭기(95)는 CMOS 인버터를 이용할 수 있다. 드레인 저항(96)은, 예컨대 200 내지 900kΩ, 콘덴서(97)(드레인 용량)와 콘덴서(98)(게이트 용량)는 각각 10 내지 22pF으로 할 수 있다.
- <144> (실시예 5 내지 7)
- <145> 도 13은 본 발명의 압전 진동편의 실시예 5를 나타내는 개략 평면도이다.
- <146> 실시예 5의 압전 진동편(32-4)에 대해서, 실시예 4의 압전 진동편(32-3)과 동일한 구성에는 공통되는 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략하며, 이하, 차이점에 대하여 설명한다.
- <147> 도 13의 압전 진동편의 지지용 암(61, 62)에 있어서는, 부호 43, 43으로 나타내는 도전성 접착제의 도포 영역으로서의 접합 부분과 베이스부(51) 사이에, 강성을 낮게 한 구조로서, 절결부(75-1)와 절결부(76)를 마련하고 있다. 이 절결부(75-1)와 절결부(76)는, 각각 지지용 암의 기단 부근에서 바깥쪽의 가장자리와 안쪽의 가장자리에서 형성되어 있는 점에서는, 도 6의 실시예 3과 동일하고, 마찬가지로, 진동암(35, 36)의 굴곡 진동의 누입을 보다 확실히 방지할 수 있는 효과가 있다.
- <148> 그러나, 본 실시예에서는, 절결부(75-1)와 절결부(76)는 지지용 암(61, 62)의 각각에 대하여, 그 길이 방향의 동일한 위치에 형성되어 있는 점이 본 실시예 3과 다르다.
- <149> 또, 접합 부분은 도 1의 실시예와 같이 각 지지용 암(61, 62)에 대해 각각 한 부분으로 해도 되는 것은 말할 필요도 없다.
- <150> 도 14는 본 발명의 압전 진동편의 실시예 6을 나타내는 개략 평면도이다.
- <151> 실시예 6의 압전 진동편(32-5)에 대해서, 실시예 4의 압전 진동편(32-3)과 동일한 구성에는 공통되는 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략하며, 이하, 차이점에 대하여 설명한다.
- <152> 도 14의 압전 진동편의 지지용 암(61, 62)에 있어서는, 부호 43, 43으로 나타내는 도전성 접착제의 도포 영역으로서의 접합 부분과 베이스부(51) 사이에, 강성을 낮게 한 구조로서, 관통 구멍(86)을 갖고 있다.
- <153> 즉, 지지용 암에 마련한 관통 구멍(86)은, 진동암(35, 36)의 굴곡 진동의 누입을 저감할 수 있다는 점에서 절결부와 동일한 작용을 발휘하지만, 절결부를 마련하는 것에 의해 지지용 암에 대하여 부분적으로 필요 이상의 강성 저하가 발생된다고 생각되는 경우에는, 관통 구멍(86)을 마련하는 쪽이 보다 강성 저하가 적어 강도적으로 유리해진다.
- <154> 또, 접합 부분은, 도 1의 실시예와 같이 각 지지용 암(61, 62)에 대하여 각각 1 부분으로 해도 되는 것은 실시예 5의 경우와 동일하다.
- <155> 도 15는 본 발명의 압전 진동편의 실시예 7을 나타내는 개략 평면도이다.
- <156> 실시예 7의 압전 진동편(32-6)에 대해서, 실시예 4의 압전 진동편(32-3)과 동일한 구성에는 공통되는 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략하며, 이하, 차이점에 대하여 설명한다.
- <157> 도 15의 압전 진동편의 지지용 암(61, 62)에 있어서는, 부호 43, 43으로 나타내는 도전성 접착제의 도포 영역으로서의 접합 부분과 베이스부(51) 사이에, 강성을 낮게 한 구조로서, 세폭부(82, 83)를 갖고 있다.
- <158> 각 지지용 암(61, 62)은 같은 구조이므로, 지지용 암(61)에 대해서만 설명한다. 구체적으로는, 예컨대, 압전 진동편(32-6)의 중심 위치(G)에 대해서, 지지용 암(61)의 해당 중심 위치(G)로부터 각각 동일하게 떨어진 서로 대칭의 위치에, 폭 치수를 크게 한 접합부(84, 85)가 형성되어 있다.
- <159> 각 접합부(84, 85)에는 도시하는 바와 같이, 도전성 접착제(43, 43)가 도포되어, 패키지측으로의 접합이 행해지게 되어 있다.
- <160> 지지용 암(61)의 기단부를 제외하고, 접합부(84, 85) 이외의 영역에서는, 폭 치수를 좁히는 것에 의해 상기 세폭부(82, 83)가 형성되어 있다.
- <161> 이상의 구성에 있어서, 세폭부(82, 83)는 진동암(35, 36)의 굴곡 진동의 누입을 저감할 수 있다는 점에서, 절결

부와 동일한 작용을 발휘한다.

- <162> 또한, 도전성 접착제(43, 43)를 도포하는 영역에서는, 접합부(84, 85)와 마찬가지로 외형상 다른 영역과 다른 형상을 갖게 함으로써, 후술하는 제조 공정에서의 패키지의 압전 진동편의 접합 공정에서 화상 처리 등에 의한 공정을 실현하는 데에 있어서 유리하다.
- <163> 또한, 긴 홈(33, 34)의 베이스부(51)쪽 단부의 위치는 도 9에서 진동압(35, 36)의 부들기, 즉 T의 위치와 동일 하든지, 그보다 약간 진동압 선단쪽으로서 제 1 폭 축소부(TL)가 존재하는 범위 내인 것이 바람직하고, 특히 T의 위치보다 베이스부(51)의 기단쪽으로 들어가지 않도록 하는 것이 바람직하다.
- <164> (압전 장치의 제조 방법)
- <165> 다음에, 도 12의 플로우차트를 참조하면서, 상술한 압전 장치의 제조 방법의 일례를 설명한다. 이하의 공정에서는, 일부 실시예의 압전 진동편과 압전 장치를 제조하는 경우에 대해서만 언급하지만, 이 제조 공정은 상술한 모든 실시예에 대하여 공통된 것이다.
- <166> (덮개 및 패키지의 제조 방법)
- <167> 압전 장치(30)의 압전 진동편(32)과, 패키지(57)와, 덮개(40)는, 각각 따로따로 제조된다.
- <168> 덮개(40)는, 예컨대, 소정 크기의 유리판, 예컨대, 봉규산 유리의 판유리를 절단하여, 패키지(57)를 밀봉하는 데 적합한 크기의 덮개로서 준비된다.
- <169> 패키지(57)는, 상술한 바와 같이, 산화알루미늄 재질의 세라믹 그린 시트를 성형하여 형성되는 복수의 기관을 적층한 후, 소결하여 형성되어 있다. 성형 시에는, 복수의 각 기관은, 그 내측에 소정의 구멍을 형성하는 것에 의해, 적층한 경우에 내측에 소정의 내부 공간(S)을 형성한다.
- <170> (압전 진동편의 제조 방법)
- <171> 우선, 압전 기관을 준비하고, 한개의 압전 기관으로부터 소정수의 압전 진동편에 대하여, 동시에 그 외형을 에칭에 의해 형성한다(외형 에칭).
- <172> 여기서, 압전 기관은, 압전 재료중, 예컨대, 압전 진동편(32)을 복수 또는 다수로 분리할 수 있는 크기의 수정 웨이퍼가 사용된다. 이 압전 기관은 공정의 진행에 의해 도 9의 압전 진동편(32-3)(도 1의 압전 진동편(32) 등도 마찬가지로 제조됨)을 형성하기 때문에, 도 7 또는 도 10에 나타내는 X축이 전기축, Y축이 기계축 및 Z축이 광학축이 되도록, 압전 재료, 예컨대 수정의 단결정으로부터 잘라내는 것에 의해 이루어진다. 또한, 수정의 단결정으로부터 잘라낼 때, 상술한 X축, Y축 및 Z축으로 이루어지는 직교 좌표계에 있어서, Z축을 중심으로 시계 회전 방향으로 0도 내지 5도(도 16의 θ)의 범위에서 회전하여 잘라낸 수정 Z판을 소정의 두께로 절단 연마하여 얻어진다.
- <173> 외형 에칭에서는, 도시하지 않은 내식막 등의 마스크를 이용하여, 압전 진동편의 외형으로부터 바깥쪽의 부분으로서 노출된 압전 기관에 대해서, 예컨대, 불산 용액을 에칭액으로 하여, 압전 진동편의 외형의 에칭을 행한다. 내식막으로서, 예컨대, 크롬을 기초로 하여, 금을 증착한 금속막 등을 이용할 수 있다. 이 에칭 공정은 웨트 에칭으로서, 불산 용액의 농도나 종류, 온도 등에 의해 변화된다.
- <174> 여기서, 외형 에칭 공정에서의 웨트 에칭으로서, 도 9에 나타낸 기계축 X, 전기축 Y, 광학축 Z에 대해서, 에칭의 진행상 다음과 같은 에칭 이방성을 나타낸다.
- <175> 즉, 압전 진동편(32-3)에 관하여, 그 X-Y 평면 내에서의 에칭 레이트에 대해서는, 플러스 X 방향에서 이 X축에 대하여 120도 방향 및 마이너스 120도 방향의 면 내에서 에칭의 진행이 빠르고, 마이너스 X 방향에서 X축에 대하여 플러스 30도 방향 및 마이너스 30도 방향의 내면의 에칭의 진행 시간이 늦는다.
- <176> 마찬가지로, Y 방향의 에칭의 진행은, 플러스 30도 방향 및 마이너스 30도 방향이 빠르게 이루어지고, 플러스 Y 방향에서 Y축에 대하여 플러스 120도 방향 및 마이너스 120도 방향의 시간이 늦는다.
- <177> 이러한 에칭 진행상의 이방성에 의해, 압전 진동편(32-3)에서는, 도 10의 부호 81로 표시된 바와 같이, 각 진동압의 바깥쪽 측면에 지느러미 형상으로 돌출된 이형부가 형성된다.
- <178> 그러나, 본 실시예에서는, 에칭액으로서 불산 및 불화암모늄을 이용하여, 충분한 시간, 즉, 9 시간 내지 11 시간이라는 충분한 시간을 들여, 에칭을 행함으로써, 도 10에서 설명한 이형부(81)의 돌출량 v 가 $5\mu\text{m}$ 이내로 매우

작게 할 수 있다(ST11).

- <179> 이 공정에서, 압전 진동편(32-3)의 절결부(71, 72)를 포함하는 외형이 동시에 형성되고, 종료시에는, 수정 웨이퍼에 대하여, 각각 가는 연결부로 베이스부(51) 부근을 접촉한 다수의 압전 진동편(32-3)의 외형이 완성된 상태의 것을 얻을 수 있다.
- <180> (홈 형성을 위한 하프 에칭 공정)
- <181> 다음에, 도시하지 않은 홈 형성용 레지스트에 의해, 도 10에서 나타낸 형태가 되도록, 각 긴 홈을 사이에 둔 양쪽의 벽부를 남기도록 하고, 홈을 형성하지 않은 부분에 내식막을 남기고, 외형 에칭과 같은 에칭 조건으로 각 진동압(35, 36)의 표면과 이면을 각각 웨트 에칭함으로써, 긴 홈에 대응하는 바닥부를 형성한다(ST12).
- <182> 여기서, 도 10을 참조하면, 부호 t로 나타내는 홈 깊이는 전체 두께 x에 대하여 30 내지 45퍼센트 정도로 된다. t에 관하여, 전체 두께 x의 30퍼센트 이하이면 전계 효율을 충분히 향상시킬 수 없는 경우가 있다. 45퍼센트 이상이면 강성이 부족하여, 굴곡 진동에 악영향을 미치거나, 강도가 부족한 경우가 있다.
- <183> 또, 상기 외형 에칭 및 홈 에칭은, 그 한쪽 또는 양쪽을 드라이 에칭에 의해 형성하더라도 좋다. 그 경우에는, 예컨대, 압전 기관(수정 웨이퍼) 상에 압전 진동편(32-3)의 외형이나, 외형 형성 후에는 긴 홈에 상당하는 영역을, 그 때마다 금속 마스크를 배치하여 피복한다. 이 상태에서, 예컨대, 도시하지 않은 챔버 내에 수용하고, 소정의 진공도로 에칭 가스를 공급하고, 에칭 플라즈마를 생성하여 드라이 에칭할 수 있다. 즉, 진공 챔버(도시하지 않음)에는, 예컨대, 프레온 가스 분배와 산소 가스 분배가 접속되고, 또한, 진공 챔버에는 배기관이 마련되어, 소정의 진공도로 진공 배기시키도록 되어 있다.
- <184> 진공 챔버 안이 소정의 진공도로 진공 배기되어, 프레온 가스와, 산소 가스가 보내지고, 그 혼합 가스가 소정의 기압이 될 때까지 충전된 상태에서, 직류 전압이 인가되면 플라즈마가 발생된다. 그리고, 이온화된 입자를 포함하는 혼합 가스는 금속 마스크로부터 노출된 압전 재료에 닿는다. 이 충격에 의해 물리적으로 깎여서 흘날려 에칭이 진행된다.
- <185> (전극 형성 공정)
- <186> 다음에, 증착 또는 스퍼터링 등에 의해서 전극이 되는 금속, 예컨대, 금을 전면 에 피복하고, 이어서 전극을 형성하지 않은 부분을 노출한 레지스트를 이용하여 포토리소그래피의 수법에 의해 도 7에서 나타낸 구동용 전극을 형성한다(ST13).
- <187> 그 후, 각 진동압(35, 36)의 선단부에는 스퍼터링이나 증착에 의해 추 부착 전극(금속 피막)(21, 21)이 형성된다(ST14). 추 부착 전극(21, 21)은 통전되어 압전 진동편(32-3)의 구동에 이용되는 것이 아니라, 후술하는 주파수 조정에 이용된다.
- <188> 이어서, 웨이퍼 상에서, 주파수의 개략 조정이 행하여진다(ST15). 개략 조정은, 추 부착 전극(21, 21)의 일부를, 레이저광 등의 에너지 빔을 조사하여 부분적으로 증발시키는, 질량 삭감 방식에 의한 주파수 조정이다.
- <189> 계속해서, 상술한 웨이퍼에 대한 가는 연결부를 절취하여, 압전 진동편(32-3)을 개별적으로 형성하는 개별 조각으로 한다(ST16).
- <190> 다음에, 도 7에서 설명한 바와 같이, 패키지(57)의 각 전극부(31-1, 31-2, 31-1, 31-2)에 도전성 접착제(43, 43, 43, 43)를 도포하고, 그 위에 지지용 압(61, 62)을 탑재 배치하여, 접착제를 가열·경화시킴으로써, 패키지(57)에 대하여, 압전 진동편(32-3)을 접합한다(ST17).
- <191> 또, 이 도전성 접착제(43)로서는, 예컨대, 합성 수지 등을 이용한 바인더 성분은, 은 입자 등의 도전 입자를 혼합한 것으로, 기계적 접합과 전기적 접속을 동시에 실행할 수 있는 것이다.
- <192> 계속해서, 덮개(40)가 금속제 등이 불투명한 재료로 형성되어 있는 경우에는, 도 8에서 설명한 관통 구멍(27)은 마련되지 않는다. 그리고, 압전 진동편(32-3)에 대하여, 구동 전압을 인가하여, 주파수를 보면서, 예컨대, 레이저광을 압전 진동편(32-3)의 진동압(35) 및/또는 진동압(36)의 추 부착 전극(21)의 선단쪽에 조사하여, 질량 삭감 방식에 의해 미세 조정으로서의 주파수 조정을 행한다(ST18-1).
- <193> 이어서, 진공 속에서 심 용접 등에 의해 덮개(40)를 패키지(57)에 접합하고(ST19-1), 필요한 검사를 거쳐서 압전 장치(30)가 완성된다.
- <194> 또는, 패키지(57)를 투명한 덮개(40)로 밀봉하는 경우에는, 압전 진동편(32-3)의 ST17에서의 접합 후에, 해당

덮개(40)를 패키지(57)에 접합한다(ST18-2).

- <195> 이 경우, 예컨대, 저융점 유리 등을 가열하여, 덮개(40)를 패키지(57)에 접합하는 가열 공정이 행하여지지만, 이 때에, 저융점 유리나 도전성 접착제 등으로부터 가스가 생성된다. 그래서, 가열에 의해, 이러한 가스를 도 8에서 설명한 관통 구멍(27)으로부터 배출하고(가스 배기),
- <196> 그 후, 진공 속에서 단부(29)에 금속, 보다 바람직하게는, 금 게르마늄 등으로 이루어지는 금속 구체(metal ball)나 공(pellet)을 배치하고, 레이저광 등을 조사하여 용융한다. 이에 따라 도 8의 금속 충전재(28)가 관통 구멍(27)을 기밀하게 밀봉한다(ST19-2).
- <197> 이어서, 도 8에서 도시하는 바와 같이, 유리 등으로 이루어지는 투명한 덮개(40)를 투과하도록 외부로부터 레이저광을 압전 진동편(32-3)의 진동암(35) 및/또는 진동암(36)의 추 부착 전극(21)의 선단쪽에 조사하여, 질량 삭감 방식에 의해 미세 조정으로서의 주파수 조정을 행한다(ST20-2). 이어서, 필요한 검사를 거쳐서 압전 장치(30)가 완성된다.
- <198> 본 발명은 상술의 실시예로 한정되지 않는다. 각 실시예의 각 구성은 이들을 적절히 조합하거나, 생략하고, 도시하지 않은 다른 구성과 조합할 수 있다.
- <199> 또한, 본 발명은, 상자 형상의 패키지에 압전 진동편을 수용한 것으로 한정되지 않고, 실린더 형상의 용기에 압전 진동편을 수용한 것, 압전 진동편을 자이로 센서로서 기능하도록 한 것, 더욱이, 압전 진동자, 압전 발진기 등의 명칭에 관계없이, 압전 진동편을 이용한 모든 압전 장치에 적용할 수 있다. 또한, 압전 진동편(32)으로서 한 쌍의 진동암을 형성하고 있지만, 이것으로 한정되지 않고, 진동암은 3개라도 좋고, 4개 이상이라도 좋다.

발명의 효과

- <200> 상술한 본 발명에 의하면, 소형화를 진행시키는 데에 있어서, 주위 온도의 변화에 대한 특성이 양호한 압전 진동편과, 압전 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 압전 장치의 실시예 1을 나타내는 개략 평면도,
- <2> 도 2는 도 1의 A-A선 절단 단면도,
- <3> 도 3은 도 1의 압전 장치에 사용되는 압전 진동편의 온도-CI값 특성을 나타내는 그래프,
- <4> 도 4는 도 1의 압전 장치에 사용되는 압전 진동편의 온도-주파수 특성을 나타내는 그래프,
- <5> 도 5는 도 1의 압전 진동편의 실시예 2를 나타내는 개략 평면도,
- <6> 도 6은 도 1의 압전 진동편의 실시예 3을 나타내는 개략 평면도,
- <7> 도 7은 압전 장치의 실시예 4를 나타내는 개략 평면도,
- <8> 도 8은 도 7의 B-B선 절단 단면도,
- <9> 도 9는 실시예 4에 따른 압전 진동편의 개략 확대 평면도,
- <10> 도 10은 도 7의 진동암 부분의 C-C선 절단 단면도,
- <11> 도 11은 도 7의 압전 진동편을 이용한 발진 회로의 예를 나타내는 회로도,
- <12> 도 12는 본 발명의 압전 장치의 제조 방법의 일례를 나타내는 플로우차트,
- <13> 도 13은 실시예 5에 따른 압전 진동편의 개략 확대 평면도,
- <14> 도 14는 실시예 6에 따른 압전 진동편의 개략 확대 평면도,
- <15> 도 15는 실시예 7에 따른 압전 진동편의 개략 확대 평면도,
- <16> 도 16은 수정 Z판의 좌표축을 도시한 도면,
- <17> 도 17은 종래의 압전 진동편의 개략 평면도,
- <18> 도 18은 도 17의 압전 장치에 사용되는 압전 진동편의 온도-주파수 특성을 나타내는 그래프,

<19> 도 19는 도 17의 압전 장치에 사용되는 압전 진동편의 온도-CI값 특성을 나타내는 그래프.

<20> 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

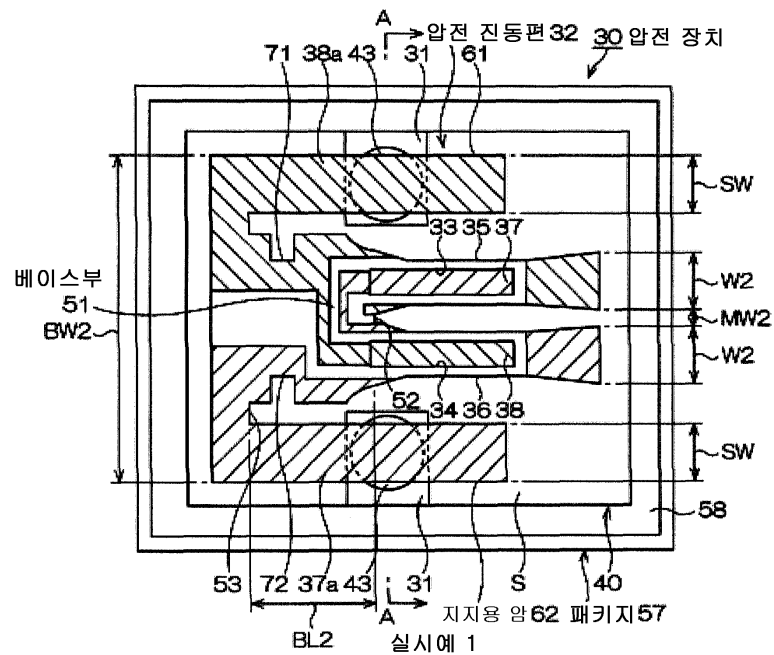
<21> 30 : 압전 장치 32 : 압전 진동편

<22> 33, 34 : 긴 흙 35, 36 : 진동암

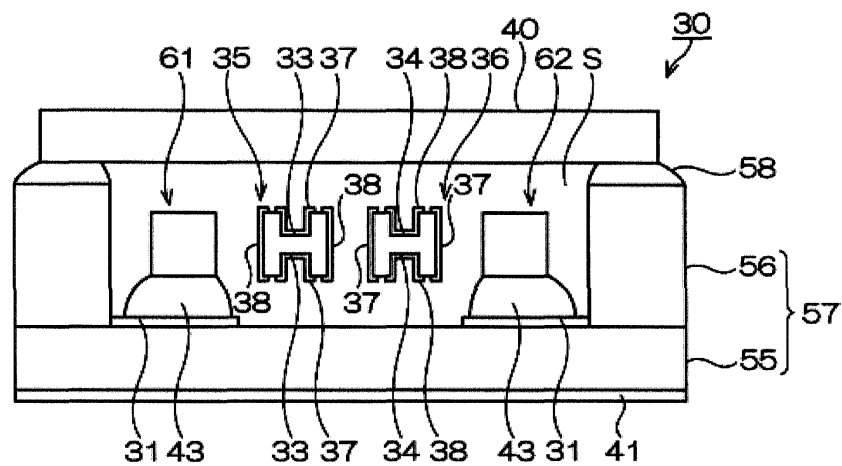
<23> 61, 62 : 지지용 암

도면

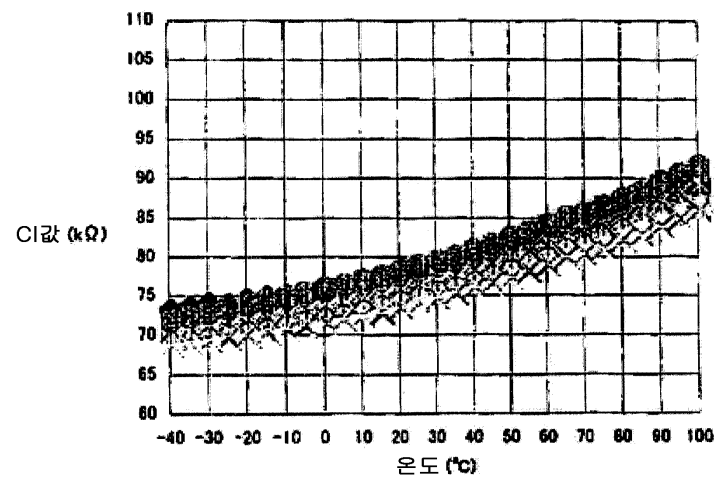
도면1



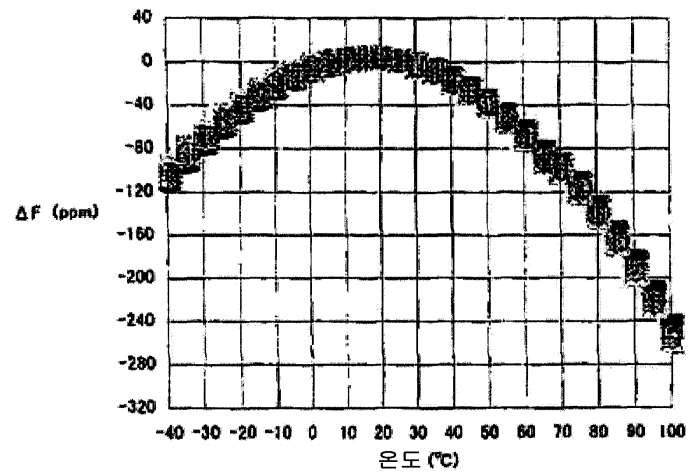
도면2



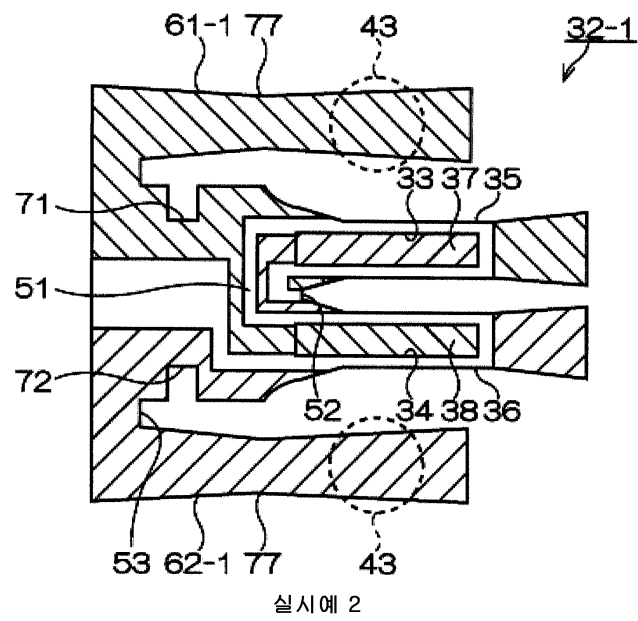
도면3



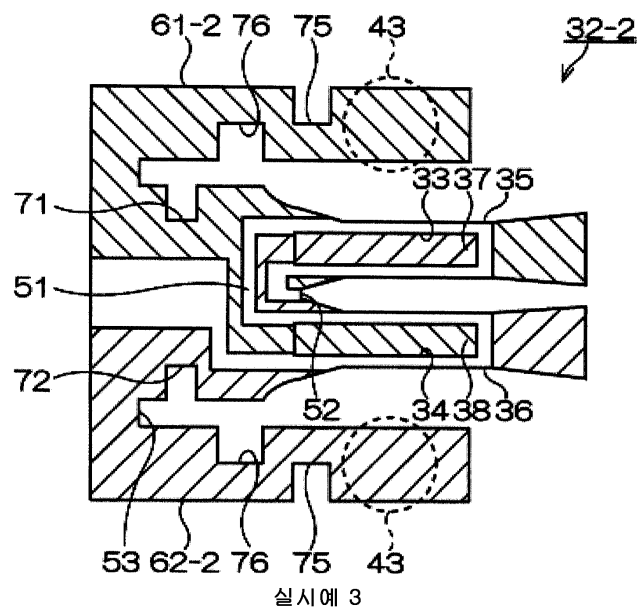
도면4



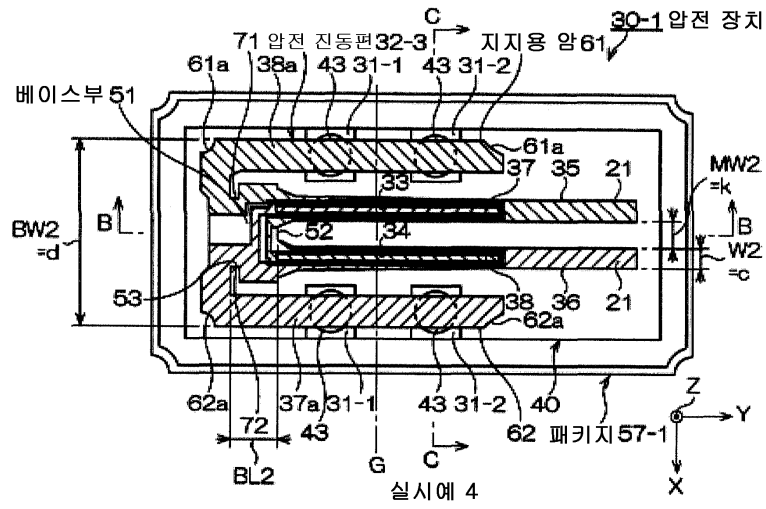
도면5



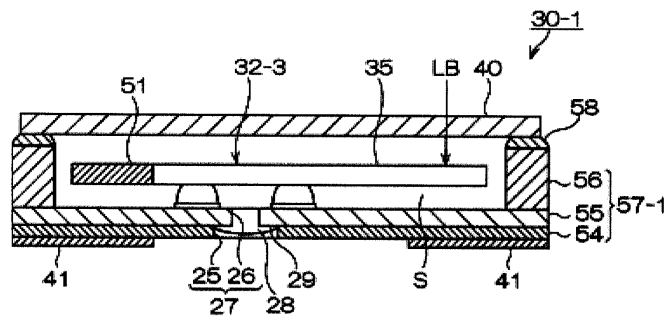
도면6



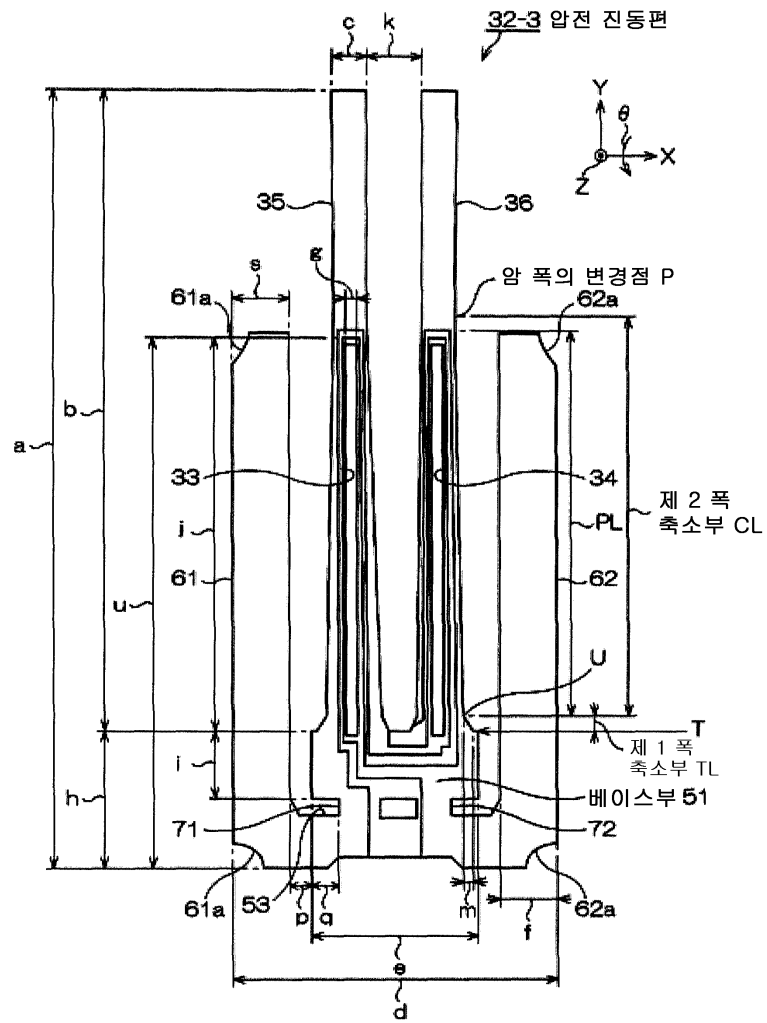
도면7



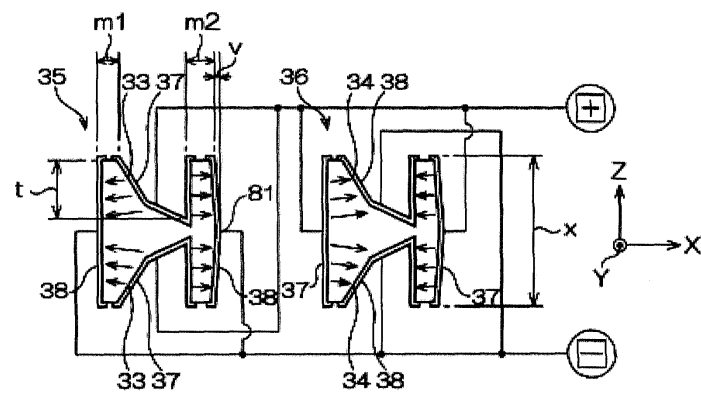
도면8



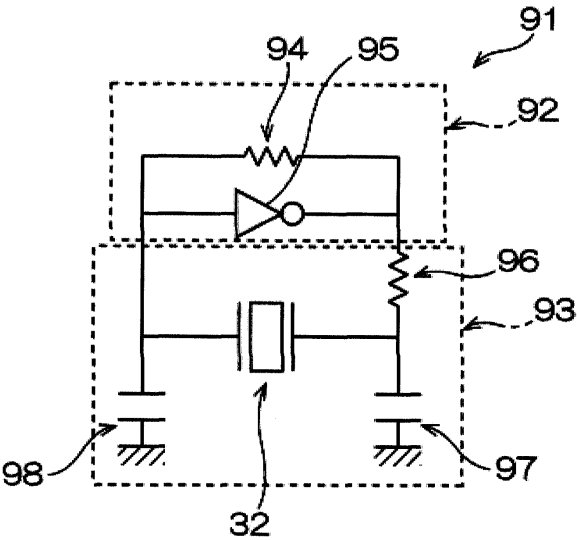
도면9



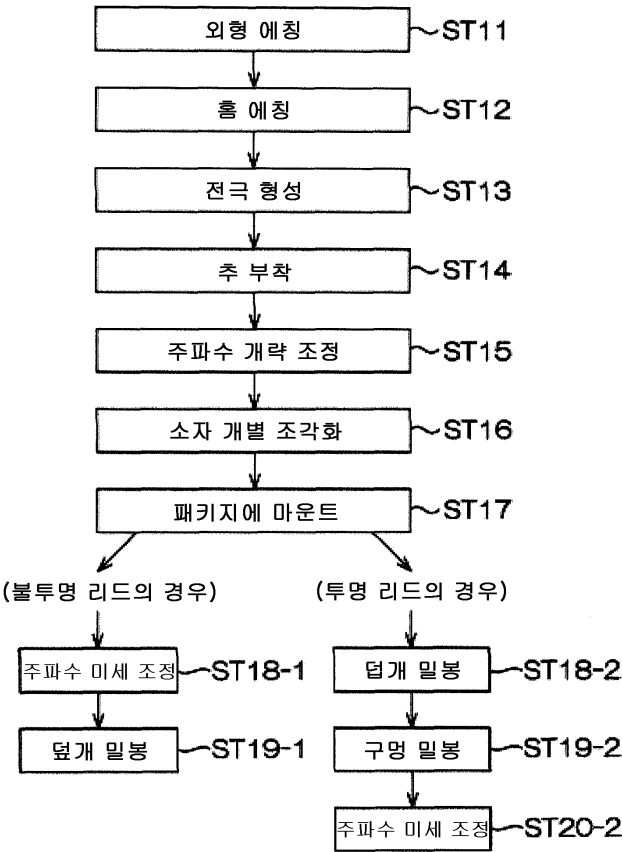
도면10



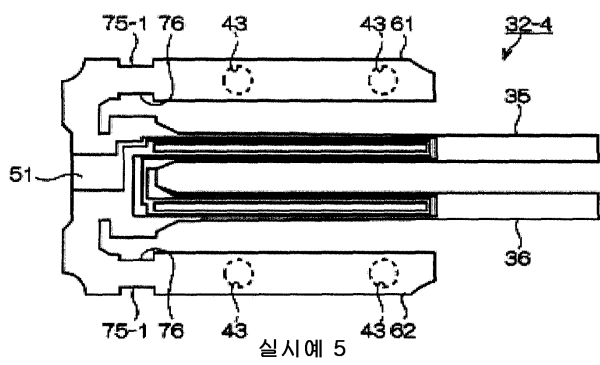
도면11



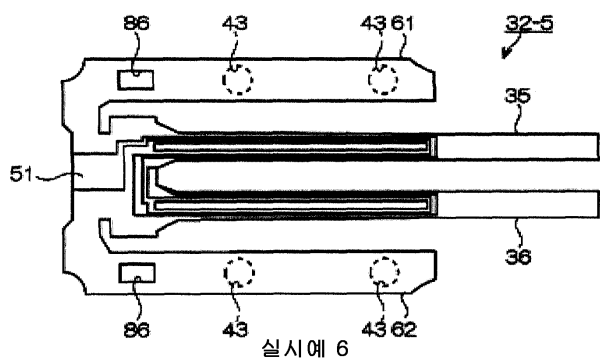
도면12



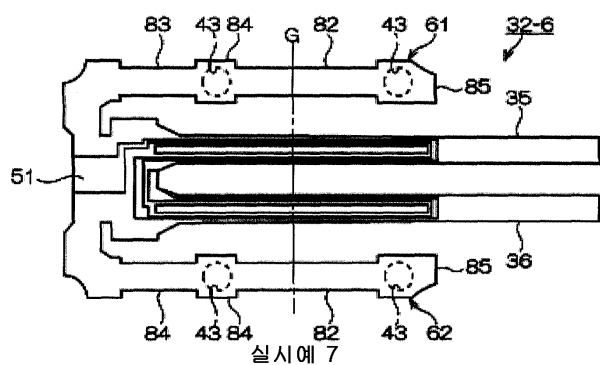
도면13



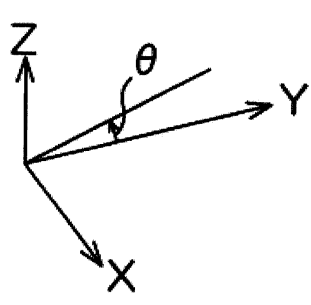
도면14



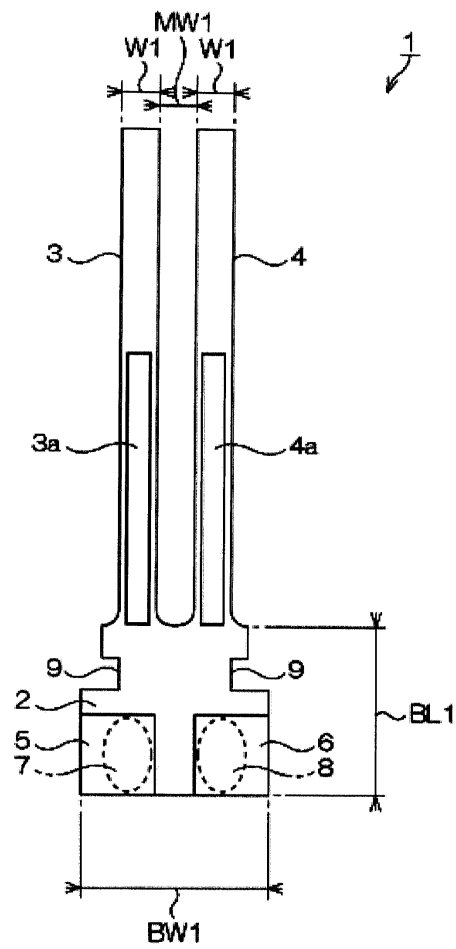
도면15



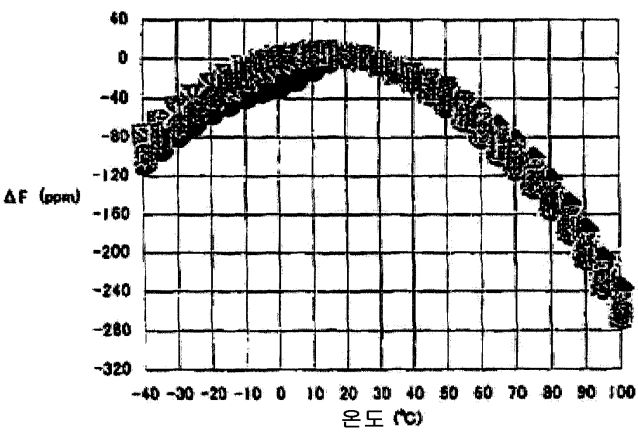
도면16



도면17



도면18



도면19

