



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0084843  
(43) 공개일자 2011년07월26일

(51) Int. Cl.

G01P 15/09 (2006.01) G01P 15/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0004559

(22) 출원일자 2011년01월17일

심사청구일자 2011년01월17일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-007860 2010년01월18일 일본(JP)

(71) 출원인

세이코 엡슨 가부시카가이샤

일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1

(72) 발명자

와타나베 준

일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반 5고 세이코 엡슨 가부시카가이샤 내

나카센도 가즈유키

일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반 5고 세이코 엡슨 가부시카가이샤 내

(74) 대리인

특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 9 항

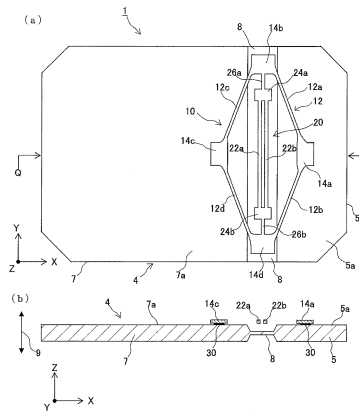
(54) 가속도센서 및 가속도 검출장치

(57) 요약

[과제] 구조가 단순하고, 제조비용의 저감이 가능하며, 또한 작은 가속도를 감도 좋게 검출하는 가속도센서를 얻는다.

[해결수단] 가속도센서는, 압전센서(10)와, 지지기판(4)을 구비하고, 압전센서(10)는 압전센서요소(20)와, 이것을 지지기판상에 지지하기 위한 피고정부(14a), 피고정부(14c)와, 압전센서요소에 대해서 피고정부(14a 및 14c)를 각각 연결하는 제1 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)를 구비하며, 지지기판은 피고정부(14a)를 지지하는 고정 축의 제1 기판편(5)과, 피고정부(14c)를 지지하는 가동 축의 제2 기판편(7)과, 힌지부(8)를 구비하고, 압전센서요소는 검지축 방향(9)과 직교하는 방향으로 연장하는 가늘고 긴 구성이며, 또한 센서요소의 짧은 길이방향 중심부가 힌지부의 짧은 길이방향 폭 내에 위치한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

압전센서와, 이 압전센서를 지지하는 제1 지지면 및 제2 지지면을 가진 지지기판을 구비하고,

상기 압전센서는 검지축(檢知軸) 방향의 힘에 따른 전기신호를 생성하는 압전센서요소와, 상기 압전센서요소를 상기 지지기판상에 지지하기 위해서 상기 제1 지지면 및 제2 지지면에 각각 고정되는 제1 피고정부 및 제2 피고정부와, 상기 압전센서요소에 대해서 상기 제1 피고정부 및 상기 제2 피고정부를 각각 연결하는 제1 내지 제4 대들보를 구비하고,

상기 지지기판은 상기 제1 피고정부를 고정하는 상기 제1 지지면을 가지는 고정 축의 제1 기판편과, 이 제1 지지면의 면방향으로 병설되고, 또한 상기 제2 피고정부를 지지하는 상기 제2 지지면을 구비한 가동 축의 제2 기판편과, 상기 제1 기판편과 상기 제2 기판편의 대향하는 측단 가장자리 사이를 연결하여 이 제2 기판편을 두께 방향으로 요동시키는 힌지부를 구비하며,

상기 압전센서요소는 상기 검지축 방향과 직교하는 방향으로 연장하는 가늘고 긴 구성이고, 또한 이 센서요소의 짧은 길이방향 중심부가 상기 힌지부의 짧은 길이방향 폭 내에 위치하도록 상기 힌지부의 길이방향을 따라서 상기 지지면으로부터 이간(離間)배치되어 있으며,

상기 제1 대들보는 상기 제1 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 일단부를 연결하고,

상기 제2 대들보는 상기 제1 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 타단부를 연결하며,

상기 제3 대들보는 상기 제2 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 일단부를 연결하고,

상기 제4 대들보는 상기 제2 피고정부와 상기 압전센서요소의 다른 쪽의 단부를 연결하는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 지지면 및 제2 지지면과 직교하는 방향에서 본 상기 제1 내지 제4 대들보는 각각 전체 길이에 걸쳐 동일 폭의 가는 폭의 띠 모양을 이루고 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

### 청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 제1 기판편 및 상기 제2 기판편과 상기 힌지부가 일체적으로 형성되고, 또한 상기 제1 기판편의 상기 제1 지지면과 상기 제2 기판편의 상기 제2 지지면이 동일 평면상에 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

### 청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전센서요소의 짧은 길이방향 중심부의 위치가 상기 힌지부의 짧은 길이방향 폭 중심부와 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

### 청구항 5

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 직선 모양이며,

상기 제1 피고정부에서 상기 제1 대들보와 상기 제2 대들보가 이루는 각도 및 상기 제2 피고정부에서 상기 제3 대들보와 상기 제4 대들보가 이루는 각도는 각각 둔각(鈍角)인 것을 특징으로 하는 가속도센서.

### 청구항 6

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 'L'자 모양이며,

상기 제1 대들보와 상기 제2 대들보 및 상기 제3 대들보와 상기 제4 대들보는 각각 'ㄱ'자 모양으로 연결하고 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

**청구항 7**

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 원호 모양이며,

상기 제1 대들보와 상기 제2 대들보 및 상기 제3 대들보와 상기 제4 대들보는 각각 반원 모양, 반(半)타원 모양 혹은 반장원(半長圓) 모양으로 연결하고 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

**청구항 8**

청구항 1 내지 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 피고정부의 적어도 일부는 상기 제1 및 제2 대들보의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출하고, 상기 제2 피고정부의 적어도 일부는 상기 제3 및 제4 대들보의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출한 구성을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 가속도센서.

**청구항 9**

청구항 1 또는 2에 기재한 가속도센서와,

상기 가속도센서의 압전센서요소를 여진(勵振)하는 발진회로와, 상기 발진회로의 출력주파수를 카운트하는 카운터와, 상기 카운터의 신호를 처리하는 연산회로를 가지는 IC를 구비한 것을 특징으로 하는 가속도 검출장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 가속도센서 및 가속도 검출장치에 관한 것이고, 특히 가속도가 가해졌을 때에 발생하는 힘의 방향을 변환함과 아울러, 상기 힘을 증대하도록 개선한 가속도센서 및 가속도 검출장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 압전(壓電)진동소자를 사용한 가속도센서는 압전진동소자에 검출축 방향의 힘이 작용하면 압전진동소자의 공진 주파수가 변화하고, 당해 공진주파수의 변화로부터 가속도센서에 인가되는 가속도를 검출하도록 구성되어 있다.

[0003] 특허문헌 1에는 프레임 모양의 평행사변형 프레임의 한쪽의 대각(對角)에 쌍음차(雙音叉)형 진동소자를 집합하고, 다른 쪽의 대각에 압축력 또는 신장력을 가하는 구성의 가속도계 및 제조방법이 개시되어 있다.

[0004] 이 가속도계는, 도 7의 단면도에 나타내는 바와 같이, 검지축(119)을 따라서 가동하는 매스(116)가 굴곡부(118)에 의해서 지지체(117)에 결합되도록 구성되어 있다. 매스(116)와 지지체(117)와의 사이에 접속된 한 쌍의 힘 검지 크리스탈(121, 122)은 가해진 힘에 따라 주파수가 변동한다. 이들의 힘 검지 크리스탈(121, 122)은 주파수 발전기(123, 124)에서 여진(勵振)되고, 2개의 발전기의 신호가 가산회로(126)에 입력되어, 2개의 주파수의 차이에 대응한 출력신호를 출력한다.

[0005] 가속도계는 수정(水晶)(석영결정) 등으로 형성된 5개의 디스크 모양 소자가 검지축을 따라 서로 적층되어 구성되어 있다. 즉, 가속도계는, 도 8에 나타내는 중앙소자(127)와, 중앙소자(127)의 양측에 배치되는 도 9에 나타내는 한 쌍의 트랜스듀서(transducer) 소자(128)와, 이들 트랜스듀서 소자(128)의 양외측의 한 쌍의 덮개(도시 생략)를 가지고 있다. 여기서, 도 8의 (a)는 중앙소자(127)의 평면도이며, 도 8의 (b)는 Q-Q에서의 단면도이다.

[0006] 중앙소자(127)는, 도 8에 나타내는 바와 같이 고정부(134)와, 질량을 가지는 가동부(진성(震性) 매스)(133)를 구비하고 있다. 가동부(133)는 검지축에 대하여 수직으로 연장한 힌지축(137)의 둘레에 가동할 수 있도록 한 쌍의 굴곡부(136)에 의해서 고정부(134)에 장착되어 있다. 가동부(133)와 고정부(134)는 이고정부(134)가 장착되는 재치(載置)링(139)의 내부에 배치된다. 격리링(141)은 이 재치링(139)의 외측에 동심적으로 배치되어 있고,

플렉서블한 암이 재치링(139)과 격리링(141)을 접속하고 있다. 중앙소자는 일체 구조로서 형성되어 있다.

[0007] 트랜스듀서 소자(128)는, 도 9의 평면도에 나타내는 바와 같이 재치링(146)을 가지고, 이 내부에는 힘 검지소자(크리스탈)(147)와 결합 플레이트(148)가 배치된다. 힘 검지소자(147)는 4개의 링크(152)로 이루어지는 사변형 프레임(149)의 한쪽이 서로 마주보는 대각에 쌍음차형 압전진동소자(151)를 연접(連接)하고, 다른 쪽이 서로 마주보는 대각에 패드(154, 156)를 구비하고 있다. 한쪽의 패드(154)는 결합 플레이트(148)와 일체적으로 형성되고, 다른 쪽의 패드(156)는 재치링(146)과 일체적으로 형성되어 있다.

[0008] 2개의 트랜스듀서 소자(128)의 각 결합 플레이트(148)는 중앙소자(127)의 가동부(133)의 양(兩) 주표면(138)과 접촉체에 의해서 결합되고, 트랜스듀서 소자의 재치링(146)은 접촉체에 의해서 중앙소자(127)의 재치링(139)에 접합된다.

[0009] 2개의 덮개는 그 한쪽의 측에 오목부를 가진 원형으로 형성되고, 밀폐구조로 이루어지지만, 내부에 가스를 넣어 제동 플레이트로서도 기능한다. 오목부는 각 트랜스듀서 소자(128)에 면하고 있으며, 덮개의 주변은 접촉체에 의해서 트랜스듀서 소자(128)의 재치링(146)에 접합되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본국 특허 제2851566호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0011] 그렇지만, 특허문헌 1에 공개되어 있는 가속도계는, 1개의 중앙소자(127)와, 2개의 트랜스듀서 소자(128)와, 2개의 덮개를 이용하여 구성되어, 부품점수가 너무 많다고 하는 문제가 있었다. 또한, 중앙소자(127) 및 트랜스듀서 소자(128)는 매우 복잡한 구조를 하고 있고, 이들의 소자의 제품 수율도 낮은 것이 상정되며, 조립된 가속도계의 조정에 많은 공정수를 요할 우려도 있어, 가속도계의 비용도 매우 고가가 된다고 하는 문제가 있었다.

[0012] 또, 가속도계 내부에 제동용 가스가 봉입(封入)되어 있으므로, 트랜스듀서 소자(128)의 진동소자(151)의 Q값이 열화하여, 여진하기 어렵다고 하는 문제가 있었다.

[0013] 본 발명은 상기 문제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 구조가 단순하고 가속도 검출감이 높으며, 제조비용의 저감이 가능한 가속도센서 및 가속도 검출장치를 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0014] 본 발명은 상기의 과제 중 적어도 일부를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 이하의 형태 또는 적용예로서 실현하는 것이 가능하다.

[적용예 1] 본 발명의 가속도센서는, 압전센서와, 이 압전센서를 지지하는 제1 지지면 및 제2 지지면을 가진 지지판을 구비하고, 상기 압전센서는 검지축 방향의 힘에 따른 전기신호를 생성하는 압전센서요소와, 상기 압전센서요소를 상기 지지기판상에 지지하기 위해서 상기 제1 및 제2 지지면에 각각 고정되는 제1 피고정부 및 제2 피고정부와, 상기 압전센서요소에 대해서 상기 제1 피고정부 및 상기 제2 피고정부를 각각 연결하는 제1 내지 제4 대들보를 구비하고, 상기 지지기판은 상기 제1 피고정부를 고정하는 상기 제1 지지면을 가지는 고정 측의 제1 기판편과, 이 제1 지지면의 면방향으로 병설되고, 또한 상기 제2 피고정부를 지지하는 상기 제2 지지면을 구비한 가동 측의 제2 기판편과, 상기 제1 기판편과 상기 제2 기판편의 대향하는 측단 가장자리 사이를 연결하여 이 제2 기판편을 두께방향으로 요동시키는 힌지부를 구비하고, 상기 압전센서요소는 상기 검지축 방향과 직교하는 방향으로 연장하는 가늘고 긴 구성이며, 또한 이 센서요소의 짧은 길이방향 중심부가 상기 힌지부의 짧은 길이방향 폭 내에 위치하도록 상기 힌지부의 길이방향에 따라서 상기 지지면으로부터 이간배치되어 있으며, 상기 제1 대들보는 상기 제1 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 일단부를 연결하고, 상기 제2 대들보는 상기 제1 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 타단부를 연결하며, 상기 제3 대들보는 상기 제2 피고정부와 상기 압전센서요소의 길이방향 일단부를 연결하고, 상기 제4 대들보는 상기 제2 피고정부와 상기 압전센서요

소의 다른 쪽의 단부를 연결하는 것을 특징으로 하는 가속도센서이다.

- [0016] 이상과 같이, 지지기관은 고정 측의 평판 모양의 제1 기관편과, 가동 측의 평판 모양의 제2 기관편과, 양자를 연결하는 힌지로 이루어진다. 상기 압전센서는 제1 내지 제4 대들보가 평행사변형의 프레임부를 형성하고, 그 한쪽의 대각에 제1 피고정부 및 제2 피고정부를 가지며, 다른 대각에 압전센서요소가 연결된 구성이다. 이 때문에, 양자 모두 평판 모양의 압전기관을 이용하고, 포토리소그래피 기법과 에칭 수법을 적용하여 치수정밀도가 좋은 지지기관과 압전센서를 형성할 수 있고, 이들을 이용하여 소형이고 저비용의 가속도센서가 양산 가능하게 된다고 하는 효과가 있다. 게다가, 가속도센서는 상기 제1 내지 제4 대들보가 형성하는 프레임부가 가속도 인가에 의해 발생하는 힘의 방향을 90도 변환함과 아울러, 힘을 증대하도록 작용하므로, 작은 가속도도 검출할 수 있어(고감도), 검출정밀도가 높고 재현성이 있는 가속도센서를 얻을 수 있다고 하는 효과가 있다.
- [0017] [적용예 2] 또 가속도센서는, 상기 제1 및 제2 지지면과 직교하는 방향에서 본 상기 제1 내지 제4 대들보는 각각 전체 길이에 걸쳐 동일 폭의 가는 폭의 띠 모양을 이루고 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1에 기재한 가속도센서이다.
- [0018] 상기 제1 내지 제4 대들보를 동일 폭의 가는 폭의 띠 모양으로 형성함으로써, 가속도 인가에 의해 발생하는 힘의 전달효율이 좋으며, 작은 가속도를 재현성 좋게 검출하는 것이 가능하게 된다고 하는 효과가 있다.
- [0019] [적용예 3] 또 가속도센서는, 상기 제1 기관편 및 상기 제2 기관편과 상기 힌지부가 일체적으로 형성되고, 또한 상기 제1 기관편의 상기 제1 지지면과 상기 제2 기관편의 상기 제2 지지면이 동일 평면상에 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1 또는 2에 기재한 가속도센서이다.
- [0020] 제1 기관편 및 제2 기관편과 힌지부가 포토리소그래피 기법과 에칭 수법을 이용하여 압전기관으로부터 일체적으로 형성됨으로써, 각부의 치수가 정밀도 좋게 형성할 수 있어, 가속도센서의 검출감도를 올려 검출정밀도를 개선할 수 있다고 하는 효과가 있다. 또, 제1 기관편의 제1 지지면과 제2 기관편의 제2 지지면을 동일 평면상으로 하는 것은 용이하고, 지지기관과 압전센서와의 접촉에 의한 변형을 최소로 하여, 가속도센서의 제품 수율과 검출정밀도의 재현성을 개선하는 효과가 있다.
- [0021] [적용예 4] 또 가속도센서는, 상기 압전센서요소의 짧은 길이방향 중심부의 위치가 상기 힌지부의 짧은 길이방향 폭 중심부와 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 3 중 어느 하나에 기재한 가속도센서이다.
- [0022] 압전센서요소의 짧은 길이방향 중심부와, 힌지부의 짧은 길이방향 폭 중심부를 대략 일치시킴으로써, 가속도센서의 감도(동일한 가속도가 인가된 경우의 상기 압전센서요소의 주파수 변화량)가 가장 좋아진다고 하는 효과가 있다.
- [0023] [적용예 5] 또 가속도센서는, 상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 직선 모양이며, 상기 제1 피고정부에서 상기 제1 대들보와 상기 제2 대들보가 이루는 각도 및 상기 제2 피고정부에서 상기 제3 대들보와 상기 제4 대들보가 이루는 각도는 각각 둔각(鈍角)인 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 4 중 어느 하나에 기재한 가속도센서이다.
- [0024] 제1 대들보와 상기 제2 대들보가 이루는 각도 및 제3 대들보와 제4 대들보가 이루는 각도를 둔각으로 함으로써, 제1 대들보와 제3 대들보가 이루는 각도 및 제2 대들보와 제4 대들보가 이루는 각도가 예각(銳角)이 되어, 제2 기관편에 가해지는 힘의 방향을 90도 변환하며, 또한 힘의 크기를 증대하는 효과가 있다.
- [0025] [적용예 6] 가속도센서에서는, 상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 'L'자 모양이며, 제1 대들보와 제2 대들보 및 제3 대들보와 제4 대들보는 각각 'ㄱ'자 모양으로 연결하고 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 5 중 어느 하나에 기재한 가속도센서이다.
- [0026] 제1 대들보와 제1 피고정부, 제2 대들보와 제1 피고정부, 제3 대들보와 제2 피고정부, 제4 대들보와 제2 피고정부가 모두 대략 'L'자 모양을 형성하고, 제1 대들보와 제2 대들보 및 제3 대들보와 제4 대들보는 각각 'ㄱ'자 모양으로 연결함으로써, 제2 기관편에 가해지는 힘의 방향을 90도 변환하며, 또한 힘의 크기를 증대하는 효과가 있다.
- [0027] [적용예 7] 또 가속도센서는, 상기 제1 내지 제4 대들보는 모두 원호 모양이며, 상기 제1 대들보와 상기 제2 대들보 및 상기 제3 대들보와 상기 제4 대들보는 각각 반원 모양, 반(半)타원 모양 혹은 반장원(半長圓) 모양으로 연결하고 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 5 중 어느 하나에 기재한 가속도센서이다.
- [0028] 제1 대들보와 제2 대들보 및 제3 대들보와 제4 대들보는 각각 반원 모양, 반타원 모양 혹은 반장원 모양으로 형성되어 있으므로, 제2 기관편에 가해지는 힘의 방향을 90도 변환하고, 또한 힘의 크기를 증대하는 효과가 있다.

[0029] [적용예 8] 또 가속도센서는, 상기 제1 피고정부 중 적어도 일부는 상기 제1 및 제2 대들보의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출하고, 상기 제2 피고정부의 적어도 일부는 상기 제3 및 제4 대들보의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출한 구성을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 7 중 어느 하나에 기재한 가속도센서이다.

[0030] 제1 피고정부 및 제2 피고정부가 제1 및 제2 대들보의 교차부 및 제3 및 제4 대들보의 교차부보다도 각 대들보의 외측으로 돌출한 것처럼 형성하므로, 제2 기관편에 가해지는 힘을 각 대들보에 균등하게 전달하는 효과가 있다.

[0031] [적용예 9] 본 발명의 가속도 검출장치는, 적용예 1 내지 8 중 어느 하나에 기재한 가속도센서와, 상기 가속도센서의 압전센서요소를 여진하는 발진회로와, 상기 발진회로의 출력주파수를 카운트하는 카운터와, 상기 카운터의 신호를 처리하는 연산회로를 가지는 IC와, 표시부를 구비한 것을 특징으로 하는 가속도 검출장치이다.

[0032] 지지기관 및 압전센서를, 수정기관을 이용하여 형성하고, 또한 압전센서요소를 쌍음차형 수정진동소자로서 가속도센서를 구성한다. 이 가속도센서와, 각 기능을 구비한 IC로 가속도 검출장치를 구성하면, 가속도 검출감도가 대폭으로 개선되어, 검출정밀도, 재현성, 온도특성, 에이징 등이 뛰어난 가속도 검출장치를 실현할 수 있다고 하는 효과가 있다.

**발명의 효과**

[0033] 이상과 같이, 지지기관은 고정 축의 평판 모양의 제1 기관편과, 가동 축의 평판 모양의 제2 기관편과, 양자를 연결하는 힌지로 이루어진다. 상기 압전센서는 제1 내지 제4 대들보가 평행사변형의 프레임부를 형성하고, 그 한쪽의 대각에 제1 피고정부 및 제2 피고정부를 가지며, 다른 대각에 압전센서요소가 연결된 구성이다. 이 때문에, 양자 모두 평판 모양의 압전기관을 이용하고, 포토리소그래피 기법과 에칭 수법을 적용하여 치수정밀도가 좋은 지지기관과 압전센서를 형성할 수 있고, 이들을 이용하여 소형이고 저비용의 가속도센서가 양산 가능하게 된다고 하는 효과가 있다. 게다가, 가속도센서는 상기 제1 내지 제4 대들보가 형성하는 프레임부가 가속도 인가에 의해 발생하는 힘의 방향을 90도 변환함과 아울러, 힘을 증대하도록 작용하므로, 작은 가속도도 검출할 수 있어(고감도), 검출정밀도가 높고 재현성이 있는 가속도센서를 얻을 수 있다고 하는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0034] 도 1은 본 발명에 관한 가속도센서의 구조를 나타낸 개략도로서, (a)는 평면도, (b)는 단면도.
- 도 2는 쌍음차형 압전진동소자를 설명하는 도면으로서, (a)는 진동모드의 평면도, (b)는 진동암에 형성한 여진전극과, 어느 순간에 발생하는 전하의 부호를 나타내는 도면, (c)는 여진전극의 결선도(結線圖).
- 도 3은 제1 내지 제4 대들보가 형성하는 프레임부의 작용을 설명하는 개략도.
- 도 4의 (a), (b), (c)는 각각 압전센서요소와 힌지부와의 상호의 위치관계를 나타내는 주요부 평면도.
- 도 5는 제2 실시예의 가속도센서(2)의 구조를 나타낸 개략도로서, (a)는 평면도, (b)는 단면도.
- 도 6은 본 발명의 가속도 검출장치의 구성을 나타내는 블록도.
- 도 7은 종래의 가속도계의 구성을 나타내는 모식적 단면도.
- 도 8은 종래의 가속도계의 중앙소자의 구성을 나타내는 도면으로서, (a)는 평면도, (b)는 단면도.
- 도 9는 종래의 가속도계의 트랜스듀서 소자의 구성을 나타내는 평면도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0035] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면에 근거하여 상세하게 설명한다. 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 관한 가속도센서(1)의 구성을 나타내는 개략도이며, 도 1의 (a)는 평면도, 도 1의 (b)는 Q-Q에서의 단면도이다. 가속도센서(1)는 압전센서(10)와, 이 압전센서(10)를 지지하는 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)을 가진 지지기관(4)을 구비하고 있다.

[0036] 압전센서(10)는, 도 1의 (b)에 나타내는 검지축 방향(9)의 힘에 따른 전기신호를 생성하는 압전센서요소(20)와, 압전센서요소(20)를 지지기관(4)상에 지지하기 위해서, 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)에 각각 고정되는 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)와, 압전센서요소(20)에 대해서 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)를

각각 연결하는 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a, 12b, 12c, 12d)를 구비하고 있다.

- [0037] 지지기관(4)은, 도 1의 (b)에 나타내는 바와 같이, 고정하는 측의 제1 기관편(5)과, 가동하는 측의 제2 기관편(7)과, 제1 기관편(5)과 제2 기관편(7)을 연결하는 힌지부(8)를 구비하고 있다. 즉, 지지기관(4)은 압전센서(10)의 제1 피고정부(14a)를 고정하는 제1 지지면(5a)을 가지는 고정 측의 제1 기관편(5)과, 제1 지지면(5a)의 면방향(도면 가로방향)으로 병설되고, 또한 제2 피고정부(14c)를 지지하는 제2 지지면(7a)을 구비한 가동 측의 제2 기관편(7)과, 제1 기관편(5)과 제2 기관편(7)의 대향하는 측단 가장자리 사이를 연결하여 이 제2 기관편을 두께방향으로 요동시키는 힌지부(8)를 구비하고 있다. 힌지부(8)는 제1 기관편(5) 및 제2 기관편(7)의 두께보다 얇게 형성되고, 힌지부(8)에서 가요하도록 구성되어 있다. 힌지부(8)의 단면 형상은 직사각형 모양, 사다리꼴 모양, 원호 모양 등이며, 두께방향 중 적어도 한쪽에 형성되어 있다.
- [0038] 제1 기관편(5) 및 제2 기관편(7)과 힌지부(8)는 일체적으로 형성되고, 또한 제1 기관편(5)의 제1 지지면(5a)과 제2 기관편(7)의 제2 지지면(7a)이 동일 평면상에 있다.
- [0039] 압전센서(10)의 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)는 프레임 모양의 평행사변형 혹은 마름모형(菱形)(프레임부(12)로 칭함)을 가지고 있고, 한쪽의 대각부에 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)가 배치되며, 다른 쪽의 대각부에 제1 기대부(14b) 및 제2 기대부(14d)가 배치되어 있다. 즉, 프레임부(12)의 제1 대들보(12a)는 제1 피고정부(14a)와 제1 기대부(14b)를 연결하고, 제2 대들보(12b)는 제1 피고정부(14a)와 제2 기대부(14d)를 연결하고 있다. 또한, 제3 대들보(12c)는 제2 피고정부(14c)와 제1 기대부(14b)를 연결하고, 제4 대들보(12d)는 제2 피고정부(14c)와 제2 기대부(14d)를 연결하여, 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)가 프레임 모양의 평행사변형을 형성하고 있다.
- [0040] 압전센서(10)의 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)는 지지기관(4)의 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)에 고정되고, 제2 기관편(7)의 요동을 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)를 통하여 압전센서요소(20)에 전달하도록 구성되어 있다.
- [0041] 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)는 모두 직선 모양이며, 제1 피고정부(14a)에서 제1 대들보(12a)와 제2 대들보(12b)가 이루는 각도 및 제2 피고정부(14c)에서 제3 대들보(12c)와 제4 대들보(12d)가 이루는 각도는 각각 둔각이도록 구성한다. 즉, 제1 기대부(14b)에서의 제1 대들보(12a)와 제3 대들보(12c)가 이루는 각도  $\theta$ 와, 제2 기대부(14d)에서의 제2 대들보(12b)와 제4 대들보(12d)가 이루는 각도  $\theta$ 가 예각인 프레임부(12)는 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)에 가해지는 힘의 방향을 90도 변환하고, 힘의 크기를 증대하여 압전센서요소(20)에 가해지는 작용을 한다. 상기의 각도  $\theta$ 에 의해 힘의 증대율은 변화한다.
- [0042] 또, 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)과 직교하는 방향에서 본 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)는 각각 전체 길이에 걸쳐 동일 폭의 가는 폭의 띠 모양을 이루고 있다.
- [0043] 압전센서요소(20)는 프레임부(12)의 제1 기대부(14b) 및 제2 기대부(14d)에 각각 제1 지지편(26a) 및 제2 지지편(26b)에 의해 연결되고, 프레임부(12)와 일체로 이루어져, 압전센서(10)를 구성하고 있다. 압전센서요소(20)는 가속도센서(1)의 검지축 방향(9)과 직교하는 방향으로 연장하는 가늘고 긴 구성이며, 압전센서(10)의 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)를 지지기관(4)의 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)에 지지·고정할 때에, 압전센서요소(20)의 짧은 길이방향 중심부가 지지기관(4)의 힌지부(8)의 짧은 길이방향 폭 내에 위치하도록 힌지부(8)의 길이방향에 따라서 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)으로부터 이간하여 배치되어 있다. 바람직하게는, 압전센서요소(20)의 짧은 길이방향 중심부와, 힌지부(8)의 짧은 길이방향 폭 중심부를 대략 일치시킨다.
- [0044] 제1 피고정부(14a) 중 적어도 일부는 제1 및 제2 대들보(12a, 12b)의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출하고, 제2 피고정부(14c) 중 적어도 일부는 제3 및 제4 대들보(12c, 12d)의 교차부보다도 대들보의 외측으로 돌출하도록 구성한다.
- [0045] 압전센서요소(20)에는, 예를 들면 도 1의 (a)에 나타내는 바와 같이 한 쌍의 진동암(22a, 22b)과, 한 쌍의 기부(基部)(24a, 24b)를 구비한 쌍음차형 압전진동소자를 이용한다. 압전센서요소(20)가 쌍음차형 압전진동소자로 구성되는 경우에 대해서, 도 2를 이용하여 간단하게 설명한다.
- [0046] 쌍음차형 압전진동소자(20)는, 도 2의 (a)에 나타내는 한 쌍의 기부(24a, 24b) 및 기부(24a, 24b) 사이를 연결(連設)하는 한 쌍의 진동암(22a, 22b)을 구비한 압전기관으로 이루어지는 응력감응부와, 이 압전기관의 진동영역상에 형성한 여진전극을 구비하고 있다. 도 2의 (a)의 파선은 쌍음차형 압전진동소자(20)의 진동 자세(姿態)를 나타내는 평면도이다. 쌍음차형 압전진동소자(20)의 진동모드가 한 쌍의 진동암(22a, 22b)의 길이방향의 중심축에 대하여, 서로 대칭인 진동모드에서 진동하도록 여진전극을 배치한다. 도 2의 (b)는 진동암(22a, 22b)에

형성한 여진전극과, 어느 순간에 여기되는 여진전극상의 전하의 부호를 나타낸 평면도이다. 또, 도 2의 (c)는 여진전극의 선을 연결함을 나타내는 모식 단면도이다.

[0047] 쌍음차형 압전진동소자(20), 예를 들면 쌍음차형 수정진동소자는, 신장·압축응력에 대한 감도가 양호하고, 고도계용 혹은 심도계용의 응력감응소자로서 사용한 경우에는 분해능력이 우수하기 때문에 약간의 기압차로부터 고도차, 심도차를 알 수 있다.

[0048] 쌍음차형 수정진동소자의 주파수 온도특성은, 위로 볼록한 2차 곡선이며, 그 정점온도는 수정결정의 X축(전기축)의 둘레의 회전각도에 의존한다. 일반적으로는 정점온도가 상온(25℃)이 되도록 각 파라미터를 설정한다.

[0049] 쌍음차형 수정진동소자의 한 쌍의 진동암에 외력 F를 가했을 때의 공진주파수  $f_F$ 는 식(1)과 같이 표현된다.

$$f_F = f_0(1 - (KL F)^2 / (2EI))^{1/2} \quad (1)$$

[0051] 여기서,  $f_0$ 는 외력이 없을 때의 쌍음차형 수정진동소자의 공진주파수, K는 기본파모드에 의한 정수(= 0.0458), L은 진동빔의 길이, E는 종탄성정수, I는 단면 2차 모멘트이다. 단면 2차 모멘트 I는  $I = dw^3/12$ 에 의해, 식(1)은 식(2)와 같이 변형할 수 있다. 여기서, d는 진동빔의 두께, w는 폭이다.

$$f_F = f_0(1 - S_F \sigma)^{1/2} \quad (2)$$

[0053] 단, 응력감도  $S_F$ 와, 응력  $\sigma$ 는 각각 다음 식에서 나타낸다.

$$S_F = 12(K / E)(L/w)^2 \quad (3)$$

$$\sigma = F / (2A) \quad (4)$$

[0056] 여기서, A는 진동빔의 단면적(=  $w \cdot d$ )이다.

[0057] 이상의 식으로부터 쌍음차형 수정진동자에 작용하는 힘 F를 압축방향일 때를 부(負), 신장방향(인장방향)을 정(正)으로 했을 때, 힘 F와 공진주파수  $f_F$ 의 관계는 힘 F가 압축력에서 공진주파수  $f_F$ 가 감소하며, 신장(인장)력에서는 증가한다. 또 응력감도  $S_F$ 는 진동빔의 L/w의 2승에 비례한다.

[0058] 도 1에 나타낸 압전센서요소(20)는 상기의 수정기판을 이용한 쌍음차형 수정진동자에 한정하지 않고, 신장·압축응력에 의해서 주파수가 변화하는 진동소자이면 어떠한 진동소자라도 된다. 예를 들면 진동체에 구동부를 접착한 진동소자, 싱글빔 진동소자, 두께-전단 진동소자(thickness-shear mode resonator), SAW 진동소자 등을 이용하는 것이 가능하다.

[0059] 프레임부(12)의 동작에 대해서, 도 3에 나타내는 모식도를 이용하여 설명한다. 제2 피고정부(14c)에 -X축방향(도면 중 왼쪽)으로의 힘(벡터)  $f_a$ 가 제1 피고정부(14a)에 +X축방향(도중 우측)으로의 힘(벡터)  $f_b$ 가 각각 작용하는 것으로 한다. -X축방향의 힘  $f_a$ 는 벡터의 평행사변형의 법칙에 의해, 제3 대들보(12c)의 방향의 힘  $f_{a2}$ 와, 제4 대들보(12d)의 방향의 힘  $f_{a1}$ 으로 분해되고, +X축방향의 힘  $f_b$ 는 제1 대들보(12a)의 방향의 힘  $f_{b2}$ 와, 제2 대들보(12b)의 방향의 힘  $f_{b1}$ 로 분해된다. 제2 피고정부(14c) 및 제1 피고정부(14a)에 작용하는 이들의 힘  $f_{a1}$ ,  $f_{a2}$ ,  $f_{b1}$ ,  $f_{b2}$ 는 프레임부(12)의 제1 기대부(14b)에 제3 대들보(12c)의 방향의 힘  $f_{a2}$ 와 제1 대들보(12a)의 방향의 힘  $f_{b2}$ 가, 제2 기대부(14d)에 제4 대들보(12d)의 방향의 힘  $f_{a1}$ 와 제2 대들보(12b)의 방향의 힘  $f_{b1}$ 가 작용하는 것과 등가이다.

[0060] 제1 기대(14b)에 작용하는 힘  $f_{a2}$ 와  $f_{b2}$ 를 평행사변형의 법칙에 의해 합성하면 힘 F2가 된다. 마찬가지로 제2 기대(14d)에 작용하는 힘  $f_{a1}$ 와  $f_{b1}$ 를 합성하면 힘 F1이 된다.

[0061] 프레임(12)의 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)에 작용하는 힘  $f_a$ ,  $f_b$ 는 제1 기대(14b) 및 제2 기대(14d)에 작용하는 힘 F2와 F1과 등가이다. 즉, 프레임부(12)는 힘의 방향을 90도 변환시킴과 아울러, 힘의 크기를 증대시키는 기능을 가지고 있다.

[0062] 본 발명의 가속도센서(1)의 동작에 대해서 설명한다. 가속도센서(1)에 검출축(9)(Z축) 방향의 가속도  $a$ (+Z축방향)가 인가되면, 지지기판(4)의 제2 지지편(7)에는 힘  $F(= m \times a)$ ,  $m$ 은 제2 지지편(7)의 질량)가 작용하고, 이



힘 F에 의해 제2 지지편(7)은 힌지부(8)로부터 -Z축방향으로 휘게 된다. 제2 지지편(7)이 -Z축방향으로 휘면, 제1 피고정부(14a)는 도시하지 않은 기관에 지지·고정된 제1 기관편에 고정되어 있으므로, +X축방향의 힘이 가해진다. 제2 지지편(7)에 고정된 제2 피고정부(14c)에는, -X축방향으로 힘이 작용한다. 즉, 제2 피고정부(14c)에는 -X축방향의 힘 f가, 제1 피고정부(14a)에는 +X축방향의 힘 f가 작용하게 된다. 프레임부(12)의 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)에 서로 역방향으로 동일한 크기의 힘 f가 X축방향으로 작용하면, 도 3에서 설명한 바와 같이, 제1 기대부(14b) 및 제2 기대부(14d)에는 Y축방향으로 서로 프레임부(12)의 중심부에서의 힘 F가 작용한다. 이 힘 F에 의해, 압전센서요소(20)는 압축력이 가해진다. 압전센서요소(20)가, 예를 들면 쌍음차형 압전진동소자인 경우에는 그 주파수가 감소한다.

[0063] 또, 가속도센서(1)에 -Z축방향의 가속도 a가 인가되면, 제2 지지편(7)은 힌지부(8)에서 +Z축방향으로 휘어, 압전센서요소(20)에는 신장력(인장력)이 가해진다. 압전센서요소(20)가 쌍음차형 압전진동소자인 경우에는 그 주파수가 증가한다.

[0064] 압전센서요소(20)의 주파수의 증감에 의해 가속도 a의 방향을 검출할 수 있어, 주파수의 변화량으로부터 가속도 a의 크기를 검출할 수 있다.

[0065] 도 4의 (a), (b), (c)는 가속도센서(1)의 주요부인 지지기관(4)의 힌지부(8)와, 제1 기관편(5)과 제2 기관편(7)에 지지·고정된 압전센서(10)와의 상호의 위치관계를 나타낸 주요부 평면도이다. 도 4의 (a)는 힌지부(8)의 길이방향의 중심선이 압전센서(10)의 압전센서요소(20)의 길이방향의 중심선으로부터 도면 중 왼쪽으로 어긋난 경우의 평면도이다. 도 4의 (b)는 힌지부(8)의 길이방향의 중심선과, 압전센서요소(20)의 길이방향의 중심선이 일치하는 경우의 평면도이다. 도 4의 (c)는 힌지부(8)의 길이방향의 중심선이 압전센서요소(20)의 길이방향의 중심선으로부터 도면 중 오른쪽으로 어긋난 경우의 평면도이다.

[0066] 도 4의 (a), (b), (c)의 각각의 경우의 센서감도(동일한 힘을 가한 경우의 주파수 변화도)를 유한요소법을 이용하여 시뮬레이션했다. 그 결과, 도 4의 (b)의 경우가 프레임부(12)의 각 대들보에 균등하게 응력이 가해지고, 또한 힌지부(8)의 중앙부에 응력이 집중하여, 센서감도가 가장 큰 것이 판명되었다. 도 4의 (a), (c)의 경우는 프레임부(12)의 각 대들보에 가해지는 응력은 균등하지 않고, 또한 힌지부(8)에 걸리는 응력도 중앙으로부터 끝 쪽으로 분산하여, 센서감도도 작아지는 것이 판명되었다.

[0067] 이것에 대해, 일본국 특허 제2851566호 공보에서는, 이 공보의 도 4에 나타나 있는 바와 같이, 힌지축(힌지의 중심선)과, 진동지(枝)(쌍음차형 진동자)의 길이방향의 중심선이 떨어져 있어, 본 발명의 가속도센서와는 크게 다르다.

[0068] 이상에서는, 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)가 형성하는 프레임부(12)의 형상이 평행사변형인 경우에 대해서 설명했지만, 프레임부(12)는 이것에 한정하는 것은 아니다. 제1 대들보(12a)와 제1 피고정부(14a), 제2 대들보(12b)와 제1 피고정부(14a), 제3 대들보(12c)와 제2 피고정부(14c), 제4 대들보(12d)와 제2 피고정부(14c)가 모두 대략 'L'자 모양을 형성하고, 제1 대들보(12a)와 제2 대들보(12b) 및 제3 대들보(12c)와 제4 대들보(12d)는 각각 'ㄱ'자 모양으로 연결하고 있어도 된다.

[0069] 또, 제1 대들보 내지 제4 대들보(12a ~ 12d)는 모두 원호 모양으로 하고, 제1 대들보(12a)와 제2 대들보(12b) 및 제3 대들보(12c)와 제4 대들보(12d)는 각각 반원 모양, 반타원 모양 혹은 반장원 모양으로 형성되어 있어도 된다.

[0070] 이상 어느 경우에도 제2 기관편에 가해지는 힘의 방향을 90도 변환하고, 또한 힘의 크기를 증대하는 효과가 있다.

[0071] 가속도센서(1)의 조립은 압전센서(10)의 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)에 접촉제(30), 예를 들면 잔류 변형이 적은 저융점 유리를 도포하고, 제1 피고정부(14a) 및 제2 피고정부(14c)를 지지기관(4)의 제1 지지면(5a) 및 제2 지지면(7a)에 접촉고정한다. 이것을 밀폐용기에 넣고, 내부를 진공으로 하여 가속도센서(1)를 구성한다. 가속도센서(1)의 검출감도를 올리는 데에는 제2 지지편(7)의 표면에 추를 부착하는 방법이 있다.

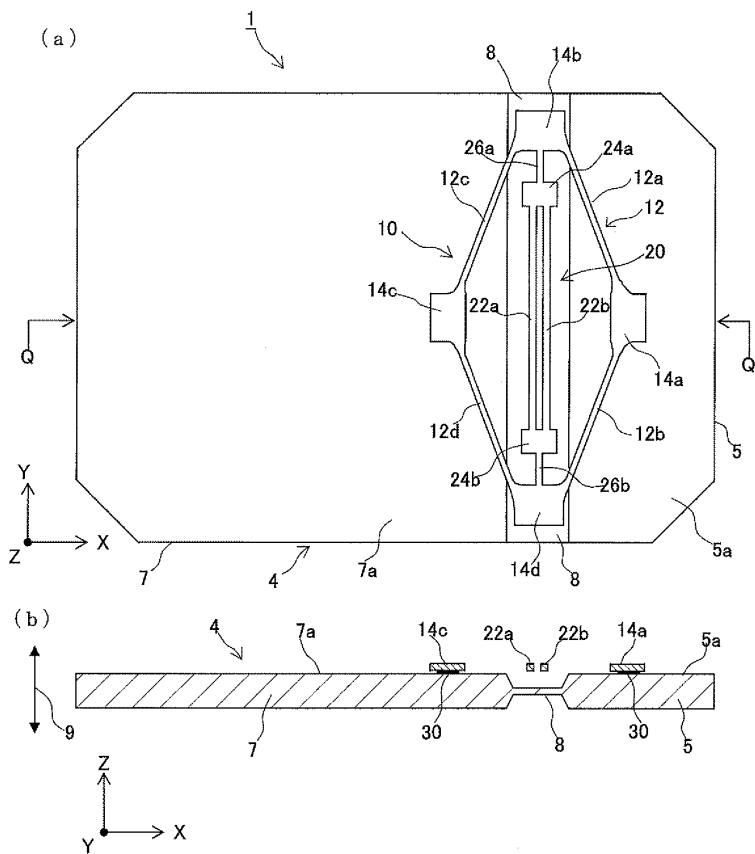
[0072] 지지기관(4) 및 압전센서(10)의 제조법의 일례는 평판 모양의 압전기관에 포토리소그래피 기법과 에칭 수단을 적용하여 제조하는 방법이다. 또한 압전센서(10)의 경우는 증착법을 이용하여 전극 및 리드전극, 패드 전극 등을 형성한다. 압전기관으로서 수정, 탄탈산리튬(lithium tantalate), 니오브산리튬(lithium niobate), 랑가사이트(langasite) 등의 압전기관이 있다. 예를 들면 수정기관(수정 웨퍼)을 이용하는 경우에는, 포토리소그래피 기법과 에칭 수법에 대해서는 오랜 기간의 실적이 있어, 정밀도가 좋은 압전센서(10) 및 지지기관(4)의 양산



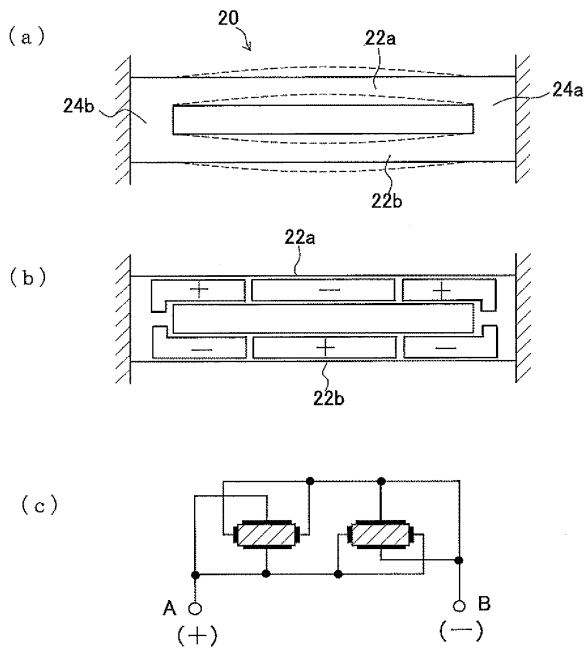
- 9 ... 검지축,
- 10 ... 압전센서,
- 12 ... 프레임부,
- 12a ... 제1 대들보,
- 12b ... 제2 대들보,
- 12c ... 제3 대들보,
- 12d ... 제4 대들보,
- 14a ... 제1 피고정부,
- 14b ... 제1 기대부,
- 14c ... 제2 피고정부,
- 14d ... 제2 기대부,
- 20 ... 압전센서요소,
- 22a, 22b ... 진동암,
- 24a, 24b ... 기부,
- 26a ... 제1 지지편,
- 26b ... 제2 지지편,
- 28a ... 제1 판상기판,
- 28b ... 제1 판상기판,
- 30 ... 접착제,
- 50 ... IC,
- 51 ... 발진회로,
- 53 ... 카운터,
- 55 ... 연산회로,
- 56 ... 표시부

도면

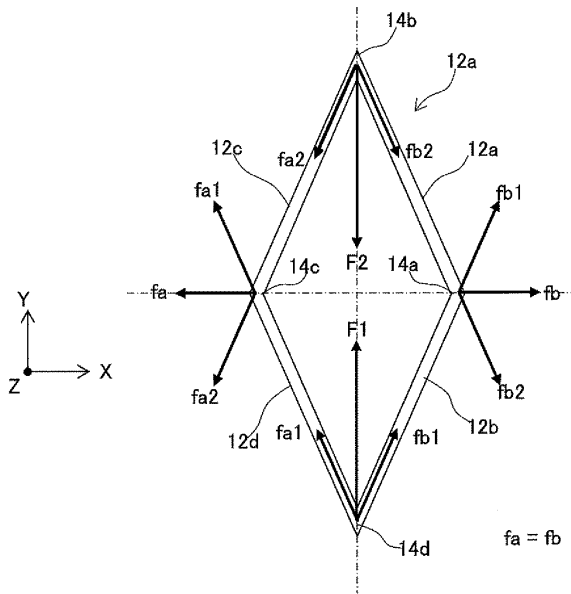
도면1



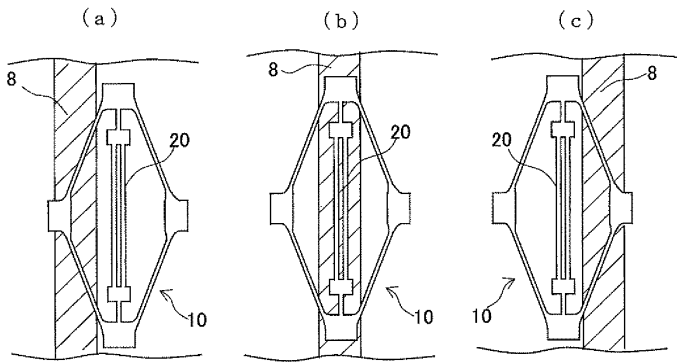
도면2



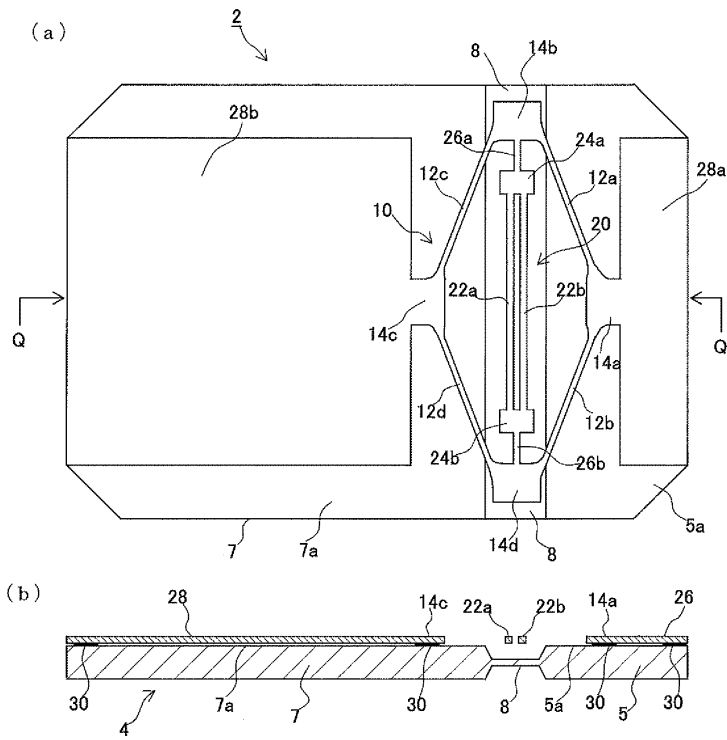
도면3



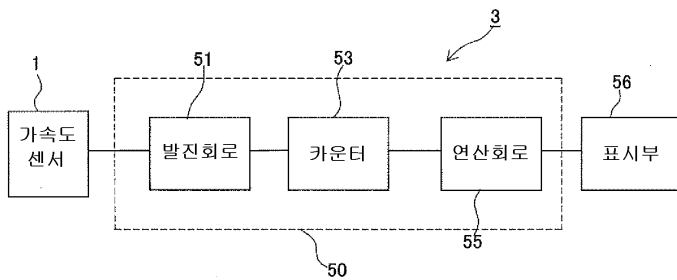
도면4



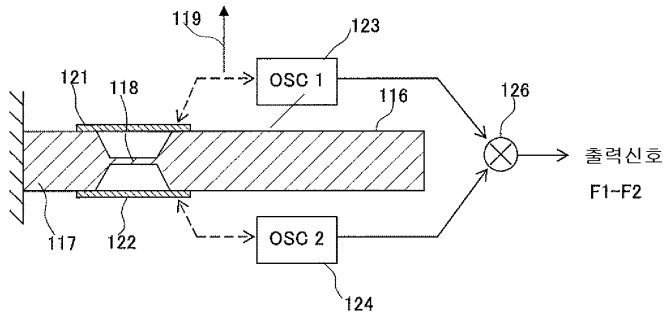
도면5



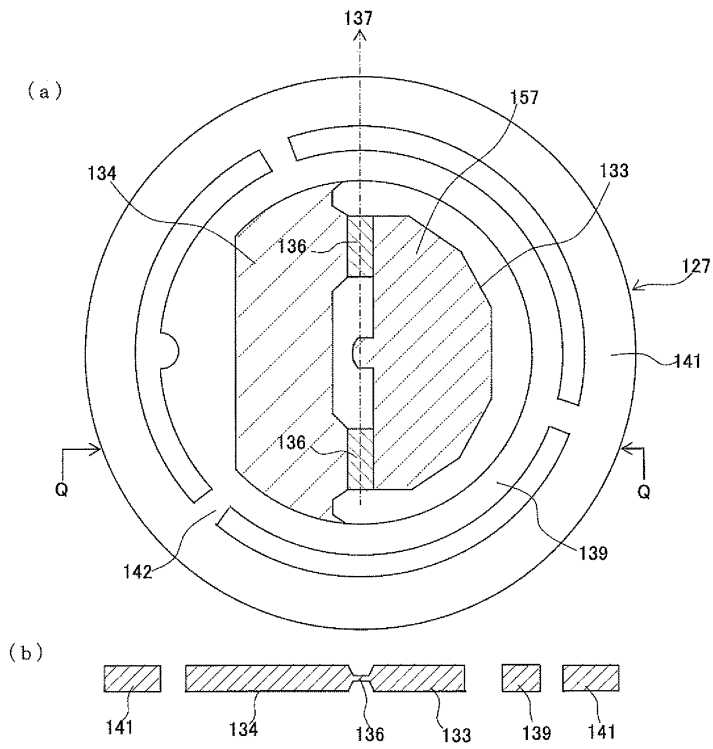
도면6



도면7



도면8



도면9

