(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
G01C 19/56

(45) 공고일자 1998년12월01일
(11) 등록번호 특0155241
(24) 등록일자 1998년07월14일

| | | | |
|---|---|---|---|
| (21) 출원번호 | 특1995-030590 | (65) 공개번호 | 특1996-011388 |
| (22) 출원일자 | 1995년09월19일 | (43) 공개일자 | 1996년04월20일 |
| (30) 우선권주장 | 94-251248 1994년09월20일 일본(JP) | | |

(73) 특허권자 알프스 덴끼 가부시끼 가이샤 가다오까 마사다까
일본국 도꾜도 오오다꾸 유끼가야 오오스까쪼 1반 7고도미까와 요시로우
일본국 야마가따껭 요네자와시 린젠지 2-2-3-1
(72) 발명자 도미까와 요시로우
일본국 야마가따껭 요네자와시 린센지 2-2-3-1
오오니시 가즈마사
일본국 니이가따껭 나가오까시 하나조노히가시 2-121-35
사또우 아끼라
일본국 니이가따껭 나가오까시 히가시다까미 1-3-5
(74) 대리인 송재련, 한규환

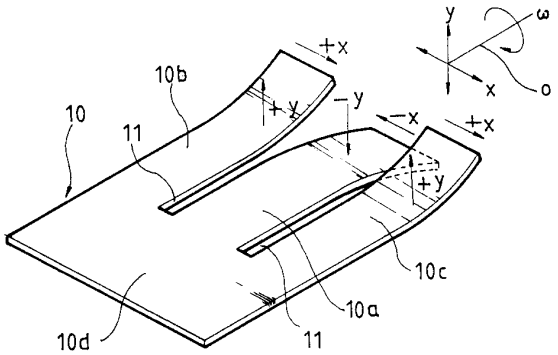
*심사관 : 서정옥*

**(54) 진동형 자이로스코프**

*요약*

진동자(10)는 항탄성체(A)의 표리양면에 압전재료층(B), (B)이 적층되어 있다. 진동자(10)에 3장의 탄성편(10a), (10b), (10c)이 형성되어 있다. 전극층에 의하여 탄성편(10b)에는 f1, f2에 우력이 부여되고, 일정 시점에서 +x방향으로 되도록 구동된다. 이때 탄성편(10c)은 +x방향으로, 10a는 -y방향으로 변형하도록 진동 구동된다. 진동자가 회전하면 탄성편(10b)과 (10c)에는 일정 시점에서 +y, 탄성편(10a)에는 -y로 되는 진동이 발생한다. 이것이 압전효과에 의한 전압으로서 검출되어 각속도가 구해진다. 탄성편(10b), (10c)의 측단(10b)과 기본부(10d)의 측단(14a)을 불연속인 형상으로 함으로서 탄성편의 진동에 의하여 기본부(10d)에 비틀림 응력등이 작용하지 않아 고정밀도한 진동을 실현시킬 수 있다.

*대표도*




*명세서*

[발명의 명칭]

진동형 자이로스코프

[도면의 간단한 설명]

제1도는 진동자의 기본적인 형상 및 동작상태를 나타내는 사시도이고,

제2도는 진동자의 지지구조를 나타내는 사시도이며,

제3도는 a는 진동자의 바람직한 평면현상을 나타내는 평면도, b는 그 측면도이고,

제4도는 제3도에 나타내는 형상의 진동자를 사용한 진동형 자이로스코프의 검출정밀도를 설명하는 선도이며,

제5도는 진동형 자이로스코프의 검출전압을 설명하는 벡터도이고,

제6도는 제3도에 나타내는 단차(13)의 깊이와 공진주파수와의 관계를 나타내는 선도이며,

제7도는 다른 실시예에 의한 진동자를 나타내는 평면도이고,

제8도는 a는 전극층의 형성예를 나타내는 각 탄성편의 단면확대도, b는 전극층이 다른 형성예를 나타내는 탄성편의 단면확대도이며,

제9도는 탄성편이 판두께 방향으로 2차 공진모드로 변형된 상태를 나타내는 설명도이고,

제10도는 a, b는 제9도에 나타내는 변형의 일그러짐을 효과적으로 검출할 수 있는 검출부의 구조를 실시예별로 나타내는 측면도이며,

제11도는 제10도에 나타내는 L1부분의 길이와 진동자의 등가용량과의 관계를 나타내는 선도이고,

제12도는 진동자에 형성된 전극층의 구체예를 나타내는 것으로, a는 진동자의 평면도, b는 측면도, c는 저면도이며,

제13도는 종래의 진동형 자이로스코프의 진동자를 나타내는 사시도이고,

제14도는 판재에 의한 2각음차형의 진동자를 나타내는 사시도이며,

제15도는 a는 제14도의 진동자의 구동진동상태를 나타내는 모식도, b는 코리올리력에 의한 변형을 나타내는 모식도이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 진동자가 진동하면서 회전했을 때에 발생하는 코리올리력을 이용하여 회전각 속도를 검출하는 진동형 자이로스코프에 관한 것으로, 특히 소형으로 양산이 용이하며 동시에 안정된 각속도의 검출이 가능한 진동형 자이로스코프에 관한 것이다.

회전각 속도를 검출하는 자이로스코프는 항공기나 선박의 관성저항 시스템등에 사용되고 있는데, 최근에는 차재용 내비게이션 시스템이나 로봇, 무인주행차의 자세 제어, 나아가서는 TV카메라나 비디오카메라의 화면 흔들림 방지장치, 및 어뮤즈멘트 관련 기기등에도 사용되어 지고 있다.

이와 같은 여러 분야의 사용에 적합한 자이로스코프로서 소형의 것이 필요하게 되고, 그래서 진동형 자이로스코프가 주목되고 있다.

제13도는 이런 종류의 진동형 자이로스코프의 기본구조를 나타내고 있다.

이 진동형 자이로스코프는 항탄성금속(엔린바)에 의하여 형성된 기둥상의 진동자(1)에, 구동용의 압전소자(2)와 검출용의 압전소자(3)가 첩착되어 있다. 구동용의 압전소자(2)에 이하여 진동자(1)에 x방향의 굽은 진동이 부여되면서, 진동자(1)를 축(0)을 중심으로 하여 회전시키면, 진동자(1)에 대하여 y축 방향으로 코리올리력이 작용한다. 이 코리올리력에 의한 진동자(1)의 y축 방향의 굽은 진동이 압전소자(3)에 의하여 전압으로서 검출된다.

진동자(1)의 질량을 m, 구동용의 압전소자(2)에 의하여 부여되는 진동자(1)의 x축 방향의 진동속도를 v(벡터치), 0축을 중심으로 하는 각속도를 ω(벡터치)로 하면 코리오리력 F(벡터치)는,

$F=2m(v\times\omega)$(×는 벡터의 곱)

상기와 같이 되고, 코리올리력(F)은 각속도(ω)에 비례한다. 이 코리올리력(F)에 의한 진동자(1)의 y축 방향으로의 변형진동이, 검출용 압전소자(3)에 의하여 전압을 변환되고, 이 검출전압으로부터 각속도(ω)가 구해진다.

그러나 제13도에 나타낸 자이로스코프에서는 고가의 항탄성금속을 기둥상으로 가공하고 있기 때문에 재료의 제품비율이 나쁘고, 또 고정밀도한 기둥상으로 가공하지 않으면 안되기 때문에 가공비용이 높아진다. 또, 이런 종류의 자이로스코프는 구동용의 압전소자(2)에 의하여 진동자(1)를 구부려 진동시켰을 때의 공진주파수를 조정할 필요가 있는데, 이를 위해 기둥상의 진동자(1)의 어느 한 부분을 없애고 조정할 필요가 있어 조정작업이 대단히 번잡하다.

그래서 본 발명의 발명자는 제14도에 나타내는 바와 같이 평판상의 항탄성금속의 진동자(4)를 사용한 2각음차형의 진동형 자이로스코프에 대하여 검토하였다. 이 자이로스코프는 진동자(4)의 선단중심부에 홈(4a)을 형성하고, 평판내를 2편의 탄성편(4b)과 (4c)로 분리한 것이다. 제15도의 A로 나타내는 바와 같이, 구동용의 압전소자를 사용하여 각각의 탄성편(4b)과 (4c)을 판면방향을 따라 고유의 공진주파수로 진동시킨다. 이 진동은 일정 시점에서의 진폭이 탄성편(4b)과 (4c)에서 +x방향과 -x방향으로 나타내는 바와 같이 역위상으로 된다. 이와 같은 진동이 부여된 상태에서 진동자(4)에 대하여 축(0)을 중심으로 하는 회전이 부여되면, 각 탄성편(4b)과 (4c)에는 제15도의 B로 나타내는 바와 같이 코리올리력에 의한 -y 및 +y방향의 변형이 생긴다. 이 변형을 검출용의 압전소자에 의하여 검출하고, 전압으로 변환시킴으로서 각속도(ω)를 구할 수가 있다.

그러나 제14도 및 제15도에 나타내는 판상의 2각음차형의 진동자(4)를 사용한 진동형 자이로스코프에는 이하에 열거하는 문제점이 있다.

(1) 2각음차형에서는 탄성편(4b)과 (4c)가 비대칭의 진동을 일으키기 때문에, 진동전체에 비틀림 응력이 생겨 안정된 각속도가 검출될 수 없다는 결점이 있다. 또, 구동시의 공진주파수를 조정하는 경우, 모든 탄성편(4b)과 (4c)을 별도로 트리밍 할 필요가 있기 때문에 공진주파수의 조정작업이 번잡하다. 또, 이 조정시에 탄성편(4b)과 (4c)이 비대칭형상으로 될 우려가 있어 검출정밀도의 저하를 초래하게 된다.

(2)2차각음차형에서는 코리올리력에 의하여 각 탄성편(4b), (4c)에 y방향의 변형진동이 생긴 경우, 진동

의 절선이 제14도의 (a)와 (b)의 위치에 나타난다. 따라서 진동자(4)는 그 후단중앙에, 예를 들면, 지지봉(5)으로 편측지지할 필요가 생기게 되어, 그 지지구조가 한정되어 버린다. 지지봉(5)를 사용한 편측지지에서는 기계적 지지강도가 불안정하여 진동자(4)가 외부진동의 영향을 받기 쉬어진다.

본 발명은 상기 종래의 과제를 해결하기 위한 것으로, 저렴하고 제조가 용이한 평판상의 진동자를 사용하여, 안정된 각속도의 검출을 가능하게 하고, 또 주파수조정을 용이하게 하며 또한 안정된 지지구조가 가능한 진동형 자이로스코프를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 발명은 평판상의 탄성체에 2개소의 홈이 형성되어 서로 분리된 3장의 탄성편이 형성된 진동자와, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판면 방향으로 변형 가능한 또는 판면방향으로의 변형에 기초한 전압을 검출할 수 있는 제1구동·검출수단과, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판두께방향으로 변형할 수 있는, 또는 판두께 방향으로의 변형에 기초한 전압을 검출할 수 있는 제2구동·검출수단을 가지고, 상기 한쪽의 구동·검출수단에 의하여 탄성편을 변형 진동시키면서 진동자를 회전시켰을 때에, 코리올리력에 의하여 탄성편에 생기는 변형진동에 기초한 전압을 다른쪽의 구동·검출수단에 의하여 검출하여 진동자의 각속도를 구하는 것을 주요부로 하고 있다.

또한, 본 발명은 3장의 탄성편의 폭 및 상기 2개소의 홈의 간격을 가산한 전체 폭의 치수가, 진동자의 탄성편이 형성되어 있지 않은 기본부의 폭 치수보다도 짧게 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

상기 폭 치수의 차이를 실현하기 위하여 예를 들면, 진동자의 탄성편과 기본부와의 경계부분에, 좌우양측에 위취하는 탄성편의 측단과 기본부의 측단과의 사이에 단차를 형성하는 것이다.

이 경우에 단차의 폭 방향의 깊이 치수가 탄성편의 폭 치수의 0.8배 미만인 것이 적합하다.

또, 본 발명은 상기 주요부를 구비한 것에 있어서, 상기 제1구동·검출수단이, 탄성편에 판두께 방향으로 연장되는 선을 중심축으로 한 회전방향으로의 우력을 부여하도록 상반되는 방향으로 변형력을 줄 수가 있는 쌍을 이루는 전극을 가지고, 상기 제2의 구동·검출수단이 탄성편의 판두께내에서 판면방향으로 연장되는 선을 중심축으로 한 회전방향으로의 우력을 부여하도록 상반되는 방향으로 변형력을 부여할 수 있는 쌍을 이루는 전극을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

또한, 본 발명에서의 상기 제2구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에, 탄성편 표면의 압축부분과 신장부분을 구별하여 검출할 수 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

상기 제2구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에, 탄성편의 표면 압축부분과 신장부분에서 다른 분극방향으로 된 압전재료층과, 이 압전재료층의 표면에 형성된 전극층으로 구성할 수가 있고, 또는 제2 구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에, 탄성편 표면의 압축부분과 신장부분에서 같은 분극방향으로 된 압전재료층과, 이 압전재료층의 표면에 상기 압축부분과 신장부분에서 다른 것으로 형성된 전극층으로 형성할 수가 있다.

상기에 있어서 탄성편이 판두께 방향으로 2차의 공진모드로 진동하는 것인 경우, 탄성편의 기본부측에서의 검출영역의 길이가 탄성편의 전체 길이의 0.5배 미만의 범위인 것이 적합하다.

또한, 본 발명은 상기 진동자가 항탄성체의 표리양면에 압전재료층이 적층된 것으로, 각 압전재료층의 표면에 전극층이 설치되고 이 전극층과 압전재료층에서 상기 제1과 제2 구동·검출수단이 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

또, 상기 모든 수단에 있어서 3장의 탄성편은 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것이 된다.

또한, 본 발명은 상기의 모든 수단에 의한 특징을 모두 겸비한 것으로서 구성할 수가 있다.

이상과 같이 본 발명의 진동형 자이로스코프에서는 진동자가 평판형상이기 때문에, 양산이 용이하며 저렴하게 제조할 수 있다. 또 강체지지가 가능하고 지지조건이 안정하다. 또한, 중앙의 탄성편의 트리밍만으로 공진주파수의 조정이 가능하여 주파수와 설정이 용이하다.

또한, 3장의 탄성편 양측의 측단과, 진동자 기본부의 측단을 불연속인 형상으로 함으로서, 기본부에 비틀림응력이 작용하기 어려워져 안정 된 공진을 실현할 수가 있다.

또, H모드와 V모드의 쌍방에 있어서 탄성편을 우력에 의하여 구동시킬 수 있는 전극구성으로 함으로서, 탄성편을 H모드 또는 V모드로 효율 좋게 구동시킬 수 있고, 또 코리올리에 의한 변형의 검출도 고정밀도로 할 수가 있게 된다.

또한, 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동하는 경우에, 압축부분과 신장부분을 구별하여 검출하고, 그 가산출력을 얻음으로서 탄성편의 v방향으로의 변형을 고정밀도 검출할 수가 있게 된다.

또, 항탄성체의 표리양면에 압전재료층이 적층된 적층체에 의하여 진동자가 형성되면, 탄성편에 대하여 압전효과에 의한 커다란 왜곡력을 부여 할 수가 있고, 또 탄성편 변형의 일그러짐 검출도 고정밀도로 할 수가 있게 된다. 또한, 적층체를 구멍을 뚫어 진동자를 형성함으로서 개개의 압전재료층을 위치결정하여 접착하는 작업이 불필요해지고, 제조가 용이해지는 동시에 제품의 정밀도도 높아진다.

[실시예]

이하, 발명에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

제1도는 본 발명의 진동형 자이로스코프에 사용되는 진동자의 기본적인 구조 및 동작을 나타내는 사시도, 2도는 제1도에 나타낸 진동자의 지지구조를 나타내는 사시도이다.

제1도에 나타내는 평판상의 진동자(10)는 항탄성금속(에린버)를 주체로하여 구성된 것이다. 본 발명의 적합한 실시예에서는 항탄성금속의 평판재의 표리양면의 전면에 압전재료층이 적층되고, 이 압전재료층의 표면에 전극층이 형성된다.

상기 항탄성금속(에린버)은 실온부근에서 온도변화에 대한 Young's비의 변화가 거의 없는 재료로서, Fe(철), Ni(니켈), Cr(크롬), Ti(티탄)의 합금, 또는 이것에 Co(코발트)를 가한 합금등이다.

이하의 설명에서는 평판상의 각 탄성편의 판두께 방향을 y로 나타내고, 이 판두께 방향(y)과 직교하는 방향의 판면 방향을 x로 나타낸다. 또, 제1도에 나타내는 바와 같이 x-y평면에서의 진동자의 회전각속도를 ω로 나타낸다.

제1도에 나타내는 바와 같이 진동자(10)는 판재의 선단으로부터 같은 길이의 두개의 홈(11), (11)이 들어가 있다. 홈(11), (11)은 진동자(10)의 판 두께 방향(y방향)으로 관통하여 형성된 것으로, 이것에 의하여 중앙의 탄성편(10a)과, 그 좌우양측의 탄성편(10b), (10c)의 합계 3장의 탄성편이 x방향으로 분리되어 형성되어 있다.

항탄성금속(항탄성체)의 표리전면에 형성된 압전재료층과, 그 표면에 형성된 전극층에서, 제1구동·검출수단과 제2구동·검출수단이 구성된다. 또한, 전극층의 구체적인 배치등에 대해서는 후술한다. 제1구동·검출수단은 압전효과에 의하여 각 탄성편(10a), (10b), (10c)을 판면방향(x방향)으로 구동될 수 있는 것이고, 또 각 탄성편이 판면방향(x방향)으로 변형되었을 때에는 압전효과에 의한 그 변형의 일그러짐을 전압으로서 검출될 수 있는 것으로 되어 있다. 제2구동·검출수단은 압전효과에 의하여 각 탄성편(10a), (10b), (10c)를 판두께 방향(y방향)으로 구동될 수 있는 것으로, 또 각 탄성편이 판두께 방향(y방향)으로 변형되었을 때에는 압전 효과에 의하여 그 변형 일그러짐을 전압으로서 검출할 수 있는 것으로 되어 있다.

이 진동자(10)의 탄성편(10a), (10b), (10c)의 진동모드는 각 탄성편이 판면방향(x방향)으로 진동하는 판면 진동모드(이하,「H모드」라고 부른다)와, 각 탄성편이 판두께 방향(y방향)으로 진동하는 판두께 진동모드(V모드)가 있다.

각속도(ω)의 검출방법으로서는 제1구동·검출수단의 압전효과에 의하여,양측의 탄성편(10b)과 (10c)이 일정 시점에서의 진폭방향이 모두 +x방향으로 되도록 구동되고, 또 중앙의 탄성편(10a)이 그 시점에서의 진폭 방향이 -x방향으로 되도록 구동된다(H모드의 진동). 이 때 진동자(10)를 각속도(ω)로 회전시키 , 코리올리력 이 생기고 탄성편(10b)과 (10c)의 진폭방향이 모두 +y방향에서 중앙의 탄성편(10a)의 진폭방향이 역의 -y방향이 되도록 변형진동한다(V모드의 진동). 각 탄성편의 y방향으로의 진동에 의한 진동변형은 압전효과를 이용한 제2 구동·검출수단에 의하여 전압으로서 검출된다. 상기 수1에 기재한 바와 같이 코리올리력은  각속도(ω)에 비례하기 때문에, 각 탄성편의 y방향으로의 진동에 의한 변형량을 예를 들면 전압으로써 검출함으로서 각속도(ω)를 구할 수가 있다.

또는, 중앙의 탄성편(10a)을 구동하는 일없이 제1구동·검출수단에 의하여 양측의 탄성편(10b)과 (10c)만을 모두 같은 위상에 있는 시점에서의 진폭방향이 +x방향이 되도록 진동구동한다. 이 때 탄성편(10b)과 (10c)의 +x방향으로의 진동의 반력에 의하여 중앙의 탄성편(10a)이 상기 탄성편(10b)과 (10c)과 역의 위상에서 -x방향으로 진동한다. 이 때 진동자(10)를 각속도(ω)로 회전시키면, 코리올리력에 의하여 탄성편(10b)과 (10c)의 진동방향이 일정시점에서의 진폭방향이 모두 +y방향에서, 이 때에 중앙의 탄성편(10a)의 진폭방향이 역으로 -y방향이 되는 진동이 발생한다. 이 탄성편의 y방향으로의 진동변형을 제2구동·검출수단에 의하여 검출함으로서도 각속도(ω)를 구할 수가 있다.

혹은, 제2구동·검출수단에 의하여 각 탄성편이 y방향으로 구동된다(V모드). 이 경우에 모든 탄성편(10a), (10b), (10c)를 구동하고, 제1도에 나타내는 바와 같이 일정시점에서의 탄성편(10b)과 (10c)이 +y방향으로, 중앙의 탄성편(10a)이 -y방향으로 변형되도록 소정주파수로 진동구동된다. 이 진동자(10)를 회전시키면, 각 탄성편(10a), (10b), (10c)은 코리올리력에 의하여 판면방향(x방향)으로 변형하여 공진진동한다(H모드). 이 때의 제1도에 나타내는 위상에서의 탄성편의 x방향으로의 진동변형이 제1구동·검출수단에 의하여 전압으로써 검지되고, 이것에 의하여 각속도(ω)가 구해진다.

또는, 양측의 탄성편(10b)과 (10c)만을 y방향으로 구동시킬 수도 있다. 이 경우에는 반력에 의하여 중앙의 탄성편(10a)이 탄성편(10b)과 (10c)의 역의 위상에서 진동한다. 혹은 중앙의 탄성편(10a)만을 y방향으로 구동하여도 된다. 이 경우에는 좌우양측의 탄성편(10b)과 (10c)이 반력에 의하여 중앙의 탄성편(10a)과 역의 위상에서 변형한다. 이들의 진동자(10)를 회전시키면 코리올리력에 의하여 탄성편(10a), (10b), (10c)이 제1도에 나타내는 바와 같이 x방향으로 변형된다. 이 변형진동이 제1구동·검출수단에 의하여 검출된다.

본 발명의 진동자에서는 본 출원의 선출원인 U.S. Ser. No. 08/278,776의 명세서에 기재하고 있는 바와 같이, 좌우의 탄성편(10b), (10c)과 중앙의 탄성편(10a)이 y방향으로 서로 다른 위상에서 진동할 때의 공진주파수의 조정작업을, 중앙의 탄성편(10a)의 길이를 바꾸는 것만으로 완료시킬 수가 있다. 이 중앙의 탄성편(10a)의 길이를 바꾸는 주파수조정에서는 진동자(10) 형상의 대칭성이 바뀌지 않기 때문에 조정작업에 의하여 비대칭으로 되어 비틀림진동등이 생기는 일은 없다. 또, 상기의 y방향으로의 공진진동에서의 공진주파수의 조정에 대해서는 각각의 탄성편(10a), (10b), (10c)의 x방향으로의 공진진동의 주파수에는 영향이 없다. 이 때문에 탄성편(10a), (10b), (10c)의 y방향의 2차공진의 진동주파수를 x방향의 1차공진의 진동주파수에 가까이 조정하는 것이 용이하다.

즉, 탄성편(10a)의 길이조정에 의하여 각 탄성편을 x방향으로 1차공진모드로 진동시키고 y방향으로 2차공진모드로 함으로서, x방향과 y방향의 양공진모드에서의 진동수를 가깝게 할 수가 있어 진동형 자이로스코프로서 적합한 것이 된다.

또, 이 진동자(10)에서는 y방향의 진동에 주목한 경우, 중앙의 탄성편(10a)과 양측의 탄성편(10b), (10c)이 서로 역의 위상에서 진동하기 때문에 홈(11), (11)이 형성되어 있지 않은 기본부(10d)의 기본끝에 있어서의 진폭이 대단히 작다. 또, 기본부(10d)에 비틀림 진동이 생기기 어렵다. 따라서 제2도에 나타내는 바와 같이 진동자(10)의 기본부(10d)의 기본끝 부분을 강체(12a)와 (12b)에 의하여 협지하는 지지구조가 가능해진다. 이와 같은 강체지지에 의하여 진동자의 진동모드에 영향이 생기는 일이 없다.

본 발명은 제1도에 나타내는 상술한 V모드와 H모드의 진동모드를 가지는 진동자(10)를 구비한 것을 주요

부로 하고 있는 것인데, 제3도는 진동동작이 더욱 안정되어 각속도(ω)를 고정밀도로 검출할 수 있는 진동자(10)의 형상을 나타내고 있다. 제3(a)도는 진동자(10)의 평면도, 제3(b)도는 그 측면도이다.

이 진동자(10)는 심층(芯層)이 평판상의 항탄성금속에 의하여 형성된 항탄성체A(판두께(Ta))이고, 그 표리양면의 전역에 압전재료층B(판두께 (Tb))이 적층된 적층체에 의하여 구성되어 있다.

제3(a)도에 나타내는 진동자(10)는 중심선(01-01)에 대하여 좌우(도시 상하)로 대칭형상이다. 3장의 탄성편(10a), (10b), (10c)은 모든 폭치수가 같다(Wa). 각 탄성편을 분리하고 있는 양흠(11), (11)의 간극 치수는 모두 Wb이다. 또, 3장의 탄성편(10a), (10b), (10c)은 모두 같은 길이 치수(La)이고, 강체에 의한 지지부의 가장자리로부터 기본부(10d)와 탄성편의 경계까지의 길이(기본부(10d)의 길이)는 (Lb)이다.

제3(a)도에 나타내는 바와 같이 진동자(10)의 좌우양측의 탄성편(10b)과 (10c)의 외측 측단(14b), (14b)과, 기본부(10d)의 양측 측단(14a), (14a)과의 사이에는 단차(13), (13)가 형성되어 있다. 이 단차(13), (13)는 직각의 각부를 가지며 오목상으로 형성된 것이다. 단차(13), (13)의 각부와, 상기 홈(11), (11)의 바닥부의 위치는 동일선(D)상에 위치하고 있다 그리고, 단차(13), (13)의 폭방향으로의 들어간 깊이는 좌우양쪽 모두 Ws이다. 그 결과, 3장의 탄성편(10a), (10b), (10c)의 폭치수(Wa)와 2개소의 홈(11)의 간극 치수(Wb)와의 합계(3×Wa+2×Wb)는, 기본부(10d)의 폭치수(W0)보다 (2×Ws)의 치수만큼 짧게 되어 있다.

진동자(10)의 탄성편(10b), (10c)이 형성되어 있는 측단(14b), (14b)과 기본부(104)의 측단(14a), (14b)과의 사이에 단차(13), (13)가 형성되고, 측단이 불연속으로 되어 있는 결과, 탄성편(10a), (10b), (10c)이 x방향 및 y방향으로 진동할 때에, 측단(14b), (14c)에 생기는 응력이 단차(13), (13)에 의하여 불연속으로 되도록 차단되고, 이 옹력이 기본부(104)의 강체지지측의 기본단에 미치게 되기 어렵게 되어 있다. 그 결과, 탄성 편(10a), (10b), (10c)의 진동에 의하여 기본부(10d)에 비틀림 방향등의 불필요한 진동이 생기기 어렵게 되고, 탄성편의 진동이 안정되어 각속도의 검출정 밀도를 높게 할 수가 있다.

제4도는 단차(13), (13)를 형성한 진동자(10)를 사용하여 실제로 각속도를 측정한 결과를 나타내고 있다. 실험에 사용한 진동자는 제12도에 나타낸 것인데, 각 부의 치수등은 제3도에 나타내었다.

실험에 사용한 진동자(10)는 Wa가 7㎜, Wb가 0.6㎜, Ws가 2.0㎜, La가 20㎜, Lb가 30㎜, Ta가 0.6㎜, Tb가 0.25㎜이다. 이 진동자(10)에 있어서 제1구동·검출수단에 의하여 탄성편(10b)과(10c)을 일정 시점에서의 진폭방향이 +x방향으로 되고, 중앙의 탄성편(10a)을 그 시점에서의 진폭방향이 -x방향으로 되도록 진동시키고, 진동자(10)를 각속도(ω)로 회전시켰다. 이 때의 코리올리력에 의하여 각 탄성편에 생긴 제1도에 나타내는 바와 같은 모드의 y방향의 진동변형을 제2구동·검출수단에 의하여 전압치로서 검출하였다.

이 진동자(10)를 구비한 진동형 자이로스코프에 있어서 코리올리력에 의한 탄성편의 y방향으로의 진동변형에 기초한 검출전압을 제5도에 벡터(V0)로 나타낸다. V1은 진동자(10)가 회전하지 않고 있을 때의 누출출력 전압이고, 진동자(10)가 회전했을 때에 각속도(ω)에 비례하여 검출되는 전압이 V2이다. 또, φ는 V0과 VI의 위상차이다. 제3도에 나타내는 형상의 진동자(10)에 의한 각속도(ω)의 검출이 안정되어 안정된 V2가 얻어지는 것을 나타내기 위하여 제4도에서는 횡축에 V0·cosφ를 나타내고, 종축에 V0·sinφ를 나타내고 있다. 제4도의 선도중의 상하로 연장되는 선은 측정치의 흐트러짐을 나타내고, 검정동그라미는 흐트러짐의 평균치를 나타내고 있다. 제4도에 의하면 측정치의 흐트러짐이 대단히 좁은 범위이고, 제3도에 나타내는 바와 같이 단차(13), (13)를 가지는 진동자(10)를 사용한 각속도의 검출정밀도가 대단히 높아져 있는 것을 알 수 있다.

다음에, 제6도는 상기 단차(13), (13)의 깊이(Ws)의 변화가 공진주파수에 어느 정도의 영향을 주는지 조사한 결과이다.

이 실험에서 사용한 진동자는 Wa가 2.6㎜, Wb가 0.2㎜, La가 6㎜, Lb가 10㎜, Ta가 0.2㎜, Tb가 0.1㎜이다. 이 진동자(10)에 있어서 단차(13)의 깊이(Ws)를 변화시킨 것(W0를 변화시킨 것)을 복수 종류 제조하고, 각각에 있어서 제1도에 나타내는 x방향으로의 진동(H모드)과, y방향으로의 진동(V모드)에 있어서의 공진주파수(㎑)를 측정하였다.

제6도는 횡축이 Ws/Wa이고, 종축이 공진주파수(㎑)이다. 제6도에서는 검정동그라미로 나타낸 H모드의 공진주파수는 Ws/Wa의 값에 영향을 받지 않고, 항상 안정되어 있는 것을 알 수 있다. 역으로 V모드에서는 공진주파수가 Ws/Wa의 값에 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 단, Ws/Wa가 0.8㎜미만이면, Ws/Wa가 변동하여도 V모드의 공진주파수의 변화가 지극히 작다.

즉, 제4도에 나타내는 바와 같이 단차(13), (13)를 마련함으로써 진동자(10)의 비틀림 진동등을 방지하고, 각속도의 검출정밀도를 높게 할 수가 있는데, 예를 들면 Ws/Wa가 0.8이상이면, 제조시의 공차등에 의하여 Ws/Wa의 값에 흐트러짐이 생겨, V모드의 공진주파수에 흐트러짐이 생기게 된다. 그래서, 제6도로부터 Ws/Wa를 적합하게는 0.8미만에서 0.5이상, 더욱 적합하게는 0.75이하 또는 0.75이하에서 0.5이상, 혹은 0.65이하 또는 0.65이하에서 0.5이상으로 설정하면, 제조시의 공차에 의하여 Ws/Wa에 흐트러짐이 생겼다고 하더라도 공진주파수의 변동이 거의 생기지 않게 된다. 역으로 말하면 단차(13), (13)를 형성하여 Ws/Wa의 값을 상기의 어느한 범위로 설정하면, 제조시의 정밀도가 낮고 러프한 가공을 행하여도 공진진동수의 변동이 생기는 일이 없고, 항상 제4도에 나타내는 바와 같은 안정된 각속도의 검출이 가능해진다. 또한, 제4도의 실험에 사용한 진동자(10)는 Ws/Wa가 0.5이다.

또, 상기의 효과는 좌우의 탄성편(10b), (10c)의 측단(14b), (14c)과, 기본부(10d)의 측단(14a), (14b)과의 사이에 단차(13)가 형성되어 측단(14b)과 (14a)가 불연속적인 형상으로 됨으로서 나타나는 것으로, 따라서 단차(13)의 형상은 반드시 직각일 필요는 없고, 측단(14b)과 (14a)이 곡선적으로 연결되어 있는 것이어도 된다. 혹은 제7도에 나타내는 바와 같이 기본부(10)의 탄성편과의 경계부분의 폭치수를 WI로 나타내는 바와 간이 약간 크게 하고, 이 부분과 탄성편(10b), (10c)과의 사이에 단차(13), (13)를 형성하여도 된다. 또한, 제3도, 제7도에 나타낸 진동자(10)는 전체를 압전재료에 의하여 구성하여도 좋다.

다음에 제8도는 상기 진동자(10)를 구동하기 위한 전극층의 형성예를 나타내는 것이다. 제8(a)도는 제3(a)도에 나타내는 진동자(10)의 각 탄성편(10a), (10b), (10c)의 단면을 확대하여 나타낸 것이다. 제

8(b)도는 다른 형성예로서, 1장의 탄성편(10b)의 단부만을 확대하여 나타낸 단면확대도이다.

제8(a), (b)도에 나타내는 진동자(10)는 그 본체의 전체가 항탄성체(A)의 표리 양면에 압전재료층(b)이 적층된 적층체에 의하여 형성되어 있다.

제8(a), (b)도에 나타내는 진동자(10)는 제1도에 나타내는 것과 같은 진동모드로 공진진동하는 것으로 되어 있다 각 탄성편(10a), (10b), (10c)은 판면방향(x방향)으로 1차공진에 의하여 H모드로 진동하도록 구동되고, 진동자(10)가 회전했을 때에, 각 탄성편(10a), (10b), (10c)은 코리올리력에 의하여 판두께 방향(y방향)으로 2차공진의 V모드로 진동한다.

제1도에 나타내는 바와 같이 좌우양측의 탄성편(10b)과 (10c)은 같은 위상에서 구동되고, 일정시점에서의 진폭방향은 +x방향이다. 따라서, 탄성편(10b)과 (10c)은 같은 구성의 제1구동·검출수단에 의하여 x방향으로 구동된다.

제8(a)도에 나타내는 예에서는 항탄성체(A)의 표리양면에 적층된 압전재료층(B), (B)의 분극방향이 탄성편 면적의 범위내에서 같다. 제8(a)도에서는 압전재료층(B), (B)의 분극방향이 두께 방향으로 서로 상반되는 방향이고, 흰색을 뺀 화살표시로 나타내는 바와 같이 분극방향은 압전재료층의 표면방향이다.

탄성편(10b)에 주목한 경우에 도시 상면측의 압전재료층(B)의 표면에는 쌍을 이루는 전극층(21a)과 (22a)이 적층되어 있다. 각 전극층(21a)과 (22a)에는 교류전압이 부여되는데, 일정 시점에서 전극층(21a)에 (+)전압이 인가되고, 전극충(22a)에는 (-)전압이 인가된다. 이 때, 제3(a)도에 나타내는 바와 같이 전극층(21a)의 부분에는 압전재료층(B)에 신장력(신장방향의 일그러짐)(f1)이 작용하고, 전극층(22a)의 부분에서는 압축력(압축방향으로의 일그러짐)(f2)이 작용한다. x평면내에서 쌍을 이루어 형성된 전극층(21a)과 (22a)에 의하여 x평면내에서의 우력을 발휘하는 상반되는 힘(f1)과 (f2)가 작용한다. 이 힘(f1)과 (f2)은 탄성편의 판두께 방향(y방향)으로 연장되는 가상선(0y)을 중심축으로 하는 회전방향의 우력이 된다. 또,교류전압에 의하여 전극층(21a)에 (-)전압이 전극층(22a)에 (+)전압이 작용했을 때에는 힘(f1)과 (f2)의 방향은 역방향이 된다.

이와 같이 쌍을 이루는 전극층(21a)과 (22a)이 형성되어 있는 부분에 압전재료층(B)에 0y를 중심축으로 하는 회전방향으로의 우력이 작용함으로서, 탄성편(10b)은 ±x방향으로 효율 좋게 진동한다.

또한, 제8(a)도의 실시예에서는 도시 하측의 압전재료층(B)의 표면에도 쌍을 이루는 전극층(21b)과 (22b)이 형성되어 있다. 이 전극층(21b)과 (21c)에 부여되는 전압의 위상은 상기 전극층(21a)및 (22a)와 같다. 따라서, 제8도의 도시하측의 압전재료층(B)에 대하여 상측의 압전재료층(B)과 같은 위상에 의하여 가상선(0y)을 중심축으로 하여 회전하는 방향으로의 우력 이 작용한다. 따라서, 탄성편(10b)은 표리 양면의 양압전재료층(B), (B)에 의하여 상반되는 방향으로의 힘(f1)과 (f2)이 부여되고, 표리양면의 이러한 우력에 의하여 ±x방향으로 진동구동된다. 탄성편(10b)이 우력에 의하여 구동됨으로서 탄성편(10b)은 ±x방향으로 확실하게 구동된다.

제8(a)도의 좌측에 나타나는 탄성편(10c)에서는 탄성편(10b)과 같은 구성의 전극층이 형성되어 있다. 즉, 탄성편(10b)에서는 제8(a)도의 도시 상측의 압전재료층(B)의 표면에 쌍을 이루는 전극층(21a)과 (22a)이 형성되고, 도시 하측의 압전재료층(B)의 표면에 쌍을 이루는 전극층(21b)과 (22b)이 형성되어 있다. 탄성편(10b)에 형성된 각 전극층과, 탄성편(10c)에 같은 부호로 나타낸 각 전극층에서는 같은 극성으로, 같은 위상의 구동전압이 인가된다. 따라서, 탄성편(10c)은 탄성편(10b)과 마찬가지로 표리 양면에 있어서 상반되는 힘(f1)과 (f2)에 의하여 가상선(0y)을 중심축으로 하는 회전방향으로의 우력에 의하여 구동된다.

중앙의 탄성편(10a) 도시 상측의 전압재료층(B)의 표면에는 x방향으로 떨어져 쌍을 이루는 전극층(23a)과 (24a)이 형성되고, 도시 하측의 압전재료층(B)의 표면에는 마찬가지로 x방향으로 떨어져 쌍을 이루는 전극층(23b)과 (24b)이 형성되어 있다. 전극층(23a)과 (24a)에서는 일정 시점에서 극성이 역의 전압이 부여되고, 이것은 전극층(23b)과 (24b)에 있어서도 마찬가지이다. 따라서, 중앙의 탄성편(10a)도 판두께 방향(y방향)으로 연장되는 가상선(0y)을 중심축으로 한 회전방향으로의 우력이 부여된다.

이 실시예에서는 압전재료층(B)과 그 표면에 형성된 전극층(21a), (21b), (22a), (22b), (23a), (23b), (24a), (24b)에 의하여 제1구동·검출수단이 구성되어 있다. 이 제1구동·검출수단에 의하여 각 탄성편(10a), (10b), (10c)은 판두께 방향(y)방향으로 연장되는 선(0y)을 중심축으로 하는 회전방향으로의 우력에 의하여 판면방향(x방향)으로 구동되는데, 그 위상, 즉 일정 시점에서의 진폭방향은 양측의 탄성편(10b), (10c)과, 중앙의 탄성편(10a)에서 역방향이다(제1도 참조).

상기의 판면방향(x방향)으로의  진동모드(H모드)의 1차공진으로 각 탄성암(10a), (10b), (10c)이 구동되고 있는 진동자(10)가 회전하면, 코리올리력에 의하여 각 탄성편(10a), (10b), (10c)에 y방향으로의 힘이 발생하고, 제1도에 나타내는 바와 같이 각 탄성편이 y방향으로 진동한다. 이 진동은 제2구동·검출수단에 의하여 검출된다.

그 때문에 탄성편(10b)에는 판두께 방향으로 떨어져 위치하고 각 압전재료층(B), (B)의 표면에 쌍을 이루는 전극층(25), (26)이 형성되어 있다. 만약 이 전극층(25)과 (26)에 대하여 구동전극을 부여한 경우, 예를 들면 일정시점에서 전극충(25)에 (+)전압을, 전극층(26)에 (-)전압을 부여한 경우, 탄성편(10b)은 +y방향으로 구부러져 변형된다. 즉, 제3(b)도에 나타내는 바와 같이 일정시점에서 한쪽의 전극층(25)에 인가되는 (+)전압에 의하여 도시 하측의 압전재료층(B)에는 신장력(fa)이 작용하고, 전극층(26)에 인가되는 (-)전압에 의하여 도시 상측의 압전재료층(B)에는 압축력(fb)이 작용한다. 이 힘(fa)과 (fb)은 탄성편의 길이 방향으로의 상반되는 방향의 힘으로, 이 힘(fa)과 (fb)에 의하여 탄성편(10b)의 판두께 내부에 판면방향(x방향)으로 연장되는 가상선(0x)을 중심으로 한 회전방향으로의 우력이 부여된다.

단, 전극층(21a), (21b), (22a), (22b)에 의하여 탄성편(10b)이 x방향으로 구동되고 있을 때에는, 전극층(25)과 (26)은 탄성편(10b)의 코리올리력에 의한 y방향으로의 진동 일그러짐을 검출하기 위하여 사용된다. 코리올리력에 의하여 탄성편(10b)이 일정시점에서 +y방향으로 진동변형하면, 도시 하측의 압전재료층(B)에는 신장력이 작용하고, 도시 상측의 압전재료층(B)에는 압축력이 작용한다. 따라서 압전효과에 의하여 전극층(25)에서 (+)전압이, 전극층(26)에서 (-)전압이 검출된다. 탄성편(10b)이 -y방향으로 변

형했을 때의 검출전압은 상기와 반대이다.

예를 들면 전극층(26)에 의한 검출전압의 극성을 반전시켜 전극층(25)에 의한 검출전압에 가산함으로서 탄성편(10b)의 코리올리력에 의한 y방향으로의 변형을 검출할 수 있다.

이와 같이 판두께 방향(y방향)으로 우력을 발휘할 수 있는 구성의 전극층(25)과 (26)을 사용하여 코리올리력에 의한 변형을 검출하면, 쌍을 이루는 전극의 쌍방에 의하여 탄성편의 신장 일그러짐과 압축 일그러짐이 각각 검출된다. 각각의 전극층(25)과 (26)에 의한 검출전압을 차동함으로서 검출전압이 높아지고, 고정밀도한 각속도의 검출이 가능해진다.

제1도에 나타내는 바와 같이 탄성편(10c)은 코리올리력에 의하여 탄성편(10b)과 같은 위상에서 진동변형한다. 따라서, 탄성편(10c)에는 탄성편(10b)에 설치된 것과 같은 구조의 전극층(25)과 (26)이 형성되어 있다. 이 전극층(25)과 (26)에 의하여 코리올리력의 검출을 행할 때에는 전극층(25)과 (26)에서 신장변형과 압축변형의 상반되는 방향의 양방의 변형을 검출할 수 있고, 검출출력이 높아져도 각속도를 고정밀도로 검출할 수가 있게 된다.

중앙의 탄성편(10a)은 양측의 탄성편(10b) 및 (10c)와 역의 위상에서 y방향으로 변형되는 것으로, 이 탄성편(10a)에는 표리양측에 전극층(27)과 (28)이 형성되어 있다. 이 전극층(27)과 (28)도 탄성편(10a)에 대하여 가상선(0x)을 중심으로 하는 회전방향으로의 우력을 부여할 수가 있는 것이고, 또 코리올리력 에 의한 변형을 검출할 때에는 양 전극층(27)과 (28)에서 압축과 신장의 양방향의 변형을 검출할 수 있는 것으로 되어 있다.

이와 같이 압전재료층(B), (B)과 전극층(25), (26), (27), (28)으로 구성된 제2구동·검출수단에서는 각 탄성편이 y방향으로 변형되었을 때에 그 압축변형 (일그러짐)과 신장변형(일그러짐)이 별개의 전극에 의하여 압전효과의 전압으로서 검출될 수 있다. 양 전압의 검출치의 차이를 가산함으로서 코리올리력에 의한 변형을 높은 전압으로 출력할 수 있다.

또한, 각 탄성편(10a), (10b), (10c), (10d)을 y방향으로 변형시켜 진동구동하고, 이 진동자(10)를 회전시켜 코리올리력에 의한 각 탄성편(10a), (10b), (10c)의 x방향으로 변형을 검출하는 경우에는, 상기 전극층(25), (26), (27), (28)에 구동전압을 부여하면, 제3(b)도에 나타내는 힘(fa)과 (fb)의 우력에 의하여 각 탄성편을 y방향으로 효과적으로 구동시킬 수 있다. 또 코리올리력에 의한 x방향으로의 변형은 전극층(21a), (21b), (22a), (22b), (23a), (23b), (24a), (24b)에서 전압으로서 검출된다. 예를 들면 쌍을 이루는 전극층(21a)과 (22a)에서는 탄성편(10b)이 코리올리력에 의하여 x방향으로 변형되었을 때에 신장변형과 압축변형 모두 별도의 전극층으로부터 검출되어 높은 검출출력이 얻어지게 된다.

또, 제8(a)도에서는 항탄성체(A)의 표리 양면에 적층된 압전재료층(B)이 그 전면에서 같은 전극방향을 가지는 것으로 되어 있다. 단, 제8(B)도에 나타내는 바와 같이 각 전극층에 대면하는 부분에서 압전재료층(B)의 분극방향을 변화시키는 것이 가능하다. 제8(B)도는 탄성편(10b)만을 나타내고 있는데, 탄성편(10c)과 (10a)에 있어서도 마찬가지로 각 전극층에 대면하는 부분에서 분극방향을 상위시킬 수 있다.

제8(b)도의 예에서는 탄성편(10b)을 일정 시점에서 +x방향으로 변형시키는 경우, 각 전극(21a), (21b), (22a), (22b)에 부여되는 전압의 위상이 같아 진다. 이 경우도, 탄성편(10b)은 우력에 의하여 +x방향으로 구동된다. 또, 탄성편(10b)이 예를 들면 +y방향으로 변형된 경우에는 전극층(25)과 (26)에 의하여 신장과 압축에 의한 전압이 검출되는데, 양 전압층(25)과 (26)에서 같은 위상(같은 극성)의 전압이 얻어진다.

다음에, 제9도는 각 탄성편이 y방향으로 2차의 공진모드로 진동한 상태를 모식적으로 나타내고 있다.

예를 들면, 탄성편(10b)이 2차의 공진모드에 의하여 일정 시점에서 -y방향으로 변형한 경우, 도시 상측에 적층되어 있는 압전재료층(B)에 주목하면, (가)의 부분에서는 신장되어 인장 일그러짐이 생긴다. 단, 탄성편(10b)과 기본부(10d)와의 경계부의 (나)의 부분에서는 압축에 의한 일그러짐이 생긴다. 도시 하측에 적층되어 있는 압전재료층(B)에서는 그 반대로, (가)의 부분에서 압축 일그러짐이 되고, (나)의 부분에서 인장 일그러짐이 된다.

만약, 제2구동·검출수단을 구성하는 전극층(25)과 (26) 및 압전재료층이 탄성편(10b)의 길이 방향 전체 길이(La)에 같은 것으로 형성되어 있다고 하자. 탄성편(10b)이 제9도에 나타내는 상태에서 변형한 경우, 상측의 전극층(26)에서는 본래 압전재료층(B)의 인장 일그러짐이 근거한 전압이 검출되어야 하지만, (나)부분에서는 압전재료층(B)이 부분적으로 압축 일그러짐이 되기 때문에, (나)부분에서의 압전효과에 의한 전위는 (가)부분과 극성이 반대로 된다. 즉, (나)부분의 압전효과에 의하여 검출전압이 (가)부분에서의 본래의 인장 일그러짐에 의한 압전효과의 검출전압을 상쇄시켜 버린다. 따라서, 코리올리력에 의하여 탄성편의 y방향으로의 변형을 검출할 때에, 이 검출전압의 출력이 저하되어 검출정밀도가 저하된다.

그래서 제10(a), (b)도에 나타내는 실시예에서는 (가)의 부분(신장부분)과 (나)의 부분(압축부분)에서 탄성편(10b)의 변형을 구별하여 검출할 수 있도록 하고 있다.

제10(a)도는 제8(b)도에 나타내는 바와 같이 탄성편(10b)의 표리양면에 적층된 압전재료층(b)이 그 전체 영역에 걸쳐 같은 분극방향의 경우를 나타내고 있다. 이 경우에, 탄성편(10b)에 설치된 제2구동·검출수단을 구성하는 전극(25)과 (26)을, (가)의 부분과 (나)의 부분으로 별도의 것으로 한다. 제10(a)도에서는 (가)의 부분에 전극층(25a), (26a)이 형성되고, (나)의 부분에 짧은 전극(25b), (26b)이 형성되어 있다.

제10(a)도에 있어서 탄성편(10)이 2차의 공진모드로 진동하고, 일정시점에서 제9도에 나타내는 상태의 형태로 되었을 때에, 도시 상측의 압전재료층(B)에서는 (가)의 부분이 인장 일그러짐이 되어 전극층(26a)에 (+)전압이 검출되고, (나)의 부분이 압축 일그러짐이 되어 전극층(26b)에 (-)전압이 검출된다. 하측의 압전재료층(B)에서는 역으로 전극층(25a)에 (-)전압이, 전극층(25b)에 (+)전압이 검출된다. 예를 들면 전극층(25a)과 (26b)의 검출전압의 극성을 반전시켜 전극층(26a)과 (25b)에서의 검출전압에 가산하면, (가) 부분에서의 인장 일그러짐과 (나) 부분에서의 압축 일그러짐이 상쇄되는 일 없이 가산되어 검출된다.

제10(b)도는 제8(b)도에 나타낸 바와 같이 각 전극층에 대면하는 압전재료층의 분극 방향이 상위하는 경

우에 대하여 나타내고 있다.

제10(b)도에서는 (가)의 부분과 (나)의 부분에서 표리의 압전재료층(B), (B)의 분극방향이 역방향으로 되어 있다. 이 경우에는 표시양면의 압전재료층(B), (B)의 표면에는 La방향에 걸쳐 같은 전극층(25)과 (26)이 형성된다. 제10(b)도에서는 탄성편(10b)이 제9도와 같은 상태로 변형했을 때에, (가)의 부분과 (나)의 부분에서 압전재료층(B)의 분극방향이 상위되어 있기 때문에, 전극층(26)에서는 (가) 부분의 압전재료층의 인장 일그러짐에 의하여 (-)전압이 얻어지고, (나) 부분의 압축 일그러짐에 의하여 마찬가지로 전극층(26)에 (-)전압이 얻어진다. 도시 하측의 압전재료층에서도 (가)부분의 압축 일그러짐에 의하여 전극층(25)에 (-)전압이 얻어지고, (나)부분의 인장 일그러짐에 의하여 전극층(25)에 (-)전압이 얻어진다. 제10(b)도에 나타내는 예에서는 신장부분과 압축부분이 구별되어 검출되는데, 모두 같은 극성의 전압출력으로 되기 때문에 전극층(25)과 전극층(26)의 검출전압을 가산함으로서, 탄성편(10b)의 2차 공진모드의 진동변형을 상기 상쇄를 일으키지 않고 고정밀도로 검출할 수 있게 된다.

단, 제10(a)도에 나타내는 전극층(25b), (25b)의 길이(LI)또는 제10(b)도에서의 분극방향이 상위되어 있는 부분의 길이(LI)가 너무 길어지면, LI의 범위에 있어서 신장과 압축의 검출전압의 상쇄가 발생하게 된다.

그래서, 제11도는 상기 길이(LI)와 탄성편의 길이(La)와의 비율이 검출정밀도에 미치는 영향을 나타내고 있다.

제11도는 LI/La의 비를 변화시켰을 경우, 진동자(10) 한쪽의 탄성편의 등가용량(C)을 조사한 결과이다. 등가용량(C)이 클 수록 각속도의 검출정밀도가 높아진다. 제11도에서는 항탄성체(a)의 두께(Ta)에 대한 압전재료층(B)의 두께(Tb)의 비율이 다른 것에 대해서도 등가용량을 조사하고 있다.

○인은 Tb/(Ta/2)가 I/3, □인은 Tb/(Ta/2)가 2/3, ◇인은 Tb/(Ta/2)가 3/3, △인은 Tb/(Ta/2)가 4/3, ×인은 Tb/(ta/2)가 5/3이다. 제11도에서는 횡축이 LI/La이고, 종축이 등가용량(C)이다. 이 측정은 1층의 항탄성체(A)와 1층의 압전재료층(B)과의 적층체에 대하여 행하고 있기 때문에, 제11도에서는 Ta를 1/2배로서 나타내고 있다.

제11도에서는 압전재료층(B)의 두께(Tb)가 항탄성체(A)의 두께(Ta)보다 두껍게 되어 있는 △인과 ×인에서는 등가용량이 불안정하다는 것을 알 수 있다. 이것은 압전재료층(B)의 두께 치수가 너무 커지면 항탄성체의 Young's비에 대하여 탄성편의 질량이 너무 커져, 안정 된 공진진동이 얻어지지 않게 되는 것을 나타내고 있다. 따라서 항탄성체에 압전재료층이 적층된 적층체에 의하여 진동자(10)가 형성되는 경우, 1층의 압전재료층의 두께(Tb)가 항탄성체(A)의 두께(Ta)의 1/2와 같거나 그 이하로 설정하는 것이 바람직하다.

다음에, 제11도에서는 LI=0과, LI/La=1로 되는 등가용량을 C0으로 나타내고 있다. 즉, 탄성편 길이(La)의 전체길이가 같은 압전재료층과 같은 전극층에 의하여 형성된 것(제10도에서 LI부분이 형성되어 있지 않은 것)의 등가용량을 C0으로 나타내고 있다.

전체의 등가용량이 상기 C0보다 높아지면 제10도에 나타내는 LI부분을 마련함으로서 진동변형의 검출정밀도가 높아지는 것을 의미하고 있다. 제11도의 결과에서는 LI/La가 0.5미만, 더욱 바람직하게는 0.4미만, 혹은 0.1이상이고 0.4미만인 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다.

또한, 제10(a), (b)도에 나타내는 바와 같이 압전재료층의 신장부분과 압축부분을 구별하여 검출하는 것은 다른 탄성편(10c)과 (10a)에 있어서도 마찬가지이다.

또, 제9도와 제10도에서는 탄성편이 2차 공진모드에 의하여 변형되는 경우에 대하여 설명하였는데, 3차 이상의 고차의 공진모드의 경우도 압전재료층에 압축변형과 신장변형의 부분이 생기는데, 이 경우에는 제10도에 나타내는 바와 같이 각 부분에서 일그러짐을 구별하여 검출함으로서 압축과 신장의 상쇄가 생기지 않아 고정밀도한 검출이 가능하다.

제12도는 항탄성체(A)의 표리양면에 압전재료층(B), (B)이 형성되어 있는 것에 있어서, 이 압전재료층(B), (B)의 표면에 제8도와 제9도에 나타낸 전극패턴이 형성된 전체구조를 나타내고 있다. 제12도에 나타내는 전극층의 부호는 제8도와 제9도에 나타내는 전극층의 부호에 상당한다.

제12(a)도는 진동자(10)를 제8도와 제10도의 도시 상방으로부터 본 평면도이고, 제12(b)도는 측면도, 제12(c)도는 제8도와 제10도의 도시 하방으로부터 본 저면도이다.

먼저, 항탄성체(A)의 표리양면에 형성된 압전재료층(B)이 진동자 전면에 있어서 같은 분극방향인 경우, 즉 제8(a)도와 제10(a)도에 나타낸 구조인 경우, 제12(a), (c)도에 나타내는 각 전극 중 해칭으로 나타내고 있는 것인데, 일정 시점에서의 구동전압 또는 검출전압이 (+)인 경우를 나타내고, 또 해칭없이 나타내고 있는 것이 일정 시점에서의 구동전압 또는 검출전압이 (-)의 경우를 나타내고 있다.

혹은 제8(b)도 및 제10(b)도에 나타내는 바와 같이 각 전극층에 대면하는 부분에서 압전재료층의 분극방향이 상위한 경우에는, 제12(a)도에 해칭으로 나타내고 있는 전극층의 하측에 형성되어 있는 압전재료층의 분극방향이 지면 바로 앞 방향, 해칭없이 나타내고 있는 부분에서는 분극방향이 지면 안쪽 방향이다. 제12(c)도에 나타내는 저면도에 있어서도 해칭으로 나타내고 있는 전극충의 부분에서는 분극방향이 지면 바로 앞 방향이고, 해칭없이 나타내고 있는 전극층의 부분에서는 분극방향이 지면 안쪽 방향이다.

이상과 같이 본 발명의 진동형 자이로스코프에서는 진동자가 평판형상이기 때문에 양산이 용이하고 저렴하게 제조할 수 있다. 또 강체지지가 가능하고, 지지조건이 안정하다. 또한, 중앙탄성편의 트리밍만으로 공진주파수의 조정이 가능하여 주파수의 설정이 용이하다.

또, 3장의 탄성편 양측의 것의 측단과, 진동자의 기본부 측단을 불연속인 형상으로 함으로서 기본부에 비틀림응력이 적용하기 어려워져 안정된 공진을 실현시킬 수 있다.

또한, H모드와 V모드의 쌍방에 있어서 탄성편을 우력에 의하여 구동시킬 수 있는 전극구성으로 함으로서, 탄성편을 H모드 또는 V모드로 효율 좋게 구동시킬 수 있고, 또 코리올리 력에 의한 변형의 검출도 고정밀

도로 할 수 있게 된다.

또, 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동하는 경우에 압축부분과 신장부분을 구별하여 검출하고, 그 가산출력을 얻음으로서 탄성편의 y방향으로의 변형을 고정밀도로 검출할 수 있게 된다.

또한, 항탄성체의 표리 양면에 압전재료층이 적층된 적층체에 의하여 진동자가 형성되면 탄성편에 대하여 압전효과에 의한 커다란 일그러짐 힘을 줄 수가 있고, 또 탄성편의 변형 일그러짐의 검출도 고정밀도로 할 수 있게 된다. 또, 적층체를 구멍을 뚫어 진동자를 형성함으로서 개개의 압전재료층을 위치 결정하여 접착하는 작업이 불필요해져 제조가 용이해지는 동시에 제품의 정밀도도 높아진다.

## *(57) 청구의 범위*

### 청구항 1

평판상의 탄성체에 2개소의 홈이 형성되어 서로 분리된 3장의 탄성편이 형성된 진동자와, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판면방향으로 변형할 수 있고, 또 판면 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출할 수 있는 제1구동·검출수단과, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판두께 방향으로 변형할 수 있고, 또는 판두께 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출 할 수 있는 제2구동·검출수단을 가지고, 상기 한쪽의 구동·검출수단에 의하여 탄성편을 변형 진동시키면서 진동자를 회전시켰을 때에, 코리올리력에 의하여 탄성편에 생기는 변형진동에 근거한 전압을, 다른쪽의 구동·검출수단에 의하여 검출하여 상기 진동자의 각속도를 구하며, 상기 3장의 탄성편의 폭 및 상기 2개소 홈의 간격을 가산한 전체 폭의 치수가 상기 진동자의 탄성편이 형성되어 있지 않은 기본부의 폭 치수보다 짧게 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 진동자의 탄성편과 상기 기본부와의 경계부근에서, 좌우양측에 위치하는 탄성편의 측단과 기본부 측단과의 사이에 단차가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 단차의 폭방향의 깊이 치수가 탄성편의 폭 치수의 0.8미만인 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 3장의 탄성편은, 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이것들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 5

평판상의 탄성체에 2개소의 홈이 형성되어 서로 분리된 3장의 탄성편이 형성된 진동자와, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판면방향으로 변형할 수 있고, 또 판면 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출할 수 있는 제1구동·검출수단과, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판두께 방향으로 변형할 수 있고, 또는 판두께 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출 할 수 있는 제2구동 검출수단을 가지고, 상기 한쪽의 구동·검출수단에 의하여 탄성편을 변형 진동시키면서 진동자를 회전시켰을 때에, 코리올리력에 의하여 탄성편에 생기는 변형진동에 근거한 전압을, 다른쪽의 구동·검출수단에 의하여 검출하여 상기 진동자의 각속도를 구하며, 상기 제1구동·검출수단은 탄성편의 판두께 방향으로 연장되는 선을 중심축으로 한 회전방향으로의 우력을 부여하도록 상반되는 방향으로 변형력을 부여할 수 있는 쌍을 이루는 전극을 가지고, 상기 제2구동·검출수단은 탄성편의 판두께 내에서 판면방향으로 연장되는 선을 중심축으로 한 회전방향으로의 우력을 부여할 수 있도록 상반되는 방향으로 변형력을 부여할 수 있는 쌍을 이루는 전극을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 3장의 탄성편은, 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이것들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 7

평판상의 탄성체에 2개소의 홈이 형성되어 서로 분리된 3장의 탄성편이 형성된 진동자와, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판면방향으로 변형할 수 있고, 또 판면 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출할 수 있는 제1구동·검출수단과, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판두께 방향으로 변형할 수 있고, 또는 판두께 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출 할 수 있는 제2구동·검출수단을 가지고, 상기 한쪽의 구동·검출수단에 의하여 탄성편을 변형 진동시키면서 진동자를 회전시켰을 때에, 코리올리력에 의하여 탄성편에 생기는 변형진동에 근거한 전압을, 다른쪽의 구동·검출수단에 의하여 검출하여 상기 진동자의 각속도를 구하며, 상기 제2구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에 탄성편 표면의 압축부분과 신장부분을 구별하여 검출할 수 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제2구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에 탄성편 표면의 압축부분과 신장부분에서 다른 분극방향으로 된 압전재료층과, 상기 압전재료층의 표면에 형성된 전극층으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 3장의 탄성편은, 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이것들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 탄성편은 판두께 방향으로 2차 공진모드로 진동하는 것으로, 탄성편의 기본부측에서의 검출영역의 길이가 탄성편 전체길이의 0.5미만의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 11**

제7항에 있어서, 상기 제2구동·검출수단은 탄성편이 판두께 방향으로 2차 이상의 공진모드로 진동했을 때에, 탄성편 표면의 압축부분과 신장부분에서 같은 분극방향으로 된 압전재료층과, 상기 압전재료층의 표면에서 상기 압축부분과 신장부분에서 다른 것으로 형성된 전극층으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 3장의 탄성편은, 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이것들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 상기 탄성편은 판두께 방향으로 2차 공진모드로 진동하는 것으로, 탄성편의 기본부측에서의 검출영역의 길이가 탄성편 전체 길이의 0.5미만의 범위인 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 14**

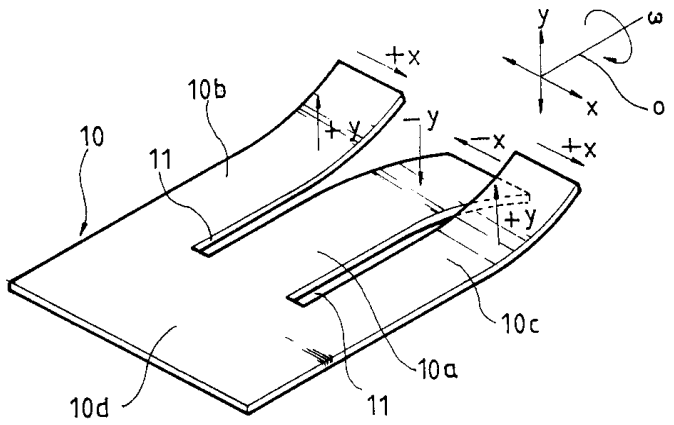
평판상의 탄성체에 2개소의 홈이 형성되어 서로 분리된 3장의 탄성편이 형성된 진동자와, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판면방향으로 변형할 수 있고, 또 판면 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출할 수 있는 제1구동·검출수단과, 압전효과에 의하여 상기 탄성편을 판두께 방향으로 변형할 수 있고, 또는 판두께 방향으로의 변형에 근거한 전압을 검출할 수 있는 제2구동·검출수단을 가지고, 상기 한쪽의 구동·검출수단에 의하여 탄성편을 변형 진동시키면서 진동자를 회전시켰을 때에, 코리올리력에 의하여 탄성편에 생기는 변형진동에 근거한 전압을, 다른쪽의 구동·검출수단에 의하여 검출하여 상기 진동자의 각속도를 구하며, 상기 진동자는 항탄성체의 표리양면에 압전재료층이 적층된 것으로, 각 압전재료층의 표면에 전극층이 설치되고, 상기 전극층과 압전재료층에서 상기 제1과 제2구동·검출수단이 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

**청구항 15**

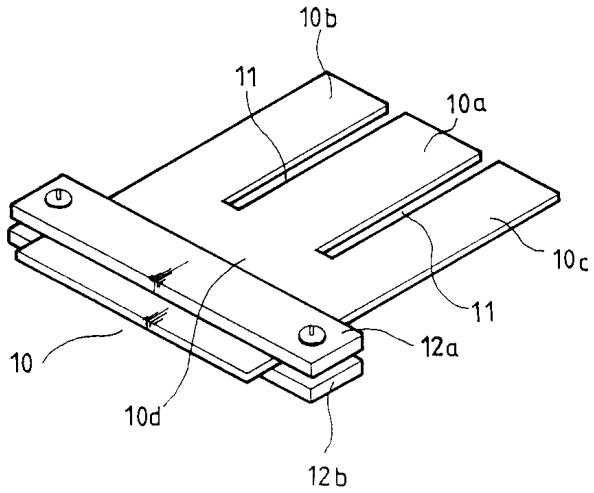
제14항에 있어서, 상기 3장의 탄성편은, 양측에 위치하고 있는 것이 같은 방향으로 변형하고, 중앙의 것이 이것들과 역방향으로 변형하는 진동모드로 구동되는 것을 특징으로 하는 진동형 자이로스코프.

## *도면*

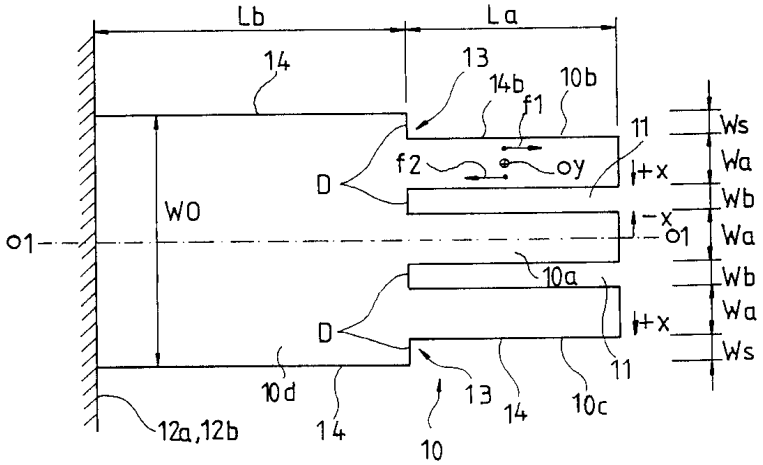
### *도면1*



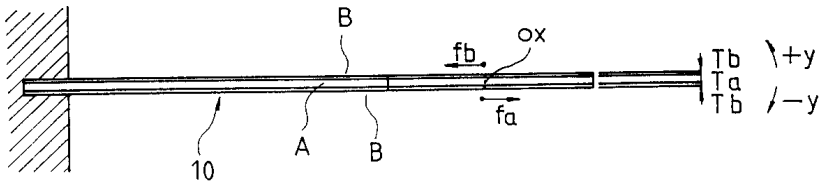
도면2



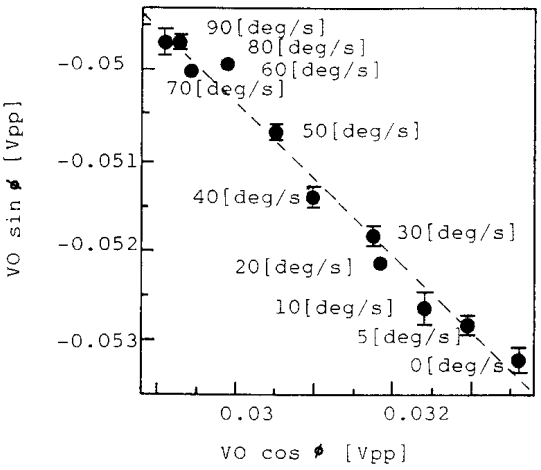

도면3a



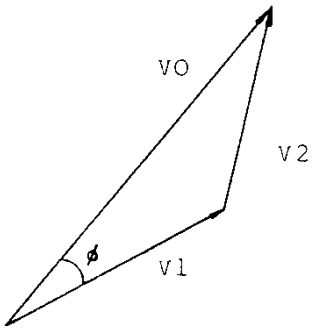

도면3b



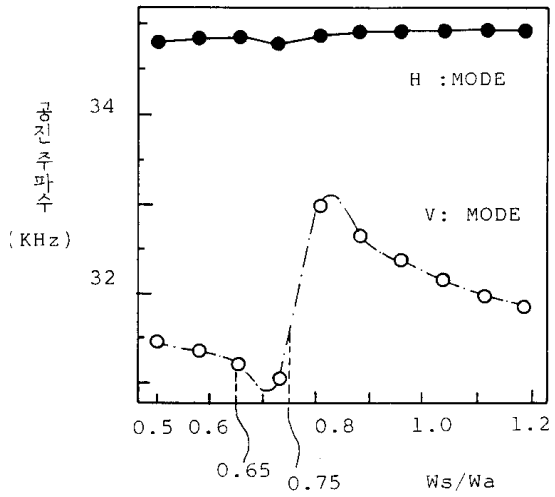
도면4


90[deg/s]
80[deg/s]
60[deg/s]
70[deg/s]
50[deg/s]
40[deg/s
30[deg/s]
20[deg/s]
10[deg/s]
5[deg/s]
0[deg/s
-0.05
-0.051
-0.052
-0.053
0.03
0.032
VO sin ∅ [Vpp]
VO cos ∅ [Vpp]

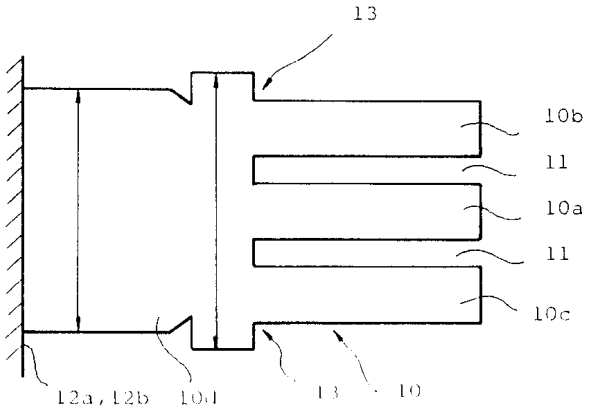
도면5


VO
V2
V1
∅

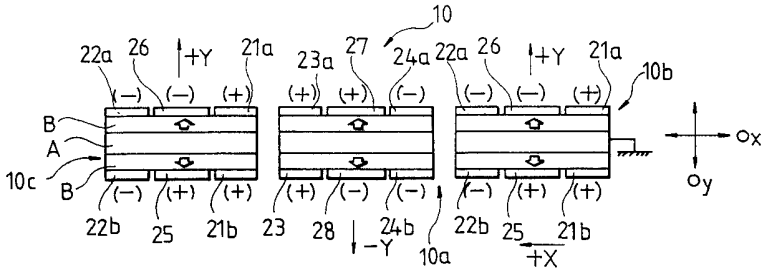
도면6


H :MODE
V: MODE
34
32
공진주파수
(KHz)
0.5
0.6
0.65
0.75
0.8
1.0
1.2
Ws/Wa

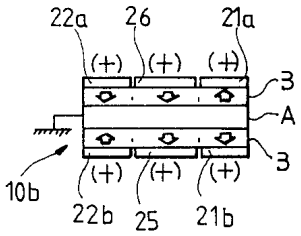
도면7



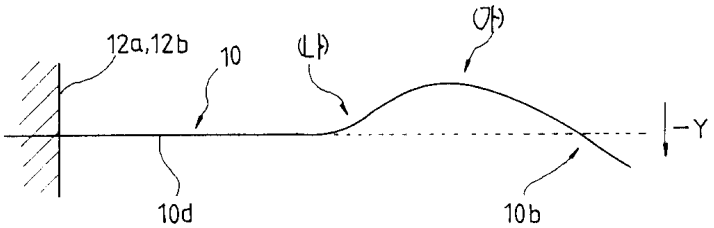

도면8a



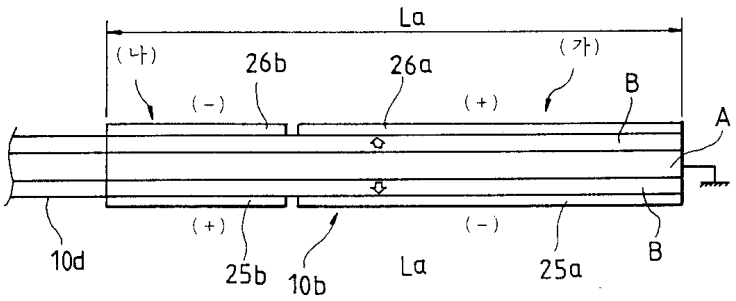

도면8b



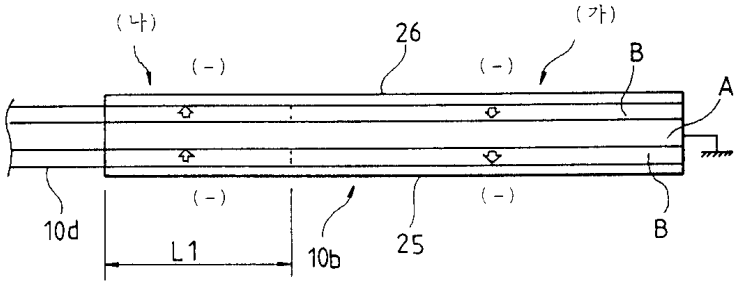

도면9



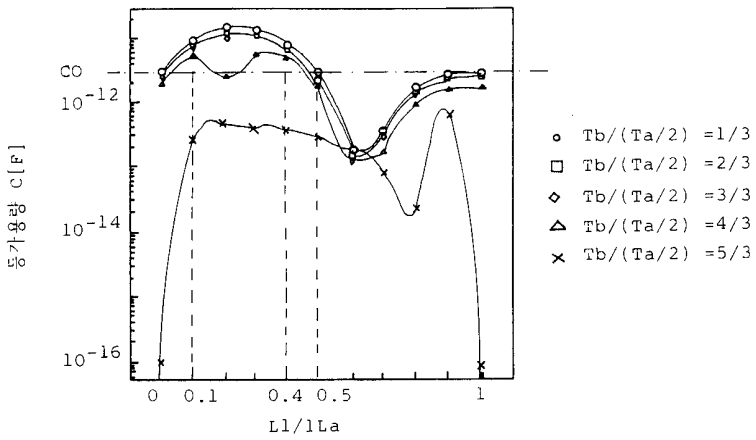
도면10a



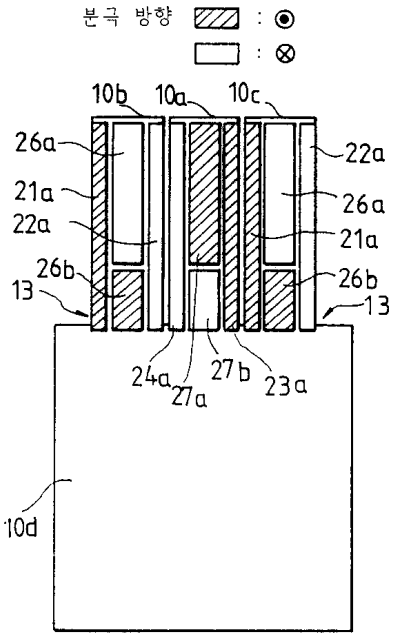

도면10b




도면11



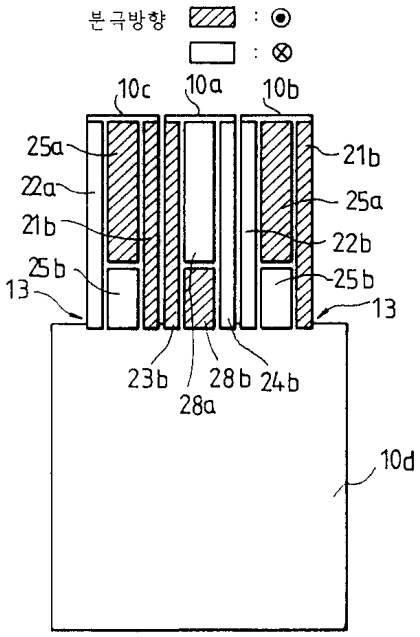
도면12a


분극 방향 : ⊙
: ⊗
10b
10a
10c
26a
22a
21a
22a
26a
21a
26b
13
26b
13
24a
27a
27b
23a
10d

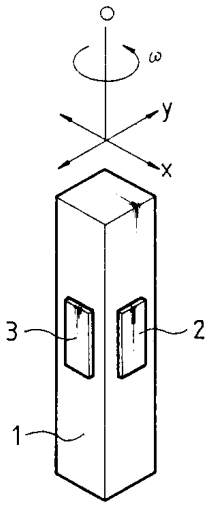
도면12b



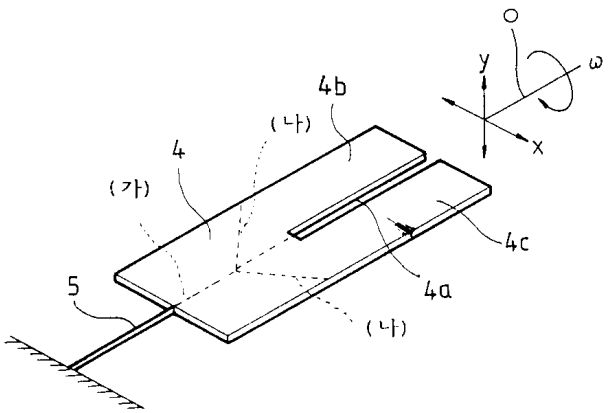
도면12c



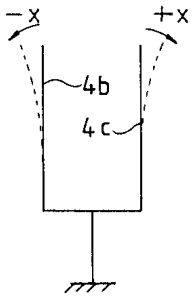

도면13




도면14



도면15a




도면15b

