(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

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

(45) 공고일자 1999년03월30일
(11) 등록번호 특0161717
(24) 등록일자 1998년08월26일

(21) 출원번호 특1994-007925
(22) 출원일자 1994년04월15일
(65) 공개번호 특1994-024407
(43) 공개일자 1994년11월18일

(30) 우선권주장 93-089895 1993년04월16일 일본(JP)
(73) 특허권자 캐논 가부시끼가이샤 미따라이 하지메
일본국 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고
(72) 발명자 마에노 다까시
일본국 도꾜도 오오따구 시모마루꼬 3-쪼메 30-2 캐논 가부시끼가이샤 내
쯔기모또 다까유끼
일본국 도꾜도 오오따구 시모마루꼬 3-쪼메 30-2 캐논 가부시끼가이샤 내
가나자와 하지메
일본국 도꾜도 오오따구 시모마루꼬 3-쪼메 30-2 캐논 가부시끼가이샤 내
찌바 이찌로
일본국 도꾜도 오오따구 시모마루꼬 3-쪼메 30-2 캐논 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인 장수길, 구영창, 주성민

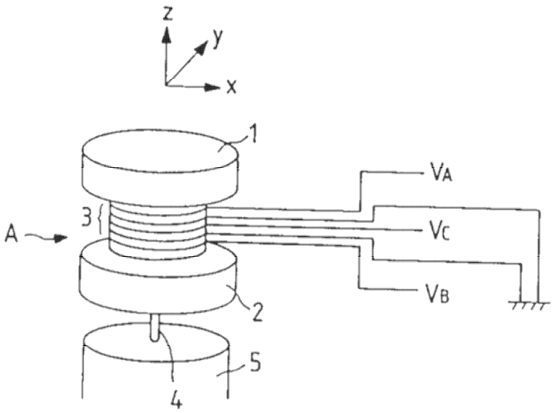
심사관 : 서정옥

(54) 각속도 검출 방법 및 그 장치

요약

본 발명은 다수의 서로 다른 방향들로의 진동을 여기 및 검출하기 위한 진동자, 그리고 한 방향의 진동이 진동자에 의해 여기될 때 다른 방향들로의 진동을 검출하므로써 각 속도를 검출하기 위한 검출수단을 포함하고 있는 각속도를 검출하기 위한 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

각속도 검출 방법 및 그 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제1실시예의 개략 사시도.

제2도는 제1실시예의 진동자(진동 부재)의 단면도.

제3도는 제1실시예의 진동자에 제공된 압전 소자들의 배치 상태와 이들의 분극 방향을 도시한 분해 사시도.

제4a도 및 제4b도들은 제1실시예에 사용되는 비틀림 진동 모드용의 압전소자들의 분극 패넝르 도시한 도면.

제5a도 및 제5b도들 각각은 압전 진동 모드의 다른 예를 도시하는데, 제5a도는 분해 사시도이고, 제5b도

는 전개 상태를 도시한 도면.

제6a도 및 제6b도들 각각은 제1실시예의 비틀림 진동 모드를 도시한 도면.

제7도는 코리올리 힘(coriolis force)의 발생 원리를 도시한 도면.

제8a도 및 제8b도들 각각은 제1실시예에서 각속도의 검출 상태를 도시하는데, 제8a도는 x축 주위에 발생된 각속도를 도시하고, 제8b도는 y축 주위에 발생된 각속도를 도시한 도면.

제9a도 및 제9a도들 각각은 제1실시예의 휨 모드를 도시하는데, 제9a도는 z-x 평면상의 휨 모드를 도시하고, 제9b도는 z-y 평면 상의 휨 모드를 도시한 도면.

제10도는 제2 실시예의 사시도.

제11도는 제10도에 도시된 진동자의 분극 상태를 도시한 도면.

제12a도 및 제12b도들 각각은 제4 실시예를 도시하는데, 제12a도는 사시도이고, 제12b도는 z 방향의 진동 모드를 도시한 도면.

제13도는 제4실시예에서 각속도의 검출 상태를 도시하는 사시도.

제14도는 제5실시예의 사시도.

제15a도 내지 제15c도들 각각은 제5실시예에서 각속도를 검출하는 방법을 도시하는데, 제15a도는 진동자의 진동 상태를 도시한 평면도이고, 제15b도는 x축 주위의 각속도의 검출 상태를 도시하며, 제15c도는 각속도가 제15b도에 도시된 x축 주위에 발생될 때 진동자의 진동사태를 도시한 도면.

제16도는 제6실시예의 사시도.

제17도는 제7실시예를 도시한 압전 소자의 사시도.

제18a도 및 제18b도들 각각은 제3실시예를 도시하는데, 제18a도는 사시도이고, 제18b도는 분극 상태를 도시한 도면.

제19a도 내지 제19c도들 각각은 제8실시예을 도시하는데, 제19a도는 진동자의 측면도이고, 제19b도는 휨 모드시에 z 방향의 뒤틀림 상태를 도시하며, 제19c도는 비틀림 모드에 의한 z 방향으로의 뒤틀림 상태를 도시한 도면.

제20도는 제9 실시예를 도시하는 진동자의 측면도.

제21a도 및 제21b도들 각각은 제10실시예에서 여기력과 여기 진폭 사이의 관계를 도시한 도면.

제22도는 관련 기술의 진동 자이로의 진동자를 도시한 사시도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1, 2 : 진동자 3 : 압전소자

4 : 지지봉 5 : 지지대

6 : 전극판 7 : 전극

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 각속도 검출에 관한 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

진동 자이로는 각속도를 검출하기 위한 한가지 수단으로서 알려져 있다. 코리올리 힘(Coriolis force)은 각속도가 속도를 가지고 물체에 가해질 때 생긴다는 이론에 기초하여, 진동 자이로는 진동을 물체에 가하여, 속도를 갖게 하고, 각속도가 물체에 가해질 때 생긴 코리올리 힘을 수용하며, 스프링 시스템의 변위로서 입력된 각속도에 비례하는 코리올리 힘을 검출하므로써, 물체에 가해진 각속도를 검출한다.

진동을 제공하는 진동 자이로의 물체, 즉 진동자의 형태는 소리굽쇠형(turning fork) 또는 H-형일 수 있다. 그러나, 종래의 진동 자이로는 평면에서의 회전 및 물체에 가해진 각속도를 단지 검출할 수 있는 구조의 단일 자동자(진동 부재)를 포함한다.

상기 종래의 단축형 진동 자이로를 카메라 또는 다른 이동체에 탑재하여 그 각속도를 검출하는 경우에, 1차원 각속도 성분뿐만 아니라, 2차원 및 3차원 성분들도 일반적으로 이동체로부터 생성된다. 그러므로, 단축 방향의 각속도만을 검출할 수 있는 종래의 진동 자이로는 각속도를 정확히 검출하는데 적합하지 않다.

따라서, 2-축 방향 성분들의 각속도들을 검출할 수 있는 여러 형태의 진동 자이로가 제안되어 왔다. 이러한 2-축형 진동 자이로는 일본국 특개소 63-61114, 64-16911, 특개평 1-140013, 2-198315, 2-218914, 및 4-25714호의 공보에 기재되어 있다.

제22도는 일본국 특개소 64-16911호 공보에 기재된 진동 자이로를 도시한다.

제22도에 도시된 종래의 진동 자이로는 H-형 진동자(1 및 2)들을 서로 직교 교차하도록 조립하고, 진동자(1 및 2)들 각각의 측면들에 접속된 압전 소자(4 및 5)들에 AC 전압을 인가하므로써 이들 진동자(1 및 2)를 진동시켜 속도를 갖도록 하며, Y 방향으로 연장된 사각형 지지봉(3)의 2개의 직교 교차면들에 접속된 압전 소자(6 및 7)들로부터의 전기-기계 변환 신호들로 2개의 축 방향들로의 코리올리 힘의 뒤틀림을 검출하여, 각속도를 얻도록 되어 있다.

상기 다른 관련 기술은 기본적으로 2개의 진동 시스템이 조합되어 있는 구조를 사용한다.

상기 관련 기술의 진동 자이로는 2개의 진동 시스템들을 필요로 하며 이들 진동 시스템 각각마다 구동 및 검출 회로들을 필요로 하므로, 구성에 있어서 복잡하고 전기 회로가 크다고 하는 문제를 안고 있다.

관련 기술들 대부분의 예들은, 코리올리 힘에 의해 발생된 진동이 공진 진동이 아니기 때문에, 변위가 작고 검출 신호의 출력 레벨이 낮다고 하는 문제가 있다.

본 발명의 한 특징은, 다수의 축 방향 성분들을 갖고 있는 다수의 모드들의 진동을 여기 및 검출할 수 있는 단일 진동자를 사용하여, 상기 다수의 진동 모드들 중 한가지 진동 모드를 여기시키고 다른 진동 모드들의 진동을 검출하므로써, 각속도를 검출하기 위한 각속도 검출 방법에 관한 것이다.

본 발명의 다른 특징은, 단일 진동 탄성 부재 상에서 다수의 축 방향들로의 진동을 여기 및 검출하기 위한 다수의 에너지 변환 소자들을 고정시키므로써 한 축에서의 진동의 여기 상태와 함께 다른 축에서의 각속도를 검출하기 위한 각속도 검출 장치에 관한 것이다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하고자 한다.

제1도 및 제2도는 각각 본 발명에 따른 진동 자이로의 제1실시예를 도시한다.

문자 A는 지지대(5) 상에 지지봉(4)로 큰 직경의 부품들로서 지지되어 있는 진동 자이로의 진동자를 나타내는데, 이들은 작은 직경의 중심축부의 상부 및 하부측들에 제공되어, 다수의 압전 소자들의 작은 직경의 중심축부에서 축방향으로 층층이 배열된다.

진동자 A는 제2도에 도시된 바와 같이, 큰 직경의 부품들이 그 한 끝에 제공되고, 외부 나삿니(thred)를 갖는 제1진동자(1)과, 제2진동자(2)는 다른 끝에서 함께 나사-결합되며(thread-engaged), 압전 소자(3)들은 제1진동자와 제2진동자에 의해 그리고 그 사이에 고정된다. 지지봉(4)는 제1진동자(1)의 하부와 함께 일체로 형성되고 지지봉(4)의 다른 끝은 지지대(5)에 나사 고정된다.

압전 소자(3)들은 제3도에 도시된 바와 같이, 그들 사이에 전극판(6)들이 제공되어 있는 4개의 압전 소자(3a, 3b, 3c1 및 3c2)들을 쌓아서 만들어 진다. 제3도에 있어서, 화살표는 분극 방향을 나타낸다.

압전소자(3a, 3b, 3c1 및 3c2)들 각각은 진동자 A를 진동시키기 위한 전기-기계 변환 소자들로서의 기능을 제공하고, 진동자 A에 가해진 진동을 각속도를 검출하기 위한 신호로서 픽업하기 위한 기계-전기 변환 소자들로서의 기능을 제공하므로, 압전 소자(3a)는 x-z 평면에서 휨 모드(이후, 휨 A 모드)의 여기 및 검출을 위해 사용되고, 압전 소자(3b)는 y-z 평면에서 휨 모드(이후, B 모드)의 여기 및 검출을 위해 사용되며, 압전 소자(3c1 및 3c2)들은 z축 주위에서 비틀림 진동(이후, C모드)의 여기 및 검출을 위해 사용된다.

이들 모드들의 여기 및 검출을 가능케 하는 압전 소자들의 구성이 다음에 설명된다.

압전 소자(3a)는 직경부에 대해 y 방향으로 좌우측을 경계로 서로 다른 극성들을 갖도록 분극화되며, AC 전압 V_A가 압전 소자(3a)에 인가되면, 압전 소자(3a)는 두께 방향인 평면외(out-of-plane) 방향으로 뒤틀려서 제9a도에 도시된 A 모드의 진동을 진동자 A로 유도한다.

압전 소자(3b)는 압전 소자(3a)의 구성과 동일하게 형성되어 압전 소자(3a)와 90° 위상차가 나게 배열되며, AC 전압 V_B가 압전 소자(3b)에 인가되면, 압전 소자(3b)는 평면외 방향으로 뒤틀력서 제9b도에 도시된 B 모드의 진동을 진동자 A로 유도한다.

압전 소자(3c1 및 3c2)들은 제4a도 또는 제4b도에 도시된 바와 같이 분극화되어 z축 주위의 비틀림 진동을 진동자 A로 유도한다. 압전 소자(3c1 및 3c2)들은 비틀림의 방향들이 반대로 되도록 반대로 배열된 상기 구조의 압전 소자들에 의해 형성된다.

제4a도에 도시된 분극 현상은 방사형 분리 전극들이 압전 소자의 전면 및 후면들 둘 다에서 일어나고, 원주 방향으로 전면 및 후면들 상의 다른 모든 전극들로 전압을 인가시키므로써 사각으로 분극화된다.

제4b도에 도시된 분극 현상은 압전 소자가 4개의 사분체 섹션들로 분할되도록 일어나고, 전극(7')들은 인접 사분체 섹션들 사이에 배치되며 전압을 이 전극들에 인가하므로써 원주 방향으로 분극화된다.

비틀림 진동을 생성하기 위한 압전 소자의 구조는 제5a도 및 제5b도에 도시된 바와 같다.

제5a도에 도시된 형태의 구조에서는, 8개의 분극화된 부분들로 방사상으로 분할되어 있기 때문에, 뒤틀림이 두께 방향으로 발생되는 압전 소자(3c1 및 3c2)들이 적층되고, 십자형 전극판(6)은 압전소자(3c-1)의 상부면과 압전 소자(3c-2)의 하부면에 접촉되어 고정되기 때문에, 이 전극판(6)들은 그 사이에 압전 소자(3c-1 및 3c-2)들을 유지시킨다. 이 경우에, 전극판들의 세그먼트들은 제5b도의 빗금친 -부분과 같이, 경계 부분들로부터 1/2 범위에 압전 소자들을 접촉시킨다.

전압 Vc가 인가되면, 한 쌍의 전극 세그먼트들 사이에서 화살표로 표시된 두께 방향으로의 뒤틀림은 반대로 되고, 힘의 균형에 의해 사각 방향으로 뒤틀림이 발생되며, 비틀림 진동은 진동자 상에서 발생될 수 있다.

상술한 경우와 같이, 압전 소자들은 전기-기계 에너지변환 소자들로서의 기능, 즉 검출을 위해 필요한 각속도를 진동자에 제공하기 위해 진동을 발생시키도록 작동된다. 반면에, A 모드, B 모드 또는 C 모드의 진동이 진동자에 인가되면, 진동의 진폭에 비례하는 전압 V_A, V_B 또는 V_C들이 압전소자(3a, 3b, 3c1 및 3c2)들로부터 출력된다.

이 실시예에서, 진동자의 길이 및 직경은 진동자의 고유 진동수가 A, B 및 C 모드들에서 항상 동일하도록 설정되고, 후술하는 바와 같이 A, B 및 C 모드들에서의 고유 진동수는 어느 특정값으로 변화될 수 있다.

진동자의 상기 구조에 있어서, 2개의 축의 각속도들이 A, B 및 C 모드들 중 하나를 여기시키므로써 다른

2개의 모드로부터 검출될 수 있다. 다음은 C 모드를 여기시키므로써 A 및 B 모드들로부터 2개의 축의 각속도들을 검출하기 위한 예를 설명한다.

그 주파수가 A, B 및 C 모드들의 고유 진동수에 거의 근접하는 AC 전압 Vc가 압전소자(3c1 및 3c2)들에 인가되면, 제6a도 및 제6b도에 도시된 바와 같이 비틀림 1차 모드는 진동자 A 상에서 여기된다. 도면에서의 화살표는 진동과 관련하여 물리량(변위, 속도 등)의 방향 및 크기를 나타낸다., 이 경우, 몇 개의 포인트에서의 속도가 도시된다.

제7도에 도시된 바와 같이, 질량 m이 속도 v로 이동하고 각속도ω로 상대적 운동을 실행하면, 코리올리 가속도 2ωv 및 코리올리 힘 F는 질량 m에 가해지는 화살표로 도시된 바와 같이, F = 2mωv의 관계에 있다.

따라서, x축 주위의 각속도가 제8a도에 도시된 바와 같이 비틀림 진동을 전달하는 진동자에 인가되면, 비음영 화살표로 도시된 코리올리 힘은 x축을 직교 교차하는 속도 성분을 갖는 부분에 가해진다. 이러한 코리올리 힘이 x축의 양(positive) 포지션에서 z축 방향의 압축력으로, 그리고 음(negative) 포지션에서는 견인력으로 작용하기 때문에, 제9a도에 도시된 z-x 평면의 휨 모드는 진동자 A상에서 발생된다. 이 시점에서, 전압은 압전 소자(3a) 상에 발생된다. 특히, 휨 모드의 진동들의 진동수가 고유 진동수에 근접하면, 변위는 공진에 의해 확대되고 큰 전압은 압전 소자(3a)에서 얻어진다. 이 전압의 크기는 x축 주위의 각속도에 비례한다.

y축 주위의 각속도가 제8b도에 도시된 바와 같이, 비틀림 진동을 전달하는 진동자에 인가되면, 비음영 화살표로 도시된 코리올리 힘은 y축을 직교 교차하는 속도 성분을 갖는 부분에 가해진다. 이러한 코리올리 힘이 y축의 양 포지션에서 z축 방향의 압축력으로, 그리고 음 포지션에서는 견인력으로 작용하기 때문에, 제9b도에 도시된 y-z평면의 휨 모드가 발생되고, 전압은 압전 소자(3b) 상에 발생된다. 변위가 공진에 의해 확대되면, 큰 전압이 압전 소자(3b)에서 얻어진다. 이 전압의 크기는 y축 주위의 각속도에 비례한다.

x 및 y 축들 주위의 각속도들에 비례하는 휨 A 및 B 모드들의 진동들은 상기 예에서의 비틀림 모드 c를 여기시키므로써 발생되지만, 2개의 축 주위의 각속도들은 휨 모드들 중 하나를 여기시키므로써 다른 휨 모드들 및 비틀림 모드 c로부터 얻어질 수 있다.

예를 들어, 비틀림 모드 및 휨 모드가 시분할 방법을 통해 변경시키므로써 순차적으로 여기될 모드들로서 사용되면, 2개의 축들 각각으로부터의 출력들, 즉 전체적으로는 3개의 축들로부터의 축력들이 얻어질 수 있다.

이 실시예에서, 진동자 A의 양쪽 끝의 직경은 다음과 같은 이유 때문에 증가된다.

1) 휨 변형이 z 방향으로의 힘에 의해 여기되기 쉬운 형태의 모드, 즉 z 방향으로 크게 변위되고 큰 속도를 갖는 휨 모드들에 얻어진다.

2) 코리올리 휨 2mωv는 비틀림 속도 v가 최대가 되는 양쪽 끝에서의 질량 m을 증가시키므로써 증가된다.

3) 길이가 짧고 쉽게 제어될 수 있는 진동자는 휨 모드 및 비틀림 모드의 고유 진동수를 감소시켜서 만든다.

진동자는 다른 형태, 예를 들면 직경의 변화가 없는 막대 또는 네모 기둥 형태로 만들어질 수 있다.

제10도는 제2실시예를 도시한다.

이 실시예에서 진동자의 외형 및 형태는 제1실시예에서와 동일하고, 진동자는 압전 소자로 형성되며 전극 패턴은 그 표면 상에 인쇄된다. 이 실시예에서, 진동자는 A 모드, B 모드 및 C 모드에 대해 4개의 전극이 제공되어, 제1실시예에서와 같이 A 모드, B 모드 및 C 모드의 여기 및 검출을 가능케 한다.

A 모드에 대한 전극(6A)들은 z축 방향으로 서로 떨어지게 배열되고, B 모드에 대한 전극(6B)들은 전극(6A)들과 90° 위상차가 나고 z축 방향으로 서로 떨어지게 배열되며, C 모드에 대한 전극(6C)들은 원주 방향으로 서로 떨어지게 배열된다.

압전 소자들은 제11도에 도시된 바와 같이, 예를 들면 A 모드에 대해 분극화 되고, 전압 V_{A1}-V_A가 십자형 전극(6A)들에 인가되면 제9a도에 도시된 휨 모드가 생성되며, 전압 V_{B1}-V_B가 십자형 전극(6A)들에 인가되면 제9b도에 도시된 휨 모드가 생성된다.

제18a도 및 제19b도는 제2 실시예의 변형예이고, 제2 실시예에서와 같이 진동자가 압전 소자들을 포함하는 제3 실시예를 도시한다. 제18a도는 C 모드에 대한 전극(6c)들이 z축 방향을 따라 배열되고, 제18b도에 도시된 바와 같이, 4개의전극(6d-6g)들이 원주면 상에서 같은 피치로 동일 평면 상에 배열되는 것을 나타내는 외부 사시도이다.

진동자가 x-z 평면 상에서 진동되면, 전압 V_A는 전극(6d와 6e)들 사이, 그리고 전극(6f와 6g)들 사이에 발생되고, 진동자가 y-z 평면 상에서 진동되면, 전압 V_B는 전극(6e와 6f)들 사이, 그리고 전극(6d와 6g)들 사이에 발생되어, A, B 및 C 모드들의 여기 및 검출이 제2 실시예에서와 같이 실행될 수 있고, 따라서, 진동자는 상기 실시예들과, 동일한 동작을 수행하는 진동 자이로로서 사용될 수 있다.

제12a도 및 제12b도는 종 진동 2차 모드 및 2개의 휨 1차 모드를 사용하는 제4실시예를 도시한다.

제12a도 및 제12b도들 각각은 A, B 및 C 모드들에 대한 압전 소자(3)들이 동일한 직경의 진동자(1과 2)들 사이에 제공되는 것을 나타내는 사시도이다. 압전 소자(3a 및 3b)들은 반원형의 양 및 음이 되도록 z 방향(두께 방향)으로 분극화되어, 제3도에 도시된 바와 같이 휨 1차 모드를 여기시킨다. 압전 소자(3d)는 대체로 z 방향으로 분극화되어, 제12b도에 도시된 바와 같이 종 진동의 2차 모드를 여기시킨다. 2개

의 휨 모드들의 고유 진동수는 동일하다. 종 진동의 고유 진동수는 휨 모드의 것과 동일하거나 동일하지 않을 수 있다.

AC 전압 V_D가 압전소자(3d)에 인가되고 종 진동 2차 모드가 진동자에 의해 여기되면, 제13도의 흑색 화살표로 표시된 속도가 생성된다. x축 주위의 각속도ω가 진동자에 인가되면, 비음영 화살표로 표시된 코리올리 힘이 생성된다. 그 결과, y-z 평면에서의 휨 1차 진동은 진동자로부터 발생되고, 각속도 ω에 비례하는 전압 V_A가 압전 소자(3a) 상에 발생된다. 마찬가지로, y축 주위의 각속도가 인가되면, z-x 평면에서의 휨 1차 모드는 여기되고, 각속도에 비례하는 전압 V_B가 발생된다.

따라서, 2-축 출력 진동 자이로가 얻어진다. 이러한 진동 자이로는 여기 모드가 시분할에 의해 변경되는 경우에 상기 실시예들에서와 같이, 3-축 진동 자이로로서 사용될 수 있다.

제14도 내지 제15c도들 각각은 제5실시예를 도시한다.

압전 소자(3)들은 속이 비지 않은 또는 속 빈 구형의 셸(shell)을 포함하는 탄성 부재의 표면에 부착되는데, 이 구형의 셸은 지지봉(4)로 지지대(5) 상에 지지된다.

구형의 탄성 부재(10)은 분극화되어 동일한 고유 진동수를 갖는 x, y 및 z 축들의 방향들로 종 진동 모드들을 제공하고, 이 구형의 탄성부재(10)에는 제15a도에 도시된 바와 같이, 그러한 분극을 위해 각각의 전극들이 제공된다. 이 진동 모드들중 하나, 예를 들면 제15b도에 도시된 y-z 평면에서의 진동이 여기되고 x축 주위의 각속도가 인가되면, 비음영 화살표로 도시된 코리올리 힘이 작용하고, 제15c도에 도시된 y-z 평면에서의 진동이 발생되며, 따라서 구형 부재는 상기 동작을 이용하므로써 상기 실시예들에서와 같이, 다축 출력 진동 자이로로서 사용될 수 있다.

제16도는 제6실시예를 도시하는데, 이는 정육면체 부재로 형성된 진동자를 포함하는 탄성 부재(20)에 관한 것이다. 압전소자(3)들은 속이 비지 않은 또는 속빈 탄성 부재(20)에 부착된다. 부착될 압전 소자들의 분극 방향들이 결정되어 소정의 방향으로의 진동이 검출될 수 있다면, 3개의 축 방향으로의 종 진동을 이용하므로써 구형의 탄성 부재의 경우에서와 같이, 다축 출력 진동 자이로로서 사용될 수 있다.

각 속도 검출 정확도를 향상시키기위한 실시예는 제1실시예에서와 같이 비틀림 모드 및 2개의 휨 모드들을 사용하는 진동자의 한 예와 함께 후술된다.

제17도는 휨 진동을 검출하기 위한 3개의 압전 소자(3e, 3f 및 3g)들을 사용하는 제7 실시예를 도시한다. 예를 들어, 제1 실시예의 진동자 A가 이상적인 대칭성을 갖도록 형성되면, 각속도가 0일 때 비틀림 진동이 여기되더라도, 압전 소자(3c1 및 3c2)들에는 전압이 발생되지 않는다. 그러나, 실제로는 압전 소자들의 각 위치들과 진동자들의 형태는 공작 및 조립시의 진동으로인한 오차를 포함하므로, 비틀림 진동으로 인한 압전 소자들의 축 비대칭 변형과 발생된 휨 진동으로 인한 압전 소자들의 뒤틀림 때문에, 전압은 검출을 위한 소자들 상에 필연적으로 발생된다. 따라서, 압전 소자들 상에 발생된 전압을 가감산하여 제거할 필요가 있다.

그러나, 휨 진동이 예를 들어, z-x 평면에서 발생되면, x-y 평면에서의 진동진폭은 0이므로, 직교 교차축들로 인한 2개의 압전 소자들 상에 발생된 전압은 가산에 의해 제거될 수 없다. 따라서, 휨 진동을 검출하기 위한 압전소자(3e, 3f 및 3g)들은 60° 정도 위치 위상을 시프트시켜 배열한다. 휨 진동이 특정 방향으로 발생되면, 전압은 항상 2개 이상의 압전 소자들 상에 발생되고, 이 불필요한 전압은 특정 상수로 곱하여 그 결과를 합계하므로써 상쇄될 수 있다.

이 경우, 3개 이상의 압전 소자들이 사용될 수 있고 그 사이의 각도는 60° 일 수 있다.

다음은 각속도의 검출 정확도를 향상시키기 위해 이용되는 방법들이다.

(1) 단위 입력 전류당 여기된 진동의 속도를 증가시킴.

(2) 코리올리 힘에 의해 여기될 진동의 속도에 대해 발생된 전압을 증가 시킴.

상기 (1) 및 (2)를 구현시키기 위해서, 여기될 모드의 역계수(force factor)는 감소될 수 있고 검출을 위한 모드의 역계수는 증가될 수 있다.

비틀림 진동 및 휨 진동을 이용하는 진동자들에 앞의 경우가 적용되는 제8 실시예는 제19a도 내지 제19c도에서 도시된다.

제19a도 내지 제19c도에 도시된 제8실시예에 있어서, 역계수는 재19b도에 도시된 바와 같이 비틀림 진동의 뒤틀림이 최대가 아닌 부분에서 비틀림 진동을 여기시키기 위한 압전 소자(3c)를 제공하므로써 감소되고, 뒤틀림이 최대인 부분에서 휨 진동을 검출하기 위한 다수의 압전 소자(3a 및 3b)(이 실시예에서는 6개의 압전 소자들이 사용되지만, 필요한 수 만큼의 압전 소자들)을 제공하므로써 증가된다.

상기 (1)에서의 방법을 구현하기 위해서는, 여기될 모드의 값 Q(공진의 첨예도를 나타내는 양을 표시)가 증가될 수 있다. 검출모드의 여기 상태로부터 정상상태까지의 t는 하기와 같이 주어지고, 양호하게 검출 모드의 Q 값은 상대적으로 작은 값이다.

$$t \simeq Q/f$$

상기로부터 알 수 있는 바와같이, 여기될 모드의 Q 값은 검출 모드의 Q 값보다 클 수 있다. 일반적으로, 역계수가 감소되면, Q 값은 증가하는 경향이 있으므로, 역계수의 상기 관계는 Q 값의 상기 관련식을 충족시켜 준다.

진동 속도에 대한 여기 모드의 입력 전압의 비율은 변할 수 있는데, 그 이유는 내부 손실 및 다른 요인

들이 사용상태에 따라 변하기 때문이다. 따라서, 제20도의 제9 실시예에서와 같이 비틀림 진동의 진폭에 비례하는 전압 Vs를 검출하기 위한 압전 소자(3f)가 예를 들어, 비틀림 진동과 휨 진동을 이용하는 진동자를 위해 제공될 수 있고 진폭을 고정시키도록 제어될 수 있다.

각속도ω가 상수 값일 때와 같이 처리되지만, 고려해야 할 사항은 실제로는 모든 주파수 성분들을 포함한다는 것이다.

예를 들면, 주파수 fHz의 각속도 ω가 다음과 같이 표시된다:

$$\omega = \omega_0 \sin (2\pi ft)$$

여기에서, ω_0는 각속도의 진폭이고 t는 시간이다. 진동자의 특정 포인트에서 속도 v는 다음과 같이 표시된다;

$$v = v_0 \sin (2\pi fnt)$$

여기에서, fn은 여기 주파수이다. 코리올리 힘 F는 다음에 도시된 바와 같이, ωv에 비례하고 2개의 주파수 성분 fn± f들을 포함한다;

$$F = F_0 \sin (2\pi ft) \cdot \sin (2\pi fnt)$$

$$= (F_0/2) \cdot \cos \{2\pi (fn - f) t\} - (F_0/2) \cdot \cos \{2\pi (fn + f) t\}$$

이 경우에, 진동 ω는 다음과 같이, 표시된다.

$$\omega = \omega_0 \cos 2\pi \{(fn - f) t - \theta_1\} + \omega_0 \cos 2\pi \{(fn + f) t - \theta_2\}$$

여기에서, Θ_1 및 Θ_2는 각각 여기력 F와 변위ω 사이의 위상차이다.

일반적으로, 여기력에 대한 변위의 비율과 고유 진동수 근처에서의 위상차는 제21a도 및 제21b도에 도시된 바와 같다.

진동이 검출 모드의 공진 주파수에서 여기되면, 도면에 도시된 주파수 fn ± fHz의 진동ω가 얻어진다. 진폭은 크지만, 위상이 사실상 변경된다.

반면에, 진동이 공진 주파수가 아닌 fn'의 주파수에서 여기되면, fn' ±fHz의 신호가 얻어진다. 이러한 진폭은 상대적으로 작고, 위상 변동도 작다. 따라서, 잡음에 대해 충분히 큰 신호가 얻어지는 경우에 고주파 ω에 이르기까지 더 정확한 검출이 가능할 수 있다고 한다.

따라서, 예를 들면, 제1도에 도시된 제1실시예에 있어서, 초정밀 진동 자이로는 비틀림 진동의 고유 진동수를 fn으로 설정하고, 2개의 휨 진동의 고유 진동수들을 fn'으로 설정하는데, 이들은 주파수 fn'-fn에 어느 정도 차이가 있는 만큼 서로 다른다.

주파수 fn 및 fn'들이 온도 변화와 같은 환경 변화에 따라 변하기 때문에, fn 및 fn'들의 변동에 따른 위상차의 변동은 더 작을 수 있고, 이러한 환경적 수행 능력은 이들 주파수를 사전에 $fn \neq fn'$로 설정하므로써 향상될 수 있다.

상술한 바와 같이, 상기 실시예들은 단일 진동자에 있어서 2 또는 3개의 축들의 주위의 각속도를 검출할 수 있게 한다.

더욱이, 진동자는 각속도 센서인 진동 자이로를 저렴하게 제공하기 위해서 관 모양 또는 구형과 같은 간단한 구조 및 작은 사이즈로 만들어질 수 있다.

이외에도, 검출 정확도는 향상될 수 있고, 초소형 및 초정밀 진동 자이로가 제공될 수 있다. 이러한 진동 자이로가 공간 절감을 필요로 하는 장치, 예를 들어 카메라의 화상 흐림(blur) 방지 메카니즘에 적용되면, 초소형 화상 흐림 방지 메카니즘이 제공될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

각속도를 측정하기 위한 장치에 있어서, 서로 직교하는 3개의 축 방향의 진동을 여기 및 검출하기 위한 진동 부재로서, 서로 다른 축들에 대해여 2개의 휨(bending) 진동 모드를 포함하는 적어도 3개의 진동

모드의 진동을 여기 및 검출할 수 있는 진동 부재, 및 상기 진동 부재에 의해 검출된 진동을 측정하기 위한 수단을 구비하며, 상기 진동 부재는, 각각이 소정의 극성으로 분극되며 전극판에 각각 접속되어 있는 동축 배열된 압전 디스크의 적층부를 포함하고, 상기 소정의 극성은 상기 전극판에 주기적으로 전압을 가하면 상기 진동 부재를 여기시켜 상기 적어도 3개 의 진동 모드로 진동시키도록 되어 있으며, 상기 진동 모드는 상기 적층부의 상기 축 부위의 비틀림 진동 모드 또는 상기 적층부의 상기 축을 따른 종방향 진동 모드를 포함하는 것을 특징으로 하는 각속도 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 압전 디스크의 적층부는 상기 전극판에 의해서 각각 분리되어 있는 복수의 압전 디스크를 포함하는 각속도 측정장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 제1 압전 디스크는 Y축에 대해서 반대 극성을 갖도록 분극되고, 제2 압전 디스크는 X축에 대해서 반대 극성을 갖도록 분극되며, 적어도 2개의 압전 디스크가 서로에 대해여 역방향으로 분극되어 주기적인 전압이 상기 전극판에 인가될 때 비틀림 진동을 발생시키는 각속도 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 적어도 2개의 압전 디스크는 그 전.후면에 섹터(sectors)로 분리된 전극들을 구비하며, 그들의 원주 및 두께에 대해서 경사지는 각각의 역방향으로 각각 분극되는 각속도 측정 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 적어도 2개의 압전 디스크는 인접한 섹션(sections)간에 배치된 전극을 가진 섹션들로 분할되며, 역 원주 방향으로 각각 분극되어 있는 각속도 측정 장치.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 적어도 2개의 압전 디스크는 8개의 분극된 섹션으로 방사형(radially)으로 분할되어 있고, 상기 전극판은 중심축으로부터 외향으로 연장되는 소자와 접촉하고 있는 각속도 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 압전 디스크의 적층부는 두께 방향으로 절반(1/2)을 따라서는 양(positive)으로 다른 절반(1/2)을 따라서는 음(negative)으로 분극된 제1 및 제2 압전 디스크와, 전체가 두께 방향으로 분극된 또 다른 압전 소자를 포함하는 각속도 측정 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 압전 디스크의 적층부는 비틀림 진동이 최대인 상기 부재의 일 부분에 배치된 훰 모드(modes)의 검출 및 여기를 위한 복수의 압전 디스크, 및 비틀림 진동이 최소인 상기 부재의 일 부분에 배치된 비틀림 진동을 검출 및 여기시키기 위한 압전 디스크를 포함하는 각속도 측정 장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 3개의 진동 모드의 고유 진동수는 실질적으로 동일한 각속도 측정 장치.

청구항 10

서로 직교하는 3개의 축 방향의 진동을 여기 및 검출하기 위한 제1항에 기재된 장치에 사용하기 위한 진동부재로서, 서로 다른 축들에 대해서 2개의 훰 진동 모드를 포함하는 적어도 3개의 진동 모드의 진동을 여기 및 검출할 수 있도록 되어 있는 진동 부재에 있어서, 상기 진동 부재는, 각각이 소정의 극성으로 분극되며 전극판(6)에 각각 접속되어 있는 동축 배열된 압전 디스크의 적층부를 포함하고, 상기 소정의 극성은 상기 전극판에 주기적으로 전압을 가하면 상기 진동 부재를 여기시켜 상기 적어도 3개의 진동 모드로 진동시키도록 되어 있으며, 상기 진동 모드는 상기 적층부의 상기 축 주위의 비틀림 진동 모드 또는 상기 적층부의 상기 축을 따른 종방향 진동 모드를 포함하는 진동부재.

청구항 11

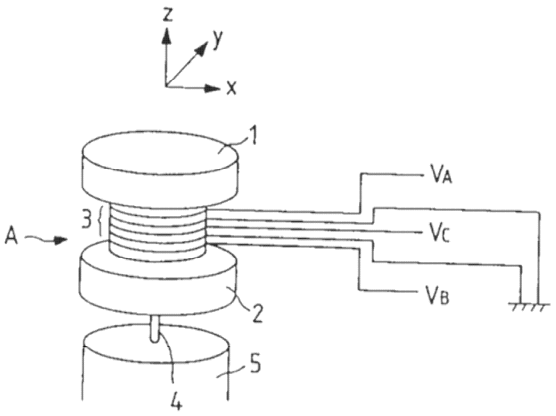
카메라의 화상 흐림(blur) 메카니즘 내에 제공되는 제1항 내지 제9항중 어느 한 항에 기재된 각속도 측정 장치.

청구항 12

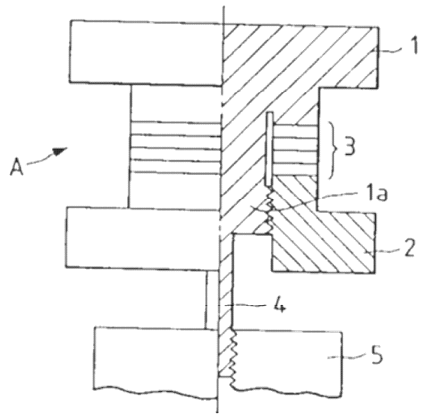
서로 다른 방향의 적어도 3개의 진동 모드의 진동을 여기 및 검출하기 위한 진동 부재를 사용하는 단계, 및 다른 모드가 여기 상태일 때 하나의 모드의 진동을 측정하는 단계를 포함하며, 상기 진동 부재는 서로 직교하는 3개의 축 방향의 각각의 진동을 여기 및 검출할 수 있고 서로 다른 축들에 대해서 2개의 훰 진동 모드를 갖도록 구성된 각속도 측정 방법에 있어서, 상기 진동 부재로서 제10항의 진동 부재를 사용하는 것을 특징으로 하는 각속도 측정 방법.

도면

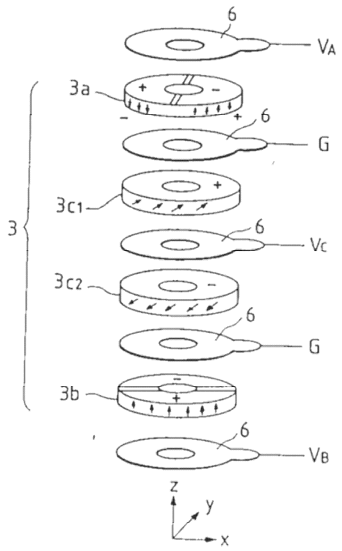
도면1


z
y
x
1
VA
3
A
Vc
VB
2
5
4

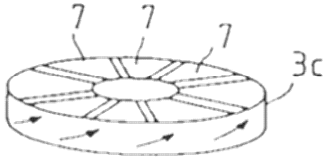
도면2


1
A
3
1a
2
4
5

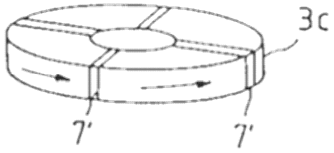
도면3


6
VA
3a
6
G
3c1
3
6
Vc
3c2
6
G
3b
6
VB
z
y
x

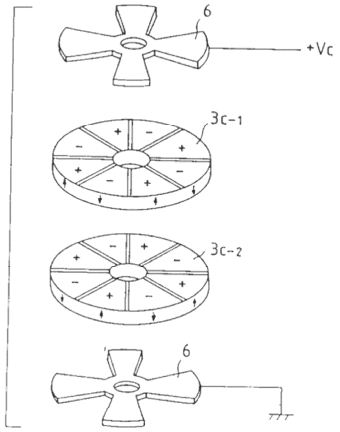
도면4a



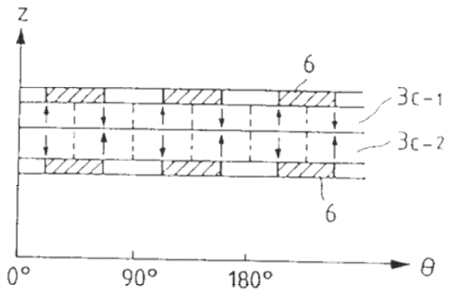
도면4b



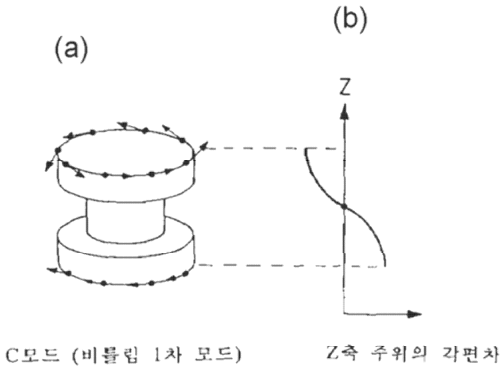
도면5a



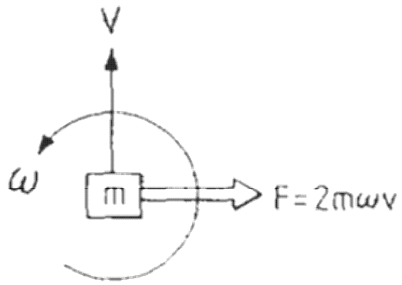
도면5b



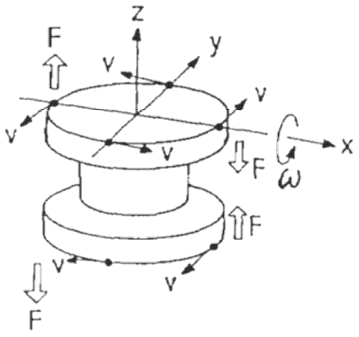
도면6



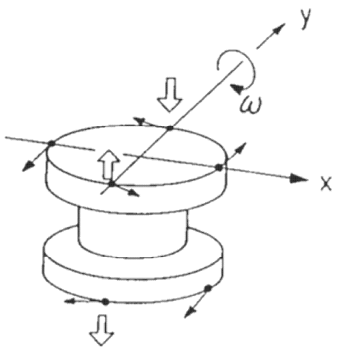
도면7



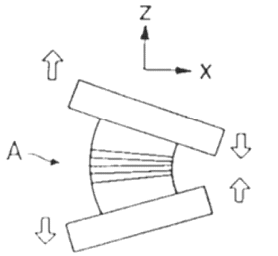
도면8a



도면8b

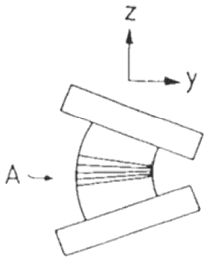


도면9a



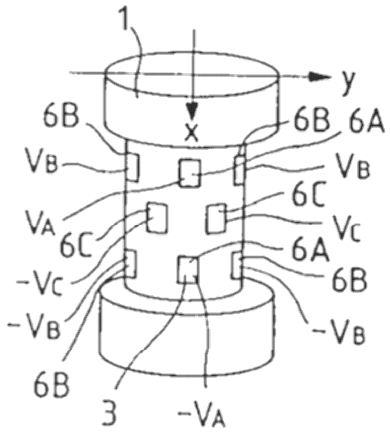
A모드 (굴곡 1차 모드)

도면9b

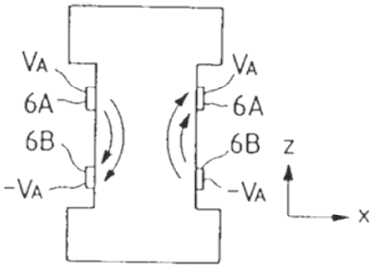


B모드 (굴곡 1차 모드)

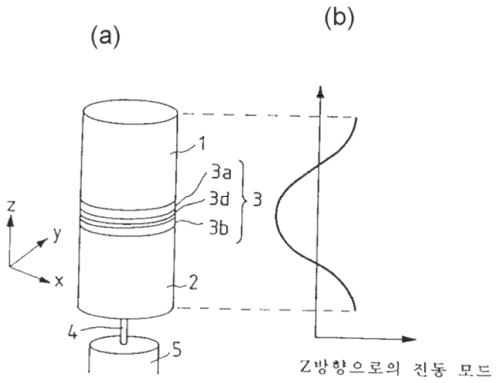
도면10



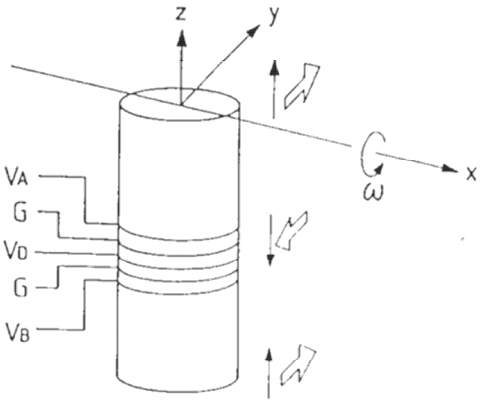
도면11



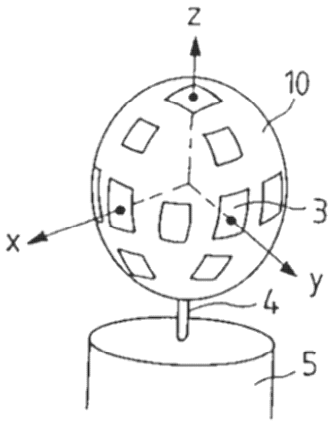
도면12



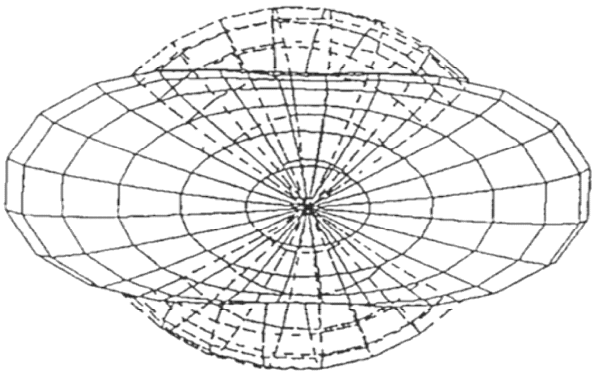
도면13



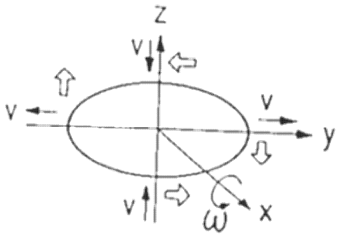
도면14



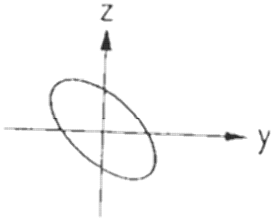
도면15a



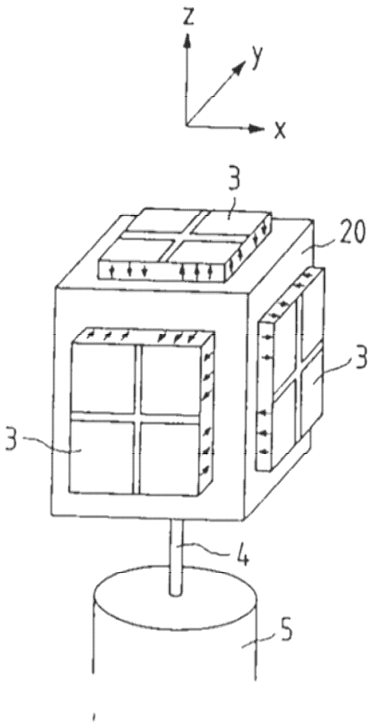
도면15b



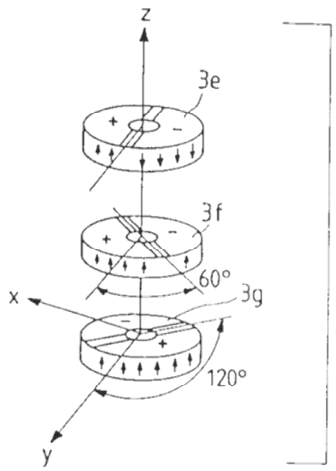
도면15c



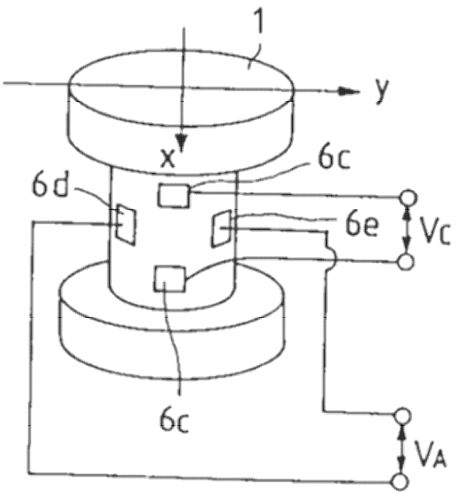
도면16



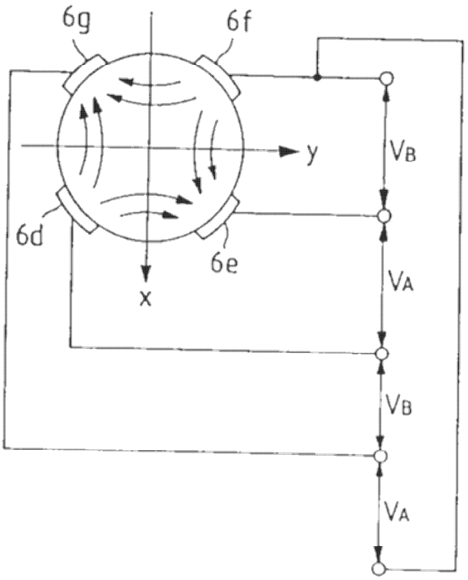
도면17



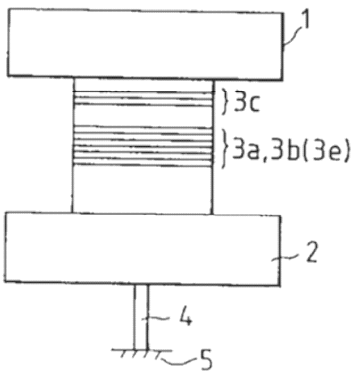
도면18a



도면18b



도면19a

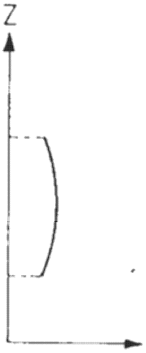


도면19b



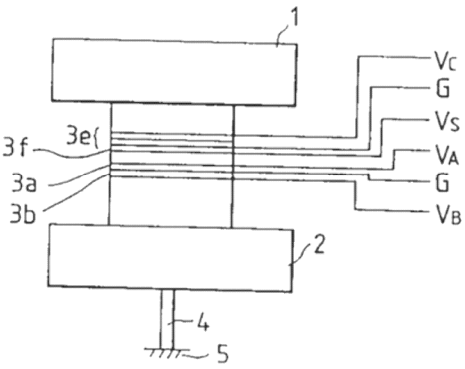
작은 직경부의 표면에서
굴곡에 의한 Z방향의 뒤틀림

도면19c

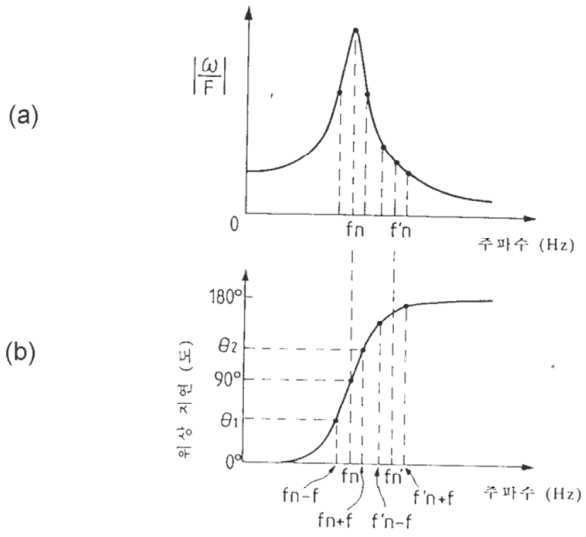


작은 직경부의 표면에서
비틀림에 의한 Z방향의 뒤틀림

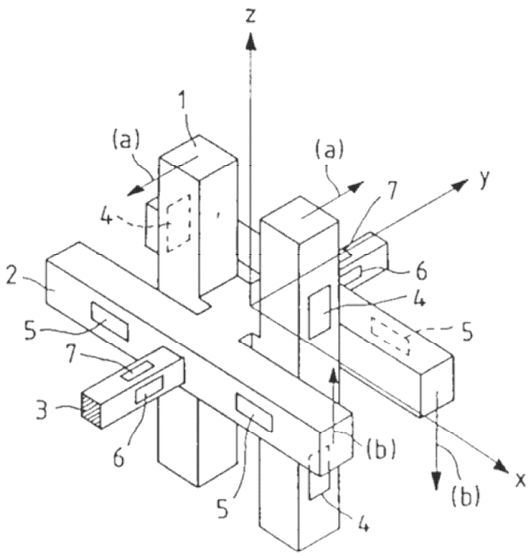
도면20



도면21


(a)
|ω/F|
0
fn
f'n
주파수 (Hz)
(b)
180°
θ2
90°
θ1
0°
위상 지연 (도)
fn-f
fn
fn
f'n+f
fn+f
f'n-f
주파수 (Hz)

도면22


z
y
x
1
(a)
(a)
7
4
2
6
4
5
5
7
3
6
(b)
(b)
5
4