



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월19일
(11) 등록번호 10-1365096
(24) 등록일자 2014년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01P 3/44 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0015716

(22) 출원일자 2012년02월16일

심사청구일자 2012년02월16일

(65) 공개번호 10-2012-0095310

(43) 공개일자 2012년08월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2011-033665 2011년02월18일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성07003337 A

전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자

세이코 엡슨 가부시키키가이샤

일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1

(72) 발명자

가네모토 케이

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3초메 3반

5고 세이코 엡슨 가부시키키가이샤 나이

(74) 대리인

이철

심사관 : 김창주

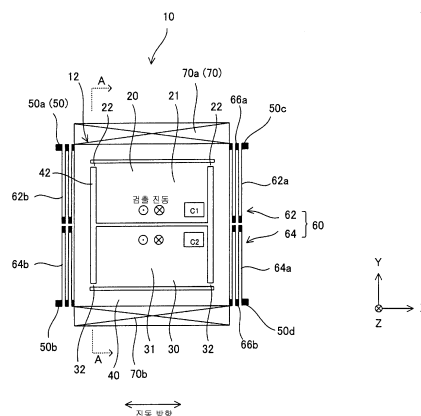
(54) 발명의 명칭 물리량 센서 및 전자 기기

(57) 요약

(과제) 구동에 의해 검출 전극이 진동하는 일이 없고, 예를 들면 각속도의 경우, 출력값으로서의 각속도 이외의 물리량인 직선 가속도의 영향 및 검출축 이외의 다른 축의 각속도의 영향의 적어도 한쪽을 받는 일이 없는 물리량 센서를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

(해결 수단) 본 발명의 물리량 센서(10)는, 기판과, 기판 상의 공간 평면에 배치되어, 회전축(22, 32)을 가진 제1 변위부 및 제2 변위부(21, 31)와, 기판의, 제1 변위부 및 제2 변위부(21, 31)의 각각에 대향하는 위치에 설치된 고정 전극부와, 제1 변위부 및 제2 변위부의 각각의 회전축을 지지하는 지지부(40)와, 스프링부(60)를 개재하여 지지부(40)를 지지하는 고정부(50)와, 지지부(40)를 진동 방향으로 진동시키는 구동부(70)를 구비하고, 제1 변위부 및 제2 변위부는, 회전축을 축으로서 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위 가능하고, 회전축의 각각은, 제1 변위부 또는 제2 변위부의 중심으로부터 어긋나게 설치되며, 제1 변위부(21)의 회전축(22)과 제2 변위부(31)의 회전축(32)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관과,

상기 기관 상의 공간 평면에 배치되고, 회전축을 가진 제1 변위부 및 제2 변위부와,

상기 기관의 상기 제1 변위부 및 제2 변위부의 각각에 대향하는 위치에 설치된 고정 전극부와,

상기 제1 변위부 및 제2 변위부의 각각의 상기 회전축을 지지하는 지지부와,

스프링부를 개재하여 상기 지지부를 지지하는 고정부와,

상기 지지부를 진동 방향으로 진동시키는 구동부를 구비하고,

상기 제1 변위부 및 제2 변위부는, 상기 회전축을 축으로서 상기 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위 가능하고,

상기 회전축의 각각은, 상기 제1 변위부 또는 제2 변위부의 중심으로부터 어긋나게 설치되고,

상기 제1 변위부의 상기 회전축과 상기 제2 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전축의 각각은, 상기 지지부의 상기 진동 방향으로 평행하게 배치된 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 변위부는, 서로 대칭이 되도록 배치된 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 4

기관과,

상기 기관 상의 공간 평면에 배치된 제1 진동체 및 제2 진동체를 갖고,

상기 제1 진동체는, 회전축을 가진 제1 변위부 및 제2 변위부와, 상기 제1 변위부 및 상기 제2 변위부의 상기 회전축의 각각을 지지하는 제1 지지부를 구비하고,

상기 제2 진동체는, 회전축을 가진 제3 변위부 및 제4 변위부와, 상기 제3 변위부 및 상기 제4 변위부의 상기 회전축의 각각을 지지하는 제2 지지부를 구비하고,

상기 기관의 상기 제1~제4 변위부의 각각에 대향하는 위치에 설치된 고정 전극부와,

스프링부를 개재하여 상기 제1 지지부 및 제2 지지부의 각각을 지지하는 고정부와,

상기 제1 지지부 및 제2 지지부의 각각을 진동시키는 구동부를 구비하고,

상기 제1 진동체 및 상기 제2 진동체는, 서로 반대 방향으로 진동하고,

상기 제1~제4 변위부는, 상기 회전축을 축으로서 상기 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위 가능하고,

상기 회전축의 각각은, 상기 제1~제4 변위부의 각각의 중심으로부터 어긋나게 설치되고,

상기 제1 변위부의 상기 회전축과 상기 제2 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대이고,

또한 상기 제3 변위부의 상기 회전축과 상기 제4 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향

이 서로 반대인 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 진동체 및 제2 진동체는, 연결 스프링으로 서로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C1로 하고,

상기 제2 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C2로 하고,

상기 제3 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C3으로 하고,

상기 제4 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C4로 했을 때에,

상기 물리량 센서의 출력값을

$(C1+C2)-(C3+C4)$ 로 하는 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공간 평면에서 보았을 때, 상기 진동 방향에 대하여 직교하는 방향의 축 회전에 발생하는 각속도를 검출하는 것을 특징으로 하는 물리량 센서.

청구항 8

제1항에 기재된 물리량 센서를 구비한 것을 특징으로 하는 전자 기기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 물리량 센서 및 그것을 이용한 전자 기기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 카 내비게이션 시스템이나, 비디오 카메라의 손떨림 보정 등의 자세 제어에, 각속도를 검출하는 각속도 센서가 많이 이용되고 있다. 이러한 각속도 센서에는, 소자가 형성된 면 내의 축 회전의 각속도를 검출하는 방식의 것이 있다.

[0003] 특허문헌 1에 개시된 각속도 센서는, XY 평면에 원 환상의 구동 질량과, 그 중심에 배치된 앵커와, 앵커가 고정된 기관과, 상기 구동 질량의 X축 방향으로 대향 배치된 한 쌍의 제1 질량부와, 상기 구동 질량의 Y축 방향으로 대향 배치된 한 쌍의 제2 질량부와, 상기 기관 상에서 상기 제1 질량부 및 제2 질량부와 대향하여 배치된 검출 전극으로 구성되어 있다.

[0004] 이러한 구성에 의해, 구동 질량을, XY 평면에 수직인 Z축 방향의 앵커축 회전에 교대로 반복하는 회동 구동시키고, X축 회전 또는 Y축 회전의 각속도가 가해졌을 때에, 코리올리 힘이 작용하여, 시소 형상의 제1 질량부 또는 제2 질량부가 회전하는 것에 따른 각속도를 검출하는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 미국특허출원공개 제2009/0100930호 명세서

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 그러나, 특허문헌 1에 개시된 각속도 센서에 의하면, 회동 구동에 의해 원심력이 발생하고, 특히 회전 방향이 바뀔 때에, 시소 형상의 검출 전극이 진동해 버린다는 문제가 있다. 검출 전극이 진동하면 출력이 발생하기 때문에, 각속도가 가해지지 않은 경우에도 출력이 발생해 버린다는 문제가 있었다.
- [0007] 그래서 본 발명은, 구동에 의해 검출 전극이 진동하는 일이 없고, 예를 들면 센서를 각속도 센서로서 이용했을 때에, 출력값으로서의 각속도 이외의 물리량인 직선 가속도의 영향 및 검출축 이외의 다른 축의 각속도의 영향의 적어도 한쪽을 받는 일이 없는 물리량 센서 및 전자 기기를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은, 전술한 과제의 적어도 일부를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 이하의 적용예로서 실현하는 것이 가능하다.
- [0009] [적용예 1] 기관과, 상기 기관 상의 공간 평면에 배치되고, 회전축을 가진 제1 변위부 및 제2 변위부와, 상기 기관의 상기 제1 변위부 및 제2 변위부의 각각에 대향하는 위치에 설치된 고정 전극부와, 상기 제1 변위부 및 제2 변위부의 각각의 상기 회전축을 지지하는 지지부와, 스프링부를 개재하여 상기 지지부를 지지하는 고정부와, 상기 지지부를 진동 방향으로 진동시키는 구동부를 구비하고, 상기 제1 변위부 및 제2 변위부는, 상기 회전축을 축으로서 상기 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위 가능하고, 상기 회전축의 각각은, 상기 제1 변위부 또는 제2 변위부의 중심으로부터 어긋나게 설치되고, 상기 제1 변위부의 상기 회전축과 상기 제2 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 하는 물리량 센서.
- [0010] 상기 구성에 의하면, 예를 들면, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다.
- [0011] [적용예 2] 상기 회전축의 각각은, 상기 지지부의 상기 진동 방향으로 평행하게 배치된 것을 특징으로 하는 적용예 1에 기재된 물리량 센서.
- [0012] 상기 구성에 의하면, 예를 들면, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전에 각속도가 발생했을 때에 각 변위부를 기관 상의 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위하기 쉬워져, 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다.
- [0013] [적용예 3] 상기 제1 및 제2 변위부는, 서로 대칭이 되도록 배치된 것을 특징으로 하는 적용예 1 또는 적용예 2에 기재된 물리량 센서.
- [0014] 상기 구성에 의하면, 각 변위부의 정전 용량의 절대값이 동일하게 되어, 차동(差動) 검출에 의해 변위를 검출할 수 있다.
- [0015] [적용예 4] 기관과, 상기 기관 상의 공간 평면에 배치된 제1 진동체 및 제2 진동체를 갖고, 상기 제1 진동체는, 회전축을 가진 제1 변위부 및 제2 변위부와, 상기 제1 변위부 및 상기 제2 변위부의 상기 회전축의 각각을 지지하는 제1 지지부를 구비하고, 상기 제2 진동체는, 회전축을 가진 제3 변위부 및 제4 변위부와, 상기 제3 변위부 및 상기 제4 변위부의 상기 회전축의 각각을 지지하는 제2 지지부를 구비하고, 상기 기관의 상기 제1~제4 변위부의 각각에 대향하는 위치에 설치된 고정 전극부와, 스프링부를 개재하여 상기 제1 지지부 및 제2 지지부의 각각을 지지하는 고정부와, 상기 제1 지지부 및 제2 지지부의 각각을 진동시키는 구동부를 구비하고, 상기 제1 진동체 및 상기 제2 진동체는, 서로 반대 방향으로 진동하고, 상기 제1~제4 변위부는, 상기 회전축을 축으로서 상기 공간 평면에 대하여 수직 방향으로 변위 가능하고, 상기 회전축의 각각은, 상기 제1~제4 변위부의 각각의 중심으로부터 어긋나게 설치되어, 상기 제1 변위부의 상기 회전축과 상기 제2 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대이고, 또한 상기 제3 변위부의 상기 회전축과 상기 제4 변위부의 상기 회전축은, 상기 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대인 것을 특징으로 하는 물리량 센서.
- [0016] 상기 구성에 의하면, 예를 들면, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도 및 직선 가속도가 검출되지 않는다. 따라서 적용예 1과 비교하여 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다.

- [0017] [적용예 5] 상기 제1 진동체 및 제2 진동체는, 연결 스프링으로 서로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 적용예 4에 기재된 물리량 센서.
- [0018] 상기 구성에 의하면, 제1 진동체와 제2 진동체의 진동 효율을 높일 수 있다.
- [0019] [적용예 6] 상기 제1 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C1로 하고, 상기 제2 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C2로 하고, 상기 제3 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C3으로 하고, 상기 제4 변위부와 이에 대향하는 상기 고정 전극부와의 사이의 정전 용량을 C4로 했을 때에, 상기 물리량 센서의 출력값을 $(C1+C2)-(C3+C4)$ 로 하는 것을 특징으로 하는 적용예 4 또는 적용예 5에 기재된 물리량 센서.
- [0020] 상기 구성에 의하면, 차동 용량 출력을 검출하여, 각속도를 고정밀도로 검출할 수 있다.
- [0021] [적용예 7] 상기 진동 방향에 대하여 평면에서 보았을 때 직교하는 방향의 축 회전에 발생하는 각속도를 검출하는 것을 특징으로 하는 적용예 1 내지 적용예 6 중 어느 1에 기재된 물리량 센서.
- [0022] 상기 구성에 의하면, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서 각속도를 고정밀도로 검출할 수 있는 물리량 센서가 얻어진다.
- [0023] [적용예 8] 적용예 1 내지 적용예 7 중 어느 1에 기재된 물리량 센서를 구비한 것을 특징으로 하는 전자 기기.
- [0024] 상기 구성에 의하면, 물리량을 고정밀도로 검출할 수 있는 물리량 센서를 구비한 전자 기기가 얻어진다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 물리량 센서의 제1 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다.
- 도 2는 도 1에 있어서의 A-A 단면 확대도이다.
- 도 3은 본 발명의 물리량 센서의 제2 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다.
- 도 4는 물리량 센서의 작용의 설명도이다.
- 도 5는 본 발명의 물리량 센서의 제3 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다.
- 도 6은 본 발명의 물리량 센서의 제4 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다.
- 도 7은 본 발명의 물리량 센서의 제5 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다.
- 도 8은 본 발명의 물리량 센서를 구비하는 전자 기기를 적용한 휴대 전화기의 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0027] 본 발명의 물리량 센서 및 전자 기기의 실시 형태를 첨부 도면을 참조하면서, 이하 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 물리량 센서의 제1 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다. 도 2는 도 1에 있어서의 A-A 단면 확대도이다. 또한 각 도면에서는, 설명의 편의상, 서로 직교하는 3개의 축으로서, X축, Y축, Z축을 도시하고 있다. 또한 이하에서는, X축(제1 축)에 평행한 방향을 X축 방향, Y축(제2 축)에 평행한 방향을 Y축 방향, Z축(제3 축)에 평행한 방향을 Z축 방향으로 한다.
- [0029] 본 발명의 물리량 센서(10)는, 진동계 구조체(12) 상에, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와, 회전축(22, 32)과, 지지부(40)와, 고정부(50)와, 지지부(40)와 고정부(50)를 접속하는 스프링부(60)와, 구동부(70)를 주된 기본 구성으로 하여 형성되어 있다. 또한 본 실시 형태의 물리량 센서(10)는, X축, Y축 또는 Z축의 어느 1축 회전의 각속도를 검출 가능한 센서이며, 이하, 일 예로서, X축 방향을 따라서 진동 가능하게 하여, Y축 회전에 작용하는 회전을 검출 가능한 각속도 센서의 구성에 대해서 설명한다.
- [0030] 진동계 구조체(12)는, 실리콘을 주재료로 하여 구성되어 있고, 실리콘 기판(실리콘 웨이퍼) 상에 박막 형성 기술(예를 들면, 에피택셜 성장 기술, 화학 기상 성장 기술 등의 퇴적 기술)이나 각종 가공 기술(예를 들면, 드라이 에칭, 웨트 에칭 등의 에칭 기술)을 이용하여 원하는 외형 형상으로 가공함으로써, 전술한 각부가 일체적으로 형성되어 있다. 혹은, 실리콘 기판과 유리 기판을 접합한 후에, 실리콘 기판만을 원하는 외형 형상으로 가

공함으로써, 전술의 각부를 형성할 수도 있다. 진동계 구조체(12)의 주재료를 실리콘으로 함으로써, 우수한 진동 특성을 실현할 수 있음과 함께, 우수한 내구성을 발휘할 수 있다. 또한 실리콘 반도체 디바이스 제작에 이용되는 미세한 가공 기술의 적용이 가능해져, 물리량 센서(10)의 소형화를 도모할 수 있다.

[0031] 제1 및 제2 변위부(20, 30)는, Z축을 법선으로 하는 XY 평면에서 보았을 때에 있어서, 직사각형의 판 형상으로 형성되고, XY 평면의 공간 평면을 Z축 방향으로 변위하는 변위판(21, 31)을 구비하고 있다. 변위판(21, 31)은, 회전축(22, 32)으로 지지부(40)에 연결되어 있다. 회전축(22, 32)은, 도 2에 나타내는 바와 같이 각 변위판(21, 31)의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성되어 있다. 회전축(22, 32)은 모두, 진동 방향인 X축 방향으로 연결되어 설치되어 있다. 회전축(22, 32)은, 외력이 가해졌을 때에 그 축 회전에 비틀림 변형시켜 변위판(21, 31)을 Z방향으로 회전시킨다.

[0032] 이러한 구성에 의해, 제1 및 제2 변위부(20, 30)는, 회전축(22, 32)에 대하여 중력(Z축 방향의 외력)에 의한 회전 방향이 서로 역방향으로 회전하도록 부착되어 있다. 바꾸어 말하면, 회전축(22)의 변위판(21)의 중심으로부터의 어긋남의 방향과, 회전축(32)의 변위판(31)의 중심으로부터의 어긋남의 방향은, 서로 반대 방향이라고도 말할 수 있다.

[0033] 지지부(40)는, 제1 및 제2 변위부(20, 30)를 지지하는 프레임이다. 제1 실시 형태의 지지부(40)는, 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 외주를 둘러싸는 개구(42)를 구비하고, 변위판(21, 31)의 요동측(자유단측)이 서로 내측을 향하도록 회전축(22, 32)을 개재하여 지지하고 있다. 또한, 지지부(40)의 형상은 프레임 형상에 한정되지 않고, 다른 형상이라도 적용 가능하다.

[0034] 고정부(50)는, 지지부(40)의 외측에 복수 설치되어 있다. 본 실시 형태에서는 Z축을 법선으로 하는 평면에서 보았을 때, 직사각형 형상으로 배치한 고정부(50a, 50b, 50c, 50d)로 둘러싸이는 영역 안에 지지부(40)를 형성하고 있다.

[0035] 스프링부(60)는, 지지부(40)와 고정부(50)를 연결하고 있다. 제1 실시 형태의 스프링부(60)는, 제1 및 제2 스프링부(62, 64)로 구성되어 있다. 제1 스프링부(62)는, 한 쌍의 스프링부(62a, 62b)로 구성되어 있고, 각 스프링부(62a, 62b)는 Y축 방향으로 왕복하면서 X축 방향으로 연재되는 형상을 이루고 있다. 또한 스프링부(62a, 62b)는, Z축을 법선으로 하는 평면에서 보았을 때, 지지부(40)의 중심과 교차되는 Y축에 대하여 대칭적으로 설치되어 있다. 각 스프링부(62a, 62b)를 이러한 형상으로 함으로써, 제1 스프링부(62)를 Y축 방향 및 Z축 방향으로의 변형을 억제하면서, 진동 방향인 X축 방향으로 부드럽게 신축시킬 수 있다. 또한, 제2 스프링부(64)의 구성은, 지지부(40)의 중심과 교차되는 X축에 대하여, 제1 스프링부(62)와 대칭적으로 설치되며, 한 쌍의 스프링부(64a, 64b)로 구성되어 있다. 각 스프링부(64a, 64b)를 이러한 형상으로 함으로써, 제2 스프링부(64)를 Y축 방향 및 Z축 방향으로의 변형을 억제하면서, 진동 방향인 X축 방향으로 부드럽게 신축시킬 수 있다.

[0036] 구동부(70)는, 지지부(40)를 X축 방향으로 소정의 주파수로 진동시키는 기능을 구비하고 있다. 즉 구동부(70)는, 지지부(40)를 +X축 방향으로 변위시키는 상태와, -X축 방향으로 변위시키는 상태를 반복하도록 진동시키고 있다. 구동부(70a, 70b)는, 도시하지 않은 구동 전극과 고정 전극으로 구성되며, 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 각각에 형성되어 있지만, 지지부(40)를 X축 방향으로 진동시킬 수 있는 구성이면, 어느 한쪽의 변위부만으로도 좋다. 고정 전극은 구동 전극을 개재하여 X축 방향으로 대향 배치된 빗살 형상의 한 쌍의 전극편을 갖고 있다. 이러한 구성의 구동부(70)는, 도시하지 않은 전원에 의해, 전극편에 전압을 인가함으로써, 각 구동 전극과 각 전극편과의 사이에 정전력을 발생시켜, 스프링부(60)를 신축시키면서, 지지부(40)를 소정의 주파수로 X축 방향으로 진동시키고 있다. 또한 구동부(70)는, 정전 구동 방식, 압전 구동 방식, 또는 자장의 로렌츠 힘을 이용한 전자 구동 방식 등을 적용할 수 있다.

[0037] 도 2에 나타내는 기관(74)은, 진동계 구조체(12)를 지지하는 것이다. 기관(74)은, 실리콘을 주재료로 하여 구성되어 있지만, 실리콘에 한정되지 않고, 예를 들면, 수정이나 각종 유리라도 좋다. 기관(74)은 판 형상으로서, 상면에 고정부(50)를 접합시키고 있다. 이에 따라 진동계 구조체(12)를 기관(74) 상에 고정·지지시킬 수 있다. 또한 기관(74)과 진동계 구조체(12)의 간극은, 외력에 의해 변위되는 제1 및 제2 변위부(20, 30)가 접촉하는 일이 없는 거리에 설정되어 있다. 기관(74)과 진동계 구조체(12)의 접합 방법은 특별히 한정되지 않고, 직접 접합이나 양극 접합 등의 각종 접합 방법을 이용하여 접합할 수 있다. 또한, 고정부(50)는, 기관(74) 상에 한정되지 않아, 기관(74) 이외의 부재(예를 들면, 패키지 등)에 설치해도 좋다. 또한 기관(74)의 상면으로서, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와 대향하는 개소에는, 하부 전극(고정 전극부)(76)을 설치하고 있다. 제1 및 제2 변위부(20, 30)와, 기관(74)에 고정된, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와 Z축 방향으로 이간하여 대향 배치된 하부 전극(76)에 의해, 트랜스듀서(transducer)가 형성된다.

[0038] 도 3은 본 발명의 물리량 센서의 제2 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다. 도시한 바와 같이 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)는, 진동계 구조체(120) 상에 2개의 진동체와, 각 진동체에 설치된 4개의 변위부를 구비하고 있다. 구체적으로 물리량 센서(100)는, 센서의 진동 방향을 따라서 제1 및 제2 변위부(20, 30)를 갖는 제1 진동체(14)와, 제3 및 제4 변위부(80, 90)를 갖는 제2 진동체(16)로 구성되어 있다. 또한, 진동계 구조체(120)는, 실리콘을 주재료로 하여 구성되어 있고, 실리콘 기판(실리콘 웨이퍼) 상에 박막 형성 기술이나 각종 가공 기술을 이용하여 원하는 외형 형상으로 가공함으로써, 각부가 일체적으로 형성되어 있다. 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 구성은, 제1 실시 형태의 구성과 동일하며, 그 상세한 설명을 생략한다. 또한 제3 및 제4 변위부(80, 90)의 기본 구성은, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와 동일하다. 단, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와 제3 및 제4 변위부(80, 90)의 사이에는, 제3 스프링부(연결 스프링)(66)를 형성하고 있다. 제3 스프링부(66)는, 한 쌍의 스프링부(66a, 66b)로 구성되어 있고, 각 스프링부(66a, 66b)는 Y축 방향으로 왕복하면서 X축 방향으로 연재되는 형상을 이루고 있다. 또한 스프링부(66a, 66b)는, Z축을 법선으로 하는 XY 평면에서 보았을 때, 제1 지지부(44)와 제2 지지부(46)의 중심과 교차되는 X축에 대하여 대칭적으로 설치되어 있다. 각 스프링부(66a, 66b)를 이러한 형상으로 함으로써, 제1 스프링부(62)를 Y축 방향 및 Z축 방향으로의 변형을 억제하면서, X축 방향으로 부드럽게 신축시킬 수 있다.

[0039] 또한 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)의 구동부(72)는, 제1 실시 형태의 구동부(70)와 기본 구성은 동일하다. 그러나, 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 구동부(72a, 72b)와, 제3 및 제4 변위부(80, 90)의 구동부(72c, 72d)에 대하여, 위상이 180도 어긋난 교번 전압(alternate voltage)을 인가함으로써, 각 구동 전극과 각 전극편과의 사이에 각각 정전력을 발생시켜, 제1~제3 스프링부(62, 64, 66)를 X축 방향으로 신축시키면서, 제1 및 제2 변위부(20, 30)와, 제3 및 제4 변위부(80, 90)가 서로 역위상으로, 또한 소정의 주파수로 X축 방향으로 진동시키고 있다. 또한, 구동부(72a, 72b)는, 어느 한쪽만 형성되어 있으면 좋다. 구동부(72c, 72d)에 대해서도 동일하다.

[0040] 또한, 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)는, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 각각에 대항하는 하부 전극(76)과의 사이에 발생하는 정전 용량을 각각 C1~C4로 한 경우, 그의 출력은, (C1+C2)-(C3+C4)가 되도록 설정하고 있다.

[0041] 다음으로 상기 구성에 의한 본 발명의 물리량 센서(10, 100)의 작용에 대해서 이하 설명한다. 도 4는 물리량 센서의 작용의 설명도이다. 또한, 도 4에서는 변위판에 가해지는 힘의 상태에 의해 A~G로 경우를 나누어 표기하고 있다.

[0042] 우선, 물리량 센서에 대한 입력이 제로인 경우(상태 A), 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 회전축(22, 32, 82, 92)이 연장되는 방향과, 진동 방향이 동일하기 때문에, 변위판의 자중에 의한 기울기 이외에 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)는 변동하지 않는다. 따라서 트랜스듀서의 용량 변화는 일어나지 않기 때문에 출력은 제로가 된다.

[0043] 다음으로 물리량 센서에 대한 X축 회전의 각속도가 입력된 경우(상태 B), 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 회전축(22, 32, 82, 92)의 축 방향은, 진동 방향과 동일한 방향으로 형성되어 있기 때문에, 코리올리 힘은 발생하지 않는다. 따라서, 트랜스듀서의 용량 변화는 일어나지 않기 때문에 출력은 제로가 된다.

[0044] 다음으로 물리량 센서에 대한 Y축 회전의 각속도가 입력된 경우(상태 C)에 대해서 설명한다. 여기에서 제1 진동체(14)의 제1 및 제2 변위부(20, 30)가 -X축 방향으로 진동하고, 제2 진동체(16)의 제3 및 제4 변위부(80, 90)가 +X축 방향으로 진동하여, Y축 회전에 각속도가 입력되었다고 가정한다. 일반적으로 코리올리 힘 F_{cori} 는,

수학식 1

$$F_{cori} = 2mv \times \Omega$$

[0046] 로 나타낼 수 있다. 여기에서 m: 질량, v: 속도, Ω : 각속도를 각각 나타내고 있다.

[0047] 제1 및 제2 변위부(20, 30)에서는, -X축 방향으로 진동시키면서, Y축 회전의 각속도(Ω_y)가 가해지면, -Z축 방향의 코리올리 힘이 작용하여, 변위판(21, 31)이 -Z축 방향으로 회전하고, 이에 따라, 변위판(21, 31)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C1, C2)이 변화한다. 또한 제3 및 제4 변위부(80, 90)에서는, +X축 방향으로

진동시키면서, Y축 회전의 각속도(Ω_y)가 가해지면, +Z축 방향의 코리올리 힘이 작용하여, 변위판(81, 91)이 +Z축 방향으로 회전하고, 이에 따라 변위판(81, 91)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C3, C4)이 변화한다. 이와 같이 제1 및 제2 변위부(20, 30)와 제3 및 제4 변위부(80, 90)에서는, 코리올리 힘의 방향이 역방향이 되고, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)의 출력은, $(C1+C2)-(C3+C4)$ 에 의해, Y축 회전의 각속도에 따른 용량 변화를 검출할 수 있다.

[0048] 다음으로 물리량 센서에 대한 Z축 회전의 각속도가 입력된 경우(상태 D)에 대해서 설명한다. 여기에서 제1 진동체(14)의 제1 및 제2 변위부(20, 30)가 -X축 방향으로 진동하고, 제2 진동체(16)의 제3 및 제4 변위부(80, 90)가 +X축 방향으로 진동하여, Z축 회전에 각속도가 입력되었다고 가정한다.

[0049] 제1 및 제2 변위부(20, 30)에서는, -X축 방향으로 진동시키면서, Z축 회전의 각속도(Ω_z)가 가해지면, +Y축 방향의 코리올리 힘이 작용한다. 이때 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 회전축(22, 32)은, 각 변위판(21, 31)의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성되고, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대로 형성되어 있다. 이 때문에, 변위판(21)은 -Z축 방향으로 눌러 내려지고, 변위판(31)은 +Z축 방향으로 밀어 올려진다. 이에 따라, 변위판(21, 31)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C1, C2)이 변화한다.

[0050] 제3 및 제4 변위부(80, 90)에서는, +X축 방향으로 진동시키면서, Z축 회전의 각속도(Ω_z)가 가해지면, -Y축 방향의 코리올리 힘이 작용한다. 이때 제3 및 제4 변위부(80, 90)의 회전축(82, 92)은, 각 변위판(81, 91)의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성되고, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대로 형성되어 있다. 이 때문에, 변위판(81)은 +Z축 방향으로 밀어 올려지고, 변위판(91)은 -Z축 방향으로 눌러 내려진다. 이에 따라 변위판(81, 91)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C3, C4)이 변화한다.

[0051] 이 결과, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)의 출력은, $C1-C4=0$ 및 $C2-C3=0$ 으로, $(C1+C2)-(C3+C4)=(C1-C4)-(C2-C3)=0$ 이 되어, Z축 방향으로 작용하는 코리올리 힘은 검출되지 않는다.

[0052] 다음으로 물리량 센서에 대한 X축 방향의 가속도가 입력된 경우(상태 E), 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 회전축(22, 32, 82, 92)의 축 방향은, X축 방향의 가속도와 동일한 방향으로 형성되어 있기 때문에, 변위부는 변위되지 않는다. 따라서, 트랜스듀서의 용량 변화는 일어나지 않기 때문에 출력은 제로가 된다.

[0053] 다음으로 물리량 센서에 대한 +Y축 방향의 가속도가 입력된 경우(상태 F), 제1 및 제2 변위부(20, 30)에서는, -X축 방향으로 진동시키면서, +Y축 방향의 가속도가 가해진다. 제1 및 제2 변위부(20, 30)의 회전축(22, 32)은, 각 변위판(21, 31)의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성되고, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대로 형성되어 있다. 이 때문에, 변위판(21)은 +Z축 방향으로 밀어 올려지고, 변위판(31)은 -Z축 방향으로 눌러 내려진다. 이에 따라, 변위판(21, 31)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C1, C2)이 변화한다.

[0054] 또한 제3 및 제4 변위부(80, 90)에서는, +X축 방향으로 진동시키면서, +Y축 방향의 가속도가 가해진다. 제3 및 제4 변위부(80, 90)의 회전축(82, 92)은, 각 변위판(81, 91)의 중심으로부터 어긋난 위치에 형성되고, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대로 형성되어 있다. 이 때문에, 변위판(81)은 +Z축 방향으로 밀어 올려지고, 변위판(91)은 -Z축 방향으로 눌러 내려진다. 이에 따라 변위판(81, 91)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C3, C4)이 변화한다.

[0055] 이 결과, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)의 출력은 $C1-C3=0$, $C2-C4=0$ 이 되어, Y축 방향으로 작용하는 가속도는 검출되지 않는다. 또한, 물리량 센서에 -Y축 방향의 가속도가 입력된 경우에서도, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)의 출력은, $C1-C3=0$ 및 $C2-C4=0$ 으로, $(C1+C2)-(C3+C4)=(C1-C3)+(C2-C4)=0$ 이 되어, Y축 방향으로 작용하는 가속도는 검출되지 않는다.

[0056] 마지막으로, 물리량 센서에 대한 +Z축 방향의 가속도가 입력된 경우(상태 G), 제1 및 제2 변위부(20, 30)에서는, -X축 방향으로 진동시키면서, +Z축 방향의 가속도가 가해짐으로써, 변위판(21)과 변위판(31)이 -Z축 방향으로 회전하고, 이에 따라 변위판(21, 31)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C1, C2)이 변화한다. 또한, 제3 및 제4 변위부(80, 90)에서는, +X축 방향으로 진동시키면서, +Z축 방향의 가속도가 가해짐으로써, 변위판(81)과 변위판(91)이 -Z축 방향으로 회전하고, 이에 따라 변위판(81, 91)과 하부 전극(76)의 사이의 정전 용량(C3, C4)이 변화한다. 이 결과, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)은 모두 동일한 값으로, 출력은 $C1+C2=C3+C4$ 가 되어, +Z축 방향으로 작용하는 가속도는 검출되지 않는다. 또한, 물리량 센서에 -Z축 방향의 가속도가 입력된 경우에서도, 제1~제4 변위부(20, 30, 80, 90)의 정전 용량(C1~C4)은 모두 동일한 값으로, 출력은 $C1+C2=C3+C4$ 가 되어, Z축 방향으로 작용하는 가속도는 검출되지 않는다.

[0057] 또한, 회전축과 동일한 축 방향을 제외하는 각속도 및 가속도는, 제2 실시 형태에 따른 물리량 센서(100)에서

적용할 수 있지만, Z축 방향의 가속도를 제외하는 경우이면, 제1 실시 형태에 따른 물리량 센서라도 적용할 수 있다.

[0058] 이러한 물리량 센서에 의하면, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서, 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다.

[0059] 도 5는 본 발명의 물리량 센서의 제3 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다. 도시한 바와 같이 제3 실시 형태의 물리량 센서(100a)는, 제1 및 제2 변위부(20a, 30a)의 회전축(22a, 32a)이 서로 근접하는 축으로서, 변위판(21a, 31a)의 요동축(자유단축)이, 외측을 향하도록 제1 지지부(44)에 고정되어 있다. 또한 제3 및 제4 변위부(80a, 90a)의 회전축(82a, 92a)이 서로 근접하는 축으로서, 변위판(81a, 91a)의 요동축(자유단축)이, 외측을 향하도록 제2 지지부(46)에 고정되어 있다. 이때 제1~제4 변위부(20a, 30a, 80a, 90a)의 회전축(22a, 32a, 82a, 92a)의 각각은, 상기 제1~제4 변위부(20a, 30a, 80a, 90a)의 각각의 중심으로부터 어긋나게 설치되어 있다. 또한 제1 변위부(20a)의 회전축(22a)과 제2 변위부(30a)의 회전축(32a)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되고, 또한 제3 변위부(80a)의 회전축(82a)과 제4 변위부(90a)의 회전축(92a)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되도록 배치시키고 있다. 그 외의 구성은 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)의 구성과 동일하며, 동일한 부호를 붙여 상세한 설명을 생략한다.

[0060] 이러한 구성의 제3 실시 형태의 물리량 센서(100a)에 의해서도, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다. 또한, 제1 및 제2 변위부(20a, 30a)의 회전축(22a, 32a)이 제1 지지부(44)의 내측에, 제3 및 제4 변위부(80a, 90a)의 회전축(82a, 92a)이 제2 지지부(46)의 내측에 각각 부착된 구성이 되어, 변위판끼리가 접촉하여 파손되지 않는 형태로 할 수 있다.

[0061] 도 6은 본 발명의 물리량 센서의 제4 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다. 도시한 바와 같이 제4 실시 형태의 물리량 센서(100b)는, 제1~제4 변위부(20b, 30b, 80b, 90b)를, Z축을 법선으로 하는 XY 평면에서 보았을 때, X축 방향으로 늘어놓아 배치하고 있다. 이때, 제1~제4 변위부(20b, 30b, 80b, 90b)의 회전축(22b, 32b, 82b, 92b)의 각각은, 상기 제1~제4 변위부(20b, 30b, 80b, 90b)의 각각의 중심으로부터 어긋나게 설치되어 있다. 또한 제1 변위부(20b)의 회전축(22b)과 제2 변위부(30b)의 회전축(32b)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되고, 또한 제3 변위부(80b)의 회전축(82b)과 제4 변위부(90b)의 회전축(92b)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되도록 배치시키고 있다. 그 외의 구성은 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)의 구성과 동일하며, 동일한 부호를 붙여 상세한 설명을 생략한다.

[0062] 이러한 구성의 제4 실시 형태의 물리량 센서(100b)에 의해서도, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다.

[0063] 도 7은 본 발명의 물리량 센서의 제5 실시 형태를 나타내는 구성 개략도이다. 도시한 바와 같이 제5 실시 형태의 물리량 센서(100c)는, Z축을 법선으로 하는 XY 평면에서 보았을 때, 제1 및 제2 지지부(44a, 46a)를 대략 H형 형상으로 형성하여, $\pm Y$ 축 방향의 2개의 오목부에 제1~제4 변위부(20c, 30c, 80c, 90c)를 부착하고 있다. 또한 구동부(70a, 70b)는, 제1 및 제2 지지부(44a, 46a)에 각각 부착된 구성으로 되어 있다. 이때, 제1~제4 변위부(20c, 30c, 80c, 90c)의 회전축(22c, 32c, 82c, 92c)의 각각은, 상기 제1~제4 변위부(20c, 30c, 80c, 90c)의 각각의 중심으로부터 어긋나게 설치되어 있다. 또한 제1 변위부(20c)의 회전축(22c)과 제2 변위부(30c)의 회전축(32c)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되고, 또한 제3 변위부(80c)의 회전축(82c)과 제4 변위부(90c)의 회전축(92c)은, 중심으로부터의 어긋남의 방향이 서로 반대가 되도록 배치시키고 있다. 그 외의 구성은 제2 실시 형태의 물리량 센서(100)의 구성과 동일하며, 동일한 부호를 붙여 상세한 설명을 생략한다.

[0064] 이러한 구성의 제5 실시 형태의 물리량 센서(100c)에 의해서도, 물리량 센서를 각속도 센서로서 이용한 경우에, 검출축 회전의 각속도만을 검출하고, 노이즈가 되는 검출축 이외의 다른 축의 각속도가 검출되지 않는다. 따라서 물리량 검출을 고정밀도로 행할 수 있다. 또한 제1~제4 변위부(20c, 30c, 80c, 90c)가 제1 및 제2 지지부(44a, 46a)의 외측에 부착된 구성으로 되어, 변위판을 지지부의 틀 내에 배치한 구성의 물리량 센서보다도, 배선의 기생 용량을 작게 할 수 있다.

[0065] 도 8은 본 발명의 물리량 센서를 구비하는 전자 기기를 적용한 휴대 전화기의 설명도이다. 도시한 바와 같이 휴대 전화기(500)는, 복수의 조작 버튼(502), 수화구(504) 및 송신구(506)를 구비하고, 조작 버튼(502)과 수화

기(504)와의 사이에는, 표시부(508)가 배치되어 있다. 이러한 휴대 전화기(500)에는 각속도 검출 수단(자이로 센서)으로서 기능하는 물리량 센서(10, 100, 100a, 100b, 100c)가 내장되어 있다.

부호의 설명

[0066]

10, 100, 100a, 100b, 100c : 물리량 센서

12, 120 : 진동계 구조체

14 : 제1 진동체

16 : 제2 진동체

20, 20a, 20b, 20c : 제1 변위부

21, 21a, 21b, 21c : 변위판

22, 22a, 22b, 22c : 회전축

30, 30a, 30b, 30c : 제2 변위부

31, 31a, 31b, 31c : 변위판

32, 32a, 32b, 32c : 회전축

40 : 지지부

42 : 개구

44, 44a : 제1 지지부

46, 46a : 제2 지지부

50 : 고정부

60 : 스프링부

62 : 제1 스프링부

64 : 제2 스프링부

66 : 제3 스프링부(연결 스프링)

70 : 구동부

72 : 구동부

74 : 기관

76 : 하부 전극

80, 80a, 80b, 80c : 제3 변위부

90, 90a, 90b, 90c : 제4 변위부

500 : 휴대 전화기

502 : 조작 버튼

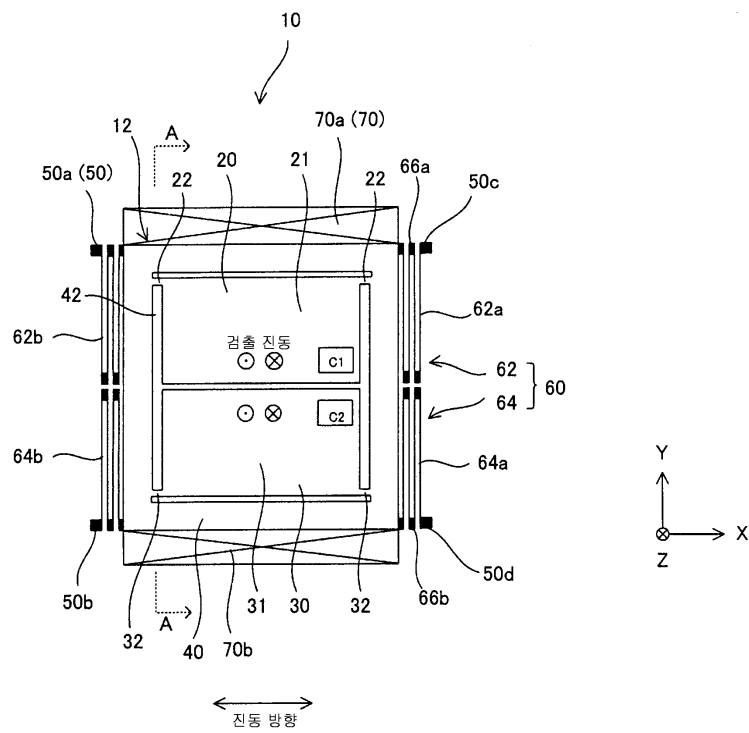
504 : 수화구

506 : 송신구

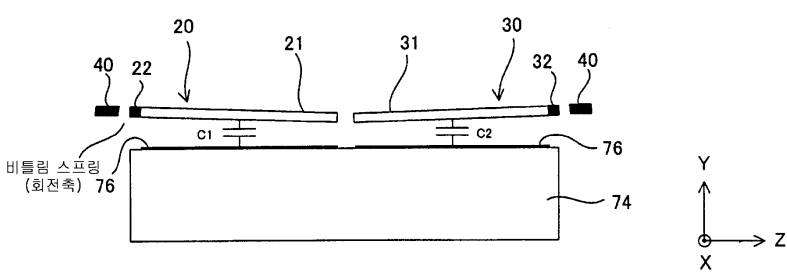
508 : 표시부

도면

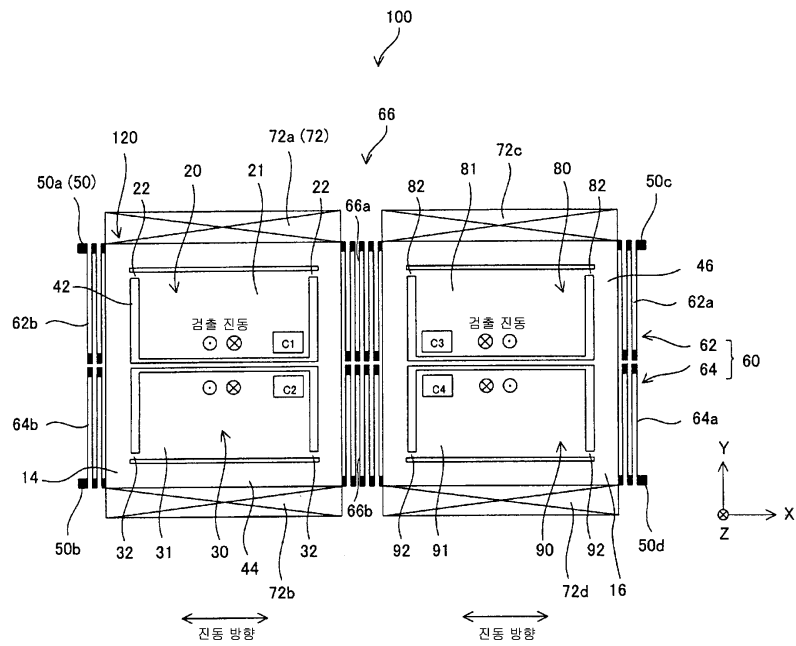
도면1



도면2



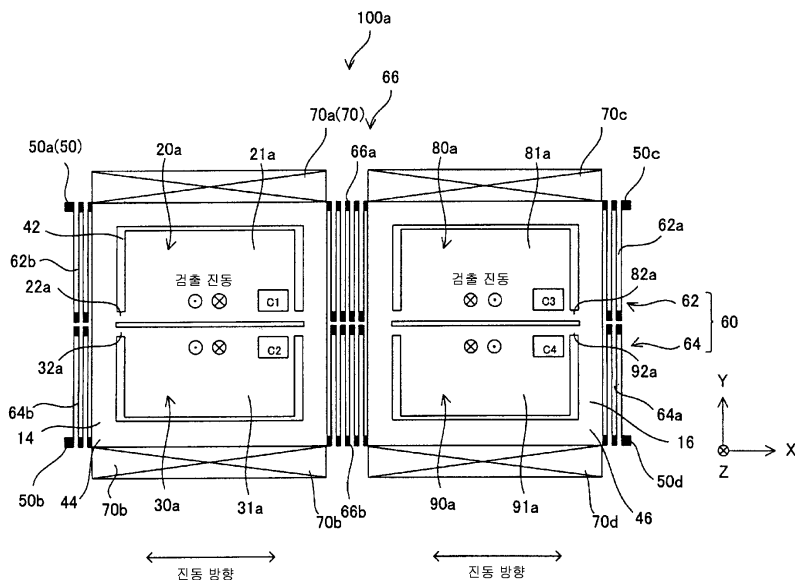
도면3



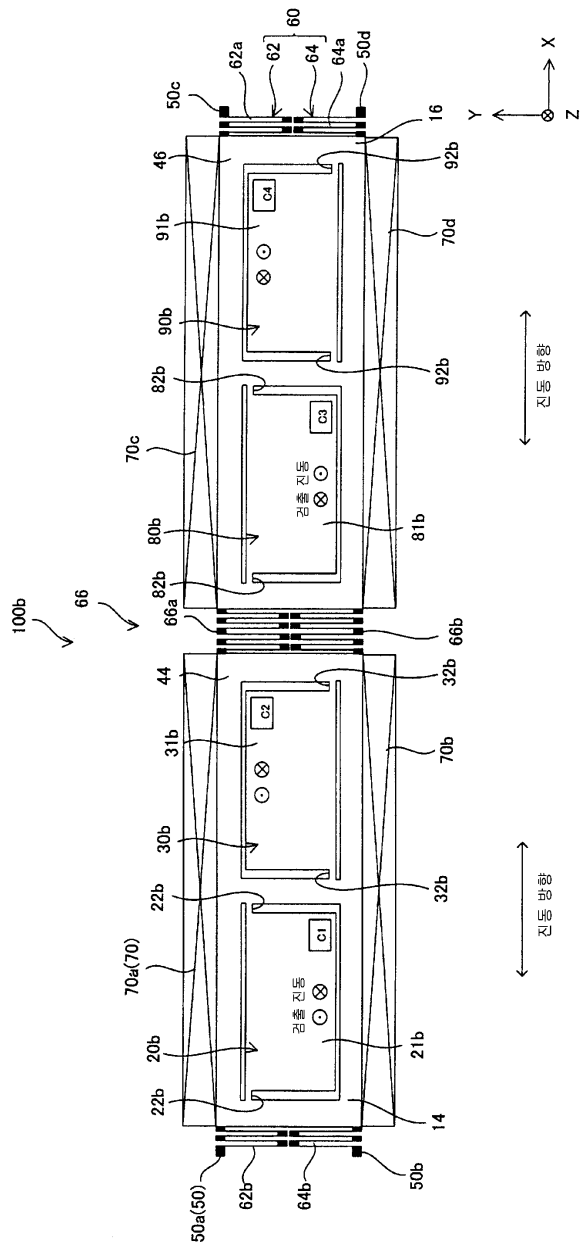
도면4

| 상태 | 입력 | 제1변위부 20 (C1) | 제2변위부 30 (C2) | 제3변위부 80 (C3) | 제4변위부 90 (C4) | 출력 (C1+C2)-(C3+C4) |
|----|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| A | 없음 | | | | | 출력 제로 |
| B | X 축 각속도 | | | | | 출력 제로 |
| C | Y 축 각속도 | | | | | 각속도에 따른 출력 |
| D | Z 축 각속도 | | | | | C1-C4=0 C2-C3=0 출력 제로 |
| E | X 축 가속도 | | | | | 출력 제로 |
| F | Y 축 가속도 | | | | | C1-C3=0 C2-C4=0 출력 제로 |
| G | Z 축 가속도 | | | | | C1+C2=C3+C4 출력 제로 |

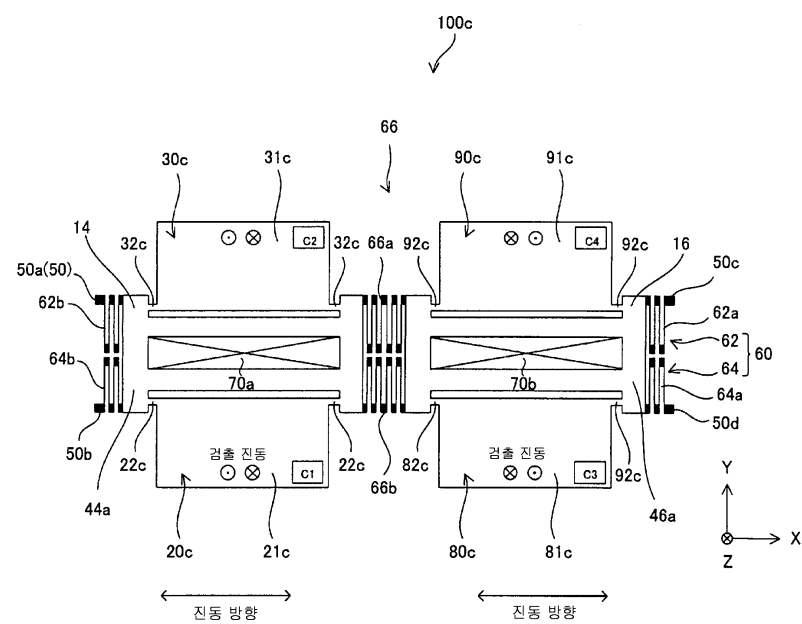
도면5



도면6



도면7



도면8

