



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월01일
(11) 등록번호 10-1078587
(24) 등록일자 2011년10월25일

(51) Int. Cl.
G01P 9/04 (2006.01) G01C 19/56 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7014851
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년12월12일
심사청구일자 2010년07월05일
(85) 번역문제출일자 2010년07월05일
(65) 공개번호 10-2010-0084584
(43) 공개일자 2010년07월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/072656
(87) 국제공개번호 WO 2009/087858
국제공개일자 2009년07월16일
(30) 우선권주장
JP-P-2008-000567 2008년01월07일 일본(JP)
JP-P-2008-265490 2008년10월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US20020139187 A1
JP2001304867 A
JP2001264069 A
JP2001194153 A

(73) 특허권자
가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고
(72) 발명자
타무라 마사야
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고 가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
모치다 요이치
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고 가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
(74) 대리인
윤동열

전체 청구항 수 : 총 8 항

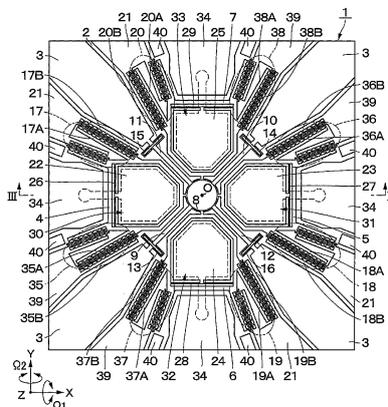
심사관 : 조성찬

(54) 각속도 센서

(57) 요약

기관(2)의 표면에는, 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 구동 질량부(4~7)를 마련한다. 구동 질량부(4~7)는 연결 빔(8)을 서로 연결한다. 연결 빔(8)은, 접속부(9~12) 및 구동 빔(13~16)을 사용하여 휨 가능하게 지지한다. 구동 질량부(4~7)의 내측에는 검출 질량부(22~25)를 마련하는 동시에, 검출 질량부(22~25)는 검출 빔(26~29)을 사용하여 Z축 방향으로 변위 가능하게 지지한다. 그리고, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)는 진동 발생부(17~20)에 의해 서로 역위상으로 진동한다. 이 상태로, 각속도(Ω_1, Ω_2)가 가해지면 검출 질량부(22~25)는 기관(2)의 두께방향으로 변위하여 진동한다. 변위 검출부(30~33)는 검출 질량부(22~25)의 두께방향의 변위를 검출한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관과,

상기 기관과 틸을 가지고 대향하고, 중심부를 중심으로 하는 둘레방향의 다른 위치에 배치되며, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치된 4개의 구동 질량부와,

상기 4개의 구동 질량부를 서로 연결하고, 상기 4개의 구동 질량부가 상기 기관과 수평한 방향으로 변위할 때에 휨 변형하는 연결 빔과,

상기 중심부를 중심으로 하여 방사상으로 연장되고, 둘레방향에서 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 각각 위치하여 상기 연결 빔에 접속된 4개의 접속부와,

상기 4개의 접속부에 각각 마련되어, 상기 연결 빔이 휨 변형할 때에 상기 각 접속부를 길이방향으로 변위 가능하게 지지하는 구동 빔과,

둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부가 역위상이 되는 상태로, 상기 4개의 구동 질량부를 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 진동시키는 구동수단과,

상기 4개의 구동 질량부에 각각 마련된 검출 질량부와,

상기 검출 질량부와 상기 구동 질량부 사이에 마련되어, 상기 검출 질량부를 기관의 두께방향으로 변위 가능하게 지지하는 검출 빔과,

상기 검출 질량부가 상기 기관의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출수단에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 검출 빔은, 상기 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 연장되고, 상기 검출 질량부가 기관의 두께방향으로 변위할 때에, 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용해 형성하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 검출 빔은, 비틀림 변형할 때에 상기 검출 빔의 단부측에 작용하는 응력을 저감하는 응력 저감 접속부를 사용하여 상기 검출 질량부와 구동 질량부에 각각 접속하는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연결 빔은, 상기 4개의 구동 질량부에 둘러싸인 중심부측에 마련하는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구동수단은, 상기 구동 질량부에 마련된 가동측 구동전극과, 상기 가동측 구동전극과 대향하여 상기 기관에 마련된 고정측 구동전극으로 이루어지고, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 상기 구동 질량부를 진동시키는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 변위검출수단은, 상기 검출 질량부와 두께방향에서 대향한 고정측 검출전극을 사용하여 구성하고,

상기 변위검출수단의 고정측 검출전극은 상기 기판에 마련된 검출용 랜드에 전기적으로 접속하며,

상기 구동수단의 고정측 구동전극은 상기 기판에 마련된 구동용 랜드에 전기적으로 접속하고,

상기 구동용 랜드와 검출용 랜드 사이에는, 신호의 간섭을 차단하는 실드(shield) 랜드를 마련하는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구동수단은, 상기 연결 빔에 마련된 가동측 구동전극과, 상기 가동측 구동전극과 대향하여 상기 기판에 마련된 고정측 구동전극으로 이루어지고, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 상기 연결 빔을 휨 변형시켜 상기 구동 질량부를 진동시키는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구동 질량부의 주위에는, 상기 구동 질량부의 진동방향의 변위를 모니터링하는 모니터 수단을 마련하고,

상기 모니터 수단은, 상기 구동 질량부에 마련된 가동측 모니터 전극과, 상기 가동측 모니터 전극과 대향하여 상기 기판에 마련된 고정측 모니터 전극으로 이루어지고, 가동측 모니터 전극과 고정측 모니터 전극 사이의 정전용량을 사용하여 상기 구동 질량부의 변위를 검출하는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 예를 들면 2축 방향의 각속도를 검출하는데 적합하게 사용되는 각속도 센서에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 각속도 센서로서 기판상에 복수의 질량부를 포함한 것이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1~4 참조). 특허문헌 1,2에는, 기판상에 원주(圓周)를 따라 4개의 질량부를 마련하는 동시에, 둘레방향에서 서로 이웃하는 2개의 질량부가 서로 역방향으로 진동하는 구성이 개시되어 있다. 이 경우, 4개의 질량부가 진동한 상태로 기판의 표면과 평행한 2축 둘레의 각속도가 작용했을 때에는, 4개의 질량부가 코리올리 힘에 의해 기판의 수직방향(두께방향)으로 변위한다. 이 때문에, 특허문헌 1, 2의 각속도 센서는, 4개의 질량부의 수직방향의 변위를 검출함으로써 2축 둘레의 각속도를 검출하는 것이다.

[0003] 특허문헌 3에는, 기판상에 복수의 질량부를 Y축 방향에 나열하여 배치하는 동시에, 이들 복수의 질량부를 Y축과 직교한 X축 방향으로 진동시키는 구성이 개시되어 있다. 그리고, 특허문헌 3의 각속도 센서는, 복수의 질량부가 진동한 상태로, 질량부의 기판의 수직방향(Z축 방향)의 변위 및 Y축 방향의 변위를 검출함으로써, Y축 둘레의 각속도와 Z축 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로 되어 있다.

[0004] 특허문헌 4에는, XY면에 평행한 기판을 배치하고, 상기 기판상의 지지부로부터 소용돌이상으로 연장되는 복수의 지지 다리부를 마련하여, 상기 지지 다리부의 선단에 둘레방향에 링상 진동자를 마련한 구성이 개시되어 있다. 이 경우, 링상 진동자를 XY면 내에서 소정의 진동모드로 변형 진동시키는 동시에, 링상 진동자의 Z축 방향(기판의 수직방향)의 변위를 검출함으로써, X축 둘레의 각속도와 Y축 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로 되어 있다.

[0005] 그런데, 특허문헌 1, 2의 각속도 센서는, 4개의 질량부를 조합하여 사용함으로써, 기판에 대하여 진동이 새는 것을 억제하는 구성으로 되어 있다. 그러나 진동의 누설을 방지하기 위해서는 4개의 질량부의 진폭을 일치시킬 필요가 있다. 여기서, 특허문헌 1, 2의 각속도 센서는, 4개의 질량부가 각각 독립된 스프링을 사용하여 진동 가능하게 지지하는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 질량부나 스프링에 가공 편차가 생긴 경우에는, 질량부가 공

진상태로 진동했을 때에 각각의 질량부에 큰 진동 차가 발생한다. 이 결과, 기관에 대하여 질량부의 진동이 누설하여, 온도 변화 등을 입어 오프셋의 변동이나 노이즈 증가 등의 문제가 발생하는 경향이 있다. 또한 각 질량부의 진폭이 다른 것에 의해, 각속도에 의해 발생하는 코리올리 힘도 달라, 2개의 축의 검출 감도가 각각 달라져 버린다.

[0006] 특히, 특허문헌 1, 2의 각속도 센서는, 스프링이 구동방향 및 검출방향의 어느 방향으로도 변위 가능한 상태로 질량부를 지지하는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 구동진동과 검출진동 사이에서 결합(커플링)이 일어나기 쉬워 진동 샴의 영향이 크다.

[0007] 또한 특허문헌 3의 각속도 센서에서는, 구동 진동의 스프링과 검출 진동의 스프링을 독립적으로 마련함으로써, 구동 진동과 검출 진동 사이의 결합을 일어나기 어렵게 하고 있다. 그러나 이 각속도 센서에서는, 기관과 평행한 2축(X축 및 Y축) 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로는 되어 있지 않아, 적용 대상의 요구 사양에 적합하지 않은 경우가 있다.

[0008] 또한 특허문헌 4의 각속도 센서에서는, 스프링이 구동방향(XY면 내 방향) 및 검출방향(Z축 방향)의 어느 방향으로도 변위 가능한 상태로 링상 진동자를 지지하는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 스프링과 링상 진동자의 양쪽이 구동 및 검출에 겸용되는 구성으로 되어 있기 때문에, 구동 진동과 검출 진동 사이에서 결합이 일어나기 쉽다.

[0009] 또한 링상 진동자는 그 자체가 XY면 내 방향으로 변형하기 때문에, 지름방향의 폭 치수가 가늘다. 이때, 기관에 마련한 검출전극과 링상 진동자 사이의 정전용량을 사용하여, 링상 진동자의 Z축 방향의 변위(코리올리 힘에 의한 변위)를 검출하는 구성으로 되어 있다. 그러나 링상 진동자의 폭 치수가 작기 때문에, 검출전극과의 사이의 용량 변화가 작고, 검출 정밀도가 저하하기 쉬운 경향이 있다. 또한 링상 진동자는, XY면 내 방향 및 Z축 방향으로 변형 가능하게 하기 때문에, 그 질량이 작다. 이 결과, 링상 진동자의 공진 주파수가 높아져, 각속도의 검출 감도가 저하한다는 문제도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허공보 평11-183179호
- (특허문헌 0002) 일본국 공개특허공보 2006-138855호
- (특허문헌 0003) 일본국 공개특허공보 2002-213962호
- (특허문헌 0004) 일본국 공표특허공보 2002-509615호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제에 비추어 이루어진 것으로서, 본 발명의 목적은, 기관면 내의 2축(X축 및 Y축) 둘레의 각속도를 고정밀도이면서 고감도로 검출할 수 있는 각속도 센서를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] (1)상술한 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 의한 각속도 센서는, 기관과, 상기 기관과 틈을 가지고 대향하고, 중심부를 중심으로 하는 둘레방향의 다른 위치에 배치되며, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치된 4개의 구동 질량부와, 상기 4개의 구동 질량부를 서로 연결하고, 상기 4개의 구동 질량부가 상기 기관과 수평한 방향으로 변위할 때에 힘 변형하는 연결 빔과, 상기 중심부를 중심으로 하여 방사상(放射狀)으로 연장되고, 둘레방향에서 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 각각 위치하여 상기 연결 빔에 접속된 4개의 접속부와, 상기 4개의 접속부에 각각 마련되어, 상기 연결 빔이 힘 변형할 때에 상기 각 접속부를 길이방향으로 변위 가능하게 지지하는 구동 빔과, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부가 역위상이 되는 상태로, 상기 4개의 구동 질량부를 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 진동시키는 구동수단과, 상기 4개의 구동 질량부에 각각 마련된 검출 질량부와, 상기 검출 질량부와 상기 구동 질량부 사이에 마련되어, 상기 검출 질량부를 기관의 두께방향으로 변위

가능하게 지지하는 검출 빔과, 상기 검출 질량부가 상기 기관의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출 수단에 의해 구성하고 있다.

[0013] 본 발명에 의하면, 4개의 구동 질량부는 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있기 때문에, 2개의 구동 질량부는 중심부를 끼고 서로 대향하는 동시에, 잔여의 2개의 구동 질량부도 중심부를 끼고 서로 대향한다. 이 때, 2개의 구동 질량부와 잔여의 2개의 구동 질량부는 서로 다른 위치에 배치된다. 이 때문에, 예를 들면 기관이 X축 및 Y축에 평행한 X-Y 평면을 따라 펼쳐져 있을 때에는, 2개의 구동 질량부는 중심부를 통과하는 한 개의 선(예를 들면 X축)을 따라 배치되는 동시에, 잔여의 2개의 구동 질량부는 중심부를 통과하는 다른 선(예를 들면 Y축)을 따라 배치된다. 또한 4개의 구동 질량부는 중심부를 둘러싼 둘레방향을 따라 진동하기 때문에, 예를 들면 X축을 따라 배치된 2개의 구동 질량부는 Y축 방향으로 진동하고, Y축을 따라 배치된 2개의 구동 질량부는 X축 방향으로 진동한다.

[0014] 그리고, X축 둘레의 각속도가 작용하면, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 이 각속도에 따라 Z축 방향(기관의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘이 발생한다. 한편, Y축 둘레의 각속도가 작용하면, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 이 각속도에 따라 Z축 방향(기관의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘이 발생한다.

[0015] 그리고, 4개의 구동 질량부에는 Z축 방향으로 변위 가능한 검출 질량부가 각각 마련되어 있기 때문에, Y축 방향으로 진동하는 검출 질량부는 X축 둘레의 각속도에 따라 Z축 방향으로 변위하고, X축 방향으로 진동하는 검출 질량부는 Y축 둘레의 각속도에 따라 Z축 방향으로 변위한다. 따라서, 변위검출수단을 사용하여 4개의 검출 질량부가 기관의 두께방향으로 변위하는 것을 검출함으로써, 기관에 수평한 2개의 축 둘레에 작용하는 각속도를 검출할 수 있다.

[0016] 또한 4개의 구동 질량부는 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되는 동시에, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부를 역위상이 되는 상태로 진동하는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 4개의 구동 질량부 전체의 중심 위치를 고정할 수 있는 동시에, 4개의 구동 질량부 전체에 생기는 둘레방향의 회전 토크를 상쇄할 수 있다. 이 때, 연결 빔은 4개의 구동 질량부를 서로 연결하기 때문에, 예를 들면 4개의 구동 질량부에 가공 편차가 생겼을 때에도, 각 구동 질량부는 구동 진폭 및 위상이 일치한 상태로 진동한다. 이 결과, 4개의 구동 질량부 전체의 중심 위치의 변동이나 회전 토크를 확실하게 작게 할 수 있어, 구동 질량부의 구동 진동이 기관에 새는 것을 억제할 수 있다.

[0017] 또한 구동 질량부는 구동 빔을 사용하여 지지하고, 검출 질량부는 검출 빔을 사용하여 지지하는 구성으로 하였다. 이 때문에, 구동 질량부와 검출 질량부를 독립된 별개의 빔(구동 빔 및 검출 빔)을 사용하여 지지할 수 있어, 공통의 빔을 사용하여 지지한 경우에 비해, 구동 진동과 검출 진동 사이의 결합을 작게 할 수 있다. 따라서, 변위검출수단이 검출 질량부의 변위를 검출하여 변위검출신호를 출력했을 때에는, 이 변위검출신호에 노이즈 신호가 되는 구동 진동의 성분이 혼입되는 일이 없다. 이 결과, 각속도 신호에 포함되는 노이즈 신호를 상대적으로 작게 할 수 있고, SN 비가 좋은 각속도 신호를 얻을 수 있어, 센서의 검출 정밀도를 향상할 수 있다.

[0018] 또한 구동 질량부 및 검출 질량부 자체는 변형할 필요가 없기 때문에, 구동 질량부 및 검출 질량부의 질량을 크게 하여 공진 주파수를 저하시킬 수 있다. 이 때문에, 코리올리 힘에 의한 검출 질량부의 변위량을 크게 할 수 있어, 각속도의 검출 감도를 높일 수 있다. 또한 검출 질량부의 면적을 크게 할 수 있다. 이 때문에, 변위검출수단을 검출 질량부와 Z축 방향에서 대향한 검출전극을 사용하여 구성한 경우에도, 검출 질량부가 Z축 방향으로 변위했을 때의 정전용량의 변화를 크게 할 수 있어 검출 감도를 높일 수 있다.

[0019] 또한 연결 빔에는 방사상으로 연장되는 4개의 접속부를 마련하는 동시에, 각 접속부를 길이방향으로 변위 가능하게 지지하는 구동 빔을 마련하는 구성으로 하였다. 이 때문에, 기관에 뒤틀림이 생겨도, 이 뒤틀림을 구동 빔에 의해 흡수할 수 있고, 예를 들면 연결 빔의 장력에 대한 영향을 경감할 수 있다. 이 결과, 구동 질량부 및 검출 질량부의 공진 주파수가 변화하기 어려워 특성 변동을 작게 할 수 있다.

[0020] (2)본 발명에서는, 상기 검출 빔은, 상기 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 연장되고, 상기 검출 질량부가 기관의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성해도 된다.

[0021] 이와 같이 구성함으로써, 예를 들면 실리콘 재료 등을 기관의 수직방향에 가공함으로써 비틀림 지지 빔을 형성할 수 있어, 용이하게 가공할 수 있다. 또한 비틀림 지지 빔의 스프링 상수는 폭 치수의 3승에 비례하여 변동하는데, 이것은 구동 빔, 연결 빔과 같다. 따라서, 폭 치수의 가공 편차가 구동모드와 검출모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향이 작아, 센서의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

- [0022] (3)본 발명에서는, 상기 검출 빔은, 비틀림 변형할 때에 상기 검출 빔의 단부측에 작용하는 응력을 저감하는 응력 저감 접속부를 사용하여 상기 검출 질량부와 구동 질량부에 각각 접속하는 구성으로 해도 된다.
- [0023] 여기서, 예를 들면 한 장의 가늘고 긴 판형상을 이루는 비틀림 지지 빔을 사용하여 검출 빔을 구성하는 동시에, 이 검출 빔의 양단을 고정된 경우에는 고정 부분에 작용하는 응력에 의해 검출 빔의 비틀림 변형이 저해된다. 이 때문에, 검출 빔의 두께 치수가 변화되었을 때에는, 이 두께 치수의 변화분에 대한 공진 주파수의 변화가 커진다. 이 결과, 가공 편차가 구동모드와 검출모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향이 커지는 경향이 있다.
- [0024] 이에 대하여, 본 발명에서는, 검출 빔은, 검출 빔의 길이방향에 대하여 자유도를 부여하는 응력 저감 접속부를 사용하여 검출 질량부와 구동 질량부에 각각 접속하였다. 이 때문에, 검출 빔이 비틀림 변형할 때에는, 검출 빔의 단부측은 그 길이방향으로 변위할 수 있기 때문에, 검출 빔의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력을 저감할 수 있다. 이것에 의해, 두께 치수의 가공 편차가 구동모드와 검출모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 센서의 감도 편차를 작게 할 수 있다.
- [0025] (4)본 발명에서는, 상기 연결 빔은 상기 4개의 구동 질량부에 둘러싸인 중심부측에 마련하는 구성으로 해도 된다.
- [0026] 이와 같이 구성함으로써, 연결 빔의 전체 길이를 짧게 할 수 있어 기관의 수직방향에 대한 강성을 높일 수 있다. 이 때문에, 구동 질량부가 기관의 수직방향으로 변위하는 것을 막을 수 있고, 이 구동 질량부의 변위에 근거하는 노이즈를 저감할 수 있다.
- [0027] (5)본 발명에서는, 상기 구동수단은, 상기 구동 질량부에 마련된 가동측 구동전극과, 상기 가동측 구동전극과 대향하여 상기 기관에 마련된 고정측 구동전극으로 이루어지고, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 상기 구동 질량부를 진동시키는 구성으로 해도 된다.
- [0028] 이와 같이 구성함으로써, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 구동 질량부를 직접적으로 변위시켜, 구동 질량부를 구동 진동시킬 수 있다.
- [0029] (6)본 발명에서는, 상기 변위검출수단은 상기 검출 질량부와 두께방향에서 대향한 고정측 검출전극을 사용하여 구성하고, 상기 변위검출수단의 고정측 검출전극은 상기 기관에 마련된 검출용 랜드에 전기적으로 접속하며, 상기 구동수단의 고정측 구동전극은 상기 기관에 마련된 구동용 랜드에 전기적으로 접속하고, 상기 구동용 랜드와 검출용 랜드 사이에는 신호의 간섭을 차단하는 실드(shield) 랜드를 마련하는 구성으로 해도 된다.
- [0030] 이와 같이 구성함으로써, 구동용 랜드와 검출용 랜드 사이의 결합을 실드 랜드를 사용하여 저지할 수 있어, 이들 사이의 신호의 간섭을 차단할 수 있다. 이 결과, 변위검출수단에 의한 변위검출신호에 대하여, 구동수단에 공급하는 구동신호가 혼입하지 않고 각속도의 검출 정밀도를 높일 수 있다.
- [0031] (7)본 발명에서는, 상기 구동수단은, 상기 연결 빔에 마련된 가동측 구동전극과, 상기 가동측 구동전극과 대향하여 상기 기관에 마련된 고정측 구동전극으로 이루어지고, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 상기 연결 빔을 휨 변형시켜 상기 구동 질량부를 진동시키는 구성으로 해도 된다.
- [0032] 본 발명에 의하면, 구동수단은, 연결 빔에 마련된 가동측 구동전극과, 기관에 마련된 고정측 구동전극에 의해 구성했기 때문에, 가동측 구동전극과 고정측 구동전극 사이에 작용하는 정전력에 의해 연결 빔을 휨 변형시킬 수 있다. 이것에 의해, 연결 빔에 접속된 구동 질량부를 간접적으로 변위시켜, 구동 질량부를 구동 진동시킬 수 있다.
- [0033] 또한 구동수단은 구동 질량부의 주위에 마련할 필요가 없기 때문에, 구동 질량부 및 검출 질량부를 크게 하여 각속도의 검출 감도를 높일 수 있다. 한편, 구동 질량부의 주위에 구동수단을 마련하지 않는 만큼, 센서 전체를 소형화할 수 있어 제조 비용을 저감할 수 있다.
- [0034] 또한 예를 들면 용량 결합 등에 의해 구동수단과 변위검출수단 사이에서 전기적 크로스토크(crosstalk)가 생겨도, 이 전기적 크로스토크를 완전히 대칭이면서 최소한으로 할 수 있기 때문에, 변위검출신호에 대한 노이즈를 작게 할 수 있다.
- [0035] 또한 고정측 구동전극은 기관의 중심부에 위치하는 한 군데에서 외부의 회로와 접속하면 되기 때문에, 외부 접속용의 단자를 감소시킬 수 있다. 이것에 의해, 센서 전체를 소형화할 수 있어 제조 비용을 저감할 수 있다.
- [0036] (8)본 발명에서는, 상기 구동 질량부의 주위에는, 상기 구동 질량부의 진동방향의 변위를 모니터링하는 모니터 수단을 마련하고, 상기 모니터 수단은, 상기 구동 질량부에 마련된 가동측 모니터 전극과, 상기 가동측 모니터 전

극과 대향하여 상기 기관에 마련된 고정측 모니터 전극으로 이루어지고, 가동측 모니터 전극과 고정측 모니터 전극 사이의 정전용량을 사용하여 상기 구동 질량부의 변위를 검출하는 구성으로 해도 된다.

발명의 효과

[0037] 본 발명에 의하면, 구동 질량부의 주위에는, 상기 구동 질량부의 진동방향의 변위를 모니터하는 모니터 수단을 마련했기 때문에, 모니터 수단을 사용하여 구동 질량부의 진동 진폭 및 위상을 검출할 수 있다. 이 때문에, 구동 진동의 발진회로는 모니터 수단의 출력신호를 참조신호로서 이용할 수 있어, 공진상태의 안정화를 도모할 수 있다. 또한 각속도의 검출회로도 모니터 수단의 출력신호를 참조신호로서 이용할 수 있어, 구동 질량부의 진동 상태에 따라 정확한 동기검파를 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서를 뚜껑판을 제외한 상태로 나타내는 평면도이다.
 도 2는 도 1 중의 각속도 센서의 요부를 확대하여 나타내는 평면도이다.
 도 3은 각속도 센서를 도 1 중의 화살표 III-III방향으로부터 본 단면도이다.
 도 4는 각속도 센서를 검출 질량부가 Z축 방향으로 진동한 상태로 나타내는 도 3과 동일한 위치의 단면도이다.
 도 5는 각속도 센서를 나타내는 모식적인 설명도이다.
 도 6은 각속도 센서를 구동 질량부가 진동한 상태로 나타내는 모식적인 설명도이다.
 도 7은 각속도 센서의 진동제어회로, 각속도 검출회로 및 가속도 검출회로를 나타내는 회로 구성도이다.
 도 8은 기관 접합공정을 나타내는 도 3과 동일한 위치의 단면도이다.
 도 9는 박막화 공정을 나타내는 도 3과 동일한 위치의 단면도이다.
 도 10은 기능부 형성공정을 나타내는 도 3과 동일한 위치의 단면도이다.
 도 11은 뚜껑판 접합공정을 나타내는 도 3과 동일한 위치의 단면도이다.
 도 12는 제2의 실시의 형태에 의한 각속도 센서의 요부를 확대하여 나타내는 도 2와 동일한 위치의 평면도이다.
 도 13은 도 12 중의 진동 발생부를 확대하여 나타내는 평면도이다.
 도 14는 제2의 실시의 형태에 의한 각속도 센서를 구동 질량부가 진동한 상태로 나타내는 모식적인 설명도이다.
 도 15는 제3의 실시의 형태에 의한 각속도 센서의 요부를 확대하여 나타내는 도 2와 동일한 위치의 평면도이다.
 도 16은 도 15 중의 검출 빔 등을 확대하여 나타내는 평면도이다.
 도 17은 제1의 변형예에 의한 검출 빔 등을 확대하여 나타내는 도 16과 동일한 위치의 평면도이다.
 도 18은 제2의 변형예에 의한 검출 빔 등을 확대하여 나타내는 도 16과 동일한 위치의 평면도이다.
 도 19는 제3의 변형예에 의한 각속도 센서를 나타내는 모식적인 설명도이다.
 도 20은 제4의 변형예에 의한 각속도 센서를 나타내는 모식적인 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 본 발명의 실시의 형태에 의한 각속도 센서에 대하여, 첨부 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.

[0040] 우선, 도 1 내지 도 6은 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)를 나타내고 있다. 도면에 있어서, 각속도 센서(1)는 기관(2), 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 진동 발생부(17~20), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 변위 검출부(30~33), 진동 모니터부(35~38) 등에 의해 구성되어 있다.

[0041] 기관(2)은 각속도 센서(1)의 베이스 부분을 구성하고 있다. 그리고, 기관(2)은, 예를 들면 유리 재료 등에 의해 사각형의 평판상으로 형성되고, 서로 직교하는 X축, Y축 및 Z축 방향 중, 예를 들면 X축 및 Y축 방향을 따라 수평으로 연장되어 있다.

[0042] 또한 기관(2)상에는, 예를 들면 도전성을 가지는 저저항의 실리콘 재료 등에 에칭가공을 실시함으로써, 지지부

(3), 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 구동용 랜드(21), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 검출용 랜드(34), 진동 모니터부(35~38), 모니터용 랜드(39), 실드 랜드(40) 등이 형성되어 있다.

[0043] 지지부(3)는 기관(2)의 표면에 마련되어 있다. 또한 지지부(3)는 기관(2) 중 구석(corner)측의 4군데에 각각 배치되어 있다. 그리고, 4개의 지지부(3)에 둘러싸인 기관(2)의 중앙측 부분에는, 구동 질량부(4~7), 검출 질량부(22~25) 등이 기관(2)으로부터 뜬 상태로 마련되어 있다. 또한 후술하는 진동 발생부(17~20)의 가동측 구동전극(17A~20A), 변위 검출부(30~33)의 가동측 검출전극이 되는 검출 질량부(22~25) 등은 지지부(3)를 통해 그라운드에 접속되어 있다.

[0044] 구동 질량부(4~7)는, 기관(2)의 표면과 틈을 가지고 대향하고, 중심부(중심점(0))에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다. 또한 구동 질량부(4~7)는 중심점(0)을 둘러싼 둘레방향에 대하여 90° 마다 서로 등간격으로 배치되어 있다. 이 때문에, X축측 구동 질량부(4,5)는 X축을 따라 배치되고, 중심점(0)을 끼고 서로 대향하고 있다. 한편, Y축측 구동 질량부(6,7)는 X축과 직교한 Y축을 따라 배치되고, 중심점(0)을 끼고 서로 대향하고 있다.

[0045] 또한 구동 질량부(4~7)는, 예를 들면 거의 오각형의 테두리상으로 형성되어 있다. 여기서, X축측 구동 질량부(4,5)는 X축 방향의 내측 부위가 중심점(0)을 향해 돌출되어, 중심점(0)에 가까워짐에 따라 폭 치수(Y축 방향 치수)가 서서히 작아지고 있다. 마찬가지로, Y축측 구동 질량부(6,7)는 Y축 방향의 내측 부위가 중심점(0)을 향해 돌출되어, 중심점(0)에 가까워짐에 따라 폭 치수(X축 방향 치수)가 서서히 작아지고 있다. 또한 구동 질량부(4~7)의 내경(內徑)측의 돌출 부분(정점 부분)에는 중심점(0)을 향해 돌출된 접속용 팔부(4A~7A)가 마련되어 있다. 이때, 접속용 팔부(4A~7A)는 X축, Y축 및 Z축 어느 방향으로든 휨 변형하지 않도록 높은 강성을 가지고 있다. 그리고, 접속용 팔부(4A~7A)의 선단 부위가, 예를 들면 구동 질량부(4~7)가 X-Y 평면상에서 진동할 때의 지점이 되고 있다.

[0046] 연결 빔(8)은 중심점(0)을 둘러싼 환상(環狀)으로 형성되고, 구동 질량부(4~7)를 서로 연결한다. 구체적으로는, 연결 빔(8)은, 예를 들면 거의 원형의 가늘고 긴 테두리상으로 형성되고, X축 방향의 양단측 부위 및 Y축 방향의 양단측 부위가 각각 접속용 팔부(4A~7A)의 선단에 접속되어 있다. 그리고, 구동 질량부(4~7)가 기관(2)과 수평인 상태로 중심점(0)을 둘러싼 둘레방향으로 구동 진동했을 때에, 연결 빔(8) 전체가 타원형상이 되도록 휨 변형한다(도 6 참조). 이것에 의해, 연결 빔(8)은 각 구동 질량부(4~7)의 구동 진폭 및 위상이 일치하도록 조정한다.

[0047] 접속부(9~12)는, 도 1 및 도 2에 나타내는 바와 같이, 중심점(0)을 중심으로 하여 방사상으로 연장되어, 연결 빔(8)에 접속되어 있다. 또한 접속부(9~12)는, 둘레방향에서 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부(4~7)의 사이에 각각 위치하고, 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다. 이 때문에, 접속부(9)는 구동 질량부(4,6)의 사이에 배치되는 동시에, 접속부(10)는 구동 질량부(5,7)의 사이에 배치되고, 이들의 접속부(9,10)는 X축에 대하여 45° 경사진 축선(軸線)상에 위치하여 서로 대향하고 있다. 마찬가지로, 접속부(11)는 구동 질량부(4,7)의 사이에 배치되는 동시에, 접속부(12)는 구동 질량부(5,6)의 사이에 배치되고, 이들의 접속부(11,12)는 X축에 대하여 -45° 경사진 축선상에 위치하여 서로 대향하고 있다. 이것에 의해, 접속부(9,10)와 접속부(11,12)는 서로 직교하고 있다. 그리고, 접속부(9~12)는 X축, Y축 및 Z축의 어느 방향으로든 휨 변형하지 않도록 높은 강성을 가지고 있다.

[0048] 구동 빔(13~16)은 접속부(9~12)의 선단에 각각 마련되어, 접속부(9~12)와 지지부(3) 사이를 접속하고 있다. 여기서, 구동 빔(13~16)은, 예를 들면 2개의 되접어 꺾은 빔을 서로 대향하여 배치함으로써 구성되고, 접속부(9~12)와 직교한 방향으로 연장된 가늘고 긴 테두리상으로 형성되어 있다. 그리고, 구동 빔(13~16)은 접속부(9~12)가 길이방향으로 변위했을 때에, 테두리 내의 공간이 확대, 축소하도록 휨 변형한다. 이것에 의해, 구동 빔(13~16)은 연결 빔(8)이 휨 변형할 때에, 각 접속부(9~12)를 길이방향으로 변위 가능하게 지지한다.

[0049] 진동 발생부(17~20)는 구동 질량부(4~7)를 각각 구동 진동하는 구동수단을 구성하고 있다. 그리고, 진동 발생부(17~20)는 구동 질량부(4~7)의 외경측에 부착된 가동측 구동전극(17A~20A)과, 기관(2)상의 구동용 랜드(21)에 마련된 고정측 구동전극(17B~20B)에 의해 구성되어 있다.

[0050] 여기서, 가동측 구동전극(17A)은, 예를 들면 구동 질량부(4)로부터 중심점(0)을 중심으로 하는 지름방향 외측을 향해 방사상으로 연장된 2개의 빗살상 전극에 의해 구성되고, 상기 빗살상 전극에는 길이방향에 간격을 가지고 복수의 전극판이 배치되어 있다. 그리고, 가동측 구동전극(17A)은 구동 질량부(4) 중 Y축 방향의 한 측에 배치되어 있다.

- [0051] 또한 가동측 구동전극(18A)도 가동측 구동전극(17A)과 마찬가지로, 예를 들면 구동 질량부(5)로부터 중심점(0)을 중심으로 하는 지름방향 외측을 향해 방사상으로 연장된 2개의 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 단, 가동측 구동전극(18A)은 구동 질량부(5) 중 Y축 방향의 다른 측에 배치되어 있다. 이것에 의해, 가동측 구동전극(17A)과 가동측 구동전극(18A)은 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0052] 한편, 가동측 구동전극(19A)은, 예를 들면 구동 질량부(6)로부터 중심점(0)을 중심으로 하는 지름방향 외측을 향해 방사상으로 연장된 2개의 빗살상 전극에 의해 구성되고, 상기 빗살상 전극에는 길이방향에 간격을 가지고 복수의 전극판이 배치되어 있다. 그리고, 가동측 구동전극(19A)은 구동 질량부(6) 중 X축 방향의 한 측에 배치되어 있다.
- [0053] 또한 가동측 구동전극(20A)도 가동측 구동전극(19A)과 마찬가지로, 예를 들면 구동 질량부(7)로부터 중심점(0)을 중심으로 하는 지름방향 외측을 향해 방사상으로 연장된 2개의 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 단, 가동측 구동전극(20A)은 구동 질량부(7) 중 X축 방향의 다른 측에 배치되어 있다. 이것에 의해, 가동측 구동전극(19A)과 가동측 구동전극(20A)은 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0054] 또한 고정측 구동전극(17B~20B)은, 가동측 구동전극(17A~20A)과 평행한 상태로 지름방향 외측을 향해 연장된 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 그리고, 가동측 구동전극(17A~20A)의 전극판과 고정측 구동전극(17B~20B)의 전극판은 서로 틈을 가지고 맞물려 있다.
- [0055] 또한 고정측 구동전극(17B~20B)은 각각 기관(2)에 고정된 4개의 구동용 랜드(21)에 부착되어 전기적으로 접속되어 있다. 이때, 4개의 구동용 랜드(21)는, 예를 들면 구동 빔(15,16)에 접속된 지지부(3)를 낀 위치에 마련되어, 지지부(3)의 폭방향(둘레방향)의 양측에 배치되어 있다. 이것에 의해, 고정측 구동전극(17B~20B) 및 구동용 랜드(21)도 가동측 구동전극(17A~20A)과 마찬가지로 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0056] 그리고, 고정측 구동전극(17B,18B)에 같은 구동신호(전압신호 등)를 인가하면, 가동측 구동전극(17A,18A)과 고정측 구동전극(17B,18B) 사이에는 Y축을 따라 서로 역방향의 구동력(F1,F2)(정전력)이 발생한다. 이것에 의해, 구동 질량부(4,5)는 서로 역위상으로 Y축 방향으로 진동한다.
- [0057] 한편, 고정측 구동전극(19B,20B)에 같은 구동신호(전압신호 등)를 인가하면, 가동측 구동전극(19A,20A)과 고정측 구동전극(19B,20B) 사이에는 X축을 따라 서로 역방향의 구동력(F3,F4)(정전력)이 발생한다. 이것에 의해, 구동 질량부(6,7)는 서로 역위상으로 X축 방향으로 진동한다.
- [0058] 또한 진동 발생부(17~20)는, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 역위상이 되는 상태로, 4개의 구동 질량부(4~7)를 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 진동시킨다. 이 때문에, 구동 질량부(4,6)가 접근할 때에는, 잔여의 구동 질량부(5,7)는 서로 접근하고, 구동 질량부(4,6)와 구동 질량부(5,7)는 서로 멀어진다. 한편, 구동 질량부(4,7)가 접근할 때에는, 잔여의 구동 질량부(5,6)는 서로 접근하고, 구동 질량부(4,7)와 구동 질량부(5,6)는 서로 멀어진다.
- [0059] 검출 질량부(22~25)는 구동 질량부(4~7)의 내부에 위치하여 구동 질량부(4~7)에 각각 마련되어 있다. 또한 검출 질량부(22~25)는 구동 질량부(4~7)와 서로 유사한 거의 오각형의 판상으로 형성되어 있다. 또한 검출 질량부(22~25)는 지름방향 외측을 향해 돌출된 접속용 돌출부(22A~25A)를 포함하고 있다. 그리고, 검출 질량부(22~25)는 접속용 돌출부(22A~25A) 및 후술의 검출 빔(26~29)을 통해 구동 질량부(4~7)에 접속되고, 기관(2)의 표면과 틈을 가지고 대향하고 있다.
- [0060] 검출 빔(26~29)은, 검출 질량부(22~25)보다도 지름방향 외측에 위치하여 검출 질량부(22~25)와 구동 질량부(4~7) 사이에 마련되어, 검출 질량부(22~25)를 기관(2)의 두께방향으로 변위 가능하게 지지하고 있다. 또한 검출 빔(26~29)은, 중심점(0)을 둘러싼 둘레방향을 향해 연장되고, 검출 질량부(22~25)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성되어 있다. 구체적으로는, 검출 빔(26~29)은 폭치수(δ)를 가지고 직선상으로 연장되는 가늘고 긴 판상의 빔에 의해 형성되어 있다.
- [0061] 그리고, 검출 빔(26,27)은 구동 질량부(4,5) 내에 위치하여 Y축 방향으로 연장되고, 길이방향의 중앙 부분에 검출 질량부(22,23)의 접속용 돌출부(22A,23A)가 부착되어 있다. 또한 검출 빔(28,29)은 구동 질량부(6,7) 내에 위치하여 X축 방향으로 연장되고, 길이방향의 중앙 부분에 검출 질량부(24,25)의 접속용 돌출부(24A,25A)가 부착되어 있다. 이것에 의해, 검출 질량부(22~25)는 중심점(0)에 가까운 지름방향 내측 부분이 자유단이 되기 때문에, 검출 빔(26~29)은 외팔보(cantilevered) 상태로 검출 질량부(22~25)를 지지한다.

- [0062] 그리고, X축 둘레의 각속도(Ω_1)가 작용했을 때에는, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는, 각속도(Ω_1)에 따라 Z축 방향(기판(2)의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(F_x)이 발생한다. 이때, 검출 빔(26,27)은 검출 질량부(22,23)를 Z축 방향으로 변위 가능하게 지지하고 있기 때문에, 검출 질량부(22,23)는 각속도(Ω_1)에 따라 Z축 방향으로 진동한다.
- [0063] 한편, Y축 둘레의 각속도(Ω_2)가 작용했을 때에는, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는, 각속도(Ω_2)에 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(F_y)이 발생한다. 이때, 검출 빔(28,29)은 검출 질량부(24,25)를 Z축 방향으로 변위 가능하게 지지하고 있기 때문에, 검출 질량부(24,25)는 각속도(Ω_2)에 따라 Z축 방향으로 진동한다.
- [0064] 변위 검출부(30~33)는, 검출 질량부(22~25)가 기판(2)의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출수단을 구성하고 있다. 또한 변위 검출부(30~33)는 가동측 검출전극으로서의 검출 질량부(22~25)와, 기판(2)에 마련된 예를 들면 도체 박막으로 이루어지는 고정측 검출전극(30A~33A)에 의해 구성되어 있다. 여기서, 검출 질량부(22~25)와 고정측 검출전극(30A~33A)은 Z축 방향에서 서로 대향하고 있다.
- [0065] 또한 고정측 검출전극(30A~33A)은 각각 기판(2)에 고정된 4개의 검출용 랜드(34)에 부착되어, 전기적으로 접속되어 있다. 이때, 4개의 검출용 랜드(34)는 구동 질량부(4~7)의 지름방향 외측에 배치되어 있다. 이것에 의해, 고정측 검출전극(30A~33A) 및 검출용 랜드(34)도 검출 질량부(22~25)와 마찬가지로 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0066] 그리고, 검출 질량부(22~25)가 Z축 방향으로 진동했을 때에는, 검출 질량부(22~25)와 고정측 검출전극(30A~33A) 사이의 거리가 변화한다. 이것에 의해, 검출 질량부(22~25)와 고정측 검출전극(30A~33A) 사이의 정전용량($Cs_1\sim Cs_4$)도 변화한다. 이 때문에, 변위 검출부(30~33)는, 검출 질량부(22~25)의 Z축 방향의 변위량을 검출 질량부(22~25)와 고정측 검출전극(30A~33A) 사이의 정전용량($Cs_1\sim Cs_4$)의 변화에 의해 검출한다.
- [0067] 진동 모니터부(35~38)는 구동 질량부(4~7)의 진동방향의 변위를 검출하는 모니터 수단을 구성하고 있다. 그리고, 진동 모니터부(35~38)는, 구동 질량부(4~7)의 외경측에 부착된 가동측 모니터 전극(35A~38A)과, 기판(2)상의 모니터용 랜드(39)에 부착된 고정측 모니터 전극(35B~38B)에 의해 구성되어 있다.
- [0068] 여기서, 가동측 모니터 전극(35A~38A)은, 진동 발생부(17~20)의 가동측 구동전극(17A~20A)과 거의 동일하게 구동 질량부(4~7)로부터 지름방향 외측을 향해 방사상으로 연장된 2개의 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 단, 가동측 모니터 전극(35A,36A)은, 구동 질량부(4,5)를 끼고 가동측 구동전극(17A,18A)과는 Y축 방향의 반대측에 배치되어 있다. 마찬가지로, 가동측 모니터 전극(37A,38A)은, 구동 질량부(6,7)를 끼고 가동측 구동전극(19A,20A)과는 X축 방향의 반대측에 배치되어 있다.
- [0069] 또한 고정측 모니터 전극(35B~38B)은, 가동측 모니터 전극(35A~38A)과 평행한 상태로 지름방향 외측을 향해 연장된 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 그리고, 가동측 모니터 전극(35A~38A)의 전극판과 고정측 모니터 전극(35B~38B)의 전극판은 서로 틈을 가지고 맞물려 있다.
- [0070] 또한 고정측 모니터 전극(35B~38B)은 각각 기판(2)에 고정된 4개의 모니터용 랜드(39)에 부착되어, 전기적으로 접속되어 있다. 이때, 4개의 모니터용 랜드(39)는, 예를 들면 구동 빔(13,14)에 접속된 지지부(3)를 낀 위치에 마련되어, 지지부(3)의 폭방향(둘레방향)의 양측에 배치되어 있다. 그리고, 가동측 모니터 전극(35A~38A), 고정측 모니터 전극(35B~38B) 및 모니터용 랜드(39)는 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0071] 여기서, 구동 질량부(4,5)가 Y축 방향으로 변위했을 때에는, 가동측 모니터 전극(35A,36A)과 고정측 모니터 전극(35B,36B) 사이의 정전용량(Cm_1, Cm_2)이 변화한다. 또한 구동 질량부(6,7)가 X축 방향으로 변위했을 때에는, 가동측 모니터 전극(37A,38A)과 고정측 모니터 전극(37B,38B) 사이의 정전용량(Cm_3, Cm_4)이 변화한다. 이 때문에, 진동 모니터부(35~38)는 이 정전용량($Cm_1\sim Cm_4$)의 변화에 의해 구동 질량부(4~7)의 진동상태를 모니터링한다.
- [0072] 또한 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 역위상이 되는 상태로 4개의 구동 질량부(4~7)가 진동했을 때에는, 진동 모니터부(35~38)의 정전용량($Cm_1\sim Cm_4$)은 동기하여 변화하는 구성으로 되어 있다.
- [0073] 실드 랜드(40)는 4개의 검출용 랜드(34)의 둘레방향의 양측에 위치하며, 기판(2)상에 함께 8개 마련되어 있다. 여기서, 각 실드 랜드(40)는 구동용 랜드(21)와 검출용 랜드(34) 사이에 배치되는 동시에, 모니터용 랜드(39)와 검출용 랜드(34) 사이에 배치되어 있다. 또한 8개의 실드 랜드(40)는 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.

- [0074] 그리고, 실드 랜드(40)는 랜드(21,34,39)와 전기적으로 절연한 상태로 마련되고, 예를 들면 그라운드에 접속되어 있다. 이것에 의해, 실드 랜드(40)는 검출용 랜드(34)의 주위를 전기적으로 실드(차단)하고, 검출용 랜드(34)의 변위검출신호에 대하여 구동용 랜드(21)측의 구동신호 및 모니터용 랜드(39)의 모니터 신호가 간섭하는 것을 방지하고 있다.
- [0075] 뚜껑판(41)은, 예를 들면 유리 재료 등에 의해 사각형의 판상으로 형성되고, 양극 접합 등의 수단을 사용하여 지지부(3), 구동용 랜드(21), 검출용 랜드(34), 모니터용 랜드(39) 및 실드 랜드(40)에 접합되어 있다. 또한 뚜껑판(41)은 검출 질량부(22~25) 등과의 대향면(이면)측에 사각형상으로 패인 캐비티(41A)가 형성되어 있다. 그리고, 캐비티(41A)는 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 진동 발생부(17~20) 및 진동 모니터부(35~38)와 대향한 위치에 마련되어 있다. 이것에 의해, 구동 질량부(4~7), 검출 질량부(22~25)는 뚜껑판(41)에 접촉하지 않고 진동 변위할 수 있다.
- [0076] 그리고, 뚜껑판(41)에는 복수의 비아홀(42)이 두께방향으로 관통하여 형성되어 있다. 이때, 비아홀(42)은 지지부(3) 및 각 랜드(21,34,39,40)와 대응한 위치에 각각 형성되어 있다. 이것에 의해, 지지부(3) 등은 비아홀(42)을 통해 뚜껑판(41)상에 마련된 외부전극(도시하지 않음)에 접속된다. 이 때문에, 진동 발생부(17~20), 변위 검출부(30~33) 및 진동 모니터부(35~38)는, 외부전극을 통해 후술하는 진동제어회로(51) 및 각속도 검출회로(61) 등에 접속할 수 있다.
- [0077] 다음으로, 도 7을 참조하면서 구동 질량부(4~7)의 진동상태를 제어하는 진동제어회로(51)에 대하여 설명한다. 진동제어회로(51)는 진동 모니터부(35~38)에 의한 모니터 신호(V_m)를 사용하여 진동 발생부(17~20)에 출력하는 구동신호(V_d)를 제어한다. 그리고, 진동제어회로(51)는 C-V 변환회로(52), 증폭기(53), AGC 회로(54), 구동신호 발생회로(55) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0078] C-V 변환회로(52)는 진동 모니터부(35~38)의 출력측에 접속되어 있다. 그리고, C-V 변환회로(52)는 진동 모니터부(35~38)의 정전용량($C_{m1}\sim C_{m4}$)의 변화를 전압 변화로 변환하여, 이들의 전압 변화를 모니터 신호(V_m)로서 출력한다. 그리고, 이 모니터 신호(V_m)는, C-V 변환회로(52)의 출력측에 접속된 증폭기(53)에 의해 증폭되어, AGC 회로(54)를 향해 출력된다.
- [0079] AGC 회로(54)의 출력측은 구동신호(V_d)를 출력하는 구동신호 발생회로(55)에 접속되어 있다. 그리고, AGC 회로(54)는 모니터 신호(V_m)가 일정해지도록 게인을 조정한다. 또한 구동신호 발생회로(55)는 증폭기(56)를 통해 진동 발생부(17~20)에 접속된다. 이것에 의해, 구동신호 발생회로(55)는 진동 발생부(17~20)에 대하여 서로 구동신호(V_d)를 입력하고, 진동 발생부(17~20)는 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 서로 역위상이 되는 상태로 구동 질량부(4~7)를 진동시킨다.
- [0080] 다음으로, 2축 둘레(X축 및 Y축 둘레)의 각속도(Ω_1, Ω_2)를 검출하는 각속도 검출회로(61)(각속도 검출수단)에 대하여 설명한다. 각속도 검출회로(61)는, 변위 검출부(30~33)에 의한 변위검출신호(V_x, V_y)를 진동 모니터부(35~38)에 의한 모니터 신호(V_m)를 사용해 동기검파하여, 구동 질량부(4~7)에 작용하는 각속도(Ω_1, Ω_2)를 검출한다. 그리고, 각속도 검출회로(61)는, 예를 들면 C-V 변환회로(62~65), 차동 증폭기(66,70), 동기검파회로(67,71) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0081] C-V 변환회로(62~65)는, 변위 검출부(30~33)의 정전용량($C_{s1}, C_{s2}, C_{s3}, C_{s4}$)의 변화를 전압 변화로 변환하고, 이들의 전압 변화를 예비적인 변위검출신호($V_{s1}, V_{s2}, V_{s3}, V_{s4}$)로서 각각 출력한다.
- [0082] 여기서, 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 서로 역위상으로 진동하고 있는 상태로, X축 둘레의 각속도(Ω_1)가 작용했을 때에는 검출 질량부(22,23)는 서로 역위상으로 Z축 방향으로 변위한다. 이때, 예비적인 변위검출신호(V_{s1})와 변위검출신호(V_{s2})는 서로 역위상이 된다.
- [0083] 이 때문에, 차동 증폭기(66)는 C-V 변환회로(62,63)의 출력측에 접속되고, 이들의 예비적인 변위검출신호(V_{s1}, V_{s2})의 차로부터 최종적인 변위검출신호(V_x)를 연산한다.
- [0084] 동기검파회로(67)의 입력측은 차동 증폭기(66)에 접속되는 동시에, 위상 시프트 회로(57)를 통해 AGC 회로(54)에 접속되어 있다. 또한 동기검파회로(67)의 출력측에는, 각속도 신호를 추출하기 위한 저역(低域) 통과필터(LPF)(68)가 접속되는 동시에, LPF(68)의 출력측에는 게인 및 오프셋을 조정하기 위한 조정회로(69)가 접속되어 있다. 여기서, 위상 시프트 회로(57)는, AGC 회로(54)를 통해 출력되는 모니터 신호(V_m)의 위상을 90° 시프트시킨 위상 시프트 신호(V_m')를 출력한다. 이것에 의해, 동기검파회로(67)는 변위검출신호(V_x)로부터 위상 시프트 신호(V_m')를 사용하여 동기검파하고, LPF(68), 조정회로(69)를 통해 X축 둘레의 각속도(Ω_1)에 따른 각속도

신호를 출력한다.

- [0085] 한편, 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 서로 역위상으로 진동하고 있는 상태로 Y축 둘레의 각속도(Ω_2)가 작용했을 때에는, 검출 질량부(24,25)는 서로 역위상으로 Z축 방향으로 변위한다. 이때, 예비적인 변위검출신호(Vs_3)와 변위검출신호(Vs_4)는 서로 역위상이 된다.
- [0086] 이 때문에, 차동 증폭기(70)는, C-V 변환회로(64,65)의 출력측에 접속되고, 이들의 예비적인 변위검출신호(Vs_3, Vs_4)의 차로부터 최종적인 변위검출신호(Vy)를 연산한다. 이것에 의해, 동기검파회로(71)는, 동기검파회로(67)와 마찬가지로, 변위검출신호(Vy)로부터 위상 시프트 신호(Vm')를 사용해 동기검파하여, LPF(72), 조정회로(73)를 통해 Y축 둘레의 각속도(Ω_2)에 따른 각속도 신호를 출력한다.
- [0087] 다음으로, 도 8 내지 도 11에 근거하여, 본 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)의 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0088] 도 8에 나타내는 기판 집합공정에서는, 미리 실리콘 기판(81)의 이면에 에칭 처리를 실시하여, 중앙 부분이 패인 거의 사각형 또는 원형의 오목부(82)를 형성한다. 한편, 기판(2)이 되는 유리 기판(83)의 표면에는, 중앙측에 위치하고, 스퍼터 등의 수단을 사용해 도체 박막으로 이루어지는 4개의 고정측 검출전극(30A~33A)을 형성한다. 그 후, 예를 들면 양극 접합 등의 접합수단을 사용하여, 유리 기판(83)의 표면에 실리콘 기판(81)의 이면을 접합한다. 이때, 고정측 검출전극(30A~33A)은 오목부(82)의 내측에 배치된다.
- [0089] 다음으로, 도 9에 나타내는 박막화 공정에서는, 실리콘 기판(81)의 표면측을 연마하여, 두께 치수가 얇은 실리콘층(84)을 형성한다. 이때, 실리콘층(84)의 외연측은 유리 기판(83)에 접합되어 있다. 또한 실리콘층(84) 중 오목부(82)와 대응한 박육부(薄肉部)(84A)는 유리 기판(83)과 틈을 가지고 이간되어 있다.
- [0090] 다음으로, 도 10에 나타내는 기능부 형성공정에서는, 에칭 처리를 실시하여, 실리콘층(84) 중 박육부(84A)에 대응한 위치에, 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 진동 발생부(17~20), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 진동 모니터부(35~38)를 형성한다. 또한 실리콘층(84)의 외연측에는 지지부(3), 구동용 랜드(21), 검출용 랜드(34), 모니터용 랜드(39), 실드 랜드(40)를 형성한다. 이때, 검출 질량부(22~25)는 변위 검출부(30~33)를 구성하기 위해, 고정측 검출전극(30A~33A)과 대향한 위치에 형성된다.
- [0091] 또한 구동용 랜드(21)에는 진동 발생부(17~20)의 고정측 구동전극(17B~20B)을 접속하고, 검출용 랜드(34)에는 변위 검출부(30~33)의 고정측 검출전극(30A~33A)을 접속하며, 모니터용 랜드(39)에는 진동 모니터부(35~38)의 고정측 모니터 전극(35B~38B)을 접속한다.
- [0092] 다음으로, 도 11에 나타내는 뚜껑판 집합공정에서는, 뚜껑판(41)이 되는 유리판(85)의 이면측에 미리 캐비티(41A)가 되는 오목부(86)를 형성한다. 이때, 오목부(86)는 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 진동 발생부(17~20), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 진동 모니터부(35~38) 등과 대향한 위치에 형성된다.
- [0093] 그리고, 예를 들면 양극 접합 등의 접합수단을 사용하여, 실리콘층(84)의 표면에 유리 기판(85)의 이면을 접합한다. 이것에 의해, 유리 기판(85)의 외연측은 지지부(3) 및 각 랜드(21,34,39,40)에 접합된다. 또한 고정측 검출전극(30A~33A)은 유리 기판(83)이 아니라 유리 기판(85)(뚜껑판(41))에 형성해도 된다.
- [0094] 다음으로, 전극 형성공정에서는, 뚜껑판(41)에 샌드 블라스트 등의 구멍뚫기 가공 처리를 실시하여 비아홀(42)을 형성한다. 이때, 비아홀(42)은 지지부(3) 및 각 랜드(21,34,39,40)와 대응한 위치에 각각 형성되어 있다. 마지막으로, 뚜껑판(41)의 표면에는 외부의 회로와 접속하기 위한 외부전극(도시하지 않음)을 마련한다. 그리고, 외부전극은, 비아홀(42)의 내면에 마련된 도체막을 통해, 지지부(3) 및 각 랜드(21,34,39,40)에 대하여 전기적으로 접속한다. 이것에 의해, 도 1 내지 도 6에 나타내는 각속도 센서(1)가 완성된다. 그리고, 진동 발생부(17~20), 변위 검출부(30~33) 및 진동 모니터부(35~38)는 외부전극을 통해 진동제어회로(51) 및 각속도 검출회로(61) 등에 접속한다.
- [0095] 또한 비아홀(42)은 유리 기판(83)측에 형성해도 된다. 바람직하게는, 유리 기판(83,85) 중 고정측 검출전극(30A~33A)이 형성된 것에 비아홀(42)을 가공하는 편이 좋다. 비아홀을 형성한 유리 기판의 표면은 박막 배선을 형성하기 때문에, 유리 기판 너머로 내부가 보이지 않게 된다. 고정측 검출전극을 형성한 면은, 고정측 검출전극에 의해 원래 내부가 보이지 어렵기 때문에, 반대측으로부터 내부를 관찰할 수 있도록 해 두는 편이 제조상 바람직하기 때문이다.
- [0096] 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)는 상술과 같은 구성을 가지는 것으로서, 다음으로 그 작동에 대하여

설명한다.

[0097] 우선, X축 둘레의 각속도($\Omega 1$)를 검출하는 경우에 대해 설명한다. 외부의 진동제어회로(51)로부터 구동용 랜드(21)에 구동신호(Vd)를 입력하면, 구동신호(Vd)는 진동 발생부(17~20)의 고정측 구동전극(17B~20B)에 인가된다. 이것에 의해, 구동 질량부(4,5)에는 Y축 방향의 정전 인력이 작용하여, 구동 질량부(4,5)는 Y축 방향으로 진동한다. 한편, 구동 질량부(6,7)에는 X축 방향의 정전 인력이 작용하여 구동 질량부(6,7)는 X축 방향으로 진동한다. 그리고, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)는 서로 역위상으로 진동한다.

[0098] 구동 질량부(4~7)가 진동하고 있는 상태로 X축 둘레의 각속도($\Omega 1$)가 작용하면, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는, 각속도($\Omega 1$)에 따라 이하의 수학적 식 1에 나타내는 코리올리 힘(F_x)이 작용한다. 한편, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는 코리올리 힘은 작용하지 않는다. 이것에 의해, 검출 질량부(22,23)는 코리올리 힘(F_x)에 의해 Z축 방향으로 변위하여, 각속도($\Omega 1$)에 따라 진동한다.

수학적 식 1

$$F_x = 2 \times M \times \Omega 1 \times v$$

[0099]

[0100] 단, M: 구동 질량부(4,5) 및 검출 질량부(22,23)의 질량

[0101] $\Omega 1$: X축 둘레의 각속도

[0102] v: 구동 질량부(4,5)의 Y축 방향의 속도

[0103] 이 때문에, 변위 검출부(30,31)는, 검출 질량부(22,23)의 Z축 방향의 변위에 따라 검출 질량부(22,23)와 고정측 검출전극(30A,31A) 사이의 정전용량(Cs1,Cs2)이 변화한다. 이때, 각속도 검출회로(61)의 C-V 변환회로(62,63)는 정전용량(Cs1,Cs2)의 변화를 예비적인 변위검출신호(Vs1,Vs2)로 변환한다. 그리고, 차동 증폭기(66)는, 변위검출신호(Vs1,Vs2)의 차에 근거하여, X축 둘레의 각속도($\Omega 1$)에 따른 최종적인 변위검출신호(Vx)를 출력한다. 동기검파회로(67)는 변위검출신호(Vx)로부터 위상 시프트 신호(Vm')와 동기한 신호를 검파한다. 이것에 의해, 각속도 검출회로(61)는 X축 둘레의 각속도($\Omega 1$)에 따른 각속도 신호를 출력한다.

[0104] 다음으로, Y축 둘레의 각속도($\Omega 2$)를 검출하는 경우에 대해 설명한다. 외부의 진동제어회로(51)로부터 구동용 랜드(21)에 구동신호(Vd)를 입력하여, 구동 질량부(4~7)를 진동시킨다. 이 진동상태로 Y축 둘레의 각속도($\Omega 2$)가 작용하면, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는 각속도($\Omega 2$)에 따라 이하의 수학적 식 2에 나타내는 코리올리 힘(F_y)이 작용한다. 한편, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는 코리올리 힘은 작용하지 않는다. 이것에 의해, 검출 질량부(24,25)는 코리올리 힘(F_y)에 의해 Z축 방향으로 변위하여, 각속도($\Omega 2$)에 따라 진동한다.

수학적 식 2

$$F_y = 2 \times M \times \Omega 2 \times v$$

[0105]

[0106] 단, M: 구동 질량부(6,7) 및 검출 질량부(24,25)의 질량

[0107] $\Omega 2$: Y축 둘레의 각속도

[0108] v: 구동 질량부(6,7)의 X축 방향의 속도

[0109] 이 때문에, 변위 검출부(32,33)는, 검출 질량부(24,25)의 Z축 방향의 변위에 따라 검출 질량부(24,25)와 고정측 검출전극(32A,33A) 사이의 정전용량(Cs3,Cs4)이 변화한다. 이때, 각속도 검출회로(61)의 C-V 변환회로(64,65)는 정전용량(Cs3,Cs4)의 변화를 변위검출신호(Vs3,Vs4)로 변환한다. 그리고, 차동 증폭기(70)는, 변위검출신호(Vs3,Vs4)의 차에 근거하여, Y축 둘레의 각속도($\Omega 2$)에 따른 변위검출신호(Vy)를 출력한다. 동기검파회로(71)는 변위검출신호(Vy)로부터 위상 시프트 신호(Vm')와 동기한 신호를 검파한다. 이것에 의해, 각속도 검출회로(61)는 Y축 둘레의 각속도($\Omega 2$)에 따른 각속도 신호를 출력한다.

- [0110] 그리하여, 본 실시의 형태에서는, 4개의 구동 질량부(4-7)는 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있기 때문에, 2개의 구동 질량부(4,5)는 중심점(0)을 끼고 X축 방향의 양측에 배치할 수 있고, 2개의 구동 질량부(6,7)는 중심점(0)을 끼고 Y축 방향의 양측에 배치할 수 있다. 또한 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)는 서로 역위상으로 진동한다.
- [0111] 이것에 의해, X축 둘레의 각속도(Ω_1)가 작용했을 때에는, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는 Z축 방향을 향하는 코리올리 힘(F_x)을 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 각속도(Ω_1)가 작용했을 때에는 검출 질량부(22,23)는 Z축 방향으로 변위하여 진동한다. 따라서, 이 진동을 변위 검출부(30,31)를 사용하여 검출함으로써 X축 둘레의 각속도(Ω_1)를 검출할 수 있다.
- [0112] 한편, Y축 둘레의 각속도(Ω_2)가 작용했을 때에는, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는 Z축 방향을 향하는 코리올리 힘(F_y)을 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 각속도(Ω_2)가 작용했을 때에는 검출 질량부(24,25)는 Z축 방향으로 변위하여 진동한다. 따라서 이 진동을 변위 검출부(32,33)를 사용하여 검출함으로써, Y축 둘레의 각속도(Ω_2)를 검출할 수 있다. 이것에 의해, 단일의 각속도 센서(1)를 사용하여, 기관(2)과 수평한 2개의 축(X축 및 Y축) 둘레에 작용하는 각속도(Ω_1, Ω_2)를 검출할 수 있다.
- [0113] 또한 4개의 구동 질량부(4~7)는 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있기 때문에, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)를 역방향(역위상)으로 진동시키는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 4개의 구동 질량부(4~7) 전체의 중심 위치를 고정할 수 있는 동시에, 4개의 구동 질량부(4~7) 전체에 생기는 둘레방향의 회전 토크(회전 모멘트)를 상쇄할 수 있다. 이때, 연결 빔(8)은 4개의 구동 질량부(4~7)를 서로 연결하기 때문에, 예를 들면 4개의 구동 질량부(4~7)에 가공 편차가 생겼을 때에도, 각 구동 질량부(4~7)는 구동 진폭 및 위상이 일치한 상태로 진동한다. 이 결과, 4개의 구동 질량부(4~7) 전체의 중심 위치의 변동이나 회전 토크를 확실하게 작게 할 수 있어, 구동 질량부(4~7)의 구동 진동이 기관(2) 등에 새는 일이 없어진다. 이것에 의해 각속도 신호의 오프셋 출력이 안정된다.
- [0114] 또한 구동 질량부(4~7)는 구동 빔(13~16)을 사용하여 지지하고, 검출 질량부(22~25)는 검출 빔(26~29)을 사용하여 지지하는 구성으로 하였다. 이 때문에, 구동 질량부(4~7)와 검출 질량부(22~25)를 독립된 별개의 빔(구동 빔(13~16) 및 검출 빔(26~29))을 사용하여 지지할 수 있어, 공통의 빔을 사용하여 지정한 경우에 비해 구동 진동과 검출 진동 사이의 결합을 작게 할 수 있다. 따라서, 변위 검출부(30~33)가 검출 질량부(22~25)의 변위를 검출하여 예비적인 변위검출신호($V_{s1} \sim V_{s4}$)를 출력했을 때에는, 이 변위검출신호($V_{s1} \sim V_{s4}$)에 노이즈 신호가 되는 구동 진동의 성분이 혼입되는 일이 없다. 이 결과, 예를 들면 변위검출신호($V_{s1} \sim V_{s4}$)를 직접 증폭할 때, 또는 차동 증폭기(66,70)를 사용하여 차동 증폭할 때에도 노이즈 신호에 의해 이득이 포화하는 일이 없다. 이 때문에, 동기검파 전의 초기 단계의 증폭율을 높게 할 수 있기 때문에, 각속도 신호에 포함되는 노이즈 신호를 상대적으로 작게 할 수 있고, SN 비가 좋은 각속도 신호를 얻을 수 있어, 각속도 센서(1)의 검출 정밀도를 향상할 수 있다.
- [0115] 또한 가동부가 되는 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 접속부(9~12), 구동 빔(13~16), 검출 질량부(22~25) 등은 중심점(0)에 대하여 점대칭인 형상이 되는 동시에, 중심점(0)을 끼고 대칭되는 위치에 배치되어 구동 질량부(4,6)와 구동 질량부(5,7)는 서로 역방향을 향해 진동한다. 따라서, 각속도(Ω_1, Ω_2)가 작용했을 때에는, 검출 질량부(22,24)와 검출 질량부(23,25)는 Z축 방향을 향해 서로 역방향으로 변위한다. 이에 대하여, 기관(2)의 수직방향(Z축 방향)에 가속도가 작용해도, 검출 질량부(22~25)가 Z축 방향으로 변위해도, 이 변위에 의한 변위 검출부(30~33)의 정전용량($C_{s1} \sim C_{s4}$)의 변화는 같은 값이 된다. 이 때문에, 변위 검출부(30~33)에 의한 변위검출신호($V_{s1} \sim V_{s4}$)를 차동 검출함으로써, 각속도 신호로부터 가속도에 의한 성분을 제거할 수 있다.
- [0116] 또한 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(22~25) 자체는 변형할 필요가 없기 때문에, 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(22~25)의 질량을 크게 하여, 공진 주파수를 저하시킬 수 있다. 이 때문에, 코리올리 힘(F_x, F_y)에 의한 검출 질량부(22~25)의 변위량을 크게 할 수 있어, 각속도(Ω_1, Ω_2)의 검출 감도를 높일 수 있다. 또한 검출 질량부(22~25)의 면적을 크게 할 수 있다. 이 때문에, 변위 검출부(30~33)를 검출 질량부(22~25)와 Z축 방향으로 대향한 고정측 검출전극(30A~33A)을 사용하여 구성한 경우에도, 검출 질량부(22~25)가 Z축 방향으로 변위했을 때의 정전용량($C_{s1} \sim C_{s4}$)의 변화를 크게 할 수 있어, 검출 감도를 높일 수 있다.
- [0117] 또한 연결 빔(8)에는 방사상으로 연장되는 4개의 접속부(9~12)를 마련하는 동시에, 각 접속부(9~12)를 길이방향으로 변위 가능하게 지지하는 구동 빔(13~16)을 마련하는 구성으로 하였다. 이 때문에, 기관(2)에 뒤틀림이 생겨도, 이 뒤틀림을 구동 빔(13~16)에 의해 흡수할 수 있고, 예를 들면 연결 빔(8)의 장력에 대한 영향을 경감할 수 있다. 이 결과, 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(22~25)의 공진 주파수가 변화하기 어렵고, 특성 변동을 작

계할 수 있어, 각속도 센서(1)의 출력을 안정화할 수 있다.

- [0118] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 검출 빔(26~29)은 검출 질량부(22~25)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성하였다. 이 때문에, 예를 들면 실리콘 재료 등을 기관(2)의 수직방향에 가공함으로써 비틀림 지지 빔을 형성할 수 있어, 용이하게 가공할 수 있다. 또한 비틀림 지지 빔은 폭 치수가 작은 가늘고 긴 직선상의 빔을 사용하여 형성하기 때문에, 검출 빔(26~29)의 폭 치수(δ)에는 편차가 생기기 쉬운 경향이 있다.
- [0119] 가령, 폭 치수(δ)에 편차가 생겨도, 구동 질량부(4~7)의 공진 주파수를 결정하는 연결 빔(8) 및 구동 빔(13~16)도 동일한 가늘고 긴 빔을 사용하여 형성하고 있기 때문에, 연결 빔(8), 구동 빔(13~16) 및 검출 빔(26~29)의 폭 치수는 함께 증가 또는 감소한다. 이 결과, 연결 빔(8), 구동 빔(13~16) 및 검출 빔(26~29)의 스프링 상수는 함께 변화하기 때문에, 구동 진동의 공진 주파수와 검출 진동의 공진 주파수는 함께 변동한다. 이것에 의해, 구동 진동과 검출 진동 사이에서 공진 주파수의 차가 확대되지 않기 때문에, 가공 편차에 근거하는 검출 감도의 저하를 방지할 수 있다.
- [0120] 또한 구동 질량부(4~7)는 원주상으로 나열하여 배치했기 때문에, 지름방향 외측에 비해 지름방향 내측에서는 구동 질량부(4~7)의 둘레방향의 길이 치수가 작아진다. 이때, 검출 빔(26~29)은, 구동 질량부(4~7) 중 지름방향 외측에 배치했기 때문에, 지름방향 내측에 배치한 경우에 비해 둘레방향으로 연장되는 길이 치수를 크게 할 수 있다. 이 때문에, 검출 빔(26~29)의 설계 자유도를 크게 할 수 있다.
- [0121] 또한 검출 빔(26~29)은 접속용 돌출부(22A~25A)를 사용하여 검출 질량부(22~25)의 지름방향 외측에 접속되어 있다. 이 때문에, 구동 진동에 의해 검출 질량부(22~25)의 지름방향 외측에 큰 구동 토크가 작용할 때에도, 검출 빔(26~29)을 사용하여 검출 질량부(22~25) 및 구동 질량부(4~7)를 함께 구동 진동시킬 수 있다.
- [0122] 또한 연결 빔(8)은 4개의 구동 질량부(4~7)에 둘러싸인 중심점(0)측에 마련하는 구성으로 했기 때문에, 연결 빔(8)의 전 길이를 짧게 할 수 있어, 기관(2)의 수직방향(Z축 방향)에 대한 강성을 높일 수 있다. 이 때문에, 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(22~25)가 기관(2)의 수직방향으로 변위하는 것을 막을 수 있어, 이 질량부(4~7, 22~25)의 변위에 근거하는 노이즈를 저감할 수 있다.
- [0123] 또한 진동 발생부(17~20)는, 구동 질량부(4~7)에 마련된 가동측 구동전극(17A~20A)과, 기관(2)에 마련된 고정측 구동전극(17B~20B)에 의해 구성했기 때문에, 가동측 구동전극(17A~20A)과 고정측 구동전극(17B~20B) 사이에 작용하는 정전력에 의해 구동 질량부(4~7)를 직접적으로 변위시켜 구동 질량부(4~7)를 구동 진동시킬 수 있다.
- [0124] 또한 변위 검출부(30~33)의 고정측 검출전극(30A~33A)을 검출용 랜드(34)에 전기적으로 접속하고, 진동 발생부(17~20)의 고정측 구동전극(17B~20B)을 구동용 랜드(21)에 전기적으로 접속하는 동시에, 구동용 랜드(21)와 검출용 랜드(34) 사이에는 실드 랜드(40)를 마련하는 구성으로 하였다. 이 때문에, 구동용 랜드(21)와 검출용 랜드(34) 사이의 결합을 실드 랜드(40)를 사용하여 저지할 수 있어, 이들 사이의 신호의 간섭을 차단할 수 있다. 이 결과, 변위 검출부(30~33)에 의한 변위검출신호($Vs1$ ~ $Vs4$)에 대하여, 진동 발생부(17~20)에 공급하는 구동신호(Vd)가 혼입되지 않고, 각속도($\Omega 1, \Omega 2$)의 검출 정밀도를 높일 수 있다.
- [0125] 또한 구동 질량부(4~7)의 진동방향의 변위를 모니터하는 진동 모니터부(35~38)를 마련했기 때문에, 진동 모니터부(35~38)를 사용하여 구동 질량부(4~7)의 진동 진폭 및 위상을 검출할 수 있다. 이 때문에, 진동 모니터부(35~38)에 의한 모니터 신호(Vm)는 진동제어회로(51)의 참조신호로서 이용할 수 있어, 공진상태의 안정화를 도모할 수 있다. 또한 진동 모니터부(35~38)에 의한 모니터 신호(Vm)는 각속도 검출회로(61)의 참조신호(위상 시프트 신호(Vm'))로서도 이용할 수 있어, 구동 질량부(4~7)의 진동상태에 따라 정확한 동기검파를 행할 수 있다.
- [0126] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 진동 발생부(17~20), 구동용 랜드(21), 변위 검출부(30~33), 검출용 랜드(34), 진동 모니터부(35~38), 모니터용 랜드(39), 실드 랜드(40) 등은 대칭성을 가지는 상태로 형성하였다. 이 때문에, 변위 검출부(30~33)의 변위검출신호($Vs1$ ~ $Vs4$)에 대하여 구동신호(Vd)나 모니터 신호(Vm)가 노이즈 신호로서 혼입할 때에도, 이 노이즈 신호는 변위검출신호($Vs1$ ~ $Vs4$)에 대하여 모두 같은 레벨이 되기 때문에, 용이하게 노이즈 신호를 제거할 수 있다.
- [0127] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 구동 질량부(4~7)의 모두에 진동 모니터부(35~38)를 마련하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 4개의 구동 질량부(4~7) 중 어느 1개, 2개 또는 3개의 구동 질량부에 진동 모니터부를 마련하는 구성으로 해도 된다.
- [0128] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 진동 발생부(17~20)와 진동 모니터부(35~38)는 같은 형상으로 형성했기 때문에,

진동 모니터부를 진동 발생부로서 사용할 수도 있다. 이 경우, 구동 질량부에 대한 구동력을 증가시킬 수 있다.

- [0129] 다음으로, 도 12 내지 도 14는 본 발명에 의한 제2의 실시의 형태를 나타내고 있다. 그리고, 본 실시의 형태의 특징은, 진동 발생부는, 연결 빔에 마련된 가동측 구동전극과, 상기 가동측 구동전극과 대향하여 기관에 마련된 고정측 구동전극에 의해 구성된 것에 있다. 또한 본 실시의 형태에서는 상기 제1의 실시의 형태와 동일한 구성 요소에 동일한 부호를 부여하여, 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0130] 각속도 센서(91)는, 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)와 거의 동일하게, 기관(2), 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 구동 빔(13~16), 진동 발생부(92,93), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(26~29), 변위 검출부(30~33), 진동 모니터부(35~38) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0131] 진동 발생부(92,93)는 중심점(0)의 근방에 위치하여 연결 빔(8)의 내측에 배치되어 있다. 여기서, 진동 발생부(92,93)는, 제1의 실시의 형태에 의한 진동 발생부(17~20)와 마찬가지로 예를 들면 저저항의 실리콘 재료에 의해 형성되어 있다. 그리고, 진동 발생부(92,93)는, 연결 빔(8)에 마련된 가동측 구동전극(92A,93A)과, 기관(2) 상의 전극 지지부(94)에 부착된 고정측 구동전극(92B,93B)에 의해 구성되어 있다.
- [0132] 이때, 전극 지지부(94)는 연결 빔(8)에 둘러싸여 기관(2)의 중심점(0) 부근에 고정되어 있다. 또한 가동측 구동전극(92A,93A)은 접속부(9,10)를 내경측에 연장한 연장부(9A,10A)의 선단에 각각 부착되어, 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 또한 고정측 구동전극(92B,93B)은, 가동측 구동전극(92A,93A)에 대향하여 전극 지지부(94)의 주위에 부착되어, 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되어 있다. 그리고, 가동측 구동전극(92A,93A)과 고정측 구동전극(92B,93B)은 서로 맞물린 상태로 마련되어, 전극 지지부(94)에 구동신호를 인가함으로써 정전력이 작용하여 서로 접근, 이간한다. 이것에 의해, 진동 발생부(92,93)는, 가동측 구동전극(92A,93A)과 고정측 구동전극(92B,93B) 사이에 작용하는 정전력에 의해 연결 빔(8)을 휨 변형시켜 구동 질량부(4~7)를 간접적으로 진동시킨다.
- [0133] 그리하여, 이렇게 구성되는 본 실시의 형태에서도, 제1의 실시의 형태와 거의 동일한 작용 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 특히 본 실시의 형태에서는, 진동 발생부(92,93)는, 가동측 구동전극(92A,93A)과 고정측 구동전극(92B,93B)에 의해 구성했기 때문에, 가동측 구동전극(92A,93A)과 고정측 구동전극(92B,93B) 사이에 작용하는 정전력에 의해 연결 빔(8)을 휨 변형시킬 수 있다. 이것에 의해, 연결 빔(8)에 접속된 구동 질량부(4~7)를 간접적으로 변위시켜, 구동 질량부(4~7)를 구동 진동시킬 수 있다.
- [0134] 또한 진동 발생부(92,93)는 구동 질량부(4~7)의 주위에 마련할 필요가 없기 때문에, 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(22~25)를 크게 하여 각속도(Ω_1, Ω_2)의 검출 감도를 높일 수 있다. 한편, 구동 질량부(4~7)의 주위에 진동 발생부(92,93)를 마련하지 않는 만큼, 각속도 센서(91) 전체를 소형화할 수 있어 제조 비용을 저감할 수 있다.
- [0135] 또한 예를 들면 용량 결합 등에 의해 진동 발생부(92,93)와 변위 검출부(30~33) 사이에서 전기적 크로스토크가 생겨도, 이 전기적 크로스토크를 완전히 대칭이면서 최소한으로 할 수 있다. 이 결과, 변위검출신호(Vs1~Vs4)에 대한 노이즈를 작게 할 수 있다.
- [0136] 또한 고정측 구동전극(92B,93B)은 기관(2)의 중심부(중심점(0))에 위치하는한 부분에서 외부의 회로(진동제어회로(51))와 접속하면 되기 때문에, 외부 접속용의 단자를 감소시킬 수 있다. 이것에 의해, 각속도 센서(91) 전체를 소형화할 수 있어 제조 비용을 저감할 수 있다.
- [0137] 또한 제2의 실시의 형태에서는, 연결 빔(8)의 외측에 위치하여 구동 질량부(4~7)의 주위에 부착한 진동 모니터부(35~38)를 사용하여 구동 질량부(4~7)의 진동방향의 변위를 모니터하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 진동 모니터부는 연결 빔의 내측에 마련하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 진동 모니터부는, 예를 들면 진동 발생부(92,93)와 동일하게 구성하고, 연결 빔에 마련한 가동측 모니터 전극과 기관에 마련한 고정측 모니터 전극 사이의 정전용량을 검출하는 것이다.
- [0138] 다음으로, 도 15 및 도 16은 본 발명에 의한 제3의 실시의 형태를 나타내고 있다. 그리고, 본 실시의 형태의 특징은, 검출 빔의 양단측을 응력 저감 접속부를 사용하여 검출 질량부와 구동 질량부에 각각 접속하는 구성으로 한 것에 있다. 또한 본 실시의 형태에서는 상기 제1의 실시의 형태와 동일한 구성 요소에 동일한 부호를 부여하여, 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0139] 각속도 센서(101)는, 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)와 거의 동일하게, 기관(2), 구동 질량부(4~7), 연결 빔(8), 구동 빔(13~16), 진동 발생부(17~20), 검출 질량부(22~25), 검출 빔(102~105), 변위 검출부

(30~33), 진동 모니터부(35~38) 등에 의해 구성되어 있다.

- [0140] 검출 빔(102~105)은, 검출 질량부(22~25)보다도 지름방향 외측에 위치하여 검출 질량부(22~25)와 구동 질량부(4~7) 사이에 마련되어, 검출 질량부(22~25)를 기관(2)의 두께방향으로 변위 가능하게 지지하고 있다. 또한 검출 빔(102~105)은 중심점(0)을 둘러싼 둘레방향을 향해 연장되고, 검출 질량부(22~25)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에, 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성되어 있다. 또한 검출 빔(102~105)은 폭 치수(δ)를 가지고 직선상으로 연장되는 가늘고 긴 판상의 빔에 의해 형성되어 있다. 이때, 검출 질량부(22~25)는 중심점(0)에 가까운 지름방향 내측 부분이 자유단이 되기 때문에, 검출 빔(102~105)은 외팔보 상태로 검출 질량부(22~25)를 지지한다.
- [0141] 단, 검출 빔(102~105)은, 검출 질량부(22~25)에 대하여 2개씩 마련되어 있는 점에서, 제1의 실시의 형태에 의한 검출 빔(26~29)과는 다르다. 이때, 2개의 검출 빔(102)은, 구동 질량부(4) 내에 위치하여 Y축 방향으로 연장되는 동시에, Y축 방향의 양측에 각각 배치되어 있다. 마찬가지로, 2개의 검출 빔(103)은, 구동 질량부(5) 내에 위치하여 Y축 방향으로 연장되는 동시에, Y축 방향의 양측에 각각 배치되어 있다.
- [0142] 또한 2개의 검출 빔(104)은, 구동 질량부(6) 내에 위치하여 X축 방향으로 연장되는 동시에 X축 방향의 양측에 각각 배치되어 있다. 마찬가지로, 2개의 검출 빔(105)은, 구동 질량부(7) 내에 위치하여 X축 방향으로 연장되는 동시에, X축 방향의 양측에 각각 배치되어 있다.
- [0143] 또한 각 검출 빔(102)의 일단부측은, 검출 질량부(22) 중 Y축 방향의 중심 부분에 위치하여 응력 저감 접속부로서의 L형 빔(106)을 사용하여 검출 질량부(22)에 접속되어 있다. 또한 각 검출 빔(102)의 타단부측은, 검출 질량부(22) 중 Y축 방향의 양단부측에 각각 위치하여 L형 빔(106)을 사용하여 구동 질량부(4)에 접속되어 있다.
- [0144] 마찬가지로, 각 검출 빔(103)의 일단부측은, 검출 질량부(23) 중 Y축 방향의 중심 부분에 위치하여 응력 저감 접속부로서의 L형 빔(107)을 사용하여 검출 질량부(23)에 접속되어 있다. 또한 각 검출 빔(103)의 타단부측은, 검출 질량부(23) 중 Y축 방향의 양단부측에 각각 위치하여 L형 빔(107)을 사용하여 구동 질량부(5)에 접속되어 있다.
- [0145] 또한 각 검출 빔(104)의 일단부측은, 검출 질량부(24) 중 X축 방향의 중심 부분에 위치하여 응력 저감 접속부로서의 L형 빔(108)을 사용하여 검출 질량부(24)에 접속되어 있다. 또한 각 검출 빔(104)의 타단부측은, 검출 질량부(24) 중 X축 방향의 양단부측에 각각 위치하여 L형 빔(108)을 사용하여 구동 질량부(6)에 접속되어 있다.
- [0146] 마찬가지로, 각 검출 빔(105)의 일단부측은, 검출 질량부(25) 중 X축 방향의 중심 부분에 위치하여 응력 저감 접속부로서의 L형 빔(109)을 사용하여 검출 질량부(25)에 접속되어 있다. 또한 각 검출 빔(105)의 타단부측은, 검출 질량부(25) 중 X축 방향의 양단부측에 각각 위치하여 L형 빔(109)을 사용하여 구동 질량부(7)에 접속되어 있다.
- [0147] 이때, L형 빔(106,107)은, 예를 들면 검출 빔(102,103)으로부터 L자 형상으로 굴곡하고 있다. 이것에 의해, 검출 빔(102,103)의 양단측은 그 길이방향이 되는 Y축 방향에 대하여 자유도를 가진 상태로 지지되어 있다. 마찬가지로, L형 빔(108,109)은, 예를 들면 검출 빔(104,105)으로부터 L자상으로 굴곡하고 있다. 이것에 의해, 검출 빔(104,105)의 양단측은 그 길이방향이 되는 X축 방향에 대하여 자유도를 가진 상태로 지지되어 있다. 이 결과, 검출 빔(102~105)이 비틀림 변형할 때에는, 검출 빔(102~105)의 양단측이 길이방향으로 변위할 수 있기 때문에, 검출 빔(102~105)의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력이 저감되어 있다.
- [0148] 그리하여, 이와 같이 구성되는 본 실시의 형태에서도, 제1의 실시의 형태와 거의 동일한 작용 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 특히 본 실시의 형태에서는, 검출 빔(102~105)의 양단측은 L형 빔(106~109)을 사용하여 검출 질량부(22~25)와 구동 질량부(4~7)에 각각 접속했기 때문에, 각속도 센서(101)의 감도 편차를 작게 할 수 있다.
- [0149] 여기서, L형 빔(106~109)과 감도 편차의 관계를 상세하게 설명한다. 우선, 제1의 실시의 형태와 같이, 검출 빔(26~29)의 양단을 고정할 경우에는, 고정 부분에 작용하는 응력에 의해 검출 빔(26~29)의 비틀림 변형이 저해된다. 이 때문에, 검출 빔(26~29)의 두께 치수가 변화되었을 때에는, 이 두께 치수의 변화분에 대한 공진 주파수의 변화가 커진다. 이 결과, 가공 편차가 구동모드와 검출모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향이 커지는 경향이 있다.
- [0150] 이에 대하여, 본 실시의 형태에서는, 검출 빔(102~105)의 양단측은 L형 빔(106~109)을 사용하여 검출 질량부(22~25)와 구동 질량부(4~7)에 각각 접속했기 때문에, 검출 빔(102~105)이 비틀림 변형할 때에 검출 빔(102~105)의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력을 저감할 수 있다. 이것에 의해, 두께 치수의 가공 편차가 구

동모드와 검출모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 각속도 센서(101)의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

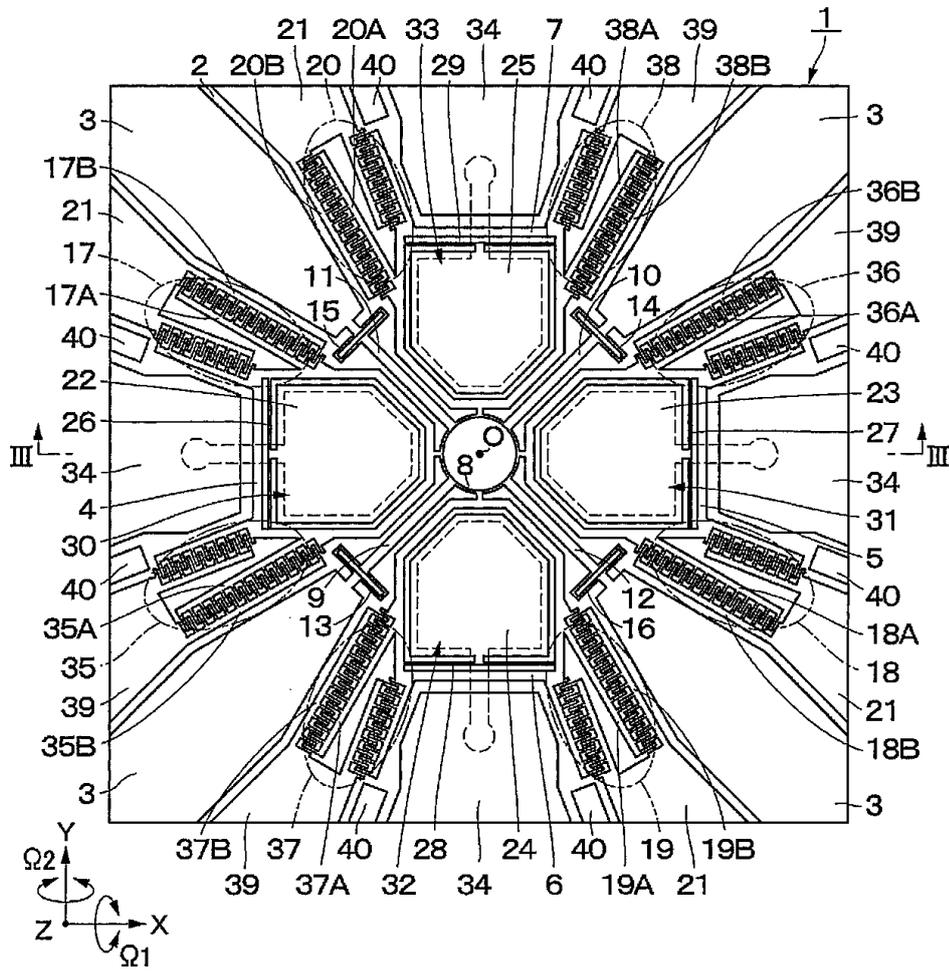
- [0151] 또한 제3의 실시의 형태에서는 L형 빔(106~109)을 사용하여 응력 저감 접속부를 구성하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 응력 저감 접속부는 검출 빔의 길이방향(비틀림 축 방향)에 대하여 자유도를 부여하는 구성이면 된다. 이 때문에, 예를 들면 도 17에 나타내는 제1의 변형예와 같이, 검출 빔(102')의 단부측이 T자 형상이 된 T형 빔(106')을 사용하여 응력 저감 접속부를 구성해도 된다.
- [0152] 또한 상기 제3의 실시의 형태에서는, 검출 빔(102~105)은 직선상으로 연장되는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 도 18에 나타내는 제2의 변형예와 같이, 검출 빔(102")은 1회 또는 복수회 되접어 꺾은 형상의 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성해도 된다.
- [0153] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 검출 빔(26~29, 102~105)은, 검출 질량부(22~25)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 검출 질량부가 기관의 두께방향으로 변위할 때에 휨 변형하는 휨 지지 빔을 사용하여 검출 빔을 형성해도 된다.
- [0154] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 연결 빔(8)은 원형의 테두리상으로 형성하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 도 19에 나타내는 제3의 변형예에 의한 각속도 센서(111)와 같이, 예를 들면 연결 빔(112)을 사각형의 테두리상으로 형성해도 되고, 사각형 이상의 다각형의 테두리상으로 형성해도 된다. 이 경우, 연결 빔은, 예를 들면 팔각형, 십이각형 등과 같이 4의 배수의 각을 가지는 다각형의 테두리상으로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0155] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 연결 빔(8)은 구동 질량부(4~7)에 둘러싸인 중심점(0)측(내경측)에 마련하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 도 20에 나타내는 제4의 변형예에 의한 각속도 센서(121)와 같이, 예를 들면 연결 빔(122)은 구동 질량부(4~7)를 둘러싼 외경측에 마련하는 구성으로 해도 된다.

부호의 설명

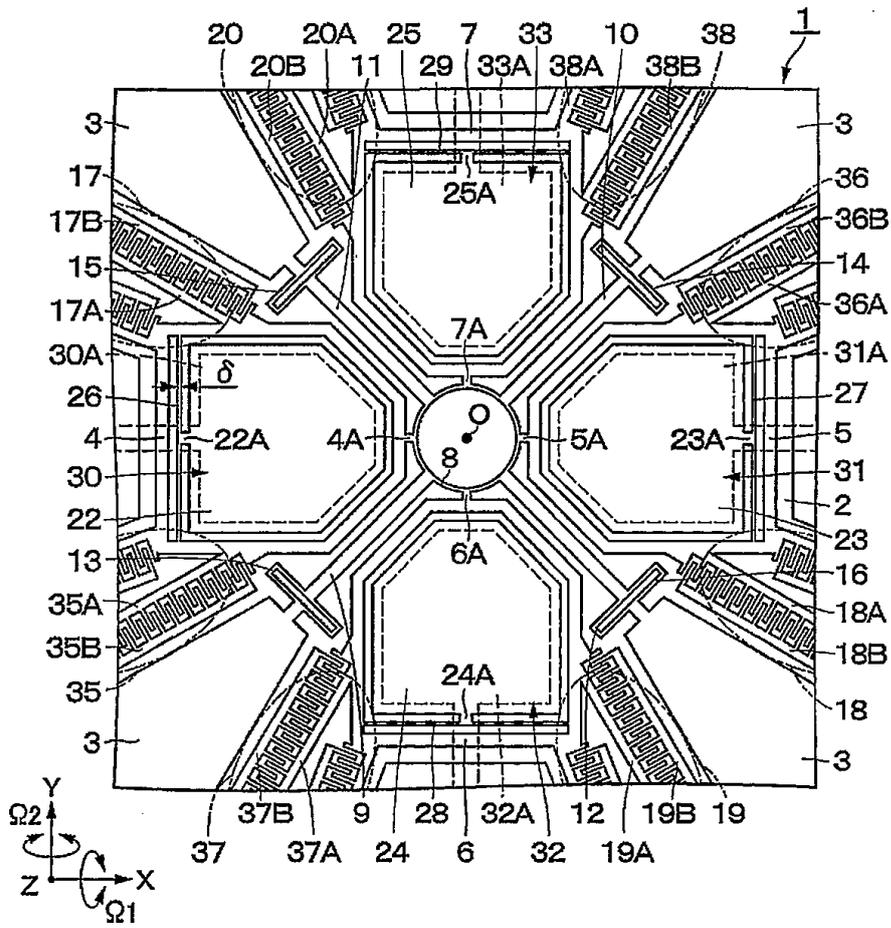
- [0156] 1, 91, 101, 111, 121: 각속도 센서
- 2: 기관
- 4~7: 구동 질량부
- 8, 112, 122: 연결 빔
- 9~12: 접속부
- 13~16: 구동 빔
- 17~20, 92, 93: 진동 발생부(구동수단)
- 21: 구동용 랜드
- 22~25: 검출 질량부
- 26~29, 102~105, 102', 102": 검출 빔
- 30~33: 변위 검출부(변위검출수단)
- 34: 검출용 랜드
- 35~38: 진동 모니터부(모니터 수단)
- 39: 모니터용 랜드
- 40: 실드 랜드
- 106~109: L형 빔(응력 저감 접속부)
- 106': T형 빔(응력 저감 접속부)

도면

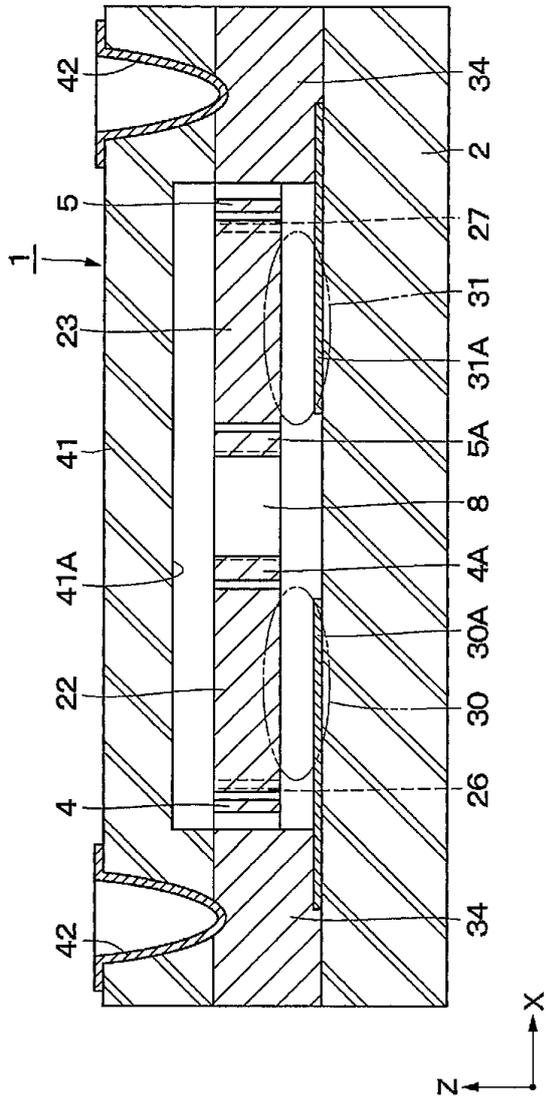
도면1



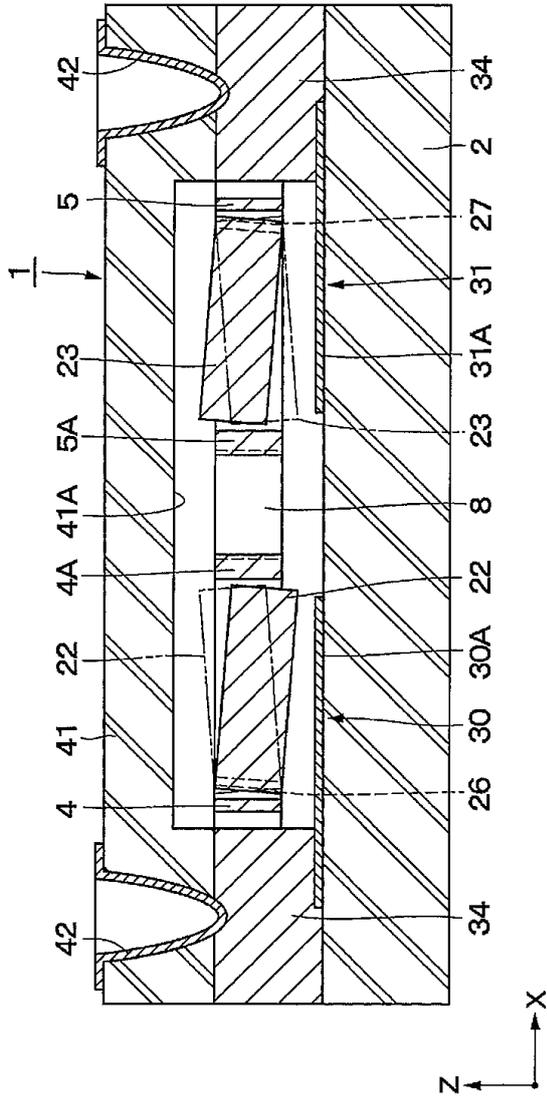
도면2



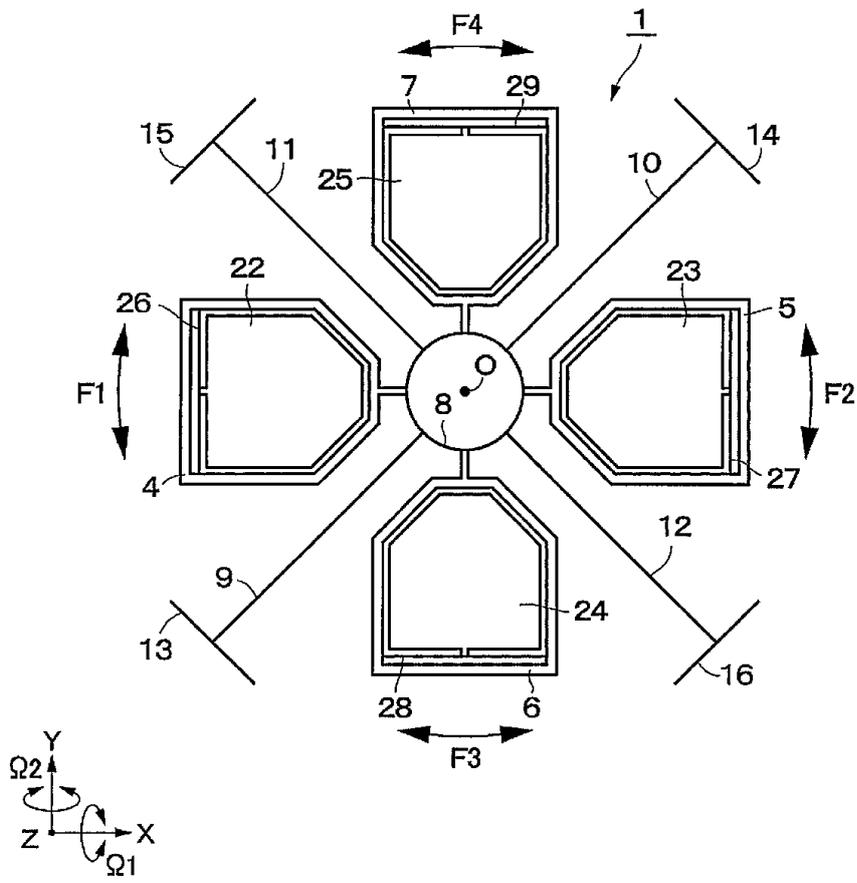
도면3



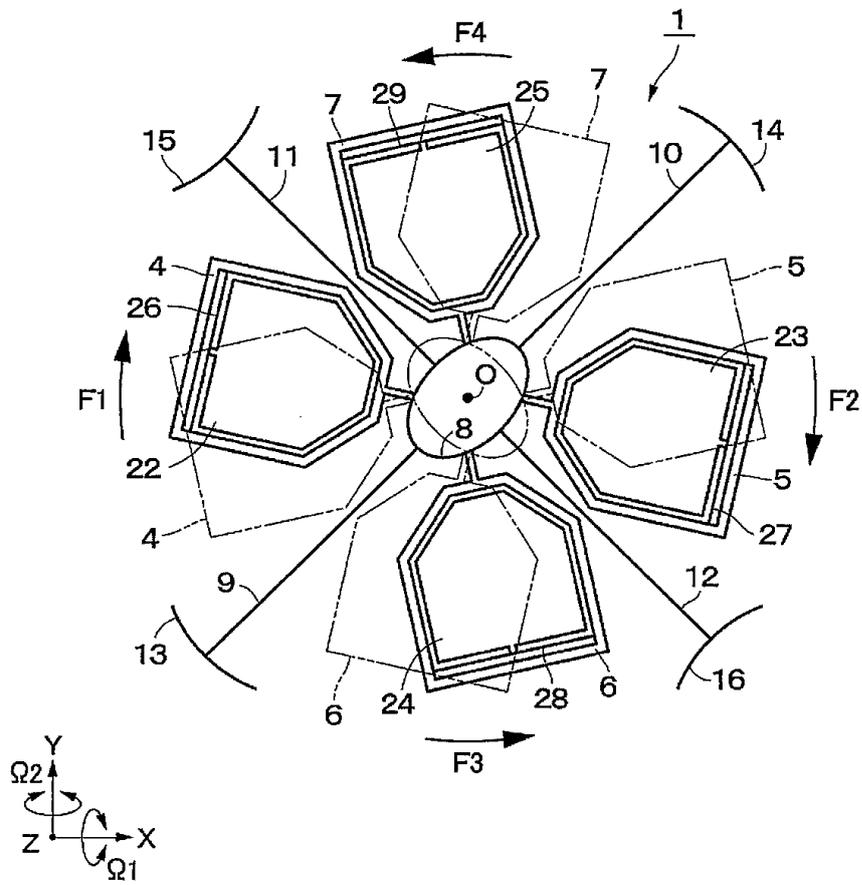
도면4



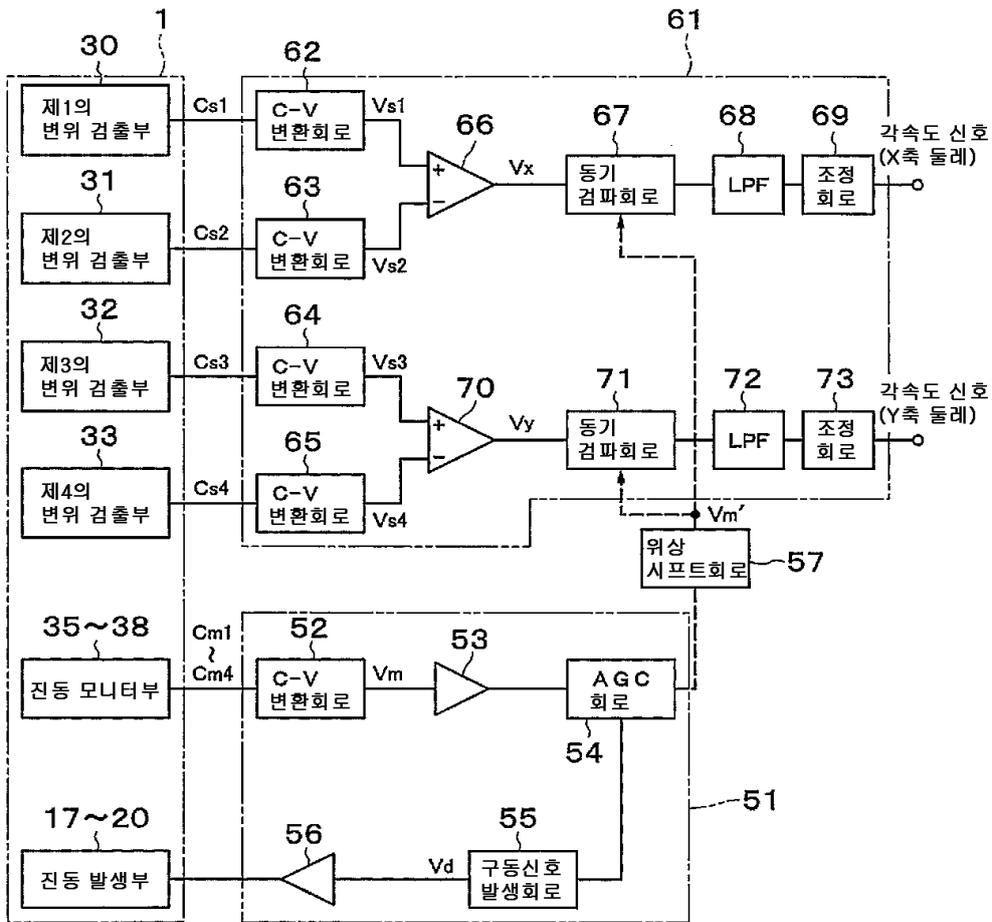
도면5



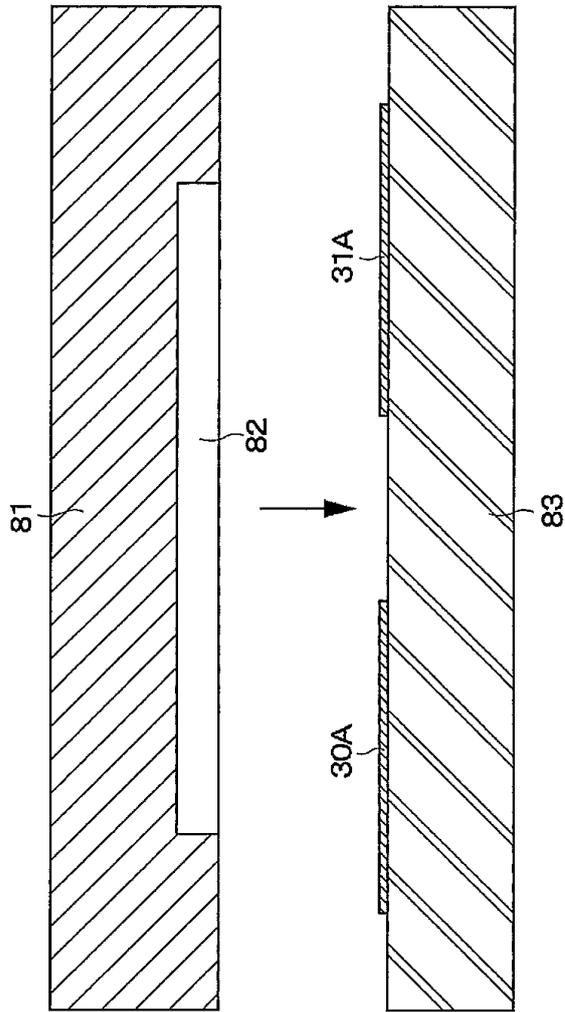
도면6



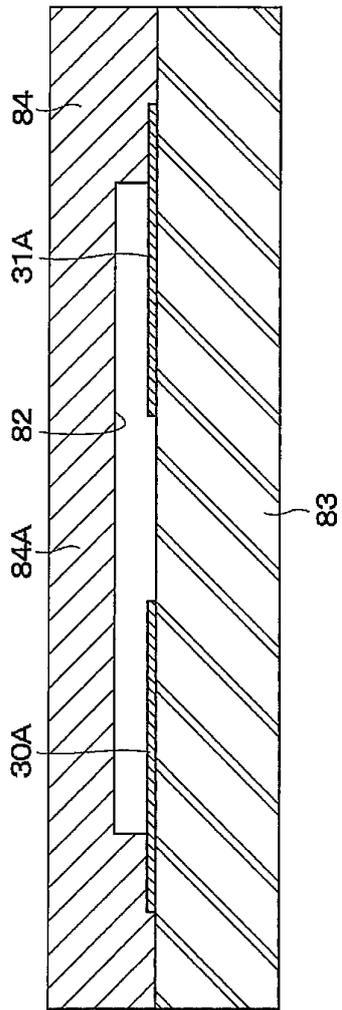
도면7



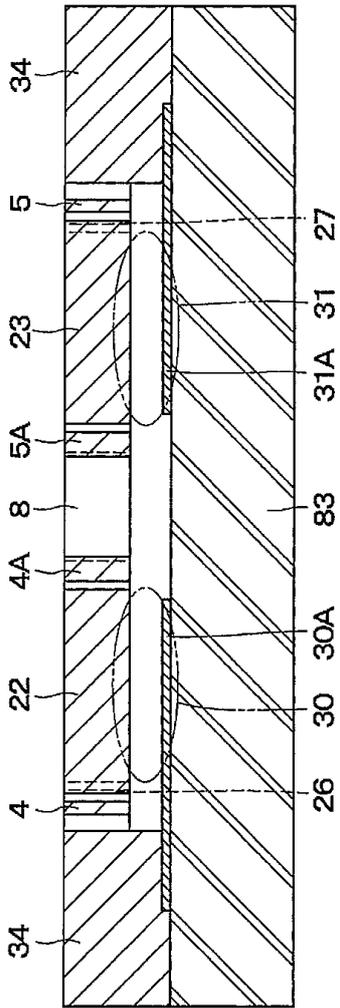
도면8



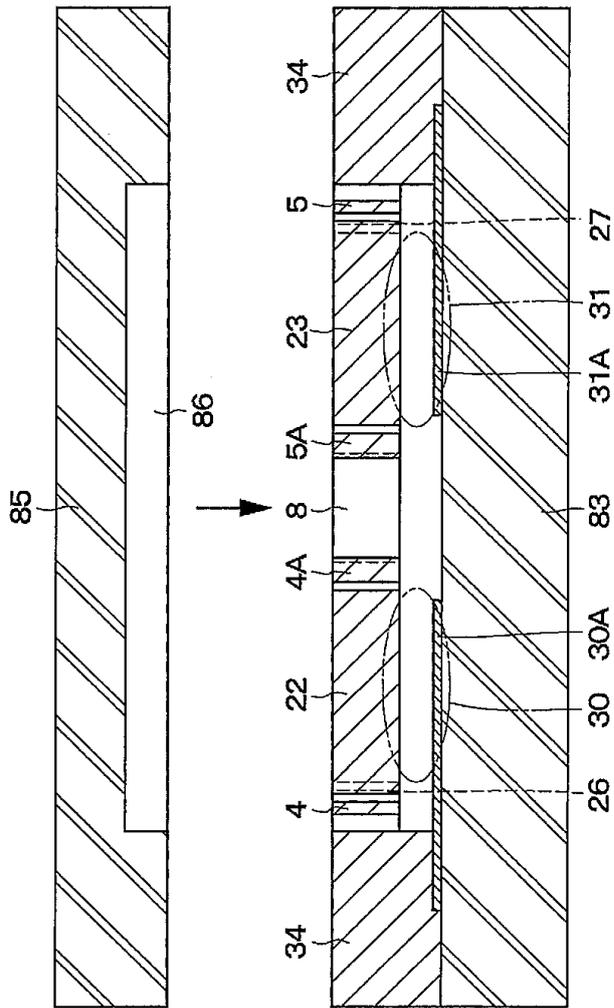
도면9



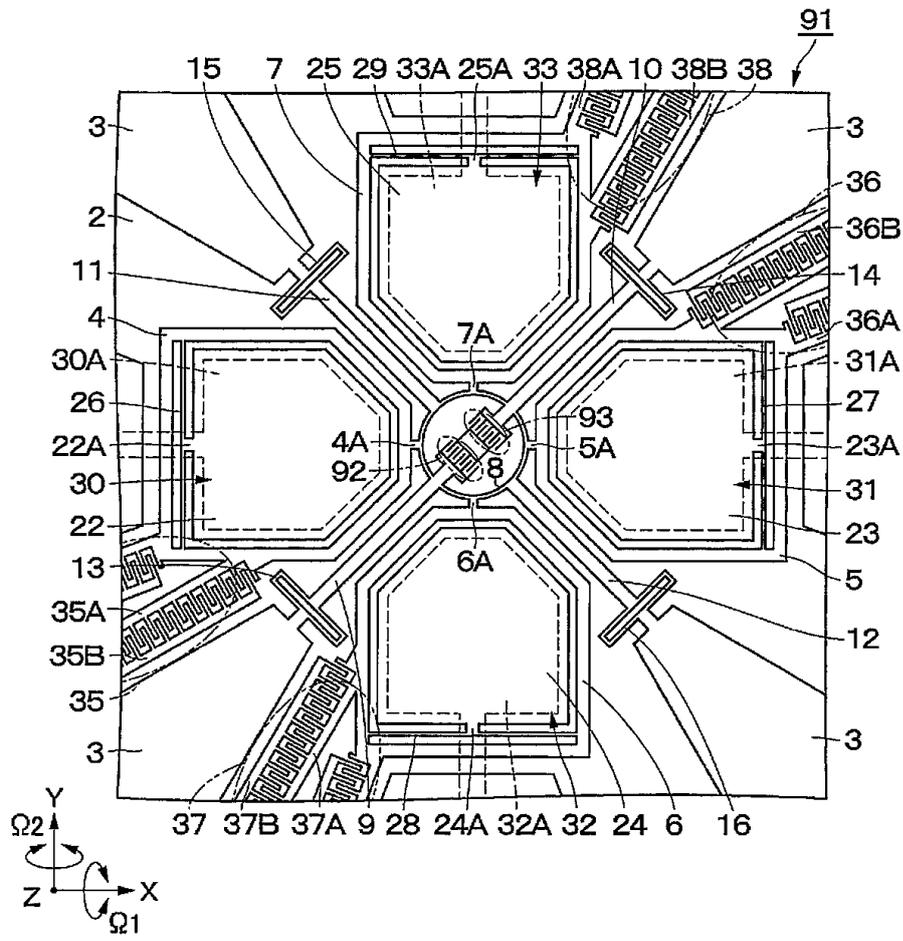
도면10



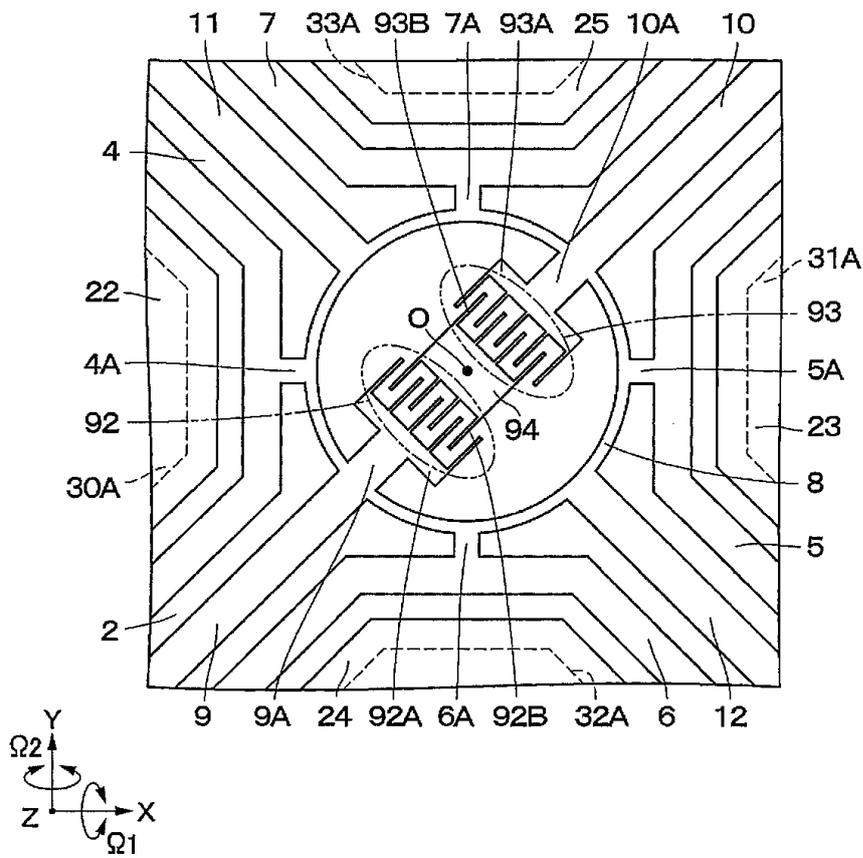
도면11



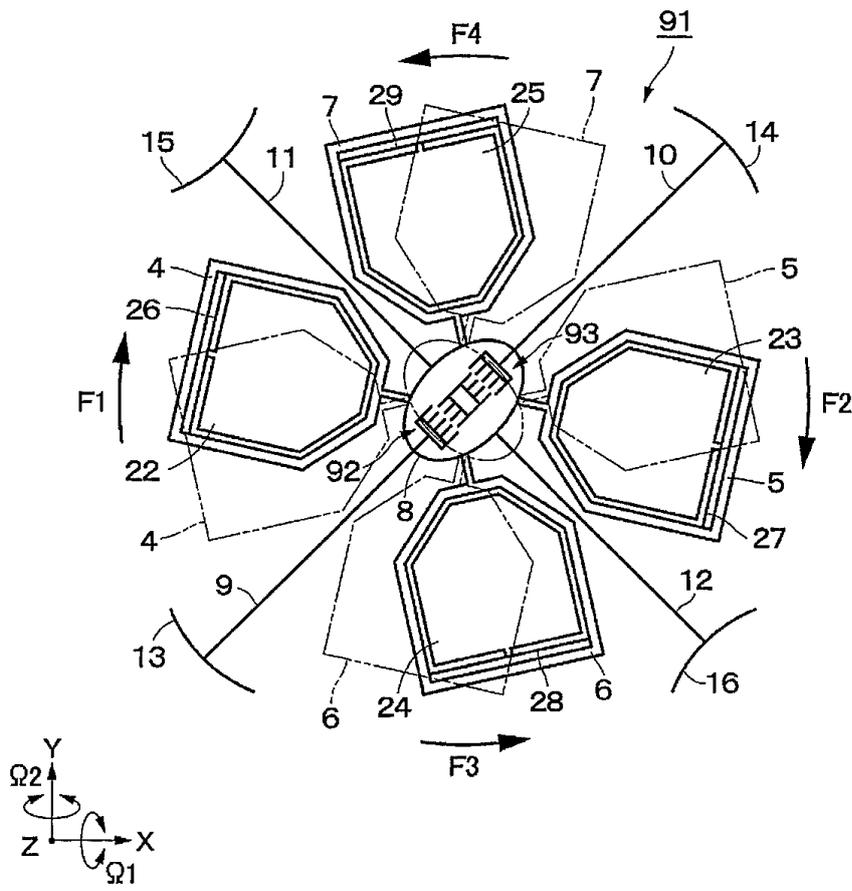
도면12



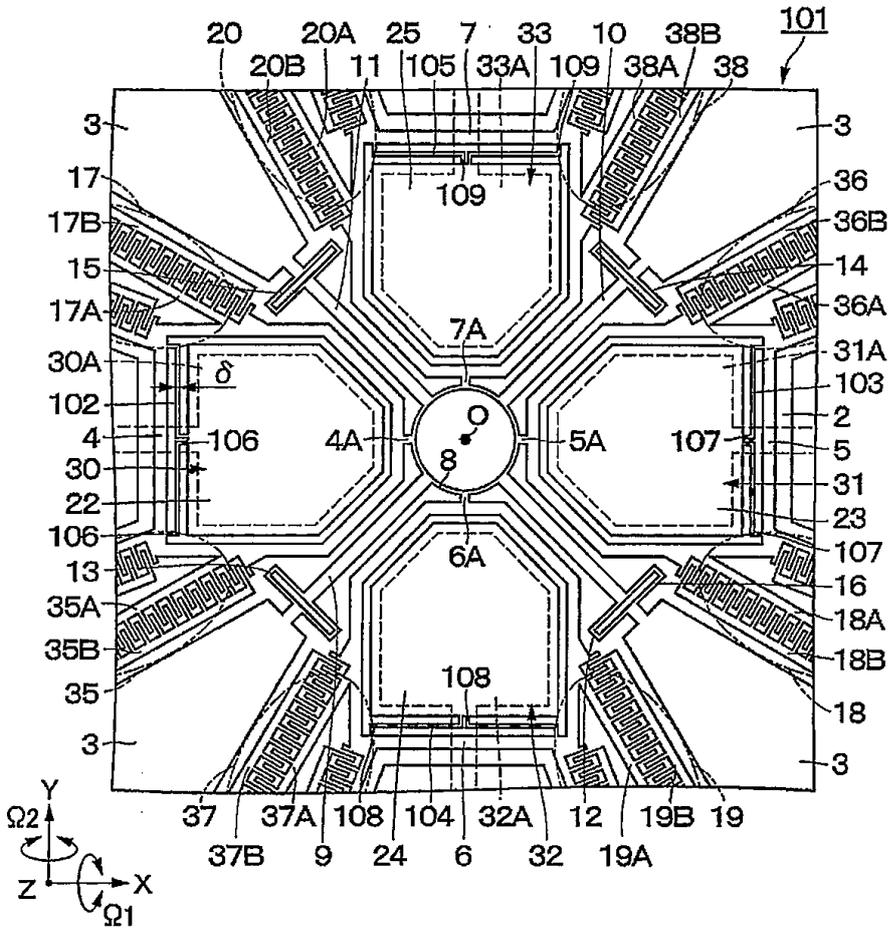
도면13



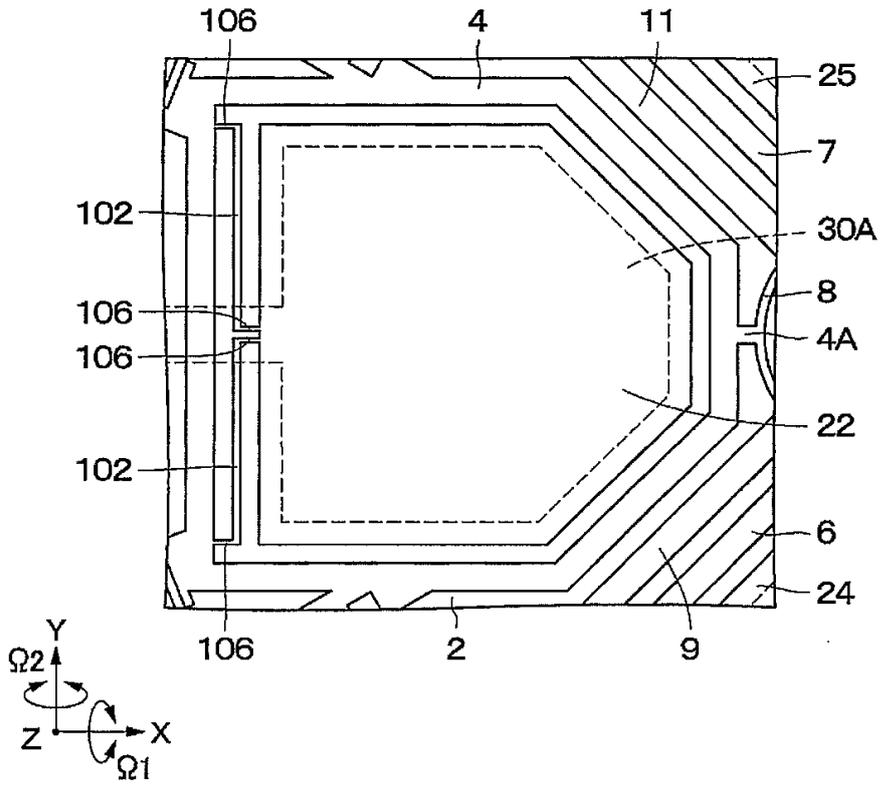
도면14



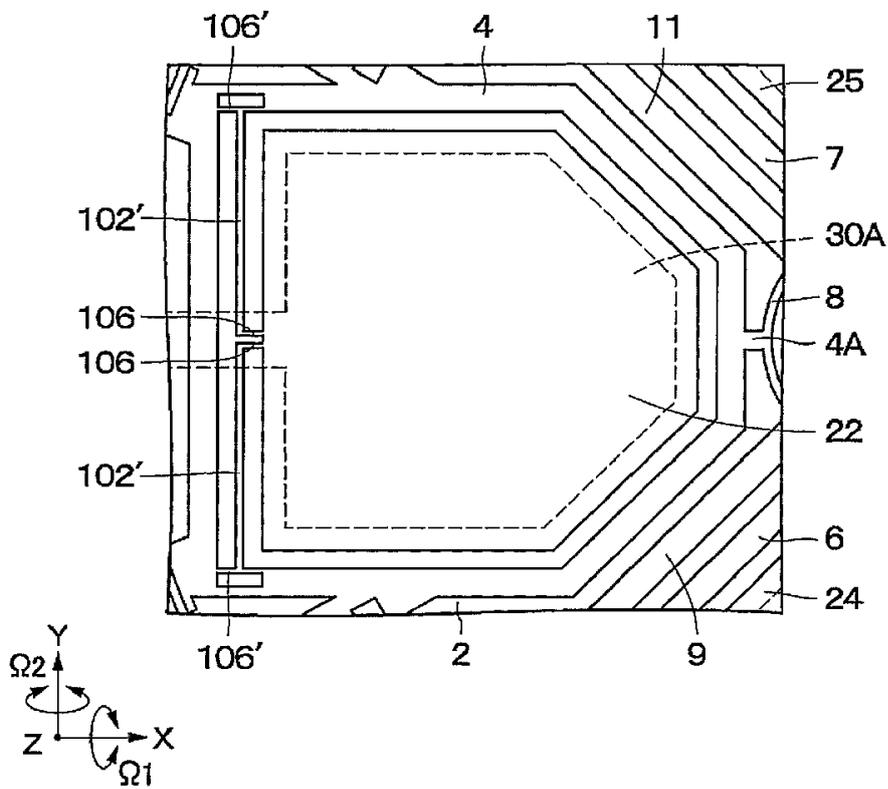
도면15



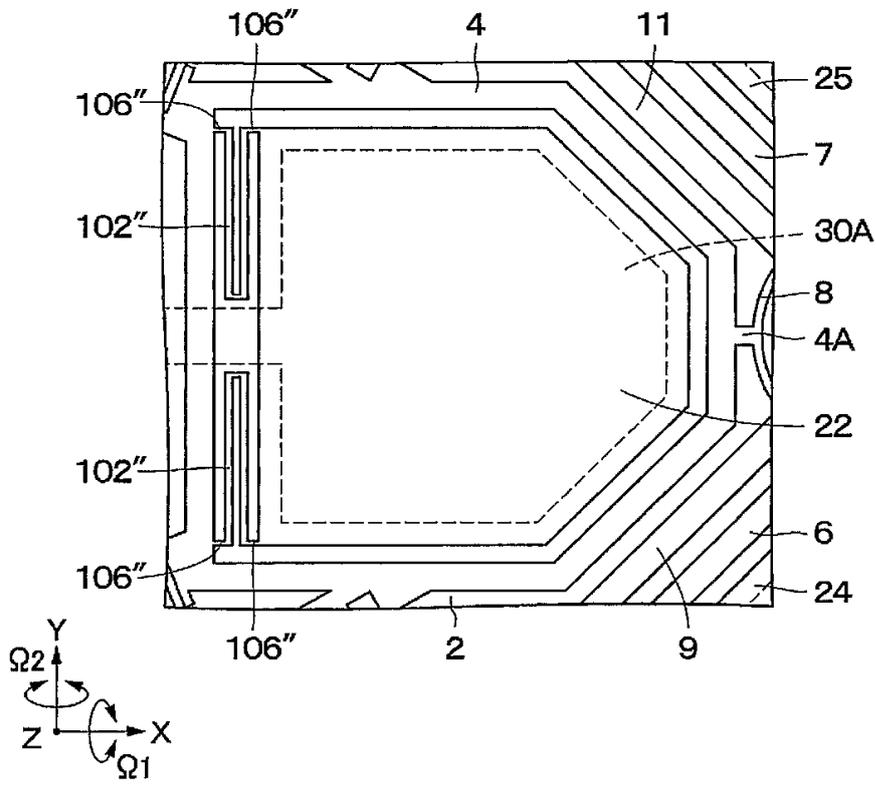
도면16



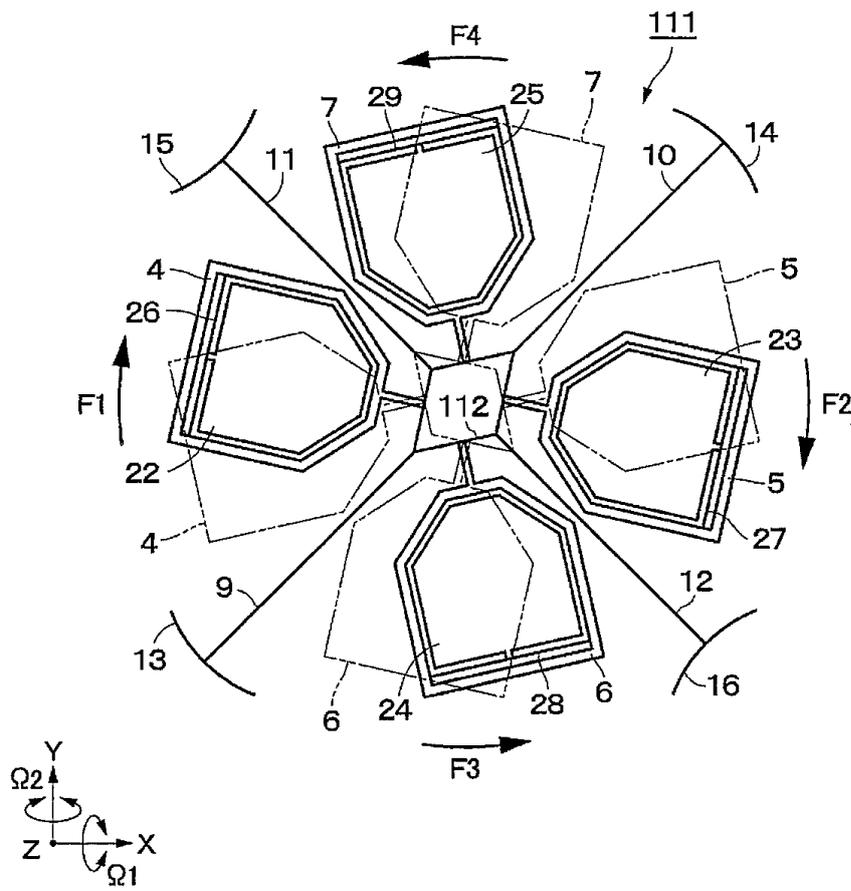
도면17



도면18



도면19



도면20

