



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년07월20일  
(11) 등록번호 10-1149266  
(24) 등록일자 2012년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01C 19/56 (2006.01) H01L 29/84 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7013320  
(22) 출원일자(국제) 2008년12월04일  
심사청구일자 2010년06월17일  
(85) 번역문제출일자 2010년06월17일  
(65) 공개번호 10-2010-0086059  
(43) 공개일자 2010년07월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/072037  
(87) 국제공개번호 WO 2009/078284  
국제공개일자 2009년06월25일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2007-327502 2007년12월19일 일본(JP)  
JP-P-2008-265489 2008년10월14일 일본(JP)

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

(56) 선행기술조사문헌  
JP2005241500 A  
JP2004163376 A  
US20020139187 A1  
JP2001304867 A

전체 청구항 수 : 총 8 항

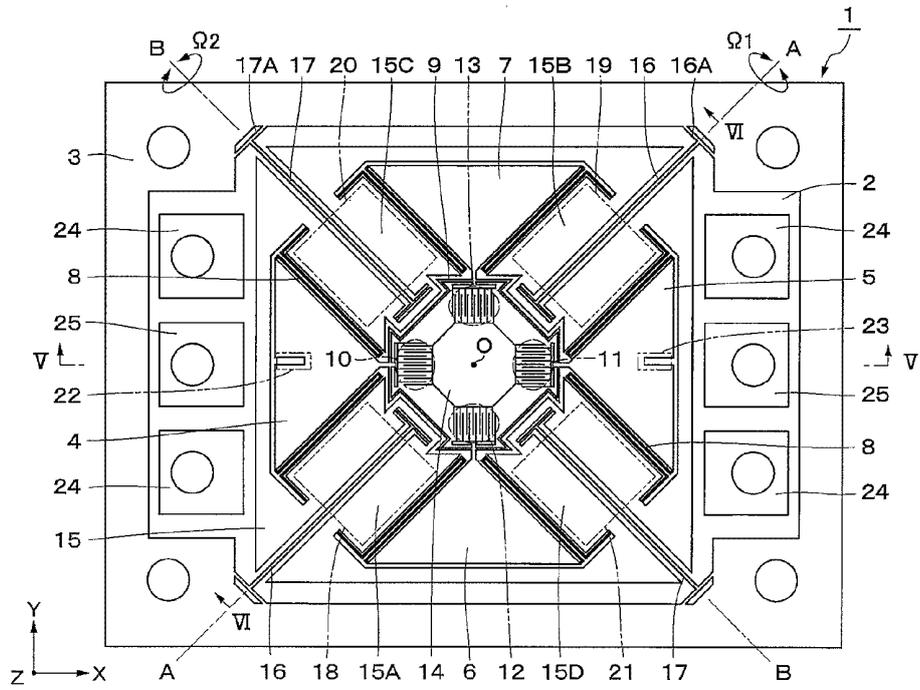
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 **각속도 센서**

**(57) 요약**

기관(2)의 표면에는, 구동 질량부(4~7)를 기관(2)으로부터 이간하여 마련한다. 구동 질량부(4~7)는 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치한다. 구동 질량부(4~7)는 구동 빔(8)을 사용하여 검출 질량부(15)에 접속하는 동시에, 구동 질량부(4~7)의 지점(4B~7B) 부근은 연결 빔(9)을 사용하여 연결한다. 검출 질량부(15)는 검출 빔(16, 17)을 사용하여 기관(2)상의 지지부(3)에 고정한다. 그리고, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)는 진동 발생부(10~13)에 의해 서로 역위상으로 진동한다. 이 상태로, 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )가 가해지면, 검출 질량부(15)는 검출축(A, B)을 중심으로 하여 기관(2)의 두께방향으로 변위하여 진동한다. 변위 검출부(18~21)는 검출 질량부(15)의 두께방향의 변위를 검출한다.

대표도



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기관과,

상기 기관과 틸을 가지고 대향하고, 상기 기관의 중심부의 중심점에 대하여 점대칭인 위치에 배치되며, 상기 기관의 중심점 근방에 위치하는 지점(支點)을 가지는 4개의 구동 질량부와,

상기 기관과 평행한 상태로 중심부측에 위치하는 상기 지점들 둘레에서 상기 각 구동 질량부를 진동 가능하게 지지하는 구동 빔과,

상기 4개의 구동 질량부의 상기 지점들 근방을 서로 연결하는 연결 빔과,

상기 기관의 중심점 근방에 마련되며, 상기 4개의 구동 질량부를 상기 기관의 중심점을 중심으로 하여 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 진동시키는 구동 수단과,

상기 구동 빔을 사용하여 상기 4개의 구동 질량부에 접속된 검출 질량부와,

상기 검출 질량부와 상기 기관 사이에 마련되어, 상기 기관과 평행한 2개의 축 둘레에 상기 검출 질량부를 진동 가능하게 지지하는 검출 빔과,

상기 검출 질량부가 2개의 축 둘레로 진동했을 때에, 상기 검출 질량부가 상기 기관의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출수단에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 4개의 구동 질량부는, 상기 중심부를 둘러싼 둘레방향에 대하여 서로 등간격으로 배치하고,

상기 검출 빔은, 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 위치하여 상기 2개의 축을 따라 연장되는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 변위검출수단은, 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 위치하고, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되며, 상기 검출 질량부와 대향하여 마련된 4개의 검출전극에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 검출 질량부에는, 상기 4개의 구동 질량부와 틸을 가지고 상기 검출 질량부를 덮는 커버판을 마련하고,

상기 변위검출수단은, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되고, 상기 커버판과 대향하여 마련된 4개의 검출전극에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 검출 질량부는, 전부 또는 일부가 상기 구동 질량부, 구동 빔, 연결 빔, 검출 빔보다도 두께 치수가 얇은 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 구동 질량부의 진동방향의 변위를 모니터링하는 모니터 수단을 마련하여 이루어지는 것을 특징으로 하는

각속도 센서.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

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

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 검출 빔은, 비틀림 변형할 때에 상기 검출 빔의 단부측에 작용하는 응력을 저감하는 응력 저감 접촉부를 사용하여 상기 검출 질량부와 기관에 각각 접촉하는 구성으로서 이루어지는 것을 특징으로 하는 각속도 센서.

**명세서**

**기술분야**

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

**배경기술**

[0002] 일반적으로, 각속도 센서로서, 기관상에 복수의 질량부를 포함한 것이 알려져 있다(예를 들면 특허문헌 1~3 참조). 특허문헌 1에는, 기관상의 중심점을 둘러싼 원주를 따라 4개의 질량부를 마련하는 동시에, 이들 4개의 질량부를 직교하는 2축을 따라 대칭이 되는 위치에 배치한 구성이 개시되어 있다. 이 경우, 4개의 질량부는 원주방향으로 구동 진동한다. 이 상태로 기관의 수직축 둘레의 각속도가 작용했을 때에는, 4개의 질량부가 코리올리 힘에 의해 지름방향으로 변위한다. 이 때문에, 특허문헌 1의 각속도 센서는, 4개의 질량부의 지름방향의 변위를 검출함으로써 1축 둘레의 각속도를 검출하는 것이다.

[0003] 특허문헌 2에는, 기관상의 중심점을 둘러싼 원주를 따라 4개의 질량부를 마련하는 동시에, 이들 4개의 질량부를 중심점으로부터 연장되는 빔의 선단에 부착한 구성이 개시되어 있다. 이 경우, 4개의 질량부는 원주방향으로 구동 진동하는 동시에, 둘레방향에서 서로 이웃하는 질량부는 서로 역방향으로 진동한다. 이 상태로 기관의 표면과 평행한 2축 둘레의 각속도가 작용했을 때에는, 4개의 질량부가 코리올리 힘에 의해 기관의 수직방향(두께방향)으로 변위한다. 이 때문에, 특허문헌 2의 각속도 센서는, 4개의 질량부의 수직방향의 변위를 검출함으로써 2축 둘레의 각속도를 검출하는 것이다.

[0004] 특허문헌 3에는, 2개의 질량부를 기관상의 가로방향에 나열하여 배치하는 동시에, 이들 2개의 질량부를 둘러싸고 원 환상(環狀)의 프레임을 마련한 구성이 개시되어 있다. 이 경우, 프레임은 2개의 질량부에 접속되어 있다. 또한 2개의 질량부는 링크장치를 사용하여 연결되는 동시에, 기관의 수직방향에서 서로 역방향으로 진동한다. 이 상태로 질량부가 나열된 방향의 축 둘레에 각속도가 작용했을 때에는, 질량부에 작용한 코리올리 힘에 의해 프레임이 둘레방향으로 회전 진동한다. 이 때문에, 특허문헌 3의 각속도 센서는, 프레임의 둘레방향의 변위를 검출함으로써 1축 둘레의 각속도를 검출하는 것이다.

[0005] 그런데, 특허문헌 1의 각속도 센서는 1축 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로 되어 있다. 이 때문에, 2축 둘레의 각속도를 검출하기 위해, 2개의 각속도 센서를 사용할 필요가 있어, 제조 비용이 증대한다는 문제가 있다.

[0006] 한편, 특허문헌 2의 각속도 센서는 2축 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로 되어 있다. 그러나 이 각속도 센서는, 코리올리 힘에 의한 질량부의 변위를 검출하지만, 이 질량부 자체가 구동 진동하고 있다. 이 때문에, 예를 들면 질량부의 가공 편차 등에 의해 구동 진동의 변위가 검출방향으로 흔들린 경우에는, 각속도가 작용하지 않고 있을 때(정지(靜止)시)에도, 변위의 검출부분에 큰 신호(노이즈 신호)가 발생한다. 정지시에도 발생하는 이 노이즈 신호는, 코리올리 힘에 의한 신호와의 위상의 차이를 이용함으로써 분리하는 것도 가능하다. 그러나 노이즈 신호에 의해 동기 검파 전의 증폭율이 제한되어 버리고, 신호 처리의 후반에서 큰 증폭이 필요해져, 상대적으로 노이즈가 커진다. 또한 동기 검파에 의한 위상 오차에 의해, 노이즈 신호에 수반하는 큰 오프셋 출력이 발생한다. 또한 이 오프셋 출력이 온도 변화하는 것에 의한 드리프트를 일으켜, 각

속도의 검출 정밀도가 저하한다는 문제가 있다.

[0007] 또한 특허문헌 3의 각속도 센서는, 구동 진동에 검출부인 프레임이 움직이지 않는 구성으로 되어 있기 때문에, 정지시에 구동 진동에 의한 신호가 발생하는 일은 없다. 그러나 질량부는 기관의 수직방향에 대하여 구동 진동하는 구성으로 되어 있기 때문에, 큰 구동 진폭을 확보하는 것이 어려워, 각속도의 검출 감도가 낮아지는 경향이 있다. 또한 1축 둘레의 각속도를 검출하는 구성으로 되어 있기 때문에, 2축 둘레의 각속도를 검출하기 위해, 2개의 각속도 센서를 사용할 필요가 있어, 제조 비용이 증대한다는 문제도 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허공보 2000-180174호  
 (특허문헌 0002) 일본국 공개특허공보 평11-183179호  
 (특허문헌 0003) 일본국 공표특허공보 2007-509346호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제에 비추어 이루어진 것으로서, 본 발명의 목적은, 2축 둘레의 각속도를 고정밀도이면서 고감도로 검출할 수 있는 각속도 센서를 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] (1)상술한 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 각속도 센서는, 기관과, 상기 기관과 틈을 가지고 대향하고, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치된 4개의 구동 질량부와, 상기 기관과 평행한 상태로 중심부 측에 위치하는 지점 둘레에 상기 각 구동 질량부를 진동 가능하게 지지하는 구동 빔과, 상기 4개의 구동 질량부의 지점 근방을 서로 연결하는 연결 빔과, 상기 기관의 중심부측에 마련되어, 상기 4개의 구동 질량부를 상기 지점을 중심으로 하여 중심부를 둘러싼 둘레방향을 향해 진동시키는 구동 수단과, 상기 구동 빔을 사용하여 상기 4개의 구동 질량부에 접속된 검출 질량부와, 상기 검출 질량부와 상기 기관 사이에 마련되어, 상기 기관과 평행한 2개의 축 둘레에 상기 검출 질량부를 진동 가능하게 지지하는 검출 빔과, 상기 검출 질량부가 2개의 축 둘레로 진동했을 때에, 상기 검출 질량부가 상기 기관의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위 검출수단에 의해 구성하고 있다.

[0011] 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. 이때, 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 하나의 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.

[0012] 한편, 4개의 구동 질량부에는 구동 빔을 사용하여 검출 질량부가 접속되는 동시에, 상기 검출 질량부는 기관과 평행한 2개의 축(검출축(A,B)) 둘레에 진동 가능하게 되어 있다. 이때, 검출 질량부의 2개의 축은 X축과 Y축 사이에 위치하는 2개의 축(경사축)이어도 되고, X축 및 Y축이어도 된다.

[0013] 그리고, 한쪽의 검출축(A) 둘레의 각속도가 작용하면, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 검출축(A) 둘레의 각속도 중 X축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분에 따라 Z축 방향(기관의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘이 발생한다. 마찬가지로, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 검출축(A) 둘레의 각속도 중 Y축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분에 따라 Z축 방향(기관의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘이 발생한다.

[0014] 또한 다른 쪽의 검출축(B) 둘레의 각속도가 작용하면, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 검출축(B) 둘레의 각속도 중 X축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분에 따라 Z축 방향(기관의 두께방향)을 향하는 코리

올리 힘이 발생한다. 마찬가지로, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부에는, 검출축(B) 둘레의 각속도 중 Y축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분은 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘이 발생한다.

[0015] 그리고, 4개의 구동 질량부에 작용한 코리올리 힘은 구동 빔을 통해 검출 질량부에 전달되기 때문에, 검출 질량부는 2개의 검출축을 중심으로 하여 요동한다. 또한 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부를 서로 역방향으로 진동시킴으로써, 검출 질량부에는 중심부를 끼고 Z축 방향으로 역방향의 힘이 작용한다. 이 결과, X-Y 평면상의 2개의 검출축 둘레에 작용하는 각속도에 따라, 검출 질량부는 2개의 검출축 둘레로 진동한다. 따라서, 변위검출수단을 사용하여 검출 질량부가 기판의 두께방향으로 변위하는 것을 검출함으로써, 2개의 검출축 둘레에 작용하는 각속도를 검출할 수 있다. 이것에 의해, 한 개의 축 둘레의 센서를 2개 사용한 경우에 비해, 제조 비용을 저감할 수 있다.

[0016] 또한 4개의 구동 질량부는 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있기 때문에, 둘레방향에서 서로 이웃하는 구동 질량부를 역방향(역위상)으로 진동시킴으로써, 4개의 구동 질량부 전체의 중심 위치를 고정할 수 있는 동시에, 4개의 구동 질량부 전체에 생기는 둘레방향의 회전 토크를 상쇄할 수 있다. 이때, 연결 빔은 4개의 구동 질량부의 지점 근방을 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 기판에 새는 것을 억제할 수 있다.

[0017] 또한 구동 질량부에 작용하는 코리올리 힘은 구동 빔을 통해 검출 질량부에 전달되는 구성으로 했기 때문에, 검출 질량부는 구동 진동하지 않고 코리올리 힘에 의해서만 변위한다. 이 때문에, 예를 들면 가공 편차에 의해 구동 질량부가 기판의 수직방향(두께방향)으로 흔들린(기울어진) 상태로 진동한 경우에도, 검출 질량부는 흔들리지 않는다. 따라서, 변위검출수단은, 구동 질량부의 흔들림의 영향을 받지 않고, 검출 질량부의 변위를 검출할 수 있다. 이것에 의해, 변위검출수단이 변위의 검출신호를 출력했을 때에는, 이 검출신호에 대한 노이즈, 오프셋 출력 및 출력의 온도 변화를 작게 할 수 있어 센서의 검출 정밀도를 향상할 수 있다.

[0018] 또한 구동 질량부는 기판과 평행한 상태로 진동하기 때문에, 기판과 수직인 방향으로 진동시키는 경우에 비해 구동 진폭을 크게 할 수 있다. 이 때문에, 구동 질량부에 작용하는 코리올리 힘을 크게 할 수 있기 때문에, 코리올리 힘에 의한 검출 질량부의 변위도 크게 할 수 있어, 각속도의 검출 감도를 높일 수 있다.

[0019] (2)본 발명에서는, 상기 4개의 구동 질량부는 상기 중심부를 둘러싼 둘레방향에 대하여 서로 등간격으로 배치하고, 상기 검출 빔은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부의 사이에 위치하여 상기 2개의 축을 따라 연장되는 구성으로 해도 된다.

[0020] 본 발명에 의하면, 4개의 구동 질량부는 중심부를 둘러싼 둘레방향에 대하여 서로 등간격으로 배치하고, 검출 빔은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부의 사이에 위치하여 2개의 축(검출축)을 따라 연장되는 구성으로 하였다. 이 때문에, 한쪽의 검출축을 따라 연장되는 검출 빔은, 이 검출 빔을 중심(지점)으로 하여 검출 질량부를 기판의 두께방향으로 변위 가능하게 지지할 수 있다. 마찬가지로, 다른 쪽의 검출축을 따라 연장되는 검출 빔도, 이 검출 빔을 중심으로 하여 검출 질량부를 기판의 두께방향으로 변위 가능하게 지지할 수 있다. 이 결과, 검출 빔은 기판과 평행한 2개의 검출축 둘레에 검출 질량부를 진동 가능하게 지지할 수 있다.

[0021] 또한 검출 빔은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 위치하여 2개의 검출축을 따라 연장되는 구성으로 하였다. 이 때문에, 구동 질량부보다도 외주(外周)측에 검출 빔을 마련한 경우에 비해 센서 전체를 소형화할 수 있다.

[0022] (3)본 발명에서는, 상기 변위검출수단은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부 사이에 위치하고, 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되며, 상기 검출 질량부와 대향하여 마련된 4개의 검출전극에 의해 구성해도 된다.

[0023] 기판과 평행한 2개의 검출축 둘레에 각속도가 작용했을 때에는, 검출 질량부는 기판과 평행한 2개의 검출축 둘레로 진동하여, 기판의 두께방향으로 변위한다. 이 때문에, 각속도에 따라 검출 질량부와 4개의 검출전극 사이의 거리가 변화하기 때문에, 4개의 검출전극과 검출 질량부 사이의 정전용량을 검출함으로써, 2개의 검출축 둘레의 각속도를 검출할 수 있다.

[0024] (4)본 발명은, 상기 검출 질량부에는 상기 4개의 구동 질량부와 틈을 가지고 상기 검출 질량부를 덮는 커버판을 마련하고, 상기 변위검출수단은 중심부에 대하여 점대칭인 위치에 배치되며, 상기 커버판과 대향하여 마련된 4개의 검출전극에 의해 구성해도 된다.

[0025] 이와 같이 구성함으로써, 커버판은 검출 질량부와 함께 변위하기 때문에, 커버판과 검출전극 사이의 정전용량

을 검출함으로써, 2개의 검출축 둘레의 각속도를 검출할 수 있다. 또한 구동 질량부와 검출전극 사이에 커버판을 배치할 수 있다. 이것에 의해, 커버판에 의해 구동 질량부의 영향을 차단할 수 있기 때문에, 구동 질량부와 대향하는 위치까지 검출전극을 넓힐 수 있다. 이 결과, 검출전극의 면적을 크게 할 수 있어, 각속도의 검출 감도를 높일 수 있다.

[0026] (5)본 발명에서는, 상기 검출 질량부는, 전부 또는 일부가 상기 구동 질량부, 구동 빔, 연결 빔, 검출 빔보다도 두께 치수가 얇은 구성으로 해도 된다.

[0027] 이와 같이 구성함으로써, 검출 질량부의 질량을 작게 하여, 코리올리 힘에 의한 검출 질량부의 변위량을 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 각속도의 검출 감도를 향상할 수 있다.

[0028] (6)본 발명에서는, 상기 구동 질량부의 진동방향의 변위를 모니터링하는 모니터 수단을 마련해도 된다.

[0029] 이와 같이 구성함으로써, 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 안정화해도모할 수 있다. 또한 각속도의 검출회로도 모니터 수단의 출력신호를 참조신호로서 이용할 수 있어, 구동 질량부의 진동 상태에 따라 정확한 동기 검파를 행할 수 있다.

[0030] (7)본 발명에서는, 상기 검출 빔은, 상기 검출 질량부가 기관의 두께방향으로 변위할 때에, 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성해도 된다.

[0031] 이와 같이 구성함으로써, 예를 들면 실리콘 재료 등을 기관의 수직방향으로 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 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 센서의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

[0032] (8)본 발명에서는, 상기 검출 빔은, 비틀림 변형할 때에 상기 검출 빔의 단부측에 작용하는 응력을 저감하는 응력 저감 접속부를 사용하여 상기 검출 질량부와 기관에 각각 접속하는 구성으로 해도 된다.

[0033] 여기서, 예를 들면 한 장의 가늘고 긴 판형상을 이루는 비틀림 지지 빔을 사용하여 검출 빔을 구성하는 동시에, 이 검출 빔의 양단을 고정된 경우에는, 고정부분에 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 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향이 커지는 경향이 있다.

[0034] 이에 대하여, 본 발명에서는, 검출 빔은 검출 빔의 길이방향에 대하여 자유도를 부여하는 응력 저감 접속부를 사용하여 검출 질량부와 기관에 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 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 센서의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

**발명의 효과**

[0035] 본 발명에 따르면, 2축 둘레의 각속도를 고정밀도이면서 고감도로 검출할 수 있는 각속도 센서를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0036] 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 도 1 중의 진동 발생부를 확대하여 나타내는 평면도이다.

도 4는 도 1 중의 각속도 센서에 고정축 검출전극을 포갠 상태로 나타내는 평면도이다.

도 5는 각속도 센서를 도 1 중의 화살표 V-V방향으로부터 본 단면도이다.

도 6은 각속도 센서를 도 1 중의 화살표 VI-VI방향으로부터 본 단면도이다.

도 7은 각속도 센서를 검출 질량부가 Z축 방향으로 진동한 상태로 나타내는 도 6과 동일 위치의 단면도이다.

- 도 8은 각속도 센서를 나타내는 모식적인 설명도이다.
- 도 9는 각속도 센서를 구동 질량부가 진동한 상태로 나타내는 모식적인 설명도이다.
- 도 10은 각속도 센서의 진동제어회로 및 각속도 검출회로를 나타내는 회로 구성도이다.
- 도 11은 기관 접합공정을 나타내는 도 5와 동일한 위치의 단면도이다.
- 도 12는 박막화 공정을 나타내는 도 5와 동일한 위치의 단면도이다.
- 도 13은 기능부 형성공정을 나타내는 도 5와 동일한 위치의 단면도이다.
- 도 14는 뚜껑판 접합공정을 나타내는 도 5와 동일한 위치의 단면도이다.
- 도 15는 제1의 변형예에 의한 각속도 센서의 진동 발생부를 나타내는 도 3과 동일 위치의 평면도이다.
- 도 16은 제2의 실시의 형태에 의한 각속도 센서를 뚜껑판을 제외한 상태로 나타내는 평면도이다.
- 도 17은 도 16 중의 각속도 센서에 고정측 검출전극을 포갠 상태로 나타내는 평면도이다.
- 도 18은 각속도 센서를 도 16 중의 화살표 XVIII-XVIII방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 19는 제3의 실시의 형태에 의한 각속도 센서를 뚜껑판을 제외한 상태로 나타내는 평면도이다.
- 도 20은 각속도 센서를 도 19 중의 화살표 XX-XX방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 21은 각속도 센서를 도 19 중의 화살표 XXI-XXI방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 22는 제4의 실시의 형태에 의한 각속도 센서를 뚜껑판을 제외한 상태로 나타내는 평면도이다.
- 도 23은 도 22 중의 각속도 센서의 요부를 확대하여 나타내는 평면도이다.
- 도 24는 응력 저감 접속부의 주위를 확대하여 나타내는 평면도이다.
- 도 25는 제2의 변형예에 의한 응력 저감 접속부의 주위를 확대하여 나타내는 평면도이다.
- 도 26은 제3의 변형예에 의한 응력 저감 접속부의 주위를 확대하여 나타내는 평면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0037] 이하, 본 발명의 실시의 형태에 의한 각속도 센서에 대하여, 첨부 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
- [0038] 우선, 도 1 내지 도 9는 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)를 나타내고 있다. 도면에 있어서, 각속도 센서(1)는 기관(2), 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 진동 발생부(10~13), 검출 질량부(15), 검출 빔(16,17), 변위 검출부(18~21), 진동 모니터부(22,23) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0039] 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.
- [0040] 또한 기관(2)상에는, 예를 들면 도전성을 가지는 저저항의 실리콘 재료 등에 에칭 가공을 실시함으로써, 지지부(3), 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 질량부(15), 검출 빔(16,17) 등이 형성되어 있다.
- [0041] 지지부(3)는 기관(2)의 표면에 마련되어 있다. 또한 지지부(3)는 기관(2)의 외연(外緣)측에 위치하여 틀상으로 형성되어 있다. 그리고, 지지부(3)의 내부에는, 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 질량부(15) 및 검출 빔(16,17)이 기관(2)으로부터 뜬 상태로 마련되어, 지지부(3)를 통해 그라운드에 접속되어 있다. 이때, 후술하는 진동 발생부(10~13)의 가동측(可動側) 구동전극(10A~13A), 변위 검출부(18~21)의 가동측 검출전극(18A~21A) 등도 지지부(3)를 통해 그라운드에 접속되어 있다. 한편, 진동 발생부(10~13)의 고정측 구동전극(10B~13B)은 전극 지지부(14)에 접속되고, 변위 검출부(18~21)의 고정측 검출전극(18B~21B)은 기관(2)상의 배선을 통해 검출용 인출부(24)에 접속되어 있다.
- [0042] 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 배치되어, 중심점(0)을 끼고 서로 대향하고

있다.

- [0043] 또한 구동 질량부(4~7)는, 예를 들면 거의 삼각형상으로 형성되어 있다. 그리고, 구동 질량부(4~7) 중 삼각형의 정점 부분은, 지름방향에 대하여 중심점(0)측(내경(內徑)측)에 위치하고 있다. 또한 구동 질량부(4~7)의 정점 부분(내경측 부분)에는 내경측을 향해 돌출된 접속부(4A~7A)가 마련되어 있다. 그리고, 접속부(4A~7A)의 길이방향의 도중 부분은 구동 질량부(4~7)가 구동 진동할 때의 지점(支點)(4B~7B)이 되고 있다.
- [0044] 구동 빔(8)은 각 구동 질량부(4~7)의 둘레방향 양측에 각각 배치되는 동시에, 구동 질량부(4~7)와 후술하는 검출 질량부(15) 사이를 접속하고 있다. 이 때문에, 구동 빔(8)은 각 구동 질량부(4~7)에 대하여 2개씩 합계 8개 마련되어 있다. 또한 각 구동 빔(8)은 구동 질량부(4~7)의 둘레방향 양측의 변을 따라 연장되어 있다. 이때, 구동 질량부(4)의 둘레방향 양측에 위치하는 2개의 구동 빔(8)은, 지점(4B)을 중심으로 하여 방사상(放射狀)으로 연장되어 있다. 마찬가지로, 다른 구동 빔(8)도 지점(5B~7B)을 중심으로 하여 방사상으로 연장되어 있다. 이것에 의해, 구동 빔(8)은 둘레방향에 대하여 휨 변형 가능하게 되어 있다.
- [0045] 또한 구동 빔(8)은 길이방향의 도중 위치에서 절곡한 상태로 형성되고, 둘레방향에 대하여 확대(擴開), 축소 가능하게 형성되어 있다. 이것에 의해, 구동 빔(8)은 기관(2)과 평행한 상태로 중심점(0)측에 위치하는 지점(4B~7B)의 둘레에 구동 질량부(4~7)를 진동 가능하게 지지하고 있다.
- [0046] 연결 빔(9)은 구동 질량부(4~7)의 지점(4B~7B)의 근방을 서로 연결한다. 구체적으로는, 연결 빔(9)은, 예를 들면 거의 팔각형의 가늘고 긴 틀상으로 형성되고, 90° 간격으로 배치된 4변의 도중 위치가 접속부(4A~7A)의 도중 위치에 접속되어 있다. 이때, 접속부(4A~7A) 중 연결 빔(9)과 교차한 부위가 구동 질량부(4~7)의 지점(4B~7B)으로 되어 있다. 그리고, 구동 질량부(4~7)가 구동 진동했을 때에 연결 빔(9) 전체가 휨 변형한다. 이것에 의해, 연결 빔(9)은 각 구동 질량부(4~7)의 구동 진폭 및 위상이 일치하도록 조정한다.
- [0047] 또한 연결 빔(9)은 팔각형상에 한정되지 않고, 다른 다각형상으로 형성해도 된다. 이 경우, 연결 빔(9)은, 예를 들면 사각형상이나 십이각형상 등과 같이, 4의 배수의 각을 가지는 다각형상으로 형성하는 것이 바람직하다. 또한 연결 빔(9)은 각형상에 한정되지 않고 원형상이어도 된다.
- [0048] 진동 발생부(10~13)는 구동 질량부(4~7)를 각각 구동 진동하는 구동 수단을 구성하고 있다. 그리고, 진동 발생부(10~13)는, 구동 질량부(4~7)의 접속부(4A~7A)의 선단에 부착된 가동측 구동전극(10A~13A)과, 기관(2)상의 전극 지지부(14)에 부착된 고정측 구동전극(10B~13B)에 의해 구성되어 있다.
- [0049] 이때, 전극 지지부(14)는 중심점(0) 부근에 위치하여, 구동 질량부(4~7)에 둘러싸여 있다. 그리고, 전극 지지부(14)는 기관(2)에 고정되어, 그 주위에는 구동 질량부(4~7)를 향해 돌출된 고정측 구동전극(10B~13B)이 마련되어 있다.
- [0050] 또한 가동측 구동전극(10A, 11A)은, 예를 들면 Y축 방향에 간격을 가지고 배치된 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되고, 이들 전극판은 X축 방향을 따라 서로 평행하게 연장되어 있다. 고정측 구동전극(10B, 11B)도, 예를 들면 Y축 방향으로 간격을 가지고 배치된 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되며, 이들 전극판은 X축 방향을 따라 서로 평행하게 연장되어 있다.
- [0051] 그리고, 가동측 구동전극(10A, 11A)의 전극판과 고정측 구동전극(10B, 11B)의 전극판은 서로 틈을 가지고 맞물려, 평행 평판전극을 구성하고 있다. 이것에 의해, 고정측 구동전극(10B, 11B)에 같은 구동신호(전압신호 등)를 인가하면, 가동측 구동전극(10A, 11A)과 고정측 구동전극(10B, 11B) 사이에는 Y축 방향을 향해 구동력(F1, F2)(정전력)이 발생한다.
- [0052] 또한 가동측 구동전극(10A)의 전극판은, 고정측 구동전극(10B)의 전극판에 대하여 Y축 방향의 일측에 배치되어 있다. 이에 대하여, 가동측 구동전극(11A)의 전극판은, 고정측 구동전극(11B)의 전극판에 대하여 Y축 방향의 다른 측(반대측)에 배치되어 있다. 이 때문에, 구동력(F1)과 구동력(F2)은 Y축 방향을 따라 서로 역방향(역위상)으로 작용한다.
- [0053] 한편, 가동측 구동전극(12A, 13A)은, 예를 들면 X축 방향에 간격을 가지고 배치된 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되고, 이들 전극판은 Y축 방향을 따라 서로 평행하게 연장되어 있다. 고정측 구동전극(12B, 13B)도, 예를 들면 X축 방향으로 간격을 가지고 배치된 복수의 전극판으로 이루어지는 빗살상 전극에 의해 구성되고, 이들 전극판은 Y축 방향을 따라 서로 평행하게 연장되어 있다.
- [0054] 그리고, 가동측 구동전극(12A, 13A)의 전극판과 고정측 구동전극(12B, 13B)의 전극판은 서로 틈을 가지고 맞물려 평행평판전극을 구성하고 있다. 이것에 의해, 고정측 구동전극(12B, 13B)에 같은 구동신호를 인가하면, 가

동측 구동전극(12A, 13A)과 고정측 구동전극(12B, 13B) 사이에는 X축 방향을 향해 구동력(F3, F4)이 되는 정전력이 발생한다.

- [0055] 또한 가동측 구동전극(12A)의 전극판은, 고정측 구동전극(12B)의 전극판에 대하여 X축 방향의 일측에 배치되어 있다. 이에 대하여, 가동측 구동전극(13A)의 전극판은, 고정측 구동전극(13B)의 전극판에 대하여 X축 방향의 다른 측(반대측)에 배치되어 있다. 이 때문에, 구동력(F3)과 구동력(F4)은 X축 방향을 따라 서로 역방향(역위상)으로 작용한다.
- [0056] 또한 고정측 구동전극(10B, 11B)의 전극판을 기준으로 했을 때에는, 가동측 구동전극(10A, 11A)의 전극판은, 중심점(O)을 중심으로 한 둘레방향에 대하여 예를 들면 시계방향이 되는 위치에 배치되어 있다. 이에 대하여, 고정측 구동전극(12B, 13B)의 전극판을 기준으로 했을 때에는, 가동측 구동전극(12A, 13A)의 전극판은, 중심점(O)을 중심으로 한 둘레방향에 대하여 예를 들면 반시계방향에 되는 위치에 배치되어 있다. 이것에 의해, 서로 이웃하는 진동 발생부(10, 11)와 진동 발생부(12, 13)가 구동력(F1, F2)과 구동력(F3, F4)을 발생했을 때에는, 구동력(F1, F2)과 구동력(F3, F4)은 둘레방향에 대하여 서로 역방향이 된다.
- [0057] 또한 가동측 구동전극(10A~13A)은, 접속부(4A~7A)의 양단 중 지점(4B~7B)을 끼고 구동 질량부(4~7)와는 반대측이 되는 위치에 배치되어 있다. 이 때문에, 구동
- [0058] 질량부(4~7)에는, 가동측 구동전극(10A~13A)이 변위하는 방향과는 역방향을 향해 구동력(F1~F4)이 작용한다.
- [0059] 검출 질량부(15)는 구동 빔(8)을 사용하여 구동 질량부(4~7)에 접속되어 있다. 또한 검출 질량부(15)(진동체)는, 예를 들면 사각형의 틀상으로 형성되고, 구동 질량부(4~7)의 외주측을 둘러싸고 있다. 또한 검출 질량부(15)는, 그 대각선을 따라 내주측을 향해 돌출된 4개의 내측 돌출부(15A~15D)를 포함하고 있다. 여기서, 내측 돌출부(15A~15D)는, 예를 들면 사각형의 판상으로 형성되고, 구동 질량부(4~7)의 사이에 각각 배치되어 있다. 이 때문에, 내측 돌출부(15A)는 구동 질량부(4, 6)의 사이에 배치되고, 내측 돌출부(15B)는 구동 질량부(5, 7)의 사이에 배치되어 있다. 마찬가지로, 내측 돌출부(15C)는 구동 질량부(4, 7)의 사이에 배치되고, 내측 돌출부(15D)는 구동 질량부(5, 6)의 사이에 배치되어 있다. 또한 검출 질량부(15)는 중심점(O)을 중심으로 하여 점대칭인 형상으로 되어 있다. 그리고, 검출 질량부(15)는 한 장의 강체(剛體)로서 형성되고, 기관(2)의 표면과 틈을 가지고 대향하고 있다.
- [0060] 검출 빔(16, 17)은 검출 질량부(15)와 기관(2) 사이에 마련되고, 기관(2)(X-Y평면)과 평행한 2개의 검출축(검출축(A) 및 검출축(B))을 따라 연장되어 있다. 그리고, 검출 빔(16, 17)은 폭 치수( $\delta$ )를 가진 얇은 판체상으로 형성되고, 검출 질량부(15)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성되어 있다.
- [0061] 구체적으로는, 제1의 검출 빔(16)은, 예를 들면 구동 질량부(4, 7)와 구동 질량부(5, 6) 사이에 위치하고, X축에 대하여 45° 경사진 검출축(A)을 따라 연장되어 있다. 또한 제1의 검출 빔(16)은 내측 돌출부(15A, 15B)의 내부에 각각 마련되어 있다. 또한 검출 빔(16)의 양단측에는, 검출 빔(16)과 직교한 방향(검출축(B) 방향)으로 연장되는 접속 빔(16A)이 각각 마련되어 있다. 이 때문에, 검출 빔(16)의 일단측은 접속 빔(16A)을 통해 검출 질량부(15)에 접속되는 동시에, 검출 빔(16)의 타단측은 접속 빔(16A)을 통해 지지부(3)에 접속되어 있다.
- [0062] 한편, 제2의 검출 빔(17)은, 예를 들면 구동 질량부(4, 6)와 구동 질량부(5, 7) 사이에 위치하고, X축에 대하여 -45° 경사진 검출축(B)을 따라 연장되어 있다. 또한 제2의 검출 빔(17)은 내측 돌출부(15C, 15D)의 내부에 각각 마련되어 있다. 또한 검출 빔(17)의 양단측에는, 검출 빔(17)과 직교한 방향(검출축(A) 방향)으로 연장되는 접속 빔(17A)이 각각 마련되어 있다. 이 때문에, 검출 빔(17)의 일단측은 접속 빔(17A)을 통해 검출 질량부(15)에 접속되는 동시에, 검출 빔(17)의 타단측은 접속 빔(17A)을 통해 지지부(3)에 접속되어 있다.
- [0063] 그리고, 검출 질량부(15)가 검출축(A)을 중심으로 하여 진동(요동)할 때에는 제1의 검출 빔(16)은 비틀림 변형(비틀림 진동)한다. 한편, 제2의 검출 빔(17)은 접속 빔(17A)을 사용하여 검출 질량부(15) 및 지지부(3)에 접속되어 있다. 이 때문에, 접속 빔(17A)이 휨 변형함으로써, 검출 질량부(15)가 검출축(A)을 중심으로 하여 진동하는 것을 허용한다.
- [0064] 마찬가지로, 검출 질량부(15)가 검출축(B)을 중심으로 하여 진동(요동)할 때에는 제2의 검출 빔(17)은 비틀림 변형(비틀림 진동)한다. 한편, 제1의 검출 빔(16)은 접속 빔(16A)을 사용하여 검출 질량부(15) 및 지지부(3)에 접속되어 있다. 이 때문에, 접속 빔(16A)이 휨 변형함으로써 검출 질량부(15)가 검출축(B)을 중심으로 하여 진동하는 것을 허용한다. 이것에 의해, 검출 빔(16, 17)은 서로 직교한 검출축(A) 및 검출축(B) 둘레에 진

동 가능한 상태로 검출 질량부(15)를 지지하고 있다.

- [0065] 그리고, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에는, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는, 각속도( $\Omega_1$ ) 중 X축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분은 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(Fax)이 발생한다. 이때, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는, 각속도( $\Omega_1$ ) 중 Y축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분은 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(Fay)이 발생한다. 이것에 의해, 검출 질량부(15)는, 예를 들면 검출축(A)을 중심으로 하여 검출축(B) 방향의 양단측이 Z축 방향으로 진동한다.
- [0066] 한편, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에는, Y축 방향으로 진동하는 구동 질량부(4,5)에는 각속도( $\Omega_2$ ) 중 X축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분은 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(Fbx)이 발생한다. 이때, X축 방향으로 진동하는 구동 질량부(6,7)에는 각속도( $\Omega_2$ ) 중 Y축 방향 둘레의 성분이 작용하고, 이 성분은 따라 Z축 방향(기판의 두께방향)을 향하는 코리올리 힘(Fby)이 발생한다. 이것에 의해, 검출 질량부(15)는, 예를 들면 검출축(B)을 중심으로 하여 검출축(A) 방향의 양단측이 Z축 방향으로 진동한다.
- [0067] 변위 검출부(18~21)는, 검출 질량부(15)가 기판(2)의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출수단을 구성하고 있다. 또한 변위 검출부(18~21)는, 내측 돌출부(15A~15D)로 이루어지는 가동측 검출전극(18A~21A)과, 후술하는 뚜껑판(26)에 마련된 고정측 검출전극(18B~21B)에 의해 구성되어 있다. 여기서, 가동측 검출전극(18A~21A)과 고정측 검출전극(18B~21B)은 Z축 방향에서 서로 대향하고 있다. 이 때문에, 고정측 검출전극(18B~21B)은 내측 돌출부(15A~15D)와 대향하고, 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다.
- [0068] 그리고, 검출 질량부(15)가 검출축(B) 둘레에서 진동했을 때에는 내측 돌출부(15A, 15B)가 기판(2)의 두께방향으로 변위한다. 이때, 가동측 검출전극(18A, 19A)과 고정측 검출전극(18B, 19B) 사이의 거리가 변화하기 때문에, 가동측 검출전극(18A, 19A)과 고정측 검출전극(18B, 19B) 사이의 정전용량(Cs1, Cs2)도 변화한다.
- [0069] 한편, 검출 질량부(15)가 검출축(A) 둘레에서 진동했을 때에는 내측 돌출부(15C, 15D)가 기판(2)의 두께방향으로 변위한다. 이때, 가동측 검출전극(20A, 21A)과 고정측 검출전극(20B, 21B) 사이의 거리가 변화하기 때문에, 가동측 검출전극(20A, 21A)과 고정측 검출전극(20B, 21B) 사이의 정전용량(Cs3, Cs4)도 변화한다.
- [0070] 이 때문에, 변위 검출부(18~21)는, 검출 질량부(15)가 검출축(A, B) 둘레의 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )에 의해 Z축 방향으로 변위할 때에, 그 변위량을 가동측 검출전극(18A~21A)과 고정측 검출전극(18B~21B) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)의 변화에 의해 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )로서 검출한다.
- [0071] 진동 모니터부(22, 23)는, 예를 들면 구동 질량부(4, 5)의 진동방향(Y축 방향)의 변위를 검출하는 모니터 수단을 구성하고 있다. 또한 진동 모니터부(22, 23)는, 구동 질량부(4, 5)에 형성된 X축 방향으로 연장되는 슬릿(22A, 23A)과, 상기 슬릿(22A, 23A)과 대향하여 뚜껑판(26)에 부착된 X축 방향으로 연장되는 고정측 모니터 전극(22B, 23B)에 의해 구성되어 있다. 그리고, 고정측 모니터 전극(22B, 23B)은, 구동 질량부(4, 5)의 구동 진동에 따라 구동 질량부(4, 5)와의 대향 면적이 변화한다.
- [0072] 여기서, 구동 질량부(4, 5)가 정지한 상태에서는, 고정측 모니터 전극(22B, 23B)은 슬릿(22A, 23A)에 대하여 Y축 방향으로 위치 어긋나게 배치되고, 슬릿(22A, 23A)과 부분적으로 대향하고 있다. 그리고, 구동 질량부(4, 5)가 Y축 방향으로 변위했을 때에는 슬릿(22A, 23A)과 고정측 모니터 전극(22B, 23B)의 대향 면적이 증가, 감소한다. 이 때문에, 구동 질량부(4, 5)의 구동 진동에 따라 고정측 모니터 전극(22B, 23B)과 구동 질량부(4, 5) 사이의 정전용량(Cm1, Cm2)이 변화하기 때문에, 진동 모니터부(22, 23)는 이 정전용량(Cm1, Cm2)의 변화에 의해 구동 질량부(4, 5)의 진동 상태를 모니터한다.
- [0073] 검출용 인출부(24)는 검출 질량부(15)의 외측에 위치하고, 고정측 검출전극(18B~21B)에 대응하여 4개 마련되어 있다. 또한 검출용 인출부(24)는, 예를 들면 검출 질량부(15)를 끼고 X축 방향의 양측에 배치되어 있다. 또한 검출용 인출부(24)는 지지부(3) 등과 마찬가지로 저저항의 실리콘 재료 등을 사용하여 섬모양으로 형성되어 있다. 그리고, 검출용 인출부(24)에는 고정측 검출전극(18B~21B)이 각각 접촉되어 있다.
- [0074] 모니터용 인출부(25)는 검출 질량부(15)의 외측에 위치하고, 고정측 모니터 전극(22B, 23B)에 대응하여 2개 마련되어 있다. 또한 모니터용 인출부(25)는 검출용 인출부(24)와 마찬가지로 저저항의 실리콘 재료 등을 사용하여 섬모양으로 형성되어 있다. 그리고, 모니터용 인출부(25)에는 고정측 모니터 전극(22B, 23B)이 각각 접촉되어 있다.

- [0075] 뚜껑판(26)은, 예를 들면 유리 재료 등에 의해 사각형의 판상으로 형성되고, 양극(陽極) 집합 등의 수단을 사용하여 지지부(3), 전극 지지부(14), 검출용 인출부(24) 및 모니터용 인출부(25)에 접합되어 있다. 또한 뚜껑판(26)은, 검출 질량부(15) 등과의 대향면(이면)측에 사각형상으로 오목하게 패인 캐비티(26A)가 형성되어 있다. 그리고, 캐비티(26A)는 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 질량부(15) 및 검출 빔(16,17)과 대향한 위치에 마련되어 있다. 이것에 의해, 구동 질량부(4~7) 및 검출 질량부(15)는 뚜껑판(26)에 접촉하지 않고 진동 변위할 수 있다.
- [0076] 또한 뚜껑판(26)의 캐비티(26A) 내(內)는, 변위 검출부(18~21)의 고정측 검출전극(18B~21B)이 마련되는 동시에, 진동 모니터부(22,23)의 고정측 모니터 전극(22B,23B)이 마련되어 있다. 또한 캐비티(26A)의 중심 부분에는 전극 지지부(14)와 접합하기 위한 돌출부(26B)가 형성되어 있다.
- [0077] 그리고, 뚜껑판(26)에는, 복수의 비아홀(27)이 두께방향으로 관통하여 형성되어 있다. 이때, 비아홀(27)은 지지부(3), 전극 지지부(14) 및 검출용 인출부(24)와 대응한 위치에 각각 형성되어 있다. 이것에 의해, 지지부(3) 등은, 비아홀(27)을 통해 뚜껑판(26)상에 마련된 외부전극(도시하지 않음)에 접속된다. 이 때문에, 진동 발생부(10~13), 변위 검출부(18~21) 및 진동 모니터부(22,23)는, 외부전극을 통해 후술하는 진동제어회로(31) 및 각속도 검출회로(41) 등에 접속할 수 있다.
- [0078] 다음으로, 도 10을 참조하면서, 구동 질량부(4~7)의 진동 상태를 제어하는 진동제어회로(31)에 대하여 설명한다. 진동제어회로(31)는, 진동 모니터부(22,23)에 의한 모니터 신호(Vm)를 사용하여 진동 발생부(10~13)에 출력하는 구동신호(Vd)를 제어한다. 그리고, 진동제어회로(31)는 C-V 변환회로(32,33), 차동 증폭기(34), 차동 이득제어회로(35)(이하, AGC 회로(35)라 칭함), 구동신호 발생회로(36) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0079] C-V 변환회로(32,33)는 진동 모니터부(22,23)의 출력측에 각각 접속되어 있다. 그리고, C-V 변환회로(32,33)는 진동 모니터부(22,23)의 정전용량(Cm1,Cm2)의 변화를 전압 변화로 변환하고, 이들의 전압 변화를 예비 모니터 신호(Vm1,Vm2)로서 각각 출력한다. 또한 C-V 변환회로(32,33)의 출력측에는 차동 증폭기(34)가 접속되어 있다.
- [0080] 여기서, 구동 질량부(4,5)가 서로 역위상으로 진동하고 있을 때에는, 2개의 예비 모니터 신호(Vm1,Vm2)가 서로 역위상이 되도록, 진동 모니터부(22,23)는 구성되어 있다. 이 때문에, 2개의 예비 모니터 신호(Vm1,Vm2)는 차동 증폭기(34)에 의해 차동 증폭되어, 최종적인 모니터 신호(Vm)로서 AGC 회로(35)에 출력된다.
- [0081] AGC 회로(35)의 출력측은 구동신호(Vd)를 출력하는 구동신호 발생회로(36)에 접속되어 있다. 그리고, AGC 회로(35)는 모니터 신호(Vm)가 일정해지도록 게인을 조정한다. 또한 구동신호 발생회로(36)는 증폭기(37)를 통해 진동 발생부(10~13)에 접속된다. 이것에 의해, 구동신호 발생회로(36)는 진동 발생부(10~13)에 대하여 서로 구동신호(Vd)를 입력하고, 진동 발생부(10~13)는 구동 질량부(4,6)와 구동 질량부(5,7)를 서로 역위상으로 진동시킨다.
- [0082] 다음으로, 2축 둘레(검출축(A,B) 둘레)의 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )를 검출하는 각속도 검출회로(41)(각속도 검출수단)에 대하여 설명한다. 각속도 검출회로(41)는, 변위 검출부(18~21)에 의한 변위검출신호(Va,Vb)를 진동 모니터부(22,23)에 의한 모니터 신호(Vm)를 사용하여 동기 검파하고, 구동 질량부(4~7)에 작용하는 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )를 검출한다. 그리고, 각속도 검출회로(41)는, 예를 들면 C-V 변환회로(42~45), 차동 증폭기(46,50), 동기 검파 회로(47,51) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0083] C-V 변환회로(42~45)는, 변위 검출부(18~21)의 정전용량(Cs1,Cs2,Cs3,Cs4)의 변화를 전압 변화로 변환하고, 이들의 전압 변화를 예비적인 변위검출신호(Vs1,Vs2,Vs3,Vs4)로서 각각 출력한다.
- [0084] 여기서, 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 서로 역위상으로 진동하고 있는 상태로, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에는, 검출 질량부(15)는 검출축(A)을 중심으로 하여 검출축(B) 방향의 양단측이 교대로 Z축 방향으로 변위한다. 이때, 예비적인 변위검출신호(Vs3)와 변위검출신호(Vs4)는 서로 역위상이 된다. 한편, 예비적인 변위검출신호(Vs1)와 변위검출신호(Vs2)는 서로 동 위상이 된다.
- [0085] 이 때문에, 차동 증폭기(46)는 C-V 변환회로(44,45)의 출력측에 접속되고, 이들의 예비적인 변위검출신호(Vs3,Vs4)의 차로부터 최종적인 변위검출신호(Va)를 연산한다.
- [0086] 동기 검파 회로(47)의 입력측은 차동 증폭기(46)에 접속되는 동시에, 위상 시프트 회로(38)를 통해 AGC 회로(35)에 접속되어 있다. 또한 동기 검파 회로(47)의 출력측에는, 각속도 신호를 추출하기 위한 저역(低域) 통과필터(48)(이하, LPF(48)라 칭함)가 접속되는 동시에, LPF(48)의 출력측에는 게인 및 오프셋을 조정하기 위

한 조정회로(49)가 접속되어 있다. 여기서, 위상 시프트 회로(38)는 AGC 회로(35)를 통해 출력되는 모니터 신호(Vm)의 위상을 90° 시프트시킨 위상 시프트 신호(Vm')를 출력한다. 이것에 의해, 동기 검파 회로(47)는 변위검출신호(Va)로부터 위상 시프트 신호(Vm')를 사용하여 동기 검파하고, LPF(48), 조정회로(49)를 통해 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )에 따른 각속도 신호를 출력한다.

[0087] 한편, 서로 이웃하는 구동 질량부(4~7)가 서로 역위상으로 진동하고 있는 상태로, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에는, 검출 질량부(15)는 검출축(B)을 중심으로 하여 검출축(A) 방향의 양단측이 교대로 Z축 방향으로 변위한다. 이때, 예비적인 변위검출신호(Vs1)와 변위검출신호(Vs2)는 서로 역위상이 된다. 한편, 예비적인 변위검출신호(Vs3)와 변위검출신호(Vs4)는 서로 동 위상이 된다.

[0088] 이 때문에, 차동 증폭기(50)는 C-V 변환회로(42,43)의 출력측에 접속되고, 이들의 예비적인 변위검출신호(Vs1,Vs2)의 차로부터 최종적인 변위검출신호(Vb)를 연산한다. 이것에 의해, 동기 검파 회로(51)는, 동기 검파 회로(47)와 마찬가지로, 변위검출신호(Vb)로부터 위상 시프트 신호(Vm')를 사용하여 동기 검파하고, 저역 통과필터(52)(이하, LPF(52)라 칭함), 조정회로(53)를 통해 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )에 따른 각속도 신호를 출력한다.

[0089] 다음으로, 도 11 내지 도 14에 근거하여, 본 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)의 제조방법에 대하여 설명한다.

[0090] 도 11에 나타내는 기관 접합공정에서는, 미리 실리콘 기관(61)의 이면에 에칭 처리를 실시하고, 거의 사각형의 오목부(62)를 형성하는 동시에, 오목부(62)의 중앙 위치에는 돌기부(63)를 형성한다. 그 후, 예를 들면 양극 접합 등의 접합 수단을 사용하여, 기관(2)이 되는 유리기관(64)의 표면에 실리콘 기관(61)의 이면을 접합한다.

[0091] 다음으로, 도 12에 나타내는 박막화 공정에서는, 실리콘 기관(61)의 표면측을 연마하여 두께 치수가 얇은 실리콘층(65)을 형성한다. 이때, 실리콘층(65)의 외연측 및 중앙의 돌기부(63)는 유리기관(64)에 접합되어 있다. 또한 실리콘층(65) 중 오목부(62)와 대응한 박육부(薄肉部)(65A)는 유리기관(64)과 틈을 가지고 이간되어 있다. 다음으로, 실리콘층(65)의 표면에, 예를 들면 도전성 금속재료를 사용하여 콘택트부(66)를 형성한다. 이때, 콘택트부(66)는 실리콘층(65) 중 박육부(65A)보다도 외연측에 배치된다.

[0092] 다음으로, 도 13에 나타내는 기능부 형성공정에서는, 에칭 처리를 실시하고, 실리콘층(65) 중 박육부(65A)에 대응한 위치에 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 질량부(15), 검출 빔(16,17)을 형성한다. 실리콘층(65) 중 콘택트부(66)와 대응한 위치에는 검출용 인출부(24) 및 모니터용 인출부(25)를 형성한다. 실리콘층(65) 중 돌기부(63)와 대응한 위치에는 전극 지지부(14)를 형성하는 동시에, 전극 지지부(14)의 주위에는 가동축 구동전극(10A~13A) 및 고정축 구동전극(10B~13B)으로 이루어지는 진동 발생부(10~13)를 형성한다. 실리콘층(65) 중 외연측에는 구동 질량부(4~7), 검출 질량부(15) 등을 둘러싸고 지지부(3)를 형성한다.

[0093] 다음으로, 도 14에 나타내는 뚜껑판 접합공정에서는, 뚜껑판(26)이 되는 유리판(67)의 이면측에 미리 캐비티(26A)가 되는 오목부(68)를 형성한다. 이때, 오목부(68)는 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 질량부(15), 검출 빔(16,17) 등과 대향한 위치에 형성된다. 또한 오목부(68)의 중앙 위치에는 전극 지지부(14)와 접촉 가능한 돌기부(69)를 형성한다. 또한 오목부(68)의 내부에는, 고정축 검출전극(18B~21B)을 마련하는 동시에 고정축 모니터 전극(22B,23B)을 마련한다.

[0094] 그리고, 예를 들면 양극 접합 등의 접합 수단을 사용하여, 실리콘층(65)의 표면에 유리판(67)의 이면을 접합한다. 이것에 의해, 유리기관(67)의 외연측은 지지부(3)에 접합되고, 돌기부(69)는 전극 지지부(14)에 접합된다.

[0095] 또한 고정축 검출전극(18B~21B)은, 변위 검출부(18~21)를 구성하기 위해 검출 질량부(15)와 대향한 위치에 고정된다. 또한 고정축 모니터 전극(22B,23B)은 진동 모니터부(22,23)를 구성하기 위해 슬릿(22A,23A)과 대향한 위치에 고정된다.

[0096] 다음으로, 전극 형성공정에서는, 뚜껑판(26)에 샌드 블라스트 등의 구멍뚫기 가공처리를 실시하여 비아홀(27)을 형성한다. 이때, 비아홀(27)은 지지부(3), 전극 지지부(14) 및 검출용 인출부(24)와 대응한 위치에 각각 형성되어 있다. 마지막으로, 뚜껑판(26)의 표면에는 외부의 회로와 접속하기 위한 외부전극(도시하지 않음)을 마련한다. 그리고, 외부전극은, 비아홀(27)의 내면에 마련된 도체막을 통해 지지부(3), 전극 지지부(14) 및 검출용 인출부(24)에 대하여 전기적으로 접속한다. 이것에 의해, 도 1 내지 도 9에 나타내는 각속도 센서(1)가 완성된다. 그리고, 진동 발생부(10~13), 변위 검출부(18~21) 및 진동 모니터부(22,23)는 외부전극을 통해

진동제어회로(31) 및 각속도 검출회로(41) 등에 접속한다.

[0097] 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)는 상술과 같은 구성을 가지므로, 다음으로 그 동작에 대하여 설명한다.

[0098] 우선, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )를 검출하는 경우에 대하여 설명한다. 외부의 진동제어회로(31)로부터 전극 지지부(14)에 구동신호(Vd)를 입력하면, 구동신호(Vd)는 진동 발생부(10~13)의 고정축 구동전극(10B~13B)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.

[0099] 구동 질량부(4~7)가 진동하고 있는 상태로 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용하면, 구동 질량부(4,5)에는, 각속도( $\Omega_1$ ) 중 X축 둘레의 성분 에 따라 이하의 수학적 식 1에 나타내는 코리올리 힘(Fax)이 작용한다. 한편, 구동 질량부(6,7)에는, 각속도( $\Omega_1$ ) 중 Y축 둘레의 성분 에 따라 이하의 수학적 식 2에 나타내는 코리올리 힘(Fay)이 작용한다. 그리고, 구동 질량부(4~7)에 발생한 코리올리 힘(Fax,Fay)은 구동 빔(8)을 통해 검출 질량부(15)에 전달된다. 이것에 의해, 검출 질량부(15)는, 코리올리 힘(Fax,Fay)의 합력에 의해 검출축(A)을 중심으로 하여 검출축(B) 방향의 양단이 교대로 Z축 방향으로 변위하여, 각속도( $\Omega_1$ )에 따라 진동한다.

**수학적 식 1**

[0100] 
$$F_{ax} = 2 \times M \times \Omega_1 \times v_x \times v$$

[0101] 단, M: 구동 질량부(4,5)의 질량

[0102]  $\Omega_1 \times v_x$ : 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ ) 중 X축 둘레의 성분

[0103] v: 구동 질량부(4,5)의 Y축 방향의 속도

**수학적 식 2**

[0104] 
$$F_{ay} = 2 \times M \times \Omega_1 \times v_y \times v$$

[0105] 단, M: 구동 질량부(6,7)의 질량

[0106]  $\Omega_1 \times v_y$ : 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ ) 중 Y축 둘레의 성분

[0107] v: 구동 질량부(6,7)의 X축 방향의 속도

[0108] 이 때문에, 변위 검출부(18~21)는, 검출 질량부(15)의 Z축 방향의 변위에 따라 가동축 검출전극(18A~21A)과 고정축 검출전극(18B~21B) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)이 변화한다. 이때, 각속도 검출회로(41)의 C-V 변환회로(42~45)는 정전용량(Cs1~Cs4)의 변화를 예비적인 변위검출신호(Vs1~Vs4)로 변환한다. 그리고, 차동 증폭기(46)는, 변위검출신호(Vs3,Vs4)의 차에 근거하여, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )에 따라 최종적인 변위검출신호(Va)를 출력한다. 동기 검파 회로(47)는 변위검출신호(Va)로부터 위상 시프트 신호(Vm')와 동기한 신호를 검파한다. 이것에 의해, 각속도 검출회로(41)는 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )에 따른 각속도 신호를 출력한다.

[0109] 또한 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에는 예비적인 변위검출신호(Vs1,Vs2)는 서로 동 위상이 된다. 이때, 변위검출신호(Vb)는 변위검출신호(Vs1,Vs2)의 차를 사용하여 연산한다. 이 때문에, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에, 동기 검파 회로(51)가 변위검출신호(Vb)를 동기 검파해도, 각속도( $\Omega_2$ )에 따른 각속도 신호는 출력되지 않는다.

[0110] 다음으로, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )를 검출하는 경우에 대하여 설명한다. 외부의 진동제어회로(31)로부터 전극 지지부(14)에 구동신호(Vd)를 입력하여, 구동 질량부(4~7)를 진동시킨다. 이 진동 상태로 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용하면, 구동 질량부(4,5)에는 이하의 수학적 식 3에 나타내는 코리올리 힘(Fbx)이 작용하는 동시에, 구동 질량부(6,7)에는 이하의 수학적 식 4에 나타내는 코리올리 힘(Fby)이 작용한다. 그리고, 구동

질량부(4~7)에 발생한 코리올리 힘(Fbx, Fby)은 구동 빔(8)을 통해 검출 질량부(15)에 전달된다. 이 때문에, 검출 질량부(15)는, 코리올리 힘(Fbx, Fby)의 합력에 의해 검출축(B)을 중심으로 하여 검출축(A) 방향의 양단이 교대로 Z축 방향으로 변위하여, 각속도( $\Omega_2$ )에 따라 진동한다.

**수학식 3**

[0111] 
$$F_{bx} = 2 \times M \times \Omega_2 x \times v$$

[0112] 단, M: 구동 질량부(4,5)의 질량

[0113]  $\Omega_2 x$ : 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ ) 중 X축 둘레의 성분

[0114] v: 구동 질량부(4,5)의 Y축 방향의 속도

**수학식 4**

[0115] 
$$F_{by} = 2 \times M \times \Omega_2 y \times v$$

[0116] 단, M: 구동 질량부(6,7)의 질량

[0117]  $\Omega_2 y$ : 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ ) 중 Y축 둘레의 성분

[0118] v: 구동 질량부(6,7)의 X축 방향의 속도

[0119] 이 때문에, 변위 검출부(18~21)는, 검출 질량부(15)의 Z축 방향의 변위에 따라 가동측 검출전극(18A~21A)과 고정측 검출전극(18B~21B) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)이 변화한다. 이때, 각속도 검출회로(41)의 C-V 변환회로(42~45)는, 정전용량(Cs1~Cs4)의 변화를 변위검출신호(Vs1~Vs4)로 변환한다. 그리고, 차동 증폭기(50)는 변위 검출신호(Vs1, Vs2)의 차에 근거하여, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )에 따른 변위검출신호(Vb)를 출력한다. 동기 검파 회로(51)는, 변위검출신호(Vb)로부터 위상 시프트 신호(Vm')와 동기한 신호를 검파한다. 이것에 의해, 각속도 검출회로(41)는 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )에 따른 각속도 신호를 출력한다.

[0120] 또한 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에는, 예비적인 변위검출신호(Vs3, Vs4)는 서로 동 위상이 된다. 이때, 변위검출신호(Va)는 변위검출신호(Vs3, Vs4)의 차를 사용하여 연산한다. 이 때문에, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에, 동기 검파 회로(47)가 변위검출신호(Va)를 동기 검파해도 각속도( $\Omega_1$ )에 따른 각속도 신호는 출력되지 않는다.

[0121] 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. 이 때문에, 검출축(A)에 구동 질량부(4~7)가 접근할 때에는 구동 질량부(4~7)는 검출축(B)으로부터 멀게 할 수 있다. 또한 검출축(A)으로부터 구동 질량부(4~7)가 멀어질 때에는 구동 질량부(4~7)는 검출축(B)에 접근할 수 있다.

[0122] 이것에 의해, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에는, 구동 질량부(4~7)에는 Z축 방향을 향하는 코리올리 힘(Fax, Fay)을 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 각속도( $\Omega_1$ )가 작용했을 때에는, 검출 질량부(15)는, 검출축(A)을 중심으로 하여 검출축(B) 방향의 양단측이 교대로 Z축 방향으로 변위하여 진동한다. 따라서, 이 진동을 변위 검출부(18~21)를 사용하여 검출함으로써, 검출축(A) 둘레의 각속도( $\Omega_1$ )를 검출할 수 있다.

[0123] 한편, 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에는, 구동 질량부(4~7)에는 Z축 방향을 향하는 코리올리 힘(Fbx, Fby)을 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 각속도( $\Omega_2$ )가 작용했을 때에는, 검출 질량부(15)는 검출축(B)을 중심으로 하여 검출축(A) 방향의 양단측이 교대로 Z축 방향으로 변위하여 진동한다. 따라서, 이 진동을 변위 검출부(18~21)를 사용하여 검출함으로써 검출축(B) 둘레의 각속도( $\Omega_2$ )를 검출할 수 있다.

[0124] 이것에 의해, 단일의 각속도 센서(1)를 사용하여 2개의 검출축(A, B) 둘레에 작용하는 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )를 검출할 수 있기 때문에, 한 개의 축 둘레의 센서를 2개 사용한 경우에 비해 제조 비용을 저감할 수 있다.

- [0125] 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 진동시킴으로써, 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(9)은 4개의 구동 질량부(4~7)의 지점(4B~7B) 근방을 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 검출 질량부(15), 기관(2) 등에 새는 일이 없어진다. 이것에 의해, 각속도 신호의 오프셋 출력이 안정된다.
- [0126] 또한 검출 빔(16,17)(검출축(A,B))에 대하여 가동부가 되는 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9) 및 검출 질량부(15)는 선대칭인 형상으로 되어 있다. 따라서, 기관(2)의 수직방향(Z축 방향)으로 가속도가 작용해도, 가동부 전체가 Z축 방향으로 변위하는 경우는 있지만, 이 변위에 의한 변위 검출부(18~21)의 정전용량의 변화는 같은 값이 된다. 이 때문에, 변위 검출부(18~21)에 의한 변위검출신호(Vs1~Vs4)를 차동 검출함으로써, 각속도 신호로부터 가속도에 의한 성분을 제거할 수 있다.
- [0127] 또한 구동 질량부(4~7)에 작용하는 코리올리 힘(Fax,Fay,Fbx,Fby)는 구동 빔(8)을 통해 검출 질량부(15)에 전달되는 구성으로 했기 때문에, 검출 질량부(15) 자체는 구동 진동하지 않는다. 이 때문에, 예를 들면 가공 편차에 의해 구동 질량부(4~7)가 기관(2)의 수직방향(Z축 방향)으로 흔들린 상태로 진동한 경우에도, 검출 질량부(15)는 흔들리지 않는다. 따라서, 변위 검출부(18~21)는, 구동 질량부(4~7)의 흔들림의 영향을 받지 않고 검출 질량부(15)의 Z축 방향의 변위를 검출할 수 있다. 즉, 변위 검출부(18~21)는, 진동 흔들림에 의한 신호(노이즈 신호)를 발생하지 않기 때문에, 각속도 센서(1)의 출력신호(각속도 신호)의 조정이 용이해진다. 이 결과, 예를 들면 변위검출신호(Vs1~Vs4)를 직접 증폭할 때, 또는 차동 증폭기(46,50)를 사용하여 차동 증폭할 때에도, 노이즈 신호에 의해 이득이 포화하는 일이 없다. 이 때문에, 동기 검파 전의 초기 단계의 증폭율을 높일 수 있기 때문에, 각속도 신호에 포함되는 노이즈 신호를 상대적으로 작게 할 수 있어, SN 비가 좋은 각속도 신호를 얻을 수 있다.
- [0128] 또한 변위 검출부(18~21)에 의한 변위검출신호(Vs1~Vs4)에는 구동 진동의 흔들림에 의한 오프셋 전압이 가해지는 일이 없다. 이 때문에, 조정회로(49,53)를 사용하여 오프셋 전압을 조정할 때에도, 오프셋 전압의 조정 범위가 작아지는 동시에 오프셋 전압의 온도 변화(온도 드리프트)가 작아진다. 이 결과, 각속도( $\Omega 1, \Omega 2$ )의 검출 정밀도를 향상할 수 있다.
- [0129] 또한 구동 질량부(4~7)는 기관(2)과 평행한 상태로 진동하기 때문에, 기관(2)과 수직인 Z축 방향으로 진동시키는 경우에 비해 구동 진폭을 크게 할 수 있다. 이 때문에, 구동 질량부(4~7)에 작용하는 코리올리 힘(Fax,Fay,Fbx,Fby)을 크게 할 수 있기 때문에, 코리올리 힘(Fax,Fay,Fbx,Fby)에 의한 검출 질량부(15)의 변위도 크게 할 수 있어, 각속도( $\Omega 1, \Omega 2$ )의 검출 감도를 높일 수 있다.
- [0130] 또한 본 실시의 형태에서는, 4개의 구동 질량부(4~7)는 중심점(0)을 둘러싼 둘레방향에 대하여 서로 등간격으로 배치하고, 검출 빔(16,17)은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부(4~7) 사이에 위치하여 2개의 검출축(A,B)을 따라 연장되는 구성으로 하였다. 이 때문에, 검출축(A)을 따라 연장되는 검출 빔(16)은, 이 검출 빔(16)을 중심으로 하여 검출 질량부(15)를 기관(2)의 두께방향으로 변위 가능하게 지지할 수 있다. 마찬가지로, 검출축(B)을 따라 연장되는 검출 빔(17)도, 이 검출 빔(17)을 중심으로 하여 검출 질량부(15)를 기관(2)의 두께방향으로 변위 가능하게 지지할 수 있다. 이 결과, 검출 빔(16,17)은, 기관(2)과 평행한 검출축(A,B) 둘레에 검출 질량부(15)를 진동 가능하게 지지할 수 있다.
- [0131] 또한 검출 빔(16,17)은 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부(4~7)의 사이에 위치하여 2개의 검출축(A,B)을 따라 연장되는 구성으로 하였다. 이 때문에, 구동 질량부(4~7)보다도 외주측에 검출 빔을 마련한 경우에 비해 각속도 센서(1) 전체를 소형화할 수 있다.
- [0132] 또한 변위 검출부(18~21)는, 서로 이웃하는 2개의 구동 질량부(4~7)의 사이에 위치하고, 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되며, 검출 질량부(15)와 대향하여 마련된 4개의 고정측 검출전극(18B~21B)에 의해 구성되어 있다. 여기서, 각속도( $\Omega 1, \Omega 2$ )에 따라 검출 질량부(15)가 중심점(0)을 중심으로 Z축 방향으로 진동했을 때에는, 각속도( $\Omega 1, \Omega 2$ )에 따라 검출 질량부(15)(가동측 검출전극(18A~21A))와 고정측 검출전극(18B~21B) 사이의 거리가 변화한다. 이 때문에, 검출 질량부(15)와 4개의 고정측 검출전극(18B~21B) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)을 검출함으로써, 2개의 검출축(A,B) 둘레의 각속도( $\Omega 1, \Omega 2$ )를 검출할 수 있다.
- [0133] 또한 구동 질량부(4,5)의 진동 방향의 변위를 모니터링하는 진동 모니터부(22,23)를 마련했기 때문에, 진동 모

니터부(22,23)를 사용하여 구동 질량부(4,5)(구동 질량부(6,7))의 진동 진폭 및 위상을 검출할 수 있다. 이 때문에, 진동 모니터부(22,23)에 의한 모니터 신호(Vm)는 진동제어회로(31)의 참조신호로서 이용할 수 있어, 공진상태의 안정화를 도모할 수 있다. 또한 진동 모니터부(22,23)에 의한 모니터 신호(Vm)는 각속도 검출회로(41)의 참조신호(위상 시프트 신호(Vm'))로서도 이용할 수 있어, 구동 질량부(4~7)의 진동 상태에 따라 정확한 동기 검파를 행할 수 있다.

[0134] 또한 검출 빔(16,17)은, 검출 질량부(15)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성했기 때문에, 예를 들면 실리콘 재료 등을 기관(2)의 수직방향으로 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(8), 연결 빔(9)과 같다. 따라서, 폭 치수의 가공 편차가 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 각속도 센서(1)의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

[0135] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 진동 발생부(10~13)는, 구동신호에 의해 가동측 구동전극(10A~13A)의 전극판과 고정측 구동전극(10B~13B)의 전극판의 거리를 변화시켜, 정전력(구동력(F1~F4))을 발생시키는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 도 15에 나타내는 제1의 변형예에 의한 진동 발생부(13')와 같이, 서로 맞물린 2개의 빗살상 전극을 사용하여 가동측 구동전극(13A') 및 고정측 구동전극(13B')을 구성해도 된다. 이 경우, 진동 발생부(13')는, 가동측 구동전극(13A') 및 고정측 구동전극(13B') 사이의 맞물림 깊이(대향 면적)를 변화시켜, 정전력을 발생시키는 것이다.

[0136] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 진동 모니터부(22,23)는 구동 질량부(4,5)에 마련하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 진동 모니터부를 구동 질량부(6,7)에 마련하고, 구동 질량부(6,7)의 진동방향(X축 방향)의 변위를 검출하는 구성으로 해도 된다. 또한 진동 모니터부를, 구동 질량부(4)와 구동 질량부(6)에 마련하는 구성으로 해도 되고, 구동 질량부(4~7) 중 어느 하나의 구동 질량부에만 마련하는 구성으로 해도 된다.

[0137] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 구동 질량부(4,5)에 슬릿(22A,23A)을 마련하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 구동 질량부(4,5)에 X축 방향으로 돌출한 돌기를 마련하고, 상기 돌기와 구동 질량부(4,5)의 구동 진동에 따라 고정측 모니터 전극(22B,23B)과의 대향 면적을 변화시키는 구성으로 해도 된다.

[0138] 또한 제1의 실시의 형태에서는, 진동 모니터부(22,23)는 Z축 방향으로 대향하는 슬릿(22A,23A)과 고정측 모니터 전극(22B,23B)에 의해 구성하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 구동 질량부(4,5)의 Y축 방향의 변위에 따라 맞물림 깊이가 변화하는 2개의 빗살상 전극을 사용하여 진동 모니터부를 구성해도 된다.

[0139] 다음으로, 도 16 내지 도 18은 본 발명에 의한 제2의 실시의 형태를 나타내고 있다. 그리고, 본 실시의 형태의 특징은, 검출 질량부를 덮는 커버판을 마련하는 동시에, 변위 검출부는 상기 커버판과 대향하여 마련된 4개의 고정측 검출전극을 사용하여 구성한 것에 있다. 또한 본 실시의 형태에서는 상기 제1의 실시의 형태와 동일한 구성 요소에 동일한 부호를 부여하여, 그 설명을 생략하기로 한다.

[0140] 각속도 센서(71)는, 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)와 거의 동일하게, 기관(2), 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 진동 발생부(10~13), 검출 질량부(15), 검출 빔(16,17), 변위 검출부(76~79) 등에 의해 구성되어 있다. 단, 검출 질량부(15) 중 뚜껑판(26)과의 대향면(표면)에는 커버판(72~75)이 마련되어 있다.

[0141] 커버판(72~75)은, 예를 들면 거의 사다리꼴상의 얇은 평판에 의해 형성되고, 검출 빔(16,17)의 사이에 위치하여 구동 질량부(4~7)와 대응한 위치에 각각 마련되어 있다. 여기서, 커버판(72~75)은, 검출 질량부(15)의 표면에 고착된 얇은 평판상의 검출측 판부(72A~75A)와, 틈을 가지고 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8) 및 연결 빔(9)의 표면을 덮는 구동 측판부(72B~75B)에 의해 구성되어 있다. 그리고, 커버판(72~75)은, 예를 들면 저저항의 폴리실리콘 재료 등을 사용하여 형성되고, 검출 질량부(15), 지지부(3) 등을 통해 그라운드에 접속되어 있다.

[0142] 또한 구동 측판부(72B~75B)와 구동 질량부(4~7) 등의 사이에는 틈이 형성되어 있다. 이 때문에, 구동 질량부(4~7)가 구동 진동했을 때에도 구동 측판부(72B~75B)는 구동 질량부(4~7) 등에 접촉하지 않는다.

[0143] 변위 검출부(76~79)는, 검출 질량부(15)가 기관(2)의 두께방향으로 변위하는 것을 검출하는 변위검출수단을

구성하고 있다. 또한 변위 검출부(76~79)는, 커버판(72~75)과 대향하여 뚜껑판(26)에 마련된 고정측 검출전극(76A~79A)에 의해 구성되어 있다. 그리고, 고정측 검출전극(76A~79A)은, 내측 돌출부(15A~15D)와 대향하고, 중심점(0)에 대하여 점대칭인 위치에 배치되어 있다. 단, 고정측 검출전극(76A~79A)은 내측 돌출부(15A~15D)에 한정되지 않고, 구동 질량부(4~7)와 대응한 위치까지 펼쳐져 있다. 이 때문에, 고정측 검출전극(76A~79A)은, 제1의 실시의 형태에 의한 고정측 검출전극(18B~21B)보다도 큰 면적을 가지고 있다.

[0144] 그리고, 검출 질량부(15)가 검출축(B) 둘레에서 진동했을 때에는, 내측 돌출부(15A, 15B)가 기관(2)의 두께방향으로 변위한다. 이때, 커버판(72~75) 중 검출축(A) 방향의 양단측의 부위와 고정측 검출전극(76A, 77A) 사이의 거리가 변화하기 때문에, 커버판(72~75)과 고정측 검출전극(76A, 77A) 사이의 정전용량(Cs1, Cs2)도 변화한다.

[0145] 한편, 검출 질량부(15)가 검출축(A) 둘레에서 진동했을 때에는, 내측 돌출부(15C, 15D)가 기관(2)의 두께방향으로 변위한다. 이때, 커버판(72~75) 중 검출축(B) 방향의 양단측의 부위와 고정측 검출전극(78A, 79A) 사이의 거리가 변화하기 때문에, 커버판(72~75)과 고정측 검출전극(78A, 79A) 사이의 정전용량(Cs3, Cs4)도 변화한다.

[0146] 이 때문에, 변위 검출부(76~79)는, 검출 질량부(15)가 검출축(A, B) 둘레의 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )에 의해 Z축 방향으로 변위할 때에, 그 변위량을 커버판(72~75)과 고정측 검출전극(76A~79A) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)의 변화에 의해 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )로서 검출한다.

[0147] 그리하여, 이렇게 구성되는 본 실시의 형태에서도, 제1의 실시의 형태와 거의 동일한 작용 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 특히 본 실시의 형태에서는, 검출 질량부(15)를 덮는 커버판(72~75)을 마련하고, 변위 검출부(76~79)는 상기 커버판(72~75)과 대향하여 마련된 4개의 고정측 검출전극(76A~79A)을 사용하여 구성하였다. 이 때문에, 커버판(72~75)은 검출 질량부(15)와 일체가 되어 검출축(A, B) 둘레로 진동하기 때문에, 커버판(72~75)과 고정측 검출전극(76A~79A) 사이의 정전용량(Cs1~Cs4)을 검출함으로써, 2개의 검출축(A, B) 둘레의 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )를 검출할 수 있다. 또한 구동 질량부(4~7)와 고정측 검출전극(76A~79A) 사이에 커버판(72~75)을 배치할 수 있다. 이것에 의해, 커버판(72~75)에 의해 구동 질량부(4~7) 등의 영향을 차단할 수 있기 때문에, 구동 질량부(4~7)와 대향하는 위치까지 고정측 검출전극(76A~79A)을 넓힐 수 있다. 이 결과, 고정측 검출전극(76A~79A)의 면적을 크게 할 수 있기 때문에, 정전용량(Cs1~Cs4)도 크게 변화시킬 수 있어, 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )의 검출 감도를 높일 수 있다.

[0148] 또한 제2의 실시의 형태에서는, 4장의 커버판(72~75)은 검출 빔(16, 17)을 제외한 위치에 마련하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 검출 빔(16, 17)과 간섭하지 않는 정도의 충분한 틈을 확보할 수 있다면, 한 장의 커버판에 의해 검출 빔(16, 17)도 포함하여 덮는 구성으로 해도 된다.

[0149] 또한 제2의 실시의 형태에서는 진동 모니터부를 생략한 구성으로 하였다. 그러나, 예를 들면 고정측 모니터전극을 기관(2)측에 형성하면, 제1의 실시의 형태와 동일한 진동 모니터부를 부착할 수도 있다.

[0150] 다음으로, 도 19 내지 도 21은 본 발명에 의한 제3의 실시의 형태를 나타내고 있다. 그리고, 본 실시의 형태의 특징은, 검출 질량부의 두께 치수가 구동 질량부, 구동 빔, 연결 빔, 검출 빔의 두께 치수보다도 얇은 구성으로 한 것에 있다. 또한 본 실시의 형태에서는 상기 제1의 실시의 형태와 동일한 구성 요소에 동일한 부호를 부여하여, 그 설명을 생략하기로 한다.

[0151] 각속도 센서(81)는, 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)와 거의 동일하게, 기관(2), 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 진동 발생부(10~13), 검출 질량부(82), 검출 빔(16, 17), 변위 검출부(18~21), 진동 모니터부(22, 23) 등에 의해 구성되어 있다.

[0152] 검출 질량부(82)는 제1의 실시의 형태에 의한 검출 질량부(15)와 거의 동일하게 구성되고, 검출 질량부(82)는 그 대각선을 따라 내주(內周)측을 향해 돌출된 4개의 내측 돌출부(82A~82D)를 포함하고 있다. 그리고, 내측 돌출부(82A~82D)는, 구동 질량부(4~7)의 사이에 각각 배치되는 동시에, 변위 검출부(18~21)의 가동측 검출전극(18A~21A)을 구성하고 있다.

[0153] 단, 검출 질량부(82)는, 두께 치수가 얇은 박육부(83)를 가지고 있는 점에서, 제1의 실시의 형태에 의한 검출 질량부(15)와는 다르다. 이때, 박육부(83)의 두께 치수는, 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 검출 빔(16, 17)의 두께 치수에 비해 얇은 구성으로 되어 있다. 또한 박육부(83)는 중심점(0)을 중심으로 하여 점대칭인 형상으로 되어 있다.

[0154] 그리하여, 이와 같이 구성되는 본 실시의 형태에서도, 제1의 실시의 형태와 거의 동일한 작용 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 특히 본 실시의 형태에서는, 검출 질량부(82)는 구동 질량부(4~7) 등의 두께 치수보다도 얇은

박육부(83)를 포함하는 구성으로 했기 때문에, 검출 질량부(82)의 질량을 작게 하여, 코리올리 힘에 의한 검출 질량부(82)의 변위량을 크게 할 수 있다. 이것에 의해, 각속도( $\Omega_1, \Omega_2$ )의 검출 감도를 향상할 수 있다.

- [0155] 또한 제3의 실시의 형태에서는, 검출 질량부(82)는 그 일부(박육부(83))의 두께 치수가 얇은 구성으로 했지만, 검출 질량부(82) 전체의 두께 치수를 얇게 하는 구성으로 해도 된다.
- [0156] 또한 제3의 실시의 형태에서는, 두께 치수가 얇은 검출 질량부(82)를 제1의 실시의 형태와 동일한 구성에 적용하는 것으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 두께 치수가 얇은 검출 질량부를 제2의 실시의 형태와 동일한 구성에 적용해도 된다.
- [0157] 다음으로, 도 22 내지 도 24는 본 발명에 의한 제4의 실시의 형태를 나타내고 있다. 그리고, 본 실시의 형태의 특징은, 검출 빔의 양단측을 응력 저감 접촉부를 사용하여 검출 질량부와 기관에 각각 접촉하는 구성으로 한 것에 있다. 또한 본 실시의 형태에서는 상기 제1의 실시의 형태와 동일한 구성 요소에 동일한 부호를 부여하여, 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0158] 각속도 센서(91)는, 제1의 실시의 형태에 의한 각속도 센서(1)와 거의 동일하게, 기관(2), 구동 질량부(4~7), 구동 빔(8), 연결 빔(9), 진동 발생부(10~13), 검출 질량부(15), 검출 빔(92,94), 변위 검출부(18~21), 진동 모니터부(22,23) 등에 의해 구성되어 있다.
- [0159] 제1의 검출 빔(92)은, 제1의 실시의 형태에 의한 검출 빔(16)과 거의 동일하게 구성되고, 가늘고 긴 판형상으로 형성되어 있다. 이 때문에, 검출 빔(92)은, 검출 질량부(15)와 기관(2) 사이에 마련되고, 기관(2)(X-Y 평면)과 평행한 검출축(A)을 따라 연장되어 있다. 그리고, 검출 빔(92)은, 검출축(A)을 중심으로 하여 검출 질량부(15)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에, 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성되어 있다.
- [0160] 구체적으로는, 제1의 검출 빔(92)은, 예를 들면 구동 질량부(4,7)와 구동 질량부(5,6) 사이에 위치하고, X축에 대하여 45° 경사진 검출축(A)을 따라 연장되어 있다. 또한 제1의 검출 빔(92)은 내측 돌출부(15A,15B)의 내부에 각각 마련되어 있다.
- [0161] 단, 검출 빔(92)의 일단부측은, 응력 저감 접촉부로서의 응력 저감 접촉 빔(93)을 사용하여 검출 질량부(15)에 접촉되어 있다. 또한 검출 빔(92)의 타단부측은, 응력 저감 접촉 빔(93)을 사용하여 지지부(3)에 접촉되어 있다. 이와 같이 응력 저감 접촉 빔(93)을 사용하는 점에서, 검출 빔(92)과 제1의 실시의 형태에 의한 검출 빔(16)은 다르다.
- [0162] 이때, 응력 저감 접촉 빔(93)은, 예를 들면 검출 빔(92)을 끼고 검출 빔(92)과 직교한 방향(검출축(B) 방향)의 양측에 각각 마련된 2개 L형 빔(93A)에 의해 구성되어 있다. 또한 각 L형 빔(93A)은, 검출축(B) 방향으로 연장되는 동시에 그 양단측이 L자 형상으로 굴곡하고 있다. 그리고, 각 L형 빔(93A)의 일단측은 검출 빔(92)의 단부에 접촉되고, 각 L형 빔(93A)의 타단측은 검출 질량부(15) 또는 지지부(3)에 접촉되어 있다.
- [0163] 이것에 의해, 제1의 검출 빔(92)의 양단측은, 그 길이방향이 되는 검출축(A) 방향에 대하여 자유도를 가진 상태로 지지된다. 이 결과, 검출 빔(92)이 비틀림 변형할 때에는, 검출 빔(92)의 양단측이 길이방향으로 변위할 수 있기 때문에, 검출 빔(92)의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력이 저감되고 있다.
- [0164] 제2의 검출 빔(94)은, 제1의 실시의 형태에 의한 검출 빔(17)과 거의 동일하게 구성되고, 가늘고 긴 판형상으로 형성되어 있다. 이 때문에, 검출 빔(94)은, 검출 질량부(15)와 기관(2) 사이에 마련되고, 기관(2)(X-Y 평면)과 평행한 검출축(B)을 따라 연장되어 있다. 그리고, 검출 빔(94)은, 검출축(B)을 중심으로 하여 검출 질량부(15)가 기관(2)의 두께방향으로 변위할 때에, 비틀림 변형하는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성되어 있다.
- [0165] 구체적으로는, 제2의 검출 빔(94)은, 예를 들면 구동 질량부(4,6)와 구동 질량부(5,7) 사이에 위치하고, X축에 대하여 -45° 경사진 검출축(B)을 따라 연장되어 있다. 또한 제2의 검출 빔(94)은 내측 돌출부(15C,15D)의 내부에 각각 마련되어 있다.
- [0166] 단, 검출 빔(94)의 일단부측은, 응력 저감 접촉부로서의 응력 저감 접촉 빔(95)을 사용하여 검출 질량부(15)에 접촉되어 있다. 또한 검출 빔(94)의 타단부측은 응력 저감 접촉 빔(95)을 사용하여 지지부(3)에 접촉되어 있다. 이와 같이 응력 저감 접촉 빔(95)을 사용하는 점에서, 검출 빔(94)과 제1의 실시의 형태에 의한 검출 빔(17)은 다르다.
- [0167] 이때, 응력 저감 접촉 빔(95)은, 예를 들면 검출 빔(94)을 끼고 검출 빔(94)과 직교한 방향(검출축(A) 방향)

의 양측에 각각 마련된 2개의 L형 빔(95A)에 의해 구성되어 있다. 또한 각 L형 빔(95A)은, 검출축(A) 방향으로 연장되는 동시에 그 양단측이 L자 형상으로 굴곡하고 있다. 그리고, 각 L형 빔(95A)의 일단측은 검출 빔(94)의 단부에 접속되고, 각 L형 빔(95A)의 타단측은 검출 질량부(15) 또는 지지부(3)에 접속되어 있다.

[0168] 이것에 의해, 제2의 검출 빔(94)의 양단측은, 그 길이방향이 되는 검출축(B) 방향에 대하여 자유도를 가진 상태로 지지된다. 이 결과, 검출 빔(94)이 비틀림 변형할 때에는, 검출 빔(94)의 양단측이 길이방향으로 변위할 수 있기 때문에, 검출 빔(94)의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력이 저감되고 있다.

[0169] 그리고, 검출 질량부(15)가 검출축(A)을 중심으로 하여 진동(요동)할 때에는, 제1의 검출 빔(92)은 비틀림 변형(비틀림 진동)한다. 한편, 제2의 검출 빔(94)은, 응력 저감 접속 빔(95)을 사용하여 검출 질량부(15) 및 지지부(3)에 접속되어 있다. 이 때문에, 응력 저감 접속 빔(95)이 휨 변형함으로써, 검출 질량부(15)가 검출축(A)을 중심으로 하여 진동하는 것을 허용한다.

[0170] 마찬가지로, 검출 질량부(15)가 검출축(B)을 중심으로 하여 진동(요동)할 때에는, 제2의 검출 빔(94)은 비틀림 변형(비틀림 진동)한다. 한편, 제1의 검출 빔(92)은 응력 저감 접속 빔(93)을 사용하여 검출 질량부(15) 및 지지부(3)에 접속되어 있다. 이 때문에, 응력 저감 접속 빔(93)이 휨 변형함으로써, 검출 질량부(15)가 검출축(B)을 중심으로 하여 진동하는 것을 허용한다. 이것에 의해, 검출 빔(92,94)은, 서로 직교한 검출축(A) 및 검출축(B) 둘레에 진동 가능한 상태로 검출 질량부(15)를 지지하고 있다.

[0171] 그리하여, 이와 같이 구성되는 본 실시의 형태에서도, 제1의 실시의 형태와 거의 동일한 작용 효과를 얻을 수 있다. 그리고, 특히 본 실시의 형태에서는, 검출 빔(92,94)의 양단측은 응력 저감 접속 빔(93,95)을 사용하여 검출 질량부(15)와 기관(2)에 고정된 지지부(3)에 각각 접속했기 때문에, 각속도 센서(91)의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

[0172] 여기서, 응력 저감 접속 빔(93,95)과 감도 편차의 관계를 상세하게 설명한다. 우선, 검출 빔(92,94)의 양단을 고정된 경우에는, 고정부분에 작용하는 응력에 의해 검출 빔(92,94)의 비틀림 변형이 저해된다. 이 때문에, 검출 빔(92,94)의 두께 치수가 변화했을 때에는, 이 두께 치수의 변화분에 대한 공진 주파수의 변화가 커진다. 이 결과, 가공 편차가 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향이 커지는 경향이 있다.

[0173] 이에 대하여, 본 실시의 형태에서는, 검출 빔(92,94)의 양단측은 응력 저감 접속 빔(93,95)을 사용하여 검출 질량부(15)와 지지부(3)에 각각 접속했기 때문에, 검출 빔(92,94)이 비틀림 변형할 때에 검출 빔(92,94)의 양단측에 작용하는 뒤틀림이나 응력을 저감할 수 있다. 이것에 의해, 두께 치수의 가공 편차가 구동 모드와 검출 모드의 공진 주파수 차에 미치는 영향을 작게 할 수 있어, 센서의 감도 편차를 작게 할 수 있다.

[0174] 또한 제4의 실시의 형태에서는, 응력 저감 접속 빔(93,95)은 L형 빔(93A,95A)을 사용하여 형성하였다. 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 25에 나타내는 제2의 변형예에 의한 응력 저감 접속 빔(93')과 같이, 검출 질량부(15)에 접속된 일단측이 T형상이 된 T형 빔(93A')을 사용하여 형성해도 된다. 또한 예를 들면 도 26에 나타내는 제3의 변형 예에 의한 응력 저감 접속 빔(93'')과 같이, 검출 빔(92)과 직교하는 방향에 대하여 1회 또는 복수회 왕복한 절곡 빔(93A'')을 사용하여 형성해도 된다.

[0175] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 검출 빔(16,17,92,94)는, 검출축(A,B)을 따라 직선상으로 연장되는 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성했지만, 예를 들면 검출축(A,B)을 따라 1회 또는 복수회 왕복한 비틀림 지지 빔을 사용하여 형성해도 된다.

[0176] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 검출 빔(16,17,92,94)은, 검출 질량부(15,82)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.

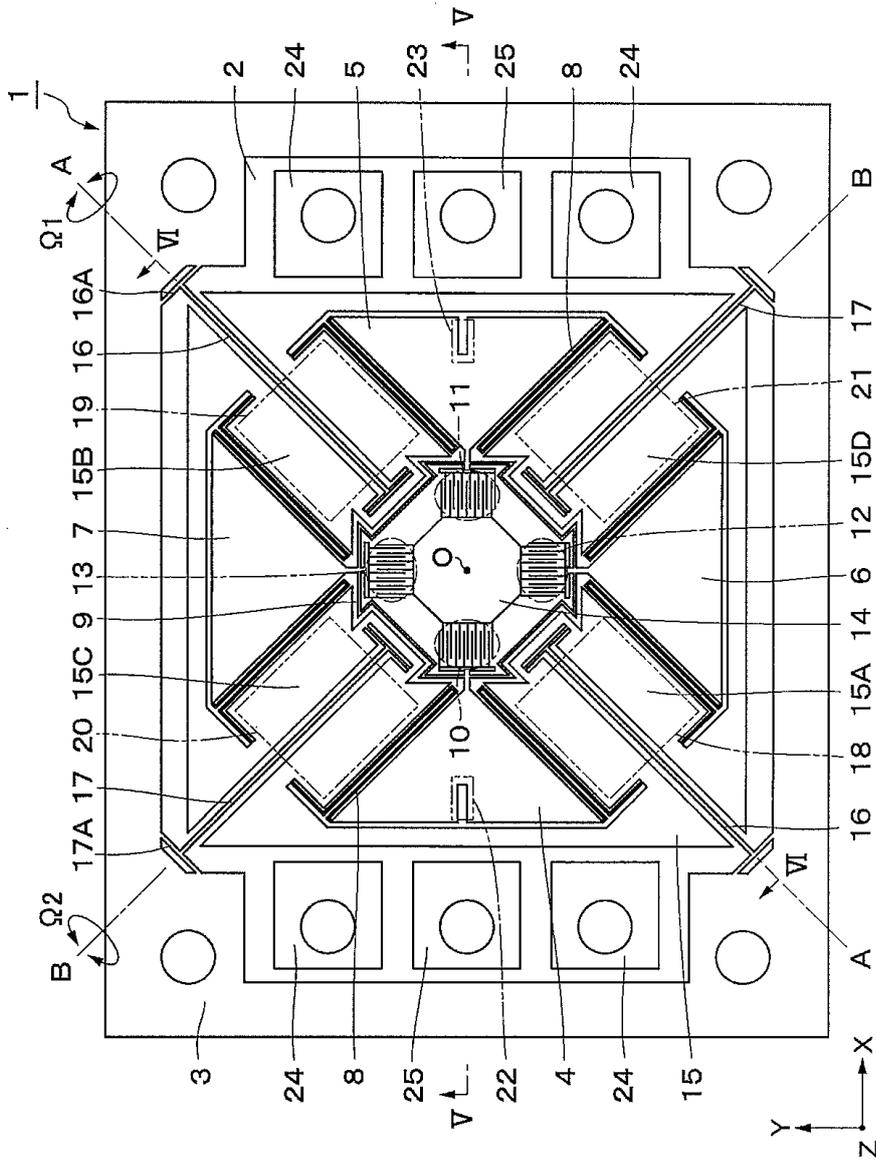
[0177] 또한 상기 각 실시의 형태에서는, 검출 빔(16,17)은, 검출 질량부(15,82)의 외주측에 마련된 지지부(3)와 검출 질량부(15,82)의 내주측 사이를 접속하는 구성으로 하였다. 그러나 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 검출 질량부의 내주측에 지지부를 마련하고, 상기 지지부와 검출 질량부의 외주측 사이를 검출 빔을 사용하여 접속하는 구성으로 해도 된다.

## 부호의 설명

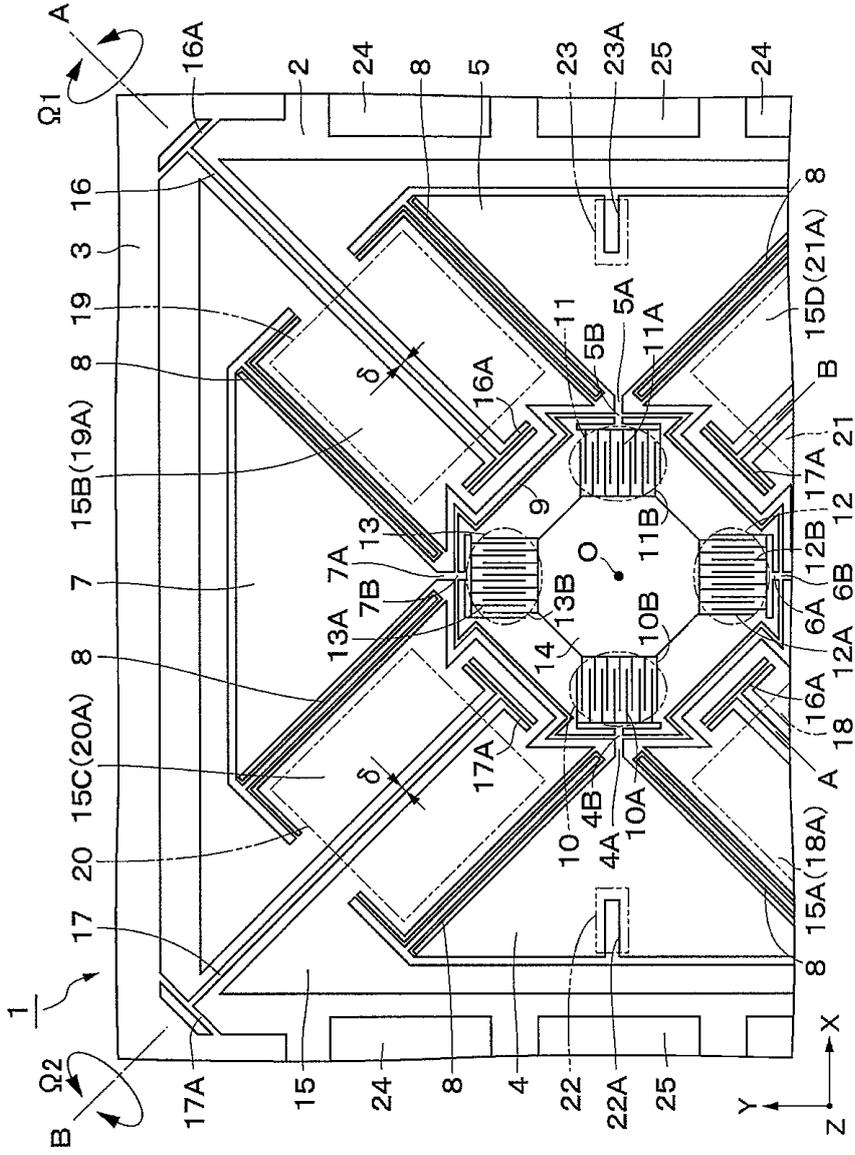
- [0178]
- 1, 71, 81, 91: 각속도 센서
  - 2: 기관
  - 4~7: 구동 질량부
  - 4B~7B: 지점
  - 8: 구동 빔
  - 9: 연결 빔
  - 10~13, 13': 진동 발생부(구동 수단)
  - 15, 82: 검출 질량부
  - 16, 17, 92, 94: 검출 빔
  - 18~21, 76~79: 변위 검출부(변위검출수단)
  - 22, 23: 진동 모니터부(모니터 수단)
  - 72~75: 커버판
  - 93, 95, 93', 93": 응력 저감 접속 빔(응력 저감 접속부)

도면

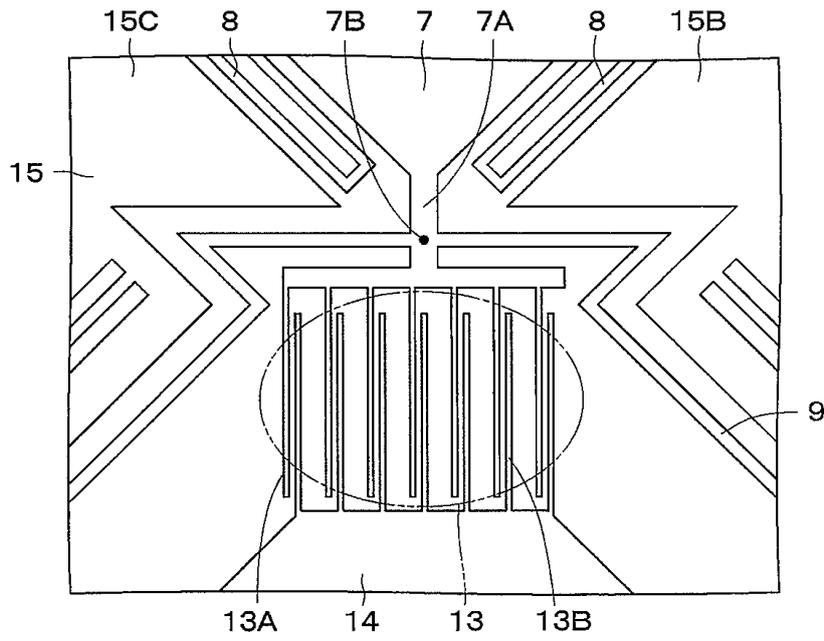
도면1



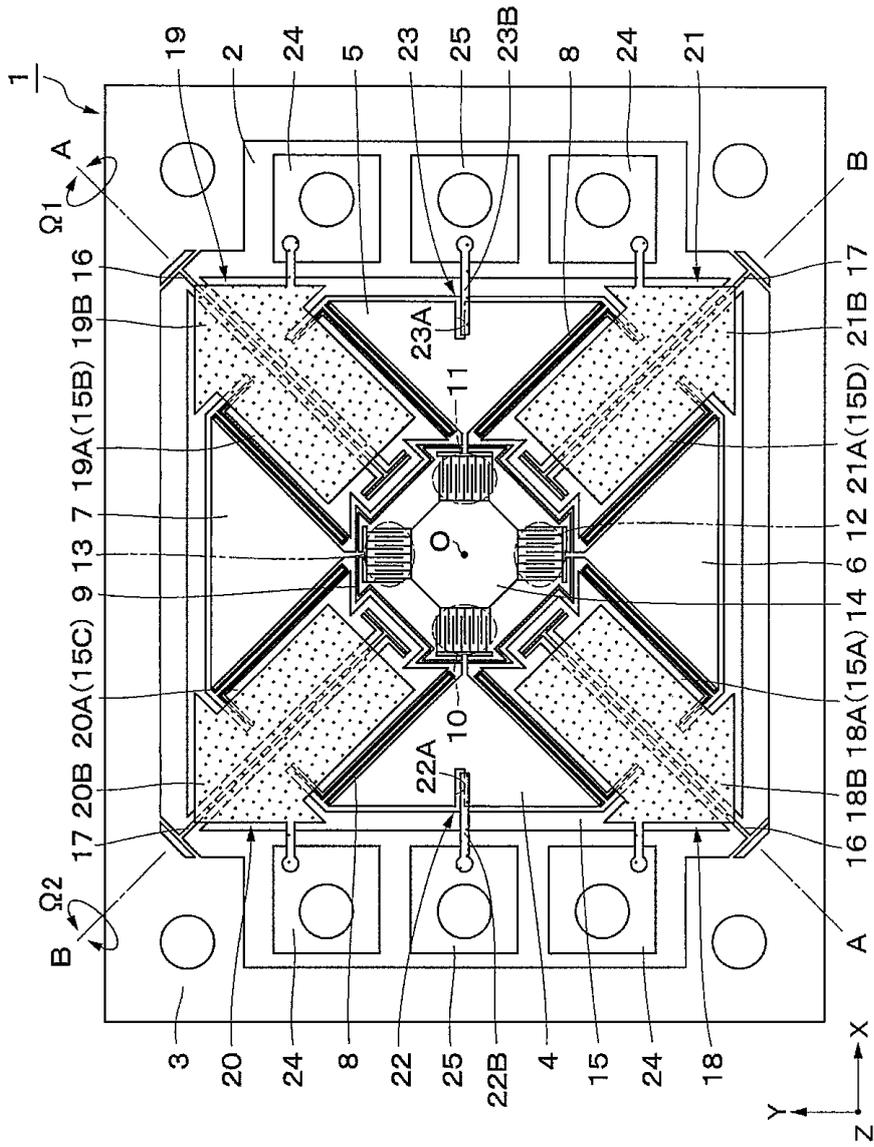
도면2



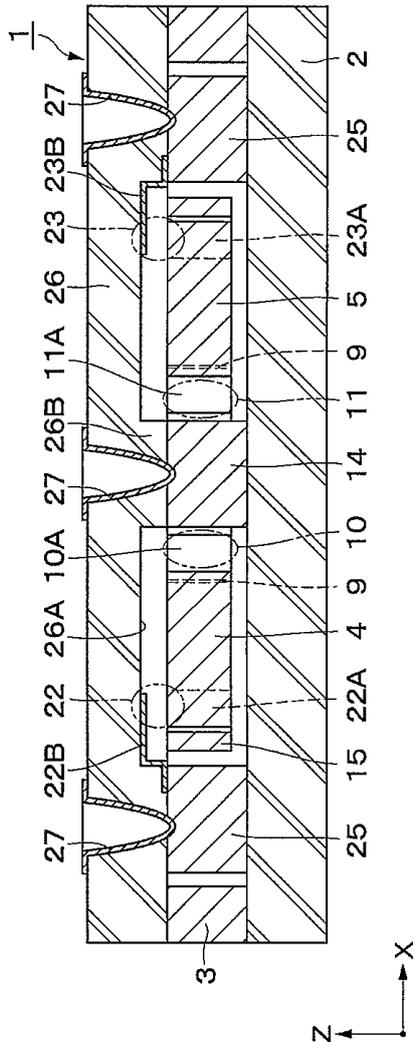
도면3



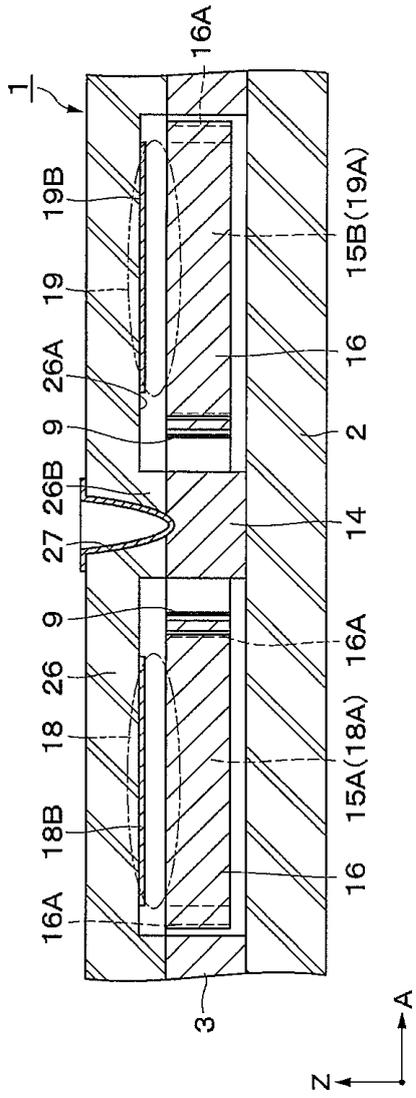
도면4



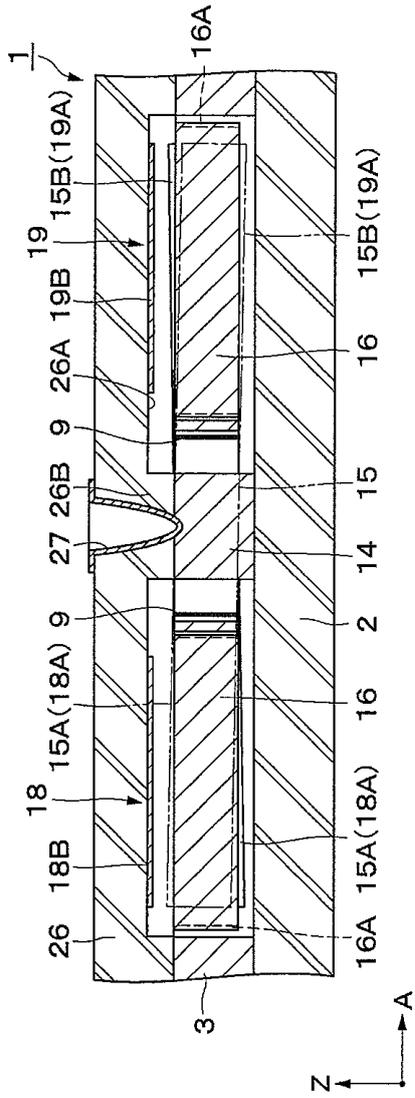
도면5



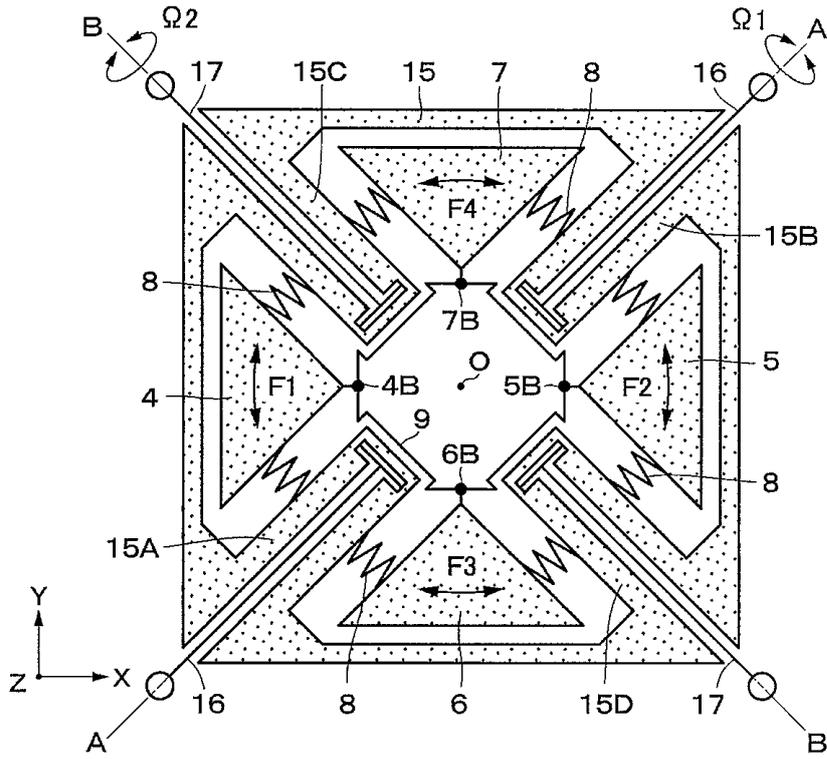
도면6



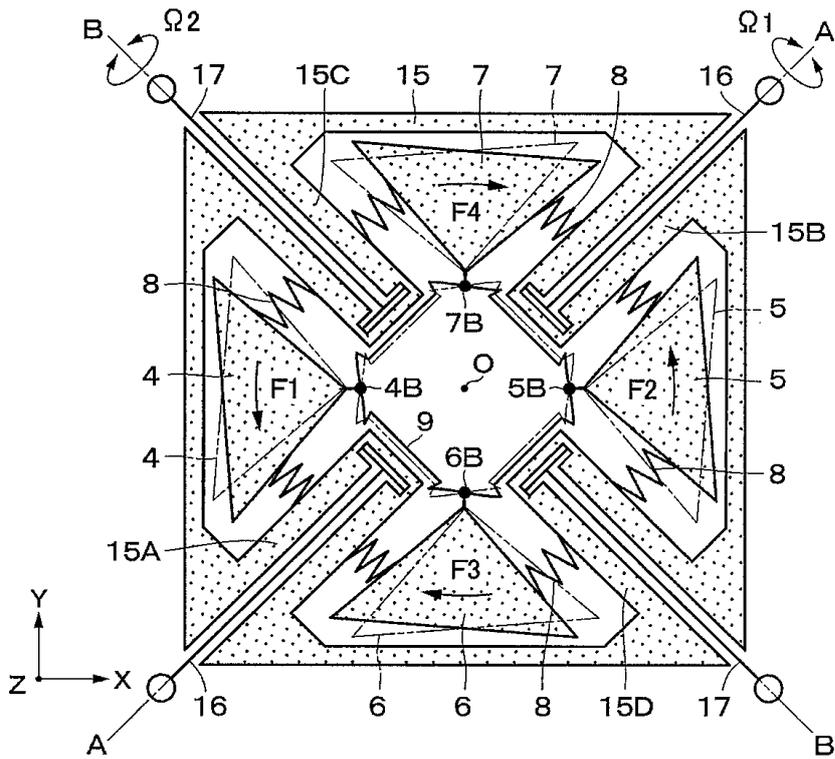
도면7



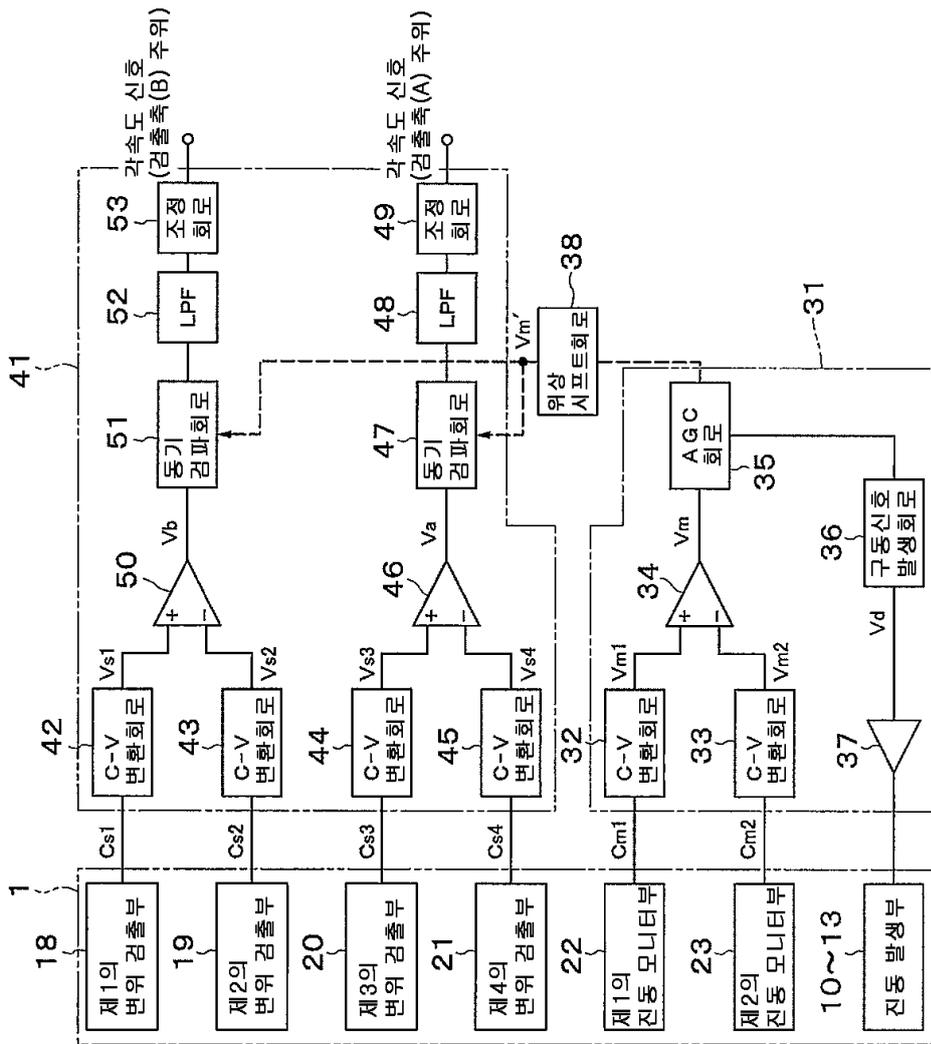
도면8



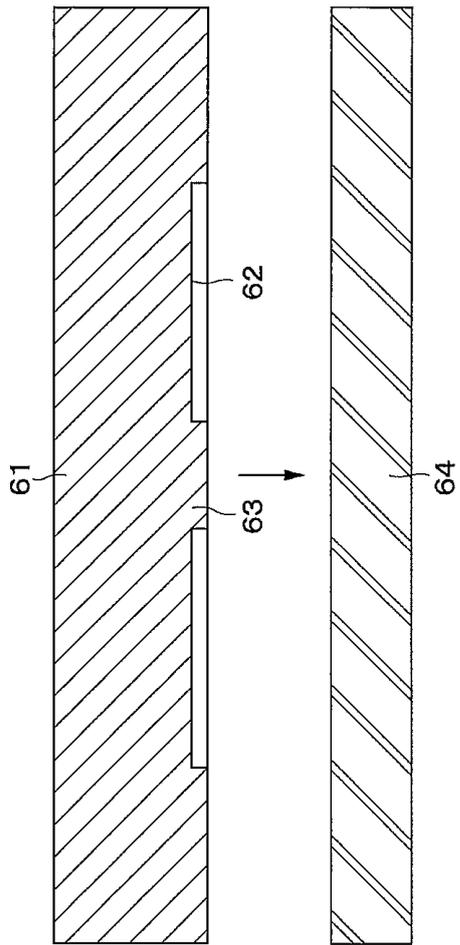
도면9



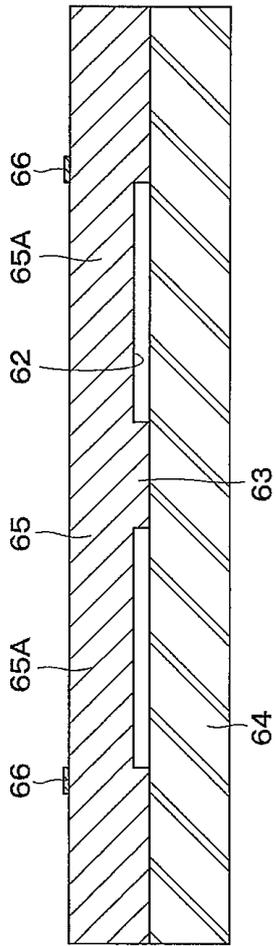
도면10



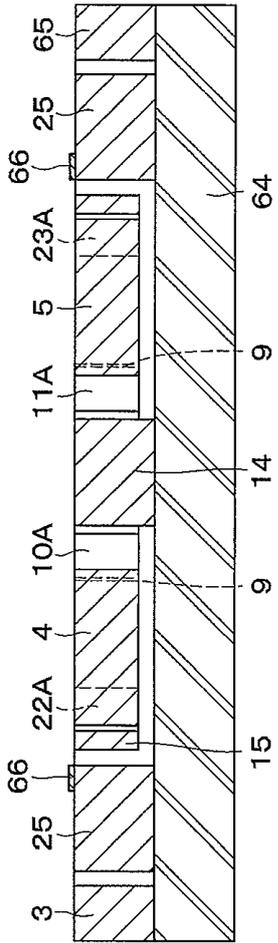
도면11



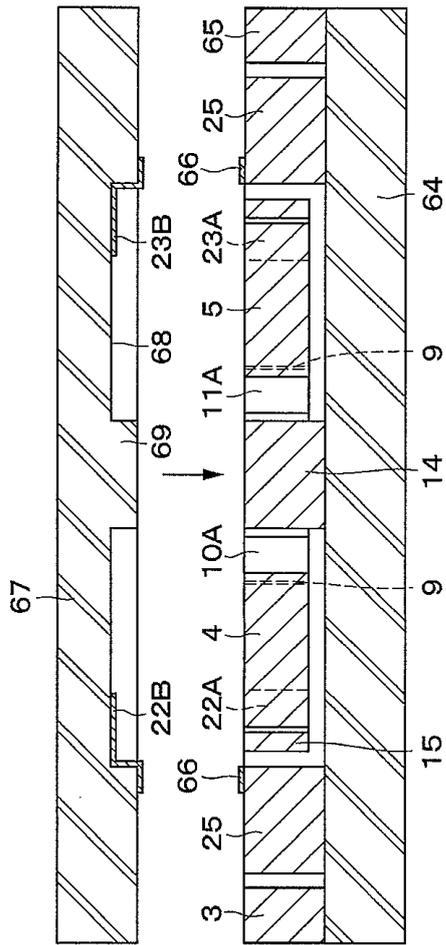
도면12



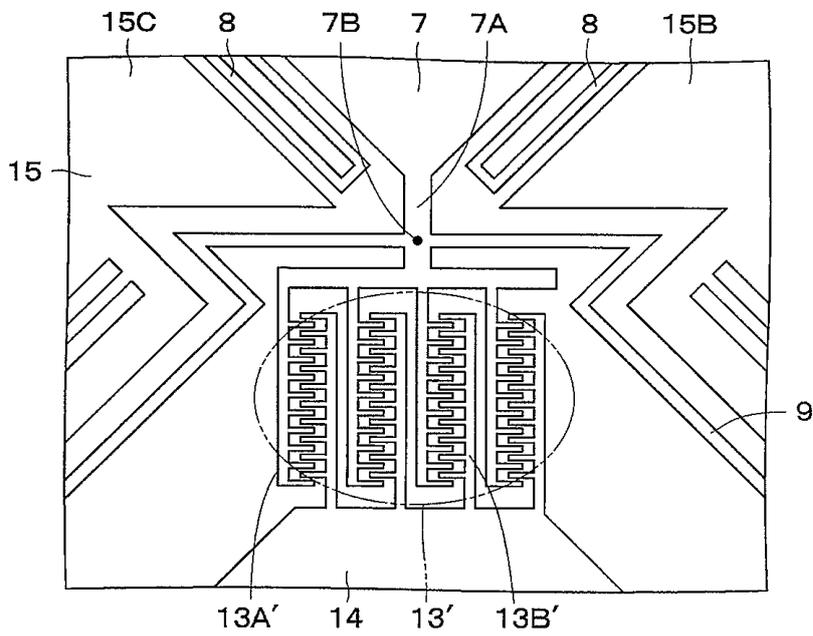
도면13



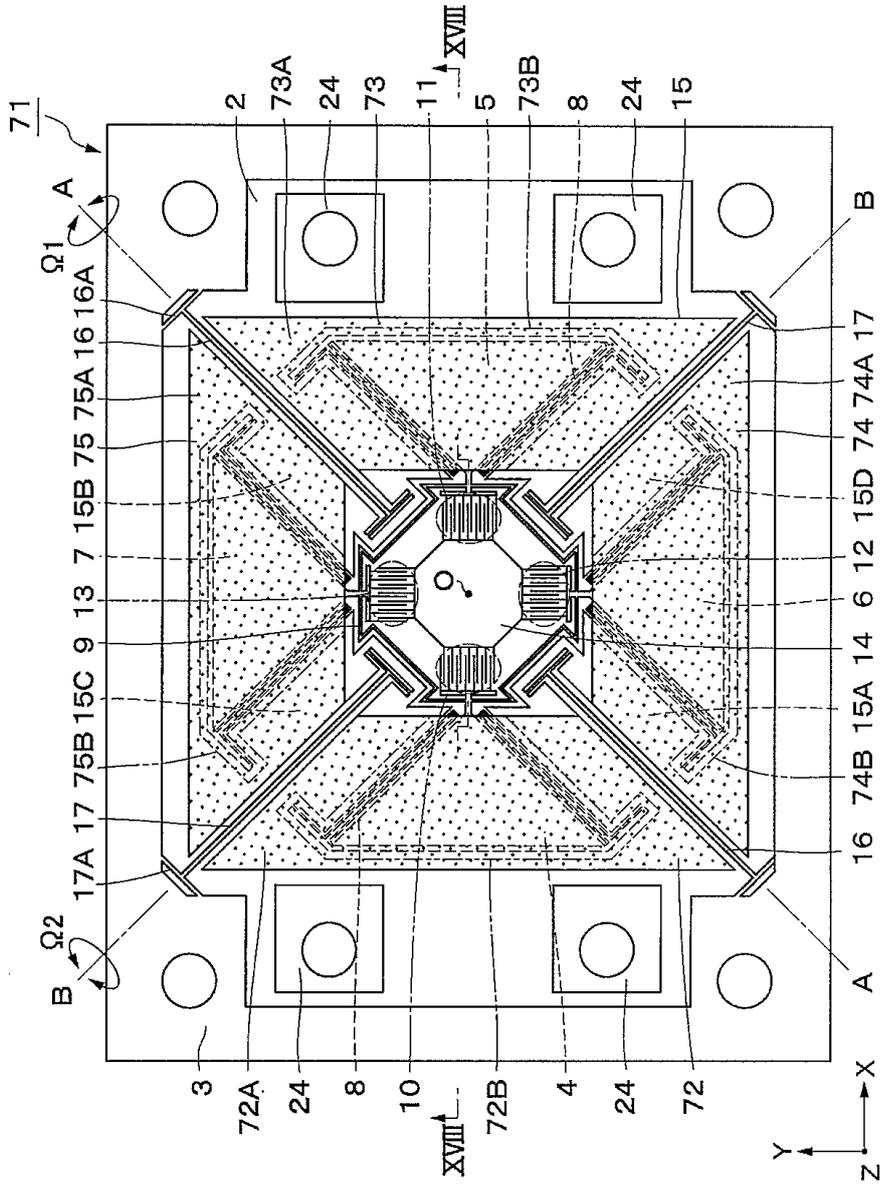
도면14



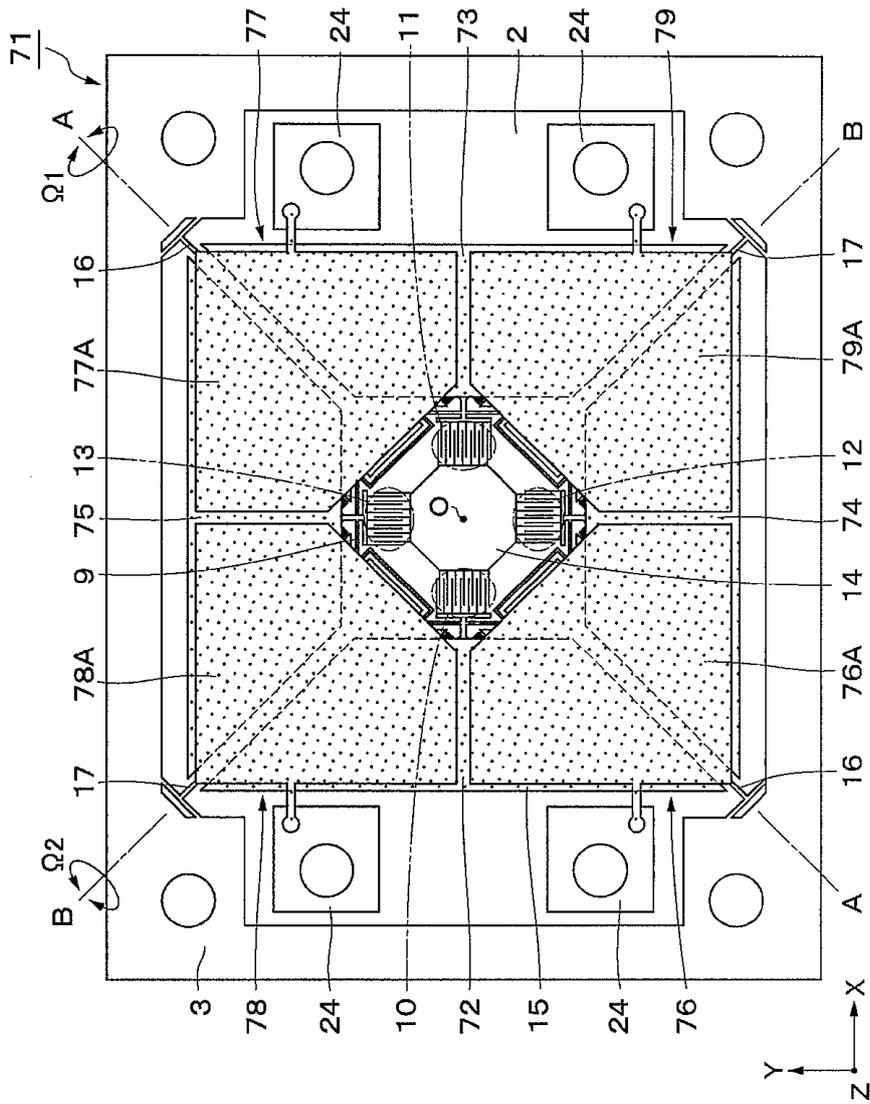
도면15



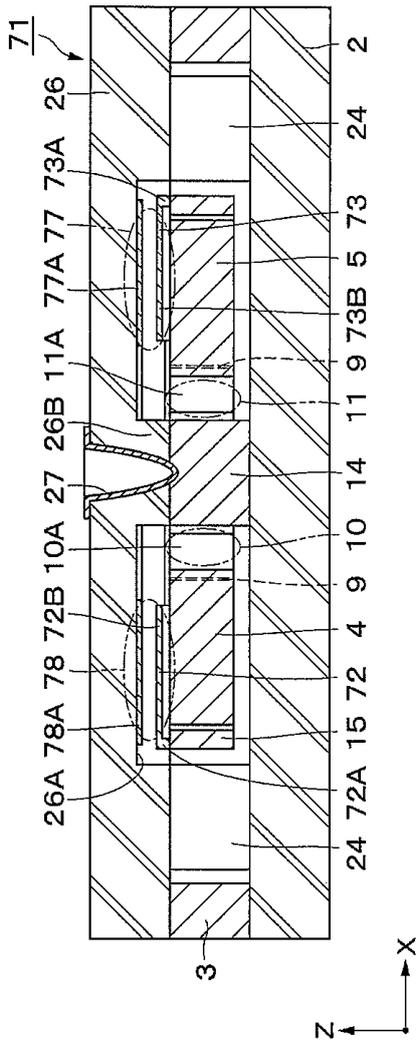
도면16



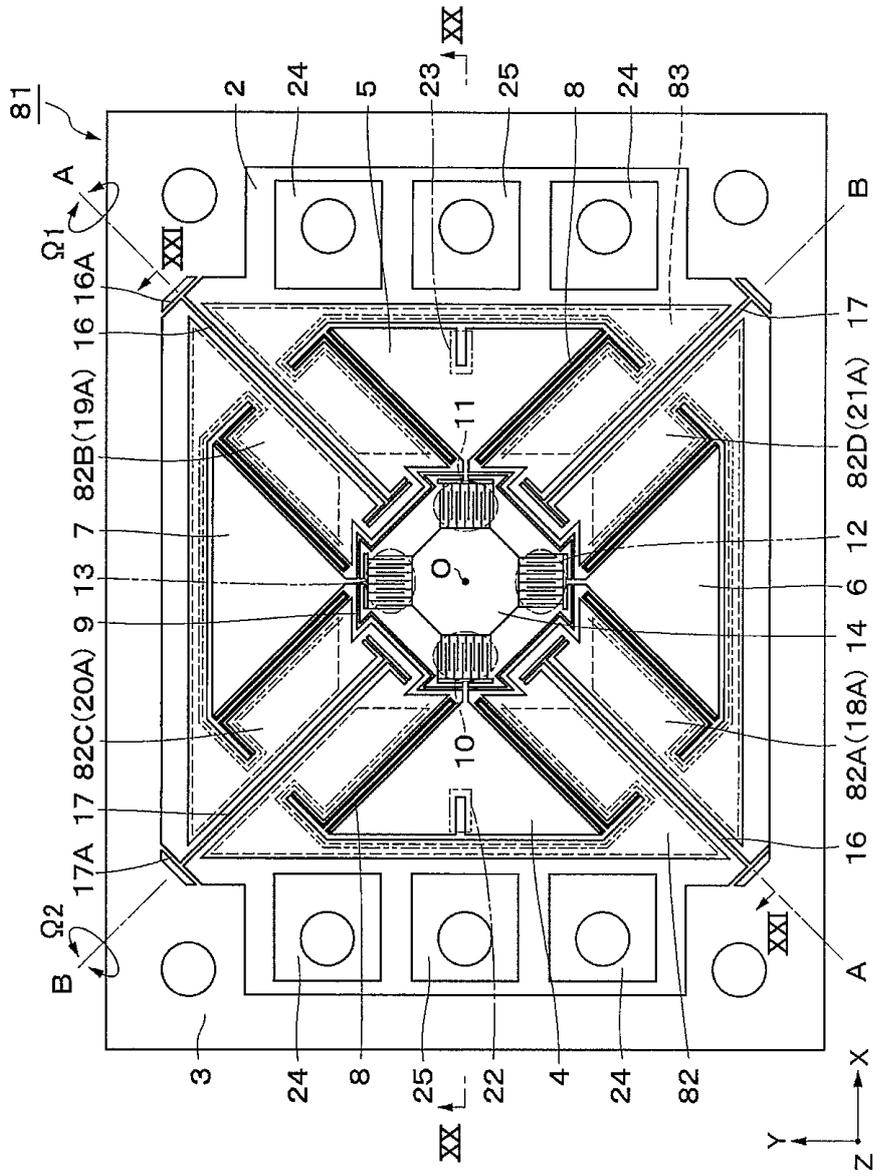
도면17



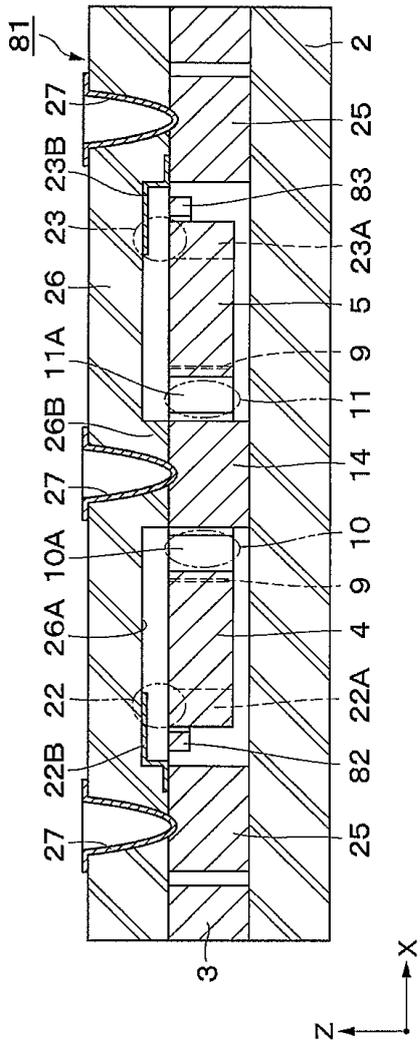
도면18



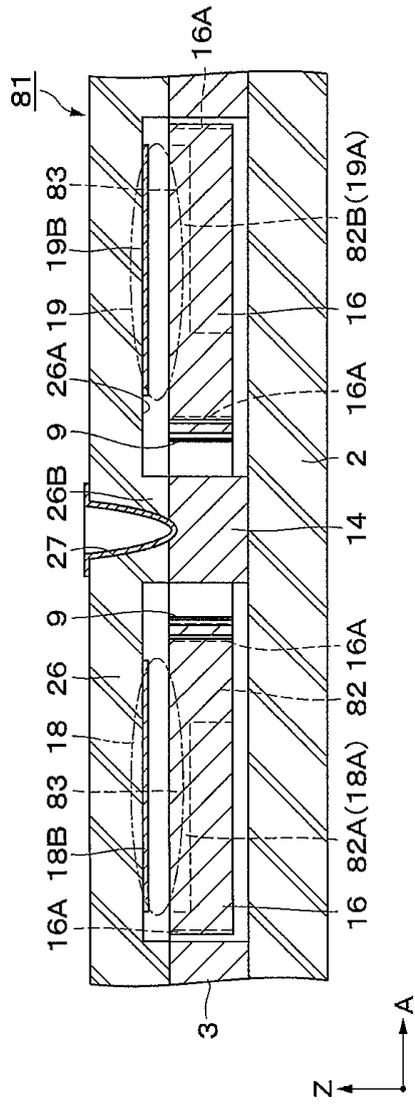
도면19



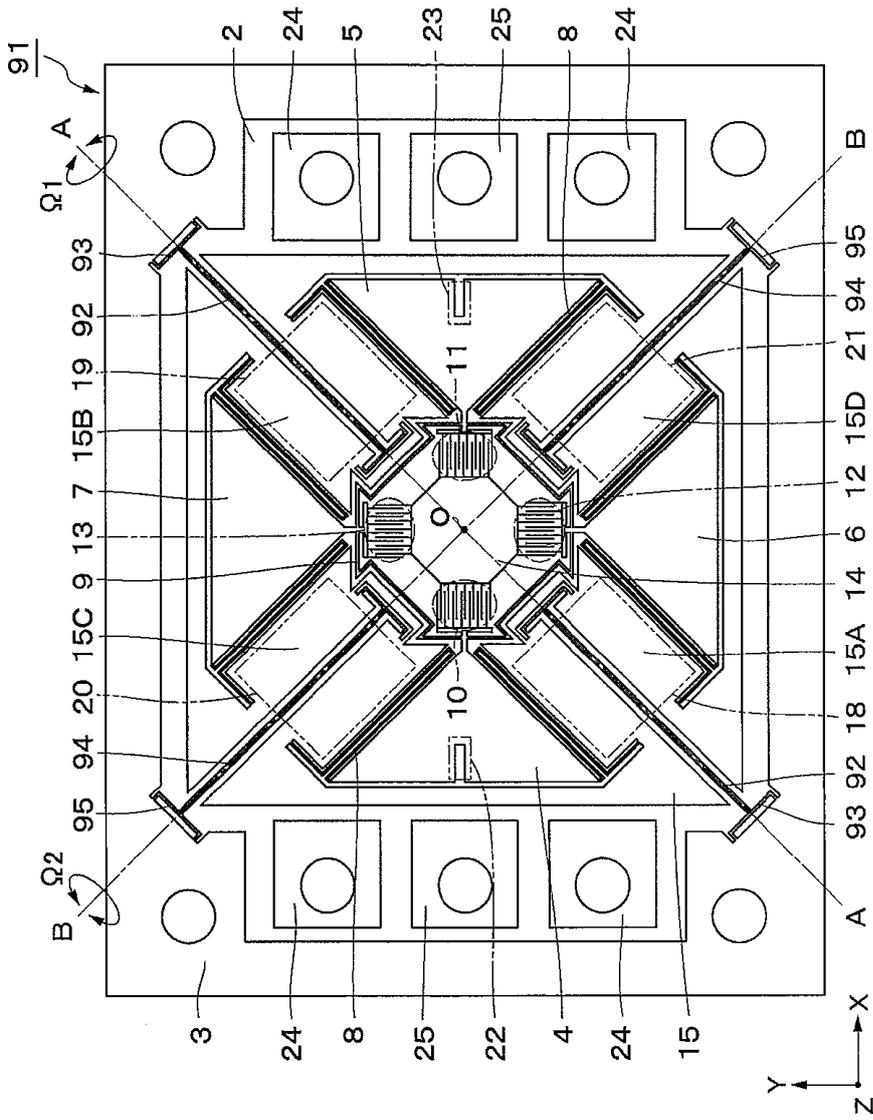
도면20



도면21

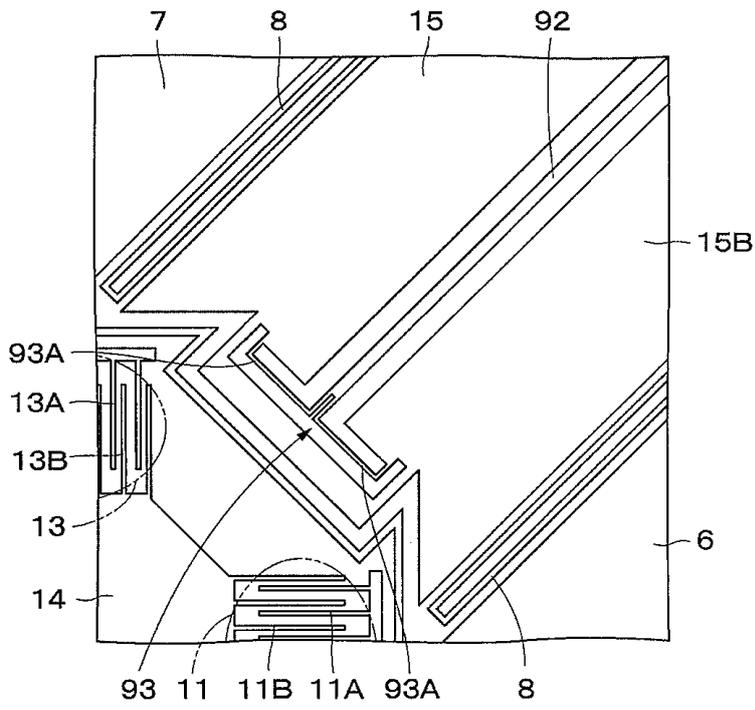


도면22

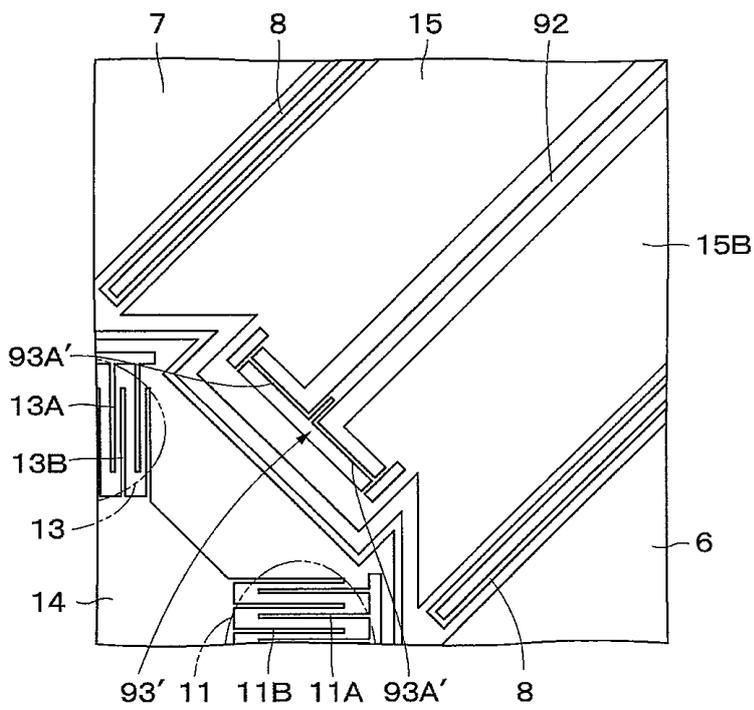




도면24



도면25



도면26

