

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup> B81B 7/00	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년06월01일 10-0492105 2005년05월20일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2002-0082983 2002년12월24일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0056494 2004년07월01일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자            삼성전자주식회사  
                              경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자                강석진  
                              경기도수원시장안구율전동419번지삼성아파트201-202

                              정석환  
                              경기도수원시팔달구영통동산나무실극동아파트615동1902호

                              이문철  
                              경기도성남시분당구이매동삼성아파트1003동804호

                              정규동  
                              경기도수원시팔달구영통동롯데아파트946동806호

                              홍석우  
                              경기도용인시기흥읍보라리삼정선비마을102동1602호

(74) 대리인                정홍식

심사관 : 정진수

(54) 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프 및 그 제작 방법

요약

수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프 및 그 제작 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프는, 기관, 기관 일영역의 상면에 고정되어 있는 지지대, 지지대 상면에 고정되어 기관에 평행하게 부상되어 있으며, 일영역이 기관에 평행한 소정의 방향으로 진동가능한 구동 구조물, 구동 구조물에 고정되어 구동 구조물과 동일 평면상에 위치하며, 일영역이 기관에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 구조물, 구동 구조물 및 감지 구조물의 상부에 위치하며 기관과 접합되어 있는 캡 웨이퍼, 및 캡 웨이퍼의 하단 소정영역에 형성되고, 감지 구조물의 수직방향 변위를 측정하는 수직 변위 감지 고정전극을 포함한다. 본 발명에 의하면, 감지 질량체의 수직변위를 감지하기 위한 감지전극을 캡 웨이퍼에 구성함으로써, 공정 단계가 단축되고 신뢰성이 향상된 수직형 MEMS 자이로스코프를 제작할 수 있다. 또한, 수평형 자이로스코프와 동일한 공정으로 제작가능하므로, 수평형 1축과 수평형 2축을 동일 기관상에 구성하여 3축 MEMS 자이로스코프의 제작이 용이하다.

대표도

도 2

색인어

MEMS(Micro Electro-Mechanical System), 수평가진, 수직형 자이로스코프

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a는, 수평형 MEMS 자이로스코프의 단면도,

도 1b는, 수직 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 단면도,

도 2는, 본 발명에 따른 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 단면도,

도 3은, 수평 가진 X축 MEMS 자이로스코프에 있어서 MEMS 구조물의 구성을 보다 상세히 나타낸 평면도,

도 4는, 본 발명에 따른 수직 가진 수직형 MEMS 자이로스코프에 있어서, 수직변위 고정 감지전극의 구성을 나타내는 단면도, 그리고

도 5는, 본 발명 수직 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 공정을 나타내는 도면이다.

\* 도면의 주요부분에 대한 설명 \*

100, 200, 300 : 기관 110, 210, 310 : 지지대

120, 220, 320 : 구동 구조물 321 : 구동 질량체

322, 332 : 지지빔 323 : 구동전극

324 : 수평변위 감지전극 130, 230, 330 : 감지 구조물

331 : 감지 질량체 334 : 수직변위 감지전극

140, 240, 340 : 감지전극 앵커 150, 250, 350 : 캡 웨이퍼

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 각종 기기에서 발생하는 회전 각속도를 측정하기 위한 MEMS(Micro Electro-Mechanical System) 자이로스코프에 관한 것으로, 보다 상세하게는 구동 질량체의 운동과 감지 질량체의 운동이 상호 독립적으로 이루어지는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프에 관한 것이다.

일반적으로, 회전 각속도를 검출하기 위한 자이로스코프는 이미 오래전부터 선박, 항공기 등에서 항법장치용 핵심부품으로 사용되어 왔으며, 현재는 MEMS 기술의 발달로 자동차의 항법장치나, 또는 고배율 비디오 카메라의 손떨림을 검출하여 이를 보상하는 장치에도 사용되고 있다.

이와 같은 자이로스코프는, 제 1축 방향으로 일정하게 진동하는 질량체(mass)에 대해 수직인 제 2 축방향으로 일정 각속도의 회전을 받을 때 상기 두 축에 대해 직교하는 제 3 축방향으로 코리올리의 힘(Coriolis force)이 발생하는 원리를 이용하는 기기로서, 코리올리의 힘에 따른 감지 질량체의 변위를 정전용량(Capacitance)의 변화로 변경하여 회전 각속도를 검출한다.

자이로스코프는 코리올리힘을 발생시키고 또한 이를 감지하기 위해, 그 내부에 소정방향으로 진동가능한 질량체 및 감지전극을 구비하고 있다. 이하에서는, 자이로스코프 내의 질량체가 진동하는 방향을 '구동방향'이라 하고, 자이로스코프에 회전각속도가 입력되는 방향을 '입력방향'이라 하며, 질량체에 발생하는 코리올리힘을 감지하는 방향을 '감지방향'이라 한다.

구동방향과 입력방향 및 감지방향은 공간상에서 상호 직교하는 방향으로 설정된다. 통상적으로, MEMS 기술을 이용한 자이로스코프에서는, 기관의 판면에 평행하며 상호 직교하는 두 방향(이하 '수평방향'이라 한다.)과 기관의 판면에 수직인 한 방향(이하 '수직방향'이라 한다.)으로 구성된 세 방향으로 좌표축을 설정한다.

통상적으로 자이로스코프는 수평형(Z축) 자이로스코프와 수직형(X축 또는 Y축) 자이로스코프로 나뉜다. 수평형 자이로스코프는 구동방향 및 감지방향이 수평방향, 입력방향이 수직방향(Z축)인 자이로스코프이고, 수직형 자이로스코프는 입력방향이 X축 또는 Y축방향인 자이로스코프이다.

SOI(silicon on insulator)구조를 이용하는 종래의 수평형 자이로스코프는, 기관에 수직인 Z축 방향을 중심으로 입력되는 각속도만을 측정할 수 있으므로, 한 평면상에 2축의 각속도를 측정할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서, 다축 각속도를 감지할 수 있는 자이로스코프를 제작하고자 하는 경우, 수직으로 소자를 배치하는 조립공정이 추가로 필요하게 된다. 이것은 막대한 조립 비용을 초래하는 것은 물론, 성능, 신뢰성을 저해하는 문제점이 있다.

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 수평방향의 회전 각속도를 감지하는 수직형 MEMS 자이로스코프에 관한 연구가 진행되고 있는데, 수평방향(X축 또는 Y축)의 입력각속도를 측정하기 위해서는, 질량체를 수직으로 구동하는 구동전극을 구비하거나 혹은 질량체의 수직 변위를 감지하기 위한 감지전극을 구비하여야 한다.

수직방향의 구동전극 또는 감지전극을 제작하는 종래의 방법은, 기관상에 고정된 고정전극과 고정전극의 상부에 이격되어 있는 이동전극을 형성하는 방법이다. 이러한 전극이 구동전극으로 사용되는 경우에는 이동전극과 고정전극 사이에 가변되는 전압을 인가하여 이동전극을 구동하고, 감지전극으로 사용되는 경우에는 고정전극과 이동전극간의 거리에 따라 변화되는 정전력을 감지하여 각속도를 측정한다.

그러나, 이와 같은 구조를 갖는 전극은, 이동전극이 고정전극의 상부에 적층된 구조를 가지고 있으므로, 그 제작이 매우 어렵다는 단점이 있다. 즉, 상기와 같은 전극을 제작하기 위해서는, 먼저 기관상에 고정전극을 형성하는 공정을 수행한 후, 고정전극 위에 희생층(Sacrificial Layer)을 증착시킨다. 그리고 나서, 희생층 위에 이동전극을 형성하고 희생층을 제거한다. 이와 같이, 전극을 형성하기 위해 많은 수의 공정이 수행되어야 한다.

또한, 이동전극의 수직방향상의 변위를 정밀하게 측정하기 위해서는 이동전극과 고정전극 사이의 간격이 좁아야 하므로, 이동전극과 고정전극간의 점착 현상이 발생할 수 있다는 문제점도 가지고 있다.

도 1a는 수평형 MEMS 자이로스코프의 단면도이고, 도 1b는 수직 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 단면도이다. 도면을 참조하면, 기관(100, 200) 위에 지지대(110, 210)가 형성되고, 지지대에 고정된 구동구조물(120, 220), 감지구조물(130, 230) 및 전극 앵커(140, 240)로 구성된 MEMS 구조물이 기관 상부에 떠 있다. MEMS 구조물 상부에는 캡 웨이퍼(150, 250)가 진공챔버에서 접합되는데, 자이로스코프의 내부의 진공도 유지를 위해 충분한 공간확보를 위한 캡하부에 소정 공간(160, 260)을 형성한다. 구동 질량체 및 감지 질량체의 변위를 감지하기 위한 각각의 전극으로부터의 전기신호는 전극앵커(140, 240) 및 캡 웨이퍼(150, 160)에 형성된 관통홀(170, 270)을 통해 외부전극(180, 280)으로 출력된다.

수평형 MEMS 자이로스코프의 경우, 구동 질량체 및 감지 질량체의 변위를 감지하기 위한 각각의 감지전극은 구동 질량체 및 감지 질량체와 동일 평면상에 있게되고, 각각의 이동전극은 대응되는 질량체와 함께 수평방향으로 진동하게 된다.

그러나, 수직 가진 수평형 MEMS 자이로스코프의 경우는, 구동 질량체를 기관에 수직한 방향으로 구동시키기 위한 구동전극 및 구동 질량체의 변위 감지를 위한 감지전극의 구성이 감지 질량체의 감지전극의 구성과는 다르다. 구동 질량체의 측면에 형성된 콦구조의 구동전극 및 감지전극에 있어서는, 수직방향으로 진동하는 이동전극은 고정전극 보다 수직방향의 길이가 짧아야 한다. 따라서, 제조 공정이 복잡해지고, 수평형 MEMS 자이로스코프의 제작 공정과는 양립할 수 없는 단점이 있다. 또한, 구동 질량체의 측면에 형성되는 구동전극으로 구동 질량체를 수직방향으로 구동시키는데 이때 구동질량체의 변위는 상하 비선형적인 문제가 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은, 구동 질량체의 구동방향에 수직으로 가해지는 회전력에 의해 진동하는 감지 질량체의 변위를 감지하기 위한 감지전극을 캡 웨이퍼에 구성함으로써, 수평형 자이로스코프의 제작 공정과 동일한 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프 및 그 제작 방법을 제공하는데 있다.

**발명의 구성 및 작용**

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프는, 기관, 상기 기관 일영역의 상면에 고정되어 있는 지지대, 상기 지지대 상면에 고정되어 상기 기관에 평행하게 부상되어 있으며, 일영역이 상기 기관에 평행한 소정의 방향으로 진동가능한 구동 구조물, 상기 구동 구조물에 고정되어 상기 구동 구조물과 동일 평면상에 위치하며, 일영역이 상기 기관에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 구조물, 상기 구동 구조물 및 상기 감지 구조물의 상부에 위치하며 상기 기관과 접합되어 있는 캡 웨이퍼, 및 상기 캡 웨이퍼의 하단 소정영역에 형성되고, 상기 감지 구조물의 수직방향 변위를 측정하는 수직변위 감지 고정전극을 포함한다.

바람직하게는, 상기 구동 구조물은, 상기 기관에 평행한 소정의 방향으로 진동가능한 구동 질량체, 일면은 상기 지지대 상면에 고정되고 다른 일면은 상기 구동 질량체의 일측면에 고정되어, 상기 구동 질량체를 상기 소정의 수평방향으로 이동가능하도록 하는 복수의 지지빔, 상기 구동 질량체를 상기 소정의 수평방향으로 가진시키는 구동전극, 및 상기 구동 질량체의 수평방향 변위를 측정하는 수평변위 감지전극;을 포함한다.

바람직하게는, 상기 구동전극은, 콦구조의 형상을 가지며, 상기 지지대 상면에 고정되어 있는 고정 구동전극과 구동 질량체의 측면에 형성된 이동 구동전극으로 구성된다.

또한, 상기 수평변위 감지전극은, 콦구조의 형상을 가지며, 상기 지지대 상면에 고정되어 있는 수평변위 고정 감지전극과 구동 질량체의 측면에 형성된 수평변위 이동 감지전극으로 구성된다.

바람직하게는, 상기 감지 구조물은, 상기 기관에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 질량체, 일면은 상기 감지 질량체 일측면에 고정되고 다른 일면은 상기 구동 질량체의 일측면에 고정되어, 상기 감지 질량체가 상기 기관에 대해 수직방향으로 이동가능하도록 하는 복수의 지지빔 및 상기 감지 질량체의 수직방향 변위를 측정하는 수직변위 이동 감지전극을 포함한다.

바람직하게는, 상기 수직변위 이동 감지전극은, 상기 감지 질량체의 측면에 형성된 콦구조의 전극으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

바람직하게는, 상기 캡 웨이퍼는, 상기 기판과 상기 웨이퍼 내부의 진공도 유지를 위해 상기 수직변위 고정 감지전극 이외의 부분을 수직변위 고정 감지전극 부분보다 넓은 진공공간을 형성하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프는, 상기 지지대 상면에 배치되고, 상기 수직변위 고정 감지전극과 전기적으로 연결되는 감지전극 앵커(anchor)를 더 포함한다.

그리고, 상기 캡 웨이퍼는 관통홀(via)를 가지며, 감지전극 앵커는 상기 관통홀을 통해 외부전극과 전기적으로 연결된다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 방법은, 기판, 지지대, 감지전극 앵커, 일영역이 상기 기판에 대해 평행방향으로 진동가능한 구동 구조물, 및 일영역이 상기 기판에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 구조물을 포함하는 구조물 웨이퍼 형성 단계, 캡 웨이퍼 형성 단계, 상기 캡 웨이퍼 하단 일영역에 상기 감지 구조물의 수직방향 변위를 측정하기 위한 수직변위 고정 감지전극을 형성하는 단계, 상기 구조물 웨이퍼 및 상기 캡 웨이퍼를 양극 접합하는 단계, 및 상기 수직변위 고정 감지전극과 전기적으로 연결되는 외부 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

바람직하게는, 상기 구조물 웨이퍼 형성 단계는, 기판, 절연막, 및 도전막으로 적층된 다층막을 형성하는 단계, 상기 도전막에 구조물 마스크에 따라 에칭홀을 형성하는 단계, 및 상기 지지대 영역을 제외한 상기 절연막을 식각하여 제거하는 단계를 포함한다.

바람직하게는, 상기 캡 웨이퍼 형성 단계는, 상기 감지 구조물의 수직변위를 측정할 전극에 대응하는 전극 캡 패턴을 형성하는 단계, 상기 기판 및 상기 캡 웨이퍼의 내부 진공공간에 대응하는 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 캡 감지전극 앵커와 외부전극을 연결하기 위한 관통홀을 형성하는 단계를 포함한다.

바람직하게는, 상기 양극 접합하는 단계는, 상기 기판과 상기 웨이퍼 내부를 진공화 하기위해 진공챔버에서 실행하는 것을 특징으로 한다.

이하 도면을 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

도 2는 본 발명에 따른 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 단면을 개략적으로 나타낸 도면이다. 본 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프는, 기판(300), 지지대(310), 구동 구조물(320), 감지 구조물(330), 수직변위 고정 감지전극(334a), 캡 웨이퍼(350) 및 외부전극(380)으로 구성된다.

약 525 $\mu$ m 두께의 실리콘(si) 기판(300) 일영역 위에 MEMS 구조물을 지지하는 약 3 $\mu$ m 두께의 실리콘 산화막(sio<sub>2</sub>)으로 형성된 지지대(310)가 위치한다.

일부가 지지대(310) 상면에 고정되어 기판(300)에 평행하게 떠 있는 MEMS 구조물은, 구동 구조물(320), 감지 구조물(330), 및 감지전극 앵커(340)로 구성되며, 약 40 $\mu$ m 두께의 도전물질(Si)로 형성된다.

도 3은, 수평 가진 X축 MEMS 자이로스코프의 구동 구조물(320) 및 감지 구조물(330)의 구성을 나타내는 평면도이다. 구동 구조물(320)은 구동 질량체(321), 복수의 지지빔(322), 복수의 구동전극(323), 및 복수의 수평변위 감지전극(324)으로 구성된다.

MEMS 구조물에 어떠한 외력도 존재하지 않는 경우, 구동 질량체(321)는 Y축 방향으로 탄성력을 갖는 복수의 지지빔(322)에 의해 고정된채 기판(300) 상부에 떠 있다. 구동전극(323)은, 일부가 지지대(310) 상면에 고정되어 있는 고정 구동전극(323a) 및 구동 질량체(321)의 상하 측면에 설치되는 이동 구동전극(323b)으로 구성된 콤(comb)구조로 형성된다. 구동전극(323)에 교류전압이 인가되면, 구동 질량체(321)는 Y축 방향으로 진동한다. 이때 진동 주파수는 약 8 kHz가 되도록 설정한다. 수평방향 감지전극(324)은, 일부가 지지대(310) 좌우 상면에 고정되어 있는 수평변위 고정 감지전극(324a) 및 구동 질량체(321)의 좌우 측면에 설치되는 수평변위 이동 감지전극(324b)으로 구성된 콤구조로 형성된다. 구동 질량체(321)가 Y축방향으로 진동하면, 수평변위 이동 감지전극(324b)도 구동 질량체(321)와 같이 Y축 방향으로 진동한다. 수평변위 감지전극(324)은, 수평변위 고정 감지전극(324a)와 수평변위 이동 감지전극(324b)의 상대거리의 변화에 따른 양 전극 사이의 정전용량 변화를 감지한다.

감지 구조물(330)은 감지 질량체(331), 복수의 지지빔(332), 및 수직변위 이동 감지전극(334b)으로 구성된다. 구동 질량체(321)와 Z축 방향으로 탄성을 갖는 복수의 지지빔(332)으로 연결된 감지 질량체(331)는, 구동 질량체와 동일 평면상에 위치하고, 구동 질량체(321)가 가진다면 구동 질량체(321)와 함께 Y축 방향으로 진동한다. Y축 방향으로 진동중인 구동 질량체(321) 및 감지 질량체(331)에 X축 방향으로 회전하는  $\Omega$ 의 각속도를 갖는 외력이 입력되면, 구동 질량체(321) 및 감지 질량체(331)는 Z축 방향으로 코리올리힘을 받는다. Z축 방향으로 탄성을 갖는 복수의 지지빔(332)에 연결된 감지 질량체(331)만이 상기의 코리올리힘을 받아 Z축 방향으로 진동한다.

도 4는, 수직변위 고정 감지전극의 단면도이다. 수직변위 감지전극(334)는 감지 질량체(331)의 수직변위를 감지하기 위한 것으로, 캡 웨이퍼(350) 하부에 형성되는 수직변위 고정 감지전극(334a)와 감지 질량체(331) 측면에 형성되는 수직변위 이동 감지전극(334b)으로 구성된다. 감지 질량체(331)가 진동함에 따라 양 전극간 간격(d)에 반비례하는 양 전극간의 정전용량이 가변하게 된다. 이 정전용량의 변화량을 측정하여 감지 질량체(331)의 수직(Z축) 변위 및 코리올리힘을 산출한다.

상기에서 Z축 방향으로 작용하는 코리올리힘은, 구동 질량체의 Y축 방향으로의 이동속도와 외력에 의한 X축 회전각속도의 외적에 비례한다. 따라서, 상기 두 감지전극(324, 334)에서 측정된 정전용량으로부터 코리올리힘 및 질량체의 이동속도의 산출이 가능하므로 외부 입력 회전 각속도를 알 수 있다.

MEMS구조물은, 초소형인 관계로 미세한 먼지 등에 의한 오염 또는 미세한 주변의 전기적 신호에 대해서도 민감하게 반응하기 때문에, MEMS구조물이 형성된 기관(300) 상면으로 유리와 같은 물질로 형성된 캡 웨이퍼(350)를 접합한다. 또한 본 발명에서는 미세 소자를 수 kHz로 진동시켜야 하기 때문에 소자의 안정적 작동을 위해 내부공간(360)의 진공상태가 요구된다. 따라서, 수평변위 고정 감지전극(334b) 부분 이외의 캡 웨이퍼 영역을 깊게 형성하여 일정 진공도를 유지하도록 한다. 또한, 캡 웨이퍼의 하부면(355)에 타이타늄(Ti)등과 같은 게터물질(gatter material)로 막을 형성하여 공기 및 먼지 등을 흡착하도록 한다.

구동 질량체(321) 및 감지 질량체(331)가 Y축 방향으로 진동중에 X축으로 회전하는 각속도  $\Omega$ 의 회전력이 입력되면, 감지 질량체(331)는 Z축 방향으로 코리올리힘을 받아 Z축 방향으로 진동을 하게 된다. 감지 질량체(331)의 Z축 방향 변위를 측정하기 위해 감지 질량체(331)의 내부 측면에 콧구조의 수직변위 이동 감지전극(334b)이 형성되고, 감지 구조물(330) 상부에 대응하는 캡 웨이퍼(350) 하단면에 수직변위 고정 감지전극(334a)이 형성된다. 지지대(310) 상면에 위치하는 감지전극 앵커(340)는 도전물질(Si)로 형성되며, 수직변위 이동 감지전극(334b)과 전기적으로 연결되어 캡 웨이퍼(350)의 관통홀(370)를 통해 외부전극(380)으로 전기신호를 출력한다.

도 5a 내지 도 5h는 본 발명에 따른 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작공정을 나타내는 도면이다. 도면을 참조하면, 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 공정은, 구조물 웨이퍼 형성 단계(도 5a, 도 5b), 캡 웨이퍼 형성 단계(도 5c 내지 도 5e), 수직변위 고정 감지전극을 형성하는 단계(도 5f), 구조물 웨이퍼 및 캡 웨이퍼를 양극 접합하는 단계(도 5g) 및 외부 전극을 형성하는 단계(도 5h)로 이루어진다.

기관, 지지대, MEMS 구조물을 형성하기 위한 구조물 웨이퍼 형성 단계는, 기관(400), 절연막(410), 및 도전막(415)으로 적층된 다층막을 형성하는 단계(도 5a), 도전막(415)에 구조물 마스크에 따라 에칭홀을 형성하는 단계, 및 지지대 영역을 제외한 상기 절연막(410)을 식각하여 제거하는 단계(도 5b)를 포함한다.

다층막을 형성하는 단계는, 약 525  $\mu\text{m}$  두께의 실리콘 기관(400) 위에 절연막(410)을 형성하기 위하여, 고온(800~1200)에서 산소나 수증기를 실리콘 기관(400) 표면과 화학반응시켜 약 3  $\mu\text{m}$  두께의 실리콘 산화막( $\text{SiO}_2$ )을 형성한 후, 그 상부에 약 40  $\mu\text{m}$  두께의 MEMS 구조물을 형성할 실리콘 도전막(415)을 형성하는 단계로 이루어진다.

다음으로, MEMS 구조물의 패턴을 그린 마스크를 제작하고, 마스크의 형상에 따라 도전막에 에칭홀을 형성한다. 구동 구조물(420), 감지 구조물(430), 및 감지전극 앵커(440)로 구성되는 MEMS구조물을 형성하기 위해, 화학물질이나 반응성 가스를 사용하여 지지대 이외의 부분을 선택적으로 식각하여 제거한다.

캡 웨이퍼를 형성하는 단계는, 전극 갭 패턴을 형성하는 단계(도 5c), 진공공간을 형성할 패턴을 형성하는 단계(도 5d), 및 관통홀을 형성하는 단계(도 5e)를 포함한다.

유리 기관(450)을 식각하여 MEMS 구조물의 수직변위 고정 감지전극(434a)이 형성될 패턴을 형성(도 5c)한후, 내부의 진공도를 유지하기에 충분한 공간 확보를 위해 이에 대응하는 패턴(455)을 형성(도 5e)한다. MEMS 구조물의 감지전극 앵커에 대응되는 위치에 관통홀(470)을 형성(도 5f)하여 감지전극 앵커가 외부전극(480)과 연결되도록 한다.

캡 웨이퍼 하부에 전극을 형성하기 위해, 캡 웨이퍼 하부의 수직변위 고정 감지전극(434a) 영역과 그 이외의 소정 영역(455)에 타이타늄(Ti)층을 형성한다. 수직변위 고정 감지전극(434a) 이외 영역(455)의 타이타늄(Ti)층은, 본 장치의 내부공간의 진공도 유지와 먼지 등을 흡착하는 역할을 한다.

MEMS 구조물의 안정적 작동을 위해, 두 웨이퍼 내부 공간(460)을 소정의 진공도로 유지할 필요가 있다. 따라서, 구조물 웨이퍼와 캡 웨이퍼를 양극 접합함에 있어서는, 진공챔버 내에서 수행한다.

**발명의 효과**

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 감지 질량체의 수직변위를 감지하기 위한 감지전극을 캡 웨이퍼에 구성함으로써, 공정 단계가 단축되고 신뢰성이 향상된 수직형 MEMS 자이로스코프를 제작할 수 있다. 또한, 수평형 자이로스코프와 동일한 공정으로 제작하므로, 수평형 1축과 수평형 2축을 동일 기관상에 구성하여 3축 MEMS 자이로스코프를 제작하기 용이하다.

이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예들에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

기관;

상기 기관 일영역의 상면에 고정되어 있는 지지대;

상기 지지대 상면에 고정되어 상기 기관에 평행하게 부상되어 있으며, 일영역이 상기 기관에 평행한 소정의 방향으로 진동가능한 구동 구조물;

상기 구동 구조물에 고정되어 상기 구동 구조물과 동일 평면상에 위치하며, 일영역이 상기 기관에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 구조물;

상기 구동 구조물 및 상기 감지 구조물의 상부에 위치하며 상기 기관과 접합되어 있는 캡 웨이퍼; 및

상기 캡 웨이퍼의 하단 소정영역에 형성되고, 상기 감지 구조물의 수직방향 변위를 측정하는 수직변위 감지 고정전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 구동 구조물은,

상기 기관에 평행한 소정의 방향으로 진동가능한 구동 질량체;

일면은 상기 지지대 상면에 고정되고 다른 일면은 상기 구동 질량체의 일측면에 고정되어, 상기 구동 질량체를 상기 소정의 수평방향으로 이동가능하도록 하는 복수의 지지빔;

상기 구동 질량체를 상기 소정의 수평방향으로 가진시키는 구동전극; 및

상기 구동 질량체의 수평방향 변위를 측정하는 수평변위 감지전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

## 청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 구동전극은,

콤팩트 구조의 형상을 가지며, 상기 지지대 상면에 고정되어 있는 고정 구동전극과 구동 질량체의 측면에 형성된 이동 구동전극으로 구성되는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

## 청구항 4.

제 2항에 있어서,

상기 수평변위 감지전극은,

콤팩트 구조의 형상을 가지며, 상기 지지대 상면에 고정되어 있는 수평변위 고정 감지전극과 구동 질량체의 측면에 형성된 수평변위 이동 감지전극으로 구성되는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

## 청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 감지 구조물은,

상기 기관에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 질량체;

일면은 상기 감지 질량체 일측면에 고정되고 다른 일면은 상기 구동 질량체의 일측면에 고정되어, 상기 감지 질량체가 상기 기관에 대해 수직방향으로 이동가능하도록 하는 복수의 지지빔; 및

상기 감지 질량체의 수직방향 변위를 측정하는 수직변위 이동 감지전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

#### 청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 수직변위 이동 감지전극은,

상기 감지 질량체의 측면에 형성된 콤구조의 전극으로 구성되는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

#### 청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 캡 웨이퍼는,

상기 기판과 상기 웨이퍼 내부의 진공도 유지를 위해 상기 수직변위 고정 감지전극 이외의 부분을 수직변위 고정 감지전극 부분보다 넓은 진공공간을 형성하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

#### 청구항 8.

제 1항에 있어서,

상기 지지대 상면에 배치되고, 상기 수직변위 고정 감지전극과 전기적으로 연결되는 감지전극 앵커(anchor)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

#### 청구항 9.

제 1항에 있어서,

상기 캡 웨이퍼는 관통홀(via)를 가지며, 감지전극 앵커는 상기 관통홀을 통해 외부전극과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프.

#### 청구항 10.

기판, 지지대, 감지전극 앵커, 일영역이 상기 기판에 대해 평행방향으로 진동가능한 구동 구조물, 및 일영역이 상기 기판에 대해 수직방향으로 진동가능한 감지 구조물을 포함하는 구조물 웨이퍼 형성 단계;

캡 웨이퍼 형성 단계;

상기 캡 웨이퍼 하단 일영역에 상기 감지 구조물의 수직방향 변위를 측정하기 위한 수직변위 고정 감지전극을 형성하는 단계;

상기 구조물 웨이퍼 및 상기 캡 웨이퍼를 양극 접합하는 단계; 및

상기 수직변위 고정 감지전극과 전기적으로 연결되는 외부 전극을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 방법.

#### 청구항 11.

제 10항에 있어서,

상기 구조물 웨이퍼 형성 단계는,

기판, 절연막, 및 도전막으로 적층된 다층막을 형성하는 단계;

상기 도전막에 구조물 마스크에 따라 에칭홀을 형성하는 단계; 및

상기 지지대 영역을 제외한 상기 절연막을 식각하여 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 방법.

**청구항 12.**

제 10항에 있어서,

상기 캡 웨이퍼 형성 단계는,

상기 감지 구조물의 수직변위를 측정할 전극에 대응하는 전극 캡 패턴을 형성하는 단계;

상기 기판 및 상기 캡 웨이퍼의 내부 진공공간에 대응하는 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 캡 감지전극 앵커와 외부전극을 연결하기 위한 관통홀을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 방법.

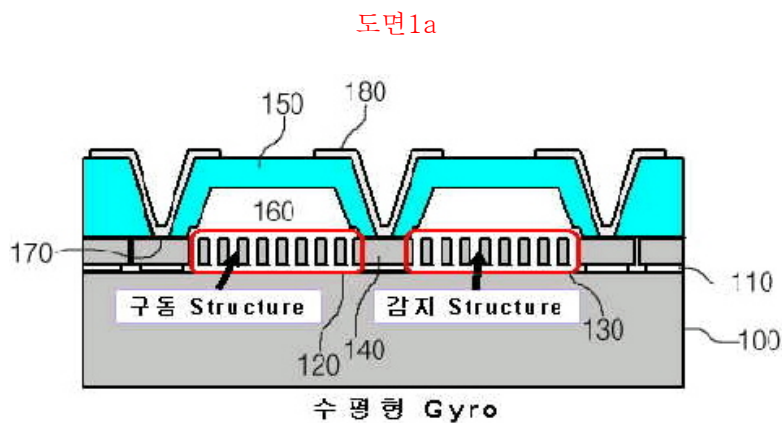
**청구항 13.**

제 10항에 있어서,

상기 양극 접합하는 단계는,

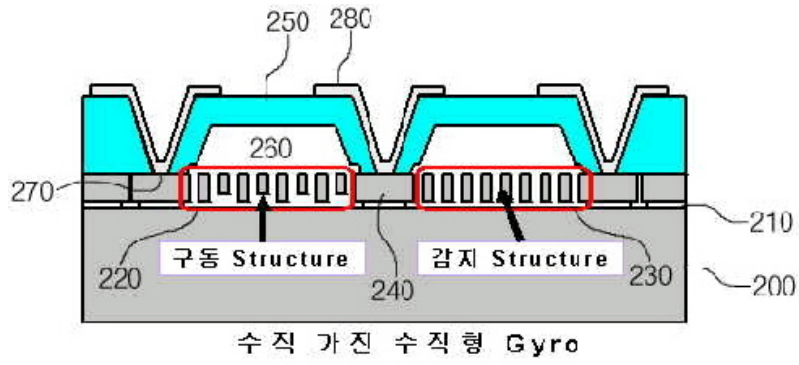
상기 기판과 상기 웨이퍼 내부를 진공화 하기위해 진공챔버에서 실행하는 것을 특징으로 하는 수평 가진 수직형 MEMS 자이로스코프의 제작 방법.

**도면**

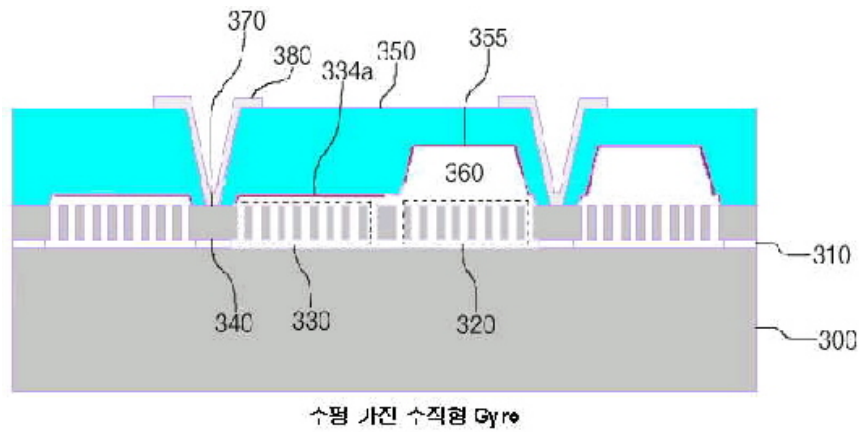




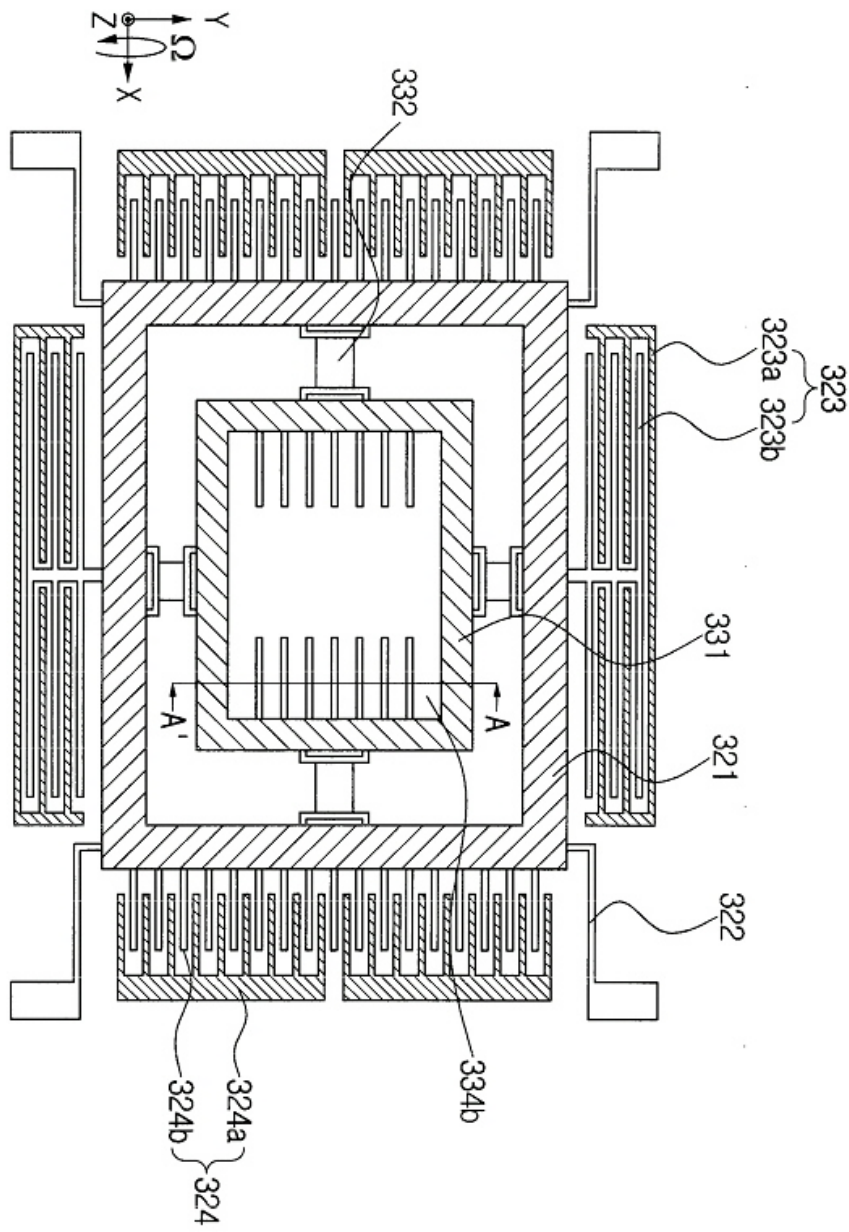
도면1b



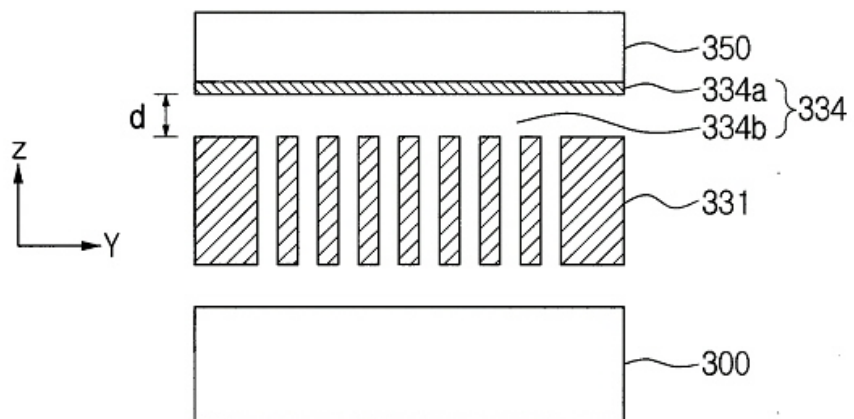
도면2



도면3



도면4



도면5

