

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021년 9월 16일 (16.09.2021) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호
WO 2021/182813 A2

(51) 국제특허분류:
G01J 5/20 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/002799

(22) 국제출원일: 2021년 3월 8일 (08.03.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보: 10-2020-0029504 2020년 3월 10일 (10.03.2020) KR

(71) 출원인: 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로, 291, Daejeon (KR).

(72) 발명자: 오재섭 (OH, Jae-Sub); 34141 대전시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR). 이종권 (LEE,

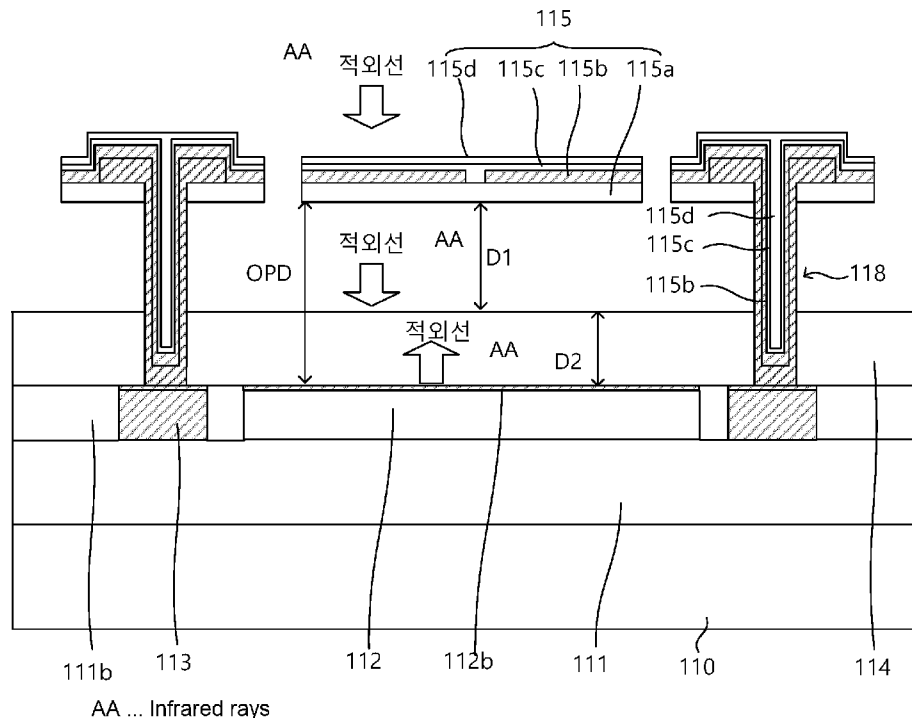
Jong-Kwon); 34141 대전시 유성구 대학로, 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR). 박종철 (PARK, Jongcheol); 34141 대전시 유성구 대학로, 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR). 김태현 (KIM, Tae-Hyun); 34141 대전시 유성구 대학로, 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR). 김광희 (KIM, Kwang-Hee); 34141 대전시 유성구 대학로, 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 누리 (NURY PATENT LAW FIRM); 06131 서울시 강남구 테헤란로 25길 15-5, 4층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW,

(54) Title: BOLOMETER MEMS DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING BOLOMETER MEMS DEVICE

(54) 발명의 명칭: 볼로미터 멤스 소자 및 볼로미터 멤스 소자의 제조 방법



(57) Abstract: A MEMS device according to an embodiment of the present invention comprises a lower substrate and an infrared sensor formed on the lower substrate. The infrared sensor comprises: a metal pad formed on the upper surface of the lower substrate and electrically connected to a detection circuit; a reflective layer arranged flush with the metal pad, formed on the upper surface of the lower substrate, and reflecting an infrared band; a transmissive layer arranged to cover the reflective layer and changing an optical path distance; an absorption plate formed above the transmissive layer while being spaced apart therefrom, and absorbing infrared rays to change resistance; and an anchor formed on the metal pad to support the absorption plate and electrically connect the metal pad to the absorption plate. The distance between the upper surface of the reflective layer and the lower surface of the absorption plate is less

KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역 내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

than a quarter wavelength at a specific infrared wavelength.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자는, 하부 기관; 및 상기 하부 기관에 형성된 적외선 센서를 포함한다. 상기 적외선 센서는, 상기 하부 기관의 상부면에 형성되어 검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드; 상기 금속 패드와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기관의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층; 상기 반사층을 덮도록 배치되고 광경로 거리를 변경하는 투과층; 상기 투과층의 상부에 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판; 및 상기 금속 패드의 상부에 형성되어 상기 흡수판을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커를 포함한다. 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작다.

명세서

발명의 명칭: 볼로미터 멤스 소자 및 볼로미터 멤스 소자의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 볼로미터 MEMS 소자에 관한 것으로, 더 구체적으로 넓은 적외선 대역에서 높은 흡수도를 가진 적외선 센서 멤스 소자에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 볼로미터는 적외선 센서의 한 종류이다. 상기 볼로미터는 하부 기판에 형성된다. 상기 볼로미터는 입사되는 적외선을 흡수한다. 볼로미터의 흡수판의 온도가 상승하면, 온도 상승에 인한 저항층의 저항 변화가 검출되고, 저항 변화로부터 적외선의 에너지가 측정된다.
- [3] 캡 기판은 하부 기판과 별도의 상부 기판을 포함하고, 상기 캡 기판은 상기 하부 기판과 웨이퍼 본딩되어 캐비티를 형성하면서 패키징된다.
- [4] 기존 마이크로 볼로미터는 적외선 흡수도를 높이기 위하여 흡수판과 반사판 사이의 거리가 특정 적외선의 1/4 파장을 가지는 구조를 채택한다. 따라서, 기존 마이크로 볼로미터는 특정 적외선의 파장에서 최대 흡수도를 가진다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 반사층 상에 투과층을 배치하여 흡수율이 향상되고, 기구적 안정성이 향상된 볼로미터 멤스 소자를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자는, 하부 기판; 및 상기 하부 기판에 형성된 적외선 센서를 포함한다. 상기 적외선 센서는, 상기 하부 기판의 상부면에 형성되어 검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드; 상기 금속 패드와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기판의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층; 상기 반사층을 덮도록 배치되고 광경로 거리를 변경하는 투과층; 상기 투과층의 상부에 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판; 및 상기 금속 패드의 상부에 형성되어 상기 흡수판을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커를 포함한다. 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작다.
- [7] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 광 경로 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 에 대응한다.
- [8] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 실리콘 산화막이고, 상기 투과층의 두께는 0.17 μm 내지 0.53 μm 일 수 있다.

- [9] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 실리콘 질화막이고, 상기 투과층의 두께는 0.30 μm 내지 0.90 μm 일 수 있다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 비정질 실리콘막이고, 상기 투과층의 두께는 0.14 μm 내지 0.43 μm 일 수 있다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 나노 구조 패턴을 포함하고, 상기 나노 구조 패턴은 복수의 홀들 또는 복수의 트렌치들을 포함할 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 그 상부면에 함몰된 구조를 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 앵커의 하부는 상기 투과층에 매몰될 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자의 제조 방법은, 하부 기판에 절연층을 형성하는 단계; 상기 절연층 상에 반사층과 금속 패드를 형성하는 단계; 상기 반사층의 측면에 보조 층간 절연막을 형성하고 상기 반사층과 금속 패드의 상부면을 노출시키는 단계; 상기 금속 패드, 상기 반사층 및 상기 보조 층간 절연막 상에 투과층을 형성하는 단계; 및 상기 금속 패드에 연결된 앵커 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커에 의하여 지지되는 흡수판을 형성하는 단계를 포함한다,
- [15] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반사층의 측면에 보조 층간 절연막을 형성하고 상기 반사층과 금속 패드의 상부면을 노출시키는 단계는, 상기 금속 패드 및 상기 반사층 상에 보조 층간 절연막을 증착하고 상기 보조 층간 절연막의 상부를 제거하여 상기 금속 패드 및 상기 반사층을 노출시킬 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 패드에 연결된 앵커 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커에 의하여 지지되는 흡수판을 형성하는 단계는, 상기 투과층 상에 희생층 및 제1 절연층을 형성한 후 상기 금속 패드를 노출하는 콘택 홀을 형성하는 단계; 상기 콘택 홀이 형성된 상기 하부 기판 상에 앵커 도전막을 증착하고 상기 앵커 도전막을 패터닝하여 상기 콘택 홀을 채우는 앵커를 형성하는 단계; 상기 앵커가 형성된 하부 기판 상에 흡수층을 형성하고 상기 흡수층을 패터닝하여 분리하는 단계; 상기 흡수층 상에 저항층 및 제2 절연층을 형성하고 상기 제2 절연층, 상기 저항층, 상기 흡수층, 및 상기 제1 절연층을 패터닝하여 상기 희생층을 노출시키는 단계; 및 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 투과층은 비정질 실리콘, 실리콘 산화막 및 실리콘 질화막 중에서 적어도 하나를 포함하고, 상기 희생층은 비정질 카본층 또는 폴리이미드층일 수 있다.

발명의 효과

- [18] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자는 반사층 상에 투과층을 배치하여, 흡수판과 반사층 사이의 광경로 거리를 특정 적외선의 1/4 파장으로 유지하면서,

흡수판과 반사층 사이의 물리적 거리는 특정 적외선의 1/4 파장 미만을 제공한다. 이에 따라, 반사층 상부에 배치된 투과층은 적외선 흡수율을 증가시킨다. 또한, 하부 기판의 상부면에서 돌출된 앵커의 높이는 감소되어, 하부 기판과 접합되는 상부 기판의 케비티의 깊이를 감소시킨다. 또한, 돌출된 앵커의 높이가 감소됨에 따라 구조적 안정성이 향상된다.

- [19] 상기 흡수판과 상기 반사층 사이의 거리는 고정되나, 반사층 상부에 배치된 투과층은 위치에 따라 두께를 변경하여 적외선 광대역 흡수 구조를 제공할 수 있다. 상기 멤스 소자의 투과층은 곡면 또는 계단 형태를 가진다. 이에 따라, 상기 멤스 소자의 반사층과 흡수판 사이의 광경로 거리는 위치에 따라 달라짐으로써 보다 넓은 파장 대역의 적외선을 흡수할 수 있다. 상기 멤스 소자는 높은 흡수 효율을 제공하여 측정 감도를 증가시킬 수 있다.

- [20] 또한, 투과층은 홀이나 트렌치 형태의 나노 구조 패턴을 포함하고, 이러한 나노 구조 패턴은 투과층 자체의 굴절률보다 낮은 유효 굴절율을 제공하여 투과층의 상부면에서의 반사를 억제시키어, 반사층 상부에 배치된 투과층은 적외선 흡수율을 증가시킨다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.
 [22] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자의 센서 기판을 설명하는 사시도이다.
 [23] 도 2b는 도 2a의 A-A' 선을 따라 자른 단면도이다.
 [24] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예들에 따른 멤스 소자의 흡수율을 나타내는 결과들이다.
 [25] 도 4a 내지 도 4i는 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자의 제조 방법을 설명하는 단면도들이다.
 [26] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.
 [27] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 웨이퍼 레벨 진공 패키징은 MEMS 소자 기판과 캡 기판(cap wafer)을 접합한다. 상기 MEMS 소자 기판은 볼로미터와 같은 적외선 센서와 판독집적회로(Readout integrated circuits; ROIC)를 포함할 수 있다. 상기 캡 기판(cap wafer)은 MEMS 소자 기판과 접합되어 진공 케비티를 생성하고, 외부 적외선 광이 투과할 수 있는 창문을 제공한다.
- [29] 볼로미터는 외부로부터 입사되는 적외선을 적외선 흡수층에 전달하고, 적외선 흡수층의 온도가 상승하면, 적외선 흡수층의 온도 상승은 저항층의 저항 변화를 유발한다. 상기 저항층의 저항 변화는 판독 집적회로를 통하여 적외선의 에너지로 변환된다.
- [30] 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자는 반사층 상에 투과층을 삽입하여

반사층과 흡수판 사이의 광경로 거리가 1/4 파장인 조건을 만족하면서 상기 흡수판의 흡수율을 증가시킨다. 이에 따라, 상기 흡수판의 흡수율은 증가하여 적외선 센서의 감도가 증가한다. 또한, 반사층과 흡수판 사이의 물리적 거리는 1/4 파장 미만으로 유지된다. 또한, 하부 기판에서 돌출된 앵커는 높이가 감소하여, 상부 기판의 캐비티의 깊이를 감소시킬 수 있다. 또한, 투과층에 매몰된 앵커는 구조적 안정성을 향상시킨다.

- [31] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 실험 조건, 물질 종류 등에 의하여 본 발명이 제한되거나 한정되지는 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다. 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [32] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.
- [33] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자의 센서 기판을 설명하는 사시도이다.
- [34] 도 2b는 도 2a의 A-A' 선을 따라 자른 단면도이다.
- [35] 도 1, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 멤스 소자(100)는, 적외선 센서(103)를 구비한 센서 기판(102); 및 상기 센서 기판(102)과 웨이퍼 접합되어 캐비티(104)를 구성하는 캡 기판(101)을 포함한다.
- [36] 상기 캡 기판(101)은, 상부 기판(120); 상기 상부 기판(120)의 하부면에서 함몰된 캐비티 영역(150) 내에 배치된 게터(170); 상기 상부 기판(120)의 하부면에서 상기 캐비티 영역(150)보다 돌출되고 상기 상부 기판(120)과 동일한 구조와 재질을 가지고 상기 캐비티 영역(150)을 감싸도록 배치된 격벽(180); 상기 상부 기판(120)의 하부면에서 상기 캐비티 영역(150)의 배치평면보다 더 함몰되고 상기 격벽(180)을 감싸도록 배치된 리세스 영역(160); 및 상기 격벽(180)의 하부면에 배치된 상부 본딩 패드(182);를 포함한다.
- [37] 상기 센서 기판(102)은, 하부 기판(110); 상기 하부 기판(110)에 형성되고 상기 상부 기판(120)의 상기 캐비티 영역(150)을 마주보도록 배치된 적외선 센서(103); 및 상기 상부 본딩 패드(182)와 정렬되고 상기 적외선 센서(103)를 감싸도록 배치된 하부 본딩 패드(116);를 포함한다. 상기 상부 기판(120) 및 상기 하부 기판(110)은 실리콘 기판이다.
- [38] 상기 캡 기판(101)은 상기 상부 기판(120), 상기 상부 기판의 하부면에서 돌출된 격벽(180) 및 상기 캐비티 영역(150)에 형성된 게터(170)를 포함할 수 있다. 상기

- 캡 기관(101)은 상기 센서 기관(102)과 접합되어 캐비티(104)를 형성한다. 상기 캐비티(104)는 진공 상태로 유지될 수 있다.
- [39] 상기 상부 기관(120)은 실리콘 기관일 수 있다. 상기 상부 기관(120)은 캐비티 영역(150), 격벽(180), 리세스 영역(160), 및 절단 부위(184)를 형성하기 위한 기관으로 동작한다. 상기 상부 기관(120)은 상기 캐비티(104)에 진공이 형성된 경우에도 충분히 견딜 수 있도록 수백 마이크로미터 이상의 두께를 가질 수 있다.
- [40] 상기 캐비티 영역(150)은 상기 센서 기관(102)에 의하여 밀봉된 상기 캐비티(104)를 제공할 수 있다. 상기 캐비티 영역(150)의 함몰된 깊이(h1)는 수 마이크로미터 내지 수백 마이크로미터 일 수 있다. 상기 캐비티 영역(150)의 함몰된 깊이(h1)는 상기 적외선 센서(103)의 높이에 의존할 수 있다. 통상적으로, 20 μm 의 적외선 파장을 검출하는 경우에는, 상기 적외선 센서(103)의 높이는 약 적외선 파장의 1/4 배(5 μm)일 수 있다. 따라서, 상기 캐비티 영역의 함몰된 깊이(h1)는 상기 적외선 센서(103)의 높이보다 클 수 있다.
- [41] 상기 격벽(180)은 캐비티 영역(150)과 리세스 영역(160)을 구분하며, 상기 상부 기관(120)의 하부면에서 돌출될 수 있다. 상기 격벽(180)은 캐비티 영역(150)을 감싸도록 배치되어 상기 캐비티(104)를 제공할 수 있다. 상기 격벽(180)의 높이는 상기 캐비티 영역의 함몰된 깊이(h1)와 같고, 상기 리세스 영역(160)의 함몰된 깊이(h2)를 가질 수 있다.
- [42] 상기 리세스 영역(160)의 함몰된 깊이(h2)는 상기 캐비티 영역의 함몰된 깊이(h1)보다 크고, 수 마이크로미터 내지 수백 마이크로미터 일 수 있다. 상기 리세스 영역(160)의 함몰된 깊이(h2)가 증가함에 따라, 절단될 상부 기관의 두께가 감소한다. 깊이 차이(h2-h1)는 수백 마이크로미터일 수 있다. 상기 센서 기관(102)의 외부 연결 패드(117)는 상기 리세스 영역(160)의 절단에 의하여 노출될 수 있다.
- [43] 상부 본딩 패드(182)는 상기 격벽(180)에 배치될 수 있다. 상기 상부 본딩 패드(182)는 유테틱 본딩(Eutectic Bonding)을 수행할 수 있다. 상기 상부 본딩 패드(182)는 Au, In, Cu, Sn의 합금일 수 있다.
- [44] 게터(170)는 함몰된 캐비티 영역(150) 내에 배치될 수 있다. 상기 게터(170)는 금속 또는 금속 합금일 수 있다. 상기 게터는 Ti, Zr, Fe, Co, Al, V 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 게터(170)는 수분 또는 불순물 흡착하여 진공 상태를 유지할 수 있다.
- [45] 절단 부위(184)는 상기 상부 기관(120)의 절단된 부위이다. 상기 절단 부위(184)는 리세스 영역(160)에 배치되고 상기 하부 기관(110)에 배치된 외부 연결 패드(117)를 노출시킬 수 있다. 기관 절단은 소잉(sawing) 또는 레이저 다이싱(laser dicing) 방법을 사용할 수 있다.
- [46] 상기 센서 기관(102)은, 하부 기관(110); 상기 하부 기관(110)에 형성되고 상기 상부 기관(120)의 상기 캐비티 영역(150)을 마주보도록 배치된 적외선 센서(103);

및 상기 상부 본딩 패드(182)와 정렬되고 상기 적외선 센서(103)를 감싸도록 배치된 하부 본딩 패드(116);를 포함한다. 상기 상부 기관(120) 및 상기 하부 기관(110)은 실리콘 기관이다.

- [47] 상기 센서 기관(102)은 하부 기관(110); 및 상기 하부 기관(110)에 형성된 적외선 센서(103)를 포함한다. 상기 적외선 센서(103)는, 상기 하부 기관(110)의 상부면에 형성되어 검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드(113); 상기 금속 패드와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기관의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층(112); 상기 반사층(112) 및 상기 금속 패드(113)를 덮도록 배치되어 광경로 거리를 변경하는 투과층(114); 상기 투과층(114)의 상부에서 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판(115); 및 상기 금속 패드(113)의 상부에 형성되어 상기 흡수판(115)을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커(118)를 포함한다. 상기 반사층(112)의 상부면과 상기 흡수판(115)의 하부면 사이의 물리적 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작다.
- [48] 상기 하부 기관(110)은 실리콘 기관일 수 있다. 상기 하부 기관(110)은 적외선 센서를 구동하는 판독 집적 회로(readout integrated circuit ; ROIC)를 포함할 수 있다. 상기 판독 집적 회로는 CMOS일 수 있다. 상기 판독 집적 회로가 형성된 상기 하부 기관(110) 상에 절연층(111)이 배치된다.
- [49] 상기 절연층(111)은 상기 하부 기관(110)에 형성된 판독 집적 회로와 적외선 센서(103)를 서로 절연시킬 수 있다. 상기 절연층(111)은 실리콘 산화막일 수 있다.
- [50] 상기 하부 본딩 패드(116)는 상기 투과층(114) 상에 배치되고 상기 적외선 센서(103)를 감싸도록 배치될 수 있다. 상기 하부 본딩 패드(116)는 상기 상부 본딩 패드(182)와 마주보는 위치에 배치되고 상기 상부 본딩 패드(182)와 결합되어 상기 캐비티(104)를 실링할 수 있다. 상기 하부 본딩 패드(116)는 상기 상부 본딩 패드(182)와 유테틱 본딩(Eutectic Bonding)을 수행할 수 있다. 상기 하부 본딩 패드(116)는 Au, In, Cu, Sn의 합금일 수 있다.
- [51] 외부 연결 패드(117)는 투과층이 제거되어 노출될 수 있다. 상기 외부 연결 패드(117)는 상기 하부 본딩 패드(116)의 외측에 배치되고 외부 회로와 전기적 연결을 수행할 수 있다. 상기 외부 연결 패드(117)는 Al, Cu, 또는 이들의 합금일 수 있다. 상기 외부 연결 패드(117)는 그 표면에 보호층을 포함할 수 있다. 상기 보호층은 Ti, TiN일 수 있다. 상기 보호층은 외부 연결 패드(117)의 산화 방지 및 확산 방지 기능을 수행할 수 있다.
- [52] 상기 적외선 센서(103)는 마이크로볼로미터(Microbolometer)일 수 있다. 상기 적외선 센서(103)는 매트릭스 형태로 배열된 복수의 단위 셀을 포함할 수 있다. 각 단위 셀은 하나의 픽셀로 동작할 수 있다. 각각의 단위 셀은 평면도 상에서 사각형 구조일 수 있다. 상기 흡수판(115)은 공중에 떠 있고 캔틸레버(cantilever, 119)에 의하여 상기 앵커(118)에 지지될 수 있다.

- [53] 금속 패드(113)는 상기 하부 기관(110)의 내부에 형성된 관독 집적회로와 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 금속 패드(113)는 Al과 같은 금속으로된 금속층과 Ti/TiN을 포함하는 보호층을 포함할 수 있다. 상기 금속 패드(113)는 상기 앵커(118)를 통하여 상기 흡수판(115)의 저항 변화를 검출할 수 있는 전기적 연결을 제공할 수 있다.
- [54] 반사층(112)은 상기 흡수판(115)과 빈 공간을 사이에 두고 이격되어 배치되고, 상기 흡수판(115)을 투과한 적외선을 반사하여 다시 흡수판(115)에 제공할 수 있다. 상기 반사층(112)은 표피 깊이(skin depth) 이상의 두께를 가지는 금속 또는 금속 합금으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 반사층(112)은 알루미늄으로 형성될 수 있다. 상기 반사층(112)의 두께는 수 마이크로미터 내지 수십 마이크로미터일 수 있다. 반사층(112)은 상기 절연층 상에 배치되는 접착층을 포함할 수 있다. 상기 접착층은 Ti일 수 있다.
- [55] 상기 반사층(112)은 보호층(112b)을 포함할 수 있다. 상기 보호층(112b)은 상기 반사층(112) 상에 배치되고, 상기 반사층(112)의 산화를 방지할 수 있다. 상기 보호층(112b)은 도전성 물질로 Ti/TiN일 수 있다. 상기 보호층(112b)의 두께는 상기 반사층(112)의 두께보다 충분히 작을 수 있다.
- [56] 상기 투과층(114)은 두께(D2)를 가지고, 적외선 대역을 투과시키는 절연체 또는 반도체일 수 있다. 상기 투과층(114)은 1 초과의 굴절율을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 투과층(114)은 반사층과 흡수판 사이의 물리적 거리(D1+D2)를 감소시키고, 상기 흡수판(115)의 적외선 흡수율을 증가시킬 수 있다. 상기 투과층(114)이 반도체인 경우, 상기 반도체의 밴드갭 에너지는 상기 적외선 대역의 에너지 보다 클 수 있다. 상기 투과층(114)이 상기 반사층 상에 배치된 경우, 상기 반사층(112)과 상기 흡수판(115) 사이의 광경로 거리(OPD)는 파장/4로 유지하면서, 상기 반사층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1+D2)는 파장/4 미만으로 유지할 수 있다. 상기 투과층은 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 또는 비정질 실리콘일 수 있다. 10 μm 의 파장에서, 비정질 실리콘의 굴절율은 3.42이다. 10 μm 의 파장에서, 실리콘 산화막의 굴절율은 2.8이다. 또한, 10 μm 의 파장에서, 실리콘 질화막의 굴절율은 1.66이다.
- [57] 상기 투과층의 두께(D2)와 재질에 따라 상기 흡수판의 흡수율 특성이 파장에 따라 변경된다. 상기 투과층의 두께(D2)가 증가함에 따라, 상기 투과층(114)에 의한 적외선의 흡수가 증가할 수 있다. 따라서, 투과층과 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)는 상기 투과층의 두께(D2) 보다 클 수 있다($D1 > D2$). 바람직하게는, 투과층과 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)는 상기 투과층의 두께(D2)의 2배 보다 클 수 있다 ($D1 > 2 \times D2$).
- [58] 흡수판(115)은 상기 투과층(114)으로부터 일정 거리(D1)로 부양 상태로 이격될 수 있다. 상기 흡수판(115)은 외부에서 입사하는 적외선을 직접 흡수하거나, 상기 흡수판(115)을 투과한 후 상기 반사층(112)에서 반사된 적외선을 흡수할 수 있다. 상기 흡수판(115)과 상기 반사층(112) 사이의 광 경로 거리(OPD)는 적외선

파장의 1/4 일 수 있다.

- [59] 상기 흡수판(115)은 사각판 형태로 차례로 적층된 제1 절연층(115a), 흡수층(115b), 저항층(115c), 및 제2 절연층(115d)을 포함할 수 있다.
- [60] 상기 제1 절연층(115a)은 적외선 대역을 투과시키며, 절연체일 수 있다. 상기 제1 절연층(115a)은 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제1 절연층(115a)의 두께는 150 nm일 수 있다.
- [61] 상기 흡수층(115b)은 적외선을 흡수함에 따라 온도가 증가한다. 상기 흡수층(115b)은 적외선을 잘 흡수하고, 금속 재질로 열전도도가 높은 물질일 수 있다. 상기 흡수층(115b)은 Ti, TiN, NiCr 합금일 수 있다. 상기 흡수층(115b)은 단위 셀 내에서 반으로 분리될 수 있다. 따라서, 서로 분리된 흡수층 사이에 매립된 저항층(115c)은 온도에 따라 저항이 변경될 수 있다. 상기 흡수층(115b)의 두께는 15 nm일 수 있다.
- [62] 상기 저항층(115c)은 온도에 따라 저항이 변하는 층으로, 상기 저항층(115c)은 비정질 실리콘, 단결정 실리콘, vanadium oxide. 또는 실리콘-게르마늄일 수 있다. 상기 저항층(115c)의 두께는 100 nm일 수 있다.
- [63] 상기 제2 절연층(115d)은 상기 흡수층(115c)을 보호하고 절연시키며, 적외선을 투과시킬 수 있다. 상기 제2 절연층(115d)은 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제2 절연층(115d)의 두께는 150nm일 수 있다.
- [64] 앵커(118)는 상기 금속 패드(113)의 상부에 기둥 형상으로 형성되어, 상기 흡수판(115)을 상기 투명층(114)으로부터 일정 거리를 가지고 부양 상태로 이격시키고, 상기 흡수판(115)을 지지할 수 있다. 앵커(118)의 하단부는 상기 투과층(114)에 매립될 수 있다. 또한, 상기 앵커(118)는 상기 금속 패드(113)와 상기 흡수판(115)을 전기적으로 연결시킨다. 상기 흡수층(115b)은 적외선을 흡수함에 따라 온도가 증가하고, 저항층(115c)은 상기 흡수층(115b)으로부터 에너지를 전달받아 저항이 변한다. 상기 분리된 흡수층(115b) 사이에 직렬 연결된 저항층(115c)은 저항 변화를 제공한다. 상기 저항층(115c)의 저항 변화는 상기 흡수층(115b), 앵커(118), 및 금속 패드(113)를 통하여 판독 구동회로에서 판독된다.
- [65] 앵커(118)는 콘택 홀(119a)을 형성한 후 상기 콘택 홀을 금속 또는 금속 합금으로 채워서 형성할 수 있다. 상기 앵커(118)는 TiN 또는 W(텅스텐)으로 형성될 수 있다. 상기 콘택 홀(119a)이 앵커 형성 물질(예를 들어, TiN)로 완전히 채워지지 않은 경우, 상기 흡수층, 저항층, 및 제2 절연층을 형성하는 공정에서, 상기 흡수층(115b), 저항층(115c), 및 제2 절연층(115d)을 구성하는 물질이 각각 상기 콘택 홀(119a)을 채울 수 있다.
- [66] 캔티레버(119)는 상기 흡수판(115)을 상기 앵커(118)에 각각 연결할 수 있다. 상기 캔티레버(119)는 상기 흡수판(115)과 동일한 적층 구조를 가진다. 단위 셀 내에서 상기 앵커(118)는 2 개이고, 사각형의 한 쌍의 꼭지점에 배치된 경우, 상기 캔티리버(119)는 하나의 앵커와 상기 흡수판의 이격된 꼭지점을 연결하도록

상기 흡수판의 모서리를 따라 상기 앵커가 배치되지 않은 꼭지점 방향으로 연장될 수 있다.

[67] 도 3a은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과층으로 비정질 실리콘을 사용한 멤스 소자의 흡수율을 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

[68] 도 3a을 참조하면, 10 μm 의 파장에 대하여, 반사층과 흡수판 사이의 광경로 거리는 파장/4 (2.5 μm)로 유지된다. 상기 투과층(114)이 비정질 실리콘막이고, 상기 투과층(114)의 물리적 두께(D2)가 146 nm인 경우, 상기 투과층(114)과 상기 흡수판(115) 사이의 물리적 거리(D1)은 2 μm 일 수 있다. 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 292 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 1.5 μm 일 수 있다. 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 439 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 거리(D1)은 1.0 μm 일 수 있다. 상기 투과층(114)이 삽입된 경우, 상기 반사층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1+D2)는 파장/4 (= 2.5 μm) 미만으로 감소된다. 또한, 상기 투과층(114)이 삽입된 경우, 상기 흡수판의 흡수율은 10 μm 이하 대역에서 투과층이 없는 기준 구조의 흡수율보다 향상되고, 상기 흡수판의 흡수율은 12 μm 이상 대역에서 투과층이 없는 기준 구조의 흡수율보다 향상된다.

[69] 도 3b은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과층으로 실리콘 산화막을 사용한 멤스 소자의 흡수율을 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

[70] 도 3b을 참조하면, 10 μm 의 파장에 대하여, 반사층과 흡수판 사이의 광경로 거리는 파장/4 (2.5 μm)로 유지된다. 상기 투과층이 실리콘 산화막이고 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 179 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 2 μm 일 수 있다. 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 357 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 1.5 μm 일 수 있다. 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 536 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 1.0 μm 일 수 있다. 상기 투과층이 삽입된 경우, 상기 반사층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1+D2)는 파장/4 (2.5 μm) 미만으로 감소된다. 또한, 179nm 또는 357 nm의 상기 투과층이 삽입된 경우, 상기 흡수판의 흡수율은 10 μm 이하 대역에서 상기 투과층이 없는 기준 구조의 흡수율보다 향상된다. 상기 투과층이 삽입된 경우, 흡수판의 흡수율은 12 μm 이상 대역에서 상기 투과층이 없는 기준 구조의 흡수율보다 향상된다.

[71] 도 3c은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과층으로 실리콘 질화막을 사용한 멤스 소자의 흡수율을 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

[72] 도 3c을 참조하면, 10 μm 의 파장에 대하여, 상기 반사층과 상기 흡수판 사이의 광경로 거리는 파장/4 (2.5 μm)로 유지된다. 상기 투과층이 실리콘 질화막이고, 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 301 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 2 μm 일 수 있다. 상기 투과층의 물리적 두께(D2)가 602 nm인 경우, 투과층과 흡수판 사이의 물리적 거리(D1)은 1.5 μm 일 수 있다. 투과층의 물리적 두께(D2)가 904 nm인 경우, 상기 투과층과 상기 흡수판 사이의

물리적 거리(D1)은 1.0um일 수 있다. 상기 투과층이 삽입된 경우, 상기 반사층과 상기 흡수판 사이의 물리적 거리(D1+D2)는 파장/4 (2.5 um) 미만으로 감소된다. 또한, 301nm 또는 602 nm의 상기 투과층이 삽입된 경우, 흡수판의 흡수율은 10 um 이하 대역에서 투과층이 없는 기준 구조의 흡수율보다 향상된다.

[73] 도 4a 내지 도 4i는 본 발명의 일 실시예에 따른 멤스 소자의 제조 방법을 설명하는 단면도들이다.

[74] 도 4a 내지 도 4i를 참조하면, 멤스 소자의 제조 방법은, 하부 기판(110)에 절연층(111)을 형성하는 단계; 상기 절연층(111) 상에 반사층(112)과 금속 패드(113)를 형성하는 단계; 상기 반사층(112)의 측면에 보조 층간 절연막(111b)을 형성하고 상기 반사층(112)과 금속 패드(113)의 상부면을 노출시키는 단계; 상기 금속 패드(113), 상기 반사층(112) 및 상기 보조 층간 절연막(111b) 상에 투과층(114)을 형성하는 단계; 및 상기 금속 패드(113)에 연결된 앵커(118) 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커(118)에 의하여 지지되는 흡수판(115)을 형성하는 단계를 포함한다.

[75] 상기 반사층(112)의 측면에 보조 층간 절연막(111b)을 형성하고 상기 반사층과 금속 패드의 상부면을 노출시키는 단계는, 상기 금속 패드 및 상기 반사층 상에 보조 층간 절연막(111b)을 증착하고 상기 보조 층간 절연막(111b)의 상부를 제거하여 상기 금속 패드(113) 및 상기 반사층(112)을 노출시킬 수 있다. 상기 보조 층간 절연막(111b)의 상부의 제거는 애치백 공정 또는 화학 기계적 연마 공정을 통하여 수행될 수 있다.

[76] 상기 금속 패드(113)에 연결된 앵커(118) 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커에 의하여 지지되는 흡수판(115)을 형성하는 단계는, 상기 투과층(114) 상에 희생층(119) 및 제1 절연층(115a)을 형성한 후 상기 금속 패드(113)를 노출하는 콘택 홀(119a)을 형성하는 단계; 상기 콘택 홀(119a)이 형성된 상기 하부 기판 상에 앵커 도전막을 증착하고 상기 앵커 도전막을 패터닝하여 상기 콘택 홀을 채우는 앵커(118)를 형성하는 단계; 상기 앵커(118)가 형성된 하부 기판 상에 흡수층(115b)을 형성하고 상기 흡수층을 패터닝하여 분리하는 단계; 상기 흡수층(115b) 상에 저항층(115c) 및 제2 절연층(115d)을 형성하고 상기 제2 절연층(115d), 상기 저항층(115c), 상기 흡수층(115b), 및 상기 제1 절연층(115a)을 패터닝하여 상기 희생층(119)을 노출시키는 단계; 및 상기 희생층(119)을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[77] 도 4a를 참조하면, 하부 기판(110) 상에 판독 집적회로가 형성된다. 상기 판독 집적 회로가 형성된 상기 하부 기판(110) 상에 절연층(111)이 층간 절연막으로 형성된다. 상기 절연층(111)은 실리콘 산화막일 수 있다.

[78] 상기 절연막 상에 반사층(112) 및 금속 패드(113)가 동시에 패터닝 공정에 의하여 형성될 수 있다. 상기 반사층(114) 및 상기 금속 패드(113)는 차례로 적층된 접착층, 도전층, 및 보호층을 포함할 수 있다. 상기 반사층(114)의 두께는 수 마이크로미터 이상일 수 있다. 상기 접착층은 Ti일 수 있다. 상기 도전층은

알루미늄, 구리, 또는 이들의 합금일 수 있다. 상기 보호층(112b)은 Ti/TiN 일 수 있다. 상기 반사층(114) 및 금속 패드(113)는 포토리소그래피 공정을 통하여 패터닝될 수 있다.

[79] 도 4b를 참조하면, 상기 반사층(114) 및 상기 금속 패드(113)가 패터닝된 후, 상기 하부 기판(111) 상에 보조 층간 절연막을 증착하여 상기 반사층(112) 및 상기 금속 패드(113)를 덮을 수 있다. 상기 보조 층간 절연막은 평탄화 공정을 통하여 평탄화되어 상기 반사층(112) 및 상기 금속 패드(113)의 상부면을 노출시킬 수 있다.

[80] 도 4c 참조하면, 투명층(114)이 상기 반사층(114) 및 상기 금속 패드(113) 상에 증착될 수 있다. 상기 투명층(114)은 비정질 실리콘, 실리콘 산화막, 및 실리콘 질화막 중에서 어느 하나일 수 있다. 상기 비정질 실리콘은 적외선 대역에서 높은 투과율을 제공할 수 있다.

[81] 도 4d를 참조하면, 투명층(114) 상에 희생층(119)이 증착될 수 있다. 상기 희생층(119)은 추후에 제거된다. 상기 희생층(119)은 비정질 탄소막(amorphous carbon layer) 또는 폴리이미드(polyimide)일 수 있다. 상기 희생층(119)의 두께는 수 마이크로터 내지 수십 마이크로미터일 수 있다. 상기 희생층(119) 상에 제1 절연층(115a)이 증착될 수 있다. 상기 제1 절연층(115a)은 실리콘 질화막일 수 있다.

[82] 도 4e를 참조하면, 상기 제1 절연층(115a) 및 상기 희생층(119)을 패터닝하여 상기 금속 패드(113) 상에 앵커(118)를 형성하기 위한 콘택 홀(119a)을 형성할 수 있다. 상기 콘택 홀(119a)은 상기 제1 절연층(115a), 및 상기 희생층(119)을 관통하여 상기 금속 패드(113)를 노출할 수 있다.

[83] 도 4f를 참조하면, 상기 앵커(118)를 구성하는 도전성 물질이 증착될 수 있다. 상기 앵커(118)는 TiN 또는 Ti/TiN/W 일 수 있다. 상기 도전성 물질이 증착된 후, 상기 도전성 물질은 상기 콘택 홀(119a)을 채운 콘택 플러그를 남긴 상태로 패터닝되어 상기 앵커(118)를 형성할 수 있다. 상기 앵커(118)는 상기 콘택 홀(119a)을 완전히 채우지 못할 수 있다.

[84] 도 4g를 참조하면, 흡수층(115b)은 상기 앵커(118) 및 상기 제1 절연층(115a)을 덮도록 형성될 수 있다. 상기 흡수층(115b)은 단위 셀 내에서 2 개로 분리되도록 패터닝될 수 있다. 상기 흡수층(115b)은 TiN 일 수 있다. 상기 흡수층(115b)은 상기 앵커(118)의 내부면에 증착될 수 있다.

[85] 도 4h를 참조하면, 흡수층(115b) 상에 차례로 저항층(115c), 및 제2 절연층(115d)이 형성된다. 상기 앵커(118)의 내부면은 흡수층(115b), 저항층(115c), 및 제2 절연층(115d)으로 채워질 수 있다. 이에 따라, 상기 앵커(118)는 흡수층(115b), 저항층(115c), 및 제2 절연층(115d)을 포함할 수 있다. 상기 저항층(115c)은 비정질 실리콘, 단결정 실리콘, vanadium oxide. 또는 실리콘-게르마늄일 수 있다. 상기 제2 절연층(115d)은 실리콘 질화막일 수 있다.

[86] 상기 제1 절연층(115a), 상기 흡수층(115b), 상기 저항층(115c), 및 상기 제2

절연층(115d)은 포토리소그래피 공정을 통하여 식각되어 상기 희생층(119)를 노출하고, 흡수판(115)을 형성한다.

[87] 도 4i를 참조하면, 상기 희생층(119)는 건식 식각 또는 습식 식각을 통하여 제거된다.

[88] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.

[89] 도 5를 참조하면, 멤스 소자(200)는, 적외선 센서(203)를 구비한 센서 기관(202); 및 상기 센서 기관(202)과 웨이퍼 접합되어 캐비티(104)를 구성하는 캡 기관(101)을 포함한다.

[90] 상기 센서 기관(202)은, 하부 기관(110); 상기 하부 기관(110)에 형성되고 상기 상부 기관(120)의 상기 캐비티 영역(150)을 마주보도록 배치된 적외선 센서(203); 및 상기 상부 본딩 패드(182)와 정렬되고 상기 적외선 센서(203)를 감싸도록 배치된 하부 본딩 패드(116);를 포함한다. 상기 상부 기관(120) 및 상기 하부 기관(110)은 실리콘 기관이다.

[91] 상기 적외선 센서(203)는, 상기 하부 기관(110)의 상부면에 형성되어 검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드(113); 상기 금속 패드(113)와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기관의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층(112); 상기 반사층 및 상기 금속 패드를 덮도록 배치되고 광경로 거리를 변경하는 투과층(214); 상기 투과층의 상부에 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판(115); 및 상기 금속 패드의 상부에 형성되어 상기 흡수판을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커(118)를 포함한다. 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작다.

[92] 상기 투과층(214)은 나노 구조 패턴(214a)을 포함하고, 상기 나노 구조 패턴은 복수의 홀들 또는 복수의 트렌치들을 포함할 수 있다. 상기 나노 구조 패턴(214a)은 상기 반사층을 노출하는 복수의 홀들 또는 복수의 트렌치들을 포함할 수 있다. 상기 나노 구조 패턴(214a)은 적외선 파장에 대하여 유효 굴절율을 감소시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 투과층은 상기 투과층에 입사하는 적외선의 반사를 감소시키면서 파장/4의 광경로 거리를 제공할 수 있다.

[93] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멤스 소자를 설명하는 개념도이다.

[94] 도 6을 참조하면, 멤스 소자(300)는, 적외선 센서(303)를 구비한 센서 기관(302); 및 상기 센서 기관(302)과 웨이퍼 접합되어 캐비티(104)를 구성하는 캡 기관(101)을 포함한다.

[95] 상기 센서 기관(302)은, 하부 기관(110); 상기 하부 기관(110)에 형성되고 상기 상부 기관(120)의 상기 캐비티 영역(150)을 마주보도록 배치된 적외선 센서(203); 및 상기 상부 본딩 패드(182)와 정렬되고 상기 적외선 센서(203)를 감싸도록 배치된 하부 본딩 패드(116);를 포함한다. 상기 상부 기관(120) 및 상기 하부 기관(110)은 실리콘 기관이다.

[96] 상기 적외선 센서(303)는, 상기 하부 기관(110)의 상부면에 형성되어

검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드(113); 상기 금속 패드(113)와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기판의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층(112); 상기 반사층 및 상기 금속 패드를 덮도록 배치되고 광경로 거리를 변경하는 투과층(314); 상기 투과층의 상부에 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판(115); 및 상기 금속 패드의 상부에 형성되어 상기 흡수판을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커(118)를 포함한다. 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작다.

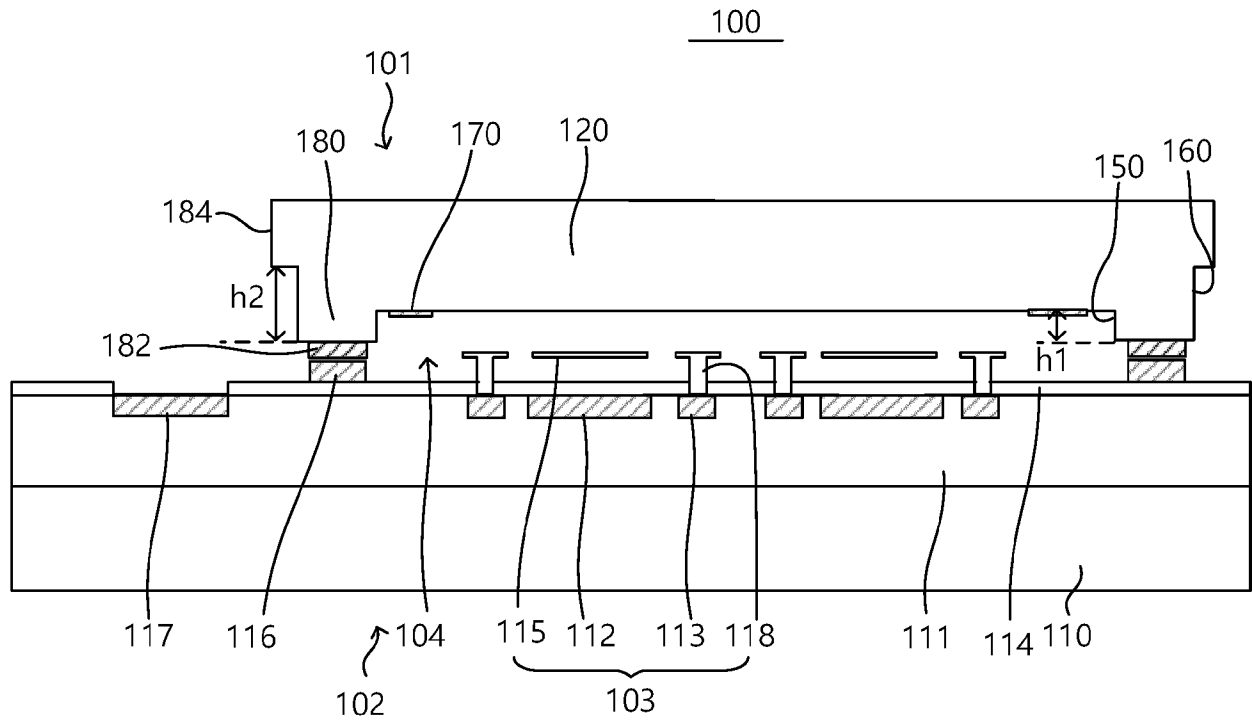
- [97] 상기 투과층은 그 상부면에 함몰된 구조(314a)를 가질 수 있다. 함몰된 구조(314a)는 일정한 곡률을 가지거나, 계단 형상을 가질 수 있다. 상기 투과층은 위치에 따라 다른 두께를 가진 함몰된 구조를 가질 수 있다. 위치에 따른 함몰된 구조는 위치 별로 서로 다른 광경로 거리를 제공할 수 있다. 제1 위치의 광 경로 거리는 $D1 + n \times D2$ 이고, 제2 위치의 광 경로 거리는 $D1' + n \times D2'$ 이고, 제3 위치의 광 경로 거리는 $D1'' + n \times D2''$ 일 수 있다. 여기서, n 은 투과층의 굴절률이고, $D2, D2', D2''$ 은 제1 위치, 제2 위치, 및 제3 위치 위치에서 각각의 흡수층의 두께이다. 이에 따라, 넓은 적외선 파장 범위에 대하여, 파장/4 조건을 만족시키어, 상기 흡수판의 흡수율이 증가될 수 있다.
- [98] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

청구범위

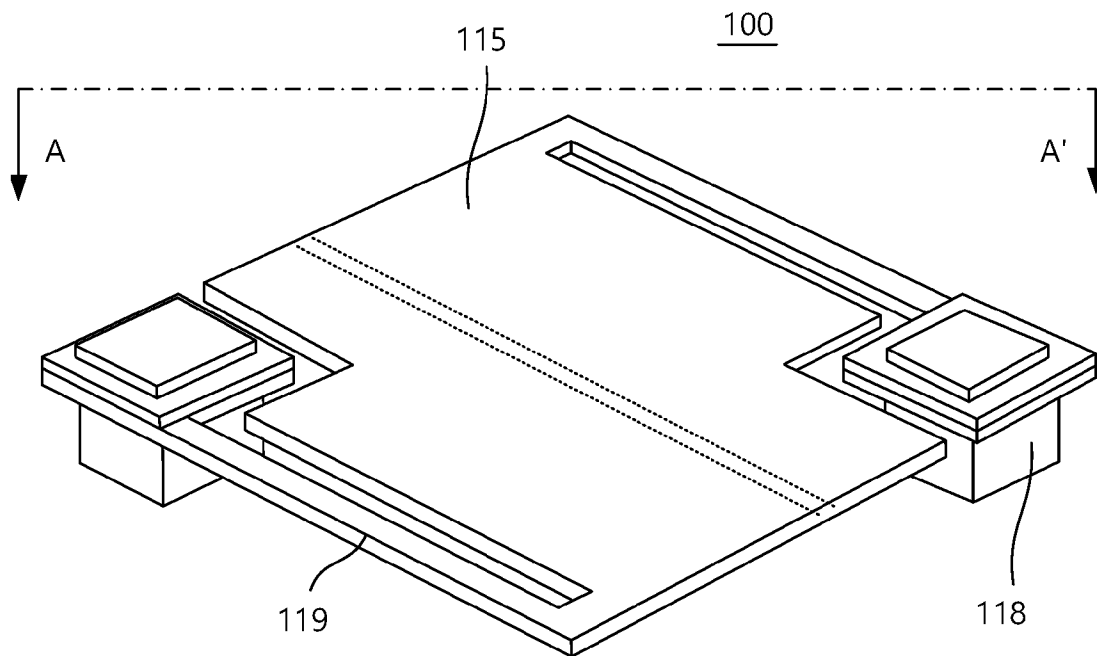
- [청구항 1] 하부 기판; 및
 상기 하부 기판에 형성된 적외선 센서를 포함하고,
 상기 적외선 센서는:
 상기 하부 기판의 상부면에 형성되어 검출회로와 전기적으로 연결되는 금속 패드;
 상기 금속 패드와 동일한 평면에 배치되고 상기 하부 기판의 상부면에 형성되고 적외선 대역을 반사하는 반사층;
 상기 반사층을 덮도록 배치되고 광경로 거리를 변경하는 투과층;
 상기 투과층의 상부에 이격되어 형성되고 적외선을 흡수하여 저항을 변화시키는 흡수판; 및
 상기 금속 패드의 상부에 형성되어 상기 흡수판을 지지하고 상기 금속 패드와 상기 흡수판을 전기적으로 연결하는 앵커를 포함하고,
 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 보다 작은 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
 상기 반사층의 상부면과 상기 흡수판의 하부면 사이의 광 경로 거리는 특정 적외선 파장에서 파장/4 에 대응하는 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서,
 상기 투과층은 실리콘 산화막이고,
 상기 투과층의 두께는 0.17 μm 내지 0.53 μm 인 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 4] 제2 항에 있어서,
 상기 투과층은 실리콘 질화막이고,
 상기 투과층의 두께는 0.30 μm 내지 0.9 μm 인 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
 상기 투과층은 비정질 실리콘막이고,
 상기 투과층의 두께는 0.14 μm 내지 0.43 μm 인 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 6] 제2항에 있어서,
 상기 투과층은 나노 구조 패턴을 포함하고,
 상기 나노 구조 패턴은 복수의 홀들 또는 복수의 트렌치들을 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 7] 제2항에 있어서,
 상기 투과층은 그 상부면에 함몰된 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스 소자.

- [청구항 8] 제1 항에 있어서,
상기 앵커의 하부는 상기 투과층에 매몰되는 것을 특징으로 하는 멤스 소자.
- [청구항 9] 하부 기판에 절연층을 형성하는 단계;
상기 절연층 상에 반사층과 금속 패드를 형성하는 단계;
상기 반사층의 측면에 보조 층간 절연막을 형성하고 상기 반사층과 금속 패드의 상부면을 노출시키는 단계;
상기 금속 패드, 상기 반사층 및 상기 보조 층간 절연막 상에 투과층을 형성하는 단계; 및
상기 금속 패드에 연결된 앵커 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커에 의하여 지지되는 흡수판을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스 소자의 제조 방법.
- [청구항 10] 제9 항에 있어서,
상기 반사층의 측면에 보조 층간 절연막을 형성하고 상기 반사층과 금속 패드의 상부면을 노출시키는 단계는:
상기 금속 패드 및 상기 반사층 상에 보조 층간 절연막을 증착하고 상기 보조 층간 절연막의 상부를 제거하여 상기 금속 패드 및 상기 반사층을 노출시키는 것을 특징으로 하는 멤스 소자의 제조 방법.
- [청구항 11] 제9 항에 있어서,
상기 금속 패드에 연결된 앵커 및 상기 투과층과 이격되어 배치되고 상기 앵커에 의하여 지지되는 흡수판을 형성하는 단계는:
상기 투과층 상에 희생층 및 제1 절연층을 형성한 후 상기 금속 패드를 노출하는 콘택 홀을 형성하는 단계;
상기 콘택 홀이 형성된 상기 하부 기판 상에 앵커 도전막을 증착하고 상기 앵커 도전막을 패터닝하여 상기 콘택 홀을 채우는 앵커를 형성하는 단계;
상기 앵커가 형성된 하부 기판 상에 흡수층을 형성하고 상기 흡수층을 패터닝하여 분리하는 단계;
상기 흡수층 상에 저항층 및 제2 절연층을 형성하고 상기 제2 절연층, 상기 저항층, 상기 흡수층, 및 상기 제1 절연층을 패터닝하여 상기 희생층을 노출시키는 단계; 및
상기 희생층을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 멤스 소자의 제조 방법.
- [청구항 12] 제11 항에 있어서,
상기 투과층은 비정질 실리콘, 실리콘 산화막 및 실리콘 질화막 중에서 적어도 하나를 포함하고,
상기 희생층은 비정질 카본층 또는 폴리이미드층인 것을 특징으로 하는 멤스 소자의 제조 방법.

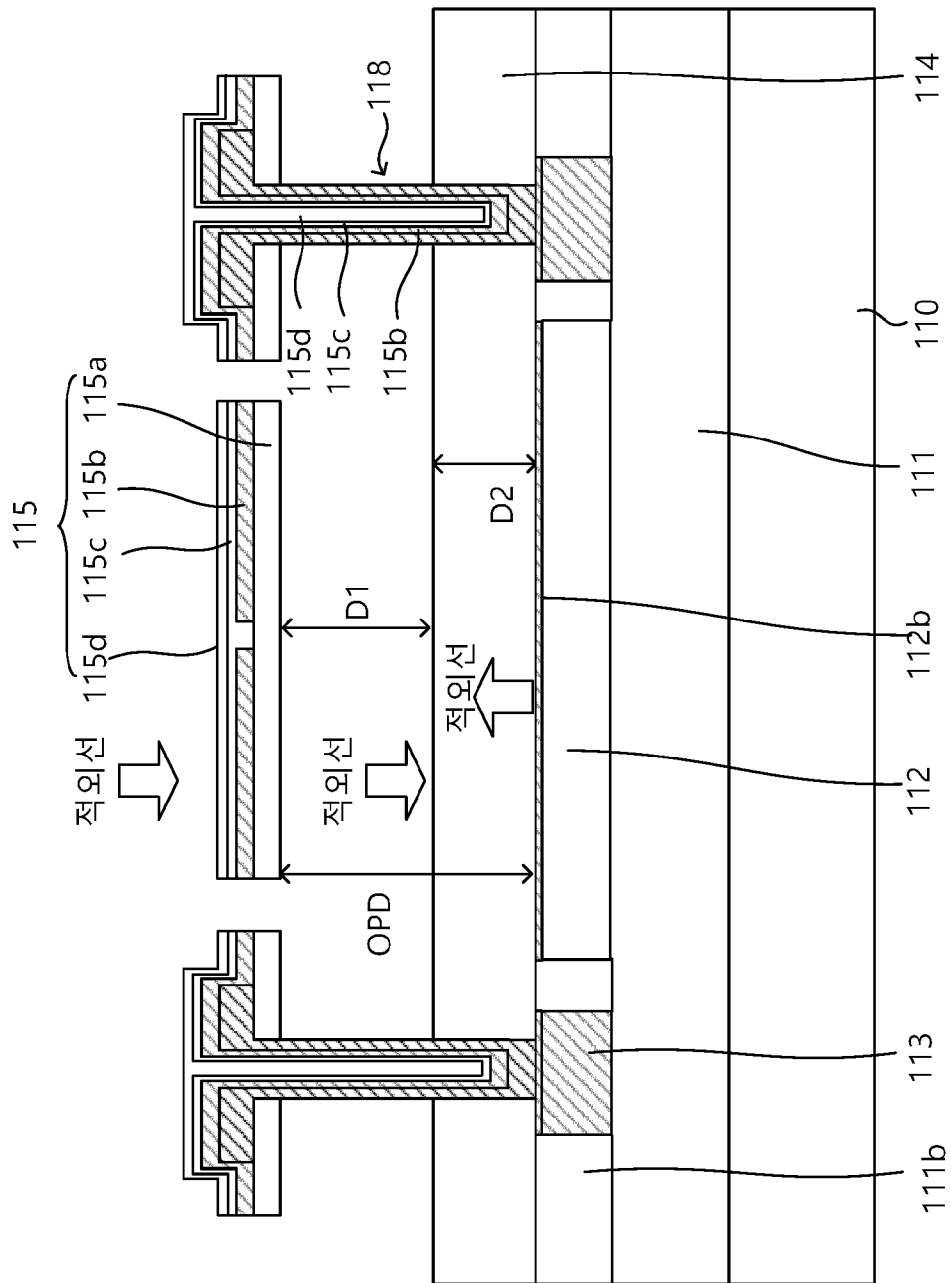
[도1]



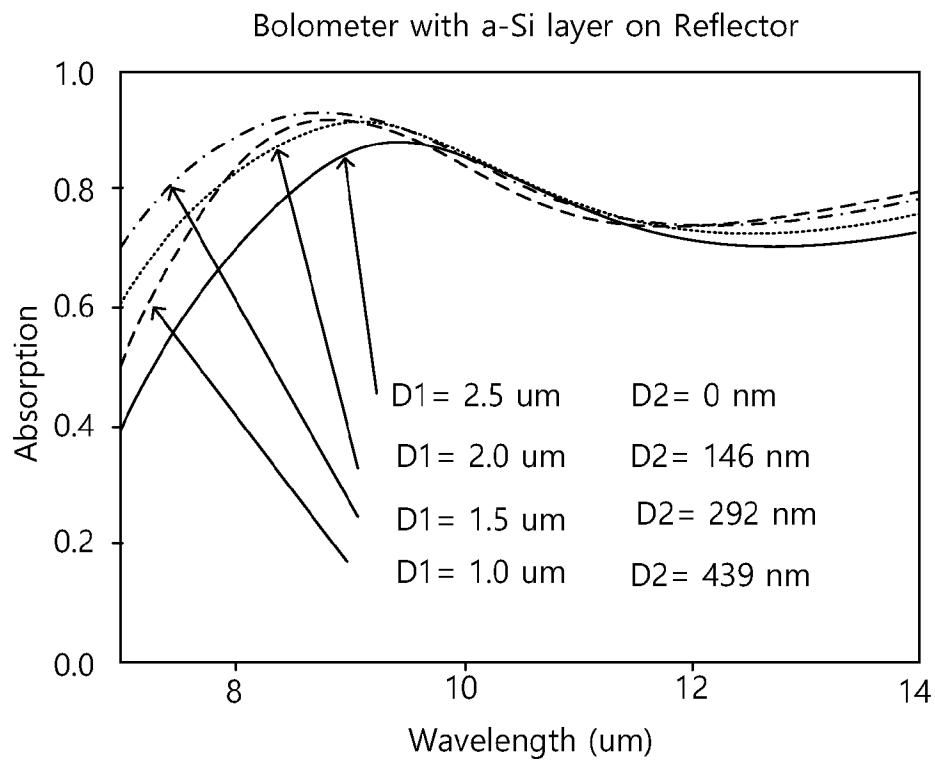
[도2a]



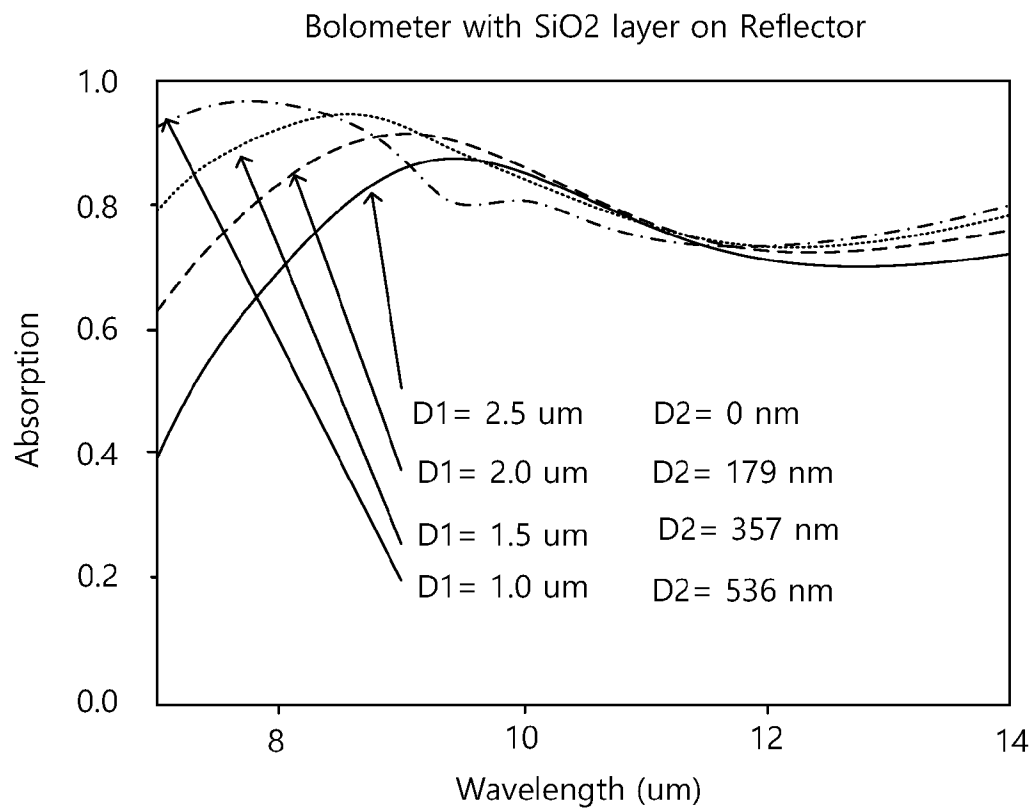
[도2b]



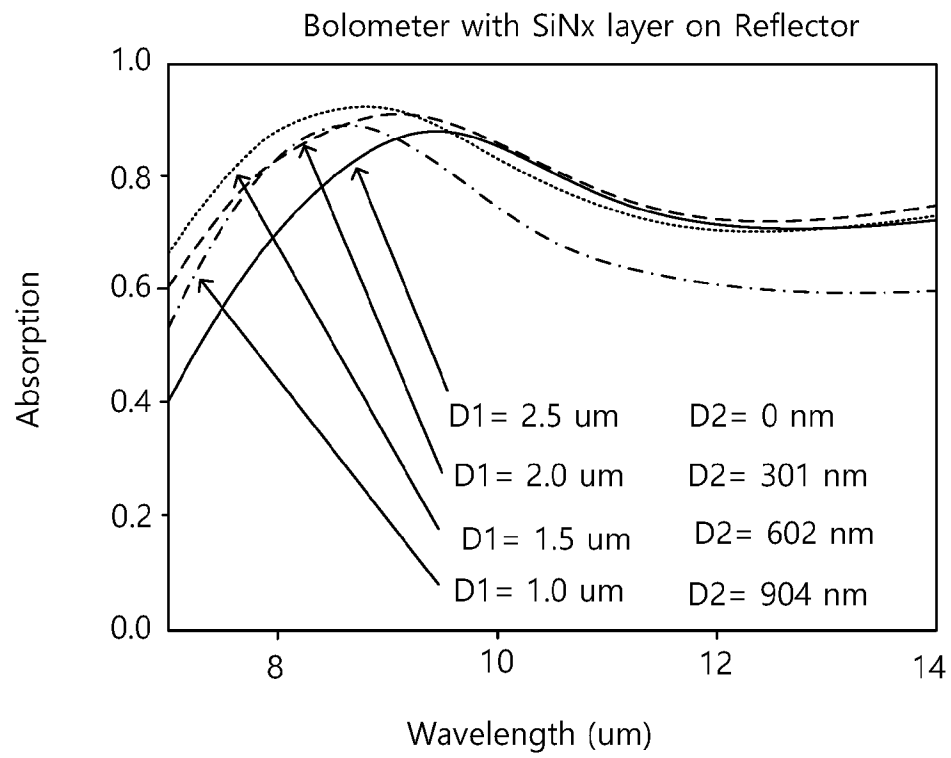
[도3a]



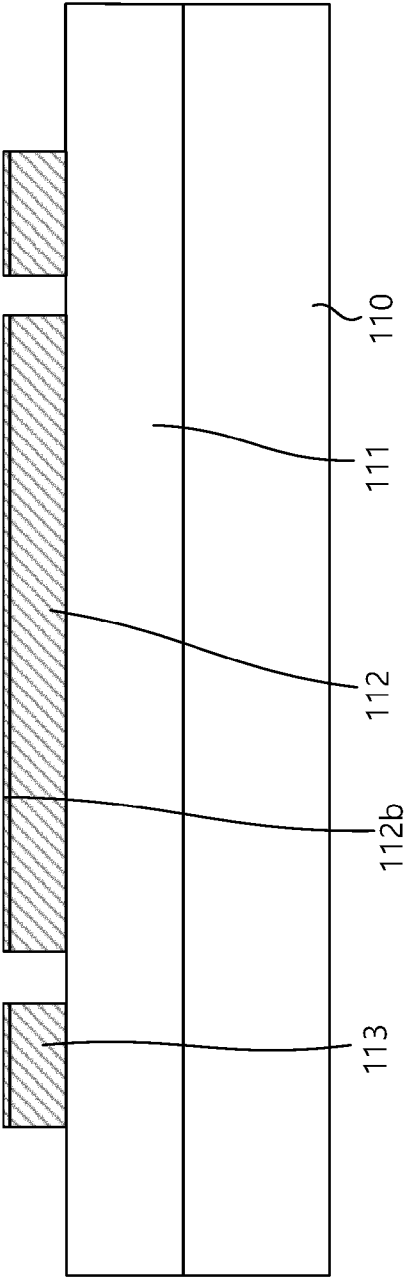
[도3b]



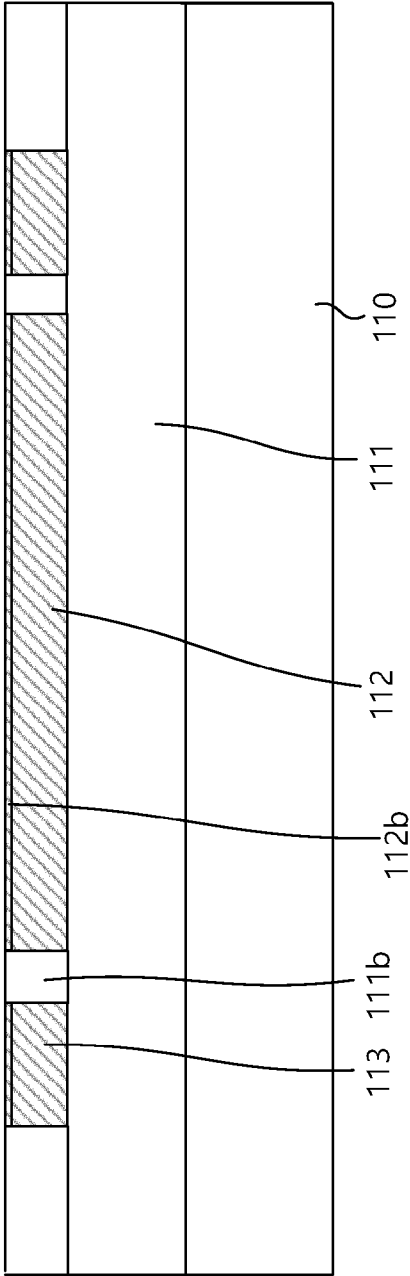
[도3c]



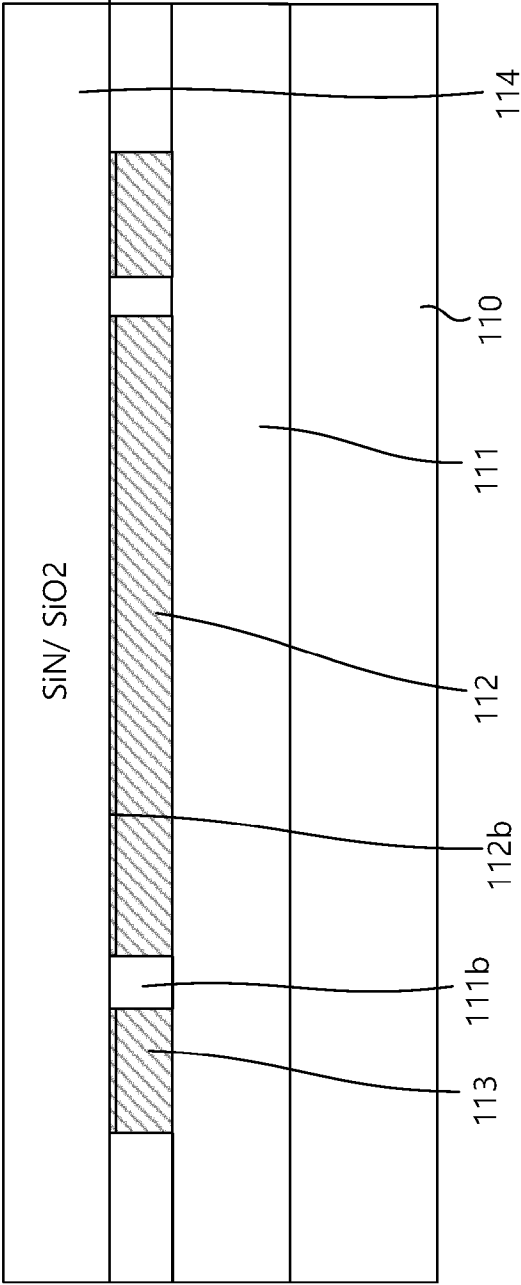
[도4a]



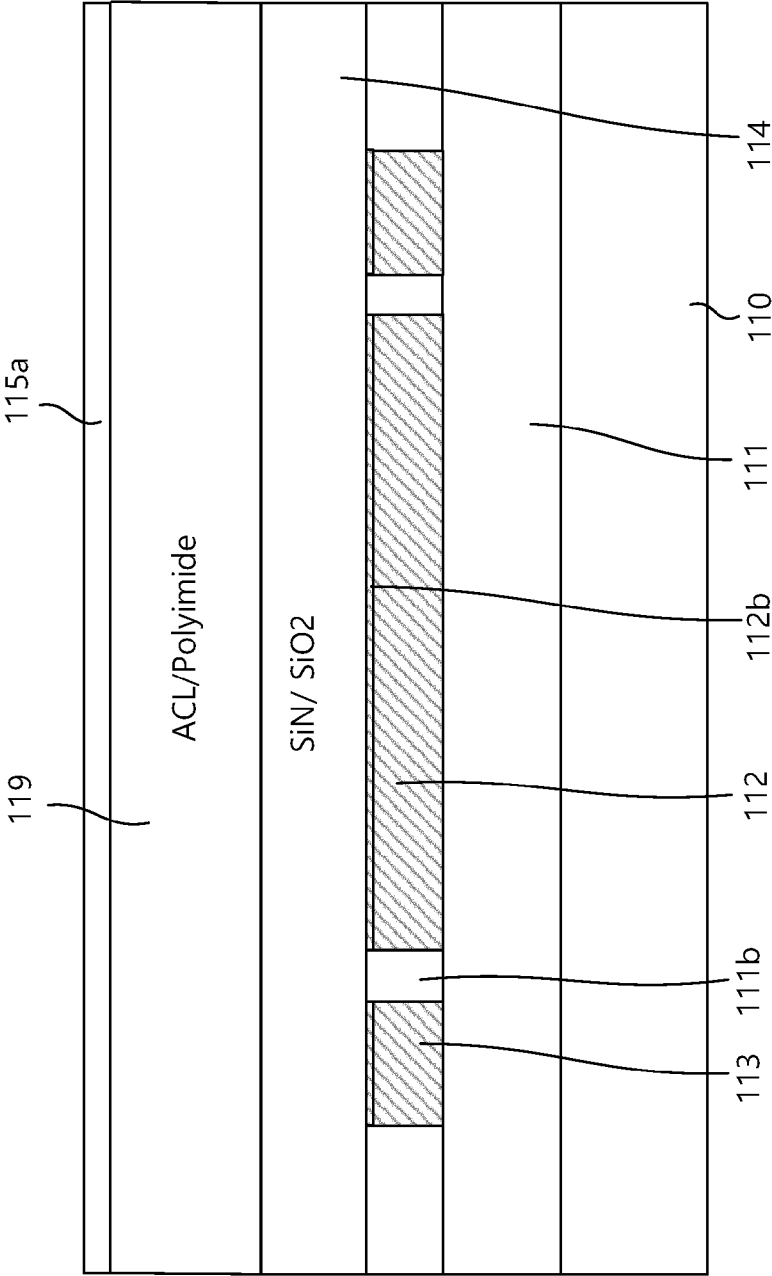
[도4b]



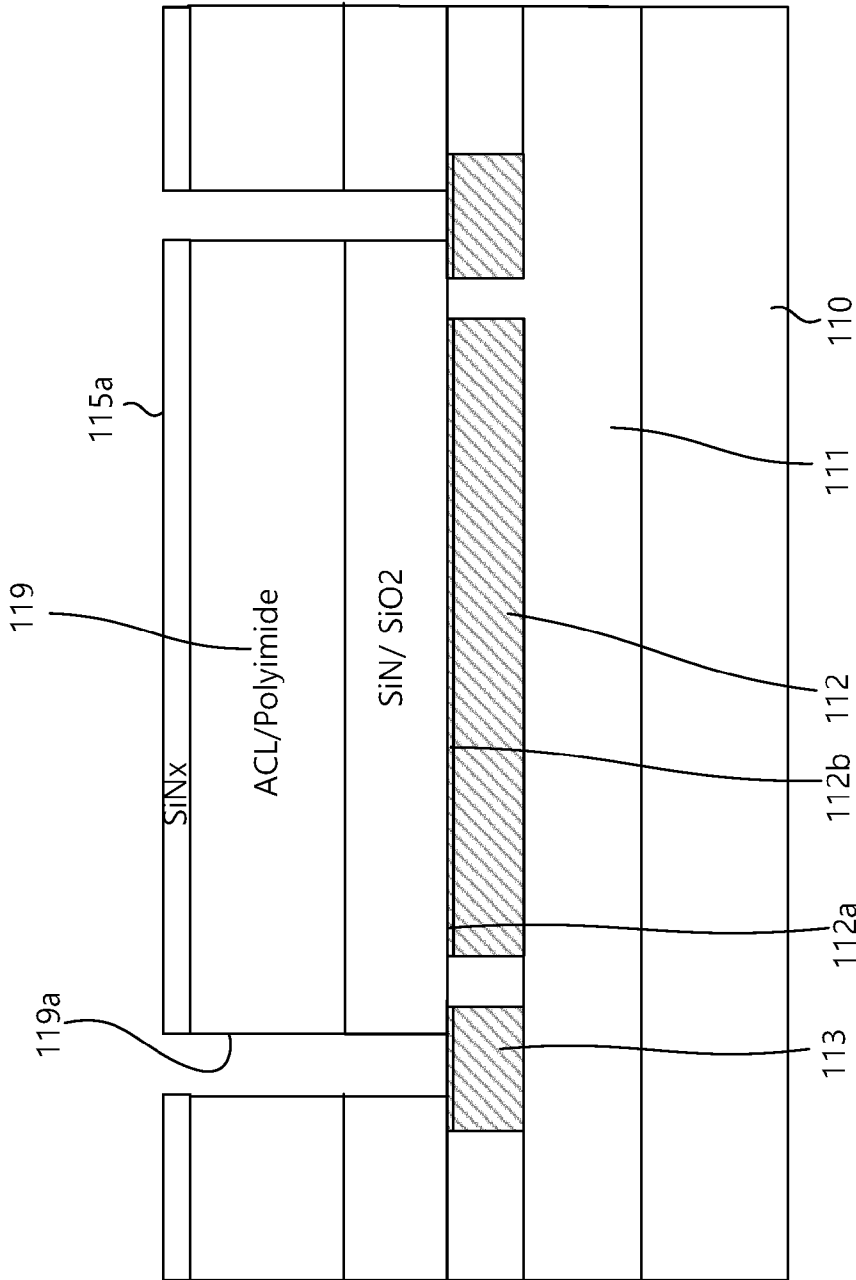
[도4c]



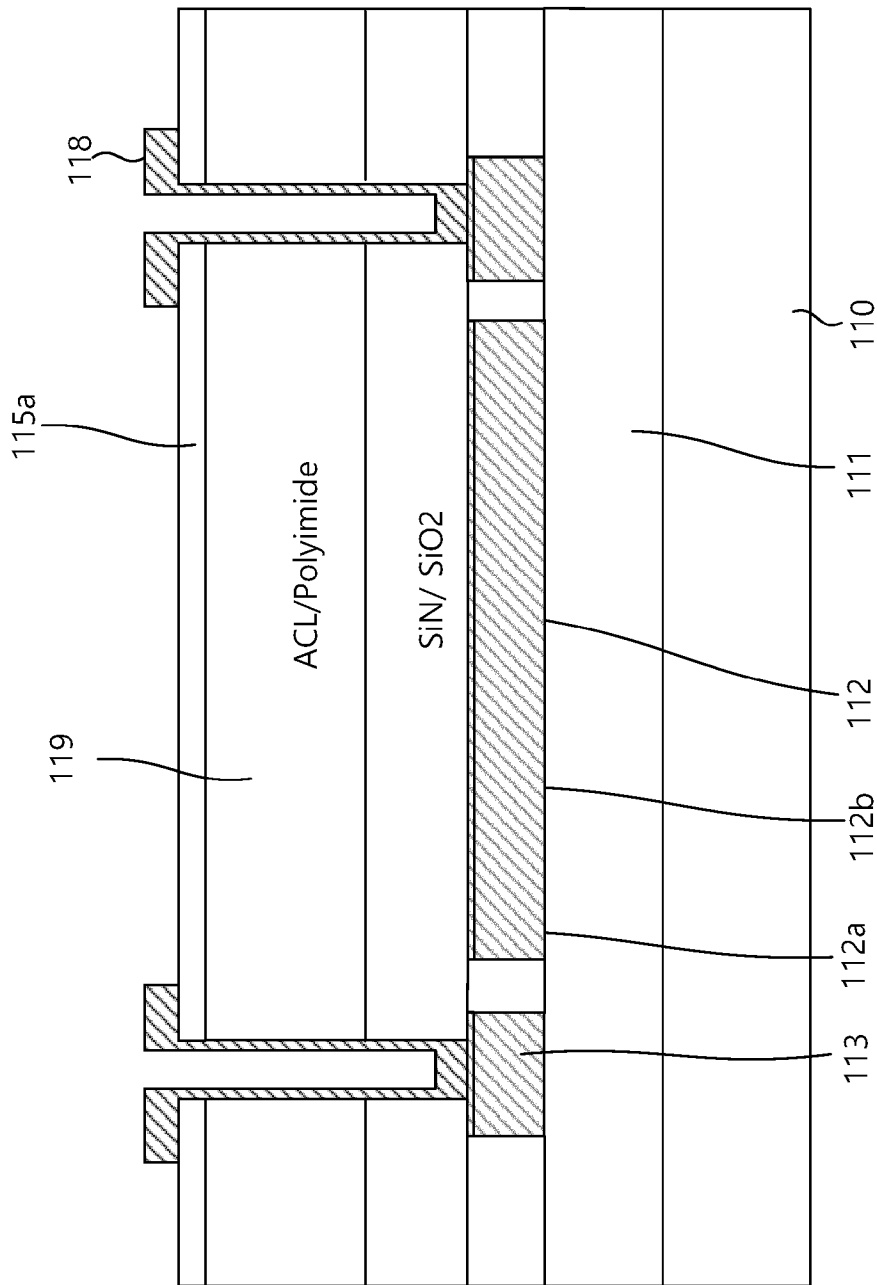
[도4d]



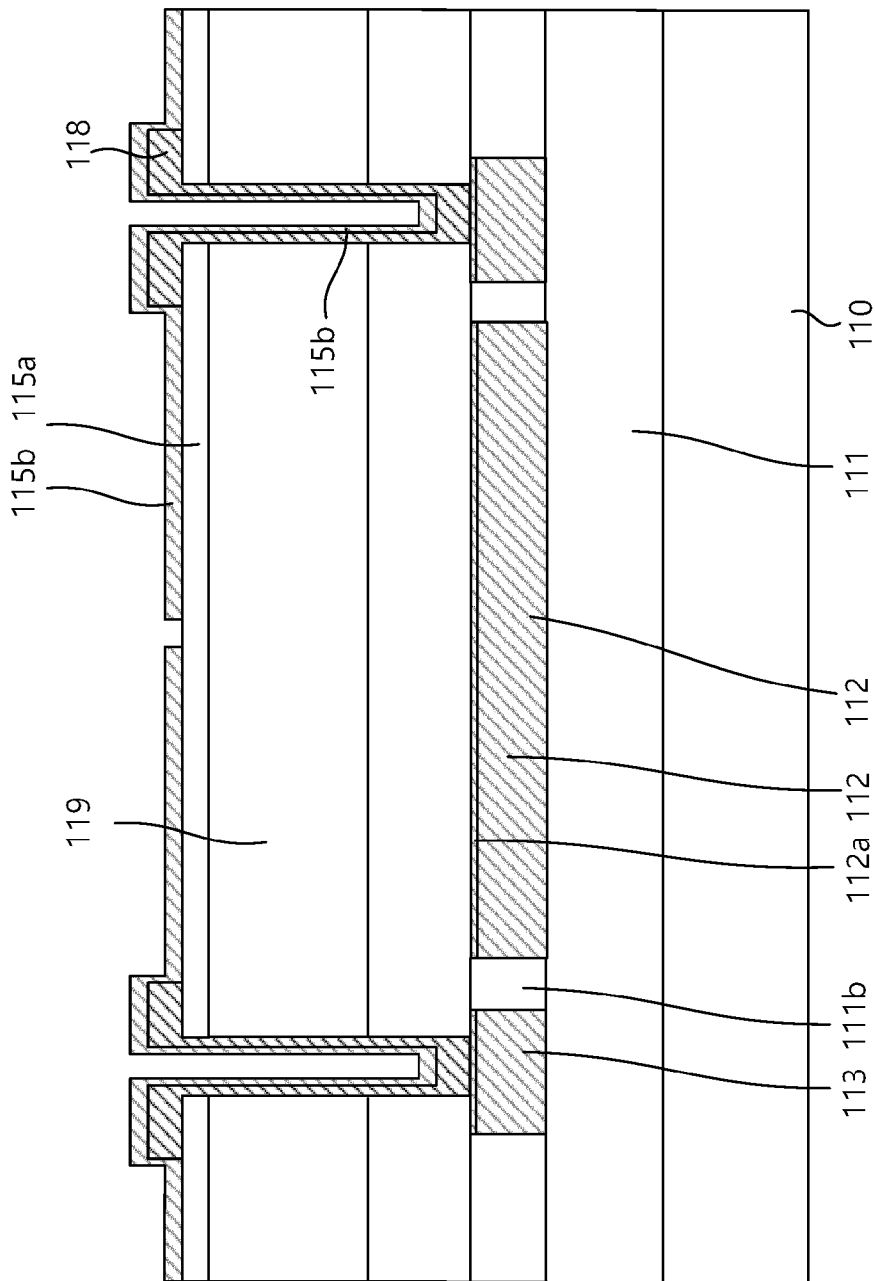
[도4e]



[도4f]



[도4g]



[도4i]

