



등록특허 10-2194166



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월22일  
(11) 등록번호 10-2194166  
(24) 등록일자 2020년12월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01L 19/06* (2006.01) *B81B 7/02* (2017.01)  
*G01L 7/08* (2006.01) *G01L 9/06* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-0160976  
(22) 출원일자 2014년11월18일  
심사청구일자 2019년11월13일  
(65) 공개번호 10-2015-0058057  
(43) 공개일자 2015년05월28일  
(30) 우선권주장  
14/082,562 2013년11월18일 미국(US)  
14/539,044 2014년11월12일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
KR1020010029946 A  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
센사타 테크놀로지스, 임크  
미합중국 매사추세츠주 애틀보로, 피오박스 2964,  
엠에스 비-1, 플래전트 스트리트 529 (우편번호:  
02703-0964)  
(72) 발명자  
맥널 마크 피.  
미국 매사추세츠주 01532 노스보로 쿨릿지 74  
스트롯 더글라스 비.  
미국 매사추세츠주 01810 앤도버 히든 필드 로드  
19  
그리네 스태핀 피.  
미국 로드아일랜드주 02857 시츄에이트 메이플우  
드 드라이브 3  
(74) 대리인  
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 14 항

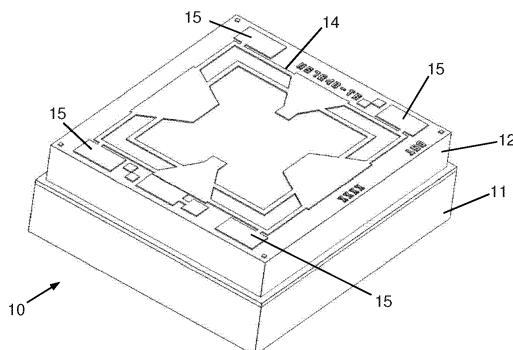
심사관 : 김병수

(54) 발명의 명칭 오일 충전된 패키징의 표면 전하 면역성을 위한 미세 전자기계 시스템 압력 센서 필드 쉴드  
레이아웃

**(57) 요 약**

압력 감지 요소가 다이아프램 상에 배치되는 감지 서브-요소를 포함하며, 상기 요소는, 서브 요소 위에 배치되며  
작동 도중에 서브-요소 상에서의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성되는, 쉴드를 포함한다. 압력  
감지 요소의 제조 방법 및 압력 감지 요소를 사용하는 압력 센서가 개시된다.

**대 표 도 - 도1**



(56) 선행기술조사문현

KR1020050103601 A

KR1020110128293 A

KR1020130055693 A

JP2009075056 A\*

WO2006102460 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다이아프램 상에 배치되는 감지 서브 요소를 포함하는 압력 감지 요소로서:

상기 서브 요소, 접촉 비아(contact via), 및 상기 서브 요소와 상기 접촉 비아 사이에 배치된 상호연결부 위에 배치되며, 상기 서브 요소, 상기 접촉 비아 및 상기 상호연결부의 모든 영역을 덮는 필드 쉴드; 및

상기 다이아프램의 기판 및 상기 필드 쉴드에 전위를 인가함으로써 작동 도중에 상기 서브 요소 상에서의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성되는 필드 쉴드 회로를 포함하는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 서브 요소는 적어도 하나의 압전저항 요소를 포함하는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 서브 요소는 상기 다이아프램 내로 매립되는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

층이 상기 필드 쉴드와 상기 서브 요소 사이에 배치되는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 층은 패시베이션(passivation)층을 포함하는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 필드 쉴드는 상기 감지 요소 내부의 신호 누설을 실질적으로 제거하도록 구성될 수 있는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 필드 쉴드는 중착 및 포토리소그래피에 의해 상기 서브 요소 위에 배치되는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

외부 전하의 소스는, 상기 감지 요소가 적어도 부분적으로 그 내부에 잠기는 오일 및 상기 감지 요소를 둘러싸는 다른 부품 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 압력 감지 요소.

#### 청구항 9

압력 센서에 있어서,

다이아프램 상에 배치되는 감지 서브 요소를 포함하는 압력 감지 요소로서, 상기 압력 감지 요소는, 상기 서브

요소, 접촉 비아, 및 상기 서브 요소와 상기 접촉 비아 사이에 배치되는 상호연결부 위에 배치되는 필드 월드를 포함하고, 상기 필드 월드는, 상기 서브 요소, 상기 접촉 비아 및 상기 상호연결부의 모든 영역을 덮으며, 상기 필드 월드는, 상기 다이아프램의 기판 및 상기 월드 월드에 전위를 인가하도록 구성되는 월드 월드 회로의 작동에 의한 작동 도중에, 상기 서브 요소 상에서의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성되는 것인, 압력 감지 요소; 및

상기 압력 감지 요소를 압력 환경에 노출시키기 위한 포트를 포함하는 것인, 압력 센서.

#### 청구항 10

제 9항에 있어서,

다른 포트 및 다른 압력 감지 요소를 포함하는 것인, 압력 센서.

#### 청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 다이아프램의 상부측 및 상기 포트의 후방측은 오일의 저장조에 의해 커플링되는 것인, 압력 센서.

#### 청구항 12

제 10항에 있어서,

벤투리 유동 튜브를 가로지르는 차압을 측정하도록 구성되는, 압력 센서.

#### 청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 차압의 측정치가 0.2 bar 내지 1 bar 의 범위에 걸쳐져 있는 것인, 압력 센서.

#### 청구항 14

제 10항에 있어서,

질량 공기 유동을 측정하도록 구성되는, 압력 센서.

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 이 출원은 37 CFR 1.53(b) 하에 일부 계속출원으로서 출원되었으며, 또한 35 U.S.C. § 120 하에서 그 전체 내용이 본 명세서에 참조로 통합되는 발명의 명칭이 "오일 충전된 패키징의 표면 전하 면역성을 위한 미세 전자기계 시스템(Micromicro Electro Mechanical Systems: 이하, MEMS) 압력 센서 월드 월드 레이아웃"인 2013년 11월 18일자 출원된 미국 특허출원 제14/082,562호에 대한 우선권의 이익을 주장한다.

[0002] 여기에 개시된 발명은 압력 센서에 관한 것이며, 특히 오일 충전된 패키지에서 표면 전하 축적의 영향을 제한하기 위한 압력 센서의 설계에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 표면 전하 축적으로 인한 오프셋 드리프트(offset drift)는 잘 알려진 현상이며, 또한 광범위한 반도체 장치들에서 발생하는 공통적인 고장 모드이다. 고장 메커니즘은 전하 반전층(inversion layer)의 형성을 유도하는 장치 표면 전하 축적을 수반된다. 반전층은 그렇지 않은 경우 전기적으로 절연성인 접합 상태와 타협한다. 전하 반전층의 성장은 에피-층(epi-layer)을 통한 기생 전류 누설을 허용하여, 감지 요소 오프셋 드리프트를 초래한다. 많은 다른 타입의 장치들처럼, 압력 감지 요소들은 이러한 현상에 의해 영향을 받는다.

[0004] 필드 실드를 포함하는 압력 감지 요소를 위한 현재의 설계는, 표면 전하 축적에 민감하며, 그리고 감지 요소 충전으로 인한 심각한 오프셋 드리프트를 나타낸다. 이것은 특히 오일 충전된(encapsulated) 패키지 조립체 및 적용에서 활용될 때의 경우이다.

[0005] 많은 패키지 구성에서, 압력 감지 요소는 유전체 오일로 충전된다. 오일은 외부의 절대적인 압력 또는 차등 압력(differential pressure) 입력부의 감지 요소와의 결합을 제공한다. 불행하게도, 이것은 또한 패키지 상에 또는 그 밖의 다른 곳에 체류하는 외부 정전하(electrostatic charge)를 압력 감지 요소의 감지 표면에 결합하는 역할을 한다. 전형적으로, 전하 결합은 외부장(external field)에 대응하는 오일의 분자의 극성 정렬(polar alignment), 및 감지 요소와 오일의 인터페이스에서의 연관된 공간 전하 축적을 통해 발생한다. 결과적으로, 비교적 큰 외부 정전하가 오일의 분자 분극성(molecular polarizability)을 통해 감지 요소에 결합될 수 있다. 그러한 전하는, 예를 들어, 감지 요소를 패키징하기 위해 사용되는 또는 플라스틱 패키지에 대한 정전기 방전(electrostatic discharge: ESD)에 의해 하우징으로 도입되는 플라스틱 하우징 조립체에 체류할 수 있다. 이러한 높은 정전하는 심각한 출력 시프트(shift)를 유발하기에 충분한 것 이상이다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

(특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 JP2009-075056호 (2009. 04. 09)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 따라서, 오일 충전 패키지 내에 봉입되는 압력 센서의 성능을 개선시키기 위한 방법 및 장치가 요망되고 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 일 실시예에서, 압력 감지 요소가 제공된다. 압력 감지 요소는 다이아프램상에 배치되는 감지 서브-요소를 포함하며, 상기 요소는 상기 서브-요소 위에 배치되는 쉴드 및, 다이아프램의 기판과 필드 쉴드에 전위를 인가함으로써 작동 도중에 상기 서브-요소 상의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성되는 필드 쉴드 회로를 포함한다.

[0008] 상기 서브-요소는 적어도 하나의 압전저항(piezoresistive) 요소를 포함할 수 있다. 상기 서브-요소는 상기 다이아프램 내에 매립될 수 있다. 층이 상기 필드 쉴드와 상기 서브-요소 사이에 배치될 수 있으며, 또한 패시브 이션층(passivation layer)을 포함할 수 있다. 상기 필드 쉴드는 상기 감지 요소 내의 신호 누설을 실질적으로 제거하도록 구성될 수 있다. 상기 필드 쉴드는 증착(deposition) 및 포토리소그래피에 의해 상기 서브-요소 위에 배치될 수 있다. 외부 전하의 소스는, 상기 감지 요소가 적어도 부분적으로 그 내부에 잡기게 되는 오일 및 상기 감지 요소를 둘러싸는 다른 부품들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0009] 다른 실시예에서, 압력 감지 요소를 제조하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은 다이아프램 상에 배치되는 서브-요소를 포함하는 압력 감지 요소를 선택하는 것, 및 상기 서브-요소, 접촉 비아(contact via), 및 상기 서브-요소와 접촉 비아 사이에 배치되는 상호연결부 위에 필드 쉴드를 배치하는 것을 포함하며, 상기 필드 쉴드는, 상기 다이아프램의 기판 및 상기 필드 쉴드에 전위를 인가하도록 구성되는 필드 쉴드 회로의 작동에 의한 작동 도중에, 상기 서브-요소 상에서의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성된다.

[0010] 상기 방법은, 상기 필드 쉴드와 상기 서브-요소 사이에 층을 배치하는 것을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 방법은, 외부 전하의 영향을 제한하기 위해 금속(또는 전기적으로 도전성인) 조성물로 상호연결부, 접촉 비아, 및 서브-요소를 덮는 것을 포함한다.

[0011] 다른 실시예에서, 압력 센서가 개시된다. 상기 압력 센서는, 다이아프램 상에 배치되는 감지 서브-요소를 포함하는 압력 감지 요소로서, 상기 요소는 상기 서브-요소, 접촉 비아, 및 상기 서브-요소와 상기 접촉 비아 사이에 배치되는 상호연결부 위에 배치되는 필드 월드를 포함하며, 상기 필드 월드는, 상기 다이아프램의 기판 및 상기 필드 월드에 전위를 인가하도록 구성되는 필드 월드 회로의 작동에 의한 작동 도중에, 상기 서브-요소 상에서의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하도록 구성되는 것인, 상기 압력 감지 요소; 및 상기 압력 감지 요소를 압력 환경에 노출시키기 위한 포트를 포함한다. 적어도 다른 압력 감지 요소가 상기 압력 센서에 포함될 수 있다.

[0012] 상기 압력 센서는 다른 포트 및 다른 압력 감지 요소를 포함할 수 있다. 상기 다이아프램의 상부측과 상기 포트의 후방측은 오일의 저장조에 의해 결합될 수 있다. 차압(differential pressure)의 측정치는 약 0.2 bar 내지 1 bar 사이의 범위 이내일 있다. 센서는 벤투리(Venturi) 유동 튜브를 가로지르는 차압을 측정하도록 구성될 수 있다. 센서는 질량 공기 유동을 측정하도록 구성될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 특징들 및 장점들은 첨부되는 도면과 함께 취해진 뒤따르는 설명으로부터 명백하다.

도 1은 본 명세서의 개시에 따른 예시적인 압력 감지 요소의 양태를 도시하는 등각투상도이다.

도 2는 도 1의 압력 감지 요소를 위한 받침대(pedestal)의 양태를 도시한 등각투상도이다.

도 3 및 도 4는 도 1의 압력 감지 요소를 위한 실리콘 다이의 양태를 도시한 등각투상도이다.

도 5는 도 1의 압력 감지 요소의 절단 등각투상도이다.

도 6은 종래 기술의 감지 요소의 복합적인 단면도이다.

도 7은 도 6의 종래 기술의 감지 요소의 평면도이다.

도 8은 도 6 및 7의 종래 기술의 센서를 위한 전하 수집 현상을 도시한 예시도이다.

도 9는 도 1의 센서의 복합적인 단면도이다.

도 10은 도 1의 압력 감지 요소의 평면도이다.

도 11은 도 1의 압력 감지 요소를 위한 전기 회로의 개략적인 도면이다.

도 12는 도 10에 도시된 평면도의 부분 절개도이다.

도 13은 도 6 및 7의 종래 기술의 센서를 위한 전하 수집 현상으로부터의 도 1의 센서의 면역성을 도시한 도면이다.

도 14는 도 1에 도시된 바와 같은 압력 감지 요소를 포함하는 압력 센서의 등각투상도이다.

도 15는 도 14에 도시된 압력 센서의 절개도이다.

도 16은 도 1에 도시된 압력 센서의 적용을 도시한 개략적인 도면이다.

도 17은 감지 요소의 비교 성능을 도시한 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 압력 센서에서 신호 오프셋을 야기할 수 있는 표면 전하 또는 큰 정전하 축적의 영향을 제한하기 위한 방법 및 장치가 여기에 개시된다. 외부 전하의 소스는 감지 요소의 패키징을 포함할 수 있다. 바람직하게, 이것은 일반적으로 센서로부터의 출력 데이터에 드리프트에 대한 면역성을 생성한다.

[0015] 이제 도 1을 참조하면, 본 명세서에서의 개시에 따른 압력 감지 요소(10)가 도시된다. 이러한 실시예에서, 압력 감지 요소(10)는, 압력 감지 요소(10)에 대한 베이스로서, 받침대(11)를 포함한다. 받침대(11)는 유리와 같은 적절한 재료로 형성될 수 있다. 받침대(11)의 상면 상에 실리콘 다이(12)가 배치된다. 실리콘 다이(12)는, 본 기술분야에 알려진 바와 같은 기술을 사용하여, 받침대(11)에 접합될 수 있다. 실리콘 다이(12)는 회로(14)에 대해 호스트(host)이다. 복수의 접합 패드(15)가 회로(14)에 포함된다. 접합 패드(15)는 압력 감지 요소(10)를 위한 회로(14)와 외부 부품들과의 전기적 연결을 제공한다. 일반적으로, 외부 부품들은 전력공급, 압력 감

지 요소(10)로부터의 데이터 수신, 및 데이터 처리를 제공한다.

[0016] 도 2를 참조하면, 받침대(11)의 사시도가 도시된다. 이러한 예에서, 압력 감지 요소(10)의 다른 부품들은 받침대(11)의 특징이 더욱 잘 제시될 수 있도록 생략되었다. 이러한 예에서, 받침대(11)는 압력을 샘플링하기 위한 압력 포트를 제공하는 중심 관통로(thruway)(21)를 포함한다. 따라서, 관통로(21)는 또한 여기에서 "포트"(21)로도 지칭된다. 포트(21)는 다양한 형태로 제공될 수 있다. 예를 들어, 관통로(21)가 도시된 바와 같이 받침대(11)의 중심을 통과하는 단일의 원통형 관통부로서 제공될 필요는 없다. 일 실시예에서, 관통로(21)는 받침대(11)의 두께를 관통하는 복수의 더 작은 관통부를 포함한다. 다른 실시예(도시되지 않음)에서, 중심의 관통로(21)는 생략될 수 있고 또는 유리 내에서 약간의 깊이로 종결되어, 실리콘 다이(12)와 함께 캐비티를 형성하도록 할 수 있다. 이러한 실시예에서, 캐비티는 비워지거나(evacuate) 또는 고정된 기준 압력으로 다시 채워질 수 있어서, 절대 압력 감지를 위한 감지 요소(10)를 구성하도록 한다.

[0017] 이제 도 3을 참조하여, 실리콘 다이(12)의 실시예의 사시도가 도시된다. 이 예에서, 압력 감지 요소(10)의 다른 부품은 실리콘 다이(12)의 특징이 더욱 잘 제시될 수 있도록 생략되었다. 이 예에서, 실리콘 다이(12)는 선택적인 플랜지(32)를 포함한다. 플랜지(32)는 압력 감지 요소(10)의 조립에 유용할 수 있다. 예를 들어, 조립 도중에, 기계적 압력이, 하부에 깔리는 접착제가 받침대(11) 상에 균일하게 분포되고 가압되도록, 플랜지(32)에 작용하게 될 수 있다. 실리콘 다이(12)는 상부(31)를 포함한다. 일반적으로, 상부(31)는 실질적으로 평坦한 표면을 포함한다. 다이아프램(34)이 상부(31)의 중심 부분 내에 있다. 일반적으로, 다이아프램(34)은 압력 감지 요소(10)가 경험하게 되는 압력에 따라 휘어질 것이다.

[0018] 이제 도 4를 참조하면, 실리콘 다이(12)의 하부측의 사시도가 도시된다. 이 예에서, 실리콘 다이(12)는 캐비티(36)를 포함한다. 실리콘 다이(12)가 받침대(11)와 결합될 때, 캐비티(36)는 챔버를 생성한다. 일반적으로, 캐비티(36)는 하나의 벽[캐비티(36)가 원통형의 형태인 경우와 같은] 또는 복수의 벽(도 4에 도시된 바와 같은)에 의해 한정된다. 다이아프램(34)은 캐비티(36)의 베이스에 의해 한정되며, 그리고 실질적으로 균일한 두께를 가질 수 있다.

[0019] 이제 도 5를 참조하면, 압력 감지 요소(10)의 반-투명한 사시도가 도시된다. 이 도면에서, 실리콘 다이(12)의 캐비티(36)는, 실리콘 다이(12)가 받침대(11)와 결합되거나 또는 접합될 때, 챔버(41)를 형성하는 것을 알 수 있다.

[0020] 본 명세서에서의 개시를 위한 일부 내용을 제공하기 위해, 종래 기술의 센서의 양태들이 도 6 내지 도 9와 함께 소개되고 논의된다.

[0021] 이제 도 6을 참조하면, 종래 기술의 센서(10)의 복합적인 단면도가 도시된다. 또한, 도 7을 참조하면, 도면의 바닥을 향한 점선이 도시된 종래 기술의 센서(210)의 단면도의 일부를 도시하고 있다.

[0022] 예시적인 종래 기술의 센서(210)는 받침대(211)를 포함한다. 실리콘 다이(212)가 받침대(211)의 상부 상에 배치된다. 다이아프램(234)은 실리콘 다이(212)의 가장 높은쪽 부분에 있다. 이 실시예에서, 실리콘 다이(212)의 아래쪽 부분은 P형 반도체 물질로 제조되는 반면에, 다이아프램(234)은 N형 반도체 물질로 제조된다. 다른 실시예에서, 실리콘 다이(212)의 아래쪽 부분은 N형 반도체 물질로 제조되며, 그리고 다이아프램(234)은 동일한 N형 물질로부터 제조된다. 상호연결부(262)가 다이아프램(234) 내부에 매립된다. 상호연결부(262)는 P+ 형의 반도체 물질로 제조된다. P+ 는 적절히 낮은 저항성(높은 도전성)을 달성하기 위해 반도체의 고도로 도핑된 억셉터 구역을 지칭한다. 상호연결부(262)는 감지 서브-요소(261)로의 연결을 제공한다. 이 예에서, 감지 서브-요소(261)는 P- 형의 반도체 물질로 이루어진다. P- 는, 원하는 저항성 및 압전저항 계수를 달성하는데 요구되는 바와 같은, 반도체의 낮게 도핑된 억셉터 구역을 지칭한다. 센서 접촉 비아(263)가 각각의 상호 연결부(262)에 전기적 접촉을 제공한다. 전기적 접촉은 센서 접촉부(sensor contact)(218)에 의해 달성된다.

[0023] 제1 패시베이션층(219)은 다른 부품으로부터의 센서 접촉부 금속(218)의 전기적 분리를 제공한다. 각각의 센서 접촉 비아(263)는 브릿지 트레이스(bridge trace)(216)와 전기적으로 연통된다. 차례로, 브릿지 트레이스(216)는 적어도 하나의 접합 패드(215)에 연결된다. 적어도 하나의 접합 패드(215)는 외부 전기적 연결을 제공한다. 바이어스요소(224: bias via)가 다이아프램(234)과의 전기적 접촉을 제공한다. 바이어스요소(224)는 바이어스 접촉부(228)에 전기적으로 연결된다. 상부 패시베이션층(220)이, 제1 패시베이션층(219), 센서 접촉부(218), 브릿지 트레이스(216), 및 적어도 일부의 바이어스 접촉부(228)의 위에 배치될 수 있다.

[0024] 부분적인 월드 쉴드(270)가 종래 기술의 센서(210)의 일부분 위에 배치된다. 일반적으로, 부분적인 월드 쉴드(270)는 특정 환경에서 표면 전하 축적에 대한 민감성을 제한하는 전위의 인가를 제공한다. 예시적인 환경은 오

일 충전된 환경을 포함한다.

[0025] 종래 기술의 센서(210)가 활성화될 때, 전압(V)이 접합 패드(215)에 인가된다. 전류(I)는 제1 센서 접촉부(218)로 그리고 한 쌍의 상호연결부(262) 중 제1 상호연결부 내로 흐른다. 전류는, 감지 서브-요소(261)를 통해, 한 쌍의 상호연결부(262) 중 제2 상호연결부 상으로 그리고 제2 센서 접촉부(218)를 통해 빠져나간다. [편의상, 제1 상호연결부(262), 감지 서브-요소(261), 및 제2 상호연결부(262)의 조립체는 "저항 브릿지(resistive bridge)"로서, 그리고 다른 유사한 용어에 의해 지칭된다]. 다이아프램(234)의 휨은 감지 서브-요소(261)의 저항의 변화 및 그에 따른 제2 센서 접촉부(218)에서의 신호의 변화를 야기한다.

[0026] 일반적으로, 각각의 상호연결부(262)는 고도로 도핑된 P형 물질을 포함하는 반면에, 감지 서브-요소(261)는 낮게 도핑된 P형 물질을 포함한다. 따라서 작동 도중에, P/N 접합부가 형성된다[도 8 참조, 거기에 P/N 접합부(279)가 도시되어 있다]. P/N 접합부(279)는 N형 반도체 물질(234)로부터의 저항 브릿지의 전기적 절연을 제공한다. 따라서 전류(I)의 누설 및 그에 따른 신호 손실이 감소하게 된다.

[0027] 불행하게도, 종래 기술의 센서(210)의 설계는, 부분적인 필드 쉴드(270)가 감지 부품들을 완전히 덮지 않도록 한다. 무엇보다도, 종래 기술의 센서(210)를 위한 설계는, 부분적인 필드 쉴드(270)에 의해 제공되는 적용 범위(coverage)의 강화가 적어도 일부 경우에서 저항 브릿지를 구비한 부분적인 필드 쉴드(270)의 단락을 야기하도록 했었다.

[0028] 결과적으로, 부분적인 필드 쉴드(270)는, 감지 환경에 노출되는 각각의 저항 브릿지의 적어도 일부를 남겨 놓았다. 일부 실시예에서, 결과적으로 제한된 간섭이 있었다. 그러나 감지 환경이 오일로 채워진 바와 같은 일부 다른 실시예에서, 신호 누설이 발생한다. 이제 도 7을 참조하면, 신호 누설이 쉴드되지 않은(unshielded) 구역(299)에서 발생할 수 있음을 알 수 있다. 물론, 도 7에 도시된 쉴드되지 않은 구역(299)은 단지 이러한 종래 기술의 센서(210)에 도시된 8개의 상호연결부(262)로부터의 하나의 상호연결부(262)임을 인식해야 한다. 따라서 일부 감지 환경에서, 신호 누설은 종래 기술의 센서(210)의 성능에 실질적인 영향을 가질 수 있다.

[0029] 또한 지금부터, 이러한 현상을 더욱 잘 이해하기 위해, 도 8을 참조한다. 도 8은 종래 기술의 센서(210)의 일부의 복합적인 단면도를 도시하고 있으며, 이 도면은 도 6에 제공되는 복합적인 도면의 확대도이다.

[0030] 도 8에는, 종래 기술의 센서(210)의 상부 위에 축적된 네거티브 표면 전하가 도시되어 있다. 일반적으로 양자 모두 P+ 형 반도체 물질인 각각의 상호연결부(262)는 포지티브 억셉터 상태인 상당히 많은 수의 억셉터를 포함한다. 유사하게, N형의 반도체 물질인 다이아프램(234)은, 네거티브 도우너(doner) 상태인 상당히 많은 수의 도우너를 포함한다. 종래 기술의 센서(210)가 활성화될 때, 하전된 소수 이온이 이러한 부품들 내로 이동함에 따라, 고갈 구역(279)이 각각의 상호연결부(262)와 N형 반도체 물질(234) 사이의 P/N 접합부에 형성된다. 매우 빈번하게, 종래 기술의 센서(210)가 오일 충전된 환경에서 작동될 때와 같이, 환경의 극성 분자들을 종래 기술의 센서(210)의 상부 위에 축적된 높은 네거티브 표면 전하를 야기하도록 정렬할 것이다. 결과적으로, 고갈 구역(279)은, N형 반도체(234) 내의 소수 전하 캐리어(carrier)가 반전층(289)을 생성하는 인터페이스로 이동함에 따라 성장하며, 따라서 P+ 구역들(262) 사이에 전류 누설 경로를 생성한다. 전류 누설 경로에 의해, 장치 출력 드리프트가 뒤따라 일어난다.

[0031] 도 9 내지 도 13에, 센서(10)(도 1 내지 도 5에 도시된)의 추가적인 양태들이 도시되어 있다. 센서(10)는, 무엇보다도, 필드 쉴드(70)의 사용에 의해 종래 기술의 센서(210)의 전류 누설 경로와 연관된 문제점들을 극복한다.

[0032] 도 9에, 센서(10)의 복합적인 단면도가 도시되어 있다. 또한, 도 10을 참조하면, 도면의 바닥을 향한 점선이, 도시된 센서(10)의 절단면의 일부분을 나타내고 있다. 도 10에 4개의 감지 요소가 도시되어 있음을 인식해야 한다. 각각의 감지 요소는 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub> 중 하나로 지시된다. 총괄하여, 4개의 감지 요소(R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>)가 센서(10)를 위해 제공된다. 센서(10)는 추가적인 또는 더 적은 수의 감지 요소를 포함할 수 있으며, 그리고 선택된 접촉은 원하는 기능을 제공하기 위해 적절하게 결정되는 임의의 방식으로 배치될 수 있다는 것을 인식해야 한다. 나아가, 회로 장치들은 적절한 것으로 여겨지는 임의의 기하학적 형태(예를 들어, 형상, 윤곽, 폭, 두께, 등)일 수 있다는 것을 인식해야 한다. 도 9는 하나의 감지 요소(R<sub>3</sub>)에 대한 복합적인 단면도를 제공한다.

[0033] 센서(10)의 예시적인 실시예에서, 받침대(11)가 포함된다. 실리콘 다이(12)가 받침대(11)의 상부 상에 배치된다. 다이아프램(34)은 실리콘 다이(12)의 가장 위쪽 부분에 있다. 이 실시예에서, 실리콘 다이(12)의 아래쪽 부분은 P형 반도체 물질로 제조되는 반면에, 다이아프램(34)은 N형 반도체 물질로 제조된다. 일부 다른 실시예에서, 실리콘 다이(12)의 아래쪽 부분은 N형 반도체 물질로 제조되며, 그리고 다이아프램(34)은 동일한 N형

물질로부터 제조된다. 상호연결부(62)가 다이아프램(34) 내로 매립된다. 상호연결부(62)는 P+ 형의 반도체 물질로 제조된다. 상호연결부(62)는 감지 서브-요소(61)로의 연결을 위해 제공된다. 이 예에서, 감지 서브-요소(61)는 P- 형의 반도체 물질이다. 센서 접촉 비아(63)가 각각의 상호연결부(62)에 전기적 접촉을 제공한다. 각각의 상호연결부(62)로의 전기적 접촉은 개별적인 센서 접촉부(18)에 의해 달성된다.

[0034] 감지 서브-요소(61)는, 다이아프램(34)의 편향(deflection) 또는 뒤틀림(distortion)의 측정을 위해 제공되는, 임의의 타입의 부품을 포함할 수 있다. 예를 들어, 감지 서브-요소(61)는, 가볍게 포지티브로 도핑된 (P-) 실리콘에 의해 형성되는, 압전저항 요소를 포함할 수 있다. 감지 서브-요소(61)는, 개별적으로 고도로 포지티브로 도핑된 (P+) 고체-상태(solid-state) 상호연결부(62)에 의해 개별적인 전기적 접촉 비아(63)에 전기적으로 결합된다. 전기적 접촉 비아들(63) 및 상호연결부들(62)은 포지티브로 도핑된 반도체 물질과 같은 반도체 물질로 제조될 수 있다. 회로(14)의 적어도 일부는, 포토리소그래피와 같은 기술을 통해, 중착에 의해, 또는 적절한 것으로 여겨지는 다른 기술에 의해, 실리콘 다이(12)의 상부 상으로 배치될 수 있다. 전기적 접촉 비아들(63) 및 상호연결부들은 실리콘 다이(12)의 물질 내에 매립될 수 있으며, 회로(14)의 일부가 그 위에 배치된다. 개별적인 필드 쉴드(70)가 감지 서브-요소들(61), 전기적 접촉 비아들(63), 및 상호연결부들 위에 배치된다. 각각의 필드 쉴드(70)는, 서브-요소들(61), 전기적 접촉 비아들(63), 및 상호연결부들(62)의 위에 배치되며 그리고, 적절한 물질의, 즉 전형적으로 중착된  $Si_3N_4$  및/또는 열적으로(thermally) 성장된  $SiO_2$ 의 얇은 패시베이션 필름에 의해, 이들로부터 전기적으로 절연된다.

[0035] 제1 패시베이션층(19)은 다른 부품으로부터 각각의 센서 접촉부(18)의 전기적 분리를 위해 제공된다. 각각의 센서 접촉 비아(63)는 브릿지 트레이스(16)와 전기적으로 연통 상태에 놓인다. 다시, 브릿지 트레이스(16)는 적어도 하나의 접합 패드(15)에 연결된다. 적어도 하나의 접합 패드(15)는 외부 전기적 연결을 위해 제공된다. 바이어스요소(24)가 다이아프램(34)과의 전기적 접촉을 제공한다. 바이어스요소(24)는 바이어스 접촉부(28)에 전기적으로 연결된다. 상부 패시베이션층(20)은 제1 패시베이션층(19), 센서 접촉부(18), 브릿지 트레이스(16), 및 적어도 일부의 바이어스 접촉부(28) 위에 배치될 수 있다.

[0036] 필드 쉴드(70)는 센서(10) 내부의 전기 부품들 위에 배치된다. 일반적으로, 필드 쉴드(70)는 센서(10)의 외부에 축적된 네거티브 표면 전하의 영향으로부터의 전체 저항 브릿지의 차폐(shielding)를 위해 제공된다. 무엇보다도, 필드 쉴드(70)는 특정 환경에서 표면 전하 축적에 대한 민감성을 제한하는 전위의 인가를 위해 제공된다. 예시적인 환경은 오일 충전된 환경을 포함한다.

[0037] 센서(210)가 활성화될 때, 전압(V)이 접합 패드(15)에 인가된다. 전류(I)는 제1 센서 콘택트(18)로 그리고 한 쌍의 상호연결부(62) 중 제1 상호연결부(62) 내로 흐른다. 전류는, 감지 서브-요소(61)를 통해, 제2 상호연결부(62) 상으로 통과하고, 제2 센서 접촉부(18)를 통해 빠져나간다. [편의상, 제1 상호연결부(62), 감지 서브-요소(61), 및 제2 상호연결부(62)의 조립체는 "저항 브릿지"로서, 그리고 다른 유사한 용어에 의해 지칭된다]. 다이아프램(34)의 흡은 감지 서브-요소(61)의 저항의 변화 및 그에 따른 제2 센서 접촉부(18)에서의 신호의 변화를 야기한다.

[0038] 일반적으로, 각각의 상호연결부(62)는 고도로 도핑된 P형 물질을 포함하는 반면에, 감지 서브-요소(61)는 낮은 레벨의 P 형 물질을 포함할 수 있다. 작동 도중에, P/N 접합부가 형성된다[P/N 접합부(79)가 도시된 도 13 참조]. 유리하게도, P/N 접합부(79)는 N형의 물질(34)로부터의 저항 브릿지의 전기적 절연을 제공한다. 따라서 전류(I)의 누설 및 그에 따른 신호 손실이 회피된다.

[0039] 도 10 및 12에 도시된 바와 같이, 필드 쉴드 회로 트레이스(17)는 다이아프램(34)의 일부분을 가로질러 연장된다. 필드 쉴드 회로 트레이스(17)는 제1 필드 쉴드(70)의 제2 필드 쉴드(70) 등과의 전기적 연결을 위해 제공된다.

[0040] 이제 센서(10)의 전기적인 개략적 도면이 도시된 도 11을 참조하기로 한다. 이 예에서, 커폐시터 부호는 각각의 감지 요소( $R_1, R_2, R_3, R_4$ )를 위한 패시베이션층(19, 20)을 나타내고 있다. 역 바이어스된 접합 다이오드는, 각각의 감지 요소( $R_1, R_2, R_3, R_4$ )를 위한 고갈 구역(79)을 나타내고 있다.

[0041] 도 12에 도시된 바와 같이, 브릿지 트레이스(16) 및 필드 쉴드 회로 트레이스(17)는 그들 사이에 배치되는 패시베이션층과의 물리적 분리에 의해 절연된다. 각각의 전략적으로 필드 쉴드(70)는 각각의 감지 요소의 모든 활성 영역을 덮는다. 즉, 각각의 필드 쉴드(70)는, 각각의 센서 접촉 비아(63), 각각의 상호연결부(62), 및 각각의 감지 서브-요소(61)를 완전히 덮는다. 필드 쉴드(70)의 사용에 의해, 종래 기술의 센서(210)에서 발생하는 반

전총의 형성이 회피된다.

[0042] 도 13에 도시된 바와 같이, 센서(10)의 상부 위에 축적되는 네거티브 표면 전하는 센서(10)의 작동을 교란하지 않는다. 즉, 전압(V)을 필드 쉴드(70) 및 N형 층(34)에 인가함에 의한 필드 쉴드(70)의 작동은 고갈 구역(79)의 감소를 야기하며, 그리고 종래 기술의 센서(210)에서 형성되는 반전층(289)을 실질적으로 제거한다.

[0043] 이러한 구성은 감지 요소의 표면 상의 극도로 높은 정전하 축적 상태 하에서 강건한 것으로 증명된 바 있다.

[0044] 이제 도 14를 참조하면, 예시적인 압력 센서(100)가 도시된다. 압력 센서(100)는 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 압력 감지 요소(10)를 사용한다.

[0045] 도 15는 도 14의 도면의 절개도이다. 예시적인 압력 센서(100)는 본체(101)를 포함한다. 본체(101)는 포트(102)를 포함한다. 일반적으로, 포트(102)는 전기 시스템으로의 외부 연결을 제공하기 위한 커넥터를 수용한다. 본체(101)는 적어도 하나의 장착부(103)를 포함한다. 적어도 하나의 장착부(103)는 압력 센서(100)를 제 위치에 고정하는데 유용하다. 이 예에서, 압력 센서(100)는 고압 포트(104) 및 저압 포트(105)를 포함한다. 압력은 고압 포트(104)와 저압 포트(105) 사이에서 튜브(106)에 의해 연통된다. 일반적으로, 튜브(106)는 오일로 채워진다. 개별적인 압력 감지 요소(10)가 튜브(106)의 고압 단부에 배치된다.

[0046] 튜브(106)는 오일의 저장조의 실시예로서 간주될 수 있다. 저장조는 압력 감지 요소(10)의 압력 포트(21)의 저압 포트(105)로의 결합을 위해 제공된다. 이 예에서, 오일의 저장조는 연장된 튜브 또는 칼럼(column)으로 제공된다. 그러나 저장조는 주변 환경의 압력을 감지 요소(10)에 커플링하기에 적절한 것으로 여겨지는 임의의 기하학적 형태를 가질 수 있다. 절대 압력 구성을 위해, 포트(21)는 감지 요소 상부측(31)에 커플링되는 압력으로 기준 캐비티를 형성한다. 상대 압력 또는 차압 감지를 위해, 저장조는 중심 관통로(21)에 커플링되는 압력을 제공하며, 차압을 결정하기 위해 적당한 것으로서 적어도 다른 압력 포트가 감지 요소(10)의 반대 측에 적절히 커플링된다(즉, 압력방향 커플링). 고압 포트(104)는, 본 개시에서 설명되는 구성을 위해, 감지 요소(10) 상부측 다이아프램(34)에 높은 압력을 커플링한다.

[0047] 또한, 이제 도 16을 참조하면, 설치된 상태의 예시적인 압력 센서(100)의 실시예가 도시되어 있다. 이 예에서, 압력 센서(100)는 가압된 환경(110)에 설치된다. 가압된 환경(110)은 유동(이 예에서는 좌측으로부터 우측으로)을 포함한다. 예시적인 가압된 환경(110)은 배기 가스 재순환 유동을 포함한다. 저압 포트(105)에서의 압력뿐만 아니라 고압 포트(104)에서의 압력의 측정을 가능하게 함으로써, 압력 센서(100)를 사용하는 시스템은, 통상 압력, 차압, 유동 역학, 및 다른 관련된 양들을 평가하도록 구성될 수 있다.

[0048] 도 17은 압력 센서의 실시예에 대한 성능에 대한 그래픽 도면을 제공한다. 본 명세서에 제시된 개시에 따라 설계된 실시예에서, 센서는 임의의 드리프트를 전혀 나타내지 않았다. 대조적으로, 종래 기술의 설계에 대한 드리프트는 적절한 수준으로부터 실질적인 수준까지의 범위에 걸쳐있다.

[0049] 더욱 구체적으로, 비-제한적인 예로서, 벤투리 유동 튜브를 가로지르는 압력 강하의 측정은 질량 공기흐름의 계산을 가능하게 한다. 일부 실시예에서, 측정될 수 있는 압력차는 약 0.2 bar 내지 1 bar의 범위에 속한다. 압력의 통상 모드 측정은 약 8 bar 만큼 높은 범위에 속한다.

[0050] 이제 압력 감지 요소(10)의 일부 추가적인 양태가 소개된다.

[0051] 일반적으로, 각각의 필드 쉴드는, P+ 상호연결부들 사이의 낮은 저항 반전 채널의 형성을 방지하기 위해 필요한 것처럼, 각각의 매립된 장치 회로, 접촉 비아들, 및 금속 상호연결부들의 영역들을 완전히 덮도록 연장될 수 있다. 전형적인 종래 기술의 설계는, 압전저항 브릿지 및 고도로 도핑된 P+ 상호연결부들의 부분들에 대한 감지요소 상의 필드 쉴드 적용 범위를 제한하며, 그에 따라 덮이지 않은 매립된 영역들은 충전 및 반전층의 형성에 민감한 상태로 남게 된다. 따라서 회로 장치들의 설계는, 표면 충전에 대항하는 완벽한 면역성을 위해 필요한 것처럼, 압전저항 요소를 수용하도록, 그리고 P+ 도핑된 상호연결부들, 전기 접촉 비아들, 및 금속 상호연결부들을 완전히 덮도록, 수정될 수 있다.

[0052] 이러한 혁신에 대해 특별히, 필드 쉴드 메탈, 레이아웃, 및 증착 방법은, 낮은 압력(약 1 bar 미만의) 다이의 우월한 장치 성능을 위한 낮은 막(membrane) 응력 커플링을 제공한다. 금속은, 기본적인 합금 또는 화합물 혼합물을 포함하여, 산업에서 임의의 타입의 통상적인 것 일 수 있다. 실제로, 필드 쉴드는, 다이아프램에 대한 접촉 비아를 갖는, 반전 패시베이션층에 의해, 예를 들어 실리콘 질화물에 의해, 제1 금속층으로부터 절연된다. 감지 서브-요소들, 접촉 비아들, 및 상호연결부들의 배향 및 레이아웃은, 다이아프램 상에서의 금속 적용 범위의 면적이 최소화되도록 된다. 금속 적용 범위의 최소화는, 금속 필드 쉴드로부터 저압 다이의 감지 요소 다이

아프램으로의 최소한의 응력 커플링을 보장한다. 필름을 충분히 얇게 증착하는 것은 최대한의 장치 민감도를 보장한다. 사용되는 금속 필름 두께는 일반적으로 약 100 nm 내지 50 nm 또는 그 미만이다. 더 두꺼운 금속 또한 사용될 수 있다. 본 명세서에 설명되는 필드 월드 배열은 또한, 임의의 압력 범위(약 1 bar 보다 큰)의 다이의 감지 요소 상에 활용될 수도 있다. 특히, 두꺼운 금속 또는 다른 물질로 저압 다이의 다이아프램을 완전히 덮는 것은 성능을 저하시킨다. 더 두꺼운 필름은, 중립 응력 축선(neutral stress axis)을 압전저항 요소로부터 멀어지게 시프트시킴에 따라 민감도를 낮추며, 그리고 막에 대해 더 큰 기계적 응력 커플링을 도입함에 따라 정확도 및 과수명(over-life) 안정성에 영향을 미친다. 작동 시, 등가의 전위, 일반적으로 브릿지 전압(Vb)이, 정상적인 작동 도중에 직면하게 될 수 있는 환경 조건들에 대해 필드 월드 금속과 다이아프램 사이에 중립 필드를 유지하기 위해, 필드 월드층과 다이아프램 모두에 인가된다. 심지어 표면 전하의 매우 높은 축적을 동반하는 경우에서, 모든 활성 영역을 가로지르는 중립 필드의 유지는 장치의 장기간의 출력 안정성을 보장한다. 감지 요소 충전 및 출력 드리프트를 유도하기 위해 사용되는 검증 시험은 본 명세서에 설명되는 기술의 우월한 성능을 확증한다.

[0053] 여기에서 논의되는 바와 같이, "전기적 분리"에 관한 용어는 일반적으로 전기 부품들 사이에 중립 필드를 유지하기에 적절한 상태를 지칭한다. 일부 실시예에서, 전기적 분리는 전기적 절연으로도 지칭될 수 있다. 전기적 분리는 패시베이션층과 같은 개재층(intervening layer)의 적용에 의해 실현될 수 있다. 일부 실시예에서, 전기적 분리는 회로 요소의 바이어싱에 의존할 수 있다(또는 추가적으로 바이어싱을 사용할 수 있다).

[0054] 여기에서 논의되는 바와 같이, "접촉 금속"이라는 용어는 일반적으로 고도로 도핑된 반도체 물질들의 접촉 비아 구역들을 위해 사용되는 금속을 지칭한다. 접촉 금속은 산업에 전형적인, 또는 그렇지 않은 경우 사용하기에 적절한 것으로 여겨지는 임의의 금속일 수 있다. "패시베이션층(passivation)"이라는 용어는 일반적으로 상이한 금속층을 분리시키거나 또는 금속을 반도체로부터 분리시키는 전기적 절연 장벽을 지칭한다. 패시베이션층을 위해 사용되는 물질은 산화물 및/또는 질화물 또는 산업에서 통상적인 다른 물질을 포함할 수 있다. 또한, 패시베이션층은 물리적인 보호 장벽으로서 제공될 수도 있다. 여기에서 논의되는 바와 같이, "접합 패드"라는 용어는 일반적으로 장치에 와이어 접합 또는 다른 적절한 전기적 접촉을 제공하기 위해 사용되는 금속 접합 패드를 지칭한다. 일반적으로, 접합 패드는 원하는 바이어스 전압(Vb)으로 유지되는 반면에, 다른 접합 패드들(15)에서의 전위는 압전저항기들(61)의 저항에 의해 결정된다.

[0055] 일부 실시예에서, 필드 월드는 도전성 금속 또는 산업에서 통상적인 물질의 필름으로서 제공된다. 일반적으로 P+ 형 물질은 높은 도전성을 달성하기 위해 반도체의 상당히 도핑된 억셉터 구역을 지칭하며, N+ 형 물질은 높은 도전성을 달성하기 위해 반도체의 상당히 도핑된 도우너 구역을 지칭한다. N+ 접촉 비아는 N- 형 반도체 구역에 형성되는 금속-반도체 접촉부를 포함하며, 거기에서 접촉 저항은 낮으며 또한 오옴의 법칙에 따른다(ohmic). 본 명세서에 제공되는 예에서, N+ 접촉 비아는 원하는 바이어스 전압(Vb)으로 유지된다. 본 명세서에 제공되는 예에서, P+ 접촉 비아는 P- 형 반도체 구역에 형성되는 금속-반도체 접촉부를 포함하며, 거기에서 접촉 저항은 낮으며 또한 오옴의 법칙에 따른다.

[0056] 여기에서 논의되는 바와 같이, P- 형 반도체 물질은 반도체 물질의 적절하게 또는 낮게 도핑된 억셉터 구역을 지칭한다, P- 형 반도체 물질은 원하는 저항의 압전저항기를 형성하는데 사용될 수 있다. 본 명세서에서 논의되는 바와 같이, N- 형 반도체 물질은 일반적으로 압력 센서의 가요성 다이아프램을 형성하는 도우너 도핑된 벌크 반도체 물질을 지칭한다. 본 명세서에서 논의되는 바와 같이, P- 형 반도체 물질은 일반적으로 억셉터 도핑된 벌크 반도체 물질을 지칭한다. 일부 실시예에서, 받침대는 유리로 형성된다.

[0057] 여기에서 논의되는 바와 같이, "감지 요소 상의 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하는 것"은 감지 요소의 출력부 상에서 전하 축적의 영향을 감소시키는 것을 지칭한다. 예를 들어, 외부 전하의 영향을 실질적으로 감소시키는 것은, 특별한 설계를 위한 또는, 설계자, 제조업자, 사용자, 또는 다른 유사하게 관심 있는 사람의 관점으로부터 수락가능성(acceptability) 이내의 수준으로 출력 드리프트의 감소를 생성한다. 대안적으로, 외부 전하의 영향을 "실질적으로" 제거하는 것(및 다른 관련된 용어)은 경쟁적인 설계들의 성능을 초과하는 수준으로 출력 드리프트의 감소를 생성한다.

[0058] 본 명세서에서 설명되는 부품들은, 적절한 것으로 여겨지는 임의의 방식으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 반도체 물질들은 증착, 제거, 패터닝, 및 다른 유사한 기술들에 의해 성장될 수 있다. 예시적인 기술들은, 제한 없이, 물리적 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 전기화학적 증착(ECD), 분자 비임 에피택시(molecular beam epitaxy)(MBE), 원자층 증착(ALD)을 포함한다. 포토리소그래피, 에칭, 및 다른 기술들이, 적절히 사용될 수 있다.

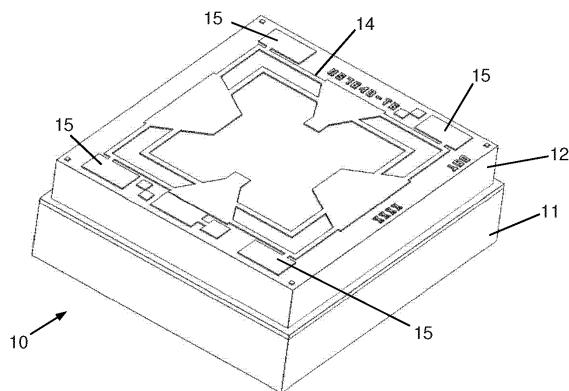
[0059] 다양한 다른 부품들이, 본 명세서의 개시의 양태들을 제공하기 위해, 포함되고 요청될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서의 개시의 범위 내에 있는 부가된 실시예를 제공하기 위해 부가적인 물질들, 물질들의 조합들 및/또는 물질들의 생략이 사용될 수 있다.

[0060] 본 발명 또는 그의 실시예(들)의 요소를 도입할 때, 관사 "하나(a)", "하나(an)", 및 "그(the)"는, 하나 이상의 요소가 존재한다는 것을 의미하는 것으로 의도된다. 유사하게, 요소를 소개하기 위해 사용될 때, "다른"이라는 형용사는 하나 이상의 요소를 의미하는 것으로 의도된다. "포함하는" 및 "갖는"이라는 용어는, 열거된 요소 이외의 부가적인 요소들이 존재할 수 있도록 포괄적인 것으로 의도된다.

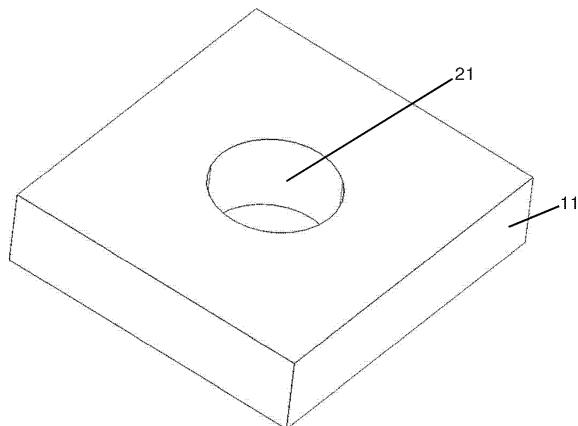
[0061] 비록 본 발명이 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업자라면 발명의 범위로부터의 벗어남 없이 다양한 변화가 이루어질 수 있으며 또한 균등물이 그들의 요소들을 위해 대체될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 부가적으로, 많은 수정이, 본 발명의 본질적인 범위로부터의 벗어남 없이 본 발명의 사상에 대해 특정 도구, 상황 또는 재료를 적합하게 하기 위해 당업자에 의해 인식될 것이다. 따라서 본 발명은, 본 발명을 실시하기 위해 예상되는 최상의 모드로서 개시되는 특정 실시예에 국한되지 않는 대신, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범위 내에 속하는 모든 실시예를 포함할 것으로 의도된다.

## 도면

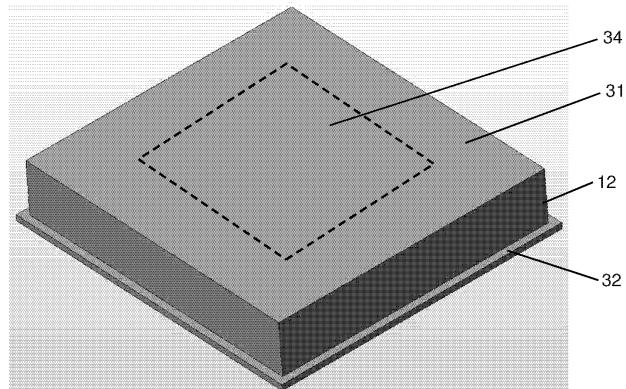
### 도면1



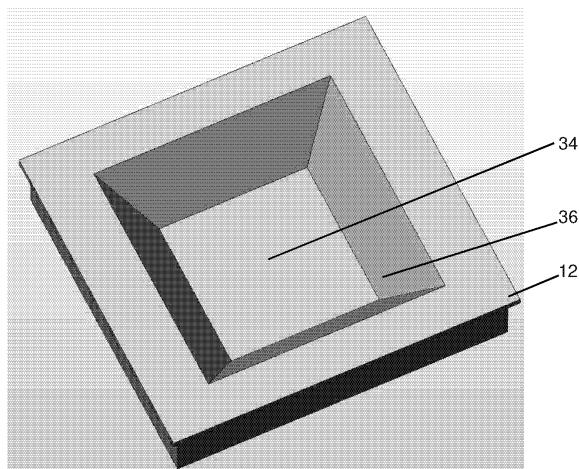
### 도면2



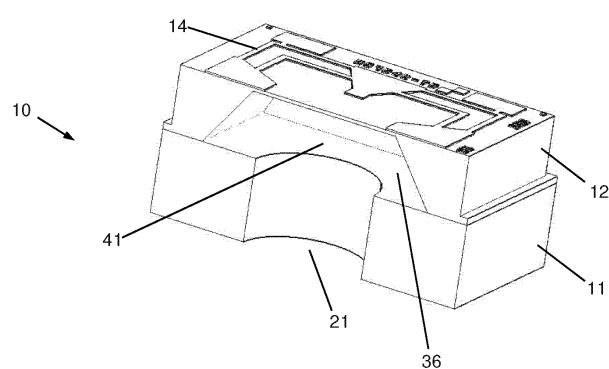
도면3



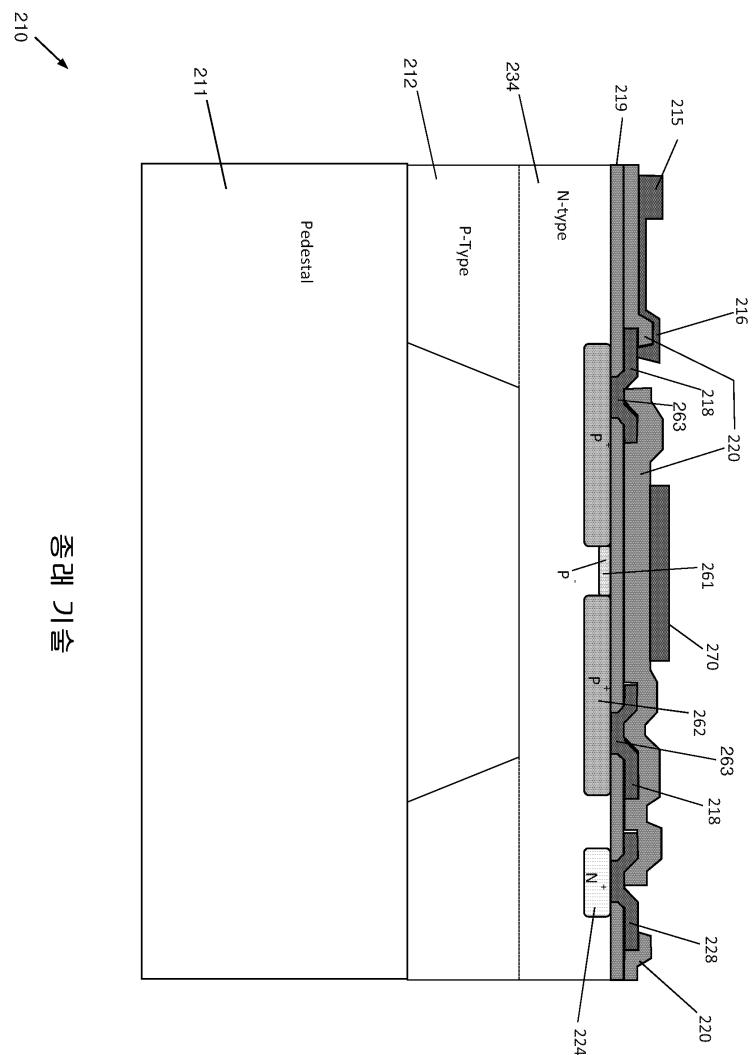
도면4



도면5

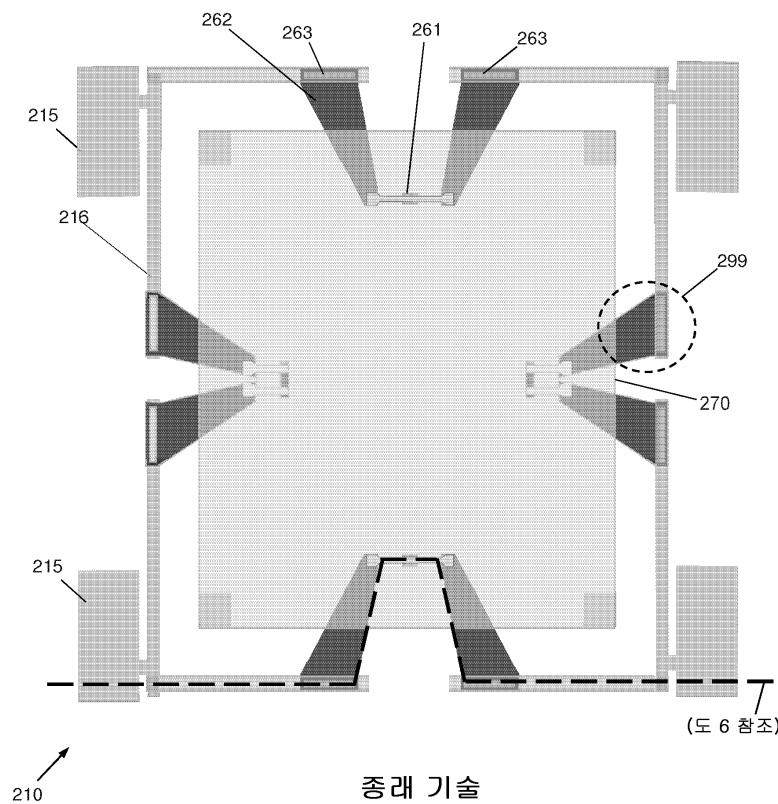


## 도면6

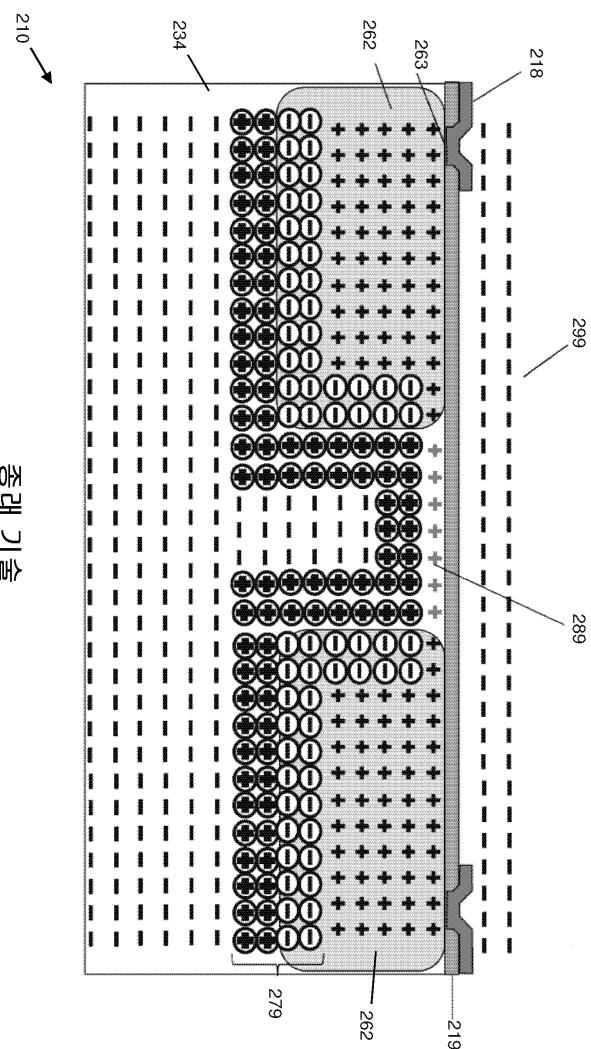


종래 기술

도면7

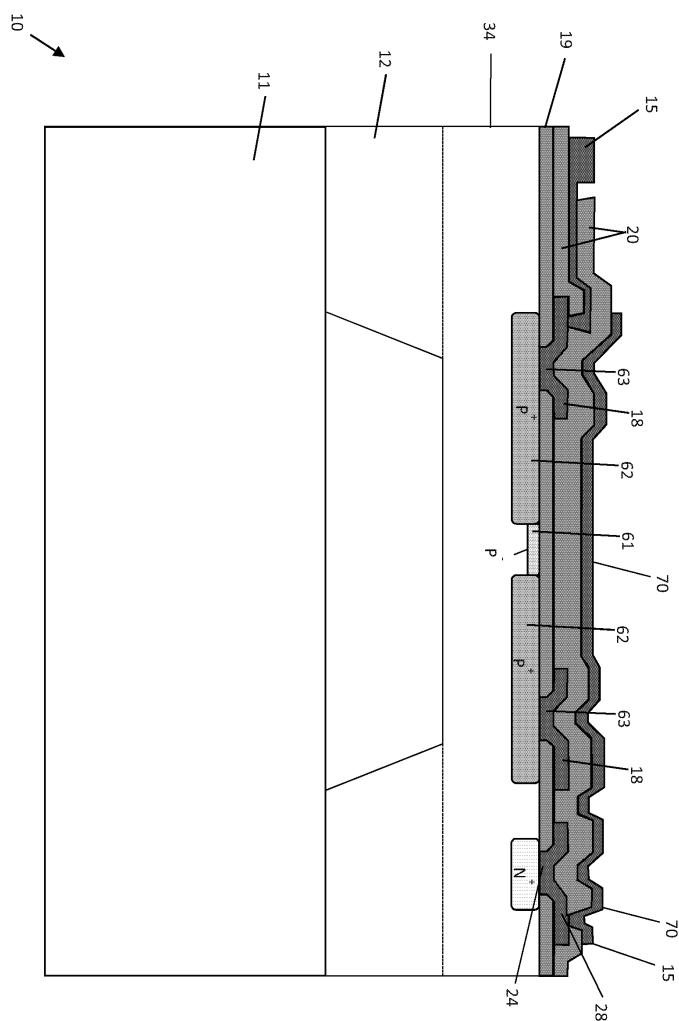


도면8

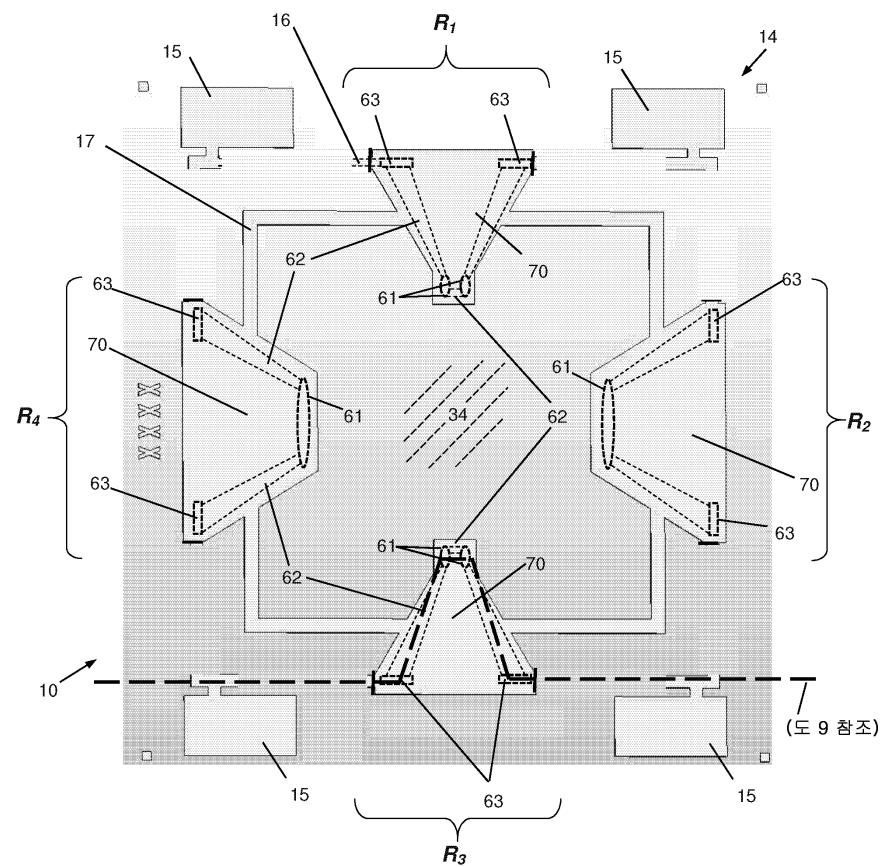


종래 기술

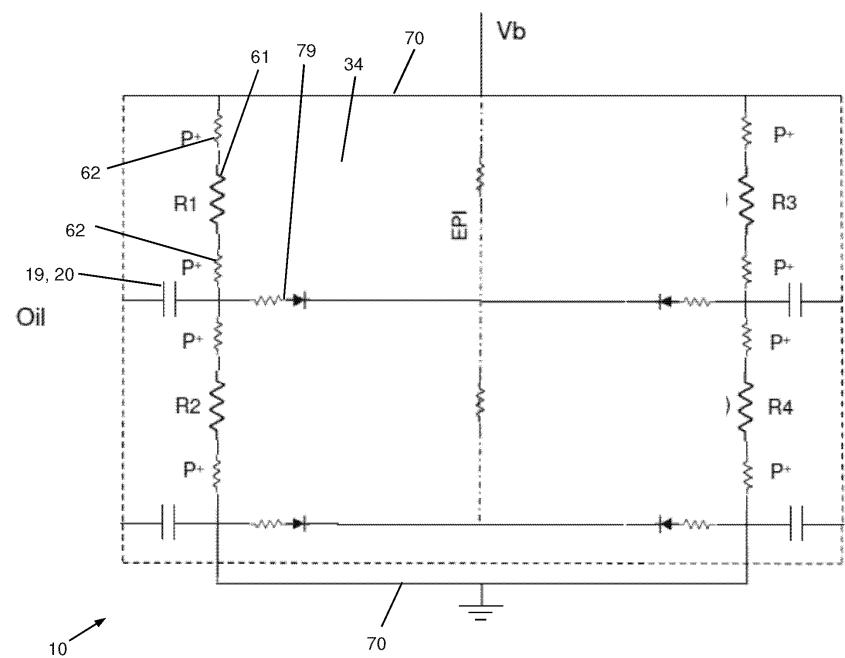
도면9



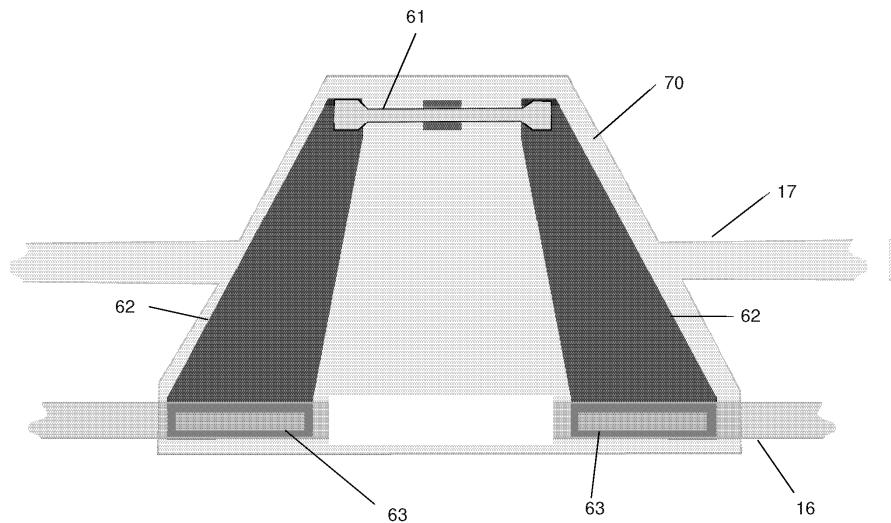
도면10



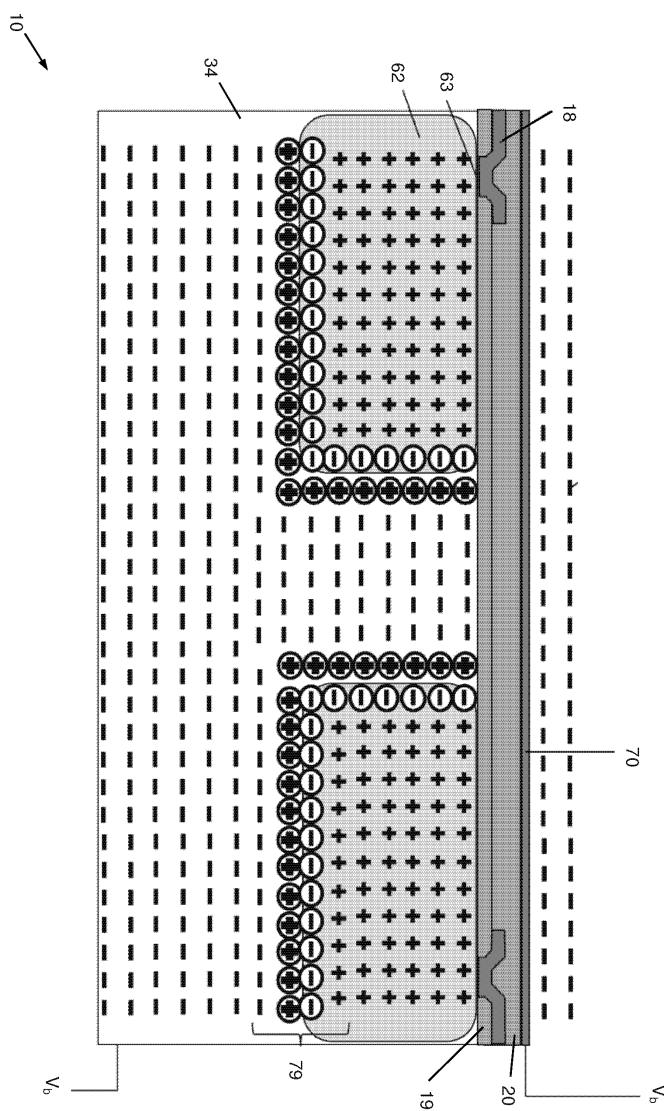
도면11



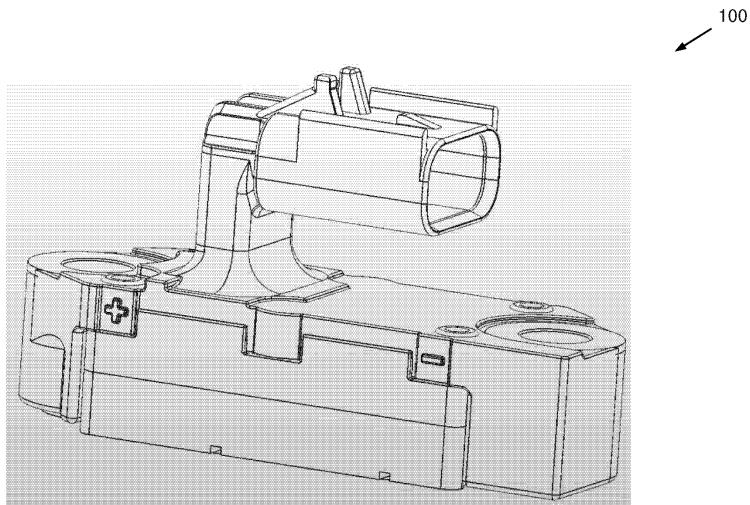
도면12



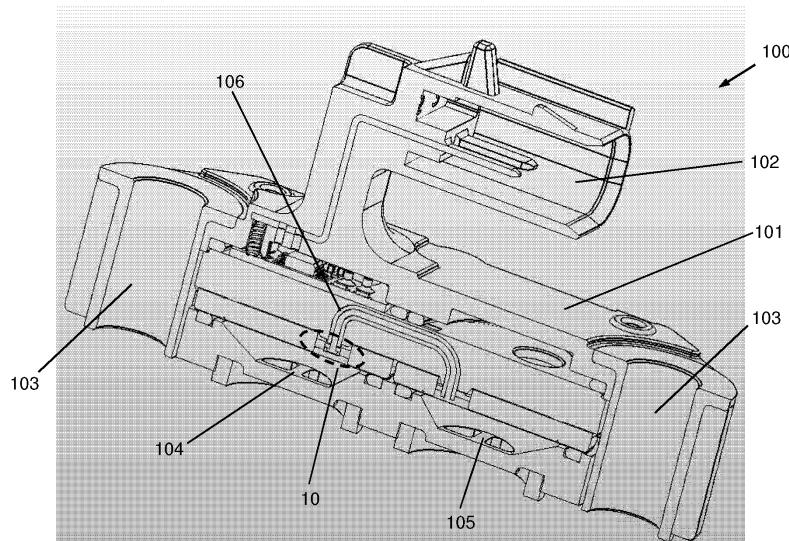
도면13



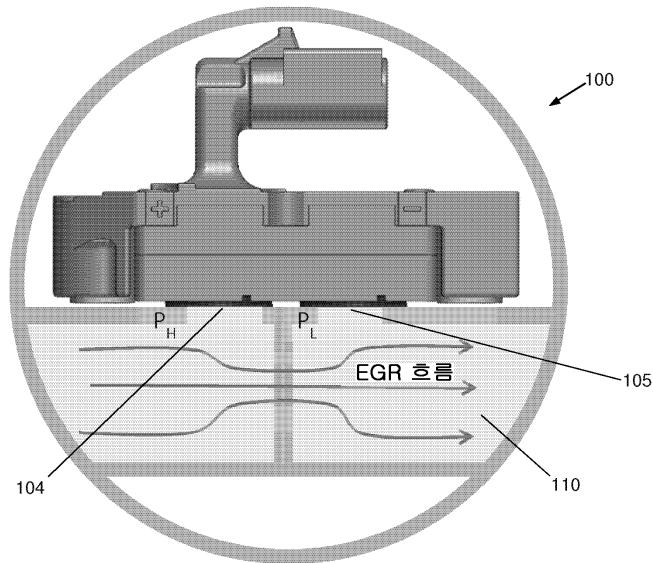
도면14



도면15



## 도면16



### 도면17

