



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월27일

(11) 등록번호 10-2460192

(24) 등록일자 2022년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01L 9/00 (2006.01) B81B 3/00 (2006.01)
 B81B 7/02 (2017.01) G01L 19/06 (2006.01)
 G01L 9/06 (2006.01) G01L 9/08 (2006.01)
 H01L 41/25 (2013.01)

(52) CPC특허분류

G01L 9/00 (2013.01)
 B81B 3/0021 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0170689

(22) 출원일자 2015년12월02일

심사청구일자 2020년12월02일

(65) 공개번호 10-2016-0066528

(43) 공개일자 2016년06월10일

(30) 우선권주장

14/557,841 2014년12월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성11211593 A

JP2014178125 A

JP평성11132887 A

JP소화63029981 A

(73) 특허권자

센사타 테크놀로지스, 인크

미국 02703 매사추세츠주 애틀보로 플래전트 스트리트 529

(72) 발명자

스트럿 더글라스 비

미국 매사추세츠주 01810 앤도버 히든 필드 로드 19

브로듀어 러셀 피

미국 매사추세츠주 02038 프랭클린 힐사이드 로드 122

워시번 케이스 알

미국 매사추세츠주 01760 나티크 모스 레인 13

(74) 대리인

김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 10 항

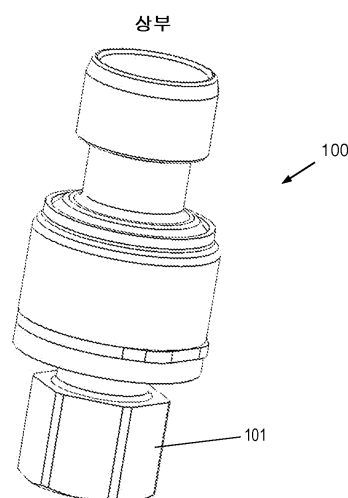
심사관 : 이성현

(54) 발명의 명칭 케이스 격리된 오일 충전식 MEMS 압력 센서

(57) 요약

오일 충전식 압력 센서가 제공된다. 센서는 헤더 본체에 장착되고 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되어 있는 변동 안정화 압력 감지 요소를 포함하고, 상기 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내에 침지되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하도록 온도 안정화되어 있다. 그 제조 방법이 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B81B 7/02 (2013.01)
G01L 19/069 (2013.01)
G01L 9/0054 (2013.01)
G01L 9/0055 (2013.01)
G01L 9/06 (2013.01)
G01L 9/08 (2013.01)
H01L 41/25 (2013.01)
B81B 2201/0264 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오일 충전식 압력 센서로서,

헤더 본체에 장착되고 적어도 하나의 유리 대 금속 시일에 의해 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되며, MEMS 조립체를 형성하는 변동 안정화(drift-stabilized) 압력 감지 요소로서, 오일 충전된 공동 내에 침지되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하도록 온도 안정화된 변동 안정화 압력 감지 요소

를 포함하고,

상기 변동 안정화 압력 감지 요소는 전체 차폐부를 지닌 압력 감지 유닛이며, 상기 오일 충전된 공동은 베이스 플레이트, 다이어프램 및 MEMS 조립체에 의해 형성되고 압력 포트로부터 기밀식으로 밀봉되며, 상기 베이스플레이트는 2개의 별개의 내부 직경을 형성하는 제1 내벽 및 제2 내벽을 갖고, 제1 내벽의 제1 직경은 제2 내벽의 제2 직경보다 크고, 이에 따라 큰 단면적이 형성되며, 제1 내벽의 직경은 다이어프램이 제1 내벽에 인접하게 베이스플레이트 내에 배치될 수 있도록 다이어프램을 위한 공간을 제공하고, 상기 다이어프램은 압력을 갖는 환경에 노출되는 제1 측면과, 상기 오일 충전된 공동에 노출되는 제2 측면을 가지며,

다이어프램의 제2 측면, MEMS 조립체 및 베이스플레이트의 제2 내벽은 오일 충전된 공동의 오일의 체적을 확장하고, 오일 충전된 공동의 직경은 다이어프램의 직경보다 작은 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 다이어프램은 오일 충전된 공동의 오일의 체적을 감소시키도록 구성되는 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 다이어프램은 파형 및 평탄형 중 적어도 하나인 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 베이스플레이트는 오일 충전식 압력 센서의 작동 중에 변동 안정화 압력 감지 요소를 지지하는 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 MEMS 조립체로부터 오프셋된 전자 모듈 조립체를 더 포함하고, 상기 전자 모듈 조립체는 적어도 하나의 전기 접촉 핀을 통해 변동 안정화 압력 감지 요소에 전기적으로 연결되는 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 헤더 본체는 MEMS 조립체를 관통하는 적어도 하나의 채널을 확장하고, 상기 적어도 하나의 전기 접촉 핀이 적어도 하나의 채널을 통과하며, 상기 적어도 하나의 전기 접촉 핀은 유리 대 금속 시일 절연체에 의해 헤더 본체에 대해 기밀식으로 밀봉되고, 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되는 것인 오일 충전식 압력 센서.

청구항 7

오일 충전식 압력 센서의 제조 방법으로서,

헤더 본체에 장착되고, 적어도 하나의 유리 대 금속 시일에 의해 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되며, MEMS 조립체를 형성하는 변동 안정화 압력 감지 요소를 선택하는 단계로서, 상기 변동 안정화 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내에 침지되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하기 위해 온도 안정화되도록 구성

되는 것인 단계;

상기 변동 안정화 압력 감지 요소의 출력에 대한 온도의 영향을 제한하도록 센서 다이어프램과 오일 충전된 공동 중 적어도 하나를 구성하는 단계; 및

상기 변동 안정화 압력 감지 요소가 온도 안정화되도록, 상기 센서 다이어프램, MEMS 조립체 및 베이스 플레이트 사이의 오일 충전된 공동을 압력 포트로부터 기밀식으로 밀봉하는 것에 의해, 상기 변동 안정화 압력 감지 요소와 상기 센서 다이어프램을 오일 충전식 압력 센서에 통합하는 단계

를 포함하고,

상기 변동 안정화 압력 감지 요소는 전계 차폐부를 지닌 압력 감지 유닛이며, 상기 오일 충전된 공동은 베이스 플레이트, 센서 다이어프램 및 MEMS 조립체에 의해 형성되고 압력 포트로부터 기밀식으로 밀봉되며, 상기 베이스 플레이트는 2개의 별개의 내부 직경을 형성하는 제1 내벽 및 제2 내벽을 갖고, 제1 내벽의 제1 직경은 제2 내벽의 제2 직경보다 크고, 이에 따라 큰 단면적이 형성되며, 제1 내벽의 직경은 센서 다이어프램이 제1 내벽에 인접하게 베이스플레이트 내에 배치될 수 있도록 센서 다이어프램을 위한 공간을 제공하고, 상기 센서 다이어프램은 압력을 갖는 환경에 노출되는 제1 측면과, 상기 오일 충전된 공동에 노출되는 제2 측면을 가지며,

센서 다이어프램의 제2 측면, MEMS 조립체 및 베이스플레이트의 제2 내벽은 오일 충전된 공동의 오일의 체적을 확정하고, 상기 오일 충전된 공동의 직경은 센서 다이어프램의 직경보다 작은 것인 오일 충전식 압력 센서의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 오일 충전된 공동을 기밀식으로 밀봉하는 것은 오일 충전된 공동의 체적과, 오일 충전된 공동의 오일의 열팽창 계수(TCE) 중 적어도 하나를 평가하는 것을 포함하는 것인 오일 충전식 압력 센서의 제조 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 오일 충전된 공동을 기밀식으로 밀봉하는 것은 상기 센서 다이어프램을 구성하도록 사용된 재료의 열팽창 계수(TCE), 상기 재료의 두께, 폭, 직경, 기하학적 형태 및 센서 다이어프램의 가요성 중 적어도 하나를 평가하는 것을 포함하는 것인 오일 충전식 압력 센서의 제조 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 통합하는 단계는 상기 변동 안정화 압력 감지 요소를 적어도 하나의 유리 대 금속 시일에 연결시키는 단계를 포함하는 것인 오일 충전식 압력 센서의 제조 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 개시된 발명은 압력 센서, 구체적으로는 오일 충전식 패키지에서 표면 전하 축적의 영향이 제한된 압력 센서의 저비용 패키징에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 표면 전하 축적으로 인한 오프셋 변동(offset drift)은 널리 알려진 현상이고 광범위한 반도체 디바이스에서 발

생하는 보통의 고장 모드이다. 고장 메카니즘은 전하 역전층을 형성시키는 디바이스 표면 전하 축적을 수반한다. 역전층은 전기적으로 격리되는 접합 상태와 다른 방식으로 타협한다. 전하 역전층의 성장은 에피층(epi-layer)을 통한 기생 전류 누출을 허용하고, 요소 오프셋 변동을 감지하게 한다. 많은 다른 타입의 디바이스에서와 같이, 압력 감지 요소가 이 현상에 의해 영향을 받는다.

[0003] 전계 차폐부를 포함하는 압력 감지 요소를 위한 현재의 설계는 표면 전하 축적에 영향을 받기 쉽고 감지 요소 전하로 인한 심각한 오프셋 변동을 보인다. 이는 오일 봉입식 패키지 조립체 및 용례에서 전개될 때에 특히 그러하다.

[0004] 많은 패키지 형태에서, 압력 감지 요소는 유전체 오일에 의해 봉입된다. 오일은 외부의 절대 또는 차동 압력 입력부와 감지 요소의 커플링을 위해 제공된다. 불행하게도, 이러한 커플링은 또한 패키지에, 또는 다른 곳에 있는 외부 정전하를 압력 감지 요소의 감지면에 커플링시키는 역할을 한다. 통상적으로, 전하 커플링은 외부 전계에 응답하여 오일 내의 분자들의 극성 정렬을 통해, 그리고 감지 요소와 오일의 계면에서 관련된 공간 전하 축적을 통해 발생한다. 따라서, 비교적 큰 외부 정전하가 오일의 분자 분극도(molecular polarizability)를 통해 감지 요소에 커플링될 수 있다. 그러한 전하는, 예컨대 감지 요소를 패키징하는 데에 사용되는 플라스틱 하우징 조립체 상에 있거나, 플라스틱 패키지에 대한 정전기 방전(ESD; electrostatic discharge)에 의해 하우징으로 도입될 수 있다. 이러한 높은 정전하는 심각한 출력 변동을 야기하기에 매우 충분하다.

[0005] 다른 복잡한 성능은 온도가 증가 또는 감소될 때에 오일의 체적 팽창 및 수축이다. 오일 팽창은 격리막에 대해 압력을 가하여 센서 출력이 변경되게 한다.

[0006] 다른 복잡한 성능은 오일의 누출이다. 일반적으로, 그러한 오일 충전식 패키지의 열악한 밀봉은 또한 성능 저하를 유발하고, 궁극적으로는 압력 센서의 고장을 유발한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 오일 함유 패키지 내에 봉입된 압력 센서의 성능을 향상시키기 위한 방법 및 장치가 요구된다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시예에서, 오일 충전식 압력 센서가 제공된다. 오일 충전식 압력 센서는 헤더 본체에 장착되고 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되어 있는 변동 안정화 압력 감지 요소를 포함하고, 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내에 침지되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하도록 온도 안정화되어 있다.

[0009] 변동 안정화 압력 감지 요소는 전계 차폐부를 갖는 압력 감지 유닛을 포함할 수 있다. 변동 안정화 압력 감지 요소는 적어도 하나의 유리 대 금속 시일에 의해 상기 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되어 있다. 변동 안정화 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내의 오일의 체적을 감소시키도록 구성되는 다이어프램을 더 포함하고, 다이어프램은 파형 또는 평탄형 중 적어도 하나일 수 있다. 압력 감지 요소를 지지할 수 있는 베이스플레이트가 포함될 수 있다. 오일 충전된 공동은 감지 요소(MEMS 조립체), 베이스플레이트, 및 다이어프램을 포함하는 조립체에 의해 일반적으로 형성될 수 있다. 오일 충전된 공동은 기밀식으로 밀봉될 수 있다.

[0010] 다른 실시예에서, 오일 충전식 압력 센서를 제조하는 방법이 제공된다. 방법은, 헤더 본체에 장착되고 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되는 변동 안정화 압력 감지 요소를 선택하는 단계로서, 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내에 침지되도록 구성되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하도록 온도 안정되는 것인 단계; 변동 안정화 압력 감지 요소의 출력에 관한 온도의 영향을 제한하도록 센서 다이어프램과 오일 충전된 공동 중 적어도 하나를 설계하는 단계; 및 변동 안정화 압력 감지 요소와 센서 다이어프램을 오일 충전식 압력 센서에 통합하는 통합 단계를 포함한다.

[0011] 센서 다이어프램을 설계하는 단계는 오일 충전된 공동의 체적과 상기 오일 충전된 공동을 위한 오일의 열팽창 계수(TCE; thermal coefficients of expansion) 중 적어도 하나를 평가하는 단계를 포함할 수 있다. 센서 다이어프램을 설계하는 단계는 다이어프램을 구성하도록 사용된 재료의 열팽창 계수(TCE), 재료의 두께, 폭, 직경, 기하학적 형태 및 다이어프램의 가요성 중 적어도 하나를 평가하는 단계를 포함할 수 있다. 통합 단계는 변동 안정화 압력 감지 요소를 적어도 하나의 유리 대 금속 시일에 연결시키는 단계를 포함한다.

[0012] 다른 실시예에서, 오일 충전식 압력 센서가 제공된다. 오일 충전식 압력 센서는, 전계 차폐부에 의해 보호되는

서브 요소를 포함하는 변동 안정화 압력 감지 요소를 포함하고, 변동 안정화 압력 감지 요소는, 헤더 본체에 장착되고 적어도 하나의 유리 대 금속 시일을 이용하여 헤더 본체로부터 전기적으로 격리되어 있으며, 압력 감지 요소는 오일 충전된 공동 내에 침지되고 실질적인 신호 변동 없이 공동 내의 압력을 감지하도록 온도 안정화되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명의 특징 및 이점은 첨부 도면과 함께 취한 아래의 설명으로부터 명백하다.

도 1은 본 명세서의 교시에 따른 예시적인 압력 센서의 양태를 도시하는 등각 투영도이다.

도 2는 본 명세서의 교시에 따른 다른 예시적인 압력 센서의 양태를 도시하는 등각 투영도이다.

도 3은 도 1 및 도 2의 압력 센서에 사용하기 위한 압력 감지 요소의 양태의 등각 투영도이다.

도 4는 도 3의 압력 감지 요소의 복합 절취도이다.

도 5는 도 3 및 도 4의 압력 감지 요소의 평면도이다.

도 6은 전기 접촉 핀과 함께 압력 감지 요소를 도시하는 등각 투영도이다.

도 7 및 도 8은 MEMS 조립체 내에서 전개되고, 전자 모듈 조립체(EMA; electronics module assembly)와 관련된 압력 감지 요소를 도시한다.

도 9는 도 1의 압력 센서의 절취 측면도이다.

도 10 및 도 11은 도 1의 압력 감지 요소의 양태를 도시하는 분해 등각 투영도이다.

도 12는 감지 요소의 비교 성능을 나타내는 그래프이다.

도 13 내지 도 16은 설계 변수의 함수로서 압력 센서의 성능의 양태를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 오일 충전식 압력 센서의 실시예가 본 명세서에 개시되어 있다. 유리하게는, 압력 센서는 저비용으로 고성능을 달성하기 위하여 저렴한 구성요소 및 설계를 이용하게 한다. 구체적으로, 설계는 주요 구조적 구성요소를 형성하는 저렴한 금속 스탬핑의 사용, 뿐만 아니라 레이저 용접 등의 저렴한 고체적(high volume) 제조 방법의 사용을 허용한다. 설계는 충전 오일의 체적을 최소화시키고, 오일의 열적 팽창과 관련된 열적 에러를 최소화시키도록 비교적 큰 면적의 가요성 다이어그램을 이용한다.

[0015] 전계 차폐식 감지 요소(여기서, "압력 감지 유닛"으로 지칭됨)의 사용은 또한 데이터 신호에 관한 오일 내의 전하의 영향을 극복하기 위해 요구되는 설계 복잡도를 감소시킴으로써 저비용에 기여한다.

[0016] 또한, 설계는 몇몇의 산업적 용례에 의해 요구되는 금속 하우징 부품으로부터 높은 유전체 격리를 제공하도록 조정되어 있다. 이러한 조정은 금속 밀봉된 트랜지스터 아웃라인(TO) 헤드 핀쪽으로 유리를 가로질러 표면 아크가 추적하는 것을 방지하도록 자외선(UV) 경화된 접착제를 제조하는 데에 저렴하고 용이한 방법을 이용한다. 유전체 격리는 출력 신호로 하우징 상의 전기 노이즈의 커플링이 무시될 정도라는 이점을 제공하고 고전압이 센서를 통과하여 관독 전자 기기로 향하는 것을 방지한다. 적절하게 설계된 전자 회로 기판 및 신호 컨디셔닝 전자 기기와 함께, 설계는 복사 민감성 및 전도 민감성에 대해 고성능의 전자기 양립성을 달성한다. 추가적으로, 단순하고 저렴한 설계는 파열 압력 및 장기간의 압력 사이클링 수명 하에 뛰어난 기계적 신뢰성을 제공한다.

[0017] 일반적으로, 압력 센서는 신호 오프셋을 유발할 수 있는 표면 전하 또는 큰 정전하 축적의 영향을 제한하도록 구성된 압력 감지 유닛을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 이는 집적 전계 차폐부의 사용을 통해 제공된다. 압력 센서의 실시예는 또한 각각의 유리 대 금속 시일을 포함하는 전기 피드-스루 핀을 갖도록 구성된 감지 조립체를 사용하게 할 수 있다. 유리하게는, 이 조합은 센서로부터의 출력 데이터에 있어서의 변동에 대한 면역을 실질적으로 초래한다.

[0018] 예컨대, 이들 특징을 이용하게 함으로써, 일 실시예에서, 작은 크기의 유리 밀봉된 헤더 조립체가 더 큰 면적의 스탬핑된 베이스플레이트에 용접된다. 압력 감지 유닛은 헤더에 부착되고 가요성 다이어프램이 스탬핑된 베이스플레이트에 용접된다. 이로 인해 비교적 낮은 오일 체적과 비교적 큰 다이어프램 면적이 초래되고, 이들 모두는 충전 오일의 열팽창 효과를 감소시킨다.

- [0019] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하면, 압력 센서(100)의 예시적인 실시예가 도시되어 있다. 일반적으로, 압력 센서(100)는 케이스 격리된 오일 충전식 MEMS 압력 센서(100)이다. 유리하게는, 압력 센서(100)는 제조 비용이 저렴하고, 설계가 단순하며, 전기적으로 튼튼하다. 압력 센서(100)의 각 실시예는 압력 포트(101)를 포함한다. 압력 센서(100)는 압력을 감지하도록 압력 포트(101)를 통해 압력 환경에 노출된다. 도 1에 도시된 실시예에서, 압력 센서(100)는 나사 체결식 압력 포트(101)를 포함한다. 도 2에 도시된 실시예에서, 압력 센서(100)는 브레이징 체결식 압력 포트(101)를 포함한다. 도 1 및 도 2의 도시는 "상부"라는 임의의 지정을 포함한다는 점이 유념된다. "상부"라는 지정 및 기타 유사한 용어는 단순히 관독기의 배향 목적을 위한 것이고 압력 센서(100)의 실시예의 설명에 일조하며, 압력 센서(100) 또는 그 요소들의 작동 또는 설치를 제한하도록 고려되지 않는다.
- [0020] 이하, 도 3을 참조하면, 압력 감지 유닛(10)의 예시적인 실시예가 도시된다. 이 실시예에서, 압력 감지 유닛(10)은 압력 감지 유닛(10)의 베이스로서 받침대(11)를 포함한다. 받침대(11)는 유리 등의 적절한 재료로 형성될 수 있다. 받침대(11)의 상부에는 실리콘 다이(12)가 배치된다. 실리콘 다이(12)는 당업계에 공지된 기법을 이용하여 받침대(11)에 접합될 수 있다. 받침대(11)의 상부에는 실리콘 다이(12)가 배치된다. 실리콘 다이(12)의 최상부에는 다이어프램(34)이 있다. 다이어프램(34)은 회로(14)에 대한 호스트이다. 회로(14) 내에는 복수 개의 본드 패드(15)가 포함된다. 본드 패드(15)는 외부 구성요소와 압력 감지 유닛(10)용 회로(14)의 전기적 연결을 제공한다. 일반적으로, 외부 구성요소는 회로(14)에 전력을 공급하고 압력 감지 유닛(10)으로부터 데이터를 수신하며 데이터를 처리하도록 제공된다.
- [0021] 도 4에서, 압력 감지 유닛(10)의 복합적 단면이 도시되어 있다. 또한 도 5를 참조하면, 다이어그램의 바닥을 향하는 점선은 도 4에 도시된 압력 감지 유닛(10)의 단면 부분을 나타낸다. 도 5에는, 4개의 감지 요소가 도시되어 있다. 각 감지 요소는 R_1 , R_2 , R_3 및 R_4 중 하나로 지시된다. 총괄적으로, 4개의 감지 요소(R_1 , R_2 , R_3 및 R_4)가 압력 감지 유닛(10)을 제공한다. 압력 감지 유닛(10)은 추가적인 또는 더 적은 감지 요소를 포함할 수 있고, 선택된 그룹은 원하는 기능을 제공하기에 적절하도록 결정된 임의의 방식으로 배치될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 회로 디바이스들은 적절한 것으로 간주되는 임의의 기하학적 형태(예컨대, 형상, 프로파일, 폭, 두께 등)로 될 수 있다. 도 4는 하나의 감지 요소(R_3)의 복합적인 단면 또는 절취도를 제공한다.
- [0022] 압력 감지 유닛(10)의 예시적인 실시예에서, 실리콘 다이(12)의 하부는 P형 반도체 재료로 제조되고, 다이어프램(34)은 N형 반도체 재료로 제조된다. 몇몇의 다른 실시예에서, 실리콘 다이(12)의 하부는 N형 반도체 재료로 제조되고, 다이어프램(34)은 동일한 N형 반도체 재료로 제조된다. 다이어프램(34) 내에 상호 연결부(62)가 매몰된다. 상호 연결부(62)는 P+형의 반도체 재료로 제조된다. 상호 연결부(62)는 감지 서브 요소(61)에 대한 연결을 제공한다. 이 예에서, 감지 서브 요소(61)는 P-형의 반도체 재료로 이루어진다. 센서 접촉 비아(63)는 각각의 상호 연결부(62)에 대한 전기 접점을 제공한다. 각 상호 연결부(62)에 대한 전기 접점은 각각의 센서 접점(18)에 의해 달성된다.
- [0023] 감지 서브 요소(61)는 다이어프램(34)의 편향 또는 왜곡의 측정을 제공하는 임의의 타입의 구성요소를 포함할 수 있다. 예컨대, 감지 서브 요소(61)는 음으로 저농도 도핑된(P^-) 실리콘에 의해 형성되는 압전 저항 요소를 포함할 수 있다. 감지 서브 요소(61)는 각각의 양으로 고농도 도핑된(P^+) 고체 상태 상호 연결부(62)에 의해 각각의 전기 접점 비아(63)에 전기적으로 연결된다. 전기 접점 비아(63)와 상호 연결부(62)는 양으로 도핑된 반도체 재료 등의 반도체 재료로 제조될 수 있다. 회로(14)의 적어도 일부분이 포토리소그래피 등의 기법을 통해, 증착에 의해, 또는 적절하다고 간주되는 다른 기법에 의해 실리콘 다이(12)의 상부 상에 배치될 수 있다. 전기 접점 비아(63)와 상호 연결부는 회로(14)의 적어도 일부분이 그 위에 배치되는 상태로 실리콘 다이(12)의 재료 내에 몰입될 수 있다. 각각의 전계 차폐부(70)가 감지 서브 요소(61), 전기 접점 비아(63), 및 상호 연결부(62) 위에 배치된다. 각각의 전계 차폐부(70)는 서브 요소(61), 전기 접점 비아(63), 및 상호 연결부(62) 위에 배치되고, 적절한 재료, 통상적으로 증기 증착된 Si_3N_4 및/또는 열적으로 성장된 SiO_2 의 얇은 패시베이션막에 의해 전기적으로 절연된다.
- [0024] 제1 패시베이션층(19)이 다른 구성요소들로부터 각 센서 접점(18)의 전기적 분리를 제공한다. 각 센서 접점 비아(63)는 브릿지 회로(16)의 트레이스와 전기적으로 연통한다. 다시, 브릿지 회로(16)는 적어도 하나의 본드 패드(15)에 연결된다. 적어도 하나의 본드 패드(15)는 외부 전기 연결을 제공한다. 바이어스 비아(24)는 다이어프램(34)과의 전기 접촉을 제공한다. 바이어스 비아(24)는 바이어스 접점(28)에 전기적으로 연결된다. 상부

패시베이션층(20)이 제1 패시베이션층(19), 센서 접점(18), 브릿지 회로(16), 및 바이어스 접점(28)의 적어도 일부분 위에 배치될 수 있다.

[0025] 압력 감지 유닛(10) 내에서 전기 구성요소들 위에 전체 차폐부(70)가 배치된다. 일반적으로, 전체 차폐부(70)는 압력 감지 유닛(10)의 외부에서 발생한 음의 표면 전하의 영향으로부터 전체 저항 브릿지의 차폐를 제공한다. 특히, 전체 차폐부(70)는 특별한 환경에서 표면 전하 축적에 대한 민감성을 제한하는 전기 포텐셜의 적용을 제공한다. 예시적인 환경은 오일 충전된 환경을 포함한다.

[0026] 압력 감지 요소(10)가 통전되면, 전압(V)이 본드 패드(15)로 인가된다. 전류(I)는 제1 센서 접점(18)로 그리고 한쌍의 상호 연결부(62) 중 제1 상호 연결부(62) 내로 흐른다. 전류는 감지 서브 요소(61)를 통과하고, 제2 상호 연결부(62)로 흐르며 제2 센서 접점(18)을 통해 밖으로 흐른다. [편의상, 제1 상호 연결부(62), 감지 서브 요소(61), 및 제2 상호 연결부(62)의 조립체가 "저항 브릿지"로서 그리고 다른 유사한 용어로 지칭된다.] 다이어그램(34)의 힘은 감지 서브 요소(61)의 저항에서 변화를 야기하고, 이에 따라 제2 센서 접점(18)에서 신호의 변화를 야기한다.

[0027] 일반적으로, 각 상호 연결부(62)는 고농도 도핑된 P형 재료를 포함하고, 감지 서브 요소(61)는 저레벨의 P형 재료를 포함할 수 있다. 작동 중에, P/N 접합부가 형성된다. 유리하게는, P/N 접합부는 N형의 재료로부터 저항 브릿지의 전기적 격리를 제공한다. 따라서, 전류(I)의 누출, 및 이에 따라 신호의 누출이 방지된다.

[0028] 이하, 도 6을 참조하면, 압력 감지 유닛(10)이 복수 개의 전기 접촉 핀(121)과 함께 도시되어 있다[압력 감지 유닛(10)과 전기 접촉 핀(121)이 보다 양호하게 도시될 수 있도록, 동반되는 헤더 본체는 이 도면에 도시되어 있지 않음]. 각 전기 접촉 핀(121)은 유리 대 금속 시일(125)의 형태인 절연체가 외측에서 끼워진다. 각 유리 대 금속 시일(125)은 실질적으로 기밀식 시일(즉, 실질적으로 누출 방지식)을 보장하면서 각각의 전기 접촉 핀(121)의 전기적 격리를 제공한다. 압력 감지 유닛(10)은 패드(15) 및 전기 접촉 핀(121)에 접합되는 와이어(128)에 의해 전기적으로 연결된다.

[0029] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "기밀식 시일"이라는 용어는 5E-6 std cc He/sec보다 큰 누출율을 보이는 시일을 지칭한다. 그러나, 실제 시일 효능은 이 표준값 이상(또는 미만)을 행할 수 있다는 것이 고려된다. 또한, 성공적인 시일의 성능은 적절한 설계자, 제조업자 또는 사용자에 의해 판단되도록 고려된다.

[0030] 이하, 도 7을 참조하면, MEMS 조립체(105)의 양태가 도시되어 있다. 일반적으로, MEMS 조립체(105)는 헤더 본체(115)에 배치되는 압력 감지 유닛(10)과 전기 접촉 핀(121)을 포함한다. 일반적으로, 헤더 본체(115)는 압력 센서(100) 내에 압력 감지 유닛(10)을 지지하기에 적합한 임의의 재료로 제조될 수 있다. 따라서, 헤더 본체(115)는 용접, 소결, 접착, 접합, 또는 다른 기법 등의 기법을 이용하여 조립될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 헤더 본체(115)는 시트 재료로부터 스탬핑될 수 있다. 전기 접촉 핀(121)은 전자 모듈 조립체(EMA; electronics module assembly)(107)에 배치되는 전기 피드-스루(122)와 정렬되고 궁극적으로는 정합된다. 헤더 본체(115)와 전자 모듈 조립체(EMA; 107)의 양태는 도 8에 제공된 대향 도면에 도시되어 있다.

[0031] 일반적으로, 유리 대 금속 시일(125)은 종래의 기법을 이용하여 헤더 본체(115) 내에 세팅된다. 설계 및 구성은 일반적으로 용융된 유리가 유리의 타이트한 접합 및 열 팽창을 형성하도록 [헤더 본체(115) 및/또는 전기 접촉 핀(121)의] 금속을 적실 수 있고, 조립체가 냉각될 때에 그리고 작동 중에 시일이 고체 상태로 있도록 금속이 비교적 일치되게 선택된다는 원리를 따른다.

[0032] 도 8은 전자 모듈 조립체(EMA; 107) 상에 배치되는 전자 기기를 도시한다. 이 예에서, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 인쇄 회로 기판(PCB; printed circuit board)(123)을 포함한다. PCB(123)는 처리 회로(124)를 포함할 수 있다. 이 예에서, 회로(124)는 어플리케이션 특정 집적 회로(ASIC; application specific integrated circuit) 뿐만 아니라 다른 표면 실장 구성요소들을 포함한다. 접촉 스프링(아래에서 소개됨)과의 전기 접촉을 제공하는 접촉 랜딩(129)이 포함될 수 있다. 전자 모듈 조립체(EMA; 107)를 통해 복수 개의 전기 피드-스루(122)가 배치된다. 이 예에서, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 4개의 전기 피드-스루(122)를 포함한다. 조립될 때에, 베이스플레이트(115)를 통해 배치되는 복수 개의 전기 접촉 핀(121)은 전기 피드-스루들(122) 중 각자의 전기 피드 스루 내에 끼워지게 된다. 일단 전기 접촉 핀(121)이 전기 피드-스루들(122) 중 각자의 전기 피드 스루 내에 배치되면, 전기 접촉 핀(121)과 각자의 전기 피드-스루(122)가 전기적으로 연결된다. 커플링 기법으로는 솔더링, 용접, 압입, 및 적절한 것으로 간주되는 다른 기법을 포함할 수 있다. 전기 접촉 핀(121)은 압력 감지 유닛(10)과 PCB(123) 사이에 전기 접촉을 제공한다.

[0033] 이하, 도 9를 참조하면, 도 1에 도시된 압력 센서(100)의 실시예의 절취도가 도시되어 있다. 이 예에서, 압력

센서(100)는 중앙 축선(A)을 따라 연장되는 대체로 원통형 구성요소이다. 예시적인 실시예에서 제공되는 기하학적 형태의 양태는 단순히 예시를 위한 것이고 압력 센서(100)를 제한하도록 고려되지 않는다.

[0034] 이 예에서, 압력 센서(100)는 커넥터 베이스(109)를 포함한다. 커넥터 베이스(109) 내에 외부 접점(98)이 배치된다. 외부 접점(98)은, 예컨대 접지, 전력 및 데이터 신호를 전달하기 위한 연결부를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 더 적거나 추가적인 외부 접점(98)이 포함된다[예컨대, 데이터 신호가 전력 신호의 상부에 제공되거나 전력 신호와 결합되는 곳에서 단일의 접점이 전력 및 데이터를 전달하도록 사용될 수 있다].

[0035] 예시적인 실시예에서, 커넥터 베이스(109)는 고온 및/또는 강성의 폴리머 등의 실질적으로 비전도성 재료이다. 몇몇의 다른 실시예에서, 커넥터 베이스(109)는 용접 가능한 금속 재료이다. 다양한 재료가 사용될 수 있다. 하우징(110)이 커넥터 베이스(109)를 대체로 둘러싸고 적어도 하나의 O링(111)에 의해 밀봉될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 하우징(110)은 베이스플레이트(104)에 용접되는 금속 재료이다. 하우징(110)은 접착, 열 밀봉 등의 전통적인 기법을 이용하여, 인터록 등의 기계적인 시일의 사용에 의해, 그리고 다른 유사한 기법에 의해 더 밀봉될 수 있다.

[0036] 복수 개의 접촉 스프링(108)이 커넥터 베이스(109) 내에 배치되고 외부 접점들(98) 중 각자의 외부 접점과 전기 접촉한다. 몇몇 실시예에서, 접촉 스프링(108)은 코일 스프링이다. 몇몇의 다른 실시예에서, 접촉 스프링들(108) 중 적어도 몇몇은 판 스프링이거나 완전히 다른 타입의 전기 접점이다. 도시된 실시예에서, 커넥터 베이스(109)는 각자의 접촉 스프링(108)을 위한 리셉터를 포함한다. 접촉 스프링들(108) 중 각각의 접촉 스프링을 통합함으로써, 적절한 위치에서 접촉 스프링(108)의 보유가 보장된다. 일반적으로, 접촉 스프링들(108) 중 각각의 접촉 스프링은 전자 모듈 조립체(EMA; 107) 상에 전기 커넥터들(98) 중 각자의 전기 커넥터 및 각자의 접촉 랜딩(129)과 전기 접촉을 제공한다.

[0037] 일반적으로, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 압력 센서(100)의 작동에 필요한 전자 기기를 포함한다. 예컨대, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 어플리케이션 특정 집적 회로(ASIC)와 같은 적어도 하나의 집적 회로를 포함할 수 있다. 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 집적 회로 기판(PCB)로서 제공될 수 있다. 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는, 회로 구성요소가 상부에 배치되고 실질적으로 상호 연결되는 다른 타입의 구조체로서 제공될 수 있다. 도시된 예에서, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 대체로 평평한 구조체이지만, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 멀티티어형일 수 있고, 적어도 하나의 직각으로 배치된 구성요소를 포함하며, 적절한 것으로 간주되는 임의의 방식으로 달리 배향될 수 있다. 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 MEMS 조립체(105; 아래에서 더 설명됨)에 전기적으로 연결된다. 도시된 실시예에서, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 일반적으로 절연체(106)에 의해 보호된다. 게다가, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)는 절연체(106)에 의해 압력 센서(100)로부터 전기적으로 격리될 수 있다.

[0038] 도 9에 도시된 바와 같이, MEMS 조립체(105)는 전자 모듈 조립체(EMA; 107)로부터 오프셋되고 전자 모듈 조립체로부터 전기적 분리를 유지할 수 있다. 도시된 실시예에서, MEMS 조립체(105)는 절연체(106) 상에 안착되고 MEMS 조립체(105)와 전자 모듈 조립체(EMA; 107) 사이의 전기적 연결에 의해 적소에 유지된다. MEMS 조립체(105)는 베이스플레이트(104)에 의해 절연체(106) 내에 또는 그 근처에 견고하게 유지될 수 있다. 센서 다이어프램(103)이 베이스플레이트(104) 근처에 배치된다. 공동(95)이 압력 센서(100)의 중앙 축선(A)을 따라 생성되고 MEMS 조립체(105), 베이스플레이트(104) 및 센서 다이어프램(103)에 의해 형성된다. 일반적으로, 공동(95)은 압력을 센서 다이어프램(103)으로부터 MEMS 조립체(105)로 전달하기 위한 적절한 타입의 충전 오일로 채워진다. 예시적인 타입의 충전 오일은 실리콘이다. 충전은 충전 포트(94; 도 10에 도시됨)를 통해 제공될 수 있다.

[0039] 센서 다이어프램(103)은 플랜지(99)에 의해 압력 센서(100) 내에 유지된다. 플랜지(99)에는 압력 포트(101)가 연결된다. 압력 포트(101)는 일반적으로 압력 센서(100)를 감지 환경에 대해 장착하기 위한 마운트를 포함한다. 이 예에서, 마운트는 압력 포트(101)를 니플(도시 생략) 등의 외부 장치에 나사 체결하기 위한 나사부를 포함한다.

[0040] 이하, 도 10 및 도 11을 또한 참조하면, 도 1 및 도 9에 도시된 압력 센서(100)의 분해 등각 투영도가 도시되어 있다. 압력 센서(100)의 조립은, 도시된 몇몇 구성요소들이 먼저 함께 결합된 다음, 최종품을 제공하도록 서로 결합되는 단계로 수행될 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 미완성 MEMS 조립체(105)가 베이스플레이트(104)에 대해 그 주변 둘레에 먼저 용접된다. 이어서, 압력 감지 유닛(10)이 베이스플레이트(115) 상에 세팅되고 전기 접촉 핀(121)에 대해 접합된다. 다음에, MEMS 조립체(105)와 헤드 조립체의 조합체가 센서 다이어프램(103) 및 용접 링(102)에 결합된다. 이어서, 용접

링(102)의 레이저 용접이, MEMS 조립체(104)에 대항하는 베이스플레이트(104)의 면 상의 제자리에 다이어프램을 밀봉한다. 이에 따라, 일단 공동(95)이 생성되면, 공동(95)에서 습기가 제거될 수 있고, 그 후에 공동(95)은 충전 포트(94)를 통해 오일로 채워진다. 일단 충전되면, 충전 포트(94)가 밀봉되는데, 충전 포트(94)의 밀봉은 예컨대 볼 용접에 의해 달성될 수 있다. 이어서, 절연체(106)가 MEMS 조립체(105) 위에 배치되고, 전자 모듈 조립체(EMA; 107)가 전기 접촉 핀(121)에 솔더링되어 핀을 통해 돌출된다. 다음에, 조립체는 접촉 스프링(108)과 함께 커넥터 베이스(109) 내로 삽입되고, 이어서 하우징(110)이 커넥터 베이스(109) 및 조립된 구성요소 위에 배치된다. 플랜지(99)는 하우징(110)과 정합되고 하우징에 용접되어 압력 센서(100)의 조립된 실시예를 제공한다.

- [0042] 몇몇 실시예에서, 충전 오일의 체적은 약 80 mm^3 내지 약 120 mm^3 의 범위에 있다. 몇몇 실시예에서, 센서 다이어프램(103)의 직경은 약 10 mm 내지 약 18 mm 의 범위에 있고, 그 두께는 약 0.05 mm 보다 작다. 작은 크기의 유리 대 금속 밀봉된 헤드 조립체와 큰 면적의 스탬핑된 부품을 사용함으로써, 압력 센서(100)의 비용이 낮게 유지된다.
- [0043] 압력 센서(100)의 구성요소들을 조립하고 결합하는 데에 다양한 기법이 사용될 수 있다. 그러한 기법으로는 가스 화염, 전기 아크, 전자빔, 마찰, 및/또는 초음파를 사용하는 것을 비롯하여 다양한 형태의 용접을 포함한다. 추가의 재료 및/또는 구성요소가 공급될 수 있다.
- [0044] 도 12는 압력 센서(100)의 비교 성능을 도시한다. 그래프에서 확인할 수 있는 바와 같이, 압력 감지 유닛(10) 및 본 명세서에 설명된 기타 양태를 사용하는 압력 센서는 전기 출력 신호에서의 변동이 실질적으로 없는 성능을 보인다.
- [0045] 도 13 내지 도 16은 압력 센서(100)의 성능과 센서 설계의 관계를 보여주는 그래프이다. 센서 다이어프램(103)의 직경, 센서 다이어프램(103)의 형태(예컨대, 평탄형 또는 파형), 및 충전 오일의 체적과 같은 설계 변수를 제어함으로써, 압력 센서의 성능이 제어될 수 있다.
- [0046] 따라서, 예컨대, 유리 대 금속 시일(125)이 마련될 수 있는 감지 요소의 전기적 격리를 갖는 압력 감지 유닛(10) 등의 "변동 안정화된" 감지 요소를 사용함으로써, 오일 충전식 압력 센서에 사용되는 센서 다이어프램 및 충전 오일의 물리적인 양태를 맞춤화할 때에 설계자에게 큰 자유 재량이 제공된다.
- [0047] 압력 센서(100)의 실시예를 소개하였고, 이제 몇몇의 추가적인 양태가 제공된다.
- [0048] 집적 감지 유닛으로서 공급되든지 또는 별개의 감지 요소로서 공급되든지 간에, 압력 감지 유닛(10)은 압력 전달 매체로서 충전 오일이 채워지는 공동 내에 사용되고, 감지될 압력 매체와 충전 오일 사이에 얇은 가요성 다이어프램을 갖도록 구성될 수 있다. 오일 충전된 공동의 금속 부분은 접지에 연결될 수 있고, 전자 부분은 적어도 1 초 동안 적어도 1.8 kV AC 까지 접지로부터 격리될 수 있고, 500 V 에서 적어도 50 MOhms 의 절연 저항을 가질 수 있다.
- [0049] 몇몇 실시예에서, 압력 센서는 전력, 접지 및 출력의 단자 연결을 통해 교정을 제공하도록 구성된다. 그러한 능력에 의해, 전기 접촉 핀의 갯수가 경쟁 디바이스에 요구되는 것에 비해 제한될 수 있고, 이에 따라 비용을 절감한다.
- [0050] 본 명세서에 개시된 압력 센서의 실시예는 다양한 세팅에서 압력을 감지하는 데에 유용하다. 예컨대, 압력 센서는 병원, 생산 설비, 기관 등과 같은 산업 용례에서 발견되는 것과 같은 칠러(chiller)에서 사용될 수 있다. 압력 센서는 상업용, 거주용 및 산업용 용례 등의 HVAC 용례에 사용될 수 있다. 압력 센서는 환경 제어, 에너지 생산, 냉각제 전달, 폐수 발생 등에 수반되는 제조 스트림과 관련된 흡입구 또는 배출구에 사용될 수 있다. 압력 센서는 기상 또는 액상 환경에서 압력을 감지하도록 구성될 수 있다.
- [0051] 몇몇 실시예에서, 압력 센서는 적어도 다른 압력 감지 유닛을 포함한다. 따라서, 압력 센서는 감지 환경에서 압력차를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0052] 본 명세서에 설명된 바와 같이, "전기적 분리"와 관련된 용어는 일반적으로 전기 구성요소들 사이에 중립 필드를 유지하기에 적절한 조건을 지칭한다. 몇몇 실시예에서, 전기적 분리는 또한 전기적 격리로서 지칭될 수 있다. 전기적 분리는 패시베이션층 등의 개재층의 적용에 의해 실현될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 전기적 분리는 외로 요소의 바이어싱에 의존할 수 있다(또는 추가적으로 바이어싱을 사용하게 할 수 있다).
- [0053] 본 명세서에서 설명된 바와 같이, "감지 요소에 관한 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하는"이라는 표현은

일반적으로 감지 요소의 출력에서 전하 축적 영향을 감소시키는 것을 지칭한다. 예컨대, 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하는 것은 특별한 설계에 대한 용인 가능성 내에 있는 수준까지, 또는 설계자, 제조업자, 사용자, 또는 기타 유사한 관심이 있는 자로부터 출력 변동을 감소시킨다. 대안적으로, 외부 전하의 영향을 실질적으로 제거하는 것은 경쟁 설계의 성능을 초과하는 수준까지 출력 변동을 감소시킨다.

[0054] 본 명세서에 설명된 바와 같이, "신호 변동"이라는 용어는 일반적으로 진정한 값으로부터 벗어나고 외부 영향으로부터 생기는 데이터 신호의 변화를 지칭한다. 신호 변동을 유발할 수 있는 예시적인 외부 인자로는 전하 캐리어의 생성 뿐만 아니라 설계 온도로부터 실질적인 편차를 포함한다.

[0055] 본 명세서에 설명된 바와 같이, "열적으로 유도된 압력"이라는 표현은 일반적으로 온도 변화의 결과로서 압력 센서의 오일 충전된 공동 내에서 압력의 변화를 지칭한다. 일반적으로, 압력 센서는 감지된 압력 신호에 관한 온도 변화의 영향을 제한하는 것과 관련하여 설계된다. 온도의 영향을 제한하도록 압력 센서를 설계함으로써 (즉, "온도 안전화된 설계"를 제공함으로써), 출력 데이터는 대기압 조건을 더 가깝게 나타낸다. 설계에서 고려될 수 있는 양태는, 제한없이 그리고 전술한 바와 같이, 다이어프램의 기하학적 형상, 다이어프램 형태 및 오일 충전식 압력 센서의 오일 충전된 공동의 체적을 포함한다. 다른 양태가 또한 고려 및/또는 조절될 수 있다. 예시적인 다른 양태는 센서를 구성하도록 사용되는 재료의 열팽창 계수(TCE), 재료의 두께, 폭, 직경, 기하학적 형상, 가요성 및 기타 그러한 양태를 포함한다. 다른 양태는 오일 충전된 공동의 체적과 오일 충전된 공동을 위한 오일의 열팽창 계수 중 적어도 하나를 포함한다.

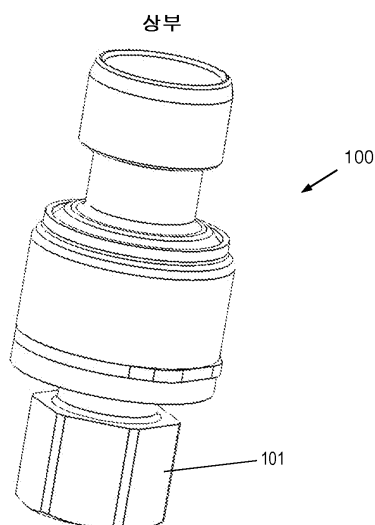
[0056] 다양한 다른 구성요소가 본 명세서의 교시의 양태를 제공하도록 포함되고 요청될 수 있다. 예컨대, 추가의 재료, 재료들의 조합 및/또는 재료들의 생략이 본 명세서의 교시의 범위 내에 있는 추가 실시예를 제공하도록 사용될 수 있다.

[0057] 본 발명의 요소들 또는 그 실시예(들)을 도입할 때에, 단수 형태는 요소들 중 하나 이상이 존재한다는 것을 의미하도록 의도된다. 유사하게, 요소를 도입할 때에 "다른"이라는 형용사는 하나 이상의 요소를 의미하도록 의도된다. "포함하는" 및 "갖는"이라는 표현은 열거된 요소들 외에 추가의 요소가 존재할 수 있도록 포괄적이 되도록 의도된다.

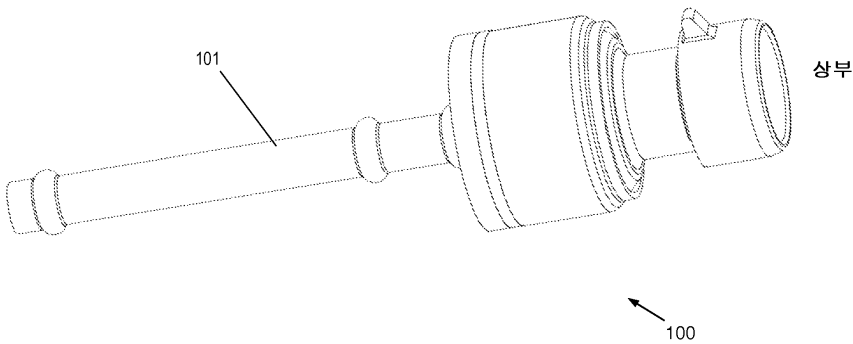
[0058] 본 발명을 예시적인 실시예를 참조하여 설명하였지만, 당업자라면, 본 발명의 범위로 부터 벗어나지 않고 다양한 변화가 이루어질 수 있고 균등물이 그 요소를 대체할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 게다가, 본질적인 범위로부터 벗어나지 않고 본 발명의 교시에 대해 특별한 기구, 상황 또는 재료를 채택하는 많은 수정이 당업자에게 이해될 것이다. 따라서, 본 발명은 본 발명을 수행하도록 예상되는 최상의 모드로서 개시된 특별한 실시예로 제한되지 않고, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범주 내에 속하는 모든 실시예를 포함한다.

도면

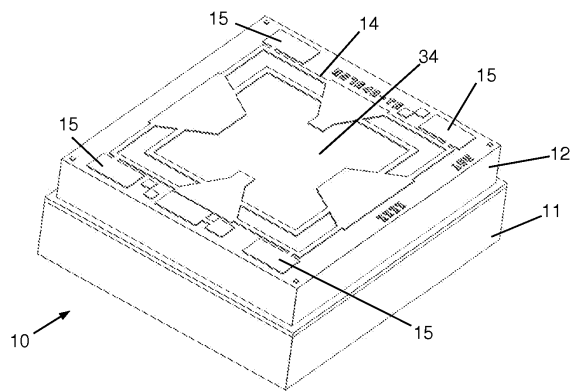
도면1



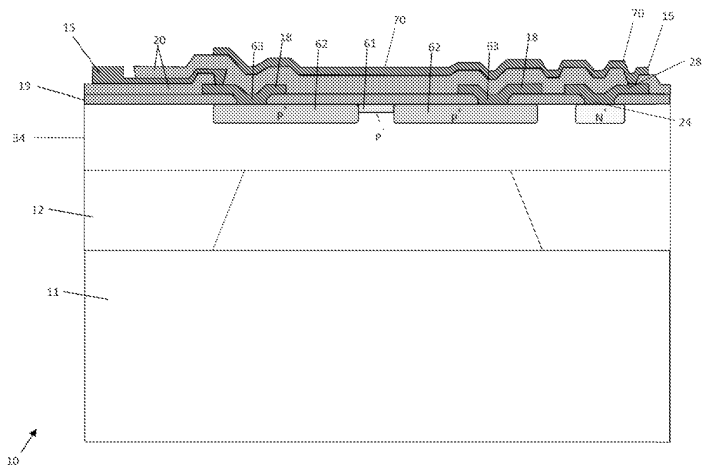
도면2



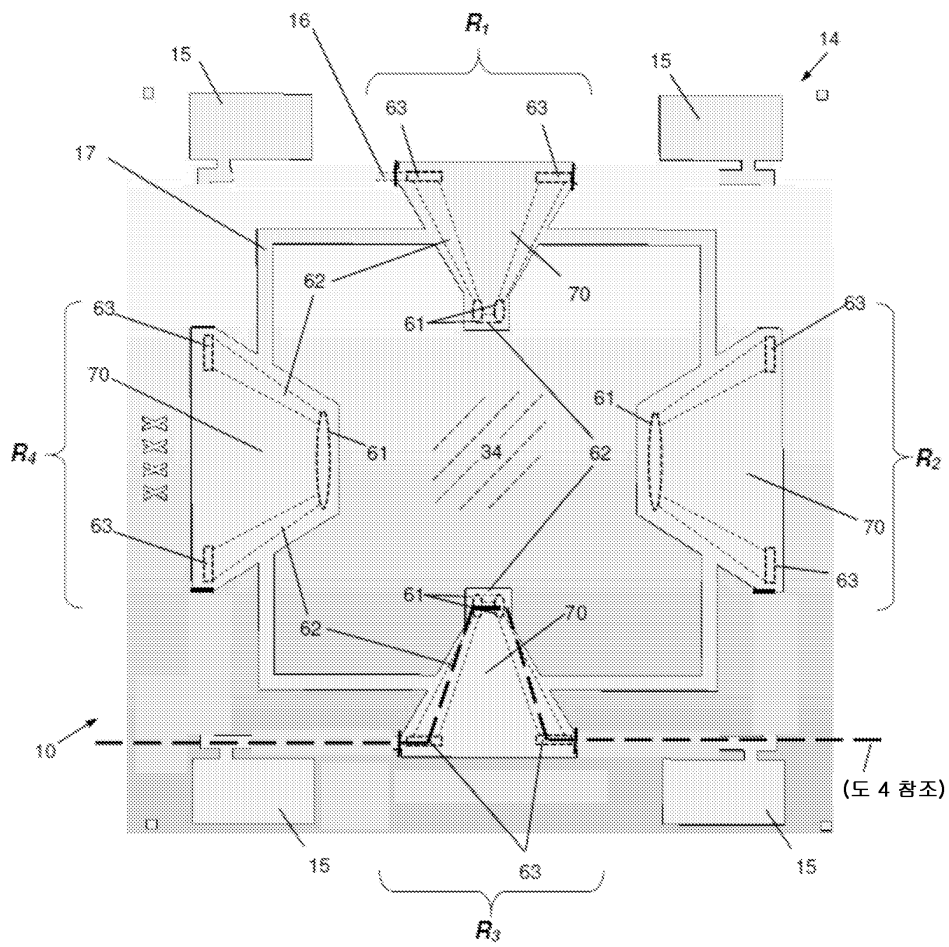
도면3



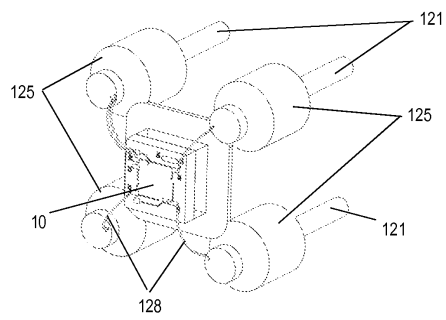
도면4



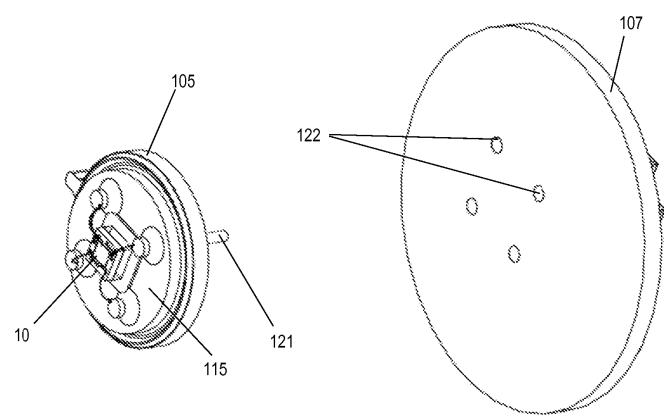
도면5



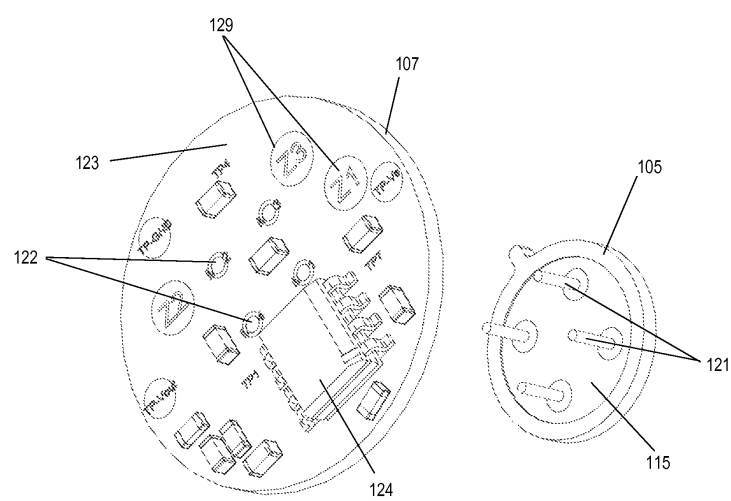
도면6



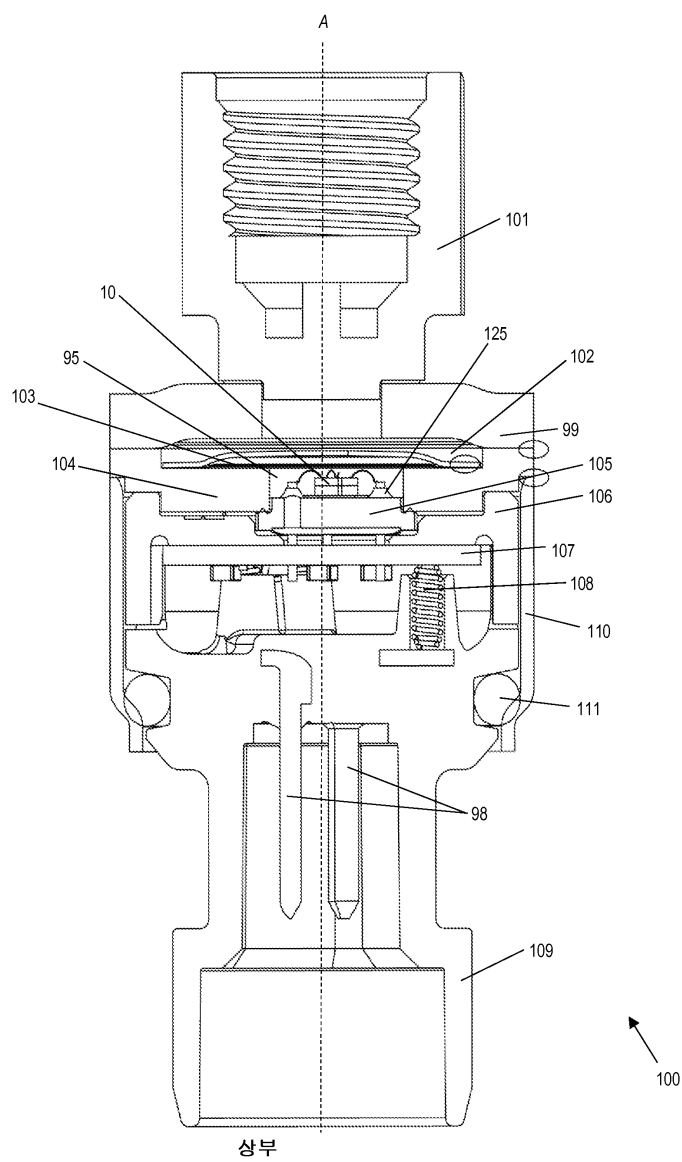
도면7



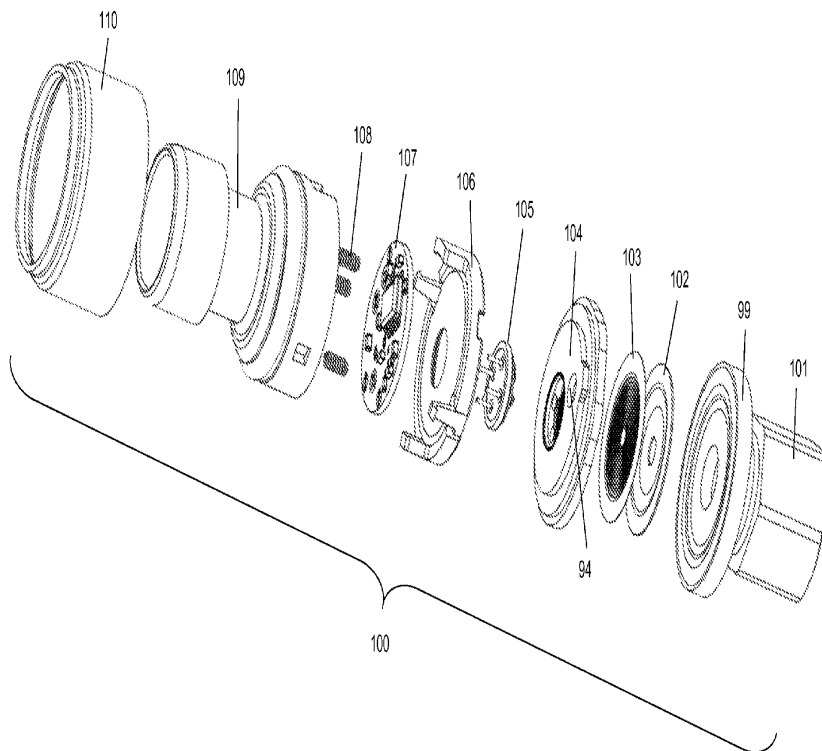
도면8



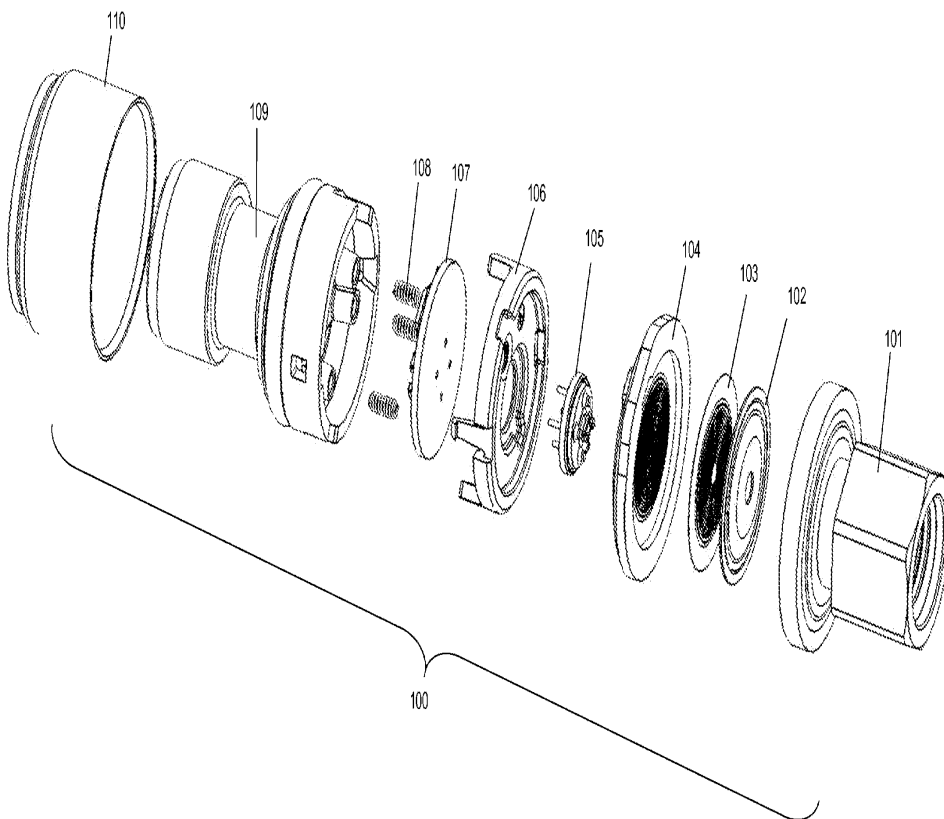
도면9



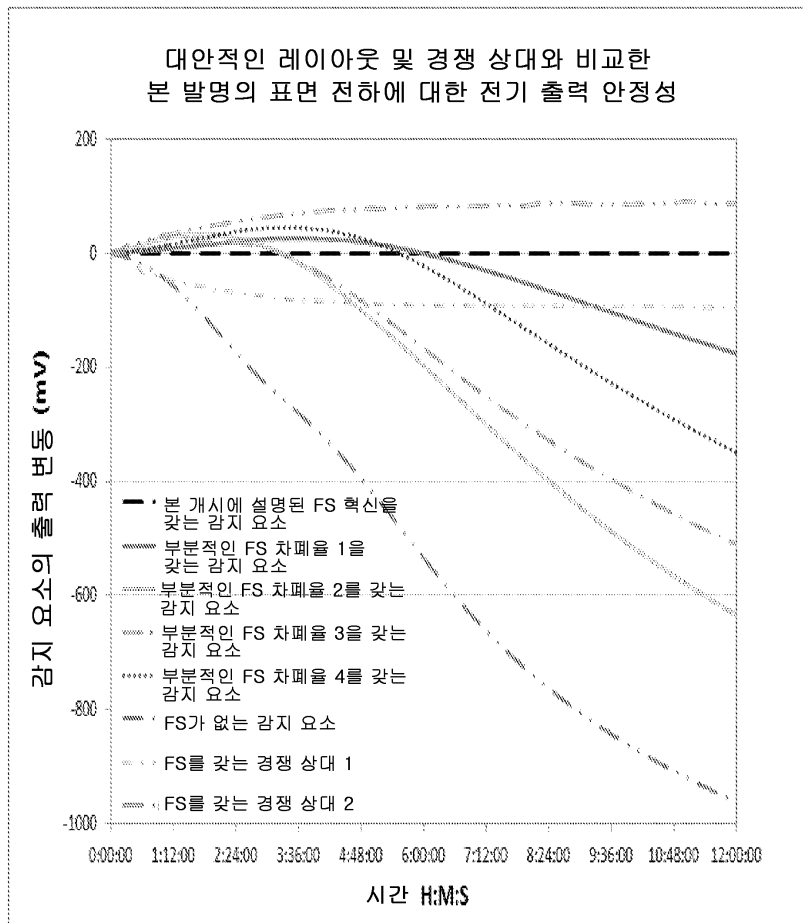
도면10



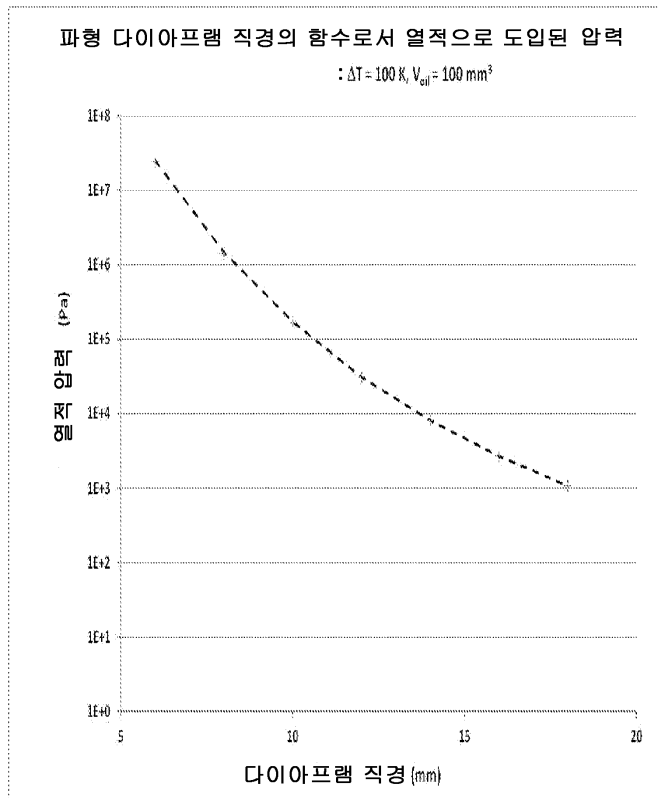
도면11



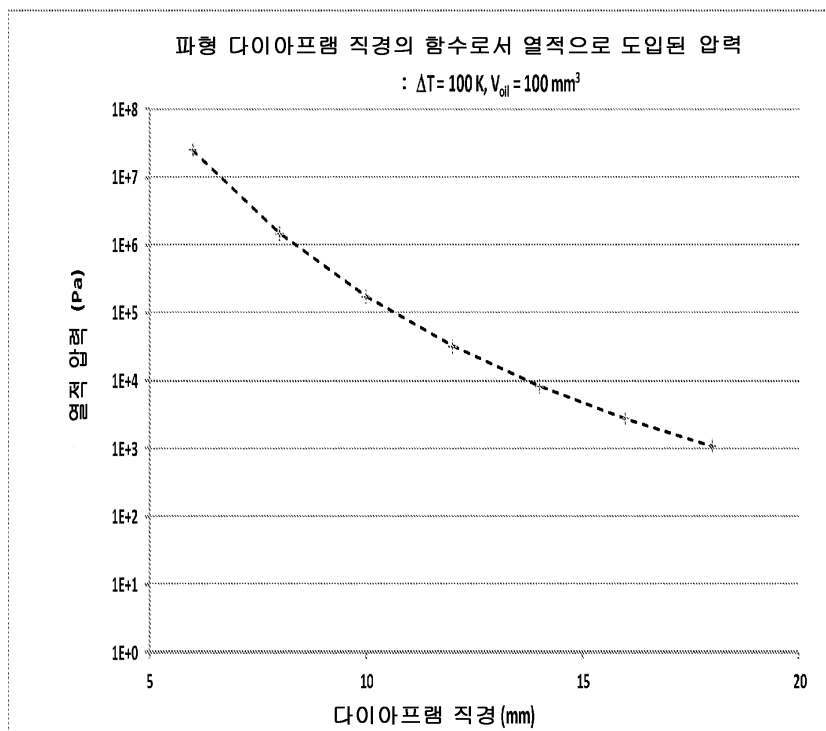
도면12



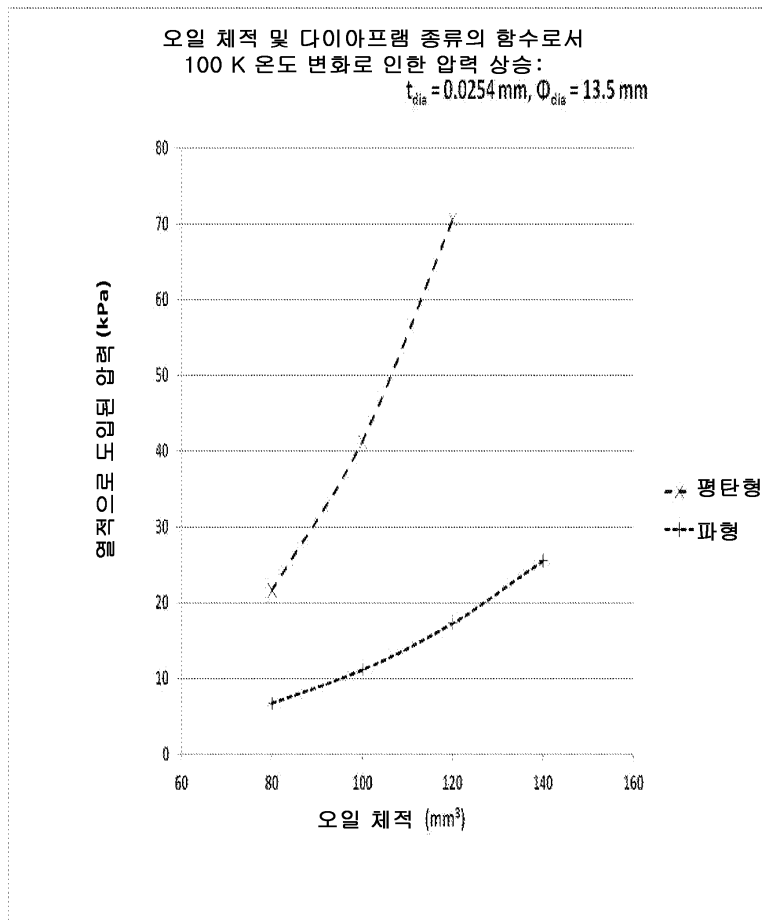
도면13



도면14



도면15



도면16

