



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월12일
(11) 등록번호 10-1296031
(24) 등록일자 2013년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)
G01L 9/00 (2006.01) *G01L 9/02* (2006.01)
H01L 29/84 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7004343

(22) 출원일자(국제) 2006년08월22일
심사청구일자 2011년08월22일

(85) 번역문제출일자 2008년02월22일

(65) 공개번호 10-2008-0031969

(43) 공개일자 2008년04월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2006/032858

(87) 국제공개번호 WO 2007/024911

국제공개일자 2007년03월01일

(30) 우선권주장

11/210,309 2005년08월24일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP07110277 A

JP08313380 A

JP2000135700 A

JP2005156164 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

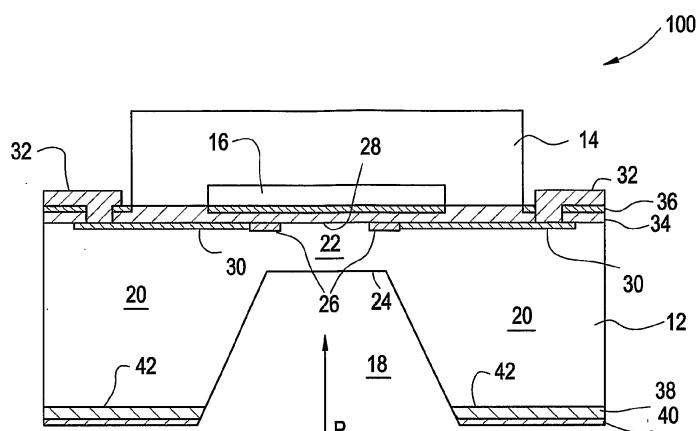
심사관 : 심현자

(54) 발명의 명칭 압력 센서 및 그 제작 방법

(57) 요약

압력 센서는 기저(base) 기판 및 캡(cap) 기판 사이에 배치된 챔버(chamber)와 함께 캡 기판에 실리콘 용융(fusion) 접합된 기저 기판을 포함한다. 각 기저 기판 및 캡 기판은 실리콘을 포함한다. 기저 기판은 캐비티(cavity)를 정의하는 벽(wall) 및 캐비티 위에 위치한 격판(diaphragm)을 포함하며, 여기에서 캐비티는 감지될 환경에 열려 있다. 챔버는 환경으로부터 밀폐 통합되어 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

지지부와, 캐비티(cavity)를 정의하는 벽(walls)과, 상기 캐비티 위에 위치한 격판부(diaphragm portion)를 포함하는 기저(base) 기판 - 상기 기저 기판은 실리콘을 포함하며 상기 캐비티는 감지될 환경에 열려 있음 - 과,

상기 기저 기판의 상부 표면상에 위치한 상부 산화물 층 및 질화물 층과,

상기 기저 기판의 상기 지지부의 하부 표면상에 배치된 산화물 층 및 질화물 층에 의해 형성되고, 상기 기저 기판의 상기 지지부의 상기 하부 표면의 에지(edges)을 지나서는 연장되지 않는 적어도 하나의 하부 유전체 층과,

실리콘을 포함하는 캡(cap) 기판과,

상기 캡 기판과 상기 기저 기판의 상기 상부 산화물 층 사이의 실리콘 용융 접합부와,

상기 기저 기판과 상기 캡 기판 사이에 배치되고, 상기 실리콘 용융 접합부에 의해 상기 환경으로부터 밀폐 봉합되어 있는 챔버(chamber)와,

상기 챔버와 상기 캐비티 사이에서 상기 격판부와 물리적 통신(physical communication)을 하도록 배치된 피에조 저항(piezo-resistive) 요소와,

상기 기저 기판과 상기 상부 산화물 층 사이에 주입되고, 상기 피에조 저항 요소로부터 상기 캡 기판의 외부 에지를 지나 상기 기저 기판의 전극까지 연장되고, 봉소 도핑되는 전도성 경로를 포함하는 압력 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 캡 기판은 약 400 마이크로미터까지의 두께(thickness)를 포함하는

압력 센서.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 챔버는 상기 캡 기판 안의 캡 캐비티에 의해 정의되는

압력 센서.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기저 기판 및 상기 캡 기판 각각은 실리콘-온-인슐레이터 웨이퍼(silicon-on-insulator wafer)가 아닌

압력 센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기저 기판은 n-타입(n-type) 기판이며, 상기 피에조 저항 요소는 p-타입(p-type) 도펀트(dopant) 재료를 포함하는

압력 센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 전극은 상기 전도성 경로를 통해 피에조 저항 요소와 전기적 통신을 하고, 상기 기저 기판은 n-타입 기판이며, 상기 피에조 저항 요소는 p-타입 도펀트 재료를 포함하는

압력 센서.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 산화물 층 및 상기 제 1 산화물 층 위에 배치된 제 1 질화물 층을 포함하는 기저 기판에 피에조 저항 요소 및 봉소 도핑된 전도성 경로를 형성하는 단계 - 상기 기저 기판은 실리콘을 포함함 - 와,

캡 캐비티를 포함하는 캡 기판을, 상기 캡 캐비티를 밀폐 봉합하여 챔버를 형성하도록 상기 기저 기판의 상기 제 1 산화물 층에 실리콘 용융 접합(silicon fusion bonding)하는 단계 - 상기 캡 기판은 실리콘을 포함함 - 와,

상기 기저 기판의 벽 및 격판부에 의해 정의되는 캐비티를 형성하기 위하여 상기 기저 기판의 하부 표면 상에 배치된 제 2 산화물 층 및 제 2 질화물 층 내의 창을 통해 상기 기저 기판의 일부를 에칭하는 단계 - 상기 피에조 저항 요소는 상기 격판부와 물리적 통신을 하도록 배치됨 - 를 포함하는

압력 센서를 제작하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 형성 단계는 p-타입 도펀트를 상기 기저 기판에 주입하거나(implanting) 또는 확산시키는(diffusing) 것을 포함하는

압력 센서를 제작하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 실리콘 용융 접합에 앞서 상기 제 1 질화물 층에 전극 창(electrode window)을 에칭하는 단계를 더 포함하는

압력 센서를 제작하는 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 산화물 층 및 상기 제 1 질화물 층은 상기 기저 기판 상에 형성되고, 상기 기저 기판은 실리콘을 포함하는 n-타입 기판이며, 상기 제 1 산화물 층은 상기 기저 기판상에 배치되며,

상기 방법은,

상기 제 1 산화물 층 및 상기 제 1 질화물 층이 상기 피에조 저항 요소 및 상기 전도성 경로의 각각을 덮도록 상기 피에조 저항 요소 및 상기 전도성 경로 각각을 형성하기 위하여 상기 기저 기판에 p-타입 도편트를 주입하거나 또는 확산시키는 단계 - 상기 전도성 경로는 상기 피에조 저항 요소와 전기적 통신을 함 - 를 더 포함하는 압력 센서를 제작하는 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

전극 창을 형성하기 위하여 상기 제 1 산화물 층 위에 배치된 상기 제 1 질화물 층의 일부를 예칭하는 단계 및 전극을 형성하기 위하여 상기 전극 창에 전극 재료를 배치하는 단계를 더 포함하는

압력 센서를 제작하는 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

명세서**기술 분야**

[0001] 여기에 개시된 것은 압력 센서 및 압력 센서의 제작 방법이다.

배경 기술

[0002] 마이크로전자기계 시스템(Microelectromechanical systems)(MEMS) 기반 압력 센서는 의료 기구, 실험 기구, 산업 장비 및 자동 운송 회로(automotive circuitry)와 같은 매우 다양한 장비에 통합되고 있다. 압력 센서 디바이스가 거친(harsh) 환경에 노출되는 곳에서 상당한 수의 애플리케이션이 중요해지고 있다. 이와 같은 환경은 용해력이 있는 혼합물(예, 연료), 물(예, 소금물), 산 및 염기를 포함한다. 압력 센서의 최종 사용자(end users)는 표준 디바이스가 이와 같은 환경 안에서 작동하지 않는다는 것을 발견하였다.

[0003] 예를 들어, 압력 센서의 하나의 타입은 절대 압력(absolute pressure)을 측정한다. 절대 압력 센서는 제 1 실리콘 웨이퍼 안에 캐비티(cavity)를 형성하고 그리고 나서 제 2 실리콘 웨이퍼를 제 1 실리콘 웨이퍼에 부착하고 캐비티 위의 제 2 실리콘 웨이퍼를 박막화 하여, 봉합된 챔버 위에 격판(diaphragm)을 그것에 의하여 제공하여 제작된다. 격판 위에 또는 인접하여 형성된 압전항(piezoresistor)은 격판의 앞면에 작용하는 압력이 격판을 봉

합된 챔버 안으로 얼마나 많이 구부리는지를 감지하여 압력을 측정한다. 이 예에서, 거친 환경에 노출될 때, 예를 들어, 압저항의 상호 연결부(interconnect)에서, 절대 압력 센서의 품질을 떨어뜨리거나 고장나게 하는 부식(corrosion)이 종종 일어난다.

- [0004] 따라서, 거친 환경에서 사용될 수 있는 압력 센서에 대한 해당 기술에서의 계속적인 필요가 존재한다.

발명의 상세한 설명

- [0005] 여기에 개시된 것은 압력 센서 및 압력 센서의 제작 방법이다.
- [0006] 압력 센서의 일 실시예는 기저(base) 기판 및 캡(cap) 기판 사이에 배치된 챔버(chamber)와 함께 캡 기판에 실리콘 용융(fusion) 접합된 기저 기판을 포함한다. 각 기저 기판 및 캡 기판은 실리콘을 포함한다. 기저 기판은 캐비티(cavity)를 정의하는 벽(wall) 및 캐비티 위에 위치한 격판(diaphragm)을 포함하며, 여기에서 캐비티는 감지될 환경에 열려 있다. 챔버는 환경으로부터 밀폐 봉합되어 있다.
- [0007] 압력 센서를 제작하는 방법의 일 실시예는 기저 기판 위에 산화물 층 및 질화물 층을 형성하는 단계, 산화물 층 및 질화물 층이 각각의 압저항(piezo-resistor) 및 전도성 경로(conductive pathway)를 덮도록 각각의 압저항 및 전도성 경로를 형성하기 위해 p-타입(p-type) 도편트(dopant)를 기저 기판 속에 주입하거나(implanting) 확산시키는(diffusing) 단계, 챔버를 형성하기 위해 캐비티를 밀폐 봉합하기 위하여 기저 기판에 캡 캐비티를 포함하는 캡 기판을 실리콘 용융 접합(silicon fusion bonding)시키는 단계, 에칭에 의해 생성되는 벽 및 기저 기판의 격판 부분에 의해 정의되는 기저 캐비티를 형성하기 위해 기저 기판의 일부분을 에칭하는 단계를 포함한다. 기저 기판은 기저 기판 위에 배치된 산화물 층 및 산화물 층 위에 배치된 질화물 층과 함께 실리콘을 포함하는 n-타입(n-type) 기판이다. 캡 기판은 실리콘을 포함한다. 전도성 경로(conductive pathway)는 압전기와 전기적 통신을 하며, 여기에서 압전기는 격판 부분과 물리적 통신을 하도록 배치된다.
- [0008] 전술한 및 다른 특징은 다음의 상세한 설명, 도면, 첨부된 청구 범위로부터 당업자에게 이해되고 올바르게 인식될 것이다.

실시 예

- [0015] 이 명세서의 전반에 걸쳐 매우 상세하게 설명될 것과 같이, 서로 실리콘 용융 접합된 제 1 기판(웨이퍼) 및 제 2 기판(웨이퍼)을 포함하는 후방(backside) 마이크로전자기계(microelectromechanical) 시스템(MEMS) 기반 압력 센서(이하에 압력 센서로 지칭된다)는 압력 센서가 거친 환경(예, 용해력이 있는 혼합물(예, 연료(fuel), 물(예, 소금물(salt water)), 산(acids) 및 염기(bases)) 안에서 작동될 수 있게 한다. 압력 센서는, 압저항(또한 피에조 저항(piezo-resistive) 요소로 지칭된다)이 환경에 노출된 격판의 면의 대향(opposite) 격판 중의 하나에 의해 형성되는 격판의 면 위에, 안에, 또는 가까이에(이하에 설명의 편의를 위해서 "위에(on)") 배치되는 후방 압력 센서이다. 애플리케이션에 따라서는, 압력 센서는 절대 압력(absolute pressure) 센서 또는 차압(differential pressure) 센서가 될 수 있다.
- [0016] 도 1을 참조하면, 일반적으로 100으로 표시되는 절대 압력 센서의 실시예가 도시되어 있다. 절대 압력 센서(100)는 기저(base) 기판(12), 캡(cap) 기판(14) 및 그 사이에 배치된 챔버(chamber)(16)를 포함한다. 기저 기판(12) 및 캡 기판(14)은 각각 실리콘을 포함한다. 일 실시예에서, 기저 기판(12) 및 캡 기판(14)은 각각 다층(multi-layer) 구조(예, 실리콘-온-인슐레이터(silicon-on-insulator) 타입 웨이퍼)이다. 또 다른 실시예에서, 기저 기판(14) 및 캡 기판(14)은 각각 단일-층(single-layer) 구조이다. 다층 구조와 비교하여 단일-층 구조의 사용은 센서의 가격을 줄일 수 있다는 이점이 있다는 점에 유의해야 한다.
- [0017] 또한, 기저 기판(12)은 n-타입 기판이다. 예를 들어, 기저 기판(12)의 실리콘이 n-타입 도편트(dopant)(예, 인)로 도핑된다. 캡 기판(14)은 n-타입 기판 또는 p-타입 기판 둘 중 하나가 될 수 있다. 캡 기판(14)이 n-타입 기판일 때, 캡 기판(14)은 기저 기판(12)에 사용된 것과 같이 도편트와 유사한 또는 상이한 n-타입으로 도핑될 수 있다. 더욱이, 캡 기판(14)이 p-타입 기판일 때, 캡 기판(14)은 p-타입 도편트(예, 봉소)로 도핑된다.
- [0018] 기저 기판(12)은 기저 기판(12)의 지지 부분(20) 안에 생성된 벽에 의해 정의되고 기저 기판(12)의 격판 부분(22)의 제 3 면 위에 정의된 캐비티(cavity)(18)를 포함한다. 바꾸어 말하면, 격판 부분은 캐비티(18) 위에 배치된다. 게다가, 캐비티(18)는 격판 부분(22)의 제 1(환경의) 면(24)을 감지될 환경에 노출시킨다. 예를 들어,

작동 중에, 라인 P로 도시된 것과 같이, 격판 부분(22)의 제 1 면(24)에 대하여 환경이 압력을 가한다. 격판 부분(22)은 격판이 환경으로부터의 압력 하에서 구부러지는 것을 허용하기에 충분한 두께를 포함한다. 피에조 저항(piezo-resistive) 요소(26)는 격판 부분(22)의 제 2 표면(28) 위에 배치된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 피에조 저항 요소(26)는 격자 부분(220)의 휨 중에 가장 큰 스트레스를 받는 격판 부분(22)의 영역에 배치된다. 피에조 저항 요소(26)는 각각 기계적 스트레스에 따라 변화하는 저항을 포함한다. 각 피에조 저항 요소(26)의 수, 타입 및 구성은 애플리케이션에 따라 달라진다. 일 실시예에서, 피에조 저항 요소(26)는 퀼트스톤 브릿지(Wheatstone bridge) 회로 안에 배열된다. 작동 중에, 피에조 저항 요소(26)는 환경으로부터의 압력에 기인한 격판 부분(22)의 휨(flexion)을 측정한다. 피에조 저항 요소를 위한 적절한 재료는, 한정되지는 않지만, p-타입 도편트를 포함한다.

- [0019] 때때로 상호 연결부(interconnect)로 지칭되는 전도성 경로(30)는 피에조 저항 요소(26)와 전기적 통신을 하도록 배치된다. 전도성 경로(30)는 어떠한 전기적 도전성 재료도 포함한다. 예를 들어, 전도성 경로(30)는 p-타입 도편트로 도핑된 기저 기판(12)의 일 부분을 포함할 수 있다. 전도성 경로(30)는, 때때로 와이어 접합 패드(pad)라 지칭되는 전극(32) 및 유사한 것과 전기적 통신을 하도록 배치된다. 전극(32)을 위한 적절한 재료는 금 속(예, 알루미늄, 티타늄, 백금, 금 및 앞서 말한 것 중의 적어도 하나를 포함하는 화합물), 합금 및 유사한 것을 포함한다.
- [0020] 전도성 경로(30)는 기저 부분(12)과 물리적 통신을 하도록 배치된다. 제 1 산화물 층(34)(예, 실리콘 이산화물 층)은 전도성 경로(30)와 물리적 통신을 하도록 배치된다. 예를 들어, 제 1 산화물 층(34)은 전도성 경로(30) 및 기저 기판(12)의 적어도 일 부분(예, 격판 부분(22)의 제 2 면) 위에 배치될 수 있다. 스루 홀(through holes)은 전극(32)과 전도성 경로(30) 사이의 전기적 통신을 허용하도록 제 1 산화물 층(34) 안에 배치된다.
- [0021] 제 1 산화물 층(34)과 물리적 통신을 하도록 배치된 것은 제 1 질화물 층(36)이다. 스루 홀이 전극(32)과 전도성 경로(30) 사이의 전기적 통신을 허용하도록 제 1 산화물 층(34) 안에 배치된 스루 홀의 위치에 대응하여 제 1 질화물 층(36) 안에 배치된다. 이론에 구속받지 않는다는 전제 하에서, 제 1 산화물 층(34) 및 제 1 질화물 층(36)은 전도성 경로(30) 및 피에조 저항 요소(26)를 위한 절연 층 및/또는 보호 층으로 각각 작동한다. 제 1 질화물 층(36)은 한정되지는 않지만, 실리콘 질화물을 포함하는 질화물을 포함한다. 제 2 산화물 층(38) 및 제 2 질화물 층(40)은 예를 들어, 격판 부분(22)의 제 2 면(28)의 대향 기저 기판(12)의 표면(42) 위에 각각 배치된다. 이 층은 각각 제 1 산화물 층(34) 및 제 1 질화물 층(36)에 관하여 설명된 것과 유사한 재료를 포함한다. 또한, 제 2 산화물 층(38) 및 제 2 질화물 층(40)은 각각 캐비티(18)의 형성 중에 보호 코팅으로 작동한다.
- [0022] 기저 기판(12)은 주위의 환경으로부터 밀폐 봉합된 챔버(16)가 그 사이에 형성되도록 캡 기판(14)에 실리콘 용융 접합된다. 이론에 구속받지 않는다는 전제 하에서, 봉합의 밀폐도(hermeticity)는 미국 군사 표준(MIL-STD)-883E에 부합하는 방법으로 손쉽게 측정될 수 있다. 기저 기판(12) 및 캡 기판(14)은 챔버(16)가 격판 부분(22)이 환경에 노출되었을 때 0 압력 기준으로 기능을 하는 진공 챔버가 되도록 진공 안에서 접합된다. 도 1에 도시된 실시예에서, 챔버(16)는 캡 기판(14) 안에 캐비티에 의해 형성된다. 이와 달리, 캐비티는 챔버(16)를 형성하도록 기저 기판(12)에 배치될 수 있다. 챔버를 형성하는 캐비티의 길이 및 폭은 적어도 격판 부분(22)의 길이 및 폭에 대응하도록 선택된다. 캐비티의 폭은 실질적으로 균일할 수 있으며(예, 벽은 실질적으로 일직선이다), 또는 캐비티의 벽은 격판 부분(22)을 향해 수렴할 수 있다(예, 벽은 점점 테이퍼되어(tapered) 있다).
- [0023] 도 2(a)-(j)는 도 1의 후방 압력 센서의 실시예를 제작하는 예시적인 방법을 총괄하여 도시한다. 도 2(a)에서, 피에조 저항 요소(26) 및 전도성 경로(30)는 예를 들어, 이온 주입, 화산 및 유사한 것에 의해 기저 기판(12)의 표면 위에 형성된다. 피에조 저항 요소(26) 및 전도성 경로(30)를 위한 재료는 전술한 재료들을 포함한다. 도 2(b)는 접합 영역(예, 접합 링)을 형성하기 위한 질화물 층(36)의 일 부분의 선택적 에칭을 도시하며, 이것에 이어서 기저 기판(12)의 재산화(reoxidizing)가 수행되어 접합 영역 안에서 에칭 및 산화에 앞선 제 1 산화 층의 두께에 비해 제 1 산화층의 더 두꺼운 산화물 부분을 생성한다. 도 2(c)는, 전극(32)의 위치에 대응하는 위치에, 산화물 층(34)을 남겨두는 것과 동시에, 질화물 층(36)의 일 부분을 에칭하는 것을 도시한다. 도 2(d)는 캡 기판(14) 위에, 예를 들어, 딥 리액티브 이온 에칭(deep reactive ion etching)에 의하여 형성된 두 단계 높이를 포함하는 캡 기판(14)을 도시한다. 단계(step) 높이는 챔버(16)의 원하는 크기에 대응하며 기저 기판(12) 위의 접합 영역에 대응하여 위치한다.
- [0024] 도 2(e)는 캡 기판(14)에 실리콘 용융 접합되는 기저 기판(12)를 도시하며, 이는 절대 압력 센서(100)를 제작하는데 있어서 중요한 특징이다. 기저 기판(12) 및 캡 기판(14)은 어떠한 중간 접합, 합금, 접착제 및 유사한 것 없이 접합된다. 게다가, 실리콘 용융 접합은 실리콘에 실리콘을 접합하는 것 또는 실리콘을 실리콘 산화물에 접

합하는 모든 조합을 지칭한다. 일 실시예에서, 실리콘 용융 접합은 약 100 마이크로미터의 접합 폭을 구비한다. 실리콘 용융 접합의 사용은 압력 센서(100)가 적어도 10년의 활성 내구 기간을 구비하는 것을 허용하며, 이는 절대 압력 센서(100)가 자동 운송 애플리케이션에 사용되는 것을 유리하게 허용한다.

[0025] 또한, 실리콘 용융 접합이 사용되므로, 다른 접합 기술을 사용하는 다른 디바이스와 비교할 때 절대 압력 센서의 전반적 가격을 줄일 수 있다. 예를 들어, 실리콘 용융 접합과 비교하여, 다른 실리콘 기판과 중간 층을 사용하여 접합된 실리콘 기판은 접합 재료 및 추가된 처리 가격과 연관된 부가적인 가격을 가진다. 더 구체적으로 말해, 유리 기판 및 실리콘-온-인슐레이터(silicon-on-insulator) 기판의 가격은 일반적으로 표준 실리콘 기판의 가격보다 더 비싸다. 경쟁적인 시장에서, 성능을 유지 또는 증가시키는 것과 동시에, 어떠한 가격의 감소는 시장 점유율(market share)을 얻는데 바람직하다.

[0026] 도 2(f)는 캡 기판(14)의 전반적 두께를 줄이기 위해 그라인딩(grinding) 및 폴리싱(polishing)을 사용하여 캡 기판을 박막화하는 것을 도시한다. 캡 기판(14)의 전반적 두께는 약 400 마이크로미터까지, 특히 약 50 마이크로미터에서 약 150 마이크로미터이다. 재료의 감소는 디바이스의 전반적 가격의 감소에 대응한다. 더욱이, 압력 센서의 크기의 감소는 압력 센서가 더 넓은 범위의 애플리케이션에 사용되는 것을 허용한다.

[0027] 도 2(g)는 제 1 질화물 층(36)의 선택적 제거에 관하여 전술한 에천트(etchant)와 유사한 에천트를 사용하여 각 층의 일 부분을 선택적으로 제거하여, 창(window)이 제 2 산화물 층(38) 및 제 2 질화물 층(40) 안에 형성되는 것을 도시한다. 도 2(h)에서, 캡 층은 예를 들어 에칭에 의해 최종 형상 안에 형성된다. 도 2(i)는 전극(32)이, 창(예, 직통의 홀)이 각 제 1 산화물 층(34) 및 제 1 질화물 층(36) 안에 형성되는 영역 안에, 금속화(metallization)에 의해 형성되는 것을 도시한다. 적절한 금속화 기술은 한정되지는 않지만, 스퍼터링(sputtering) 및 전자 빔 증발 증착(electron beam evaporation deposition)을 포함한다.

[0028] 도 2(j)는 제 2 산화물 층(38) 및 제 2 질화물 층(40) 안에 형성된 창이 캐비티(18) 및 격판 부분(22)을 형성하기 위하여 예를 들어, 에칭에 의하여 더 열리는(깊어지는) 것을 도시한다. 예를 들어, 캐비티(18)는 이방성(anisotropic) 에천트를 사용하여 형성된다. 적절한 이방성 에천트는 한정되지는 않지만, 수산화 칼륨(potassium hydroxide)(KOH), 테트라메틸 수산화 암모늄(tetramethyl ammonium hydroxide)(TMAH), 에틸렌 디아민 카테콜(ethylene diamine pyrocatechol)(EDP) 및 유사한 것을 포함한다. 이방성 에칭은 기저 기판(12)에, 일반적으로 표면(42)으로부터 캐비티(18)에 의해 형성된 격판 부분(22)의 제 1 면(24)을 향하여 수렴하는 벽을 구비하는 캐비티(18)를 형성한다. 그러나, 다른 실시예에서, 캐비티(18)를 형성하기 위하여 등방성(isotopic) 에칭이 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 적절한 등방성 에천트는 다른 것과 동시에 해당 기술에서 알려진 것을 포함한다.

[0029] 이제 도 3을 참조하면, 일반적으로 표시되는, 절대 압력 센서의 실시예가 도시되어 있다. 절대 압력 센서(200)의 구성 요소의 구성이 실질적으로 절대 압력 센서(100)에 의해 도시된 구성과 동일하지만, 이 실시예는 챔버(16)의 형상 및 각 기판(예, 캡 기판(14))의 형상이 변화할 수 있다는 것을 강조하기 위하여 포함되었다. 게다가, 챔버(16)가 기저 기판(12) 및 캡 기판(14) 사이에 배치되지만, 챔버(16)는 기저 기판(12) 안의 캐비티, 캡 기판(14) 안의 캐비티 또는 앞서 말한 것의 조합에 의하여 형성될 수 있다. 이 예에서, 챔버(16)의 형상은 캡 기판(14)의 형상에 대응한다.

[0030] 도 4(a)-4(h)는 도 3에 도시된 후방 절대 압력 센서의 실시예를 제작하는 예시적인 방법을 총괄하여 도시한다. 도 4(a)는 창이 제 1 산화물 층(34) 안으로 열리는 것을 도시하는데, 이는 후에 도 4(b)에 도시된 것과 같이 에칭된다. 예를 들어, 이방성 에천트(예, KOH, TMAH, EDP 및 유사한 것)가 테이퍼된 벽을 구비하는 기저 기판(12) 안에 캐비티를 형성하기 위하여 사용될 수 있다. 산화물은 도 4(c)에 도시된 것과 같이 에칭된 영역 안에 재성장된다. 도 4(d)에서, 피에조 저항 요소(26) 및 전도성 경로(30)는 이온 주사, 확산 및 유사한 것에 의하여 기저 기판(12)의 표면 위에 형성된다. 피에조 저항 요소(26) 및 전도성 경로(30)를 위한 재료는 전술한 재료들을 포함한다. 도 4(e)는 기저 기판(12)이 캡 기판(14)에 실리콘 용융 접합되는 것을 도시한다. 도 4(f)는 실리콘 질화물이 제 1 산화물 층(34) 및 캡 기판(14)의 외부 표면 위에 배치되는 것을 도시한다. 도 4(g)는 전극(32)이, 전극이 전도성 경로(30)와 전기적으로 통신을 하도록 금속화에 의해 형성되는 것을 도시한다. 적절한 금속화 기술은 전술한 금속화 기술을 포함한다. 도 4(h)는 제 2 산화물 층(38) 및 제 2 질화물 층(40)이 캐비티(18) 및 격판 부분(22)을 형성하기 위하여 에칭되는 것을 도시한다.

[0031] 이제 도 5를 참조하면, 일반적으로 지칭되는, 차압(differential pressure) 센서의 실시예가 도시되어 있다. 설명의 편의를 위해, 차압 센서(300)가 캡 기판(14)을 통과하여 배치된 캐비티(44)를 더 포함하는 예외와 함께, 차압 센서(300)는 절대 압력 센서(100, 200)에 관하여 설명된 구성 요소의 유사한 구성을 포함한다. 캐비-

티(44)는 챔버(16)를 환경에 노출시키며, 이는 압력이 제 1 면(24) 및 제 2 면(28) 모두로부터 격판 부분(22) 위에 작용하도록 한다. 더 구체적으로 말해, 작동시, 격판 부분(22)은 P 및 P_2 로부터의 압력의 차이에 비례하여 흔다. 피에조 저항 요소(26)는 P 및 P_2 로부터의 압력의 차이에 기인한 격판 부분(22)의 힘을 측정한다. 절대 압력 센서(100, 200)는 캡 기판(14) 안으로 캐비티(44)를 예칭하여 각각 차압 센서로 제작될 수 있다는 것이 간단히 언급된다. 적절한 에천트는 한정되지는 않지만, KOH 및 TMAH를 포함한다.

[0032] 결과물인 차압 센서(300)는 솔더 범핑(solder bumping) 및 유사한 것에 의하여 세라믹(ceramic) 기판에 고정될 수 있다. 도 5에서, 솔더 범프(solder bump)(타원형 형상으로 도시된)는 세라믹 기판 위에 배치되어 있는 제 2 전극 및 전극(32)과 물리적 통신을 하도록 배치되어 있다. 차압 센서(300)를 형성하는 방법은, 잠재적으로 축적되고 캐비티(44)를 막는 죄꺼기(debris) 및 유사한 것이 캐비티(44) 안에 배치되는 것을 경감시킬 수 있다는 유리한 점이 있다.

[0033] 여기에서 개시된 절대 압력 센서는 기저 기판 및 캡 기판 사이에 실리콘 용융 접합을 포함한다는 이점이 있다. 게다가, 절대 압력 센서는 후방 절대 압력 센서이다. 실리콘 용융 접합은 다른 접합 기술(예, 중간 유리 프릿 접합(intermediate glass frit bond), 접착제 접합(adhesive bond) 및 유사한 것)보다 우수한 접합 세기를 제공하며, 이는 압력 센서가 적어도 10 년의 유용한 내구 기간을 구비하도록 한다. 게다가, 위에서 간단히 언급한 것과 같이, 실리콘 용융 접합은 또한 몇몇 현대의 센서와 비교하여 압력 센서가 감소된 가격에 구성되는 것을 허용하며, 이는 상당한 상업적 이점을 제공할 수 있다. 또한, 절대 압력 센서를 후방 압력 센서로 구성함으로써, 피에조 저항 요소 및 전도성 경로가 환경으로부터 차폐되기 때문에, 압력 센서는 유리하게 거친 환경에 사용될 수 있다. 또, 이 구성은 현대의 센서와 비교하여 압력 센서의 유용한 내구 기간을 증가시킬 수 있다.

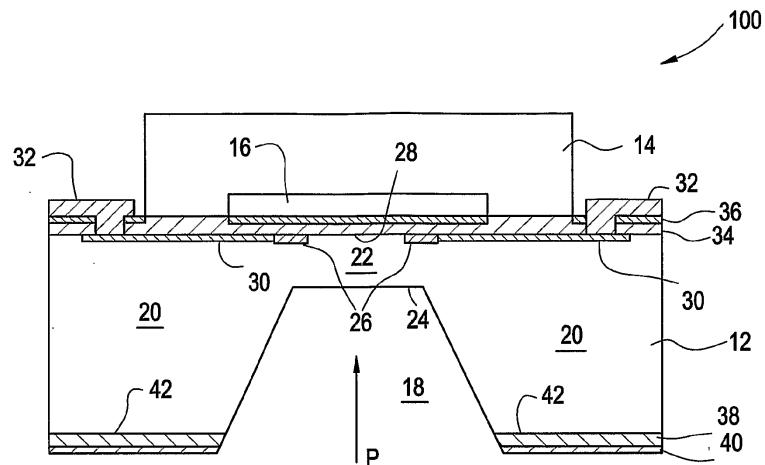
[0034] 본 발명이 몇몇의 실시예 그것을 참조하여 설명되었지만, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않은 채 동등물이 요소 그것을 대체할 수 있으며 다양한 변화가 제작될 수 있다는 것이 당업자에게 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명의 교시를 위하여, 그것의 본질적인 범위를 벗어나지 않은 채, 많은 수정이 특정 상황 또는 재료에 적용하도록 제작될 수 있다. 따라서, 본 발명이 이 발명을 수행하기 위해 심사숙고된 최적의 방법으로 개시된 특정 실시예에 한정되는 것을 의도하지 않으며, 본 발명이 첨부된 청구 범위의 범위 안에 포함되는 모든 실시예를 포함하는 것을 의도한다.

도면의 간단한 설명

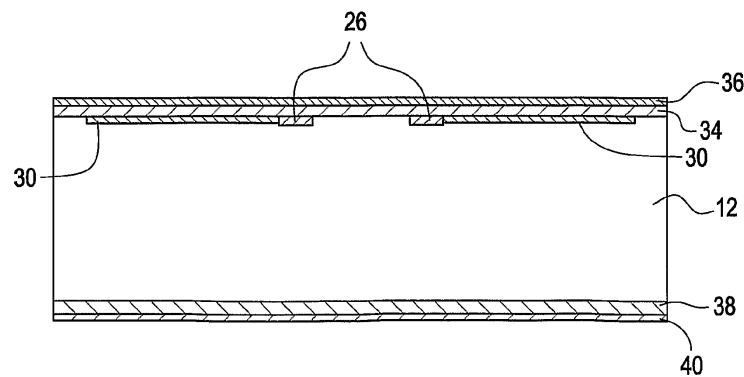
- [0009] 이제 예시적인 실시예인 도면을 참조하여, 유사한 요소는 유사한 참조 번호를 부여한다.
- [0010] 도 1은 후방(backside) 절대 압력(absolute pressure) 센서의 실시예의 단면도이다.
- [0011] 도 2(a)-2(j)는 도 1에서 도시된 후방 절대 압력 센서의 실시예를 제작하는 예시적인 방법을 총괄하여 도시한다.
- [0012] 도 3은 후방 절대 압력 센서의 다른 실시예의 단면도이다.
- [0013] 도 4(a)-4(h)는 도 3에서 설명한 후방 절대 압력 센서의 실시예를 제작하는 예시적인 방법을 총괄하여 도시한다.
- [0014] 도 5는 차압(differential pressure) 센서의 실시예이다.

도면

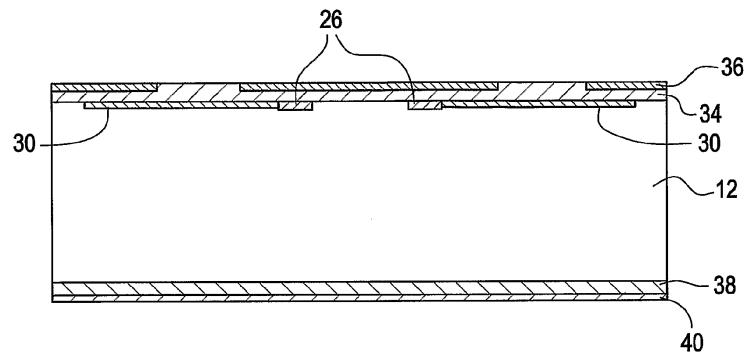
도면1



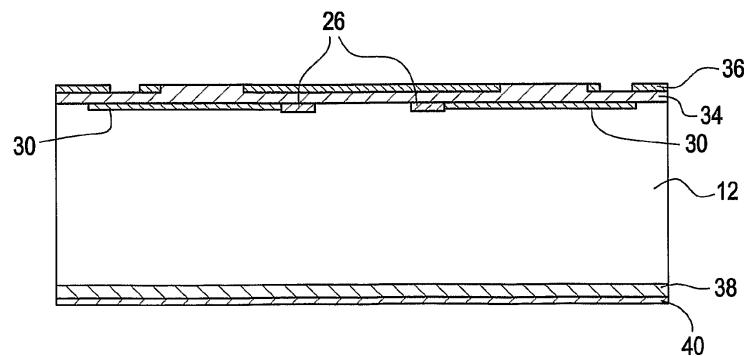
도면2a



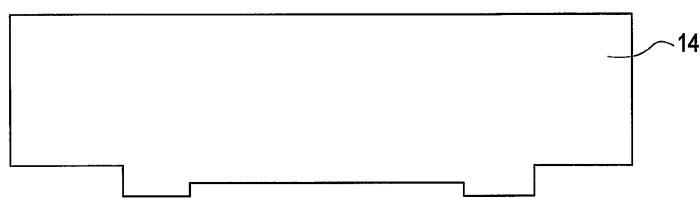
도면2b



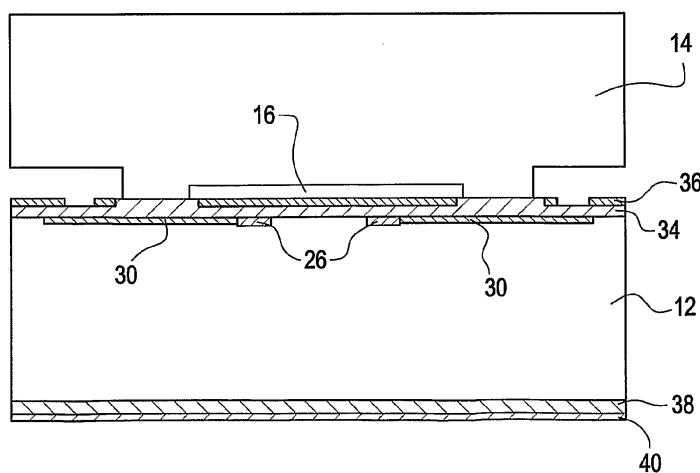
도면2c



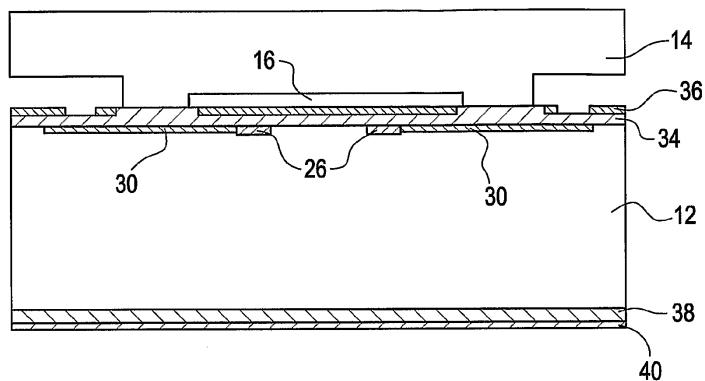
도면2d



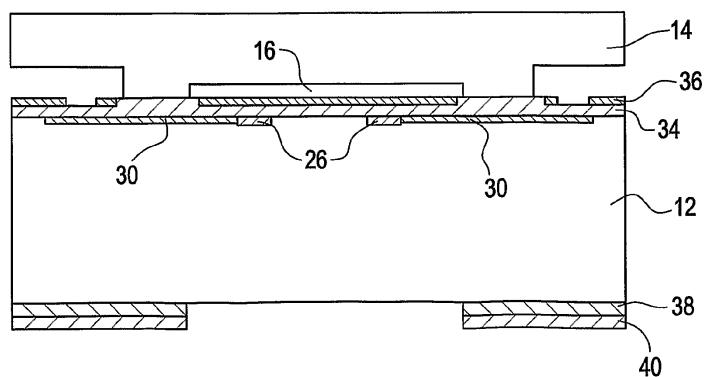
도면2e



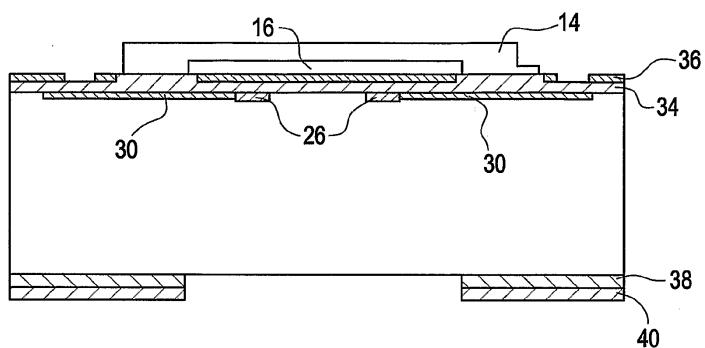
도면2f



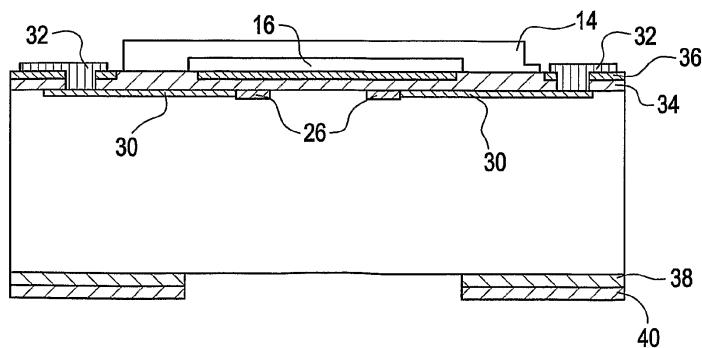
도면2g



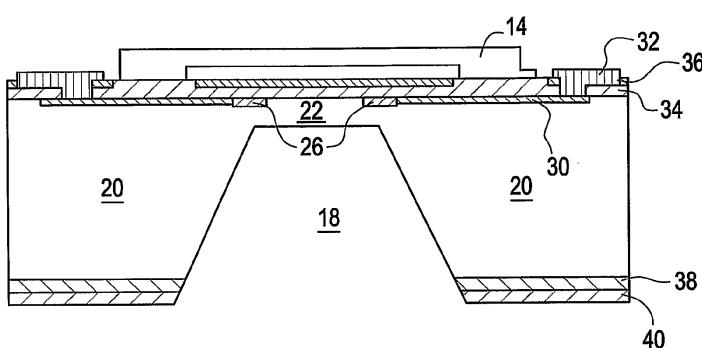
도면2h



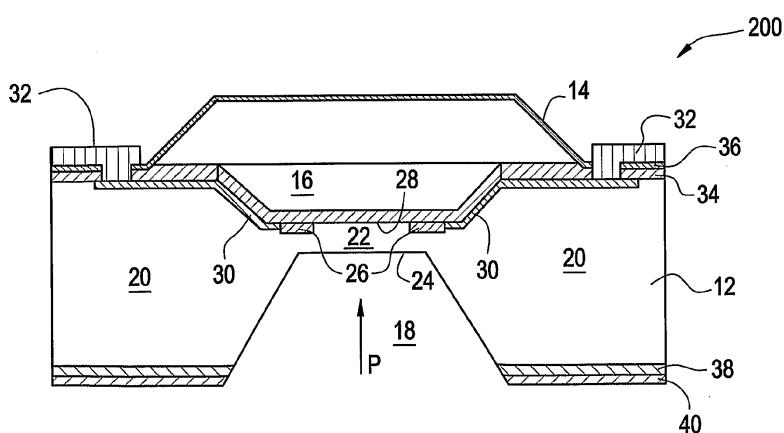
도면2i



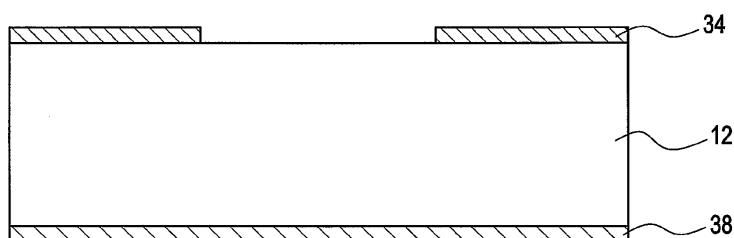
도면2j



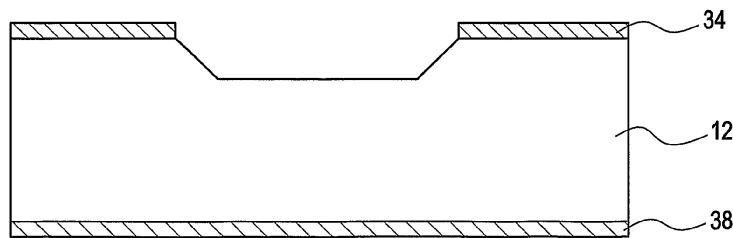
도면3



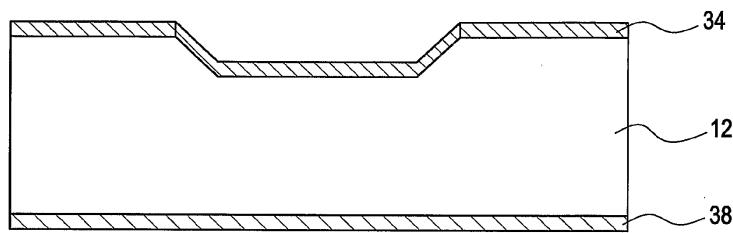
도면4a



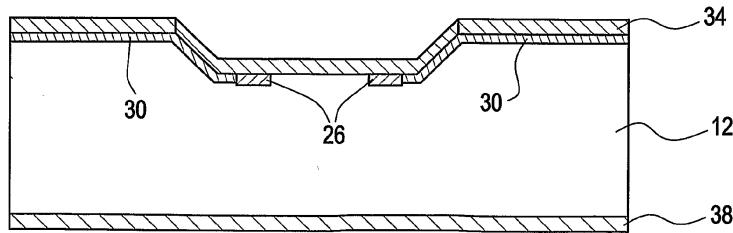
도면4b



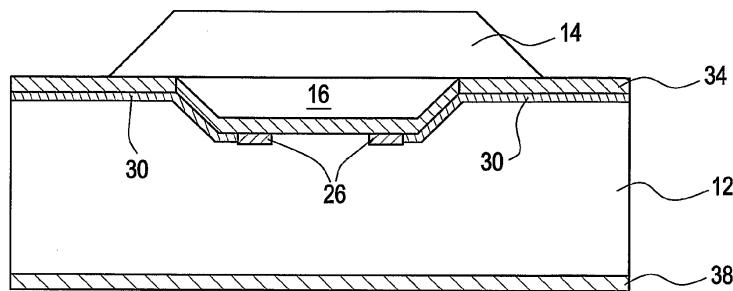
도면4c



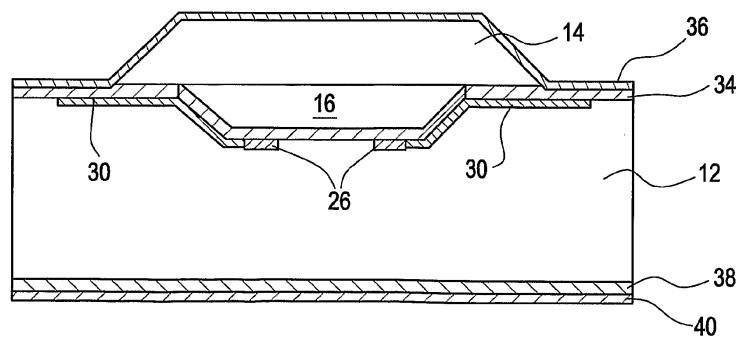
도면4d



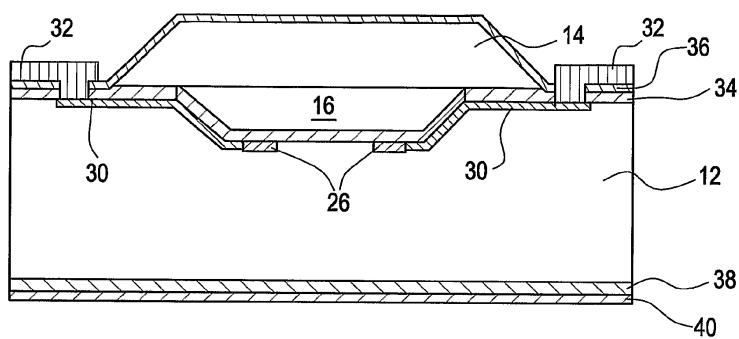
도면4e



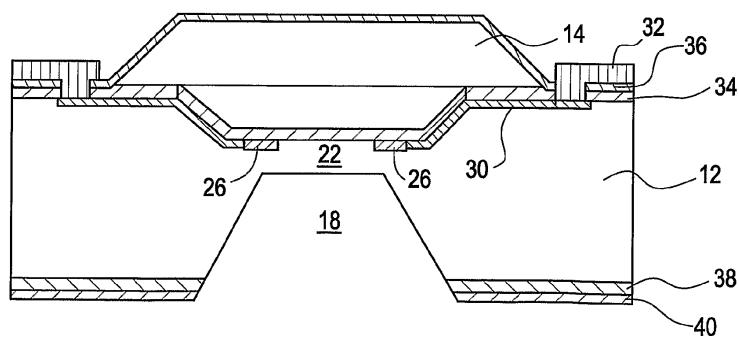
도면4f



도면4g



도면4h



도면5

