



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월18일
(11) 등록번호 10-1182969
(24) 등록일자 2012년09월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/22 (2006.01) G01R 27/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0092282
(22) 출원일자 2010년09월20일
심사청구일자 2010년09월20일
(65) 공개번호 10-2012-0030649
(43) 공개일자 2012년03월29일
(56) 선행기술조사문헌
US7086288 B2
US7568395 B2
KR1020100063598 A

(73) 특허권자
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
이정훈
서울특별시 서초구 남부순환로297나길 13, 명지해
드논터 601 (방배동)
최준규
서울특별시 관악구 봉천동 산사-2 서울대 관악사
918-507
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
손지원, 김강욱

전체 청구항 수 : 총 15 항

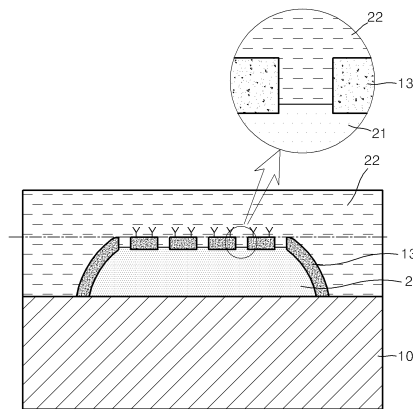
심사관 : 하정균

(54) 발명의 명칭 트랜스듀서 및 트랜스듀서 제조방법

(57) 요약

본 발명은 트랜스듀서 및 트랜스듀서 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 하나 이상의 홀이 형성된 다공 부재(perforated structure) 형상의 변형 발생부를 경계로 하여 제1 액체 및 제2 액체를 제공하고, 상기 액체들 간의 작용에 의해 외부 압력의 영향을 제거한 트랜스듀서 및 트랜스듀서 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

박진혁

경기도 시흥시 월곶중앙로14번길 87, 풍림아파트
204동 801호 (월곶동)

신재하

서울특별시 은평구 은평터널로 175-3 (신사동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20100002216

부처명 한국과학재단

연구사업명 미래유망 융합기술 파이오니아사업

연구과제명 CMOS 분자 이미지 프로세서 개발 융합연구단 나노박막을 이용한 화학기계변환시스템 개발

주관기관 서울대학교 산학협력단

연구기간 2009.03.01 ~ 2010.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

표적물질(analyte)이 표면에 결합함으로써 인가되는 힘을 측정하는 트랜스듀서에 있어서,
 챔버(chamber)와,
 상기 챔버를 제1 영역과 제2 영역으로 분리하고, 상기 제1 영역에 접하는 면에 상기 표적물질과의 결합을 위한 결합층이 제공되고, 상기 제1 영역과 상기 제2 영역을 관통시키는 한 개 이상의 홀(hole)을 포함한 다공성 부재 형상의 변형 발생부와,
 상기 변형 발생부의 변형량을 측정하는 변형량 측정 부재와,
 상기 제1 영역에 제공되고 표적물질을 포함하는 제1 액체와,
 상기 제2 영역에 제공되고 상기 홀 근처에서 상기 제1 액체와 계면을 형성하는 제2 액체를 포함하고,
 상기 변형 발생부는 상기 결합층에 상기 표적물질이 결합함에 따라 탄성변형이 발생하는,
 트랜스듀서.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 제1 액체는 친수성(hydrophilic)의 특징을 갖고,
 상기 제2 액체는 소수성(hydrophobic)의 특징을 갖는,
 트랜스듀서.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 제2 액체는 실리콘 오일(silicone oil)인,
 트랜스듀서.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 변형 발생부는 Parylene 재질인,
 트랜스듀서.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 변형 발생부는 상기 제1 영역과 접하는 면은 친수성이 되도록 표면처리되어 있고, 상기 제2 영역과 접하는 면은 소수성이 되도록 표면처리되어 있는,
 트랜스듀서.

청구항 6

청구항 1에 있어서,
 상기 결합층은 Au인,
 트랜스듀서.

청구항 7

청구항 1에 있어서,
 상기 변형량 측정 부재는,
 상기 변형 발생부의 상기 제2 영역과 접하는 면에 제공되는 상부 전극과,
 상기 제2 영역 내에 고정되어 상기 상부 전극과 정전 용량(capacitance)를 형성하도록 제공되는 하부 전극을 포함하고,
 상기 변형 발생부의 변형에 따라 상기 상부 전극과 상기 하부 전극 간의 정전 용량을 측정하는,
 트랜스듀서.

청구항 8

청구항 1에 있어서,
 상기 변형량 측정 부재는,
 상기 변형 발생부와의 거리를 측정하는 광학 센서를 포함하고,
 상기 변형 발생부의 변형에 따라 상기 광학 센서와 상기 변형 발생부와의 거리를 측정하는,
 트랜스듀서.

청구항 9

표적물질이 표면에 결합함으로써 인가되는 힘을 측정하는 트랜스듀서에 있어서,
 챔버(chamber)와,
 기관과,
 상기 챔버를 제1 영역과 제2 영역으로 분리하고, 상기 제1 영역에 접하는 면에 상기 표적물질과의 결합을 위한 결합층이 제공되고, 상기 제1 영역과 상기 제2 영역을 관통시키는 한 개 이상의 홀(hole)을 포함하여 상기 기관 상에 제공되는 다공성 부재 형상의 변형 발생부와,
 상기 변형 발생부의 변형량을 측정하는 변형량 측정 부재와,
 상기 제1 영역에 제공되고 표적물질을 포함하는 제1 액체와,
 상기 제2 영역에 제공되고 상기 홀 근처에서 상기 제1 액체와 계면을 형성하는 제2 액체를 포함하고,
 상기 변형 발생부는 상기 결합층에 상기 표적물질이 결합함에 따라 탄성변형이 발생하는,
 트랜스듀서.

청구항 10

기관(substrate)에 절연층을 증착(nitride deposition)시키는 단계와,
 상기 절연층의 상부에 하부 전극을 형성하는 단계와,
 상기 절연층의 일부 및 상기 하부 전극의 일부를 덮는 희생층을 형성하는 단계와,
 상기 희생층의 상부까지 연장되고, 상기 하부 전극과 이격되도록 상부 전극을 형성하는 단계와,
 상기 희생층을 덮도록 변형 발생부를 형성하는 단계와,
 상기 변형 발생부의 상부에 결합층을 형성하는 단계와,
 상기 결합층, 상기 변형 발생부 및 상기 상부 전극을 동시에 관통하는 홀(hole)을 형성하는 단계와,
 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함하는,
 트랜스듀서의 제조방법.

청구항 11

기판(substrate)에 상부에 하부 전극을 형성하는 단계와,
 상기 기판의 일부 및 상기 하부 전극의 일부를 덮는 희생층을 형성하는 단계와,
 상기 희생층의 상부까지 연장되고, 상기 하부 전극과 이격되도록 상부 전극을 형성하는 단계와,
 상기 희생층을 덮도록 변형 발생부를 형성하는 단계와,
 상기 변형 발생부 및 상기 상부 전극을 동시에 관통하는 홀(hole)을 형성하는 단계와,
 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함하는,
 트랜스듀서의 제조방법.

청구항 12

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,
 상기 기판은 낮은 저항성을 갖는 실리콘 재질인 것을 특징으로 하는,
 트랜스듀서의 제조방법.

청구항 13

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,
 상기 하부 전극(33) 및 상기 상부 전극(31)은 Au 재질로 구성된,
 트랜스듀서의 제조방법.

청구항 14

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,
 상기 희생층이 제거된 상기 변형 발생부의 내부에 실리콘 오일을 채워넣는 단계를 더 포함하는,
 트랜스듀서의 제조방법.

청구항 15

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,
 상기 변형 발생부는 Parylene 재질인 것을 특징으로 하는,
 트랜스듀서의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 트랜스듀서 및 트랜스듀서 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 하나 이상의 홀이 형성된 다공 부재(perforated structure) 형상의 변형 발생부를 경계로 하여 제1 액체 및 제2 액체를 제공하고, 상기 액체들 간의 작용에 의해 외부 압력의 영향을 제거한 트랜스듀서 및 트랜스듀서 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래에는 전기적인 신호로 생체분자(Biomolecule)를 검출하는 센서 중 트랜지스터를 포함하는 구조를 지닌 TR 기반의 바이오센서가 주로 이용되고 있다. 이는 반도체 공정을 이용하여 제작한 것으로, 전기적인 신호의 전환이 빠르고, IC와 MEMS의 접목이 용이한 장점이 있어, 그 동안 이에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다.

[0003] FET를 사용하여, 생물학적 반응(Biological reaction)을 측정하는 것의 원천특허로 1980년 출원된 미국특허 제 4,238,757호가 있다. 이는 항원(antigen)-항체(antibody) 반응을 표면 전하 밀도(surface charge concentration) 변화로 인한 반도체 반전층의 변화를 전류로 측정하는 바이오 센서에 관한 것으로 생체분자 중

단백질(protein)에 관한 것이다.

- [0004] 미국특허 제 5,466,348호 및 제 6,203,981호에서는 TFT(thin film transistor)를 사용하며, 회로를 접목시켜 신호대 잡음비(S.N ratio)를 향상시키는 내용이 개시되어 있다. 하지만, 반도체 공정에 의하여 제조되는 FET 방식의 이용한 바이오 센서의 단점을 해결하기 위하여 박막 트랜스듀서를 이용한 바이오 센서가 개시된다.
- [0005] 미국공개특허공보 2004/0211251호는 박막 트랜스듀서 방식의 센서를 개시한다.
- [0006] 박막 트랜스듀서 방식의 센서는 금과 같은 전극이 결합된 박막에서 일어나는 화학적 또는 생물학적 반응에 의한 박막 멤브레인의 기계적 스트레스를 이용한다. 즉, 화학적 또는 생물학적 반응으로부터의 기계적 스트레스에 따라 변형되는 박막과 하부전극 사이의 거리변화(이것은 두 전극 사이의 거리 변화에 대응된다)에 의하여, 정전용량 변화를 측정하고, 측정된 상기 정전용량 변화로부터 생물학적 활성 물질을 검출한다.
- [0007] 도 1은 미국특허 7,086,288호에 개시된 박막 트랜스듀서의 개념도이다. 왼쪽편의 박막 표면에는 생체분자의 결합을 위한 처리가 되어 있고, 이에 생체분자의 결합이 발생하여 정전용량의 변화가 발생한다.
- [0008] 다만, 이러한 정전용량의 변화는 생체분자의 결합 이외에도 외부에서 가해지는 압력에 의한 영향도 포함하게 된다. 미국특허 7,086,288호에서는 이러한 외부에서 가해지는 압력에 의한 영향을 보상하기 위해 오른쪽의 기준 박막 구조를 더 제공한다. 따라서 왼쪽편의 박막의 정전용량의 변화에서 오른쪽의 박막의 정전용량의 변화의 차이가 생체분자의 결합에 의한 정전용량의 차이와 동일하다는 원리를 이용하고 있다.
- [0009] 이러한 구조의 경우에는 트랜스듀서의 제작 비용이 증가하고, 정전용량의 차이를 위한 별도의 시스템이 제공되어야만 하므로 전체적인 구조의 복잡성과 비용의 증가 등이 문제가 될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 외부 압력에 의한 값의 보상을 위한 별도의 기준 트랜스듀서를 제공하지 않으면서도, 외부로부터의 압력의 영향을 제거하여 오차를 감소시키는 트랜스듀서를 제공하고자 한다.
- [0011] 또한, 트랜스듀서를 제작하는 과정에서 내부 공간을 형성하기 위한 희생층을 제거하는 공정의 효율을 높이는 제작 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 과제를 해결하기 위해 본 발명은 다음과 같은 과제 해결 수단을 제공하고 있다.
- [0013] 본 발명에 의한 트랜스듀서의 일실시예로서, 표적물질이 표면에 결합함으로써 인가되는 힘을 측정하는 트랜스듀서는 챔버(chamber)와, 상기 챔버를 제1 영역(19)과 제2 영역(17)으로 분리하고, 상기 제1 영역(19)에 접하는 면에 상기 표적물질과의 결합을 위한 결합층(32)이 제공되고, 상기 제1 영역(19)과 상기 제2 영역(17)을 관통시키는 한 개 이상의 홀(hole)을 포함한 다공성 부재 형상의 변형 발생부(13)와, 상기 변형 발생부(13)의 변형량을 측정하는 변형량 측정 부재와, 상기 제1 영역(19)에 제공되고 표적물질을 포함하는 제1 액체(22)와, 상기 제2 영역(17)에 제공되고 상기 홀 근처에서 상기 제1 액체(22)와 계면을 형성하는 제2 액체(21)를 포함하고, 상기 변형 발생부(13)는 상기 결합층(32)에 상기 표적물질이 결합함에 따라 탄성변형이 발생하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 제1 액체(22)는 친수성(hydrophilic)의 특징을 갖고, 상기 제2 액체(21)는 소수성(hydrophobic)의 특징을 갖는다.
- [0015] 상기 제2 액체(21)는 실리콘 오일(silicone oil)인 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 변형 발생부(13)는 Parylene 재질인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 변형 발생부(13)는 상기 제1 영역(19)과 접하는 면은 친수성이 되도록 표면처리되어 있고, 상기 제2 영역(17)과 접하는 면은 소수성이 되도록 표면처리 되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 결합층(32)은 Au인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 변형량 측정 부재는 상기 변형 발생부(13)의 상기 제2 영역(17)과 접하는 면에 제공되는 상부 전극(31)과, 상기 제2 영역 내(17)에 고정되어 상기 상부 전극(31)과 정전 용량(capacitance)을 형성하도록 제공되는 하부

전극(33)을 포함하고, 상기 변형 발생부(13)의 변형에 따라 상기 상부 전극(31)과 상기 하부 전극(32) 간의 정전 용량을 측정하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 변형량 측정 부재는, 상기 변형 발생부(13)와의 거리를 측정하는 광학 센서(35)를 포함하고, 상기 변형 발생부(13)의 변형에 따라 상기 광학 센서(35)와 상기 변형 발생부(13)와의 거리를 측정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 본 발명에 의한 트랜스듀서의 다른 실시예로서, 표적물질이 표면에 결합함으로써 인가되는 힘을 측정하는 트랜스듀서는, 챔버(chamber)와, 기판(10)과, 상기 챔버를 제1 영역(19)과 제2 영역(17)으로 분리하고, 상기 제1 영역(19)에 접하는 면에 상기 표적물질과의 결합을 위한 결합층(32)이 제공되고, 상기 제1 영역(19)과 상기 제2 영역(17)을 관통시키는 한 개 이상의 홀(hole)을 포함하여 상기 기판(10) 상에 제공되는 다공성 부재 형상의 변형 발생부(13)와, 상기 변형 발생부(13)의 변형량을 측정하는 변형량 측정 부재와, 상기 제1 영역(19)에 제공되고 표적물질을 포함하는 제1 액체(22)와, 상기 제2 영역(17)에 제공되고 상기 홀 근처에서 상기 제1 액체(22)와 계면을 형성하는 제2 액체(21)를 포함하고, 상기 변형 발생부(13)는 상기 결합층(32)에 상기 표적물질이 결합함에 따라 탄성변형이 발생하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명에 의한 트랜스듀서를 제작하는 방법으로서 일실시예는, 기판(substrate)(10)에 절연층(11)을 증착(nitride deposition)시키는 단계와, 상기 절연층(11)의 상부에 하부 전극(33)을 형성하는 단계와, 상기 절연층(11)의 일부 및 상기 하부 전극(33)의 일부를 덮는 희생층(12)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)의 상부까지 연장되고, 상기 하부 전극(33)과 이격되도록 상부 전극(31)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 덮도록 변형 발생부(13)를 형성하는 단계와, 상기 변형 발생부(13)의 상부에 결합층(32)을 형성하는 단계와, 상기 결합층(32), 상기 변형 발생부(13) 및 상기 상부 전극(31)을 동시에 관통하는 홀(hole)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명에 의한 트랜스듀서를 제작하는 방법의 다른 실시예는, 기판(substrate)(10)에 상부에 하부 전극(33)을 형성하는 단계와, 상기 기판(10)의 일부 및 상기 하부 전극(33)의 일부를 덮는 희생층(12)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)의 상부까지 연장되고, 상기 하부 전극(33)과 이격되도록 상부 전극(31)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 덮도록 변형 발생부(13)를 형성하는 단계와, 상기 변형 발생부(13) 및 상기 상부 전극(31)을 동시에 관통하는 홀(hole)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 기판(10)은 낮은 저항성을 갖는 실리콘 재질인 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 하부 전극(33) 및 상기 상부 전극(31)은 Au 재질로 구성된 것을 특징으로 한다.

[0026] 상기 희생층(12)이 제거된 상기 변형 발생부(13)의 내부에 실리콘 오일을 채워넣는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 상기 변형 발생부(13)는 Parylene 재질인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명은 외부 압력에 의한 값의 보상을 위한 별도의 기준 트랜스듀서를 제공하지 않으면서도, 외부로부터의 압력의 영향을 제거하여 오차를 감소시키는 트랜스듀서를 제공하는 효과가 있다.

[0029] 또한, 트랜스듀서를 제작하는 과정에서 내부 공간을 형성하기 위한 희생층을 제거하는 공정의 효율을 높이는 제작 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래의 박막을 이용한 트랜스듀서의 개념도.

도 2는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 표적물질이 결합되기 전의 단면도.

도 3은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 표적물질이 결합된 후의 단면도.

도 4는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 변형량 측정 방법의 개념도.

도 5는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 변형량 측정 방법의 개념도.

도 6은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 일실시예의 단면도.

도 7은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 일실시예의 단면도.

도 8은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 제조 공정도.

도 9는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 제조 공정도.

도 10은 본 발명에 의한 트랜스듀서에 제2 액체를 채우는 구조체의 구성도.

도 11은 본 발명에 의한 트랜스듀서에 제1 액체 및 제2 액체가 채워졌을 때, 홀을 포함한 변형 발생부의 단면도.

도 12는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 일실시예의 단면도.

도 13은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 홀 근처의 변형 발생부의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 발명의 실시의 형태에 대해서, 도면을 참조하여 설명한다. 이하의 실시 형태는, 본 발명을 설명하기 위한 예시이며, 본 발명을 이 실시 형태에만 한정하는 취지는 아니다. 본 발명은, 그 요지를 일탈하지 않는 한, 다양한 형태로 실시할 수 있다.
- [0032] 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0033] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 설정된 용어들로서 이는 실험자 및 측정자와 같은 사용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0034] 본 발명에 의한 트랜스듀서는 표적물질이 표면에 결합함으로써 인가되는 힘을 측정하는 트랜스듀서이고, 챔버(chamber)와, 상기 챔버를 제1 영역(19)과 제2 영역(17)으로 분리하고, 상기 제1 영역(19)에 접하는 면에 상기 표적물질과의 결합을 위한 결합층(32)이 제공되고, 상기 제1 영역(19)과 상기 제2 영역(17)을 관통시키는 한 개 이상의 홀(hole)을 포함한 다공성 부재 형상의 변형 발생부(13)와, 상기 변형 발생부(13)의 변형량을 측정하는 변형량 측정 부재와, 상기 제1 영역(19)에 제공되고 표적물질을 포함하는 제1 액체(22)와, 상기 제2 영역(17)에 제공되고 상기 홀 근처에서 상기 제1 액체(22)와 계면을 형성하는 제2 액체(21)를 포함하고, 상기 변형 발생부(13)는 상기 결합층(32)에 상기 표적물질이 결합함에 따라 탄성변형이 발생하는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 도 2는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 표적물질이 결합되기 전의 단면도이고, 도 3은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 표적물질이 결합된 후의 단면도를 보여준다.
- [0036] 결합층(32)에 표적물질이 결합하게 되면, 표적물질에 의한 상호 작용력에 의해 변형 발생부(13)는 응력을 받게 되어, 그 위치가 변화하게 된다.
- [0037] 제2 영역(17)에 제2 액체(21)가 가득 채워져 있고, 외부와 완전히 차단된 상태라면, 제2 액체(21)와 제1 액체(22)의 압력은 차이가 발생하게 된다. 따라서 제1 액체(22)에 의한 외부의 압력이 발생하게 되면, 제2 액체(21)는 이에 의한 영향을 받게 되고, 이는 트랜스듀서의 오차로서 작용하게 된다.
- [0038] 본 발명의 핵심은 이러한 제1 액체(22)와 제2 액체(21) 간의 압력 차이를 제거하여, 외부 압력에 의한 트랜스듀서의 오차를 제거함에 있다.
- [0039] 이를 위해 변형 발생부(13)에 홀(hole)을 형성하고, 제1 액체(22) 및 제2 액체(21)가 상기 홀 근처에서 계면을 형성토록 하는 것에 있다.
- [0040] 변형 발생부(13)가 변형되어 제2 영역(17)의 크기에 변화가 발생하게 되면, 홀을 중심으로 제1 액체(22) 및 제2 액체(21)의 계면이 이동하면서 양 액체의 압력 차이를 제거하는 원리이다.
- [0041] 따라서, 상기 제1 액체(22)는 친수성(hydrophilic)의 특징을 갖고, 상기 제2 액체(21)는 소수성(hydrophobic)의 특징을 갖는 것이 바람직하다. 특히, 제2 액체(21)는 실리콘 오일(silicone oil)인 것이 바람직하다.
- [0042] 또한, 상기 변형 발생부(13)는 상기 제1 영역(19)과 접하는 면은 친수성이 되도록 표면처리되어 있고, 상기 제2 영역(17)과 접하는 면은 소수성이 되도록 표면처리 되어 있는 것이 바람직하다.

- [0043] 도 4 및 도 5는 본 발명에 의한 트랜스듀서의 변형량 측정 방법의 개념도이다.
- [0044] 변형량 측정 부재는 전기적 방식 또는 광학 방식을 모두 이용할 수 있다.
- [0045] 전기적 방식을 이용하는 경우에는 도 4와 같이, 변형량 발생 부재는, 상기 변형 발생부(13)의 상기 제2 영역(17)과 접하는 면에 제공되는 상부 전극(31)과, 상기 제2 영역 내(17)에 고정되어 상기 상부 전극(31)과 정전 용량(capacitance)을 형성하도록 제공되는 하부 전극(33)을 포함하고, 상기 변형 발생부(13)의 변형에 따라 상기 상부 전극(31)과 상기 하부 전극(32) 간의 정전 용량을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 표적물질이 결합층(32)에 결합됨에 따라 변형 발생부의 변형이 발생하고, 이로 인해 상부 전극(31)과 하부 전극(33) 간의 거리에 변화가 생기게 되어, 정전용량이 변화하게 된다.
- [0047] 표적물질이 결합하기 전에는 C1의 정전 용량 값을 가지고 있으나, 표적물질이 결합하게 되면 C2의 정전 용량 값으로 변화하게 된다. C1 및 C2의 값의 변화량을 측정하여 변형 발생부의 변형량을 측정할 수 있고, 이를 계산함으로써 변형 발생부에 인가된 힘(또는 결합층에 부착된 표적물질의 양)을 계산할 수 있다.
- [0048] 광학 방식을 이용하는 경우에는 도 5와 같이, 상기 변형 발생부(13)와의 거리를 측정하는 광학 센서(35)를 포함하고, 상기 변형 발생부(13)의 변형에 따라 상기 광학 센서(35)와 상기 변형 발생부(13)와의 거리를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 도 5에서는 광학 센서(35)를 제1 영역의 상측에 위치하였으나, 그 위치에 본 발명의 권리범위가 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 도 6 및 도 7은 본 발명에 의한 트랜스듀서의 일실시예의 단면도를 보여준다. 변형량 측정 부재는 도면에서 생략하였다.
- [0051] 도 8 및 도 9는 본 발명에 의한 트랜스듀서 중 정전 용량 방식을 이용하여 변형 발생부의 변형량을 측정하는 트랜스듀서의 일실시예의 제조 공정도를 보여주고, 이를 개략적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0052] 기판(substrate)(10)에 절연층(11)을 증착(nitride deposition)시키는 단계와, 상기 절연층(11)의 상부에 하부 전극(33)을 형성하는 단계와, 상기 절연층(11)의 일부 및 상기 하부 전극(33)의 일부를 덮는 희생층(12)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)의 상부까지 연장되고, 상기 하부 전극(33)과 이격되도록 상부 전극(31)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 덮도록 변형 발생부(13)를 형성하는 단계와, 상기 변형 발생부(13)의 상부에 결합층(32)을 형성하는 단계와, 상기 결합층(32), 상기 변형 발생부(13) 및 상기 상부 전극(31)을 동시에 관통하는 홀(hole)을 형성하는 단계와, 상기 희생층(12)을 제거하는 단계를 포함한다.
- [0053] 기판(substrate)(10)은 낮은 저항성의(low resistive) 실리콘 재질 또는 글라스(glass) 재질인 것이 바람직하다. 또한, 기판(10)은 소수성의 성질을 갖도록 표면 코팅처리되는 것이 바람직하다.
- [0054] 절연층(11) 증착(nitride deposition) 공정은 LPCVD(low pressure chemical vapor deposition)방식과 PECVD(plasma enhanced chemical vapor deposition)방식으로 증착이 가능하다. 절연층(11)은 절화막인 것이 바람직하며, 이는 초기 산화막 위에 절연층을 증착시키는 과정으로 필드영역의 산화막 성장시 액티브 영역의 산화막 성장을 차단하기 위한 목적도 포함한다.
- [0055] 다만, 절연층(11) 증착 공정의 전에, 실리콘 기판의 경우 산화막(oxidation layer)을 형성하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0056] 전류를 흐르기 위한 하부 전극(33)을 증착시킨다. 하부 전극(33)은 Cr/Au가 바람직하며, 절연층이 1000Å의 두께를 가지는 경우 Cr 100Å 및 Au 300Å의 두께를 가지도록 하는 것이 바람직하다. Cr 층은 점착력을 향상시키기 위한 층으로서, 그 위에 Au 층을 증착시킨다. 증착은 e-gun evaporator 방식을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0057] 희생층(Sacrificial PR layer)(12)은 후에 트랜스듀서의 내부 공간을 형성시키기 위함이다. 본 발명에서는 AZ 5214의 포토레지스트를 사용했으나 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 절연층 및 하부 전극(33)의 두께를 이용하는 경우에는 2 μm의 두께가 바람직하다.
- [0058] 상부 전극(31)은 트랜스듀서의 상부 전극(top electrode)의 기능을 수행한다. 상부 전극(31) 역시 Cr/Au 을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0059] 상부 전극(31)은 변형 발생부의 두께에 영향을 주고 스트레스에 영향을 주기 때문에 입자가 고르고 점착력이 좋은 것이 필요하다. 하부 전극(31)과 유사한 방식으로 형성시키는 것도 가능하나, 증착 방식 중 metal sputter

deposition 방식을 사용하는 것이 바람직하다.

- [0060] 하부 전극(31)과 상부 전극(33)은 희생층(12)을 사이에 두고 평행하게 겹치도록 제공되는 것이 바람직하며, 그 겹쳐지는 면적 및 거리에 따라 정전 용량(capacitance)이 결정된다.
- [0061] 변형 발생부(13)는 고분자 재질로 형성되고, 특히 Parylene의 재질을 사용하는 것이 바람직하나, 이에 본 발명의 권리범위가 제한되는 것은 아니다. Parylene은 최대 200℃ 이하에서 모든 공정이 이루어질 수 있기 때문에 다른 물질에 비해서 저온 공정을 이용하는 점에서 유리할 수 있고, 트랜스듀서의 변형발생부가 요구하는 기계적 특성을 제공하고 있다.
- [0062] 변형 발생부(13)는 희생층(12)의 상부에 형성되는 박막과, 희생층(12)의 주위에 두께를 가지는 박막 지지부로 나누어진다. 변형 발생부(13)는 희생층(12)을 완전히 감싸도록 제공된다.
- [0063] 변형 발생부(13)의 상부에는 표적물질의 일예인 생체분자와의 결합을 위한 결합층(32)이 증착된다. 이는 Cr/Au 층을 사용하는 것이 바람직하다. 생체분자는 Au 금속과 결합을 하게 된다.
- [0064] 홀(hole) 패턴은 Positive 패터닝 방식으로 형성된다. 홀은 변형 발생부(13)의 박막, 상부 전극(31) 및 결합층(32)을 관통하여, 변형 발생부(13)의 내부와 외부로 연결시키도록 제공된다. 결합층(32)이 없는 경우에는 변형 발생부(13) 및 상부 전극(31)을 관통하도록 제공된다.
- [0065] 이후 플라즈마 공정을 통해 박막의 상면은 친수성(hydrophilic)의 성질을 띠도록 표면처리한다. 이때, 박막의 하면은 희생층(12)에 의해 보호되므로 계속적으로 소수성(hydrophobic)의 성질을 유지하게 된다. 따라서 기판은 소수성의 성질을 갖도록 미리 표면 코팅 처리를 하는 것이 바람직하다.
- [0066] 희생층(12)은 매질로서 아세톤(acetone) 또는 메탄올(methanol)을 사용하고 임계점 건조법(critical point drying)을 이용하여 제거한다. 홀(hole)을 통하여 희생층(12)이 제거된다.
- [0067] 본 발명의 특징인 변형 발생부에 제공된 홀은 임계점 건조법의 작업 시에 효율적으로 희생층(12)을 제거할 수 있게 하는 기능도 수행한다.
- [0068] 최종적으로 희생층(12)이 제거된 공간에 제2 액체를 채워넣는다. 제2 액체로는 실리콘 오일인 것이 바람직하다. 만일, 상기 공간에 실리콘 오일이 충전되지 않은 경우에는 표적물질(analyte)이 홀을 통해 상기 공간으로 유입되는 문제가 발생한다. 따라서 본 발명에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 오일을 충전하는 구성을 제공하고 있다.
- [0069] 도 10은 변형 발생부(13)가 형성하는 제2 공간(17)에 액체를 채워넣는 구조체의 일실시예이다.
- [0070] 중앙에 오일 투입부(1)가 있고, 박막을 포함하는 변형 발생부 구조물(2)이 오일 투입부(1)와 채널(3)로 연결되어 있다. 트랜스듀서를 물안으로 넣은 후 오일 투입부(1)로 오일을 투입하면, 채널(3)을 따라 오일이 변형 발생부(2)에 의해 형성된 제2 공간(17)의 내부로 충전된다.
- [0071] 도 11은 이러한 트랜스듀서의 내부 공간으로 오일이 충전된 상태의 단면도를 보여준다. 변형 발생부 일부(20)에 홀이 형성되어 있고, 변형 발생부 일부(20)의 상면은 친수성의 성질을 갖도록 하거나, 표적물질의 결합을 위한 층(24)이 형성 되어 있다. 변형 발생부 구조물의 내부에는 제2 액체(21)가 충전되어 있고, 외부에는 제1 액체(22)가 제공된다.
- [0072] 도 12는 앞에서 설명한 공정을 따라 제작한 트랜스듀서의 사시도이다.
- [0073] 도 12를 기준으로 설명하면, 기관(10) 상측에는 절연층(11)이 증착된다. 다만, 경우에 따라서 절연층(11)은 생략 가능할 수도 있다. 기관(10)의 상측에는 상부 전극(33)이 형성되고, 상부 전극(33)의 일부를 수용하면서 변형 발생부(13)를 제공한다. 변형 발생부의 내측면에는 하부 전극(31)이 형성되어 있다.
- [0074] 상부 전극(33) 및 하부 전극(31)에 의해 정전 용량(capacitance)가 결정된다. 변형 발생부(13)의 외측면에는 생체분자 등과 같은 표적물질이 결합되는 결합층(32)이 형성된다. 결합층(32)에는 생체분자가 결합되고, 이들 생체분자간의 상호작용력에 의해 변형 발생부(13)에 작용하는 표면장력이 변화가 발생한다. 이로 인해, 상부 전극(31)과 하부 전극(33) 간의 거리에 변화가 발생하고, 정전 용량이 변화하게 된다.
- [0075] 이러한 정전용량의 변화값을 측정함으로써, 결합층(32)에 결합된 생체분자의 양을 측정할 수 있게 되는 원리이다.
- [0076] 본 발명의 핵심은 이를 위한 변형 발생부에 적어도 하나 이상의 홀이 형성되어 있는 것이다. 앞에서 설명한 바

와 같이 흡은 희생층을 제거하는 과정에서 그 효율을 높이는 기능을 수행함과 더불어, 변형 발생부에 작용하는 외부의 압력의 영향을 배제하는 기능도 수행한다.

[0077] 즉, 흡이 없는 경우에는 변형 발생부의 표면에 결합된 생체분자 등의 상호작용력에 의해서만 변화하는 것이 아니라, 외부 액체의 압력 등에 의해서도 변화될 수 있어, 오차가 발생할 소지가 컸다.

[0078] 하지만, 본 발명에서와 같이 흡을 제공하는 경우에는 변형 발생부의 외부와 내부 간의 압력차를 제거할 수 있어, 외부 액체의 압력 등에 의한 외력의 영향을 제거할 수 있는 효과가 있다.

[0079] 이러한 흡을 통해 표적물질(analyte)이 변형 발생부의 내부로 침투하는 것을 방지하기 위해 오일 등의 제2 액체를 충전시킴은 앞에서 설명한 바와 동일하다. 도 13은 이러한 변형 발생부를 경계로 하여 내부의 제2 액체(21)와 외부의 제1 액체(22)가 구별되고 있음을 도시한 단면도이다.

[0080] 결론적으로 본 발명은 기존의 Parylene 등 고분자 재질의 변형 발생부가 외부의 압력에 의해 큰 영향을 받는다는 단점을 극복하고 더 나아가 정확한 신호를 얻기 위한 트랜스듀서로 확장하기 위해서 변형 발생부에 다양한 흡 패턴을 넣어 압력 효과에 의한 오차를 제거하고, 더불어 임계점 건조법 공정시에 희생층을 보다 효율적으로 제거할 수 있는 장점을 제공한다. 또한, Parylene 구조물로 둘러싸인 공간 내에 실리콘 오일을 채움으로써 다양한 표적물질의 내부로의 접근을 방지할 수 있다.

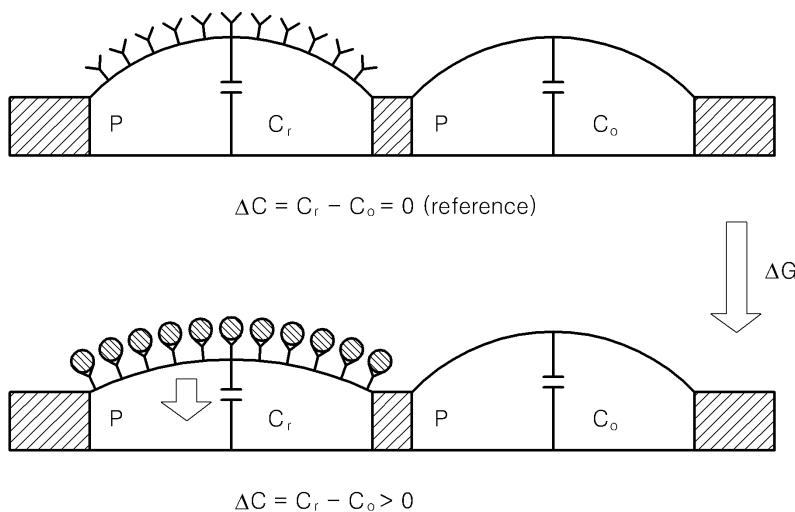
[0081] 본 명세서에서 Parylene 및 실리콘 오일 등 구성요소를 구체적으로 언급하고 있으나, 이와 동일한 효과를 제공할 수 있는 구성요소로의 대체도 가능함은 당연하다. 또한, 본 발명은 상기와 같은 실시예에 의해 권리범위가 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적인 사상을 가지고 있다면 모두 본 발명의 권리범위에 해당된다고 볼 수 있으며, 본 발명은 특허청구범위에 의해 권리범위가 정해짐을 밝혀둔다.

부호의 설명

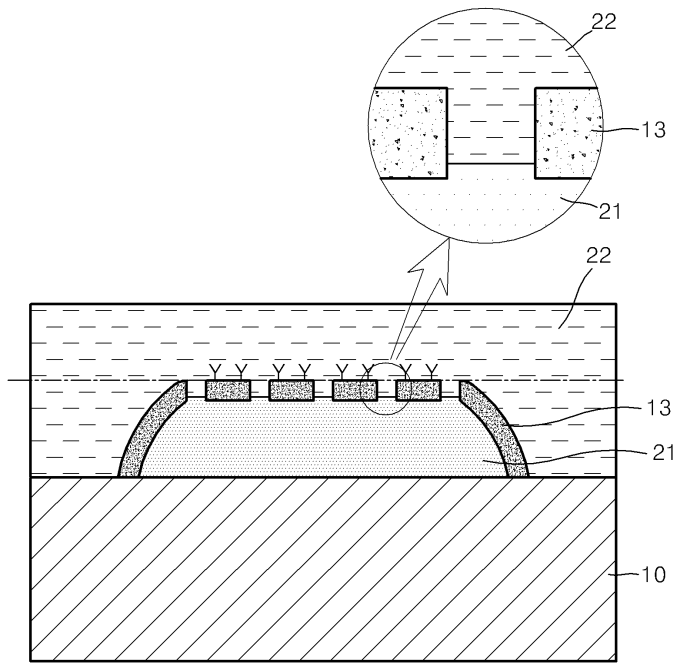
[0082] 10 : 기관, 11 : 절연층, 12 : 희생층, 13 : 변형 발생부, 17 : 제2 공간, 19 : 제1 공간, 21 : 제2 액체, 22 : 제1 액체, 31 : 상부 전극, 32 : 결합층, 33 : 하부 전극, 35 : 광학 센서

도면

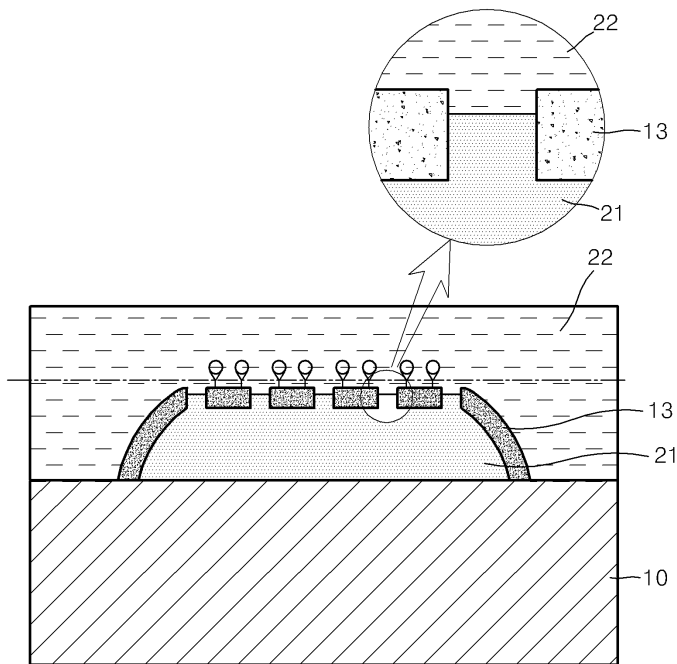
도면1



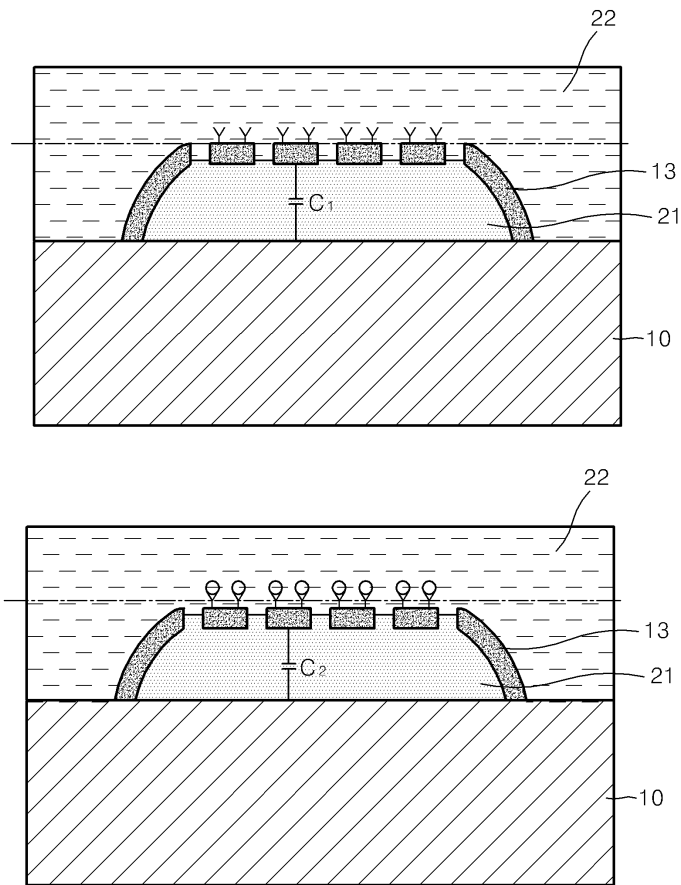
도면2



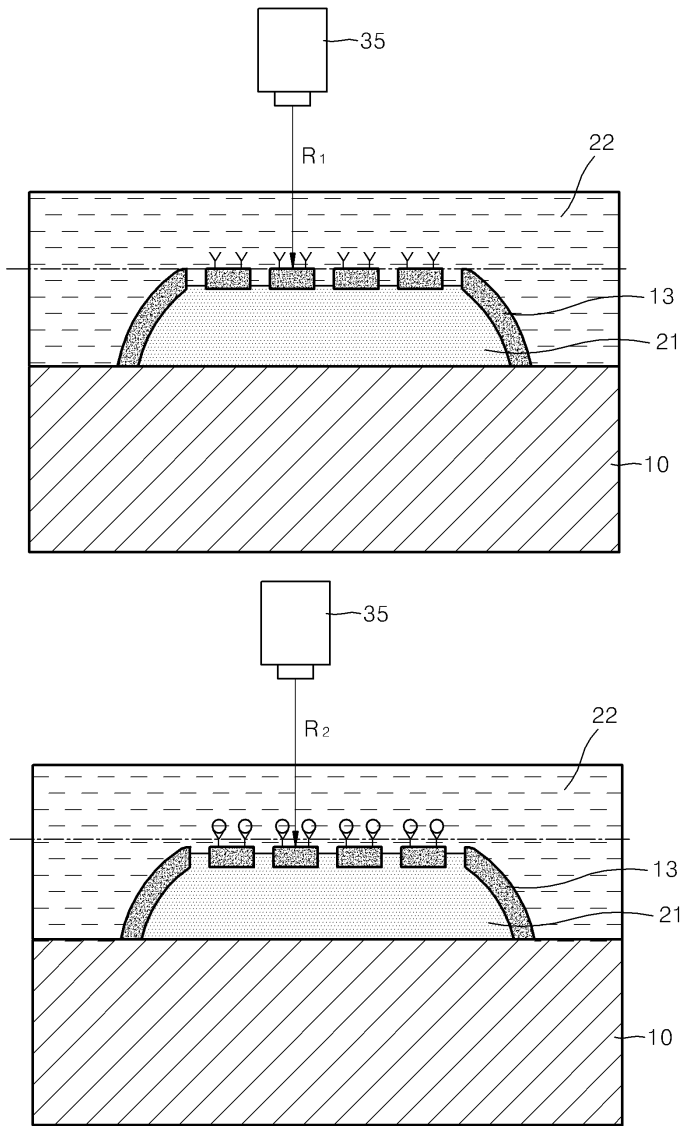
도면3



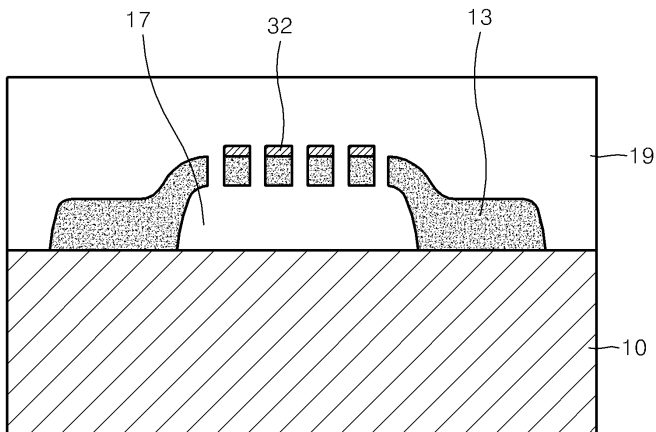
도면4



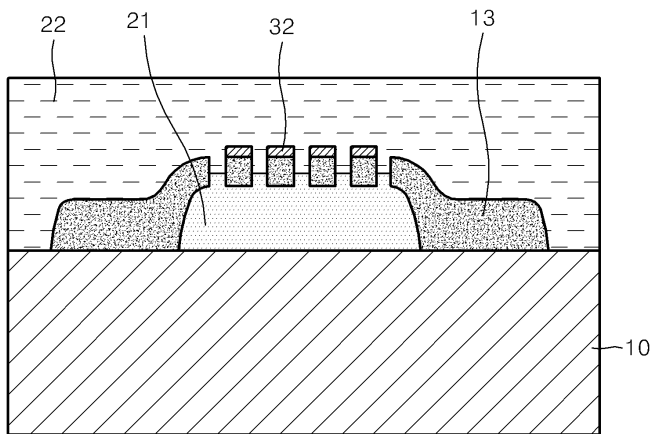
도면5



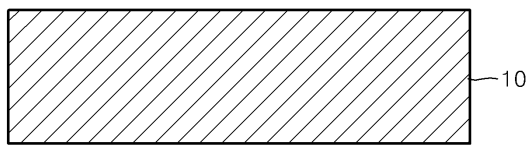
도면6



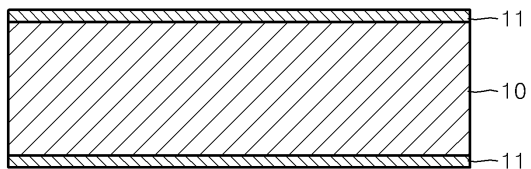
도면7



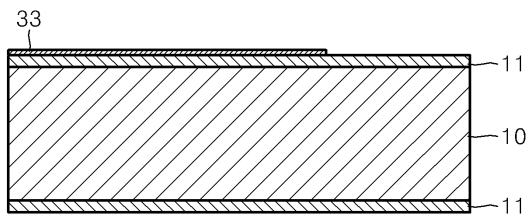
도면8



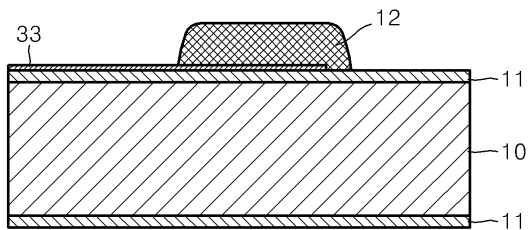
(a)



(b)

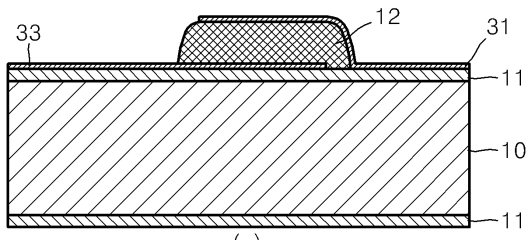


(c)

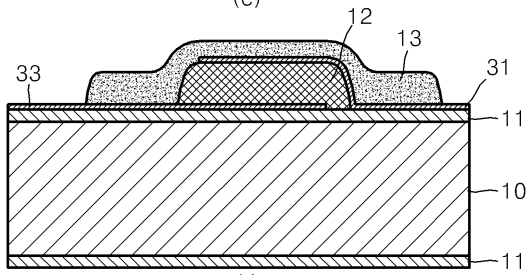


(d)

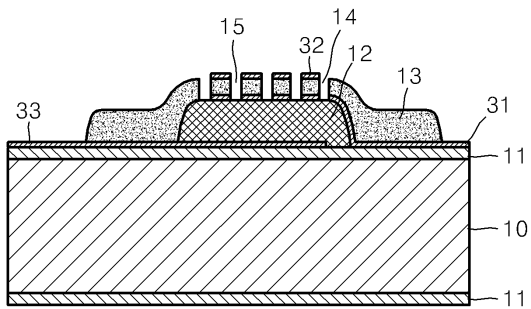
도면9



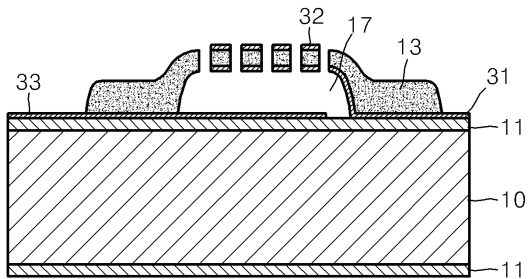
(e)



(f)

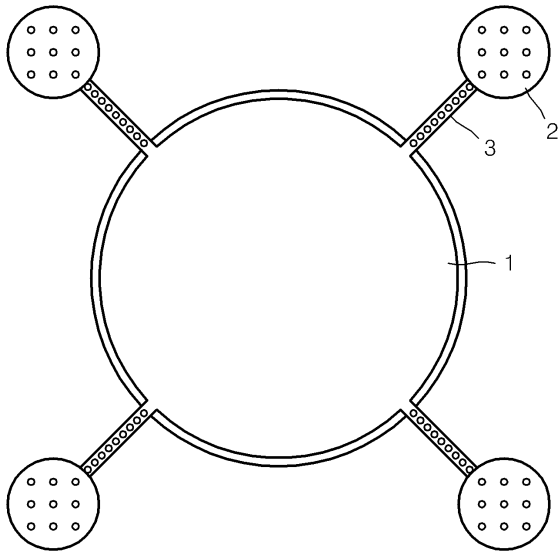


(g)

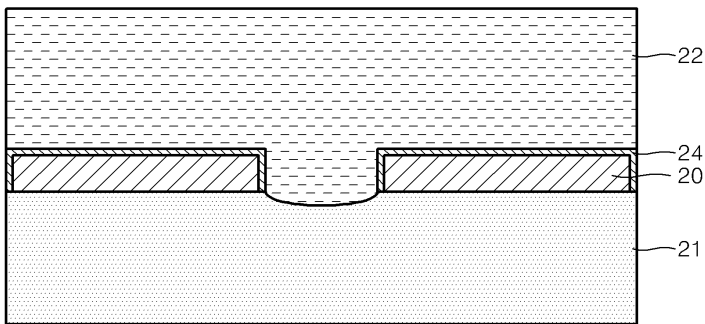


(h)

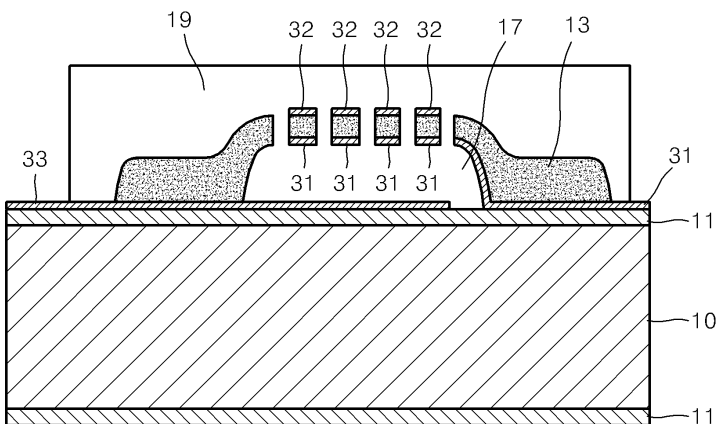
도면10



도면11



도면12



도면13

