



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월07일
 (11) 등록번호 10-1372172
 (24) 등록일자 2014년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 27/30 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0052310
 (22) 출원일자 2012년05월17일
 심사청구일자 2012년05월17일
 (65) 공개번호 10-2013-0128529
 (43) 공개일자 2013년11월27일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019980014885 A*
 KR1020040012390 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 (72) 발명자
 신흥주
 울산 울주군 범서읍 구영로 75-25, 107동 1503호 (동문굿모닝힐)
 허정일
 경기 용인시 기흥구 신촌로73번길 29-1, 303호 (보정동)
 임영진
 부산 사하구 다대낙조1길 42, 102동 1301호 (다대동, 성원아파트)
 (74) 대리인
 특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

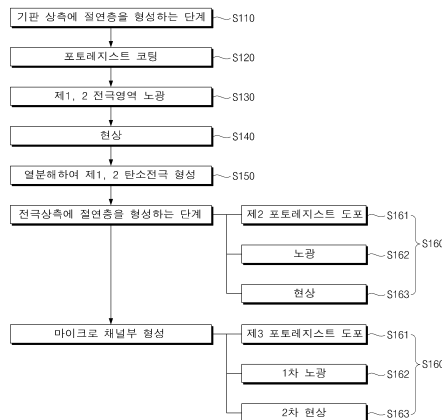
심사관 : 이경철

(54) 발명의 명칭 **바이오센서의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은, 절연층을 포함하는 기판 상층에 구비되는 제1 빗살무늬 탄소 전극; 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 이격되어 배치되는 제2 빗살무늬 탄소 전극; 일측이 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극의 상면에 결합되고, 타측이 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극의 상면에 결합되어 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 사이에 채널을 형성하는 마이크로 채널부를 포함하는 바이오 센서 및 그 바이오 센서 제조 방법을 개시한다. 상기 구성에 의하여 바이오 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시키고 센서의 센싱 감도를 향상시킬 수 있으며, 바이오 센서 외부로 산화/환원된 바이오 물질이 방출되는 것을 방지하여 바이오 물질의 산화/환원이 지속적으로 반복될 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345152087

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업-일반연구자지원사업

연구과제명 이중 미소전극이 장착된 다기능성 SECM-AFM 프로브 개발

기여율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

(a) 기관 상층에 절연층을 형성하는 단계;

(b) 상기 절연층 상에 포토레지스트를 코팅하는 단계;

(c) 포토마스크를 통하여 기관의 제1 전극영역 및 제2 전극영역을 노광하는 단계;

(d) 상기 제1 전극영역 및 제2 전극영역을 제외한 나머지 부분을 현상하여 제거하는 단계;

(e) 상기 (d) 단계 후 상기 제1 전극영역 및 제2 전극영역에 잔류된 포토레지스트를 열분해하여 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 제2 빗살무늬 탄소 전극을 형성하는 단계;

(f) 제1 빗살무늬 탄소 전극과 제2 빗살무늬 및 탄소 전극이 중첩되는 부분을 제외한 나머지 탄소영역부를 절연하는 단계; 및

(g) 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 사이에 채널을 형성하는 마이크로 채널부를 형성하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 (f) 단계는,

상기 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 제2 포토레지스트를 도포하는 단계;

상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극이 중첩되는 영역을 제외한 부위를 1차 노광한 후, 상기 제2 포토레지스트를 현상하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조 방법.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 마이크로 채널부를 형성하는 단계는,

상기 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 제3 포토레지스트를 도포하는 단계;

상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 마이크로 채널의 좌우 외벽을 이루는 부위를 1차 노광하는 단계;

상기 1차 노광부를 연결하는 평면 형태의 포토마스크를 통하여 1차 노광부 사이의 포토레지스트를 자외선에 노출시키는 2차 노광을 한 후, 상기 제3포토레지스트를 현상하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조방법.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 마이크로 채널부는 친수성 재질로 형성되는 바이오센서 제조 방법.

청구항 7

청구항 3에 있어서,

상기 마이크로 채널부는 PDMS 재질로 형성되며,

상기 (g) 단계는 상기 빗살무늬 탄소 전극 상에 옥사이드 코팅하는 단계를 더 포함하는 바이오센서 제조 방법.

청구항 8

(a) 절연물질로 이루어진 기판 상에 포토레지스트를 코팅하는 단계;

(c) 포토마스크를 통하여 상기 기판 상의 제1 전극영역 및 제2 전극영역의 포토레지스트를 노광하는 단계;

(d) 상기 제1 전극영역 및 제2 전극영역을 제외한 나머지 부분을 현상하여 제거하는 단계;

(e) 상기 (d) 단계 후 상기 제1 전극영역 및 제2 전극영역에 잔류된 포토레지스트를 열분해하여 제1,2빗살무늬 탄소 전극을 형성하는 단계; 및

(f) 제1 빗살무늬 탄소 전극과 제2 빗살무늬 및 탄소 전극이 중첩되는 부분을 제외한 나머지 탄소영역부를 절연하는 단계; 및

(g) 상기 제1,2빗살무늬 탄소 전극 사이에 채널을 형성하는 마이크로 채널부를 형성하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 바이오 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 탄소 마이크로/나노구조를 통하여 특정 바이오 물질을 센싱하는 센서를 제조하는 바이오 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 환경문제에 대한 관심 증가와 정보통신 기기의 발전과 더불어 다양한 바이오 물질에 대한 센서가 개발되고 있는 가운데 반도체 기술을 접목함으로써 제조가 간편해지고 그 성능이 향상되고 있다. 모든 센서는 성능 향상을 위하여 감지도를 높이는 것이 최대 목표이며, 이러한 목표를 달성하기 위한 노력도 증가되고 있다.

[0003] 한편, 바이오 센싱에는 전기화학적 센서 또는 광 센서가 주로 사용되어지고 있다. 상기 광 센서는, 여타의 센서에 비하여 반응 속도가 빠르고, 그 감지도도 높은 편이나 크기가 큰 편이어서 공간 활용성이 떨어지고 사용에 불편함에 있다는 단점이 있다.

[0004] 상기 광 센서의 단점은 전기화학적 센서를 사용하여 극복할 수 있는데, 상기 전기화학적 센서는 대상 물질을 전기화학적으로 산화 또는 환원하여 외부 회로에 흐를 전류를 측정하거나 전해질 용액이나 고체에 용해 또는 이온화한 가스 상의 이온이 이온 전극에 작용하여 생기는 기전력을 이용하는 것으로 이는 그 크기는 작으나, 매우 느린 반응속도를 나타냄과 더불어 감도가 낮다는 단점이 있다.

[0005] 한국등록특허 제0741187호에 따르면, 분석물의 농도를 측정하는 전기화학 센서는 전류 측정을 적절하도록 하는 임피던스를 가진 두 개의 전극을 포함하는 전기화학 셀에서 반응영역에 샘플을 놓음으로써 수성 액체 샘플 중 분석하고자 하는 성분의 농도를 측정한다. 상기 분석하고자 하는 성분은 산화환원제와 직접 또는 간접적으로 반응하여 분석할 성분의 농도에 상응하는 양으로 산화 또는 환원 가능한 물질을 형성한다. 이어서, 존재하는 산화 또는 환원 가능한 물질의 양은 전기화학적으로 측정된다. 일반적으로 상기 방법은 전기분해 생성물이 다른 전극에 닿지 못하고 측정 가능한 동안에는 다음 전극에서 반응을 간섭하지 못하도록 전극간의 충분한 격리를 요구하

고, 그 제조 원가가 고가인데다 제조 공정이 복잡하다는 문제점이 있다.

[0006] 더불어, 상기 전기화학적 센서는 산화 또는 환원된 바이오 물질이 외부로 배출되는 구조로 시간이 지날수록 바이오 물질량이 감소되어 반복 사용에 어려움이 따르며, 이로 인한 감도도 떨어진다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 바이오 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시키고 센서의 센싱 감도를 향상시킨 바이오 센서 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 발명은 바이오 센서의 친수성을 높이고, 바이오 센서 외부로 산화/환원된 바이오 물질이 방출되는 것을 방지하여 바이오 물질의 산화/환원이 지속적으로 반복될 수 있는 바이오 센서 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 절연층을 포함하는 기판 상층에 구비되는 제1 빗살무늬 탄소탄소 전극 전극; 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 이격되어 배치되는 제2 빗살무늬 탄소 전극, 그리고 빗살무늬 전극쌍 위에 형성되는 마이크로 채널부를 포함하는 바이오 센서를 제공한다.

[0010] 상기 구성에 의하여 바이오 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시키고 센서의 센싱 감도를 향상시킬 수 있으며, 바이오 센서 외부로 산화/환원된 바이오 물질이 방출되는 것을 방지하여 빗살무늬 전극쌍 사이에서 바이오 물질의 산화/환원이 지속적으로 반복될 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 마이크로 채널부는, PDMS 재질로 이루어지며, 상기 제1,2 빗살무늬 탄소 전극과 옥시전(Oxygen) 플라즈마를 개재하여 접합 형성될 수 있다.

[0012] 그리고 본 발명은, (a) 기판 상층에 절연층을 형성하는 단계; (b) 상기 절연층 상에 포토레지스트를 코팅하는 단계; (c) 포토마스크를 통하여 기판의 제1 빗살무늬 전극영역 및 제2 빗살무늬 전극영역을 노광하는 단계; (d) 상기 제1 빗살무늬 전극영역 및 제2 빗살무늬 전극영역을 제외한 나머지 부분을 현상하여 제거하는 단계; (e) 상기 (d) 단계 후 상기 제1 빗살무늬 전극영역 및 제2 빗살무늬 전극영역에 잔류된 포토레지스트를 열분해하여 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 제2 빗살무늬 탄소 전극을 형성하는 단계; (j) 제1 빗살무늬 탄소 전극과 제2 빗살무늬 탄소 전극이 중첩되는 부분을 제외한 나머지 탄소영역부를 절연하는 단계; 및 (i) 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 채널을 형성하는 마이크로 채널부를 형성하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조 방법을 제공한다.

[0013] 바람직하게, 상기 탄소 전극 상층에 절연층을 형성하는 단계는, 상기 제1 빗살무늬 탄소 나노전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 제2포토레지스트를 도포하는 단계; 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극이 중첩되는 부분을 제외한 외곽부를 노광하는 단계; 상기 단계에서 노광된 부분을 제외한 나머지 제2포토레지스트를 현상하는 단계를 포함한다.

[0014] 또한, 상기 전극 상층에 형성되는 절연층은 실리콘 옥사이드를 포함한 절연 박막 코팅과 식각 공정을 이용하여 제작될 수 있다.

[0015] 바람직하게, 상기 마이크로 채널부를 형성하는 단계는, 상기 제1 빗살무늬 탄소 나노전극 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 제3포토레지스트를 도포하는 단계; 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 외곽부를 1차 노광하는 단계; 1차 노광된 영역을 연결하는 평면형태의 포토 마스크를 통하여 상기 1차 노광된 영역을 연결하는 평면 형태로 2차 노광하는 단계; 상기 단계에서 노광된 부분을 제외한 나머지 제2포토레지스트를 현상하는 단계를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 마이크로 채널부는 친수성 재질로 형성되며, 더 바람직하게는, 상기 마이크로 채널부는 PDMS 재질로 형성되며, 상기 (i) 단계는 상기 빗살무늬 탄소 전극 상에 옥사이드 코팅하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 다른 한편으로 본 발명은, (a) 절연물질로 이루어진 기판 상에 포토레지스트를 코팅하는 단계; (c) 포토마스크

를 통하여 상기 기판 상의 제1 빗살무늬 전극영역 및 제2 빗살무늬 전극영역의 포토레지스트를 노광하는 단계;
 (d) 상기 제1 빗살무늬 전극영역 및 제2 빗살무늬 전극영역을 제외한 나머지 부분을 현상하여 제거하는 단계;
 (e) 상기 (d) 단계 후 상기 제1 전극영역 및 제2 전극영역에 잔류된 포토레지스트를 열분해하여 제1,2 빗살무늬 탄소 전극을 형성하는 단계; (j) 제1 빗살무늬 탄소 전극과 제2 빗살무늬 탄소 전극이 중첩되는 부분을 제외한 나머지 탄소영역부를 절연하는 단계; 및 (i) 상기 제1,2 빗살무늬 탄소 전극 상부에 채널을 형성하는 마이크로 채널부를 형성하는 단계를 포함하는 바이오센서 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따른 바이오 센서 및 그 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0019] 첫째, 탄소 전극이 분리된 제1 빗살무늬 전극과 제2 빗살무늬 전극으로 형성되기 때문에 두 전극에 서로 상이한 전압을 인가할 경우 산화환원이 가능한 물질이 두 전극 표면에서 각각 산화 및 환원 반응을 하며 이러한 반응이 반복되어 센싱되는 신호가 증폭될 수 있다.
- [0020] 둘째, 탄소 빗살무늬 구조가 마이크로 단위의 포토레지스트의 열분해를 통한 부피 감소로 인하여 형성되므로 고가의 나노공정 장비 없이 저비용으로 나노 사이즈의 빗살무늬 전극 구조체를 생산할 수 있다.
- [0021] 셋째, 빗살무늬 탄소 전극 사이에 마이크로 채널을 구비하여 산화/환원 작용이 가능한 바이오 물질이 바이오 센서 외부로 방출되는 것을 방지하여 바이오 물질의 산화/환원이 지속적으로 반복되어 감지 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 넷째, 빗살무늬 탄소 전극 상에 친수성 재질의 마이크로 채널을 구비하여 바이오 센서가 수액을 보다 용이하게 수용할 수 있다.
- [0023] 다섯째, 본 제조방법으로 제조되는 빗살무늬 탄소 전극 기반 센서는 바이오 물질뿐만 아니라 산화 및 환원이 가능한 물질에 대한 센싱에 광범위하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 바이오센서를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 바이오센서 제조 방법의 순서도이다.
- 도 3 내지 도 15는 도 2의 바이오 센서 제조 방법의 개별 공정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0026] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 바이오센서를 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 바이오센서 제조 방법의 순서도이며, 도 3 내지 도 16은 도 2의 바이오 센서 제조 방법의 개별 공정을 도시한 도면이다.
- [0029] 우선, 도 1의 (a)는 채널의 측면방향에서 본 단면도이고, 도 1의 (b)는 채널의 정면에서 본 단면도이며, 도 1의 (c)는 도 1(a)의 A-A 단면도이다.
- [0030] 도 1을 참고하면, 본 발명의 실시예에 따른 바이오 센서(100)는 제1 빗살무늬 탄소 전극(151), 제2 빗살무늬 탄소 전극(152), 전극 상부 절연층(171), 및 마이크로 채널부(192, 194)를 포함한다.

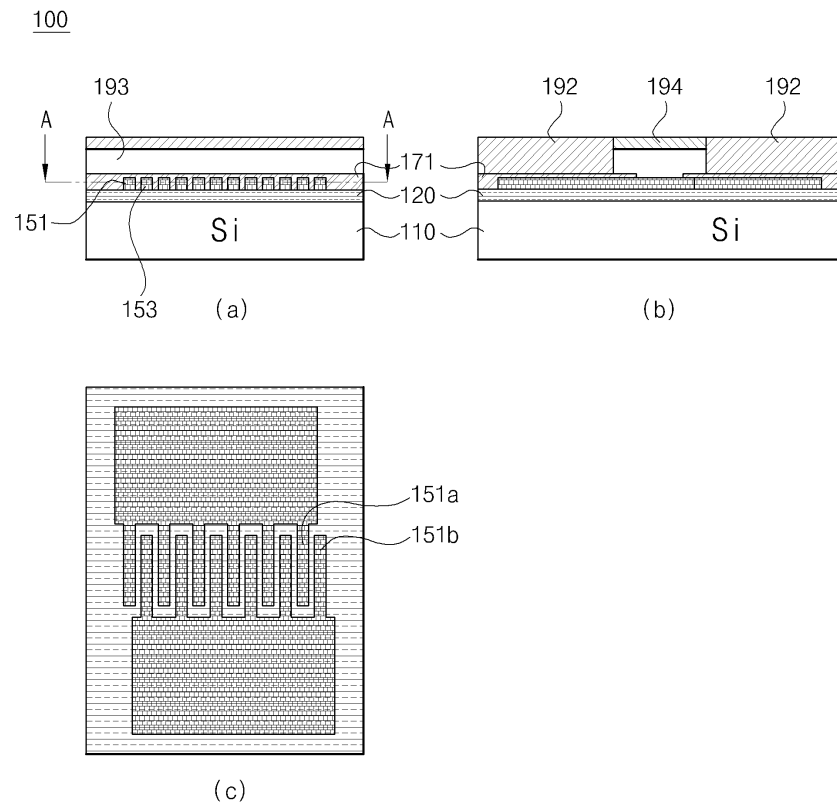
- [0031] 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)은 실리콘 재질의 기판(110) 상측에 구비될 수 있으며, 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)은 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)과 소정 간격 이격되되 상기 기판(110) 상에 구비된다.
- [0032] 그리고 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)은, 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극 측단에 복수개의 제1돌극부(151a)를 형성하고, 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)은 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)측단에 복수개의 제2돌극부(151b)를 형성한다.
- [0033] 상기 제1돌극부(151a)와 상기 제2돌극부(151b)는 서로 엇갈리게 위치하여 맞물리게 형성된다.
- [0034] 상기 전극 절연층(171)은 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151) 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)의 상부에 구비되어 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)의 제1돌극부(151a)와 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)의 제2돌극부(151b) 부분에서만 센싱이 이루어지도록 한다.
- [0035] 이때, 전극 절연층(171)은 실리콘 옥사이드를 포함한 절연 박막으로 형성될 수 있다. 본 실시예에서의 전극 절연층(171)은 포토레지스트로 이루어지나, 상기 포토레지스트 이외의 절연 박막층으로 형성될 수 있음은 물론이다.
- [0036] 상기 마이크로 채널부(192,194)는 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151) 및 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)의 상부에 구비되어 상기 제1 빗살무늬 탄소 전극(151)과 상기 제2 빗살무늬 탄소 전극(152) 사이에 채널(193)을 형성한다.
- [0037] 이때, 상기 마이크로 채널부(192,194)는 친수성 재질로 형성될 수 있다. 예시적으로 마이크로 채널부(192,194)는 PDMS(polydimethylsiloxane)로 형성될 수 있다. 본 실시예에서의 마이크로 채널부(192,194)는 PDMS로 이루어지나, 상기 PDMS 이외의 친수성 재질로도 형성될 수 있음은 물론이다.
- [0038] 상기 바이오 센서(100)를 보다 자세하게 살펴보기 위하여 도 2 및 도 3 내지 도 15를 참고하여 바이오 센서의 제조 방법을 설명하기로 한다.
- [0039] 본 발명의 일실시예에 따른 바이오 센서 제조방법은, 기판(110) 상측에 절연층(120)을 형성하는 단계(S110), 상기 절연층(120) 상에 포토레지스트(130)를 코팅하는 단계(S120), 포토마스크를 통하여 기판의 제1 전극영역(141) 및 제2 전극영역(142)을 노광하는 단계(S130), 상기 제1 전극영역(141) 및 제2 전극영역(142)을 제외한 나머지 부분을 현상하여 제거하는 단계(S140), 제1 빗살무늬 탄소 전극(151) 및 제2 빗살무늬 탄소 전극(152)을 형성하는 단계(S150), 전극 상층에 절연층을 형성하는 단계(S160), 마이크로 채널부(192,194)를 형성하는 단계(S170)로 이루어진다.
- [0040] 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 기판(110) 상측에 절연층을 형성하는 단계(S110)에서는, 상기 기판(110) 상면 전체에 절연층(120)을 형성한다. 본 실시예에서는 상기 기판 상면 전체에 절연층을 형성하였으나, 후에 제1 빗살무늬 탄소 전극 및 제2 빗살무늬 탄소 전극이 형성된 제1,2전극영역에만 절연층을 형성할 수도 있다. 상기 기판(110)은 실리콘재질의 기판이 사용되며, 상기 절연층(120)은 이산화규소, 또는 실리콘 나이트라이드 (silicon nitride) 등의 절연 물질로 이루어진다.
- [0041] 본 실시예에서는 실리콘 기판 상측에 절연층(120)을 별도로 형성하였으나, 절연층을 형성하는 단계를 생략하고 기판 재질을 절연 재질로 형성하는 것도 가능하다.
- [0042] 도 5를 참조하면, 상기 절연층(120)을 형성한 후, 상기 절연층(120) 상에 포토레지스트(130)를 코팅한다(S120). 그리고 도 6에 도시된 바와 같이, 포토마스크를 이용하여 후에 제1,2 빗살무늬 탄소 전극이 형성될 제1, 2전극영역(141)(142)에 형성된 포토레지스트를 노광하여 경화시킨다.(S130). 여기서 도 6의 (a)는 포토레지스트를 노광경화시킨 후의 평면도이고, 도 6의 (b)는 도 6(a)의 A-A 단면도이며, 도 6의 (c)는 도 6(a)의 B-B 단면도이다.
- [0043] 노광 공정이 완료되면, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 제1 전극영역(141) 및 제2 전극영역(142)을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거한다(S140). 여기서 도 7의 (a)는 포토레지스트를 현상, 제거한 후의 평면도이고, 도 7의 (b)는 도 7(a)의 A-A 단면도이며, 도 7의 (c)는 도 7(a)의 B-B 단면도이다.
- [0044] 본 발명의 실시예에서 사용되는 상기 포토레지스트는 SU-8 포토레지스트를 포함한 네가티브 포토레지스트를 이용할 수 있으며, 포토레지스트의 종류에 의하여 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0045] 도 8에 도시된 바와 같이 상기 제1 전극영역(141) 및 제2 전극영역(142)에 잔류된 포토레지스트는 열분해를 통해 마이크로 또는 나노 크기의 탄소 구조체인 제1 빗살무늬 탄소전극(151) 및 제2 빗살무늬 탄소전극(152)으로

형성될 수 있다(S150). 여기서 도 8의 (a)는 탄소 구조체가 형성된 상태의 평면도이고, 도 8의 (b)는 도 8(a)의 A-A 단면도이며, 도 8의 (c)는 도 6(a)의 B-B 단면도이다.

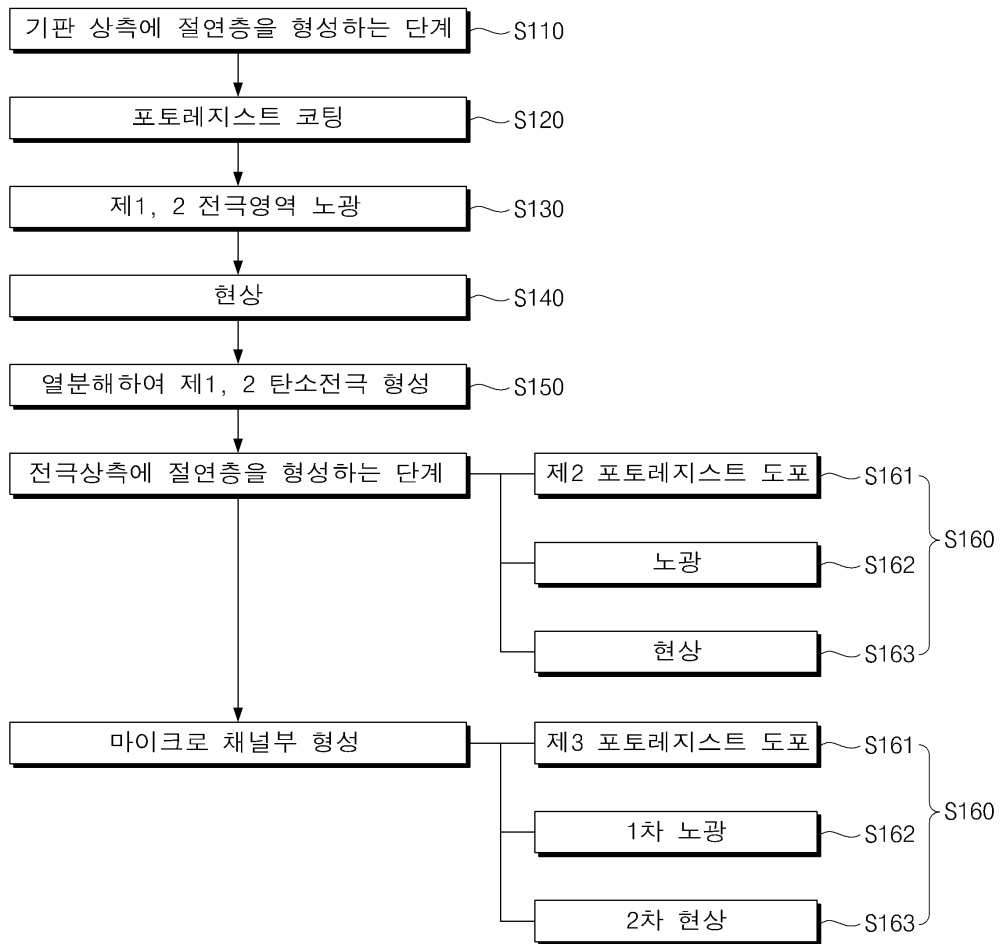
- [0046] 구체적으로 상기 포토레지스트는 진공 상태나 불활성 가스 환경에서 800℃ 이상의 고열로 열분해된다. 상기 열분해를 통해 제1 전극영역(141) 및 제2 전극영역(142)의 포토레지스트는 제1 빔살무늬 탄소 전극(151) 및 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)으로 변환된다.
- [0047] 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)은, 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극 측단에 복수개의 제1돌극부(151a)를 구비하고, 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)은 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)측단에 복수개의 제2돌극부(151b)를 구비한다.
- [0048] 상기 제1돌극부(151a)와 상기 제2돌극부(151b)는 서로 엇갈리게 위치하여 맞물리게 형성된다.
- [0049] 여기서, 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)은 바이오 물질을 산화시키는 산화전극으로 작용하고, 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)은 산화된 바이오 물질을 환원시키는 환원전극으로 작용할 수 있다. 또는 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)이 바이오 물질을 환원시키는 환원전극으로 작용하고, 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)이 상기 바이오 물질을 산화시키는 산화전극으로 작용할 수도 있다.
- [0050] 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151) 및 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)이 완성되면, 도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151) 및 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152) 상측에 제2포토레지스트를 도포하여 전극절연층(171)을 형성할 수 있다(S160). 보다 자세하게, 상기 전극절연층(171)은 도 9에 도시된 바와 같이 제2포토레지스트(160)을 코팅한다(S161). 여기서 도 9의 (a)는 제2 포토레지스트로 이루어진 절연층을 형성한 후의 평면도이고, 도 9의 (b)는 도 9(a)의 A-A 단면도이며, 도 9의 (c)는 도 9(a)의 B-B 단면도이다.
- [0051] 그리고 도 10과 같이, 포토마스크를 이용하여 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)과 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)이 중첩되는 영역을 제외한 기판 영역에 형성된 포토레지스트를 노광하여 경화시킨다(S162). 여기서 도 10의 (a)는 포토레지스트를 노광경화시킨 후의 평면도이고, 도 10의 (b)는 도 10(a)의 A-A 단면도이며, 도 10의 (c)는 도 10(a)의 B-B 단면도이다.
- [0052] 노광 공정이 완료되면, 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)과 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)이 중첩되는 영역의 포토레지스트를 현상하여 제거한다(S163). 여기서 도 11의 (a)는 포토레지스트를 현상, 제거한 후의 평면도이고, 도 11의 (b)는 도 11(a)의 A-A 단면도이며, 도 11의 (c)는 도 11(a)의 B-B 단면도이다. 상기 포토레지스트 절연층(171)은 SU-8 포토레지스트를 포함한 네가티브 포토레지스트를 이용할 수 있으며, 포토마스크의 디자인을 변형하면 파저티브 포토레지스트를 이용할 수 있다.
- [0053] 상기 전극 절연층(171)이 완성되면, 도 12 내지 도 15에 도시된 바와 같이, 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151) 및 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152) 상측에 마이크로 채널부(192,194)를 형성할 수 있다(S170). 보다 자세하게, 상기 마이크로 채널부(192,194)는 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)과 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152) 사이의 공간에 채널(193)이 형성되도록 상기 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)과 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152) 사이 공간의 상부를 커버할 수 있도록 형성된다.
- [0054] 상기 마이크로 채널부(190)는 제1 빔살무늬 탄소 전극(151)과 상기 제2 빔살무늬 탄소 전극(152)의 상측으로 산화/환원된 바이오 물질이 외부로 방출되는 것을 방지하는 덮개와 같은 역할을 할 수 있다.
- [0055] 상기 마이크로 채널부(190)를 형성하는 단계는, 상기 제1,2 빔살무늬 탄소 전극(151)(152) 및 전극 상층 절연층(171) 상부에 제3 포토레지스트(180)를 도포하는 단계(S171), 상기 제1,2빔살무늬 탄소 전극(151)(152) 외곽부(192)에 1차 노광(S172)과 1차 노광부를 연결하는 연결하는 영역(194)에 2차 노광(S173) 공정을 연속으로 수행한 후, 상기 제3포토레지스트(180)를 현상 제거하는 단계(S174)로 이루어진다.
- [0056] 상기 제3포토레지스트(180)는, SU-8 포토레지스트를 포함한 네가티브 포토레지스트를 이용할 수 있으며, 포토레지스트의 종류에 의하여 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 그리고 도 12에 도시된 바와 같이, 상기 제3포토레지스트(180)는 상기 기판의 전면에 모두 도포되어 형성될 수도 있으나, 상기 제1,2 빔살무늬 탄소 전극(151)(152) 사이 공간의 상부에만 형성될 수도 있다. 여기서 도 12의 (a)는 제3포토레지스트를 도포한 상태의 평면도이고, 도 12의 (b)는 도 12(a)의 A-A 단면도이며, 도 12의 (c)는 도 12(a)의 B-B 단면도이다.
- [0057] 상기 제3포토레지스트(180)가 상기 기판의 상부에 전체적으로 형성되면, 도 13에 도시된 바와 같이, 이를 마이크로 채널의 좌우 외벽 모양의 포토마스크 창을 통하여 1차 노광을 수행할 수 있다(S172). 이 때 노광된 광 에너지는 포토레지스트가 포토레지스트 최상부부터 전극 상층 절연층(171) 바로 위까지 경화될 수 있을 만큼 충분

도면

도면1



도면2



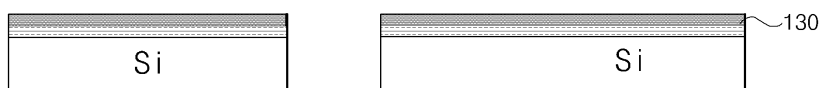
도면3



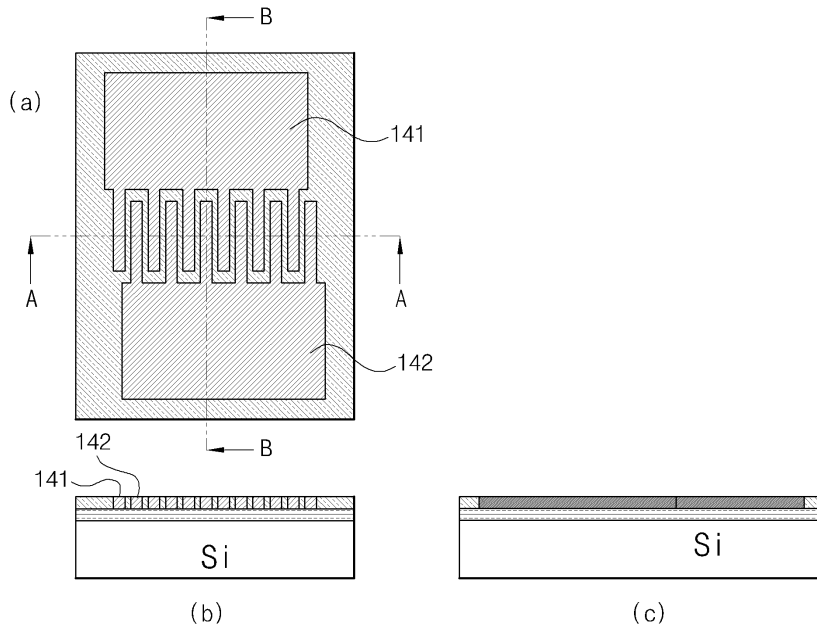
도면4



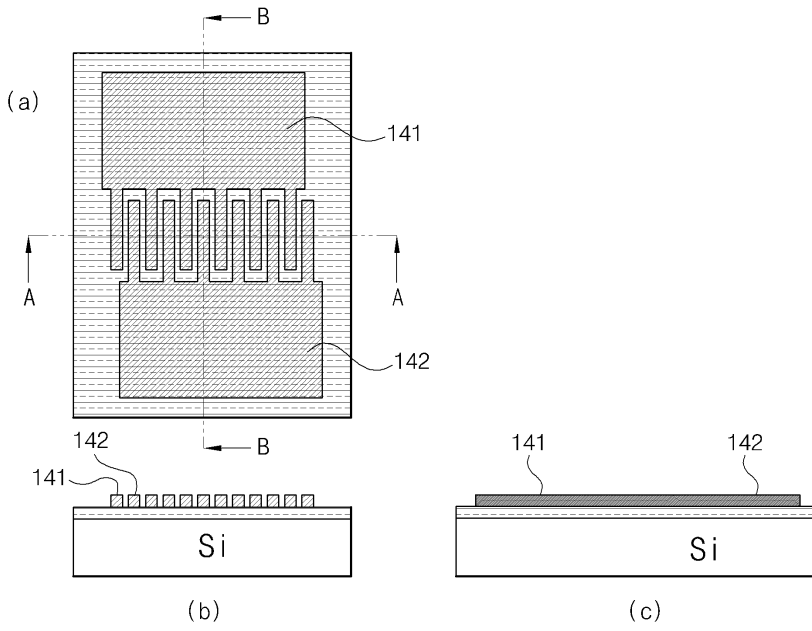
도면5



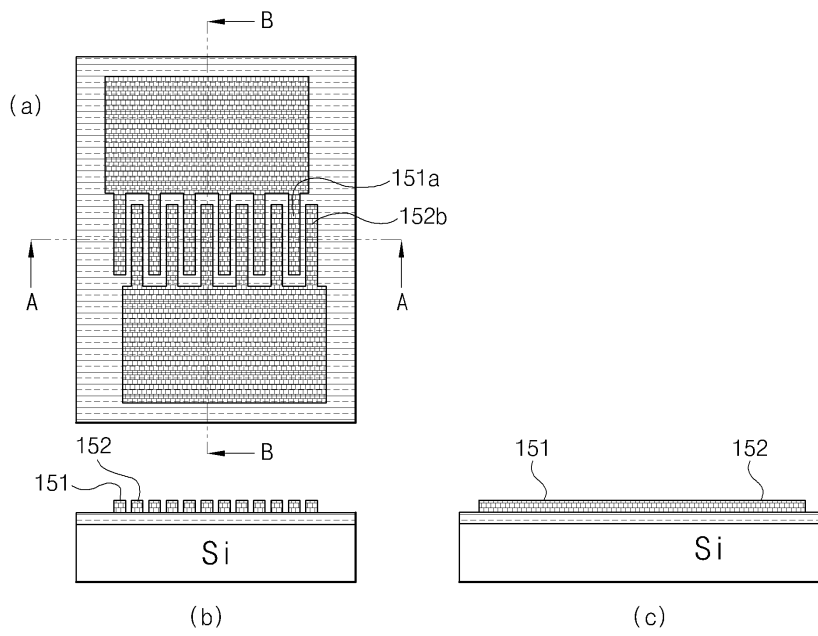
도면6



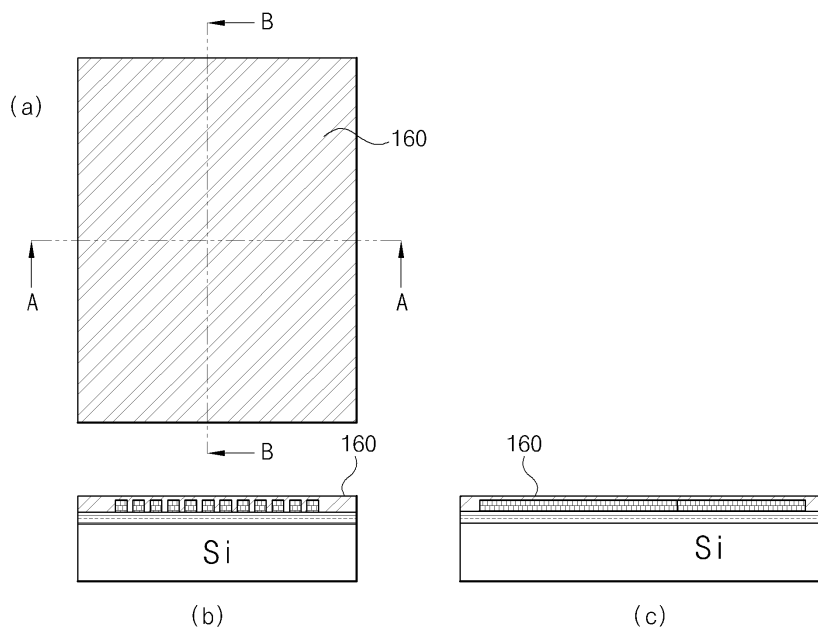
도면7



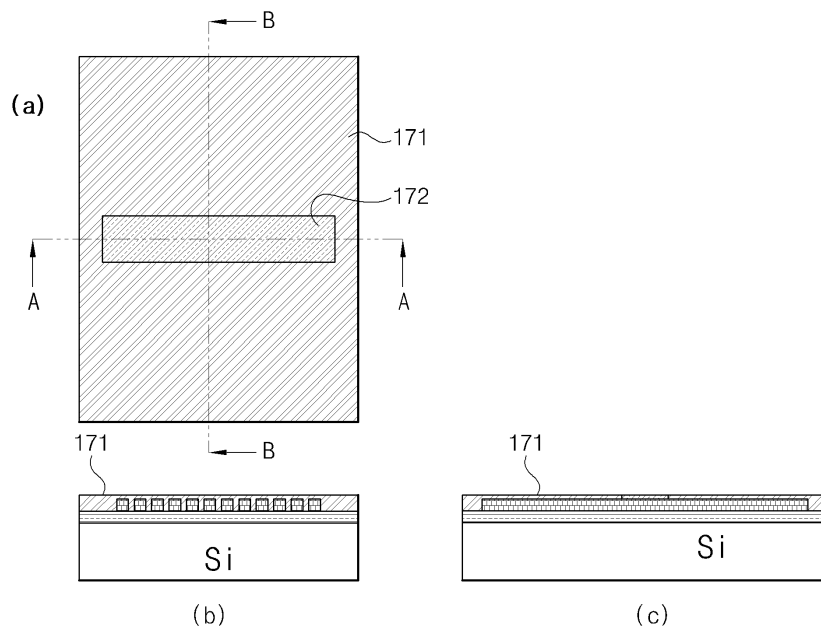
도면8



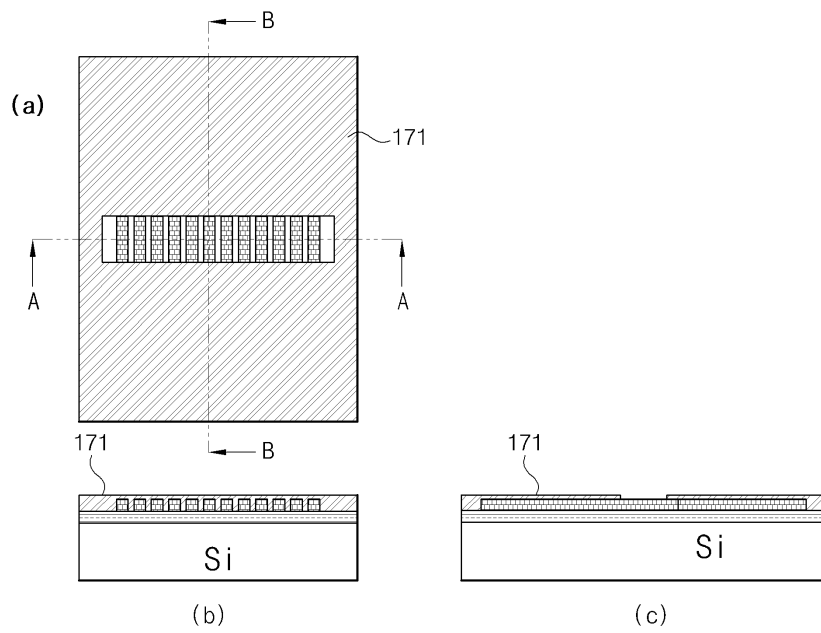
도면9



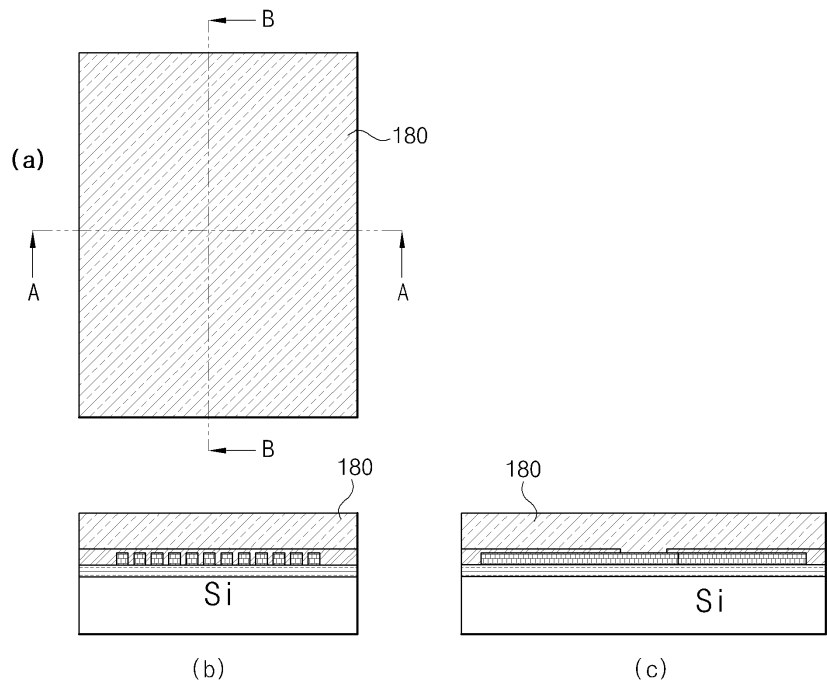
도면10



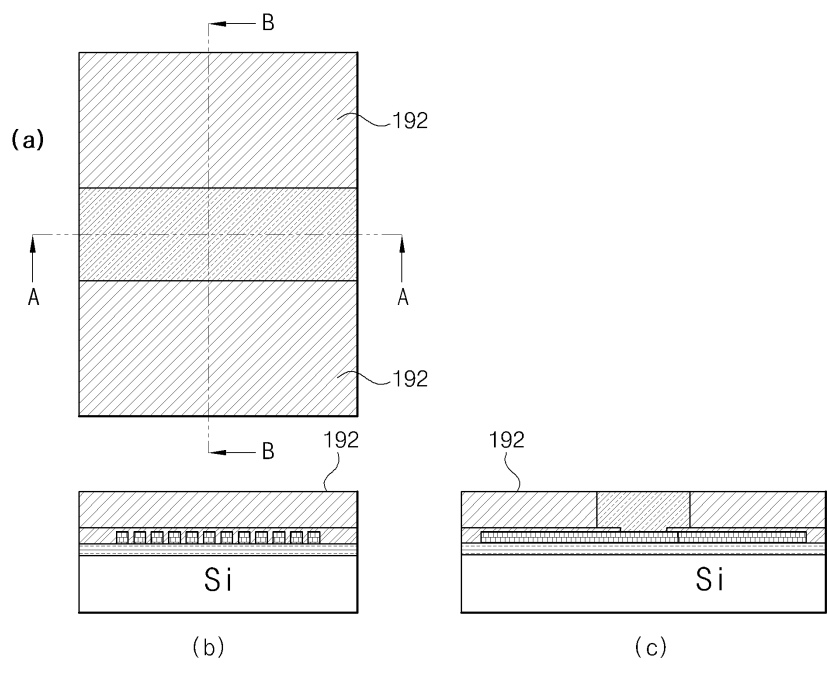
도면11



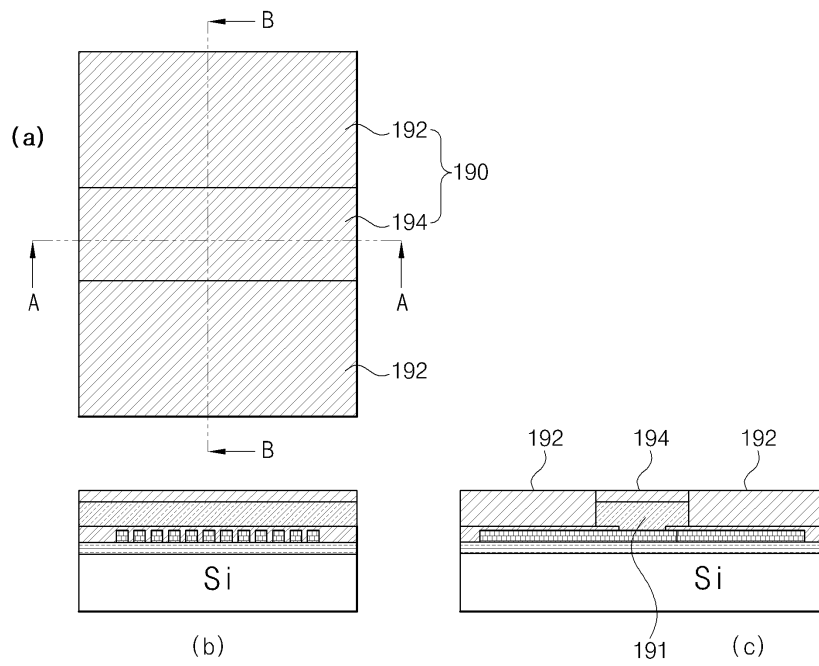
도면12



도면13



도면14



도면15

