



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0054729
(43) 공개일자 2014년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/26 (2006.01) G01N 27/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0120575
(22) 출원일자 2012년10월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
에스케이이노베이션 주식회사
서울특별시 종로구 종로 26 (서린동)
(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
김중관, 권오식, 박창희

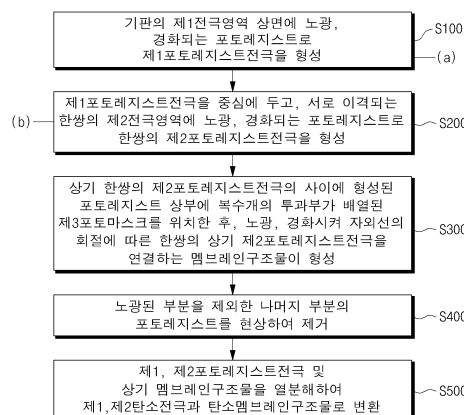
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **센서 및 그 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 (a)기판의 제1전극영역 상면에 노광, 경화되는 포토레지스트로 제1포토레지스트전극을 형성하는 단계; (b)상기 제1포토레지스트전극을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2전극영역에 노광, 경화되는 포토레지스트로 한쌍의 제2포토레지스트전극을 형성하는 단계; (c)상기 한쌍의 제2포토레지스트전극 사이에 형성된 포토레지스트 상부에 복수개의 투과부가 배열된 제3포토마스크를 위치한 후, 노광, 경화시켜 자외선의 회절에 따른 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극을 연결한 멤브레인구조물을 형성하는 단계; (d)상기 (c)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거하는 단계; 및 (e)상기 제1, 제2포토레지스트전극 및 상기 멤브레인구조물을 열분해하여 제1, 제2탄소전극과 탄소멤브레인구조물로 변환하여 완성하는 단계를 포함하여, 저비용의 일괄 공정으로 생산할 수 있고, 산화 및 환원 반응의 반복 반응의 효율이 증가되어 센싱 감도가 향상되며, 고가의 나노공정 장비 없이 저비용으로 나노 구조체를 생산할 수 있는 센서 및 그 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

- (a)기판의 제1전극영역 상면에 노광, 경화되는 포토레지스트로 제1포토레지스트전극을 형성하는 단계;
- (b)상기 제1포토레지스트전극을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2전극영역에 노광, 경화되는 포토레지스트로 한쌍의 제2포토레지스트전극을 형성하는 단계;
- (c)상기 한쌍의 제2포토레지스트전극 사이에 형성된 포토레지스트 상부에 복수개의 투과부가 배열된 제3포토마스크를 위치한 후, 노광, 경화시켜 자외선의 회절에 따른 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극을 연결한 멤브레인 구조물을 형성하는 단계;
- (d)상기 (c)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거하는 단계; 및
- (e)상기 제1, 제2포토레지스트전극 및 상기 멤브레인구조물을 열분해하여 제1, 제2탄소전극과 탄소멤브레인구조물로 변환하여 완성하는 단계가 포함되는 센서 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 (a)단계는

- (a-1)기판 상면에 절연층을 형성하는 단계;
- (a-2)상기 (a-1)단계에 의해 상기 절연층 상에 포토레지스트를 1차 도포하는 단계;
- (a-3)상기 (a-2)단계에 의해 상기 포토레지스트가 도포된 상기 절연층의 상부에 해당 제1전극영역이 타공된 제1포토마스크를 위치한 후, 자외선으로 1차 노광하는 단계;
- (a-4)상기 (a-3)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분을 현상하여 상기 포토레지스트를 제거함으로써, 상기 기판의 상부에 제1포토레지스트전극 형성을 완료하는 단계;가 포함되는 센서 제조방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 (b)단계는

- (b-1)상기 (a)단계에 의해 제1포토레지스트전극이 형성된 상기 기판의 상부에 포토레지스트를 2차 도포하는 단계;
- (b-2)상기 (b-1)단계에 의해 포토레지스트가 2차 도포된 기판의 상부에 해당 제2전극영역이 타공된 제2포토마스크를 위치한 후 자외선으로 2차 노광하여, 상기 제1포토레지스트전극을 중심에 두고 서로 이격되는 한쌍의 제2포토레지스트전극 형성을 완료하는 단계;가 포함되는 센서 제조방법.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 포토레지스트는 SU-8인 센서 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제3포토마스크의 투과부는 미세타공으로 형성되는 센서 제조방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제3포토마스크의 투과부는 반투명한 스크린으로 형성되는 센서 제조방법.

청구항 7

절연층을 포함하는 기관의 상측에 형성되는 제1탄소전극;

상기 제1탄소전극을 중심에 두고 서로 이격 형성되는 한쌍의 제2탄소전극;

한쌍의 상기 제2탄소전극 상부를 서로 연결하고, 상기 제1탄소전극 상부에 배치되는 탄소멤브레인구조물;을 포함하는 센서.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 탄소멤브레인구조물은

박막으로 형성된 탄소멤브레인과 상기 탄소멤브레인 주변을 따라 형성되며 상기 탄소멤브레인의 두께보다 더 두껍게 형성되어 상기 탄소멤브레인을 지지하는 백본(back bone)을 포함하는 센서.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 검출하려는 인자들이 산화/환원 반응에 의해 센싱되는 센싱부에서 이탈되는 것을 방지하고, 반응의 면적이 증가되도록 탄소멤브레인구조물을 구비해 센싱 감도를 높인 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 환경문제에 대한 관심 증가와 정보통신 기기의 발전과 더불어 다양한 물질, 특히 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 광센서가 주로 사용되고 있다. 상기 광센서는 여타의 센서에 비하여 반응 속도가 빠르고, 그 감지도도 높은 편이나 크기가 큰 편이어서 공간 활용성이 떨어지고 사용에 불편함이 있다는 단점이 있다.

[0004] 상기 광센서의 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] 즉 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 요구하고, 그 제조 원가가 고가인데다 제조 공정이 복잡하다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시킴과 동시에 센서의 센싱 감도를 향상시킨 센서 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0007] 그리고 본 발명은 검출하려는 인자를 센싱하는 센싱부에 검출하려는 인자의 이탈을 방지하고, 산화/환원 반응의 면적을 증가시켜 고감도의 센서 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0008] 또한 본 발명은 탄소전극 및 탄소멤브레인구조물의 두께, 위치, 구조 등의 형태를 자유롭게 제어할 수 있으며, 탄소전극 및 탄소멤브레인구조물을 기반으로 하는 센서의 생산성을 획기적으로 높여 대량생산이 가능한 센서 제조방법 및 이를 이용한 센서를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명에 따른 센서 제조방법은 (a)기판의 제1전극영역 상면에 노광, 경화되는 포토레지스트로 제1포토레지스트전극을 형성하는 단계와, (b)상기 제1포토레지스트전극을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2전극영역에 노광, 경화되는 포토레지스트로 한쌍의 제2포토레지스트전극을 형성하는 단계와, (c) 상기 제2포토레지스트전극이 형성된 포토레지스트 상부에 복수개의 투과부가 배열된 제3포토마스크를 위치한 후, 노광, 경화시켜 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극을 연결하는 멤브레인구조물을 형성하는 단계와, (d)상기 (c)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거하는 단계 및 (e)상기 제1, 제2포토레지스트전극 및 상기 멤브레인구조물을 열분해하여 제1, 제2탄소전극과 탄소멤브레인구조물로 변환하여 완성하는 단계가 포함된다.
- [0010] 이때 본 발명에 따른 상기 (a)단계는 (a-1)기판 상면에 절연층을 형성하는 단계와, (a-2)상기 (a-1)단계에 의해 상기 절연층 상에 포토레지스트를 1차 도포하는 단계와, (a-3)상기 (a-2)단계에 의해 상기 포토레지스트가 도포된 상기 절연층의 상부에 해당 제1전극영역이 타공된 제1포토마스크를 위치한 후, 자외선으로 1차 노광하는 단계와, (a-4)상기 (a-3)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분을 현상하여 상기 포토레지스트를 제거함으로써, 상기 기판의 상부에 제1포토레지스트전극 형성을 완료하는 단계가 포함될 수 있다.
- [0011] 그리고 본 발명에 따른 상기 (b)단계는 (b-1)상기 (a)단계에 의해 제1포토레지스트전극이 형성된 상기 기판의 상부에 포토레지스트를 2차 도포하는 단계와, (b-2)상기 (b-1)단계에 의해 포토레지스트가 2차 도포된 기판의 상부에 해당 제2전극영역이 타공된 제2포토마스크를 위치한 후 자외선으로 2차 노광하여, 상기 제1포토레지스트전극을 중심에 두고 서로 이격되는 한쌍의 제2포토레지스트전극 형성을 완료하는 단계가 포함될 수 있다.
- [0012] 이때 본 발명에 따른 상기 포토레지스트는 SU-8이다.
- [0013] 그리고 본 발명에 따른 상기 제3포토마스크의 투과부는 미세타공으로 형성될 수 있고, 또한 본 발명에 따른 상기 제3포토마스크의 투과부는 반투명한 스크린으로 형성될 수도 있다.
- [0014] 더불어 본 발명에 따른 센서는 절연층을 포함하는 기판의 상측에 형성되는 제1탄소전극과, 상기 제1탄소전극을 중심에 두고 서로 이격 형성되는 한쌍의 제2탄소전극과, 한쌍의 상기 제2탄소전극 상부를 서로 연결하고, 상기 제1탄소전극 상부에 배치되는 탄소멤브레인구조물이 포함된다.
- [0015] 이때 본 발명에 따른 상기 탄소멤브레인구조물은, 박막으로 형성된 탄소멤브레인과 상기 탄소멤브레인 주변을 따라 형성되며 상기 탄소멤브레인의 두께보다 더 두껍게 형성되어 상기 탄소멤브레인을 지지하는 백본(back bone)으로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 센서 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0017] 첫째, 탄소멤브레인구조물 및 탄소전극들을 1차 및 2차 내지 3차 노광 공정과 현상 제거 과정 및 열분해 공정을 통해 간단하게 저 비용의 일괄 공정으로 생산할 수 있다.
- [0018] 둘째, 검출하려는 인자를 센싱하는 센싱부에 검출하려는 인자의 이탈을 방지하고, 산화/환원 반응의 면적이 증가하도록, 탄소멤브레인구조물이 형성되기 때문에 검출하려는 인자의 산화 및 환원 반응의 반복 반응의 효율이 증가하여 센서의 감도가 향상된다.
- [0019] 셋째, 탄소멤브레인 및 백본의 형태는 포토마스크에 형성된 복수개의 무수한 타공의 배열과 노광 에너지의 양, 그리고 열분해 공정에 의하여 결정되며, 상기 탄소멤브레인과 기판 사이의 간격은 포토레지스트의 높이와 열분해 공정에 의해 결정되므로 다양한 형태의 탄소멤브레인 및 백본을 자유롭게 형성할 수 있다.
- [0020] 넷째, 탄소멤브레인구조물은 마이크로 단위의 포토레지스트의 열분해를 통한 부피 감소로 인하여 형성되므로 고가의 나노공정 장비 없이 저비용으로 나노 구조체를 생산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 센서 제조방법의 실시 예를 보인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 (a)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 (b)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 센서 제조방법의 과정을 간략하게 보인 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 완성된 센서의 단면을 나타낸 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 탄소멤브레인구조물의 구성을 보인 예시도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 제3포토마스크와 그로 인해 생성된 탄소멤브레인 패턴을 보인 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 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.
- [0023] 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.
- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 센서 제조방법의 실시 예를 보인 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 (a)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록도이며, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 (b)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록도이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 센서 제조방법의 과정을 간략하게 보인 예시도이며, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 완성된 센서의 단면을 나타낸 단면도이고, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 탄소멤브레인구조물의 구성을 보인 예시도이며, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 제3포토마스크와 그로 인해 생성된 탄소멤브레인 패턴을 보인 예시도이다.
- [0026] 본 발명은 검출하려는 인자들이 산화/환원 반응에 의해 센싱되는 센싱부에서 이탈되는 것을 방지하고, 산화/환원 반응의 면적이 증가되도록 탄소멤브레인구조물을 구비해 센싱 감도를 높인 센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 도 1 및 도 4를 참조하여 실시 예를 살펴보면 다음과 같다.
- [0027] (a)단계(S100)는,

- [0028] 기관(10)의 제1전극영역 상면에 노광, 경화되는 포토레지스트(P)로 제1포토레지스트전극(20)을 형성하는 단계로,
- [0029] 이때 상기 기관(10)의 상면에 제1포토레지스트전극(20)을 형성하는 상기 (a)단계(S100)를 세분화한 실시 예를 도 2 및 도 4를 참조하여 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0030] 먼저 (a-1)단계(S110)로,
- [0031] 실리콘웨이퍼 등으로 된 기관(10)의 상면에 절연층(11)을 형성한다.
- [0032] 이때 상기 절연층(11)은 이산화규소, 또는 실리콘 나이트라이드 (silicon nitride) 등의 절연 물질로 이루어진다.
- [0033] 본 실시 예에서는 기관(10)의 상면에 절연층(11)을 형성하였으나, 상기 절연층(11)을 형성하는 단계를 생략하고, 상기 기관(10) 재질을 절연 재질로 형성하는 것도 가능하다.
- [0034] 그리고 (a-2)단계(S120)로,
- [0035] 상기 (a-1)단계(S110)에 의해 상면에 절연층(11)이 형성된 기관(10)의 상면에 포토레지스트(P)를 1차 도포한다. 즉 다시 말해 상기 기관(10)의 상면에 형성된 절연층(11)의 상면에 상기 포토레지스트(P)가 도포된다.
- [0036] 이때 상기 포토레지스트(P)는 고른 도포를 위해 스핀 코팅방식으로 도포되는 바람직하고, 상기 포토레지스트(P)로 SU-8을 사용한다.
- [0037] 본 발명의 실시 예에서는 상기 포토레지스트(P)를 SU-8로 한정하여 기술하나, 이에 한정하지 않고 네가티브(negative)형의 포토레지스트 중 어느 하나를 사용하여도 무방하다.
- [0038] 그리고 (a-3)단계(S130)로,
- [0039] 상기 (a-2)단계(S120)에 의해 상기 포토레지스트(P)가 도포된 상기 절연층(11)의 상부에 해당 제1전극영역이 타공된 제1포토마스크(M1)를 위치한 후 자외선을 조사하여 1차 노광한다.
- [0040] 이때 노광된 자외선 광에너지는 상기 포토레지스트(P)가 포토레지스트 최상부부터 절연층(11) 바로 위까지 경화될 수 있도록 충분한 자외선을 조사해 주어야 한다.
- [0041] 상기 1차 노광이 완료되면, post exposure bake를 실시하여 상기 절연층(11)의 상부에는 제1포토마스크(M1)의 타공 모양에 따른 해당 제1전극영역 모양으로 포토레지스트(P)가 경화된다.
- [0042] 그리고 (a-4)단계(S140)로,
- [0043] 상기 (a-3)단계(S130)에 의해 노광되어 경화된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트(P)를 현상 제거함으로써, 상기 기관(10)의 상부에 제1포토레지스트전극(20)이 형성된다.
- [0044] 상기한 포토레지스트(P) 현상 과정은 포토레지스트(P)를 제거하기 위해 통상으로 널리 사용되는 것으로 상세한 설명은 생략한다.
- [0045] 상기한 (a)단계(S100)에 의해 기관(10)의 상면에 제1포토레지스트전극(20)이 형성되면, 다음 단계로 (b)단계(S200)를 실시한다.
- [0046] 상기 (b)단계는,
- [0047] 상기 (a)단계(S100)에 의해 형성된 상기 제1포토레지스트전극(20)을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2전극영역에 노광, 경화되는 포토레지스트(P)로 한쌍의 제2포토레지스트전극(30)을 형성하는 단계로,
- [0048] 이때 상기 기관(10)의 상면에 형성된 상기 제1포토레지스트전극(20)을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2포토레지스트전극(30)을 형성하는 상기 (b)단계(S200)를 세분화한 실시 예를 도 3 및 도 4를 참조하여 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0049] 먼저 (b-1)단계(S210)로,
- [0050] 상기 (a)단계(S100)에 의해 제1포토레지스트전극(20)이 형성된 상기 기관(10)의 상부에 포토레지스트(P)를 2차 도포한다.
- [0051] 이때 상기 포토레지스트(P)는 고른 도포를 위해 이때에도 역시 스핀 코팅방식으로 도포되는 바람직하고, 상기

포토레지스트(P)로 SU-8을 사용한다.

- [0052] 그리고 (b-2)단계(S220)로,
- [0053] 상기 (b-1)(S210)단계에 의해 포토레지스트(P)가 도포된 기관(10)의 상부에 해당 제2전극영역이 타공된 제2포토마스크(M2)를 위치한 후 자외선으로 2차 노광하는데, 이때 노광된 자외선 광에너지는 상기 포토레지스트(P)가 포토레지스트 최상부부터 절연층(11) 바로 위까지 경화될 수 있도록 충분한 자외선을 조사해 주어야 한다.
- [0054] 상기 2차 노광이 완료되면, 상기 절연층(11)의 상부에는 제2포토마스크(M2)의 타공에 의해 해당 제2전극영역 형태로 포토레지스트(P)가 경화되어, 상기 제1포토레지스트전극(20)을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2포토레지스트전극(30)이 형성된다.
- [0055] 상기한 (b)단계(S200)에 의해 기관(10)의 상면에 상기 제1포토레지스트전극(20)을 중심에 두고, 서로 이격되는 한쌍의 제2포토레지스트전극(30)이 형성되면, 다음 단계로 (c)단계(S300)를 실시한다.
- [0056] 상기 (c)단계(S300)는,
- [0057] 상기 (b)단계(S200)에 의해 형성된 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극(30) 사이의 포토레지스트(P) 상부에 복수개의 투과부가 배열된 제3포토마스크(M3)를 위치한 후, 노광, 경화시켜 자외선 회절에 따른 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극(30)을 연결한 멤브레인구조물(40)을 형성하는 단계로,
- [0058] 이때 상기 투과부는 미세타공으로 형성되어, 포토레지스트(P)에 노광되는 자외선 광에너지는 오직 포토레지스트(P) 상부만 경화될 수 있도록 조정한다.
- [0059] 즉 제3포토마스크(M3)에 형성된 복수의 투과부들인 미세타공의 크기를 제한하고, 배열 간격을 조밀하게 배열해 회절한계에 의한 광에너지의 투과부를 통한 자외선의 통과량이 제한되며 미세타공 사이에 회절에 의한 멤브레인 이 형성된다. 본 실시예에서는 회절한계에 의하여 광에너지의 통과량을 제한하였으나, 자외선 광에너지원 자체를 제한하여 멤브레인을 형성하는 것도 물론 가능하다.
- [0060] 그러면 도 6에 도시된 바와 같이 상기 투과부인 미세타공의 형상과 같은 형태의 그물 모양의 백본(back bone) 구조(차후 기술할 열분해 공정에 의해 탄소 백본(back bone)(41b)으로 변환됨)가 형성되고, 투과부인 미세타공과 투과부인 미세타공 사이의 간격이 매우 가까워 자외선의 회절 특성에 의해 투과부인 미세타공과 투과부인 미세타공 사이 영역에도 광에너지가 퍼져 얇은 박막의 멤브레인영역(차후 기술할 열분해 공정에 의해 탄소멤브레인(41a)으로 변환됨.)이 형성될 수 있다.
- [0061] 도 7에 도시한 바와 같이 상기 제3포토마스크(M3)는 제조자 및 사용자의 요구에 따라 다양한 패턴으로 형성할 수 있다.
- [0062] 따라서 상기 3차 노광이 완료되면, 상기 한쌍의 제2전극영역들 사이에는 제3포토마스크(M3)의 무수한(복수개) 투과부에 따른 회절한계에 의해 얇은 박막 형태로 포토레지스트(P)가 경화되어, 상기 제1포토레지스트전극(20)의 상부에 위치되고, 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극(30)들을 연결한 멤브레인구조물(40)이 형성된다.
- [0063] 또한 상기 제3포토마스크(M3)는 박막의 멤브레인구조물(40)이 형성될 수 있도록 복수개의 반투명한 스크린이나 자외선의 통과를 제한할 수 있는 물질로 이루어진 스크린의 형태로 형성될 수 있다.
- [0064] 상기한 (c)단계(S300)에 의해 상기 제1포토레지스트전극(20)의 상부에 위치되고, 한쌍의 상기 제2포토레지스트전극(30)들을 연결한 멤브레인구조물(40)이 형성되면, 다음 단계로 (d)단계(S400)를 실시한다.
- [0065] 상기 (d)단계(S400)는,
- [0066] 상기 (c)단계(S300)에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트(P)를 현상하여 제거하는 단계로,
- [0067] 이때 상기 (b)단계(S200)와 (c)단계(S300)에 의해 노광되지 않은 상기 제2전극영역들의 사이에 존재하는 포토레지스트(P)를 현상 제거한다.
- [0068] 상기 포토레지스트(P)를 이용하여 제1포토레지스트전극(20)을 형성할 시 (a-4)단계(S140)을 생략하고, (b)단계(S200)와 단계(S300)를 실시할 수 있다.
- [0069] 그리고 마지막으로 노광되지 않은 포토레지스트(P)를 현상 제거함으로써, 공정을 간단하게 할 수 있으며, 상기 제1포토레지스트전극(20) 위에 형성되는 멤브레인구조물(40)과 제2포토레지스트전극(30)이 수평되게 형성될 수 있다.

- [0070] 상기한 (d)단계(S400)에 의해 노광되지 않은 상기 제2전극영역(30)들의 사이에 존재하는 포토레지스트(P)를 제거되면, 다음 단계로 (e)단계(S500)를 실시한다.

[0071] 상기 (e)단계(S500)는,

[0072] 상기 제1, 제2포토레지스트전극(20,30) 및 상기 멤브레인구조물(40)을 열분해하여 제1, 제2탄소전극(21,31)과 탄소멤브레인구조물(41)로 변환하는 단계로,

[0073] 이때 상기 제1, 제2포토레지스트전극(20,30) 및 상기 멤브레인구조물(40)은 열분해를 통해 탄소화가 될 뿐만 아니라, 구조의 크기에 따라 높이는 10~90%, 너비는 10~90%로 축소된다.

[0074] 일반적인 탄소 전극 구조는 너비가 100nm ~ 수 cm이고, 높이는 100nm ~ 수십 μm 이며, 길이는 수 μm ~ 수 cm가 될 수 있는데, 이때 본 발명에 따른 백본과 탄소멤브레인의 면적비율은 백본 1 : 탄소멤브레인 10 ~ 백본 10 : 탄소멤브레인 1이고, 두께비율은 백본 1 : 탄소멤브레인 1 ~ 백본 50 : 탄소멤브레인 1로 형성되도록 하는 것이 바람직하다.

[0075] 상기 열분해의 환경 조건은 진공 상태나 불활성 가스 환경에서 800° C 이상의 고열에서 열분해되는 것이 바람직하나, 열분해 온도를 300℃ 이상의 온도에서 온도를 조절하면 최종 탄소전극의 전도도, 탄성계수, 형상 등을 조절할 수 있으므로 열분해 온도를 800℃로 한정하지 않는다.

[0076] 상기한 실시 예에 따른 센서를 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

[0077] 도 5 및 도 6을 참조하면, 절연층(11)을 포함하는 기판(10)의 상측에 제1탄소전극(21)이 형성되고, 상기 제1탄소전극(21)을 중심에 두고 한쌍의 제2탄소전극(31)들이 서로 이격 형성된다.

[0078] 그리고 한쌍의 상기 제2탄소전극(31) 상부를 서로 연결하고, 상기 제1탄소전극(21) 상부에는 탄소멤브레인구조물(41)이 배치된다.

[0079] 이때 상기 탄소멤브레인구조물(41)은 얇은 탄소멤브레인(41a)과 두꺼운 백본(41b)과 같이 그물망과 같은 두꺼운 탄소 영역과 그물망 사이를 막는 형태의 얇은 탄소 박막으로 형성될 수 있다.

[0080] 여기서 상기 탄소멤브레인구조물(41)과 제2탄소전극(31)은 검출하려는 인자를 산화시키는 산화전극으로 작용하고, 상기 제1탄소전극(21)은 상기 검출하려는 인자를 환원시키는 환원전극으로 작용할 수 있다.

[0081] 또는 역으로 상기 탄소멤브레인구조물(41)과 제2탄소전극(31)은 검출하려는 인자를 환원시키는 환원전극으로 작용하고, 상기 제1탄소전극(21)은 상기 검출하려는 인자를 산화시키는 산화전극으로 작용할 수도 있다.

[0082] 본 제조방법으로 제조되는 탄소전극 및 탄소멤브레인구조물을 기반으로 하는 센서는 산화 및 환원이 가능한 물질에 대한 센싱에 광범위하게 사용될 수 있다.

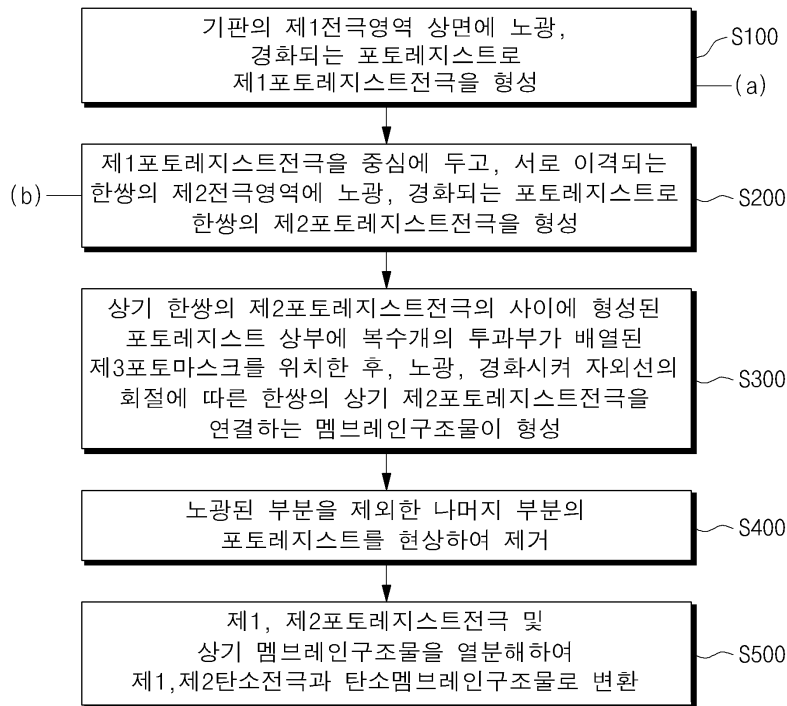
[0083] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

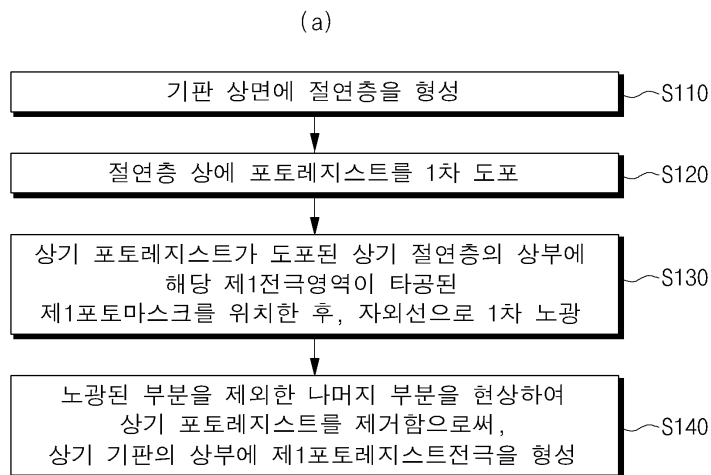
- [0084] M1: 제1포토마스크 M2: 제2포토마스크
M3: 제3포토마스크 P: 포토레지스트
10: 기판 11: 절연층
20: 제1포토레지스트전극 21: 제1탄소전극
30: 제2포토레지스트전극 31: 제2탄소전극
40: 맥브레인구조물 41: 탄소맥브레인구조물

도면

도면1

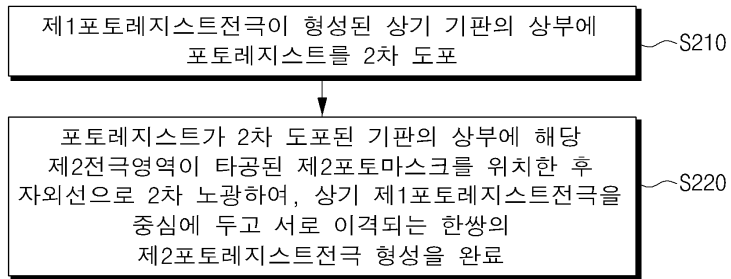


도면2

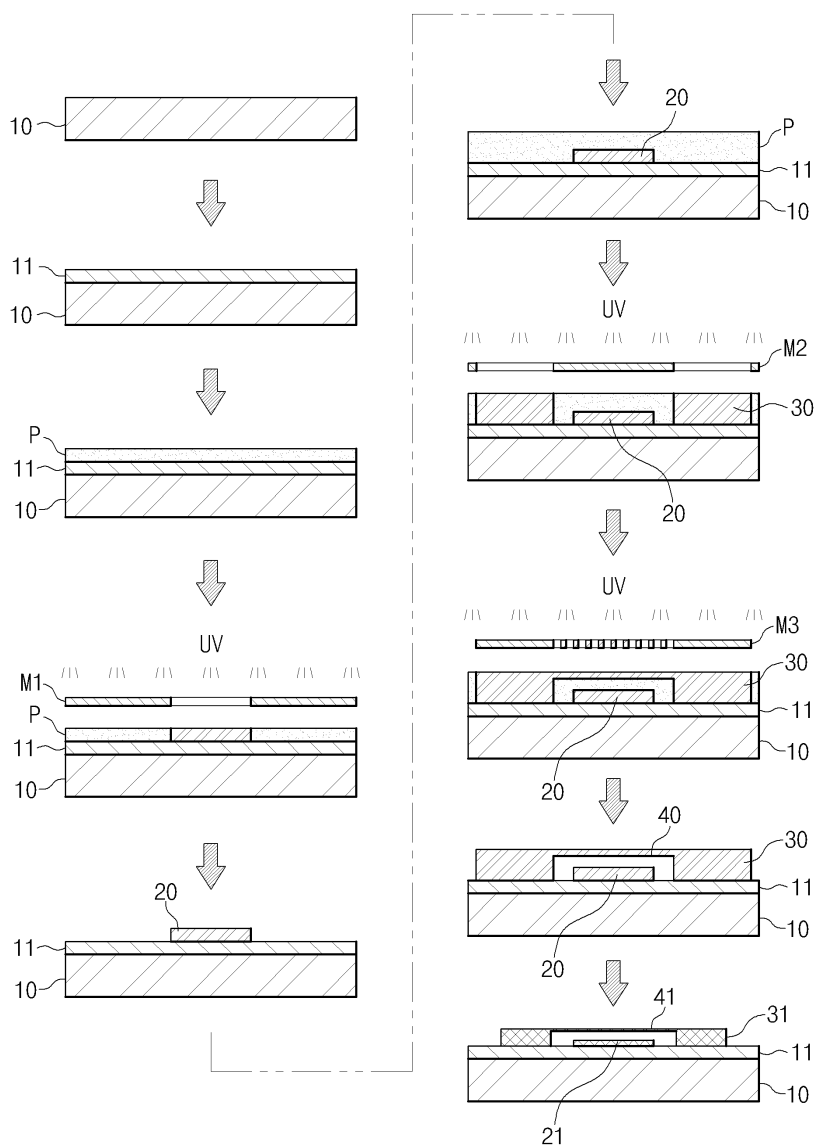


도면3

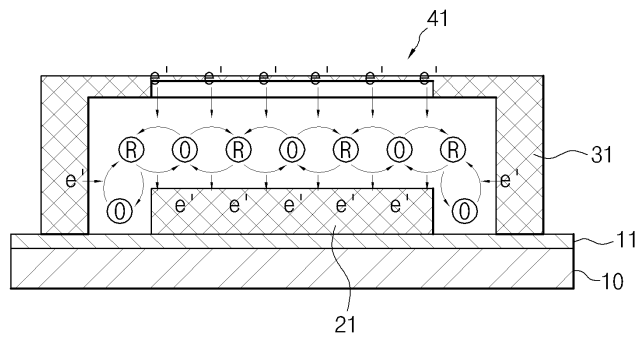
(b)



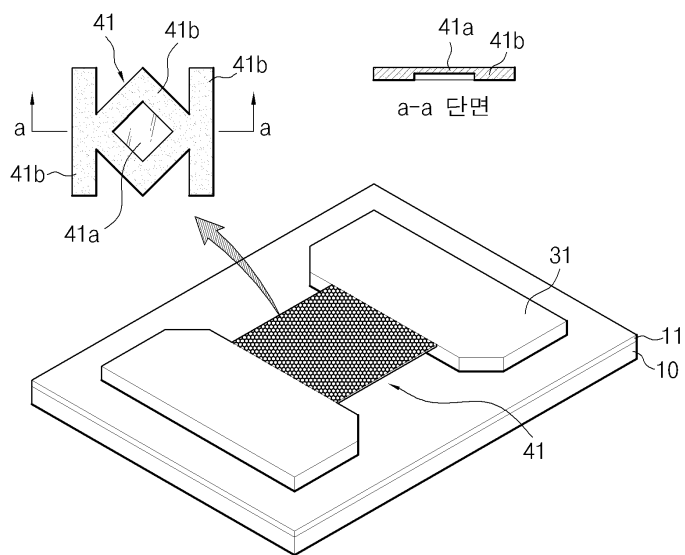
도면4



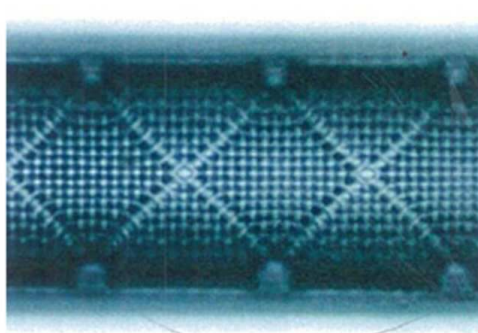
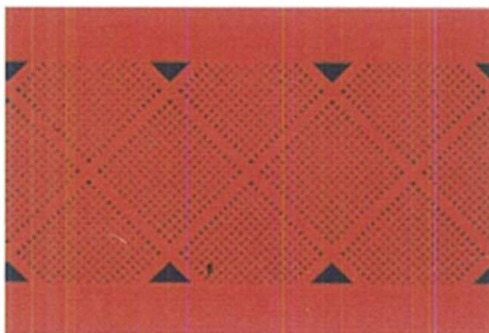
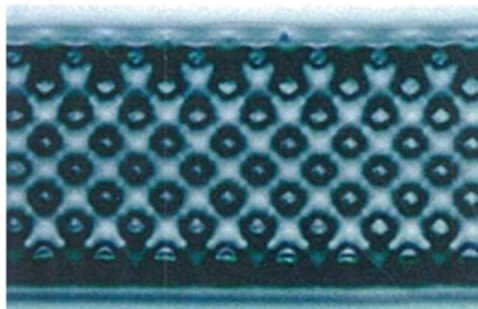
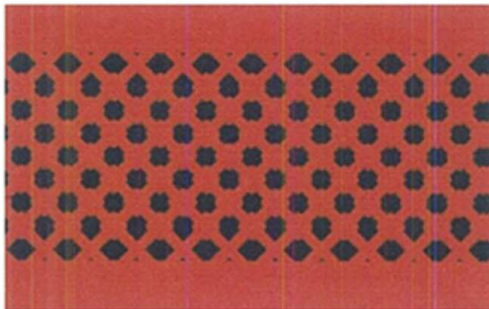
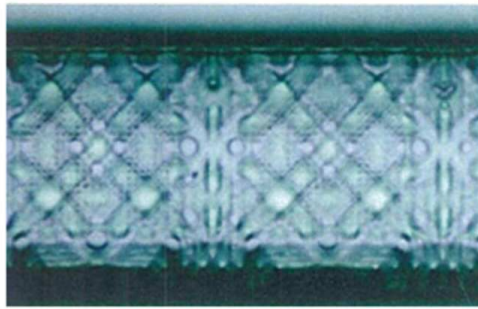
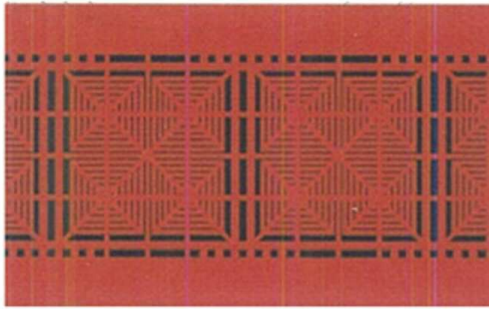
도면5



도면6



도면7



제3 포토마스크

멤브레인 패턴