



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년09월24일  
 (11) 등록번호 10-2024916  
 (24) 등록일자 2019년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01N 27/26 (2006.01) G01N 27/30 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0120576  
 (22) 출원일자 2012년10월29일  
 심사청구일자 2017년10월27일  
 (65) 공개번호 10-2014-0054730  
 (43) 공개일자 2014년05월09일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110117280 A\*  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
**울산과학기술원**  
 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  
**특허법인 플러스, 김종관, 권오식, 박창희**

전체 청구항 수 : 총 8 항

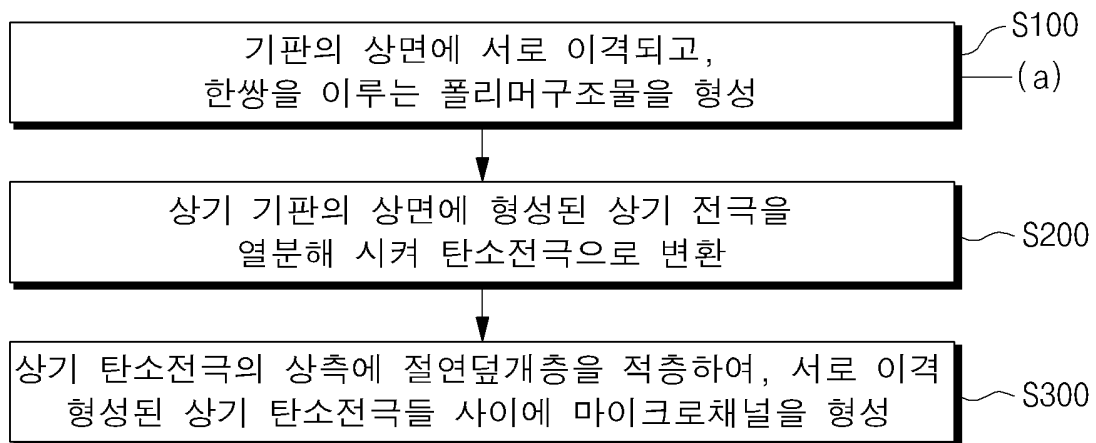
심사관 : 김명갑

(54) 발명의 명칭 **센서 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 (a)기관의 상면에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물을 형성하는 단계와, (b)상기 (a)단계에 의해 상기 기관의 상면에 형성된 상기 전극을 열분해 시켜 탄소전극으로 변환하는 단계와, (c)상기 (b)단계에 의해 변환된 상기 탄소전극의 상측에 절연덮개층을 적층하여, 서로 이격 형성된 상기 탄소전극들 사이에 마이크로채널을 형성하는 단계가 포함되어, 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시킴과 동시에 센서의 센싱 감도를 향상시키고, 검출하려는 인자를 센싱하는 센싱부에 검출하려는 인자의 이탈을 방지함은 물론, 산화/환원 반응의 면적을 증가시켜 고감도의 센서 및 그 제조 방법을 제공한다.

**대표도** - 도1



(56) 선행기술조사문헌

KR1020120039232 A

KR1020090025007 A

KR1020120038232 A

'SCALABLE MINILITHIC SUSPENDED CARBON NANOWIRE ARRAY SYSTEM...', Jeong-Il Heo 외, 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, pp.1971-1973 (2011.10.)

'C-MEMS for the Manufacture of 3D Microbatteries', Chunlei Wang 외, Electrochemical and Solid-State Letters, 7(11), A435-A438 (2004.10.19.)

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

- (a)기판의 상면에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머 구조물을 형성하는 단계;
- (b)상기 (a)단계에 의해 상기 기판의 상면에 형성된 상기 전극 모양의 폴리머구조물을 열분해 시켜 탄소전극으로 변환하는 단계;
- (c)상기 (b)단계에 의해 변환된 상기 탄소전극의 상측에 절연덮개층을 적층 접착하여, 서로 이격 형성된 상기 탄소전극들 사이에 마이크로채널을 형성하는 단계;가 포함되는 센서 제조방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 (a)단계는

- (a-1)실리콘웨이퍼로 된 기판 상면에 절연층을 형성하는 단계;
- (a-2)상기 (a-1)단계에 의해 형성된 상기 절연층 상에 포토레지스트를 도포하는 단계;
- (a-3)상기 (a-2)단계에 의해 상기 포토레지스트가 도포된 상기 절연층의 상부에 해당 전극영역이 타공된 포토마스크를 위치한 후 자외선으로 노광하는 단계;
- (a-4)상기 (a-3)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거해 상기 기판의 상부에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물을 형성하는 단계;가 포함되는 센서 제조방법.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 (c)단계에서는 상기 탄소전극에 절연덮개층을 적층 접착할 시 접착매질로 실리콘옥사이드를 사용하는 센서 제조방법.

#### 청구항 4

절연층을 포함하는 기판의 상측에 서로 이격 형성되는 한쌍의 탄소전극;

상기 이격 형성된 한쌍의 탄소전극 상측에 접착되어, 상기 탄소전극들 사이에 마이크로채널이 형성되도록 하는 절연덮개층이 포함되는 센서.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 마이크로채널의 내벽면을 이루는 상기 탄소전극들의 서로 마주보는 전극면에 복수의 돌출부가 서로 엇갈리게 연장 형성되어, 상기 마이크로채널이 절곡된 형태로 형성되는 센서.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,  
상기 마이크로채널이 지그재그 형태로 형성되는 센서.

**청구항 7**

청구항 5에 있어서,  
상기 마이크로채널이 곡선 형태로 형성되는 센서.

**청구항 8**

청구항 5에 있어서,  
상기 마이크로채널이 나선 형태로 형성되는 센서.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 검출하려는 인자들이 산화/환원 반응에 의해 센싱되는 센싱부로 이루어진 마이크로채널을 형성해 검출하려는 인자의 이탈되는 것을 방지하고, 반응면적이 증가되어 센싱 감도를 높인 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[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 사용되어지고 있다.

[0004] 상기 광센서는 여타의 센서에 비하여 반응 속도가 빠르고, 그 감지도도 높은 편이나 크기가 큰 편이어서 공간 활용성이 떨어지고 사용에 불편함에 있다는 단점이 있다.

[0005] 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.

[0006] 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**

[0007] 본 발명은 센서의 구조를 개선하여 크기를 감소시킴과 동시에 센서의 센싱 감도를 향상시킨 센서 및 그 제조 방

법을 제공하는데 그 목적이 있다.

- [0008] 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.
- [0009] 또한 본 발명은 탄소전극 및 마이크로채널의 두께, 위치, 구조 등의 형태를 자유롭게 제어할 수 있으며, 탄소전극 및 마이크로채널을 기반으로 하는 센서의 생산성을 획기적으로 높여 대량생산이 가능한 센서 제조방법 및 이를 이용한 센서를 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 본 발명에 따른 센서 제조방법은 (a)기판의 상면에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머 구조물을 형성하는 단계와, (b)상기 (a)단계에 의해 상기 기판의 상면에 형성된 상기 전극 모양의 폴리머구조물을 열분해시켜 탄소전극으로 변환하는 단계와, (c)상기 (b)단계에 의해 변환된 상기 탄소전극의 상측에 절연덮개층을 적층하여, 서로 이격 형성된 상기 탄소전극들 사이에 마이크로채널을 형성하는 단계가 포함된다.
- [0011] 이때 본 발명에 따른 상기 (a)단계는, (a-1)실리콘웨이퍼로 된 기판 상면에 절연층을 형성하는 단계와, (a-2)상기 (a-1)단계에 의해 형성된 상기 절연층 상에 포토레지스트를 도포하는 단계와, (a-3)상기 (a-2)단계에 의해 상기 포토레지스트가 도포된 상기 절연층의 상부에 해당 전극영역이 타공된 포토마스크를 위치한 후 자외선으로 노광하는 단계와, (a-4)상기 (a-3)단계에 의해 노광된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트를 현상하여 제거해 상기 기판의 상부에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물을 형성하는 단계가 포함될 수 있다.
- [0012] 그리고 본 발명에 따른 상기 (c)단계에서는 상기 탄소전극에 적층되는 절연덮개층으로 바람직하게 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 사용한다. 절연덮개층을 적층할 시 접착매질로 실리콘옥사이드를 사용할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시 예에서는 상기 절연덮개층을 PDMS로 한정 기술하나, 이에 한정하지 않고, 전기적 절연물질인 포토레지스트, 테프론(Teflon), 글라스 중 어느 하나를 사용하여도 무방하다.
- [0014] 더불어 본 발명에 따른 센서는 절연층을 포함하는 기판의 상측에 서로 이격 형성되는 한쌍의 탄소전극과, 상기 이격 형성된 한쌍의 탄소전극 상측에 접합되어, 상기 탄소전극들 사이에 마이크로채널이 형성되도록 하는 절연 덮개층이 포함된다.
- [0015] 그리고 본 발명에 따른 상기 마이크로채널의 내벽면을 이루는 상기 탄소전극들의 서로 마주보는 전극면에 복수의 돌출부가 서로 엇갈리게 연장 형성되어, 상기 마이크로 채널이 절곡된 형태로 형성될 수 있다.
- [0016] 이때 본 발명에 따른 상기 마이크로채널의 형태가 지그재그, 곡선 및 나선 형태로 형성될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0017] 본 발명에 따른 센서 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0018] 첫째, 탄소전극들을 노광하여 현상 제거하는 과정과 절연덮개층을 적층하는 과정을 통해 간단하게 저 비용의 일괄 공정으로 생산할 수 있다.
- [0019] 둘째, 검출하려는 인자를 센싱하는 센싱부에 검출하려는 인자의 이탈을 방지하고, 산화/환원 반응의 면적이 증가하도록, 절연덮개층이 적층되어 형성된 마이크로채널 때문에 검출하려는 인자의 산화 및 환원 반응의 반복 반응의 효율이 증가하여 센서의 감도가 향상된다.
- [0020] 셋째, 마이크로채널은 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 발명 센서 제조방법의 실시 예를 보인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 (a)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 센서 제조방법의 과정을 간략하게 보인 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 센서의 단면을 보인 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 센서의 다른 구성을 보인 예시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

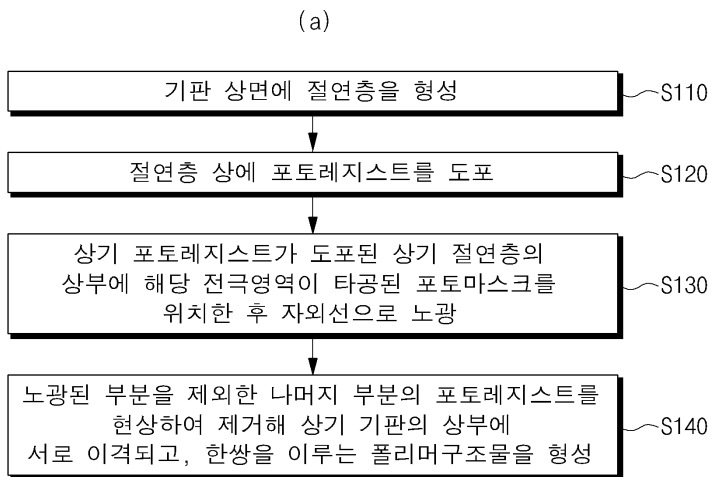
- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0023] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 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 발명 센서 제조방법의 실시 예를 보인 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 (a)단계를 보다 상세하게 나타낸 블록이며, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 센서 제조방법의 과정을 간략하게 보인 예시도이고, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 센서의 단면을 보인 단면도이며, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 센서의 다른 구성을 보인 예시도이다.
- [0026] 본 발명은 검출하려는 인자들이 산화/환원 반응에 의해 센싱되는 센싱부를 절연덮개층에 의해 일부가 폐쇄된 마이크로채널로 형성해, 검출하려는 인자들의 이탈되는 것을 방지하고, 산화/환원 반응의 면적이 증가되어 센싱 감도를 높인 센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 도 1 및 도 3을 참조하여 실시 예를 살펴보면 다음과 같다.
- [0027] (a)단계(S100)로,
- [0028] 기관(10)의 상면에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물(20)을 형성한다.
- [0029] 상기 기관(10)의 상면에 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물(20)을 형성하는 상기 (a)단계를 세분화한 실시 예를 도 2 및 도 3을 참조하여 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0030] 먼저 (a-1)단계(S110)로,
- [0031] 실리콘웨이퍼로 된 기관(10)의 상면에 절연층(11)을 형성한다.
- [0032] 이때 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.
- [0033] 그리고 (a-2)단계(S120)로,
- [0034] 상기 (a-1)단계(S110)에 의해 상면에 절연층(11)이 형성된 기관(10)의 상면에 포토레지스트(P)를 도포한다. 즉 다시 말해 상기 기관(10)의 상면에 형성된 절연층(11)의 상면에 상기 포토레지스트(P)가 도포된다.
- [0035] 이때 상기 포토레지스트(P)는 고른 도포를 위해 스핀 코팅방식으로 도포되는 바람직하고, 상기 포토레지스트(P)로 SU-8을 사용한다.
- [0036] 그리고 (a-3)단계(S130)로,
- [0037] 상기 (a-2)단계(S120)에 의해 상기 포토레지스트(P)가 도포된 상기 절연층(11)의 상부에 해당 전극영역이 타공된 포토마스크(M)를 위치한 후 자외선을 조사하여 노광한다.
- [0038] 이때 상기 포토마스크(M)의 타공은 한쌍으로 형성하는데, 노광된 자외선 광에너지는 상기 포토레지스트(P)가 상기 포토레지스트 최상부부터 절연층(11) 바로 위까지 경화될 수 있도록 충분한 자외선을 조사해 주어야 한다.
- [0039] 상기 1차 노광이 완료되면, 상기 절연층(11)의 상부에는 포토마스크(M)의 타공에 의해 해당 전극영역 모양으로

포토레지스트(P)가 경화된다.

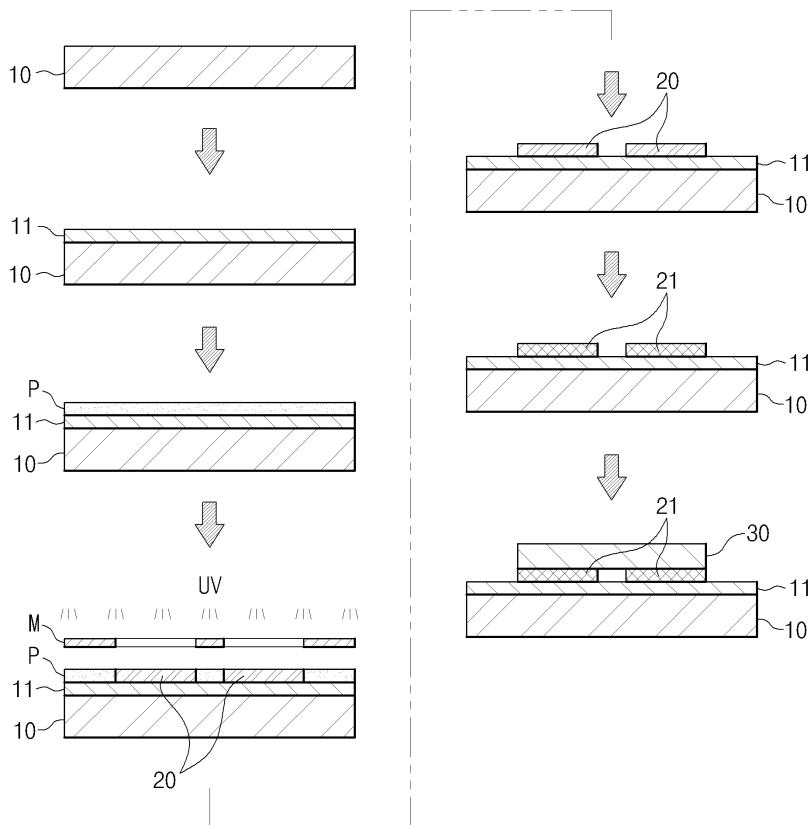
- [0040] 그리고 (a-4)단계(S140)로,
- [0041] 상기 (a-3)단계(S130)에 의해 노광되어 경화된 부분을 제외한 나머지 부분의 포토레지스트(P)를 현상하여 제거해 상기 기판(10)의 상부에 서로 이격되고, 한쌍을 이루는 전극 모양의 폴리머구조물(20)을 형성한다.
- [0042] 상기한 포토레지스트(P) 현상 과정은 포토레지스트(P)를 제거하기 위해 통상적으로 널리 사용되는 방법을 이용하기에 상세한 설명은 생략한다.
- [0043] 본 발명의 실시 예에서는 상기 포토레지스트(P)를 SU-8로 한정하여 기술하나, 이에 한정하지 않고 네가티브(negative)형의 포토레지스트 중 어느 하나를 사용하여도 무방하다.
- [0044] 또한 네가티브(negative)형의 포토레지스트 대신에 포지티브(positive)형의 포토레지스트를 사용할 수 있다. 단 포지티브(positive)형의 포토레지스트를 사용할 경우 (a-3)단계(S130)에 사용되는 포토마스크의 형상이 네가티브(negative)형의 포토레지스트용 포토마스크의 형상의 역상이 된다. 그리고 (a-4)단계(S140)에서 노광된 포토레지스트 영역이 제거된다.
- [0045] 상기한 (a)단계(S100)에 의해 기판(10)의 상면에 서로 이격된 한쌍의 전극(20)이 형성되면, 다음 단계로 (b)단계(S200)는,
- [0046] 상기 (a)단계(S100)에 의해 상기 기판(10)의 상면에 형성된 상기 전극(20)들을 열분해 시켜 탄소전극(21)으로 변환한다.
- [0047] 이때 상기 전극(20)은 열분해를 통해 탄소화가 될 뿐만 아니라, 탄소화된 탄소전극(21)은 너비가 100nm ~ 수 cm 이고, 높이는 100nm ~ 수  $\mu$ m이며, 길이는 수  $\mu$ m ~ 수백cm가 될 수 있다.
- [0048] 이때 상기 탄소전극(21)으로 구성되는 채널의 폭은 1~수백 $\mu$ m이며, 높이 100nm~ 수  $\mu$ m가 될 수 있다.
- [0049] 상기 열분해의 환경 조건은 진공 상태나 불활성 가스 환경에서 800° C 이상의 고열에서 열분해되는 것이 바람직하나, 열분해 온도를 300°C 이상의 온도에서 온도를 조절하면 최종 탄소전극의 전도도, 탄성계수, 형상 등을 조절할 수 있으므로 열분해 온도를 800°C로 한정하지는 않는다.
- [0050] 상기한 (b)단계(S200)에 의해 포토레지스트(P)가 경화되어 형성된 한쌍의 전극(20)이 열분해에 의해 탄소전극(21)으로 변환되면, 다음 단계로 (c)단계(S300)는,
- [0051] 상기 (b)단계(S200)에 의해 변환된 상기 탄소전극(21)의 상측에 레이어 형태의 절연덮개층(30)을 적층하여, 상기 한쌍의 탄소전극(21)들 사이에 마이크로채널(C)을 형성한다.
- [0052] 따라서 상기한 과정에 의해 서로 이격 형성된 상기 탄소전극(21)들은 상기 절연덮개층(30)에 의해 서로 연결되는 구조를 가지고, 상기 한쌍의 탄소전극(21)들 사이에 마이크로채널(C)을 형성된다.
- [0053] 그리고 상기 (c)단계(S300)에서는 상기 탄소전극(21)에 절연덮개층(30)을 적층할 시 접착매질(40)을 사용하여 접착하게 되는데, 이때 접착매질(40)로 실리콘옥사이드를 사용한다. 바람직하게 실리콘옥사이드 매질을 탄소전극(21) 상층에만 접착하는 방법으로는 연속적인 포토리소그래피와 스퍼터링(sputtering) 공정을 사용할 수 있다.
- [0054] 상기 탄소전극에 적층되는 절연덮개층으로 바람직하게 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 사용한다. 절연덮개층을 적층할 시 접착매질로 실리콘옥사이드를 사용할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 실시 예에서는 상기 절연덮개층을 PDMS로 한정 기술하나, 이에 한정하지 않고, 전기적 절연물질인 포토레지스트, 테프론(Teflon), 글라스 중 어느 하나를 사용하여도 무방하다.
- [0056] 상기한 실시 예에 따른 센서를 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 절연층(11)을 포함하는 기판(10)의 상측에는 한쌍의 탄소전극(21)이 서로 이격 형성된다.
- [0058] 그리고 상기 이격 형성된 한쌍의 탄소전극(21) 상측에는 절연덮개층(30)을 접합되어, 상기 한쌍의 탄소전극(21)들 사이에 마이크로채널(C)이 형성된다.
- [0059] 이때 도 5에 도시한 바와 같이 상기 마이크로채널(C)의 내벽면을 이루는 상기 탄소전극(21)들의 서로 마주보는 전극면에 복수의 돌출부(C1)가 서로 엇갈리게 연장 형성되어, 상기 마이크로채널(C)이 절곡된 형태로 형성된다.



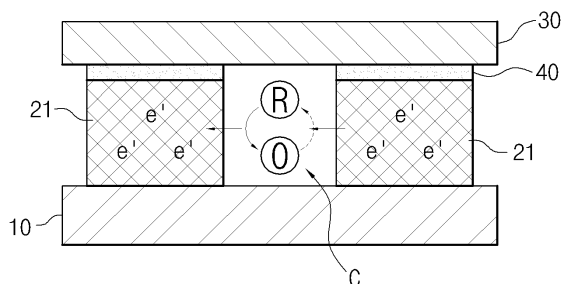
도면2



도면3



도면4



도면5

