



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0054658
(43) 공개일자 2024년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 27/333 (2006.01) G01N 27/30 (2006.01)

G01N 27/327 (2006.01) G01N 27/414 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 27/333 (2013.01)

G01N 27/301 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0134905

(22) 출원일자 2022년10월19일

심사청구일자 2022년10월19일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

안재혁

대전광역시 유성구 대학로 99, 공학2호관 405호(궁동)

박상찬

대전광역시 유성구 대학로 99, 공학2호관 256호(궁동)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

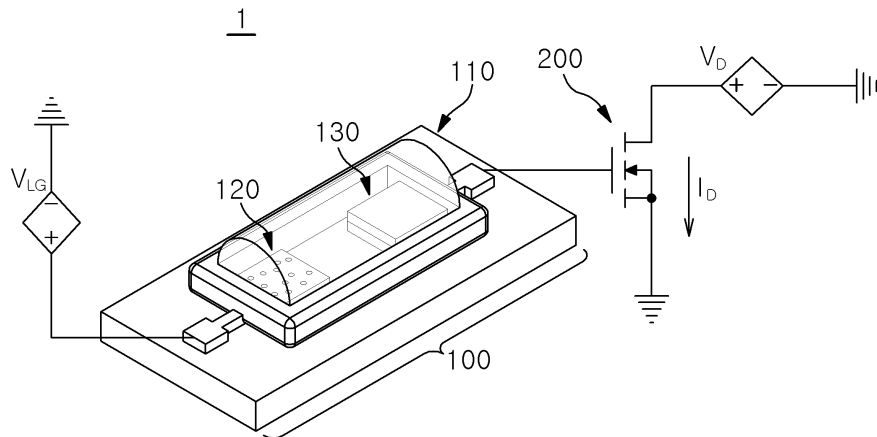
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 시험 용액 농도 센서, 그 제조방법, 및 시험 용액 농도 센싱 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서는, 기관; 상기 기관 상에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극; 상기 기관 상에 상기 기준 전극으로부터 이격되어 형성되어, 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극; 및 상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기관 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성되는 차단벽을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 27/302 (2013.01)

G01N 27/307 (2013.01)

G01N 27/3272 (2013.01)

G01N 27/3275 (2013.01)

G01N 27/4145 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711167285
과제번호	2020R1F1A1068242
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	미처리 혈청 내 바이오마커 검출을 위한 광전자 스위치 바이오센서 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극;

상기 기관 상에 상기 기준 전극으로부터 이격되어 형성되어, 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극; 및

상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기관 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성되는 차단벽을 포함하는

시험 용액 농도 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 감지 전극은,

상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 이온 선택성 막(Sodium Ion-Selective Membrane)이 증착되는

시험 용액 농도 센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기준 전극은,

상부에 은/염화은(Ag/AgCl) 층이 형성되고,

상기 은/염화은 층은,

폴리비닐부티랄(PVB)이 첨가된

시험 용액 농도 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 차단벽은,

실리콘 중합체로 구성되는

시험 용액 농도 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 감지 전극은,

상기 시험 영역에 주입된 시험 용액 내 관심 이온 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하여, 상기 게이트 전극에 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 상기 트랜스듀서 상에 흐르게 하는

시험 용액 농도 센서.

청구항 6

게이트 전극에 전압이 인가되면, 상기 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 흐르는 트랜스듀서; 및
 상기 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되어, 주입된 시험 용액 내 관심 이온의 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하는 시험 용액 농도 센서를 포함하고,
 상기 시험 용액 농도 센서는,
 기관;
 상기 기관 상에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극;
 상기 기관 상에 상기 기준 전극으로부터 이격되어 형성되어, 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극; 및
 상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기관 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성되는 차단벽을 포함하는
 시험 용액 농도 센싱 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 감지 전극은,
 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 선택성 막(Sodium Selective Membrane)이 증착되는
 시험 용액 농도 센싱 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
 상기 기준 전극은,
 상부에 은/염화은($Ag/AgCl$) 층이 형성되고,
 상기 은/염화은 층은,
 폴리비닐부티랄(PVB)이 첨가된
 시험 용액 농도 센싱 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,
 상기 차단벽은,
 실리콘 중합체로 구성되는
 시험 용액 농도 센싱 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
 상기 감지 전극은,
 상기 시험 영역에 주입된 시험 용액 내 관심 이온 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하여, 상기 게이트 전극에 인가된 전압에 대응되는 전류가 상기 트랜스듀서 상에 흐르게 하는
 시험 용액 농도 센싱 장치.

청구항 11

기관 상에 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극을 형성하는 단계;

상기 기준 전극으로부터 이격되는 상기 기관 상의 위치에 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극을 형성하는 단계; 및

상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기관 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 차단벽을 형성하는 단계를 포함하는

시험 용액 농도 센서 제조방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 감지 전극을 형성하는 단계는,

상기 기관 상에 상기 감지 전극 용 금속층을 형성하는 단계; 및

상기 감지 전극 용 금속층의 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 이온 선택성 막(Sodium Ion-Selective Membrane)을 증착하는 단계를 포함하는

시험 용액 농도 센서 제조방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 기준 전극을 형성하는 단계는,

상기 기관 상에 상기 기준 전극 용 금속층을 형성하는 단계;

상기 기준 전극 용 금속층의 상부에 은/염화은($Ag/AgCl$) 층을 형성하는 단계; 및

상기 은/염화은 층에 폴리비닐부티랄(PVB)을 첨가하는 단계를 포함하는

시험 용액 농도 센서 제조방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 차단벽을 형성하는 단계는,

상기 시험 영역 외곽에 실리콘 중합체로 구성되는 상기 차단벽을 형성하는

시험 용액 농도 센서 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시험 용액 내 관심 이온의 농도를 검출하는 시험 용액 농도 센서, 그 제조방법, 및 시험 용액 농도 센싱 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 바이오 센서(Bio Sensor)는 생체물질이 가진 분자간 선택적 반응성을 이용하여 다양한 생리활성 물질의 농도를 신속하게 정량화할 수 있는 센서이다. 대표적인 센서로는 이온 감지 전계 효과 트랜지스터(Ion-Sensitive Field Effect Transistor, ISFET)를 이용한 바이오 센서가 있다.

[0004] 이온 감지 전계 효과 트랜지스터(ISFET)를 이용한 바이오 센서는 생리 물질을 포함한 용액과 센서의 감지막이 직접적으로 접촉하여 감지막과 용액 사이의 반응으로 생리 활성 물질 (예컨대, 바이러스, 혈당, DNA, 세포, 항원-항체, 수소 등)의 농도를 구별할 수 있다. 최근 ISFET를 이용한 바이오 센서는 헬스 케어 시장에서 각광받고

있으며, 그 수요가 폭발적으로 증가하고 있다.

[0005] 그러나, ISFET를 이용한 바이오 센서는 약 59mV/pH의 네른스트(Nernst) 응답 한계로 인한 저해상도(저감도) 및 재현성 문제로 상용화에 큰 어려움이 있었다.

[0006] 또한, 이온 감지 전계 효과 트랜지스터(ISFET)는 하나의 소자 내에 감지부와 측정부가 함께 존재하기 때문에, 감지부가 검사대상 물질인 용액에 의해 손상되는 경우, 상대적으로 공정이 복잡한 측정부 또한 손상되게 된다. 이러한 손상에 의해 소자의 수명이 크게 감소할 수 있어 높은 비용을 유발해 비효율적이다.

[0007] 이를 해결하기 위해, 확장 게이트(Extended Gate, EG) 트랜지스터를 이용하여 기존의 감지부와 측정부를 분리한 분리형 센서가 제안되었다. 분리형 센서는 측정부와 감지부가 분리되어 위치함에 따라 감지부가 검사대상 물질인 용액에 의해 손상되어도, 상대적으로 공정이 복잡한 측정부를 재사용 할 수 있다. 따라서, 생리 물질을 포함한 용액에 취약한 기존 ISFET 소자의 단점을 극복할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보, 제10-0397928호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 기준 전극과 감지 전극이 하나의 기판 상에 이격되어 형성되는 시험 용액 농도 센서, 그 제조방법 및 시험 용액 농도 센싱 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서는, 기판; 상기 기판 상에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극; 상기 기판 상에 상기 기준 전극으로부터 이격되어 형성되어, 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극; 및 상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기판 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성되는 차단벽을 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 감지 전극은, 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 이온 선택성 막(Sodium Ion-Selective Membrane)이 증착될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 기준 전극은, 상부에 은/염화은(Ag/AgCl) 층이 형성되고, 상기 은/염화은 층은, 폴리비닐부티랄(PVB)이 첨가될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 차단벽은, 실리콘 중합체로 구성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 감지 전극은, 상기 시험 영역에 주입된 시험 용액 내 관심 이온 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하여, 상기 게이트 전극에 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 상기 트랜스듀서 상에 흐르게 할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치는, 게이트 전극에 전압이 인가되면, 상기 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 흐르는 트랜스듀서; 및 상기 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되어, 주입된 시험 용액 내 관심 이온의 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하는 시험 용액 농도 센서를 포함하고, 상기 시험 용액 농도 센서는, 기판; 상기 기판 상에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극; 상기 기판 상에 상기 기준 전극으로부터 이격되어 형성되어, 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극; 및 상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기판 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성되는 차단벽을 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 감지 전극은, 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 선택성 막(Sodium Selective Membrane)이 증착될 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서 제조방법은, 기관 상에 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극을 형성하는 단계; 상기 기준 전극으로부터 이격되는 상기 기관 상의 위치에 트랜스듀서의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극을 형성하는 단계; 및 상기 기준 전극 및 상기 감지 전극을 포함하는 상기 기관 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 차단벽을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 감지 전극을 형성하는 단계는, 상기 기관 상에 상기 감지 전극 용 금속층을 형성하는 단계; 및 상기 감지 전극 용 금속층의 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층 또는 나트륨 이온 선택성 막(Sodium Ion-Selective Membrane)을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 기준 전극을 형성하는 단계는, 상기 기관 상에 상기 기준 전극 용 금속층을 형성하는 단계; 상기 기준 전극 용 금속층의 상부에 은/염화은(Ag/AgCl) 층을 형성하는 단계; 및 상기 은/염화은 층에 폴리비닐부티랄(PVB)을 첨가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 차단벽을 형성하는 단계는, 상기 시험 영역 외곽에 실리콘 중합체로 구성되는 상기 차단벽을 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 부피가 크고 내부 포화 용액을 가지는 외부 기준 전극을 감지 전극과 함께 기관 상에 집적함으로써 측정 환경 구성이 간소화될 수 있다.

[0023] 또한, 시험 용액 농도 센서와 트랜스듀서를 물리적으로 분리시켜, 센서의 고장이나 관심 이온 변경 시에도 용이하게 센서를 교체할 수 있다. 그 결과, 다양한 용액의 농도를 검출하는데 시험 용액 농도 센싱 장치를 적용 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서 장치의 외관을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서의 제조방법의 흐름도이다.

도 3 내지 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서의 제조방법에 대한 단계별 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치에서의 기준 전압 대비 드레인 전류 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치에서의 기준 전압 대비 드레인 전류 관계를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0026] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0027] 또한, 본 명세서 및 청구범위에서는 구성요소들 간의 구별을 위하여 '제 1', '제 2' 등과 같이 서수를 포함하는 용어가 사용될 수 있다. 이러한 서수는 동일 또는 유사한 구성 요소들을 서로 구별하기 위하여 사용하는 것이며, 이러한 서수사용으로 인하여 용어의 의미가 한정 해석되어서는 안 될 것이다. 일례로, 이러한 서수와

결합된 구성 요소는 그 숫자에 의해 사용 순서나 배치 순서 등이 제한 해석되어서는 안 된다. 필요에 따라서는, 각 서수들은 서로 교체되어 사용될 수도 있다.

- [0028] 본 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다름을 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함하다' 또는 '구성하다' 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 또한, 본 발명의 실시 예에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적인 연결뿐 아니라, 다른 매체를 통한 간접적인 연결의 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다는 의미는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예 따른 시험 용액 농도 센서 장치의 외관을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0031] 본 발명의 시험 용액 농도 센싱 장치는 시험 용액 내 관심 이온의 농도를 검출하는 모든 장치를 의미하며, 관심 이온이란 시험 용액 농도 센싱 장치 내 감지 전극과 반응하는 이온을 의미할 수 있다.
- [0032] 전계 효과 트랜지스터(Field Effect Transistor, FET) 기반 바이오 센서인 이온 감지 전계 효과 트랜지스터(Ion-Sensitive Field Effect Transistor, ISFET)는 기존의 금속 산화물 반도체 트랜지스터(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET)를 기반으로 고안되었으며, MOSFET의 게이트 전극 대신 전해질과 기준 전극으로 대체된 구조를 가진다. 이를 통해, 감지막의 역할을 하는 절연막이 전해질과 직접적인 접촉을 하게 되고, 감지막 표면과 전해질 내에 포함되어 있는 이온들이 반응함에 따라 용액 내에 포함되어 있는 이온의 농도를 구별할 수 있다.
- [0033] 그러나, ISFET는 한 소자 내에 감지부와 측정부가 위치함으로써 검출하고자 하는 화학 용액에 의해 손상을 입기 쉽다. 또한, 분석하고자 하는 물질에 대해 상온에서 최대 59 mV/pH의 네른스트(Nernst) 반응 한계 때문에 상용화에 어려움이 있다.
- [0034] 이에 따라, 화학 용액에 접촉하는 감지부인 게이트가 측정부인 트랜지스터에서 분리된 확장 게이트 트랜지스터(Extended Gate Field Effect Transistor, EGFET)가 제안되었다. 그러나, 확장 게이트 트랜지스터 역시 용액 기반의 센서이므로 기준 전극이 요구되는데, 감지 전극과 별도로 구비되는 기준 전극은 부피가 매우 크고 내부 포화 용액을 필요로 하여 측정 환경 구성이 복잡해질 수 있다.
- [0035] 이를 해결하고자, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1)는 기준 전극(120)과 감지 전극(130)이 하나의 기판(110) 상에 이격되어 형성됨으로써, 측정 환경 구성을 간소화할 수 있다.
- [0036] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1)는 트랜스듀서(200); 및 시험 용액 농도 센서(100)를 포함할 수 있다.
- [0037] 트랜스듀서(200)는 게이트 전극에 전압이 인가되면, 상기 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 흐르도록 마련될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 트랜스듀서(200)는 전계 효과 트랜지스터로 구현될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0038] 시험 용액 농도 센서(100)는 트랜스듀서(200)의 게이트 전극과 전기적으로 연결되어, 주입된 시험 용액 내 관심 이온의 농도에 대응되는 전압을 게이트 전극에 인가하도록 마련될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)는 확장 게이트로 구현될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0039] 시험 용액 농도 센서(100)에는 시험 용액이 주입될 수 있고, 주입된 시험 용액 내 관심 이온과 반응함으로써 시험 용액 내 관심 이온의 농도를 감지할 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)는 기판(110); 기준 전극(120); 감지 전극(130); 및 차단벽(140)을 포함할 수 있다.
- [0040] 기판(110)은 p-type 또는 n-type 실리콘 기판(110)으로 구비되어, 상면에 시험 용액이 주입되고 감지되는 시험 영역이 형성될 수 있다.
- [0041] 기준 전극(120)은 기판(110) 상의 시험 영역 내에 형성되어, 기준 전원으로부터 기준 전압을 공급받도록 마련될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 전극(120)은 상부에 은/염화은(Ag/AgCl) 층(122)이 형성될 수 있고, 이러한 은/염화은 층(122)은 폴리비닐부티랄(PVB)가 첨가된 형태일 수 있다.

- [0042] 감지 전극(130)은 상기 기관(110) 상의 시험 영역 내에서 기준 전극(120)으로부터 이격되어 형성될 수 있다. 감지 전극(130)은 트랜스듀서(200)의 게이트 전극과 전기적으로 연결됨으로써 확장 게이트로 기능할 수 있다. 이를 통해, 감지 전극(130)은 시험 영역에 주입된 시험 용액 내 관심 이온 농도에 대응되는 전압을 상기 게이트 전극에 인가하여, 게이트 전극에 인가된 전압에 대응되는 드레인 전류가 트랜스듀서(200) 상에 흐르게 할 수 있다.
- [0043] 만약, 시험 용액 농도 센서(100)가 pH 센서로 구현되는 경우, 즉 시험 용액의 관심 이온이 수소 이온인 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 감지 전극(130)은 상부에 산화 알루미늄(Al_2O_3) 층이 형성될 수 있다.
- [0044] 이와는 달리, 시험 용액 농도 센서(100)가 나트륨 센서로 구현되는 경우, 즉 시험 용액의 관심 이온이 나트륨 이온인 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 감지 전극(130)은 상부에 나트륨 이온 선택성 막(Sodium Ion-Selective Membrane)이 형성될 수 있다.
- [0045] 차단벽(140)은 기준 전극(120) 및 상기 감지 전극(130)을 포함하는 기관(110) 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 형성될 수 있다. 여기서 미리 정해진 높이란 시험 용액 농도 센서(100)의 감지값을 신뢰할 수 있을 만큼 충분한 양의 시험 용액이 시험 영역에 주입될 수 있는 최소한의 높이를 의미할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 차단벽(140)은 실리콘 중합체로 구현될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0047] 지금까지는 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1)의 구성에 대해 설명하였다. 이하에서는 도 2 내지 6을 참고하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1) 중 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법에 대해 설명한다.
- [0048] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서의 제조방법의 흐름도이고, 도 3 내지 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서의 제조방법에 대한 단계별 공정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 먼저 기관(110) 상에 기준 전극(120)으로부터 기준 전압을 공급받는 기준 전극(120)을 형성할 수 있다(S210). 그 다음, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조 방법은 기준 전극(120)으로부터 이격되는 기관(110) 상의 위치에 트랜스듀서(200)의 게이트 전극과 전기적으로 연결되는 감지 전극(130)을 형성할 수 있다(S220). 도 2에서는 기준 전극(120)이 먼저 형성된 이후 감지 전극(130)이 형성되는 경우를 예시하였으나, 감지 전극(130)이 먼저 형성된 다음 기준 전극(120)이 형성될 수도 있고, 각각의 전극의 형성 과정 중 적어도 일부가 동시에 진행될 수도 있다.
- [0050] 도 3 내지 5는 감지 전극(130)과 기준 전극(120) 형성의 일부 과정을 동시에 수행하는 경우의 각 단계를 예시한 도면이다.
- [0051] 도 3을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 기준 전극(120)을 형성하기 위해, 기관(110) 상에 기준 전극 용 금속층(121)을 형성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 기준 전극 용 금속층(121)으로 금(Au) 전극을 형성할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0052] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 감지 전극(130)을 형성하기 위해 기관(110) 상의 시험 영역 내 기준 전극 용 금속층(121)과 이격되는 위치에 감지 전극(130) 용 금속 층을 형성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 감지 전극 용 금속층(131)으로 금(Au) 전극을 형성할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0053] 도 4를 참고하면, 기관(110) 상에 기준 전극 용 금속층(121) 및 감지 전극 용 금속층(131)이 형성된 후, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 상기 감지 전극 용 금속층(131)의 상부에 관심 이온을 감지할 수 있도록 관심 이온과 반응하는 감지층(132)을 형성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 스핀코팅(Spin Coating) 또는 전자빔 증착(E-Beam Evaporation) 방식을 사용하여 감지 전극 용 금속층(131)에 감지층(132)을 형성할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0054] 만약, 시험 용액 농도 센서(100)가 pH 센서로 구현되는 경우, 즉 시험 용액의 관심 이온이 수소 이온인 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 감지 전극 용 금속층(131) 상부에 산화 알루미늄 층을 증착할 수 있다.
- [0055] 이와는 달리, 시험 용액 농도 센서(100)가 나트륨 센서로 구현되는 경우, 즉 시험 용액의 관심 이온이 나트륨

이온인 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 감지 전극 용 금속층(131) 상부에 나트륨 이온 선택성 막을 증착할 수 있다.

[0056] 또한, 도 5를 참고하면, 기관(110) 상에 기준 전극 용 금속층(121) 및 감지 전극 용 금속층(131)이 형성된 후, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 상기 기준 전극 용 금속층(121)의 상부에 은/염화은 층(122)을 형성할 수 있다. 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 기준 전극 용 금속층(121)의 상부에 은/염화은 잉크 인쇄 공정을 수행할 수 있다. 은/염화은 층(122)이 형성된 후, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 해당 층에 폴리비닐부티랄을 첨가할 수 있다.

[0057] 다시 도 2를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 마지막으로 기준 전극(120) 및 감지 전극(130)을 포함하는 기관(110) 상의 시험 영역 외곽에 미리 정해진 높이로 차단벽(140)을 형성할 수 있다(S230). 이 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법은 시험 영역 외곽에 실리콘 중합체로 구성되는 차단벽(140)을 형성할 수 있다.

[0058] 지금까지는 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100)의 제조방법에 대해 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서(100) 및 이를 포함하는 시험 용액 농도 센싱 장치(1)의 성능을 설명한다.

[0059] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치에서의 기준 전압 대비 드레인 전류 관계를 나타낸 그래프이고, 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치에서의 기준 전압 대비 드레인 전류 관계를 나타낸 그래프이다.

[0060] 구체적으로, 도 7은 관심 이온을 수소 이온으로 하여, 감지 전극(130)의 감지층(132)이 산화 알루미늄 층으로 구현된 경우를 예시하고, 도 8은 관심 이온을 나트륨 이온으로 하여, 감지 전극(130)의 감지층(132)이 나트륨 이온 선택성 막으로 구현된 경우를 예시한다.

[0061] 도 7을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1)의 기준 전압 V_{LG} 가 증가할수록 드레인 전류 I_D 가 증가함을 확인할 수 있다. 특히, pH가 낮아질수록, 즉 시험 용액 내 관심 이온인 수소 이온의 농도가 높아질수록 드레인 전류 I_D 가 증가함을 확인할 수 있다.

[0062] 마찬가지로, 도 8에서도, 본 발명의 다른 실시예에 따른 시험 용액 농도 센싱 장치(1)의 기준 전압 V_{LG} 가 증가할수록 드레인 전류 I_D 가 증가함을 확인할 수 있다. 특히, 시험 용액 내 관심 이온인 나트륨 이온의 농도가 높아질수록 드레인 전류 I_D 가 증가함을 확인할 수 있다.

[0063] 이처럼, 도 7 및 8의 실시예에 따른 각각의 시험 용액 농도 센싱 장치(1)는 관심 이온에 대한 감도가 높고, 반복 측정에서도 안정적인 특성을 보일 뿐만 아니라, 실시간 센싱 성능을 나타낸다.

[0064] 이처럼 상술한 실시예에 따른 시험 용액 농도 센서, 그 제조방법 및 시험 용액 농도 센싱 장치는, 부피가 크고 내부 포화 용액을 가지는 외부 기준 전극을 감지 전극과 함께 기관 상에 집적함으로써 측정 환경 구성이 간소화될 수 있다.

[0065] 또한, 시험 용액 농도 센서와 트랜스듀서를 물리적으로 분리시켜, 센서의 고장이나 관심 이온 변경 시에도 용이하게 센서를 교체할 수 있다. 그 결과, 다양한 용액의 농도를 검출하는데 시험 용액 농도 센싱 장치를 적용 가능할 수 있다.

[0066] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0067] 일 실시예에 따르면, 상술한 시험 용액 농도 센서, 그 제조방법 및 시험 용액 농도 센싱 장치는 태내 또는 산업

현장 등 다양한 분야에서 이용될 수 있으므로 산업상 이용 가능성이 있다.

부호의 설명

[0068]

1: 시험 용액 농도 센싱 장치

100: 시험 용액 농도 센서

110: 기판

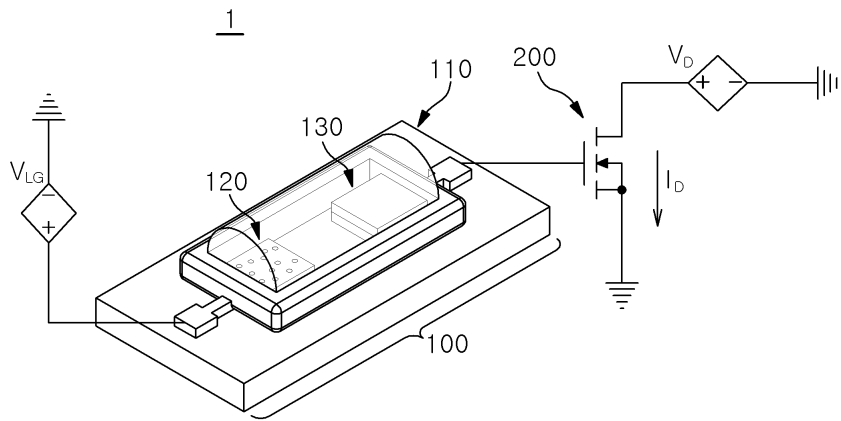
120: 기준 전극

130: 감지 전극

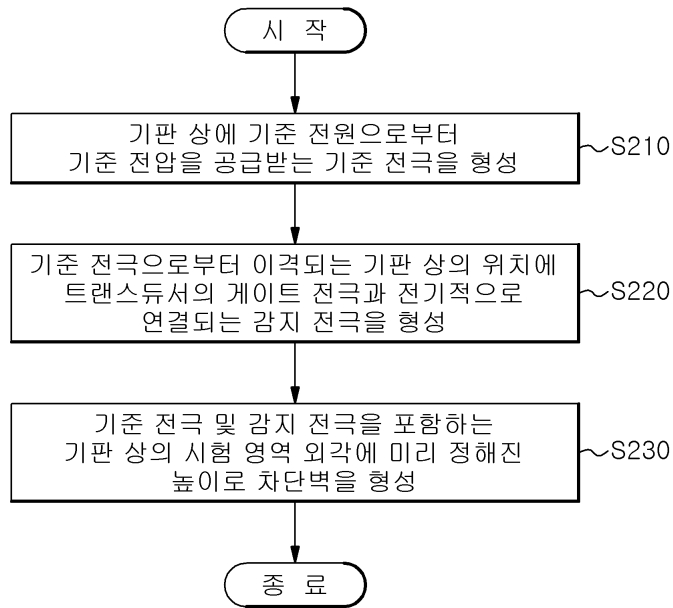
200: 트랜스듀서

도면

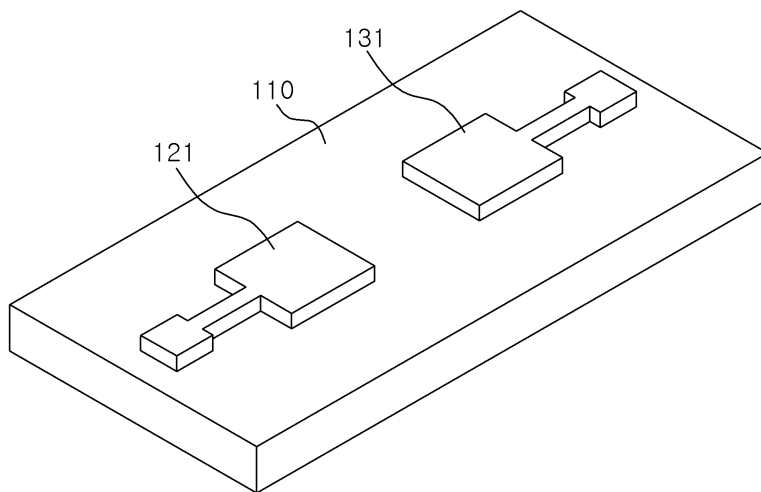
도면1



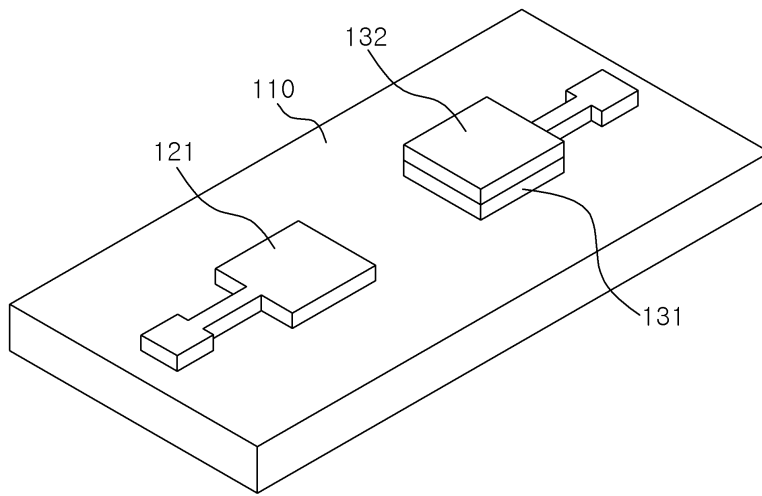
도면2



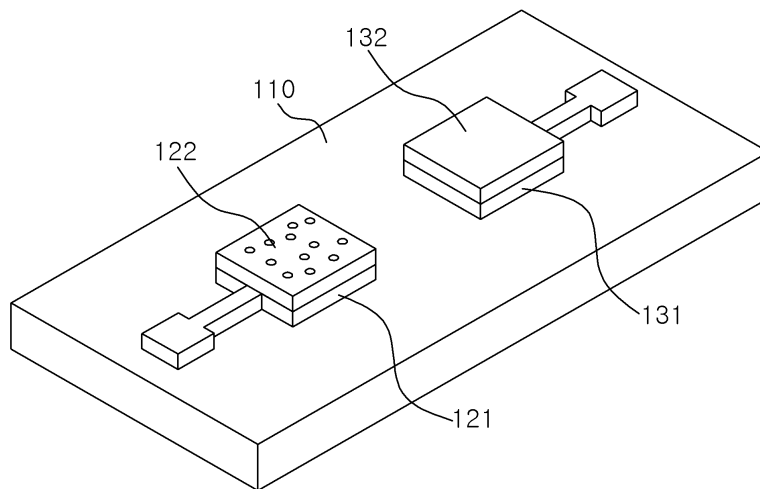
도면3



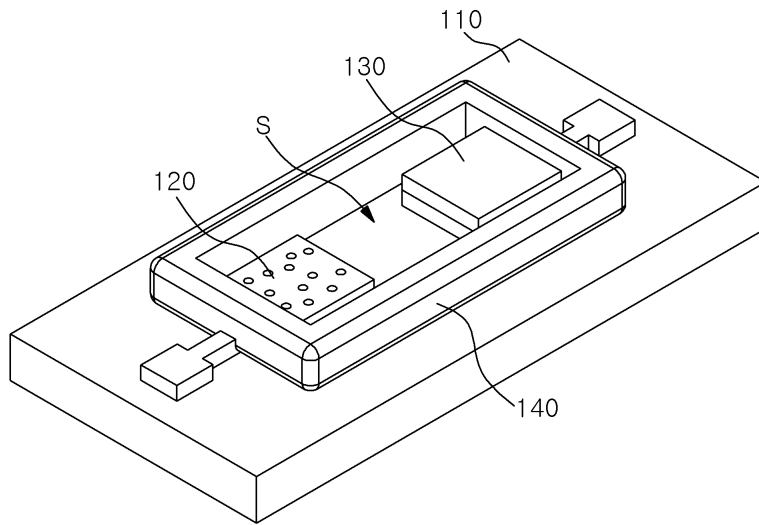
도면4



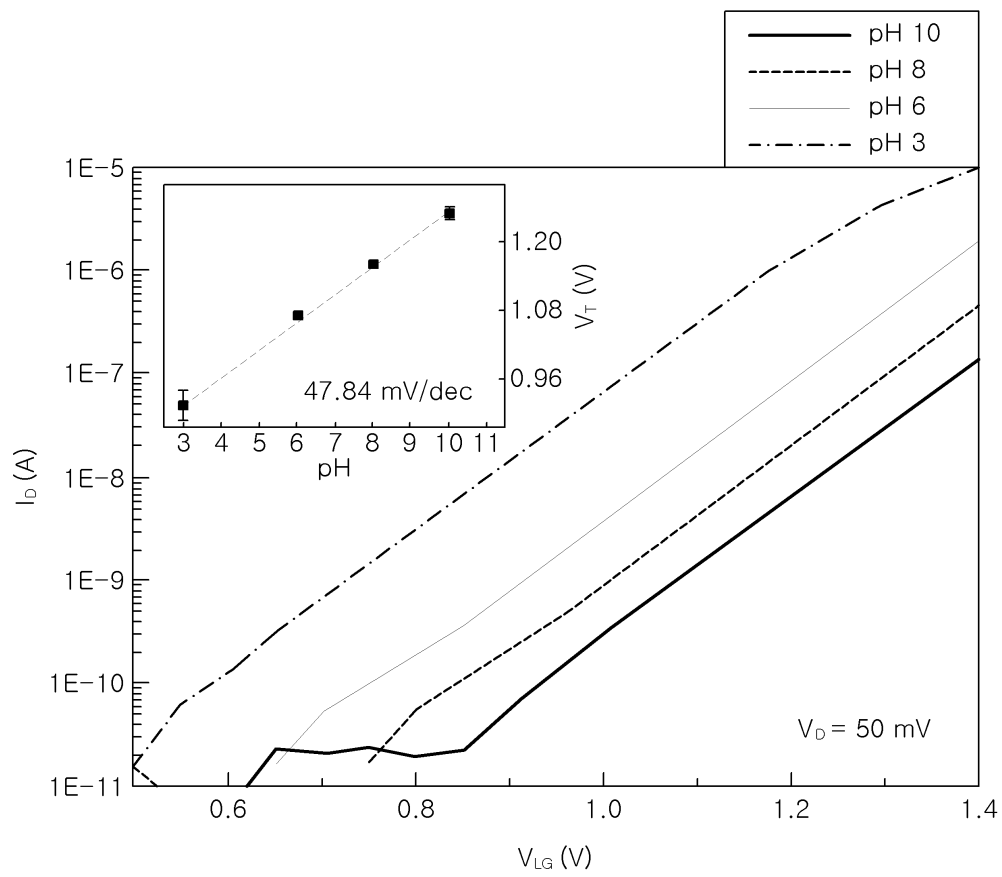
도면5



도면6



도면7



도면8

