



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월11일
 (11) 등록번호 10-1956860
 (24) 등록일자 2019년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 27/414 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 27/4145 (2013.01)
 G01N 27/4146 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0172247
 (22) 출원일자 2017년12월14일
 심사청구일자 2017년12월14일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101720281 B1*
 KR1020020082357 A*
 US05827482 A
 KR1020130122457 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
포항공과대학교 산학협력단
 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
주식회사 아이엠헬스케어
 강원도 원주시 지정면 기업도시로 200, 1동 706호(의료기기중합지원센터)
 (72) 발명자
진보
 경상북도 포항시 북구 불종로 73-20 303호 (여천동)
박찬오
 경상북도 포항시 남구 청암로 77 기숙사 16동 319호 (지곡동, 포항공과대학교)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인이름리온

전체 청구항 수 : 총 12 항

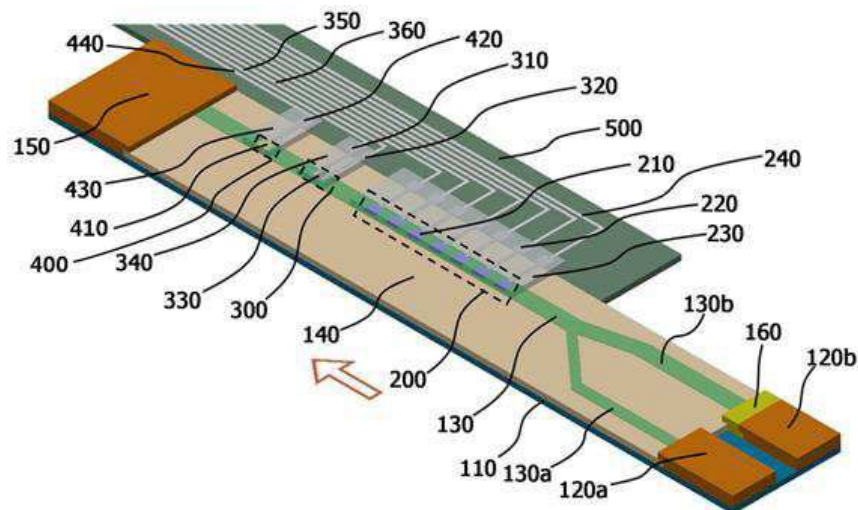
심사관 : 고원규

(54) 발명의 명칭 **미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서 및 이를 이용한 검출 방법**

(57) 요약

본 발명은 샘플패드, 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 흡수패드가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이; 및 상기 멤브레인 어레이 상에 형성된 다중 FET를 포함하고, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트와 수용게이트 전극이 포함된 FET 수용부; 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부; 및 적어도 하나 이상의 기준게이트와 기준게이트 전극이 포함된 FET 기준부를 포함하며, 상기 미세유체 채널은 상기 FET 수용부, 상기 FET 감지부 및 상기 FET 기준부를 전기적으로 연결하기 위한 것인 FET 기반 다중 바이오센서 및 이를 이용한 검출 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 33/54373 (2013.01)

(72) 발명자

김동훈

부산 사상구 대동로 84, 402동 205호 (학장동, 학장
무학아파트)

최원영

경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 13,101동
1104호(성주동, 한림푸르지오아파트)

이정수

경상북도 포항시 남구 대잠동길6번길 2 C19

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R201702510

부처명 미래창조과학부, 산업통상자원부

연구관리전문기관 (재)나노융합2020사업단

연구사업명 나노융합2020사업

연구과제명 인플루엔자 진단용 나노그물 FET 바이오센서 상용화

기 여 율 1/1

주관기관 (주)아이엠헬스케어

연구기간 2017.09.01 ~ 2018.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

멤브레인 하부기판 상에 샘플패드, 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 흡수패드가 순차적으로 형성된 멤브레인 어셈블리; 및

상기 멤브레인 어셈블리 상에 형성된 다중 FET를 포함하고,

상기 샘플패드는 측정버퍼 용액을 투입하기 위한 제1 샘플패드 및 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 투입하기 위한 제2 샘플패드로 구분되고,

상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트와 수용게이트 전극이 포함된 FET 수용부; 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부; 및 적어도 하나 이상의 기준게이트와 기준게이트 전극이 포함된 FET 기준부를 포함하고,

상기 제1 샘플패드와 연결되는 제1 미세유체 채널 및 상기 제2 샘플패드와 연결되는 제2 미세유체 채널은 상기 FET 수용부 전단에 형성된 교차연결점을 통해 합류되며,

상기 미세유체 채널은 상기 FET 수용부, 상기 FET 감지부 및 상기 FET 기준부를 전기적으로 연결하기 위한 것인 FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 FET 수용부 내 상기 수용게이트 표면 또는 상기 수용게이트와 접촉하는 멤브레인 표면에는 표적물질과 특이적인 결합을 위한 수용물질이 부착 및 고정된

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 수용물질의 부착 및 고정을 위해, 상기 수용게이트 표면 또는 상기 수용게이트와 접촉하는 멤브레인 표면은 생화학적 반응 방법 또는 물리적 증착 방법으로 표면처리된

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수용게이트의 재질은 i) Au, Ag, Pt 및 Cu로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 금속; ii) AgCl을 포함하는 금속화합물; 및 iii) n형 또는 p형으로 도핑된 Si, Ge 및 그 화합물로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 반도체 계열 물질;로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하고,

상기 수용게이트의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 별집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조; 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조인

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 FET 감지부 내 FET 채널 배열의 수(M개)는 적어도 하나 이상이고,

상기 FET 채널 배열은 소스 전극, 드레인 전극 및 상기 소스 및 드레인 전극을 연결하기 위한 FET 채널을 포함하는

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 FET 채널은 n형 또는 p형으로 도핑되거나 진성(intrinsic)으로 구현된 것이고, 상기 FET 채널의 재질은 i) Si, Ge 및 그 화합물로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 반도체 계열 물질; 또는 ii) 그래핀을 포함하는 탄소(C);를 포함하고,

상기 FET 채널의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 벌집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조; 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조인

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 FET 수용부 및 상기 FET 감지부는 별도의 반도체 기판에서 제작된 것인

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 멤브레인 내 상기 미세유체 채널은 2D 구조 또는 3D 구조인

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 미세유체 채널은 상기 제2 미세유체 채널과 너비 또는 두께가 서로 상이한

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제2 샘플패드 및 상기 교차연결점 사이에 형성되고, 신호증폭 접합체 물질이 결합된 컨주게이션 패드를 추가로 포함하는

FET 기반 다중 바이오센서.

청구항 12

제1항에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출 방법에 있어서,

(a) 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 투입한 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 이동시키면서 1차 미세유체 시료층을 형성하는 단계;

(b) 상기 (a) 단계 중에 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하는 단계;

(c) 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 상기 제2 샘플패드에 투입한 후, 상기 제2 미세유체 채널을 통해 상기 1차 미세유체 시료층과 합류시킨 다음, 상기 흡수패드 방향으로 이동시키는 과정에서 상기 다중 표적물질을 상기 FET 수용부에 포획시키는 단계;

(d) 상기 (c) 단계에서 포획에 필요한 일정 시간 경과 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 지속적으로 이동 중인 상기 측정버퍼 용액으로 2차 미세유체 시료층을 형성하는 단계; 및

(e) 상기 (d) 단계 중에 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정한 다음, 상기 1차 전기전도도 측정 결과와의 비교를 통해 그 변화를 계산 및 보정하는 단계를 포함하는

검출 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 제2 샘플패드에 투입된 시료버퍼 용액은 신호증폭 접합체 물질이 결합된 컨주게이션 패드를 통과하는

검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 전계효과트랜지스터(FET)가 결합된 다중 바이오센서 및 이를 이용한 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 전계효과트랜지스터(FET)를 이용한 각종 바이오센서, 화학센서, 환경센서를 포함한 전기화학센서 소자들은 감지표면에 표적물질(target molecule)에 대해 선택적으로 인식기능을 갖는 수용물질을 고정하고, 고정된 수용물질이 생물학적 상호작용 및 인식반응을 통해 표적물질을 포획할 때 표적물질의 전하에 의해 센서의 전기전도도가 변하는 것을 이용하여 표적물질을 감지하고 신속하게 정량화 한다.

[0004] 이러한 전기화학센서는 실시간 화학물질 감별 및 질병진단을 목적으로 시료수송이 가능한 미세유체 제어 장치를 필수적으로 요구하는데, 기존에는 PDMS와 같은 폴리머 기반으로 유체채널을 제작하고, 센서와 결합하여 랩온어칩(lab-on-a-chip) 형태로 제작하는 방식이 일반적이다.

[0005] 하지만 이러한 방식은 유체채널 제작 공정과 센서와의 부착을 위한 공정이 추가되고, 또한 시료의 수송과 유체 흐름을 생성시키기 위해 센서 외부에 별도의 구동력 인가, 속도 조절을 위한 장치가 필요하기 때문에 휴대용 진단키트에 적용하거나 일반인이 쉽게 사용하기에는 많은 어려움이 있다.

[0006] 최근에 들어 FET와 멤브레인 채널을 결합해 별도의 구동 장치가 필요 없이 휴대 가능한 센서(국내특허등록번호:10-1720281)가 등장하는데, 이러한 센서는 단일 표적물질을 검출하는데는 큰 문제점이 없으나, 다중 표적물질을 검출하는 다중 센서를 목표로 제작할 경우, FET 채널 수와 수용물질 종류 수는 1:1 대응방식이므로, 멤브레인 채널 상에 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 FET 채널을 일렬로 배열하는 것이 필요하고, 표면의 면적이 수십 μm^2 가 되는 각 FET 채널에 서로 다른 N개 종류의 수용물질을 고정화시키는 어려운 공정이 요구되는 문제점이 있다. 뿐만 아니라, N개의 FET 채널 중 한 개가 불량 발생 하는 경우 해당되는 표적물질에 대해서 감지가 불가능할 뿐만 아니라, N개의 값이 증가할수록 불량 발생률이 커져 전체 센서에 대한 신뢰도가 급격히 낮아지며, 한 번 수용물질로 고정화하기 위한 표면처리 작업이 되었거나 표적물질-수용물질 반응이 발생한 FET 채널은 재활용이 어려운 문제점이 있으므로, 기술적인 요구가 높아지고 비용이 상승되며 신뢰성이 감소하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 전계효과트랜지스터(FET)가 결합된 다중 바이오센서를 용이하게 제작하고, 이를 이용하여 다중 표적물질을 높은 신뢰도로 손쉽게 검출하기 위한 것으로, 구체적으로, 본 발명은 샘플패드, 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 흡수패드가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이; 및 상기 멤브레인 어레이 상에 형성된 다중 FET를 포함하고, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트와 수용게이트 전극이 포함된 FET 수용부; 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부; 및 적어도 하나 이상의 기준게이트와 기준게이트 전극이 포함된 FET 기준부를 포함하며, 상기 미세유체 채널은 상기 FET 수용부, 상기 FET 감지부 및 상기 FET 기준부를 전기적으로 연결하기 위한 것인 FET 기반 다중 바이오센서 등을 제공하고자 한다.

[0009] 그러나, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 멤브레인 하부기판 상에 샘플패드, 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 흡수패드가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이; 및 상기 멤브레인 어레이 상에 형성된 다중 FET를 포함하고, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트와 수용게이트 전극이 포함된 FET 수용부; 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부; 및 적어도 하나 이상의 기준게이트와 기준게이트 전극이 포함된 FET 기준부를 포함하며, 상기 미세유체 채널은 상기 FET 수용부, 상기 FET 감지부 및 상기 FET 기준부를 전기적으로 연결하기 위한 것인 FET 기반 다중 바이오센서를 제공한다.

[0012] 상기 FET 수용부 내 상기 수용게이트 표면 또는 상기 수용게이트와 접촉하는 멤브레인 표면에는 표적물질과 특이적인 결합을 위한 수용물질이 부착 및 고정될 수 있다.

[0013] 상기 수용물질의 부착 및 고정을 위해, 상기 수용게이트 표면 또는 상기 수용게이트와 접촉하는 멤브레인 표면은 생화학적 반응 방법 또는 물리적 증착 방법으로 표면처리될 수 있다.

[0014] 상기 수용게이트의 재질은 Au, Ag, Pt 및 Cu로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 금속; AgCl을 포함하는 금속화합물; 및 n형 또는 p형으로 도핑된 Si, Ge 및 그 화합물을 포함하는 반도체 계열 물질로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함하고, 상기 수용게이트의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 벌집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조; 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조일 수 있다.

[0015] 상기 FET 감지부 내 FET 채널 배열의 수(M개)는 적어도 하나 이상이고, 상기 FET 채널 배열은 소스 전극, 드레인 전극 및 상기 소스 및 드레인 전극을 연결하기 위한 FET 채널을 포함할 수 있다.

[0016] 상기 FET 채널은 n형 또는 p형으로 도핑되거나 진성(intrinsic)으로 구현 된 것이고, 상기 FET 채널의 재질은

Si, Ge 및 그 화합물을 포함하는 반도체 계열 물질; 또는 그래핀을 포함하는 탄소(C)를 포함하고, 상기 FET 채널의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 벌집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조; 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조일 수 있다.

- [0017] 상기 FET 수용부 및 상기 FET 감지부는 별도의 반도체 기판에서 제작된 것일 수 있다.
- [0018] 상기 멤브레인 내 상기 미세유체 채널은 2D 구조 또는 3D 구조일 수 있다.
- [0019] 상기 샘플패드는 측정버퍼 용액을 투입하기 위한 제1 샘플패드 및 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 투입하기 위한 제2 샘플패드로 구분되고, 상기 제1 샘플패드와 연결되는 제1 미세유체 채널 및 상기 제2 샘플패드와 연결되는 제2 미세유체 채널은 상기 FET 수용부 전단에 형성된 교차연결점을 통해 합류될 수 있다.
- [0020] 상기 제1 미세유체 채널은 상기 제2 미세유체 채널과 너비 또는 두께가 서로 상이할 수 있다.
- [0021] 상기 제2 샘플패드 및 상기 교차연결점 사이에 형성되고, 신호증폭 접합체 물질이 결합된 컨주게이션 패드를 추가로 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 구현예로, 상기 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출 방법에 있어서, (a) 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 투입한 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 이동시키면서 1차 미세유체 시료층을 형성하는 단계; (b) 상기 (a) 단계 중에 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하는 단계; (c) 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 상기 제2 샘플패드에 투입한 후, 상기 제2 미세유체 채널을 통해 상기 1차 미세유체 시료층과 합류시킨 다음, 상기 흡수패드 방향으로 이동시키는 과정에서 상기 다중 표적물질을 상기 FET 수용부에 포획시키는 단계; (d) 상기 (c) 단계에서 포획에 필요한 일정 시간 경과 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 지속적으로 이동 중인 상기 측정버퍼 용액으로 2차 미세유체 시료층을 형성하는 단계; 및 (e) 상기 (d) 단계 중에 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정한 다음, 상기 1차 전기전도도 측정 결과와의 비교를 통해 그 변화를 계산 및 보정하는 단계를 포함하는 검출 방법을 제공한다.
- [0023] 상기 (c) 단계에서 제2 샘플패드에 투입된 시료버퍼 용액은 신호증폭 접합체 물질이 결합된 컨주게이션 패드를 통과할 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서는 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부를 포함하는 것을 특징으로 한다. 즉, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서에서 FET 채널 배열 수와 수용물질 종류 수는 1:N 대응방식이므로, 상기 FET 감지부 내 극소수의(적어도 하나 이상의) FET 채널 배열을 포함하더라도, 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트에서 발생하는 표적물질-수용물질 반응을 감지할 수 있으므로, 다중 표적물질의 개별적인 검출이 가능한 이점을 가진다. 따라서, 상기 FET 감지부 내 FET 채널 배열의 수가 둘 이상인 경우, 이중 일부에 불량 발생하더라도, 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트에서 발생하는 표적물질-수용물질 반응을 감지할 수 있으므로 센서의 신뢰도를 더욱 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 FET 감지부 내 FET 채널 표면에는 별도의 수용물질이 부착 및 고정되어 있지 않으므로, 간단한 반도체 cleaning 공정을 통해 재활용 가능하다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서는 FET 수용부 내 수용게이트 표면 또는 상기 수용게이트와 접촉하는 멤브레인 표면에 수용물질이 부착 및 고정된 것을 특징으로 할 수 있는데, 이러한 표면의 면적은 수만~수십만 μm^2 크기인 것으로, 표면의 면적이 수십 μm^2 크기인 FET 채널에 비해, 표면처리 공정이 용이할 뿐만 아니라, 전기적 신호를 크게 증폭되는 이점이 있다.
- [0027] 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서는 FET 수용부 및 FET 감지부를 별도의 반도체 기판에서 탑다운 방식을 통해 용이하게 제작할 수 있어, 저비용 대량 생산이 가능하다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서는 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있는데, 상기 미세유체 채널의 모세관 현상으로 인하여 별도의 구동력, 압력 및 속력을 조절하기 위한 장치를 구비하지 않더라도 측정버퍼 용액 및 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 이동시킴으로써 유체 흐름을 생성 및 제어할 수 있다.
- [0029] 따라서, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서는 키트 플랫폼 형태 등으로 용이하게 대량 제작가능하고, 다

중 표적물질을 높은 신뢰도로 손쉽게 검출할 수 있으므로, 휴대용 바이오센서로 활용가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서의 구조 및 구성을 보여주는 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서의 구성 중, 미세유체 채널(130), FET 수용부(200), FET 감지부(300), FET 기준부(400)를 포함하는 영역을 확대하여 보여주는 저면 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0033] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

[0034] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 그리고 도면에서, 설명의 편의를 위해, 일부 층 및 영역의 두께를 과장되게 나타내었다.

[0035] 이하에서 기재의 “상(또는 하)”에 임의의 구성이 형성된다는 것은, 임의의 구성이 상기 기재의 상(또는 하)에 접하여 형성되는 것을 의미할 뿐만 아니라, 상기 기재와 기재 상(또는 하)에 형성된 임의의 구성 사이에 다른 구성을 포함하지 않는 것으로 한정하는 것은 아니다.

[0037] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0039] FET 기반 다중 바이오센서

[0040] 본 발명은 멤브레인 하부기관 상에 샘플패드, 미세유체 채널이 형성된 멤브레인 및 흡수패드가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이; 및 상기 멤브레인 어레이 상에 형성된 다중 FET를 포함하고, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트와 수용게이트 전극이 포함된 FET 수용부; 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부; 및 적어도 하나 이상의 기준게이트와 기준게이트 전극이 포함된 FET 기준부를 포함하며, 상기 미세유체 채널은 상기 FET 수용부, 상기 FET 감지부 및 상기 FET 기준부를 전기적으로 연결하기 위한 것인 FET 기반 다중 바이오센서를 제공한다.

[0042] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서의 구조 및 구성을 보여주는 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서의 구성 중, 미세유체 채널(130), FET 수용부(200), FET 감지부(300), FET 기준부(400)를 포함하는 영역을 확대하여 보여주는 저면 사시도이다.

[0043] 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서는 멤브레인 하부기관(110) 상에 샘플패드(120), 미세유체 채널(130)이 형성된 멤브레인(140) 및 흡수패드(150)가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이; 및 상기 멤브레인 어레이 상에 형성된 다중 FET를 포함하고, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트(210)와 수용게이트 전극(220)이 포함된 FET 수용부(200); 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부(300); 및 적어도 하나 이상의 기준게이트(410)와 기준게이트 전극(420)이 포함된 FET 기준부(400)를 포함하여 구성된다.

[0045] 먼저, 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서는 멤브레인 하부기관(110) 상에 샘플패드(120), 미세유체 채널(130)이 형성된 멤브레인(140) 및 흡수패드(150)가 순차적으로 형성된 멤브레인 어레이를 포함한다.

[0047] 상기 멤브레인 하부기관(110)은 상기 샘플패드(120), 상기 미세유체 채널(130)이 형성된 멤브레인(140) 및 상기 흡수패드(150)를 지지하기 위한 역할을 한다.

[0049] 상기 샘플패드(120)는 측정버퍼 용액 및 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 투입하기 위한 것으로, 시료

내에 포함된 이물질을 1차적으로 제거하기 위한 역할을 할 수 있다. 경우에 따라, 상기 샘플패드(120)는 측정버퍼 용액을 투입하기 위한 제1 샘플패드(120a) 및 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 투입하기 위한 제2 샘플패드(120b)로 구분될 수 있다.

- [0050] 구체적으로, 상기 샘플패드(120)는 유리섬유, 폴리에스테르, 셀룰로오스 및 폴리프로필렌으로 이루어진 균으로부터 선택된 하나 이상의 재질로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0052] 상기 멤브레인(140)은 미세유체 채널(130)이 형성된 것으로, 상기 미세유체 채널(130)의 모세관 현상으로 인하여 별도의 구동력, 압력 및 속력을 조절하기 위한 장치를 구비하지 않더라도 측정버퍼 용액 또는 시료버퍼 용액을 상기 흡수패드(150) 방향으로 이동시킴으로써 미세유체 시료층(600)의 유체 흐름을 생성 및 제어할 수 있다. 이때, 상기 미세유체 채널의 너비 또는 두께 조절을 통해, 상기 미세유체 시료층(600)의 유속을 결정할 수 있다. 이와 동시에, 상기 미세유체 채널(130)은 상기 미세유체 시료층(600)을 통해 상기 FET 수용부(200), 상기 FET 감지부(300) 및 상기 FET 기준부(400)를 전기적으로 연결하기 위한 역할을 한다.
- [0053] 만일 상기 샘플패드(120)가 제1 샘플패드(120a) 및 제2 샘플패드(120b)로 구분되는 경우, 상기 FET 수용부(200) 전단의 상기 미세유체 채널(130)은 상기 제1 샘플패드(120a)와 연결되는 제1 미세유체 채널(130a) 및 상기 제2 샘플패드(120b)와 연결되는 제2 미세유체 채널(130b)로 구분될 수 있고, 상기 제1 미세유체 채널(130a) 및 상기 제2 미세유체 채널(130b)은 상기 FET 수용부(200) 전단에 형성된 교차연결점을 통해 합류될 수 있다. 이때, 상기 제1 미세유체 채널(130a)은 상기 제2 미세유체 채널(130b)과 너비 또는 두께가 동일할 수도 있고, 서로 상이할 수도 있는데, 상기 제1 미세유체 채널(130a)의 너비 또는 두께를 상기 제2 미세유체 채널(130b)에 비해 얇게 함으로써, 상기 제1 미세유체 채널(130a)을 통과하는 유체의 유속을 상기 제2 미세유체 채널(130b)을 통과하는 유체의 유속에 비해 늦출 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 상기 멤브레인(140)은 유리섬유, 니트로셀룰로오스, 나일론, 폴리설펜, 폴리에테르설펜, 폴리비닐리덴 플루오라이드, 폴리에틸렌, 폴리카보네이트 및 폴리스티렌으로 이루어진 균으로부터 선택된 하나 이상의 재질로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다. 또한, 상기 멤브레인(140) 내 상기 미세유체 채널(130)은 2D 구조 또는 3D 구조로 자유롭게 설계 및 구현될 수 있다.
- [0056] 상기 흡수패드(150)는 상기 미세유체 채널을 통과하는 상기 미세유체 시료층(600)이 이동하여 최종적으로 흡수되기 위한 것이다.
- [0057] 구체적으로, 상기 흡수패드(150) 역시 유리섬유, 폴리에스테르, 셀룰로오스 및 폴리프로필렌으로 이루어진 균으로부터 선택된 하나 이상의 재질로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0059] 만일 상기 샘플패드(120)가 제1 샘플패드(120a) 및 제2 샘플패드(120b)로 구분되는 경우, 상기 제2 샘플패드(120b) 및 상기 교차연결점 사이에 형성되고, 신호증폭 접합체 물질이 결합된 컨주게이션 패드(160)를 추가로 포함할 수 있다. 기본적으로 FET 기반 다중 바이오센서는 라벨링이 필요없지만, 상기 컨주게이션 패드(160)에 신호증폭 접합체 물질의 도포 및 구조를 통해 결합함으로써 2차적인 전기적 신호를 증폭시킬 수 있는 이점을 가질 수 있다.
- [0060] 구체적으로, 상기 신호증폭 접합체 물질은 AuNP, AgNP, CuNP과 같은 금속 나노입자, 효소, 효소 기질, 효소반응 생성물질, 항체 및 전기화학적 신호발생 물질로 이루어진 균으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0062] 다음으로, 본 발명의 일 구현예에 따른 미세유체 채널이 형성된 멤브레인을 이용한 FET 기반 다중 바이오센서는 다중 FET를 포함하는데, 상기 다중 FET는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트(210)와 수용게이트 전극(220)이 포함된 FET 수용부(200); 상기 수용게이트의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열이 포함된 FET 감지부(300); 및 적어도 하나 이상의 기준게이트(410)와 기준게이트 전극(420)이 포함된 FET 기준부(400)를 포함한다.
- [0064] 상기 FET 수용부(200)는 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트(210)와 수용게이트 전극(220)을 포함하는 것으로, 상기 수용게이트(210)의 수(N개)는 검출하고자 하는 표적물질(다중 표적물질)의 수(n개)와 동일하거나 더 많은 것을 특징으로 한다. 즉, $N \geq n$ 이다. 상기 FET 수용부(200)는 검출 과정 중에 표적물질(250)-수용물질(260) 반응을 측정하기 위한 것으로, 구체적으로, 상기 FET 수용부(200)는 표적물질(250)-수용물질(260) 특이적 결합 과정에서 발생하는 전기화학적 반응 또는 표적물질(250) 자체의 전하로 인해 상기 수용게이트(210)의 일함수(work function) 또는 상기 수용게이트(210)와 버퍼 용액 간의 이중층 전기 용량(double-layer capacitance)의 변화가 발생하면서 FET 채널의 전기전도도 변화를 야기시키는데, 이를 측정하기 위한 것

이다.

- [0065] 상기 FET 수용부(200) 내 수용게이트(210) 표면 또는 상기 수용게이트(210)와 접촉하는 멤브레인(140) 표면에는 각각의 표적물질과 특이적인 결합을 위한 수용물질(260)이 각각 부착 및 고정된 것을 특징으로 할 수 있다. 이러한 표면의 면적은 수만~수십만 μm^2 크기인 것으로, 표면의 면적이 수십 μm^2 크기인 FET 채널에 비해, 표면처리 공정이 용이할 뿐만 아니라, 전기적 신호를 크게 증폭되는 이점이 있다.
- [0066] 이때, 상기 수용물질(260)의 부착 및 고정을 위해, 상기 수용게이트(210) 표면 또는 상기 수용게이트(210)와 접촉하는 멤브레인(140) 표면은 생화학적 반응 방법 또는 물리적 증착 방법으로 표면처리된 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다. 구체적으로, 상기 표면처리되는 상기 수용게이트(210) 표면 또는 상기 수용게이트(210)와 접촉하는 멤브레인(140) 표면 중 적어도 하나의 표면에 수행될 수 있고, 6-아미노헥산에탄올 및 글루타르알데하이드의 조합; 3-아미노프로필트리에톡시실란 및 글루타르알데하이드의 조합; 3-메캅토프로피오닉산; 숙신이미딜프로피오네이트; 환원된 L-글루타민, b-1-에틸-3-디메틸아미노프로필 카보디이미드 및 설포-N-하이드록시숙신이미드의 조합; 단백질 A; 단백질 G; 단백질 L; 아민기(-NH-)를 가진 파릴렌-A 및 글루타르알데하이드의 조합; 포르말기(-CHO)를 가진 파릴렌-C; 및 포르말기(-CHO)를 가진 파릴렌-H로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질을 통해 수행될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0067] 구체적으로, 상기 수용게이트(210)의 재질은 전계 효과 특성에 따라 결정될 수 있는데, 상기 수용게이트(210)의 재질은 Au, Ag, Pt 및 Cu 등과 같이 내부식성 및 전도성이 우수한 금속; AgCl 등과 같이 전도성이 우수한 금속 화합물; 및 n형 또는 p형으로 도핑된 Si, Ge 및 그 화합물을 포함하는 반도체 계열 물질로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함할 수 있고, 상기 수용게이트의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 벌집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조; 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조일 수 있는데, 상기 수용게이트(210) 표면 또는 상기 수용게이트(210)와 접촉하는 멤브레인(140) 표면에 최대한 많은 양의 수용물질(260)을 부착 및 고정함으로써 보다 강한 전기적 신호를 획득하기 위해서, 표면적이 넓은 3D 구조로 설계 및 구현되는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0068] 한편, 상기 FET 수용부(200)는 FET 수용부 기판(230) 상에 형성될 수 있고, 상기 수용게이트(210)는 외부 신호 처리 단말기와 전기적 연결을 위해 상기 수용게이트 전극(220) 및 수용게이트 전극 연결부(240)와 연결될 수 있고, 이때, 상기 수용게이트 전극(220)은 PCB 기판(500) 상에 금속 집합 등을 통하여 집합될 수 있다. 이때, 외부 신호처리 단말기는 상기 FET 감지부에서 송신한 전기적 신호를 증폭기를 통해 추가적으로 증폭시킴으로써, 센서의 검출한계와 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0070] 상기 FET 감지부(300)는 상기 수용게이트(210)의 수 미만(M개)의 독립적인 FET 채널 배열을 포함하는 것으로, 상기 FET 채널 배열 수(M개)는 상기 수용게이트(210)의 수(N개) 보다 적은 것을 특징으로 하고, 상기 FET 채널 배열의 수(M개)는 적어도 하나 이상인 것이 바람직하고, 둘 이상인 것이 더욱 바람직하나, 이에 한정되지 않는다. 즉, $N > M$ 이고, $N > M \geq 1$ 인 것이 바람직하고, $N > M \geq 2$ 인 것이 더욱 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- [0071] 다시 말해, 상기 FET 채널 배열 수와 수용물질(260) 종류 수는 1:N 대응방식이므로, FET 감지부(300) 내 극소수의(적어도 하나 이상의) FET 채널 배열을 포함하더라도, 다중 표적물질(250)의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트에서 발생하는 표적물질(250)-수용물질(260) 반응을 감지할 수 있으므로, 다중 표적물질(250)의 개별적인 검출이 가능한 이점을 가진다. 따라서, 상기 FET 감지부(300) 내 FET 채널 배열의 수가 둘 이상인 경우, 이 중 일부에 불량 발생하더라도, 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트(210)에서 발생하는 표적물질(250)-수용물질(260) 반응을 감지할 수 있으므로 센서의 신뢰도를 더욱 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 FET 감지부(300) 내 FET 채널(330) 표면에는 별도의 수용물질이 부착 및 고정되어 있지 않으므로, 간단한 반도체 cleaning 공정을 통해 재활용 가능하다.
- [0072] 구체적으로, 상기 FET 채널 배열은 소스 전극(310), 드레인 전극(320) 및 상기 소스 및 드레인 전극(310, 320)을 연결하기 위한 FET 채널(330)을 포함할 수 있다.
- [0073] 상기 FET 채널(330)은 표적물질(250a, 250b)의 전기화학적 특성에 따라 n형 또는 p형으로 도핑되거나 진성(intrinsic)으로 구현될 수 있는데, 상기 FET 채널의 재질은 Si, Ge 및 그 화합물을 포함하는 반도체 계열 물질; 또는 그래핀을 포함하는 탄소(C)를 포함할 수 있고, 상기 FET 채널의 형태는 직선형, 원형, 다각형, 벌집형 및 평판형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상으로 형성된 2D 구조(나노 구조); 또는 상기 2D 구조를 결합한 3D 구조(나노 부유 구조)일 수 있는데, 표면적이 넓은 3D 구조로 설계 및 구현되는 것이 바람직하나, 이

에 한정되지 않는다.

- [0074] 한편, 상기 FET 감지부(300)는 FET 감지부 기판(340) 상에 형성될 수 있고, 상기 FET 채널(330)은 외부 신호처리 단말기와 전기적 연결을 위해 상기 소스 전극(310) 및 소스 전극 연결부(350)와, 상기 드레인 전극(320) 및 드레인 전극 연결부(360)와 연결될 수 있고, 이때, 상기 소스 및 드레인 전극(310, 320)은 PCB 기판(500) 상에 금속 접합 등을 통하여 접합될 수 있다.
- [0076] 상기 FET 수용부(200) 및 상기 FET 감지부(300)는 별도의 반도체 기판에서 제작된 것일 수 있는데, 구체적으로, 상기 FET 수용부(200) 및 상기 FET 감지부(300)는 별도의 반도체 기판에서 탑다운 방식을 통해 용이하게 제작할 수 있어, 저비용 대량 생산이 가능하다.
- [0077]
- [0078] 상기 FET 기준부(400)는 적어도 하나 이상의 기준게이트(410)와 기준게이트 전극(420)을 포함하는 것으로, 검출 과정 중에 미세유체 시료층(600) 형성 여부를 판단하고, 1차 및 2차 측정버퍼 용액 환경에서 FET 감지부(300)의 전기적 특성을 기록하기 위한 것으로, 최종 측정 정량화 결과에 따른 보정 작업을 위해 사용될 수 있다.
- [0079] 구체적으로, 상기 기준게이트(410) 재질 역시 전계 효과 특성에 따라 결정될 수 있는데, 상기 기준게이트(410)의 재질은 Au, Ag, Pt 및 Cu 등과 같이 내부식성 및 전도성이 우수한 금속; AgCl 등과 같이 전도성이 우수한 금속화합물; 및 n형 또는 p형으로 도핑된 Si, Ge 및 그 화합물을 포함하는 반도체 계열 물질로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0080]
- [0081] 한편, 상기 FET 기준부(400)는 FET 기준부 기판(430) 상에 형성될 수 있고, 상기 기준게이트(410)는 외부 신호처리 단말기와 전기적 연결을 위해 상기 기준게이트 전극(420) 및 기준게이트 전극 연결부(440)와 연결될 수 있고, 이때, 상기 기준게이트 전극(420)은 PCB 기판(500) 상에 금속 접합 등을 통하여 접합될 수 있다.
- [0083] 또한, 상기 FET 기준부(400) 및 상기 FET 감지부(300)는 별도의 반도체 기판에서 제작되는 것이 바람직하나, 경우에 따라 같은 반도체 기판 내에서 제작될 수 있다.
- [0085] FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출 방법
- [0086] 본 발명은 상기 제1 및 제2 샘플패드를 구분하여 포함하는 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법으로서, (a) 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 투입한 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 이동시키면서 1차 미세유체 시료층을 형성하는 단계; (b) 상기 (a) 단계 중에 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하는 단계; (c) 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 상기 제2 샘플패드에 투입한 후, 상기 제2 미세유체 채널을 통해 상기 1차 미세유체 시료층과 합류시킨 다음, 상기 흡수패드 방향으로 이동시키는 과정에서 상기 다중 표적물질을 상기 FET 수용부에 포획시키는 단계; (d) 상기 (c) 단계에서 포획에 필요한 일정 시간 경과 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 지속적으로 이동 중인 상기 측정버퍼 용액으로 2차 미세유체 시료층을 형성하는 단계; 및 (e) 상기 (d) 단계 중에 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정하는 다음, 상기 1차 전기전도도 측정 결과와의 비교를 통해 그 변화를 계산 및 보정하는 단계를 포함하는 검출 방법을 제공한다.
- [0087] 상기 제1 및 제2 샘플패드를 포함하는 FET 기반 다중 바이오센서의 구성에 대해서는 전술한바 있으므로, 중복 설명을 생략하기로 한다.
- [0089] 먼저, 본 발명의 다른 구현예에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법은 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 투입한 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 이동시키면서 1차 미세유체 시료층을 형성하는 단계[(a) 단계]를 포함한다.
- [0090] 구체적으로, 상기 측정버퍼 용액은 모세관 현상으로 인하여 상기 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 이동될 수 있다. 이때, 형성된 상기 1차 미세유체 시료층을 1차 측정버퍼 용액 환경이라고 볼 수 있다.
- [0092] 다음으로, 본 발명의 다른 구현예에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법은 상기 (a) 단계 중에 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도를 측정하는 단계[(b) 단계]를 포함한다.

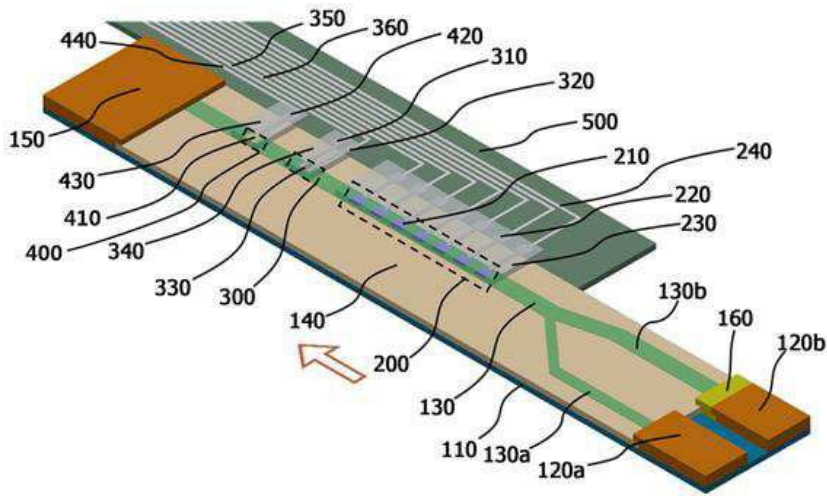
- [0093] 구체적으로, 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도 측정을 통해, 상기 1차 미세유체 시료층 형성 여부를 판단할 수 있고, 1차 측정버퍼 용액 환경에서 상기 FET 감지부의 전기적 특성을 기록할 수 있다.
- [0094] 또한, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 1차 전기전도도의 측정을 통해, 1차 측정버퍼 용액 환경에서 상기 수용게이트에 따른 상기 FET 감지부의 초기 전기전도도를 측정하여 기록할 수 있다.
- [0096] 다음으로, 본 발명의 다른 구현예에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법은 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액을 상기 제2 샘플패드에 투입한 후, 상기 제2 미세유체 채널을 통해 상기 1차 미세유체 시료층과 합류시킨 다음, 상기 흡수패드 방향으로 이동시키는 과정에서 상기 다중 표적물질을 상기 FET 수용부에 포획시키는 단계[(c) 단계]를 포함한다.
- [0097] 구체적으로, 상기 다중 표적물질이 포함된 시료버퍼 용액에서 시료 내에 포함된 이물질은 상기 제2 샘플패드에 1차적으로 제거될 수 있다. 또한, 상기 다중 표적물질은 상기 시료버퍼 용액이 제2 미세유체 채널을 따라 상기 컨จู게이션 패드를 통과할 때 신호증폭 접합체 물질과 반응 및 결합한 후, 상기 1차 미세유체 시료층과 합류된 다음, 상기 흡수패드 방향으로 이동하는 과정에서 상기 FET 수용부에 포획될 수 있다. 상기 제2 샘플패드에 투입된 상기 시료버퍼 용액에서 나머지 비특이 시료버퍼 용액은 최종적으로 흡수패드에 흡수될 수 있다.
- [0099] 다음으로, 본 발명의 다른 구현예에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법은 상기 (c) 단계에서 포획에 필요한 일정 시간 경과 후, 상기 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 지속적으로 이동 중인 상기 측정버퍼 용액으로 2차 미세유체 시료층을 형성하는 단계[(d) 단계]를 포함한다.
- [0100] 구체적으로, 상기 측정버퍼 용액은 제1 미세유체 채널을 통해 상기 흡수패드 방향으로 지속적으로 이동하여 2차 미세유체 시료층을 형성할 수 있다. 이때, 상기 2차 미세유체 시료층을 2차 측정버퍼 용액 환경이라고 볼 수 있다. 상기 (a) 단계에서 투입된 상기 측정버퍼 용액이 이미 상기 흡수패드 방향으로 모두 이동된 상태라면, 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 추가로 투입하여야 하나, 상기 (a) 단계에서 투입된 상기 측정버퍼 용액의 유속을 늦추어 상기 흡수패드 방향으로 이동 중인 상태라면, 측정버퍼 용액을 상기 제1 샘플패드에 추가로 투입하지 않을 수 있다.
- [0102] 다음으로, 본 발명의 다른 구현예에 따른 FET 기반 다중 바이오센서를 이용한 검출방법은 상기 (d) 단계 중에 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정하고, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도를 측정한 다음, 상기 1차 전기전도도 측정 결과와의 비교를 통해 그 변화를 계산 및 보정하는 단계[(e) 단계]를 포함한다.
- [0103] 구체적으로, 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도 측정을 통해, 상기 2차 미세유체 시료층의 형성 여부를 판단할 수 있고, 2차 측정버퍼 용액 환경에서 상기 FET 감지부의 전기적 특성을 기록할 수 있다.
- [0104] 또한, 상기 수용게이트에 의한 상기 FET 감지부에 대한 2차 전기전도도의 측정을 통해, 2차 측정버퍼 용액 환경에서 상기 수용게이트에 따른 상기 FET 감지부의 2차 전기전도도를 측정하여 기록하고 상기 1차 전기전도도 측정 결과와의 비교를 통해, 다중 표적물질의 종류 이상(N개)의 독립적인 수용게이트에서 발생하는 표적물질-수용물질 반응 정도를 정량화하여 기록할 수 있다.
- [0105] 이때, 상기 FET 감지부 내 FET 채널 배열의 수가 둘 이상인 경우에는, 각 FET 채널 배열 마다 측정된 전기전도도 결과를 통계처리하는 단계를 추가할 필요가 있다.
- [0106] 이후, 최종 측정 정량화 결과에 따른 보정 작업을 위해, 상기 1차 및 2차 측정버퍼 용액 환경에서 상기 기준게이트에 의한 상기 FET 감지부의 전기적 특성을 기록한 결과를 반영할 수 있다.
- [0108] 따라서, 본 발명에 따른 FET 기반 다중 바이오센서는 키트 플랫폼 형태 등으로 용이하게 대량 제작가능하고, 다중 표적물질을 높은 신뢰도로 손쉽게 검출할 수 있으므로, 휴대용 바이오센서로 활용가능할 것이다.
- [0110] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

- [0112]
- 110: 멤브레인 하부기판
 - 120(120a, 120b): 샘플패드(제1 샘플패드, 제2 샘플패드)
 - 130(130a, 130b): 미세유체 채널(제1 미세유체 채널, 제2 미세유체 채널)
 - 140: 멤브레인
 - 150: 흡수패드
 - 160: 컨จู게이션 패드
 - 200: FET 수용부
 - 210: 수용게이트
 - 220: 수용게이트 전극
 - 230: FET 수용부 기판
 - 240: 수용게이트 전극 연결부
 - 250a, 250b: 제1 표적물질, 제2 표적물질
 - 260a, 260b: 제1 수용물질, 제2 수용물질
 - 300: FET 감지부
 - 310: 소스 전극
 - 320: 드레인 전극
 - 330: FET 채널
 - 340: FET 감지부 기판
 - 350: 소스 전극 연결부
 - 360: 드레인 전극 연결부
 - 400: FET 기준부
 - 410: 기준게이트
 - 420: 기준게이트 전극
 - 430: FET 기준부 기판
 - 440: 기준게이트 전극 연결부
 - 500: PCB기판
 - 600: 미세유체 시료층

도면

도면1



도면2

