



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월06일  
(11) 등록번호 10-2336107  
(24) 등록일자 2021년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 27/327 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 27/3278 (2013.01)

G01N 27/3272 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0177776

(22) 출원일자 2019년12월30일

심사청구일자 2019년12월30일

(65) 공개번호 10-2021-0085099

(43) 공개일자 2021년07월08일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120055227 A\*

KR1020170122592 A\*

KR102017128 B1

KR1020190067590 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

최현진

서울특별시 성북구 성북로4길 52, 206동 2105호(돈암동, 한신한진아파트)

성재석

경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 33, 101동 603호 (하동, 광고힐스테이트레이크)

(74) 대리인

김인철

전체 청구항 수 : 총 13 항

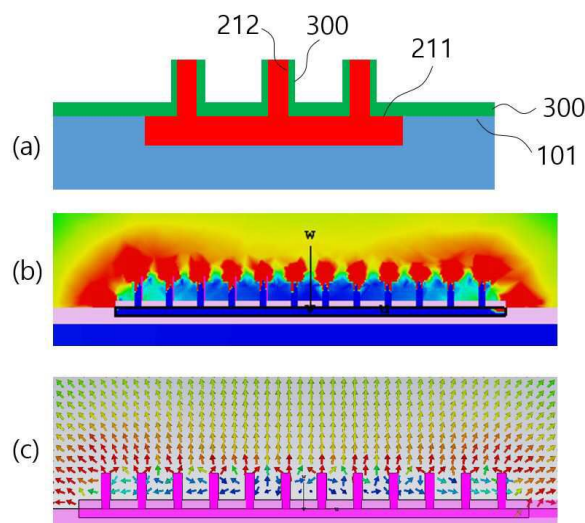
심사관 : 양경식

(54) 발명의 명칭 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서

(57) 요약

본 발명은 생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신에 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서, 전극 기관(100); 및 상기 기관(100) 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극(210)을 갖는 전극 구조체(200)를 포함하며, 복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극 측면(212)의 적어도 일부에 비전도성 물질(300)이 코팅되는 제1 코팅 구조 또는 상기 기관(100)의 상면(101) 또는 상기 적어도 일부의 필러 전극(210)의 하면(211) 중 적어도 한 면에 비전도성 물질(300)이 코팅되는 제2 코팅 구조 중 적어도 하나의 코팅 구조로 코팅되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서이다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711073263
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	뇌과학원천기술개발(R&D)
연구과제명	3차원 나노 IC 소자 개발을 통한 신경신호 측정 및 자극 시스템 구축
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2018.04.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신에 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 동일한 전극 높이(He)로 구비되며, \_  
제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)와 동일한 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 2

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신에 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소 또는 증가하도록 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)와 동일한 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 3

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신에 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 동일한 전극 높이(He)로 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)보다 낮은 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 4

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신에 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소 또는 증가하도록 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)보다 낮은 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 5

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신이 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 동일한 전극 높이(He)로 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 복수의 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 점차 감소 또는 증가되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 6

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신이 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소 또는 증가하도록 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 복수의 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 점차 감소 또는 증가되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 7

생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신이 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서,  
전극 기관; 및 상기 기관 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며,  
복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 기 설정된 필러전극의 기 설정된 측면에 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조로 코팅되며,  
상기 복수의 필러 전극은 동일한 전극 높이(He)로 구비되거나, 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소 또는 증가하도록 구비되며,  
제1 코팅 구조에서, 상기 코팅되는 필러 전극은 전극 구조체의 최외측에 배치된 필러 전극들이며, 상기 최외측에 배치된 각 필러 전극에서 외부 방향으로 배치된 측면에 비전도성 물질이 코팅되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전극 구조체는 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군들이 상호 이격되도록 구비되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 9

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전극 구조체의 복수의 필러 전극 중에서 비전도성 물질이 코팅되는 필러 전극에만 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

#### 청구항 10

청구항 9에 있어서,  
상기 전압이 인가된 각 필러 전극은 상호 이격된 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

## 청구항 11

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전극 구조체는 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군들이 상호 이격되도록 구비되며,

기 설정된 필러 전극군(210-Group)에 속한 필러 필러 전극에 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

## 청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 전압이 인가된 각 필러 전극의 하면 및 측면에는 비전도성 물질이 코팅되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

## 청구항 13

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관의 상면 또는 상기 적어도 일부의 필러 전극의 하면 중 적어도 한 면에 비전도성 물질이 코팅되는 제2 코팅 구조가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서에 관한 것이다. 구체적으로는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 세포와 같은 미세한 영역에 전기장 등을 형성시키고, 이러한 필드 에너지를 이용하여 세포에 자극을 주어, 세포 자체를 변화시키거나, 그 근처의 영역의 물성을 변화시켜 새로운 특성을 얻으려는 연구가 진행되고 있다.

[0003] 또한 인체의 신경부위에 이러한 에너지를 조사함으로써 자극을 주고, 통증을 감소시키는 등과 같은 신경관련 문제를 치료하는 분야에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

[0004] 일반적으로 에너지를 주는 방법으로는, 형성된 두 개의 전극간에 일정 전압을 인가하여 전기장을 형성시키고, 이렇게 형성된 전기장 에너지를 이용하여 세포의 물성을 변화시키거나, 자극을 주게 된다.

[0005] 이때 큰 전기장을 얻기 위해서는 높은 전압을 전극간에 인가해 주어야 하는 것이 일반적인 방법이다. 따라서 큰 에너지를 얻기 위해 큰 전력이 필요하게 되는 문제가 있다.

[0006] 또한 전기장과 같은 필드 에너지(field energy)는 넓은 범위로 퍼지는 특징이 있으므로, 원하는 특정한 영역 특히 소규모 영역에만 에너지를 조사하는 것은 매우 어려운 일이다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) (문헌 1) 한국등록특허공보 제10-1613578호 (2016.04.12)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명에 따른 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서는 다음과 같은 해결과제를

가진다.

- [0009] 첫째, 미세 전극 간에 형성되는 에너지를 집중시키는 구조를 제시하고자 한다.
- [0010] 둘째, 미세 전극을 필러 구조로 형성시키고, 필러 구조 및 형상을 변경함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영역을 조절하고자 한다.
- [0011] 셋째, 미세 전극과 기판에 비전도성 물질을 코팅함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영역을 조절하고자 한다.
- [0012] 넷째, 전압이 인가되는 전극을 선택함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영역을 조절하고자 한다.
- [0013] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은 생체 전기 자극 또는 생체 신호 수신이 가능한 전극구조체를 갖는 바이오센서로서, 전극 기판; 및 상기 기판 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극을 갖는 전극 구조체를 포함하며, 복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 측면은 기 설정된 높이까지 비전도성 물질이 코팅되는 제1 코팅 구조 또는 상기 기판의 상면 또는 상기 적어도 일부의 필러 전극의 하면 중 적어도 한 면에 비전도성 물질이 코팅되는 제2 코팅 구조 중 적어도 하나의 코팅 구조로 코팅되는 것을 특징으로 하는 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서이다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 복수의 필러 전극은 동일한 전극 높이(He)로 구비될 수 있다.
- [0016] 본 발명에 있어서, 복수의 필러 전극은 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소 또는 증가하도록 구비될 수 있다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)와 동일할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 상기 전극 높이(He)보다 낮을 수 있다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 제1 코팅 구조에서, 복수의 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 점차 감소 또는 증가될 수 있다.
- [0020] 본 발명에 있어서, 제1 코팅 구조에서, 상기 코팅되는 각 필러 전극의 상면은 코팅되지 않고, 기 설정된 필러 전극의 기 설정된 측면에 비전도성 물질이 코팅될 수 있다.
- [0021] 본 발명에 있어서, 전극 구조체는 인접한 전극 필러들로 이루어진 복수의 필러 전극군들이 상호 이격되도록 구비될 수 있다.
- [0022] 본 발명에 있어서, 전극 구조체의 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극에 전압이 인가될 수 있다.
- [0023] 본 발명에 있어서, 전압이 인가된 각 필러 전극은 상호 이격될 수 있다.
- [0024] 본 발명에 있어서, 전압이 인가된 각 필러 전극의 하면 및 측면 중 적어도 한 면에는 비전도성 물질이 코팅될 수 있다.
- [0025] 본 발명에 있어서, 전극 구조체는 인접한 전극 필러들로 이루어진 복수의 필러 전극군들이 상호 이격되도록 구비되며, 기 설정된 필러 전극군(210-Group)에 속한 필러 전극 필러에 전압이 인가될 수 있다.
- [0026] 본 발명에 있어서, 전압이 인가된 각 필러 전극의 하면 및 측면에는 비전도성 물질이 코팅될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따른 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서는 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0028] 첫째, 미세 전극 간에 형성되는 에너지를 집중시키는 효과가 있다.
- [0029] 둘째, 미세 전극을 필러 구조로 형성시키고, 필러 구조 및 형상을 변경함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영

역을 조절하는 효과가 있다.

[0030] 셋째, 미세 전극과 기관에 비전도성 물질을 선택적으로 코팅함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영역을 조절하는 효과가 있다.

[0031] 넷째, 전압이 인가되는 전극을 선택함으로써, 집중되는 에너지의 크기 및 영역을 조절하는 효과가 있다.

[0032] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0033] 도 1a 및 도 1b는 전극 간에 에너지를 형성시키는 구조에 대한 모식도를 나타내며, 도 1c는 도 1b의 부분확대도이다.

도 2a, 도 2b 및 도 2c는 에너지를 보내는 기관의 미세 전극을 일정 두께의 필름형태로 구현하였을 때의 단면 형상구조 및 전기장 필드분포/방향을 나타낸다.

도 3a는 돌출된 복수의 필러 전극에 대한 형상 단면도이고, 도 3b는 도 3a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 4a는 기관의 상면 및 필러 전극의 하면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 4b는 도 4a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 5a는 필러 전극의 측면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 5b는 도 5a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 6a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 6b는 도 6a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타내며, 도 6c는 도 6a에 따른 실시예의 전기장 필드 방향을 나타낸다.

도 7a는 도 6a의 실시예보다 필러 전극의 간격이 넓은 실시예를 나타내며, 도 7b는 도 7a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 8a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 전극 높이(He)보다 낮은 실시예를 나타내며, 도 8b는 도 8a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 9a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 최외측에 배치된 각 필러 전극에서 외부 방향으로 배치된 측면(212)에 비전도성 물질이 코팅되는 실시예를 나타내며, 도 9b는 도 9a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 10a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이(He)가 감소되는 실시예를 나타내며, 도 10b는 도 10a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 11a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 점차 감소되는 실시예를 나타내며, 도 11b는 도 11a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 12a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극(210\_E)에만 전기가 공급되며, 전기가 공급되는 각 필러 전극(210\_E)은 상호 이격된 실시예를 나타내며, 도 12b는 도 12a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 13a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면에 비전도성 물질이 코팅되되, 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극(210\_E)에만 전기가 공급되며, 전기가 공급되는 각 필러 전극(210\_E)은 상호 이격된 실시예를 나타내며, 도 13b는 도 13a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.

도 14a는 전극 구조체(200)가 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비되며, 기 설정된 필러 전극군(210-Group)에 속한 필러 전극(210-E)에 전기가 각각 공급되는 실시예를 나타내며, 도 14b는 도 14a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타내며, 도 14c는 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비된 것을 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0034] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.
- [0035] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지는 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.
- [0036] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0037] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명을 설명하고자 한다. 참고로, 도면은 본 발명의 특징을 설명하기 위하여, 일부 과장되게 표현될 수도 있다. 이 경우, 본 명세서의 전 취지에 비추어 해석되는 것이 바람직하다.
- [0041] 본 발명은 필러 형태의 마이크로/나노 구조를 활용하여, 전기장, 자기장 및 전류밀도 등과 같은 에너지를 집중시킬 수 있는 새로운 개념의 에너지 집중 시스템에 관한 것이다.
- [0042] 본 발명은 전극 표면에 미세 필러 전극 구조를 형성하고, 이러한 미세 필러 전극 구조의 형상 요소들을 조절함으로써, 전극간에 형성되는 에너지를 집중시키고, 에너지 양 및 영역을 조절할 수 있는 새로운 방법을 제시한다.
- [0044] 도 1a 및 도 1b는 전극 간에 에너지를 형성시키는 구조에 대한 모식도를 나타내며, 도 1c는 도 1b의 부분확대도이다.
- [0045] 도 1을 보면, 기판(200) 위에 미세 전극이 형성되어 있고, 미세 전극과 표준전극간에 일정 전압을 걸어주면, 전기장(electric field) 에너지가 형성된다.
- [0046] 일반적으로 큰 전기장 에너지를 형성시키기 위해서는 전극 양단간에 높은 전압을 걸어주어야 하고, 형성되는 에너지 분포는 전극의 위치에 따라 결정된다.
- [0048] 본 발명에서는 낮은 전압을 형성하더라도, 에너지 분포 조절하고 집중시킴으로써 높은 에너지를 형성하는 새로운 방법을 제시한다.
- [0050] 도 2a, 도 2b 및 도 2c는 에너지를 보내는 기관의 미세 전극을 일정 두께의 필름형태로 구현하였을 때의 단면 형상구조 및 전기장 필드분포/방향을 나타낸다.
- [0051] 도 2에는 에너지를 보내는 기관의 미세전극을 일정 두께의 필름형태로 구현하였을 때, 전극 주위에 형성되는 전기장 분포 및 방향 시뮬레이션 값의 단면도를 나타내었다.
- [0053] 도 1과 같은 장치에서 일반적인 전극형상으로 전압을 걸어주게 되면, 전극의 평면 부분에서는 약한 전기장이 형성되고, 대신에 전극 모서리(edge) 부분에 전기장 필드가 집중되는 있음을 알 수 있다.
- [0054] 이러한 현상은 전기장 필드방향 벡터(vector)를 보아도 나타나는데, 전극은 필드 소스(field source)로 작용하여 표준 전극(reference electrode) 방향으로 전기장 방향이 형성되고, 특히 모서리 부분에 대각선 방향으로 전기장 벡터가 집중됨을 보이고 있다. 이는 전기장은 금속면의 곡률이 작은 곳으로 필드가 모이기 때문이고, 일반적인 모든 전극에서 나타나는 일반적인 현상이다. 따라서 전극 면적의 대부분을 차지하는 평면 부분에 전기장을 크게 걸어주기 위해서는 매우 큰 전압을 걸어주어야 하고, 이때 모서리 부분에는 원하지 않는 매우 큰 전기장이 국부적으로 형성되어 전기장 분포가 불균일해진다는 문제를 가지고 있게 된다.
- [0056] 도 3a는 돌출된 복수의 필러 전극에 대한 형상 단면도이고, 도 3b는 도 3a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를

나타낸다.

- [0057] 도 3에는 기존의 평면형태의 전극구조가 아니라, 표면을 미세한 필러 구조로 형성한 형상 단면도 및 전기장 필드분포를 나타내었다.
- [0058] 이러한 실시예는 도 2의 평면구조 전극에 비해, 전극 안쪽 부분에서도 일부 필드가 형성되어, 좀 더 균일한 필드분포가 형성됨을 볼 수 있다. 그러나, 아직도 전극의 중심 부분에서는 필드가 잘 형성되지 못한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.
- [0060] 이하에서는 본 발명에 따른 비전도성 물질이 코팅된 필러형 전극 구조체가 구비된 바이오 센서를 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명에 따른 바이오 센서는 생체에 전기 자극을 가하도록 작동될 수도 있으며, 생체의 신호를 수신하도록 작동될 수도 있다. 본 명세서에서는 생체에 전기 자극을 가하는 구조를 중심으로 설명하고자 한다.
- [0062] 본 발명에서, 필러 구조의 미세 전극에 비전도성 물질을 코팅하는 방법으로는 열증착, e-beam 증착, CVD, 스퍼터링(sputtering) 등 다양한 박막코팅 공정을 활용할 수 있다. 또한, 원하는 영역에만 코팅을 하기 위하여, 포토리소그래피(photolithography), 화학 에칭(chemical etching), RIE(Reactive Ion Etch), FIB(Focused Ion Beam) 등과 같은 다양한 부분 식각 방법으로 원하는 형상 구현할 수 있다.
- [0064] 본 발명은 전극 기관(100); 및 상기 기관(100) 상에 돌출 형성된 복수의 필러 전극(210)을 갖는 전극 구조체(200)를 포함한다.
- [0065] 본 발명의 경우, 복수의 필러 전극 중 적어도 일부의 필러 전극에 비전도성 물질이 코팅(coating)되며, 상기 코팅되는 각 필러 전극 측면(212)의 적어도 일부에 비전도성 물질(300)이 코팅되는 제1 코팅 구조를 가질 수 있다.
- [0066] 본 발명의 경우, 상기 기관(100)의 상면(101) 또는 상기 적어도 일부의 필러 전극(210)의 하면(211) 중 적어도 한 면에 비전도성 물질(300)이 코팅되는 제2 코팅 구조를 가질 수 있다.
- [0067] 본 발명은 제1 코팅 구조 또는 제2 코팅 구조 중 적어도 하나의 코팅 구조로 코팅될 수 있다. 즉, 제1 코팅 구조 또는 제2 코팅 구조로 구비될 수 있으며, 나아가 제1 코팅 구조 및 제2 코팅 구조가 모두 구비될 수도 있다.
- [0069] 본 발명에 있어서, 복수의 필러 전극(210)은 동일한 전극 높이(He)로 구비되는 실시예가 가능하다. 또한, 복수의 필러 전극(210)은 전극 구조체(200)의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이가 감소하도록 구비되는 실시예도 가능하다(도 10 참조). 나아가 전극 높이가 증가하는 실시예도 가능하다.
- [0071] 본 발명에 따른 제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면(212) 코팅 높이(Hc)는 전극 높이(He)와 동일한 실시예가 가능하다(도 5, 6, 7 등 참조). 이러한 실시예의 경우, 필러 전극의 상면(213)에는 비전도성 물질이 코팅되지 않게 된다.
- [0073] 한편, 본 발명에 따른 제1 코팅 구조에서, 필러 전극의 측면(212) 코팅 높이(Hc)는 전극 높이(He)보다 낮은 실시예도 가능하다(도 8 참조). 이러한 실시예의 경우, 필러 전극의 상면(213) 및 측면(212)의 상부 일부에는 비전도성 물질이 코팅되지 않게 된다.
- [0075] 본 발명에 따른 제1 코팅 구조에서, 복수의 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면(212) 코팅 높이(Hc)는 점차 감소되는 실시예가 가능하다(도 11 참조). 이러한 실시예의 경우, 필러 전극의 전극 높이(He)가 동일하여도, 코팅 높이(Hc)가 감소함에 따라서, 비전도성 물질이 코팅되지 않는 측면(212)의 상부 영역이 더 확대되게 된다. 한편, 코팅 높이가 증가하는 실시예도 가능하다.
- [0077] 본 발명에 따른 제1 코팅 구조에서, 코팅되는 필러 전극(210)은 전극 구조체의 최외측에 배치된 필러 전극들이며, 최외측에 배치된 각 필러 전극에서 외부 방향으로 배치된 측면(212)에 비전도성 물질(300)이 코팅되는 실시예가 가능하다(도 9 참조).
- [0079] 또한, 본 발명에 따른 전극 구조체(200)는 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비될 수 있다.
- [0081] 한편, 본 발명에 따른 필러 전극의 형상은 직육면체, 정육면체 등의 다면체 형상, 원기둥 형상, 원뿔 형상 등 다양한 형상으로 구비될 수 있다.
- [0083] 본 발명에 있어서, 전극 구조체(200)의 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극(210\_E)에 전압이 인가되며, 전압이 인가된 각 필러 전극(210\_E)은 상호 이격되는 실시예가 가능하다.

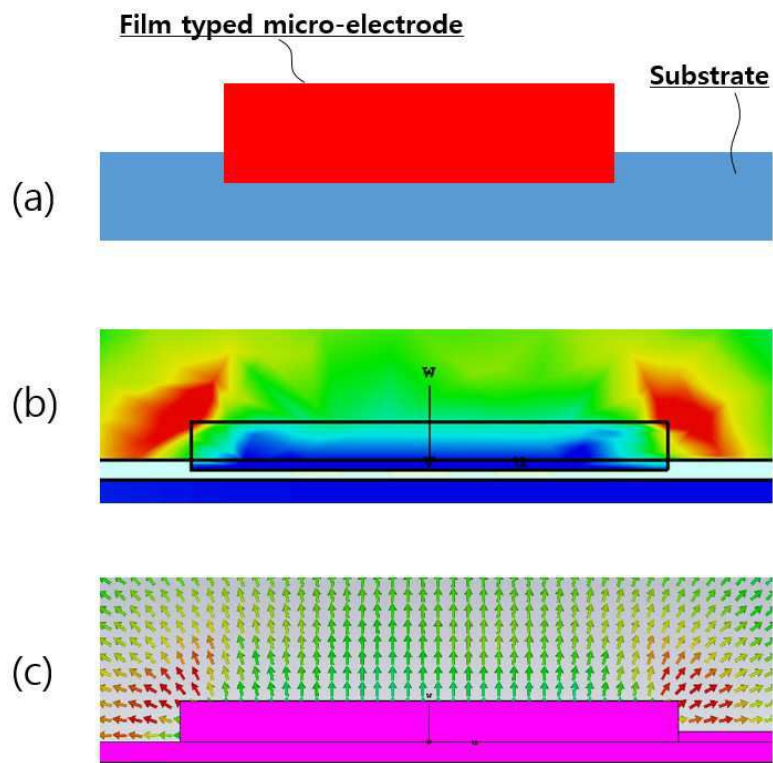
- [0084] 이러한 실시예의 경우, 전압이 인가된 각 필러 전극(210\_E)의 하면 및 측면에는 비전도성 물질(300)이 코팅되는 것이 가능하다.
- [0086] 본 발명에 있어서, 전극 구조체(200)는 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비되며, 기 설정된 필러 전극군(210-Group)에 속한 필러 전극(210-E)에 전압이 인가될 수 있다.
- [0087] 이러한 실시예의 경우, 전압이 인가되는 각 필러 전극(210\_E)의 하면 및 측면에는 비전도성 물질(300)이 코팅될 수 있다.
- [0090] 이하에서는 도면을 참고하여 다시 한번 본 발명의 특징을 설명하고자 한다.
- [0091] 도 4a는 기관의 상면 및 필러 전극의 하면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 4b는 도 4a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0092] 도 4에는 필러 전극 하면에 비전도성 물질을 코팅한 전극 형상 및 필드분포 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 비전도성 물질을 코팅하지 않은 도 3의 실시예에 비해, 전극 중앙부분에 위치한 필러 형상에서도 일부 필드가 형성되고 있음을 볼 수 있다. 동물이나 인체 내부는 전기전도도가 있는 물질로 이루어져 있고, 이에 따라 전극 중 일부를 비전도성 물질을 코팅함으로써 원하는 방향으로의 필드 형성을 유도할 수 있기 때문이다.
- [0094] 도 5a는 필러 전극의 측면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 5b는 도 5a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0095] 도 5에는 필러 상면을 제외한 표면을 비전도성 물질로 코팅한 결과를 나타내었다. 전술한 도 4 실시예의 결과와 유사하게, 필러 구조의 끝단에서 필드가 형성됨을 알 수 있다. 이와 같이 필러 구조에 비전도성 물질을 코팅하는 것이 필드 형성 위치 및 방향에 중요 역할을 하게 됨을 알 수 있다.
- [0097] 도 6a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅된 실시예를 나타내며, 도 6b는 도 6a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타내며, 도 6c는 도 6a에 따른 실시예의 전기장 필드 방향을 나타낸다.
- [0098] 도 6에는 필러 전극의 하면(211) 및 필러 전극 상면(213)을 제외 표면(측면)(212)에 비전도성 물질을 코팅한 결과를 나타내었다. 도 6에 도시된 바와 같이, 전극 전 영역에 대해 고르게 필드가 분포되고, 이에 따라 원하는 부위에 필드를 집중시킬 수 있음을 볼 수 있다. 전기장 필드 방향 벡터(도 6c)를 보면, 도 2의 필름형태 전극 실시예와는 다르게, 필러 전극의 상부 방향으로 필드 벡터가 강하게 형성됨을 볼 수 있다. 각 필러 전극 들의 측면 간에는 약한 필드 벡터가 나타나고 있다. 이로써 필름 구조의 전극과는 다르게 필러 구조의 전극에서는 각 필러 전극 서로 간의 간섭 및 보강 효과가 나타나고, 이로 인해 필름 전극 구조와는 달리 넓은 영역에 걸쳐 전기장 필드가 형성됨을 알 수 있다. 따라서 이와 같은 방법으로 원하는 영역에 에너지 필드를 형성시킴으로써 필드를 조절할 수 있다.
- [0100] 도 7a는 도 6a의 실시예보다 필러 전극의 간격이 넓은 실시예를 나타내며, 도 7b는 도 7a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0101] 도 7에는 도 6과 같은 구조를 형성하되, 필러 전극 간의 간격을 넓힌 구조를 나타내었다. 이러한 실시예 역시 필러 전극의 상면에서 에너지 필드가 잘 형성됨을 볼 수 있다. 따라서 필드를 조절하는 변수로 필러 전극의 간격이나 형상을 활용할 수 있게 되는 것이다.
- [0103] 도 8a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 전극 높이(He)보다 낮은 실시예를 나타내며, 도 8b는 도 8a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0104] 도 8의 실시예는 도 6의 실시예와 같은 구조에서, 필러 전극의 측면(212) 코팅 영역을 일부 노출시킨 것이다. 이를 통해 각각의 필러 전극 구조에 필드가 형성되는 형상이 변경되는 것을 볼 수 있다. 이와 같이, 비전도성 물질의 코팅 영역도 필드를 조절하는 변수가 됨을 확인할 수 있다.
- [0106] 도 9a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 최외측에 배치된 각 필러 전극에서 외부 방향으로 배치된 측면(212)에 비전도성 물질이 코팅되는 실시예를 나타내며, 도 9b는 도 9a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0107] 도 9의 실시예는 필러 전극의 측면(212)의 한쪽 일부분 만을 비전도성 물질로 코팅한 것으로, 이러한 코팅 영역

조절을 통해 에너지 필드분포를 변화시킬 수 있게 됨을 알 수 있다.

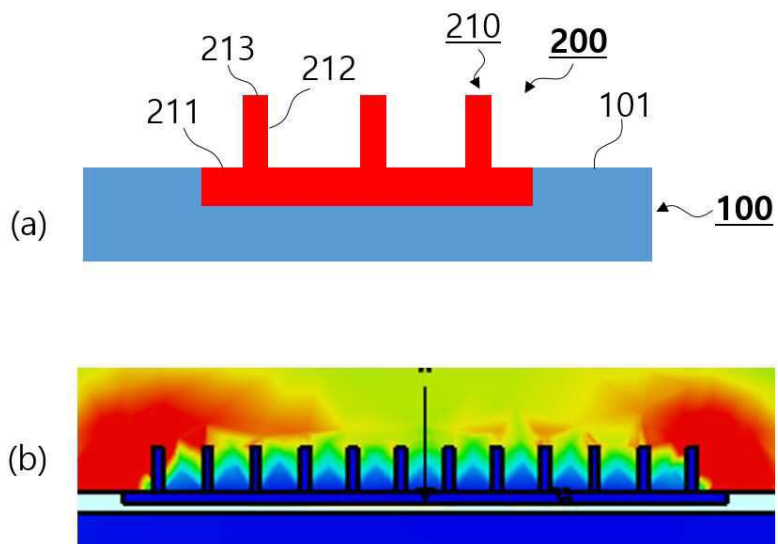
- [0108] 본 발명에 따른 전극 구조체(200)는 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비될 수 있다.
- [0109] 도 10a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 전극 구조체의 내부 방향으로 갈수록 전극 높이(He)가 감소되는 실시예를 나타내며, 도 10b는 도 10a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0110] 도 10의 실시예는 필러 구조 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질을 코팅하되, 도 6의 실시예와는 다르게, 일부 구간에서 필러 전극의 높이를 다르게 한 결과를 나타내었다. 전극 높이(He)에 따라 전기장 필드분포가 다양하게 변하여 조절할 수 있음을 볼 수 있다.
- [0112] 도 11a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 필러 전극의 내부 방향으로 갈수록, 필러 전극의 측면 코팅 높이(Hc)는 점차 감소되는 실시예를 나타내며, 도 11b는 도 11a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0113] 도 11에는 필러 전극의 높이는 동일하되, 각 필러 전극에 형성된 비전도성 물질의 코팅 높이(Hc)를 변경시킨 결과를 나타내었다. 도시된 바와 같이, 동일한 전극 높이(He)에서도 비전도성 물질의 코팅 높이(Hc)를 변화시킴으로써, 도 6의 실시예 대비 더 넓은 영역에서 고른 전기장 필드분포를 얻을 수 있음을 알 수 있다.
- [0115] 도 12a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면 및 측면에 비전도성 물질이 코팅되되, 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극(210\_E)에만 전기가 공급되며, 전기가 공급되는 각 필러 전극(210\_E)은 상호 이격된 실시예를 나타내며, 도 12b는 도 12a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0116] 도 12의 실시예는 도 6의 실시예와 같이, 필러 전극의 하면 및 필러 전극의 측면에 비전도성 물질을 코팅한 전극구조를 형성한다. 다수의 필러 전극들 중 일부의 필러 전극에만(도 12a의 경우 1개의 필러 전극) 전압을 인가하는 경우의 단면도 및 전기장 필드분포를 나타내었다. 도 6의 실시예와 달리 1개의 필러 전극에만 전기 에너지가 피딩(feeding)되었기 때문에, 전압이 인가된 부분에서만 전기장이 형성됨을 볼 수 있다. 따라서 이와 같이 어느 필러 전극에 전압을 인가하느냐에 따라 전기장 분포를 조절할 수 있음을 알 수 있다.
- [0117] 또한, 더욱 중요한 사항은, 전압이 인가된 필러 전극의 주위에는 전기장이 집중되는 효과를 얻을 수 있는 것이다. 이를 통해, 전기장 분포조절 뿐만 아니라 전기장의 세기를 획기적으로 높일 수 있다는 것이다.
- [0118] 도 6에 따른 실시예의 경우 각 필러 전극들 주위에 형성되는 전기장 세기가 약 4,000 V/m 이었다. 반면에, 1개의 필러 전극에만 전압을 인가한 도 12에 따른 실시예의 경우, 전기장 세기가 약 40,000 V/m 로 10배 정도로 전기장 세기가 증가함을 알 수 있다. 따라서, 전압을 인가하는 필러 전극의 개수와 배치위치와 세기 등을 조절함으로써 에너지를 집중시킬 수 있다.
- [0120] 도 13a는 기관의 상면과 필러 전극의 하면에 비전도성 물질이 코팅되되, 복수의 필러 전극 중에서 기 설정된 필러 전극(210\_E)에만 전기가 공급되며, 전기가 공급되는 각 필러 전극(210\_E)은 상호 이격된 실시예를 나타내며, 도 13b는 도 13a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타낸다.
- [0121] 도 13의 실시예는 도 4의 실시예와 같이, 필러 전극 하면에 비전도성 물질을 코팅한 전극 구조를 형성하고, 도 12의 실시예와 같이 다수의 필러 전극들 중 1개의 필러 전극에만 전압을 인가한 경우의 단면도 및 전기장 필드 분포를 나타내었다. 이 경우 전압이 인가된 전극 주위에서만 전기장 에너지가 집중하여 분포하고 있음을 볼 수 있다.
- [0122] 그리고, 도 4의 실시예에서는 중심에 위치한 필러 전극 쪽에서는 모서리(외곽)에 위치한 필러 전극 쪽 보다 낮은 전기장 분포를 나타내고 있고, 그 값은 약 700 V/m 정도 이었다.
- [0123] 그러나, 도 13의 실시예의 경우에는 전압이 인가된 필러 전극의 주위에 20,000 V/m 정도의 전기장이 형성되어 중심 위치의 경우 약 30배 크기로 전기장이 집중되는 효과를 얻을 수 있게 된다.
- [0125] 도 14a는 전극 구조체(200)가 인접한 필러 전극들로 이루어진 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비되며, 기 설정된 필러 전극군(210-Group)에 속한 필러 전극(210-E)에 전기가 공급되는 실시예를 나타내며, 도 14b는 도 14a에 따른 실시예의 전기장 필드 분포를 나타내며, 도 14c는 복수의 필러 전극군(210-Group)들이 상호 이격되도록 구비된 것을 나타낸다.



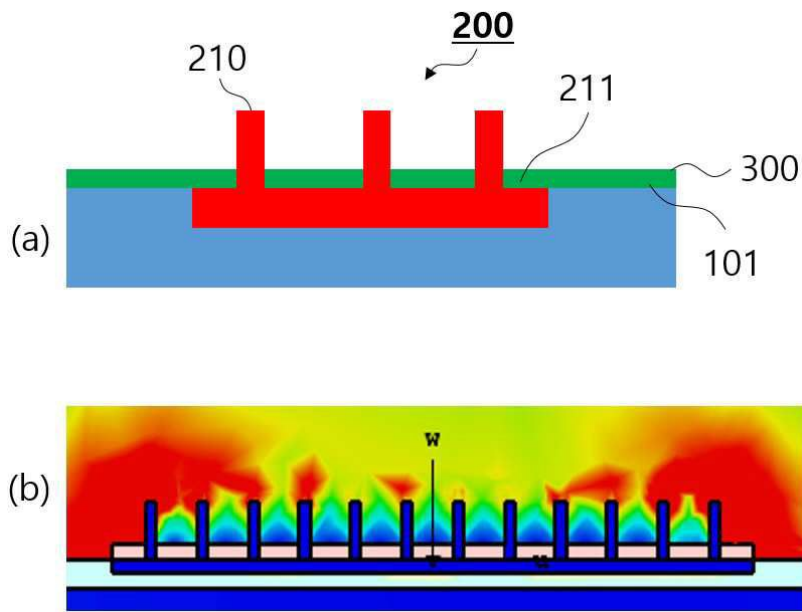
도면2



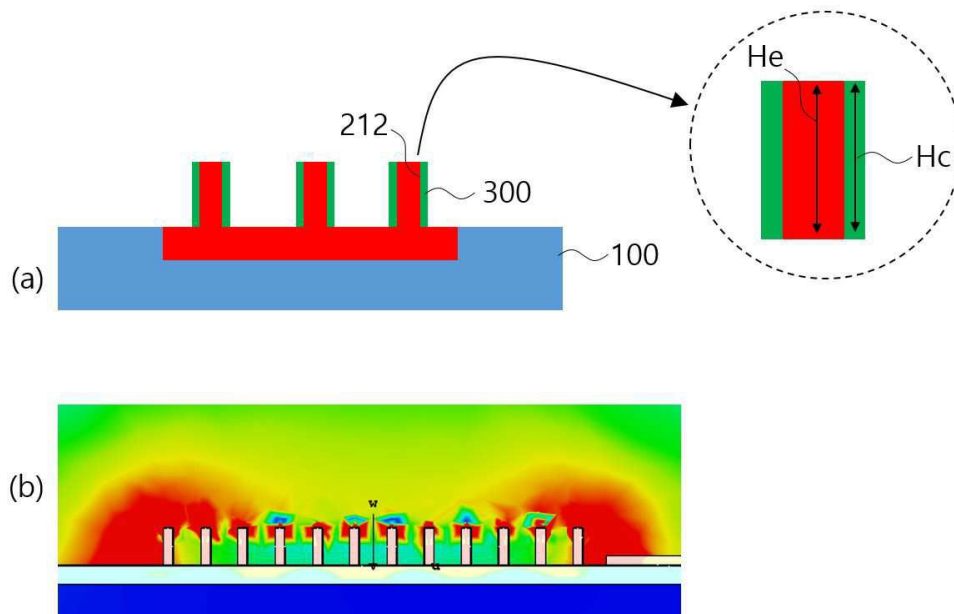
도면3



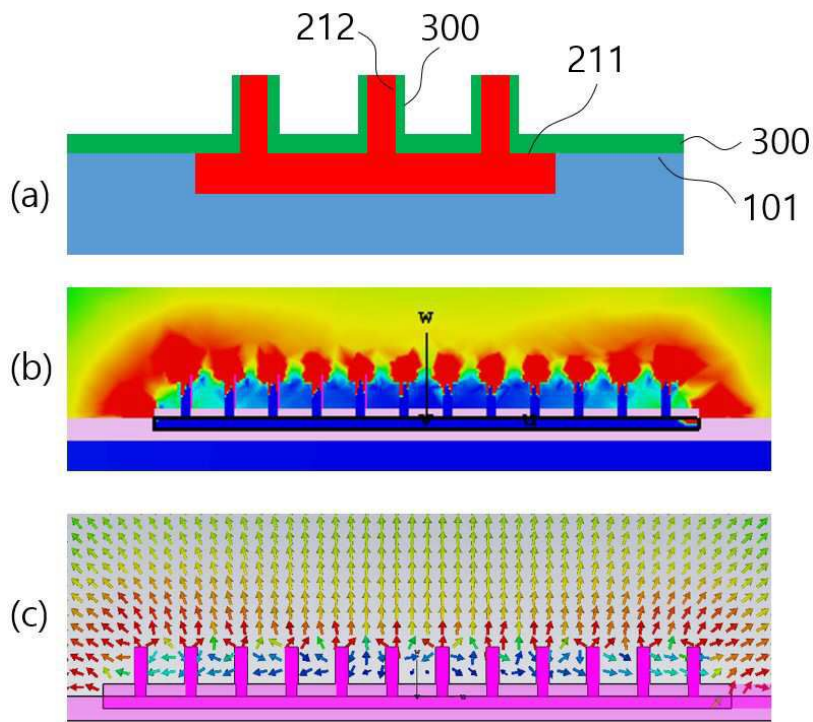
도면4



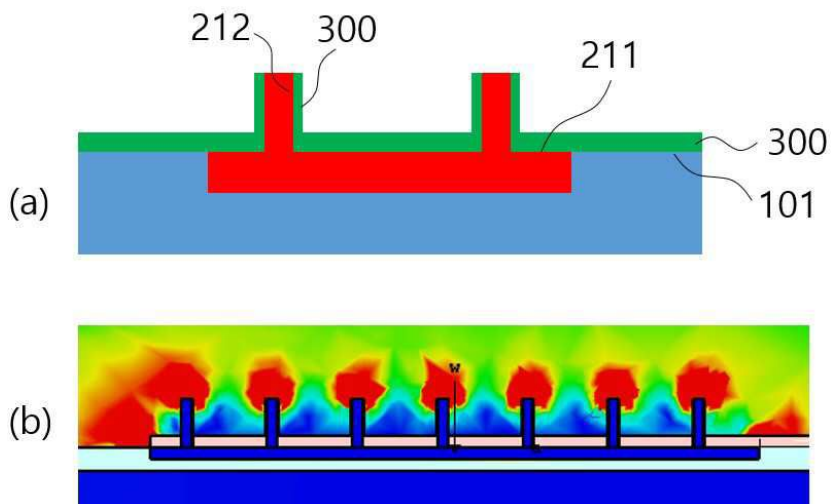
도면5



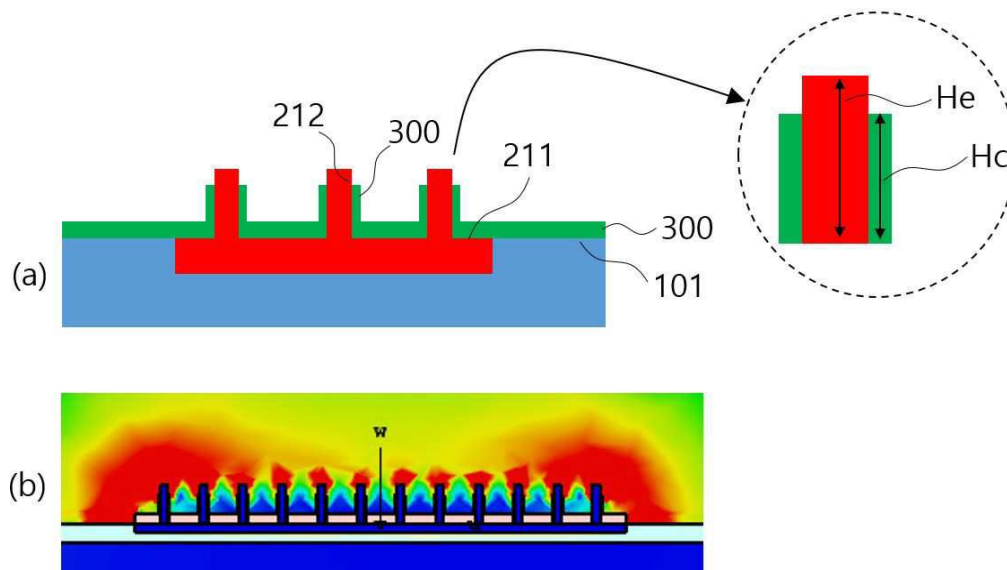
도면6



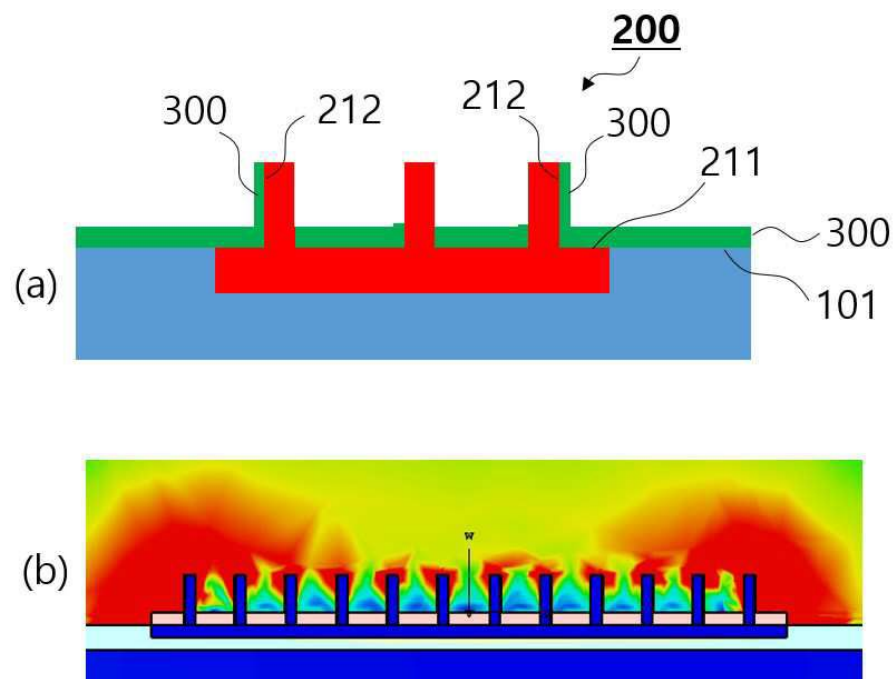
도면7



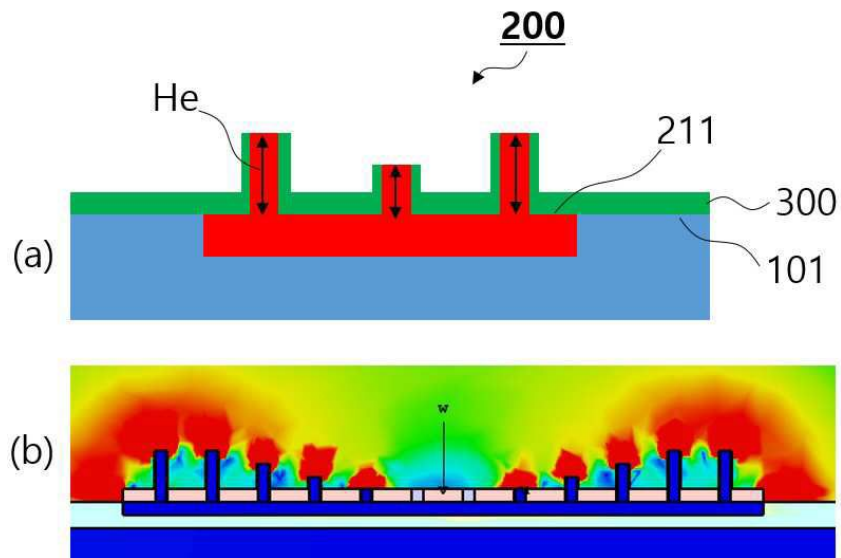
도면8



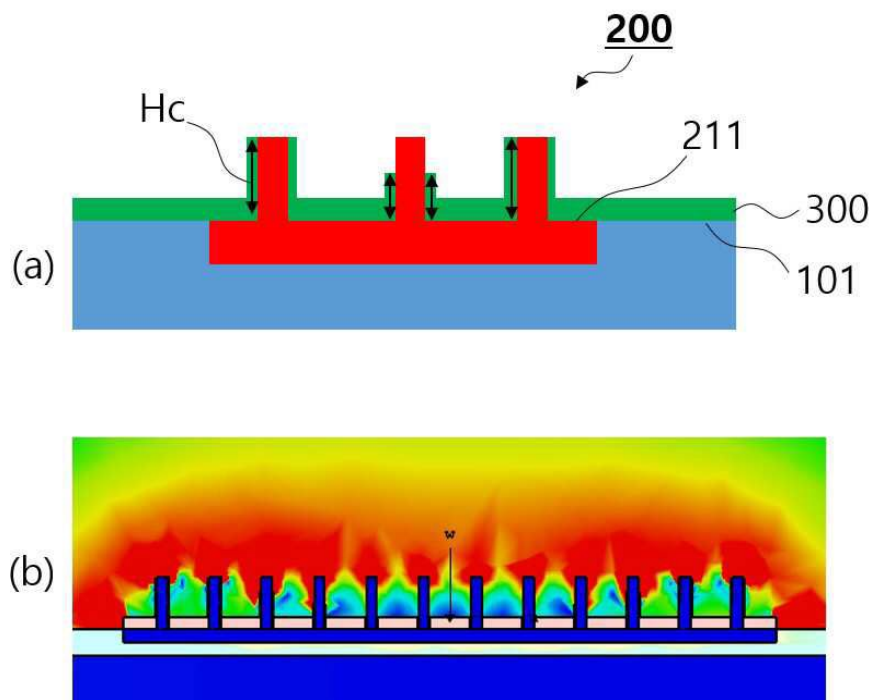
도면9



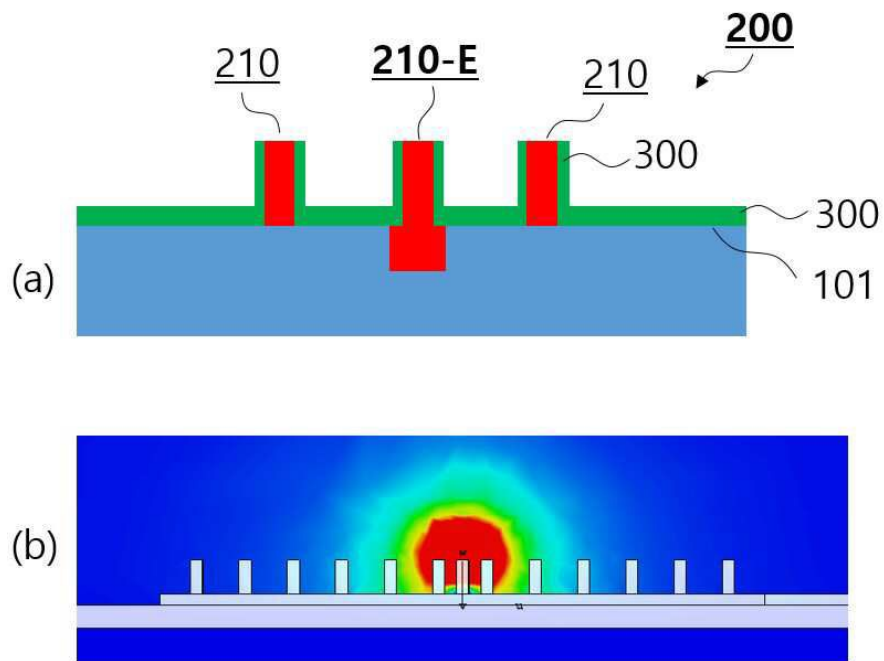
도면10



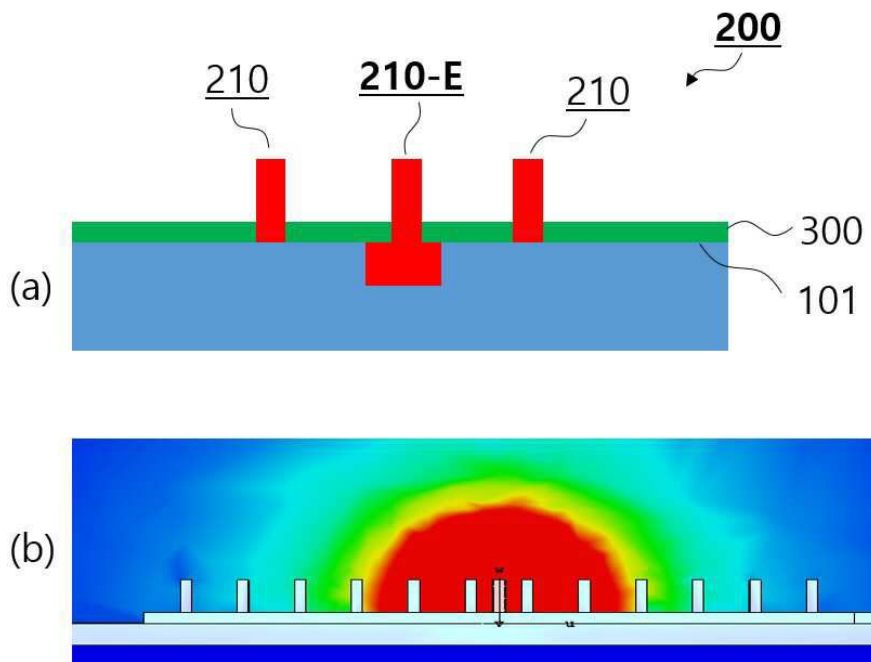
도면11



도면12



도면13



도면14

