



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0108563
(43) 공개일자 2021년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 5/22 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
G01L 1/16 (2006.01) G01L 1/18 (2006.01)
H01B 1/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 5/228 (2013.01)
B25J 13/084 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0023298
(22) 출원일자 2020년02월26일
심사청구일자 2020년02월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
한창수
서울특별시 용산구 이촌로 347, 16동 203호(서빙고동, 신동아아파트)
전경용
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가)
(74) 대리인
김연권

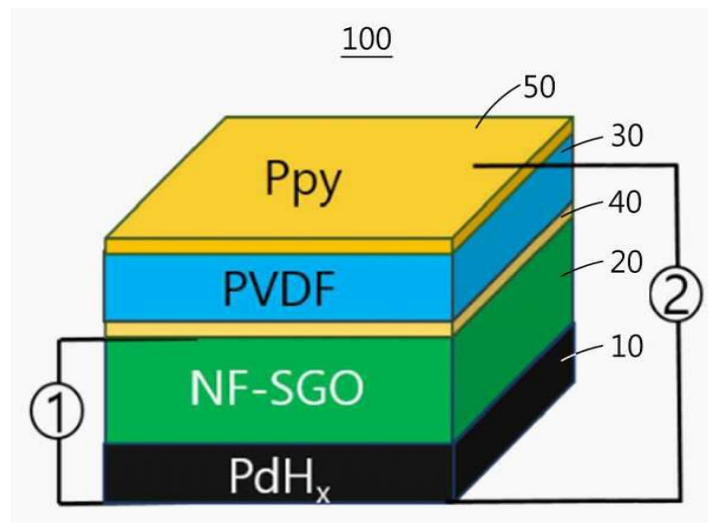
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 양성자 이송을 이용한 센서장치

(57) 요약

개시된 본 발명에 의한 양성자 이송을 이용한 센서장치는, 외부 압력에 의해 양성자(Proton)을 생성하는 양성자부, 양성자부에 적층되어 양성자부로부터 전달받은 양성자를 이송시키는 이송부, 이송부에 적층되어 외부 압력이 인가되면 분극을 발생시키는 압전부, 압전부의 일측과 이송부 사이에 마련되는 제1전극부 및, 압전부의 타측에 마련되는 제2전극부를 포함한다. 이러한 구성에 의하면, 인체의 촉각 센서의 비선형성을 모방할 수 있어, 광대역에서의 선택적인 센싱이 가능해진다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01L 1/16 (2013.01)

G01L 1/18 (2013.01)

H01B 1/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083217
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)중견연구자-도약(후속)
연구과제명	기계적수용기와 이온채널이 결합된 생체감각기관의 공학적 모사 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

외부 압력에 의해 양성자(Proton)을 생성하는 양성자부;
 상기 양성자부에 적층되어, 상기 양성자부로부터 전달받은 양성자를 이송시키는 이송부;
 상기 이송부에 적층되어, 외부 압력이 인가되면 분극을 외부 압력에 의해 양성자(Proton)을 생성하는 양성자부;
 상기 양성자부에 적층되어, 상기 양성자부로부터 전달받은 양성자를 이송시키는 이송부;
 상기 이송부에 적층되어, 외부 압력이 인가되면 분극을 발생시키는 압전부;
 상기 압전부의 일측과 이송부 사이에 마련되는 제1전극부; 및
 상기 압전부의 타측에 마련되는 제2전극부;
 를 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치. 발생시키는 압전부;
 상기 압전부의 일측과 이송부 사이에 마련되는 제1전극부; 및
 상기 압전부의 타측에 마련되는 제2전극부;
 를 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 양성자부는 양성자 발생 전극을 포함하고,
 상기 이송부는 상기 양성자를 이송할 수 있는 고체 전해질을 포함하며,
 상기 압전부는 피에조 전극 물질을 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 양성자부는 팔라듐(palladium, Pd)을 화학적으로 수소화 처리하여 전환시킨 수소화 팔라듐(PdHx)물질을 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 이송부는 내피온(Nafion, NF)과 술폰화 그래핀 옥사이드(Sulfonated Graphene Oxide, SGO)가 상호 혼합된 NF-SGO 전해질을 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 압전부는 PDVF(Polyvinylidene fluoride)를 포함하는 피에조 물질을 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 제1 및 제2전극부는 폴리피롤(Polypyrrol), 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하여 상기 압

전부의 양면에 코팅되며, 각각 상기 양성자부와 전기적으로 연결되는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 이송부의 일면에 상기 양성자부 코팅되며,

상기 이송부의 타면에 상기 제1 및 제2전극부가 양면에 코팅된 상기 압전부가 적층되는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 8

양성자(Proton)을 생성하는 양성자부;

상기 양성자부로부터 발생된 상기 양성자를 이송시키는 고체 전해질을 포함하는 이송부;

외부 압력이 인가되면, 분극을 발생시키는 압전부; 및

상기 압전부의 양면에 각각 코팅되며, 각각 상기 양성자부와 전기적으로 연결 가능한 제1 및 제2전극부;를 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 양성자부는 팔라듐(palladium, Pd)을 화학적으로 수소화 처리하여 전환시킨 수소화 팔라듐(PdHx)물질을 포함하는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 이송부는 내피온(Nafion, NF)과 술폰화 그래핀 옥사이드(Sulfonated Graphene Oxide, SGO)가 상호 혼합된 NF-SGO 전해질을 포함하며, 상기 양성자부가 일측에 코팅되는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 압전부는 PDVF(Polyvinylidene fluoride)를 포함하는 피에조 물질을 포함하며,

상기 제1 및 제2전극부는 폴리피롤(Polypyrrol), 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하여 상기 압전부의 양면에 코팅되는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 이송부의 일면에 상기 양성자부 코팅되며, 타면에는 상기 제1 및 제2전극부가 양면에 코팅된 상기 압전부가 적층되는 양성자 이송을 이용한 센서장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 센서장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 인체의 피부에서 발현되는 센싱 민감도를 양성자 이송을 통해 구현하여 광대역에서의 선택적인 센싱이 가능한 양성자 이송을 이용한 센서장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인간의 감각 정보는 매우 복잡하고 효율적인 방법으로 뇌에 전달되며, 신체의 다양한 감각 수용체에서 생성된 수용체의 잠재력이 축색을 통해 활동 전위로 변환된다. 이 경우, 이온 채널은 채널 속에 존재하는 칼륨,

나트륨, 염화물과 같은 다양한 이온의 수송에 의한 잠재적인 변화로 인해, 생물학적 신호를 생성하는 중요 인자이다.

[0003] 인체에 존재하는 생체 센서는 이온의 이송을 통한 포텐셜(Potential) 차이로 신호를 발생시키는 이온 채널이 주로 채택된다. 이러한 이온 채널의 이온 이송 매커니즘은 매우 효율적이나, 선택적이라는 한계를 가진다. 참고로, 촉각 센서의 경우, 광대역의 범위에서 각기 다른 수용체(mechanoreceptor)들이 선택적인 주파수에서 매우 예민한 반응을 나타낸다. 또한, 각기 다른 수용체들은 각각 반응의 크기도 상이함으로써, 광대역 센싱이 가능하다.

[0004] 한편, 일반적인 전기전자 기반의 센서들은 생체 센서의 비선형적인 특성(웨버의 법칙)을 아직까지 구현하지 못하는 한계를 가진다. 이러한 비선형적인 특성은 광대역에서 선택적인 센싱 능력에 매우 중요 인자임에 따라, 근래에는 생체센서의 장점을 센서에 적용하여 성능을 향상시키기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 추세이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1684918호(등록일: 2016년 12월 05일)
(특허문헌 0002) 일본 등록특허공보 제4522130호(등록일: 2010년 06월 04일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 양성자 이송을 통해 촉각 센서의 비선형적인 주파수 특성을 구현하여 광대역에서 선택적인 센싱이 가능한 양성자 이송을 이용한 센서장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 양성자 이송을 이용한 센서장치는, 외부 압력에 의해 양성자(Proton)을 생성하는 양성자부, 상기 양성자부에 적층되어, 상기 양성자부로부터 전달받은 양성자를 이송시키는 이송부, 상기 이송부에 적층되어, 외부 압력이 인가되면 분극을 발생시키는 압전부, 상기 압전부의 일측과 이송부 사이에 마련되는 제1전극부 및, 상기 압전부의 타측에 마련되는 제2전극부를 포함한다.

[0008] 또한, 상기 양성자부는 양성자 발생 전극을 포함하고, 상기 이송부는 상기 양성자를 이송할 수 있는 고체 전해질을 포함하며, 상기 압전부는 피에조 전극 물질을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 양성자부는 팔라듐(palladium, Pd)을 화학적으로 수소화 처리하여 전환시킨 수소화 팔라듐(PdHx) 물질을 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 이송부는 내피온(Nafion, NF)과 술폰화 그래핀 옥사이드(Sulfonated Graphene Oxide, SGO)가 상호 혼합된 NF-SGO 전해질을 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 압전부는 PDVF(Polyvinylidene fluoride)를 포함하는 피에조 물질을 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제1 및 제2전극부는 폴리피롤(Polypyrrol), 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하여 상기 압전부의 양면에 코팅되며, 각각 상기 양성자부와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 이송부의 일면에 상기 양성자부 코팅되며, 상기 이송부의 타면에 상기 제1 및 제2전극부가 양면에 코팅된 상기 압전부가 적층될 수 있다.

[0014] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 양성자 이송을 이용한 센서장치는, 양성자(Proton)을 생성하는 양성자부, 상기 양성자부로부터 발생된 양성자를 이송시키는 고체 전해질을 포함하는 이송부, 외부 압력이 인가되면, 분극을 발생시키는 압전부 및, 상기 압전부의 양면에 각각 코팅되며, 각각 상기 양성자부와 전기적으로 연결 가능한 제1 및 제2전극부를 포함한다.

[0015] 또한, 상기 양성자부는 팔라듐(palladium, Pd)을 화학적으로 수소화 처리하여 전환시킨 수소화 팔라듐(PdHx)물

질을 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 이송부는 내피온(Nafion, NF)과 술폰화 그래핀 옥사이드(Sulfonated Graphene Oxide, SGO)가 상호 혼합된 NF-SGO 전해질을 포함하며, 상기 양성자부가 일측에 코팅될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 압전부는 PDVF(Polyvinylidene fluoride)를 포함하는 피에조 물질을 포함하며, 상기 제1 및 제2전극부는 폴리피롤(Polypyrrol), 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하여 상기 압전부의 양면에 코팅될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 이송부의 일면에 상기 양성자부 코팅되며, 타면에는 상기 제1 및 제2전극부가 양면에 코팅된 상기 압전부가 적층될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 외부 자극이 인가되면 활성화되는 양성자 이송을 통한 비선형적인 신호 주파수를 구현시킬 수 있음에 따라, 인간의 촉각 센싱을 위한 기계적 수용체를 모방할 수 있다.

[0020] 둘째, 비선형적인 신호 감도를 통해 광대역에서의 선택적인 센싱이 가능해져, 인간의 행동을 가정하고 결정하는데 활용될 수 있다.

[0021] 셋째, 기존의 액체 전해질 대신 고체의 젤 형태의 이송부를 이용하여 양성자를 이송함으로써, 외부의 환경 변화에 안정적으로 양성자를 이송시킬 수 있다.

[0022] 넷째, 양성자부가 외부로부터 인가되는 압력에 따라 분극을 발생시켜 자가 구동이 가능함에 따라, 낮은 구동전력 또는 무전원 환경에서도 사용될 수 있어 사용성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 양성자 이송을 이용한 센서장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 일반적인 인체의 생체 촉각센서를 설명하기 위해 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3의 (a) 및 (b)는 도 2에 도시된 생체 촉각센서의 주파수에 따른 임계 강도를 도 1에 도시된 센서장치와 비교한 그래프이다.

도 3의 (c)는 도 1에 도시된 센서장치를 SEM으로 촬영한 이미지를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 (a) 및 (b)는 이송부의 SGO의 혼합 비율에 따른 양성자의 이송도를 비교하기 위해 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 4의 (c) 및 (d)는 압력 인가에 따른 센싱 특징을 설명하기 위해 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 5의 (a)는 도 1에 도시된 센서장치가 세라믹 버저에 장착된 상태를 개략적으로 도시한 도면이고, (b)는 센서장치를 사용한 신호 측정을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6의 (a) 및 (b)는 SGO 함량에 따라 측정되는 주파수에 대한 압전극 표면에서의 전위차를 개략적으로 비교한 그래프이다.

도 6의 (C)는 도 1에 도시된 센서장치의 주파수 변화에 따른 강도 변화를 개략적으로 도시한 그래프이다.

도 6의 (d)는 일반적인 이온 채널에서의 이온 이송 매커니즘을 개략적으로 도시한 도면이고, (e)는 도 1에 도시된 센서장치(100)의 이송부(20)에서의 양성자 이송 매커니즘을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6의 (f)는 이송부의 SGO 함량에 따라 양성자 전도도에 따른 최대 주파수를 개략적으로 도시한 그래프이다. 그리고,

도 7의 (a) 내지 (e)는 도 1에 도시된 센서장치를 인체에 적용한 센싱한 데이터를 개략적으로 도시한 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 설명한다. 다만, 본 발명의 사상이 그와 같은 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 사상은 실시예를 이루는 구성요소의 부가, 변경 및 삭제 등에 의해서 다르

게 제안될 수 있을 것이나, 이 또한 발명의 사상에 포함되는 것이다.

- [0025] 도 1을 참고하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 센서장치(100)는 양성자부(10), 이송부(20), 압전부(30), 제1전극부(40) 및 제2전극부(50)를 포함한다.
- [0026] 참고로, 본 발명에서 설명하는 센서장치(100)는 인체에 부착되어 광대역에서 선택적인 센싱이 가능한 생체 센서인 것으로 도시 및 예시하나, 꼭 이에 한정되지 않음은 당연하다.
- [0027] 양성자부(10)는 외부 압력에 의해 양성자(Proton)를 발생시키는 일종의 양성자 주입 전극(Proton injection electrode, PIE)이다. 이러한 양성자부(10)는 양성자 발생 전극 중 하나인 팔라듐(palladium, Pd)을 화학적으로 수소화 처리하여 전환시킨 수소화 팔라듐(PdHx)물질을 포함한다. 참고로, 양성자부(10)는 후술할 압전부(30)로부터 인가되는 전압으로부터 양성자를 발생시키며, 이는 보다 자세히 후술한다.
- [0028] 이송부(20)는 양성자부(10)에 적층되어, 양성자부(10)로부터 전달받은 양성자를 이송시킨다. 이러한 이송부(20)는 일종의 고체 전해질로 마련됨으로써, 양성자부(10)로부터 발생된 양성자를 이송함에 있어 보다 안정적이다. 즉, 이송부(20)는 기존의 액체 전해질의 누수와 같은 기존의 문제점을 개선할 수 있으며, 환경 변화에 보다 안정적으로 양성자를 이송할 수 있도록 고체 전해질로 마련된다.
- [0029] 이를 위해, 이송부(20)는 내피온(Nafion) 용액에 술폰화 그래핀 옥사이드(Sulfonated Graphene Oxide, SGO)를 첨가하여 혼합함으로써, 마련되는 고체 전해질일 수 있다. 이러한 이송부(20)는 양성자부(10)의 상면에 일종의 필름 형상을 가지고 적층됨이 좋다.
- [0030] 참고로, 양성자부(10)는 이송부(20)의 표면에 시트(Sheet)와 같은 형상으로 코팅되어 마련될 수 있다.
- [0031] 압전부(30)는 이송부(20)에 적층되어, 외부로부터 압력이 인가되면 분극을 발생시킨다. 이러한 압전부(30)는 외부로부터 압력이 인가되면 표면에서 분극이 발생하여 전위차를 발생시켜 소스 전력을 생성한다. 그로 인해, 본 발명에 의한 센서장치(100)는 압전부(30)에 의해 자가 발전이 가능하며, 저전력 또는 무전력과 같은 다양한 환경에서도 적용될 수 있다.
- [0032] 또한, 압전부(30)는 압력 인가에 의해, 일측으로 포텐셜(Potential) 변화를 발생시키고 타측으로는 전자를 전달시킨다. 이러한 압전부(30)는 피에조 전극 물질이 사용될 수 있으며, 본 실시예에서는 PDVF(Polyvinylidene fluoride) 물질을 포함하는 것으로 도시 및 예시한다.
- [0033] 제1전극부(40)는 압전부(30)의 일측과 이송부(20)의 사이에 마련된다. 이러한 제1전극부(40)는 압전부(30)와 이송부(20) 사이에서, 압전부(30)의 일측으로부터 전달된 포텐셜 변화에 따른 전극을 발생시킨다. 이를 위해, 제1전극부(40)는 전기가 통하는 플라스틱 중 하나인 폴리피롤(Polypyrrol) 물질을 포함하여, 압전부(30)의 일면에 코팅될 수 있다. 그러나, 꼭 이에 한정되지 않으며, 제1전극부(40)는 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하는 것으로 변형 가능하다.
- [0034] 제2전극부(50)는 압전부(30)의 타측에 마련되어, 압전부(30)의 분극에 의해 발생된 전자를 인가받는다. 이러한 제2전극부(50)는 제1전극부(40)와 마찬가지로, 폴리피롤(Polypyrrol), 금(Au) 및 백금(Pt)을 포함하는 전극 물질을 포함하여 압전부(30)의 타면에 코팅된다.
- [0035] 그로 인해, 압전부(30)를 사이에 두고, 압전부(30)의 일면과 타면에 동일한 물질로 마련된 제1 및 제2전극부(40)(50)가 각각 적층되도록 코팅된다. 이때, 외부로부터 압력이 압전부(30)로 인가되면, 전압차에 의해 전자가 발생됨으로써 제1 및 제2전극부(40)(50)로 전달되게 된다.
- [0036] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에서 설명하는 센서장치(100)는 다음과 같은 순서로 제조될 수 있다.
- [0037] 우선, NF-SGO를 포함하는 고체 전해질인 이송부(20)의 일면에 화학적으로 수소화된 수소화 팔라듐(PdHx)를 포함하는 양성자부(10)를 코팅하여 마련한다. 또한, PVDF 물질을 포함하는 압전부(30)의 양면에 폴리피롤 물질로 형성된 제1 및 제2전극부(40)(50)를 각각 코팅하여 마련한다. 그 후, 양성자부(10)가 코팅된 이송부(20)에 제1 및 제2전극부(40)(50)가 코팅된 압전부(30)를 적층함으로써, 최종적으로 본 발명에 의한 센서장치(100)를 제조할 수 있다.
- [0038] 이러한 구성을 가지는 본 발명에 의한 센서장치(100)의 센싱 특성을 보다 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0039] 도 2에는 일반적인 인체 피부(Skin)의 촉각센서를 설명하기 위한 도면이 도시된다. 도 2와 같이 인체의 피부에는 외부로부터 입력되는 압력에 반응하는 Merkel, Meissner, Ruffini 및 Pacinian 등과 같은, 4가지 유형의 생

물학적 기계적 수용체(mechanoreceptors)를 가진다. 이러한 4가지 유형의 기계적 수용체는 각각 상이한 구조 및 재료 특성을 갖지만, 일반적으로 이온 채널을 통한 나트륨 및 칼륨과 같은 이온(Ion)의 이송으로 인한 전위차로 응답 신호를 생성하게 된다.

- [0040] 이러한 응답 신호는 도 3의 (a)와 같이, 각각의 임계값을 가지며, 특정 주파수에서 특히 민감하다. 예컨대, Meissner 및 Pacinian 수용체가 Merkel 및 Ruffini 수용체보다 더 높은 동적 진폭의 임계 강도를 갖는다. 또한, 각각의 기계적 수용체는 가장 반응성이 높은 임계 강도에서 서로 다른 주파수 특성을 가진다(예를 들어, Meissner는 30Hz, Pacinian는 300Hz).
- [0041] 이와 비교하여, 도 1과 같이 마련된 센서장치(100)로 외부 자극이 인가됨에 따라 발생된 전압을 오실로스코프로 측정된 결과가 도 3의 (b)에 도시된다. 도 3의 (b)를 참고하면, 압전부(30)와 이송부(20) 사이에 마련되는 제1전극부(40)와 양성자부(10)를 상호 전기적으로 연결하는 제1전극라인(1) 및, 압전부(30)에 마련된 제2전극부(50)와 양성자부(10)를 상호 전기적으로 연결하는 제2전극라인(2)에 대한 전압을 측정된 결과가 도시된다.
- [0042] 도 3의 (b)와 같이, 이송부(20)의 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 구성에 따라 제1 및 제2전극라인(1)(2)에서 측정된 전압 강도 유형을 상호 비교하면, 도 3의 (a)에 도시된 인체의 기계식 수용체에 의해 생성된 유형과 매우 유사하다. 즉, 본 발명에 의한 센서장치(100)의 전압 강도에 대한 자극 주파수의 곡선은 인체 피부(Skin)의 기계적 수용체의 임계 강도 곡선과 매우 유사하다. 그로 인해, 본 발명에 의한 센서장치(100)에서의 양성자 구동에 따른 수송 성능이 뛰어난에 따라 인체의 비선형 감도를 모방할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0043] 한편, 도 3의 (c)에는 주사 전자 현미경(SEM)에 의해 촬영된 본 발명에 의한 센서장치(100)의 단면 이미지가 도시된다. 도 3의 (c)를 참고하면, 이송부(20)의 평균 두께는 대략 20nm 내외이나, 꼭 이에 한정되지 않는다.
- [0044] 도 4의 (a) 및 (b)는 양성자의 이송을 담당하는 내피온-숄폰화 그래핀 옥사이드 즉, NF-SGO 물질이 혼합된 고체 전해질인 이송부(20)의 특성을 나타내는 그래프들이다. 도 4의 (a) 및 (b)를 참고하면, 양성자의 전도도가 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO)가 대략 12% 혼합되어 있을 경우, 최대치를 보임을 확인할 수 있다.
- [0045] 도 4의 (c) 및 (d)는 외부로부터 압력이 인가될 경우, 양성자를 이송하는 고체 전해질인 이송부(20)의 센싱 특성을 나타낸다. 여기서, 압력 인가시의 전압 변화는 센싱 민감도(Sensitivity)를 의미한다. 또한, 도 4의 (c) 및 (d)에 도시된 그래프에서의 응답 곡선에서의 매우 약한 74Pa에서 초기 응답 속도는 대략 80ms 정도 보임을 확인할 수 있다.
- [0046] 도 5의 (a)에는 본 발명에 의한 센서장치(100)의 강도-주파수 관계를 조사하기 위해, 세라믹 부저(Ceramic buzzer)에 장착된 상태가 개략적으로 도시된다. 또한, 도 5의 (b)에는 센서장치(100)를 사용한 신호 측정을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0047] 도 5의 (b)를 참고하면, 세라믹 부저 위에 센서장치(100)이 놓여진 상태에서, 표준 질량체(Mass proof)에 의해 압력이 가해짐에 따른 전압 변화를 오실로스코프(Oscilloscope)로 측정한다. 이때, 센서장치(100)에는 대략 20g의 표준 질량체에 의해 압력이 인가되는 것으로 예시한다. 또한, 센서장치(100)는 제1 및 제2전극라인(1)(2) 각각에 대한 전압 변화를 오실로스코프로 측정한다. 참고로, 센서장치(100)와 세라믹 부저의 사이에는 함수 발생기(function generator)와 연결되는 지지수단이 마련된다.
- [0048] 도 5의 (b)와 같이, 세라믹 부저에 놓여진 센서장치(100)로부터 측정된 데이터가 도 6에 도시된다.
- [0049] 도 6의 (a)를 참고하면, 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 함량에 따라 측정되는 주파수(frequency)에 대한 압전부(30) 표면에서의 전위차(voltage difference)가 도시된다. 도 6의 (a)에 도시된 그래프는 대략 1Hz 내지 400Hz 범위에서 실시되었으며, 대략 100Hz에서 가장 큰 진폭이 발생됨을 확인할 수 있다. 또한, 도 6의 (a)를 참고하면, 이송부(20)의 구성 성분인 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 함량이 증가함에 따라 전위차도 증가됨을 확인할 수 있다. 이를 통해, SGO의 함량에 따라 이송부(20)의 양성자 이송 능력의 차이가 발생되며, 압전부(30)의 표면에 대한 전하의 축적 및 이동에도 영향을 미침을 확인할 수 있다.
- [0050] 참고로, 20Hz, 50Hz 및 100Hz에서의 신호가 가장 큰 전위차는 각각 SGO 5, SGO 8, SGO 12에서 발생된다.
- [0051] 이와 비교하여, 도 6의 (b)를 참고하면, 주파수에 따른 전압 변화 즉, 압전부(30)와 이송부(20) 사이의 상호 관계가 도시된다. 도 6의 (b)를 참고하면, 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 함량에 따라 각각 상이한 최대 전압 강도를 가진다. 이러한 최대 전압 변화는 도 6의 (a)와 비교하여, 압전부(30)의 경우에 비해 이송부(20)의 숄폰화 그래핀 옥사이드(SGO) 함량을 증가함에 따라 급격히 증가함을 확인할 수 있다.

- [0052] 도 6의 (c)를 참고하면, 주파수 변화에 따른 강도의 변화가 도시된다. 도 6의 (c)와 같이, 강도 변화 패턴은 인간의 피부에 존재하는 Merkel, Ruffini, Meissner 및 Pacinian와 같은 기계적 수용체의 비선형적인 반응과 유사하다. 이를 통해, PVDF 물질을 포함하는 압전부(30)의 표면에서 전압 측정이 수행될 때의 강도 변화는 Merkel 및 Ruffini의 행동을 따르지만, 내피온-술폰화 그래핀 옥사이드(NF-SGO)를 포함하는 이송부(20)의 경우에는 Meissner 및 Pacinian와 매우 유사하다. 이러한 기계적 수용체의 비선형적인 패턴은 이온 또는 양성자의 이송에 따른 생물학적 시스템의 감지 매커니즘에 기인한다.
- [0053] 도 6의 (d)를 참고하면, 일반적인 자극에 의해 생성된 생물학적 신호는 이온 채널에서 나트륨 및 칼륨의 선택적 이고 효율적인 이온 이송으로 인한 전위차로 생성된다. 이와 비교하여, 본 발명은 양성자부(10)로부터 발생된 양성자를 이송시키는 이송부(20)에서의 양성자 이송 매커니즘이 도 6의 (e)에 도시된다. 도 6의 (e)를 참고하면, 양성자는 이송부(20)의 전해질 복합체에서 황(S) 그룹을 통해 이송이 발생되고, 전자는 그래핀 옥사이드의 탄소(C) 원자를 통해 전달된다. 이러한 이송부(20)의 전해질 특성으로 인한 응답 강도는 주파수에 따라 달라질 수 있으며, 이는 인간의 피부의 진폭 임계값 특성과 유사하다.
- [0054] 또한, 이송부(20)의 술폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 함량이 증가할 경우, 술폰화 그래핀 옥사이드(SGO)의 함량에 따른 양성자의 전도도, 최대 강도 및 최대 주파수가 증가함을 도 6의 (f)에 도시된 그래프를 통해 확인할 수 있다. 여기서, 최대 주파수 변동 경향은 제1 및 제2전극라인(1)(2)의 측정시와 유사하지만, 강도 변화는 대조적으로 나타남에 따라, 양성자 전도도에 따른 주파수 영역이나 최대 반응 전도가 각각 상이할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0055] 이상과 같은 센싱 특징을 가지는 본 발명에 의한 센서장치(100)의 센싱 동작을 다시 한번 정리하면, 다음과 같다.
- [0056] 외부 압력이 압전부(30)로 인가되면 분극이 발생됨으로써, 압전부(30)의 일측과 타측에 마련된 제1 및 제2전극부(40)(50)로 전자가 전달된다. 이와 동시에, 양성자부(10)는 양성자를 발생시키며, 발생된 양성자가 고체 전해질인 이송부(20)를 통해 이송되게 된다. 그로 인해, 양성자부(10)와 제1전극부(40)를 연결하는 제1전극라인(1) 그리고, 양성자부(10)와 제2전극부(50)를 연결하는 제2전극라인(2)을 통해 전압이 측정되어, 응답 신호를 발생시키게 된다.
- [0057] 한편, 도 7을 참고하면, 본 발명에 의한 센서장치(100)를 인체에 적용하여 센싱한 데이터가 개략적으로 도시된다. 참고로, 도 7은 센서장치(100)가 인체에 부착된 상태에서 제1 및 제2전극라인(1)(2)의 전압을 측정한 결과이다.
- [0058] 도 7의 (a)에서는 인체의 가슴에 센서장치(100)를 부착하여 호흡 신호를 감지한 결과가 도시된다. 도 7의 (a)를 참고하면, 대략 0.25Hz의 값으로 흡기와 배기 사이의 전압 변화가 센싱된다.
- [0059] 도 7의 (b)에는 맥박 측정을 위해 센서장치(100)가 적용된 결과가 도시된다. 도 7의 (b)에 도시된 그래프와 같이, 센서장치(100)는 인체의 손목에 부착되어, 운동 전 및 후에 따라 각각 서로 다른 수축기 피크를 센싱할 수 있다.
- [0060] 도 7의 (c), (d) 및 (e)는 인체의 목에 센서장치(100)가 부착되어, 기침, 삼킴 및 대화에 따른 신호를 센싱한 결과가 그래프로 도시된다. 도 7의 (c), (d) 및 (e)의 그래프에서와 같이, 센서장치(100)를 통해 각각 다른 인간의 행동에 대한 각기 다른 신호를 센싱할 수 있음에 따라, 다양한 유형의 압력을 매우 상세하게 감지할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0061] 즉, 외부의 물리적 자극이 센서장치(100)에 인가되면, 양성자의 이송을 통해 활성화되는 비선형 주파수 감도를 발생시킴으로써, 센서장치(100)가 인체가 방출하는 자연적, 주기적 및 자발적인 신호 주파수를 수신하여 구별할 수 있다.
- [0062] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

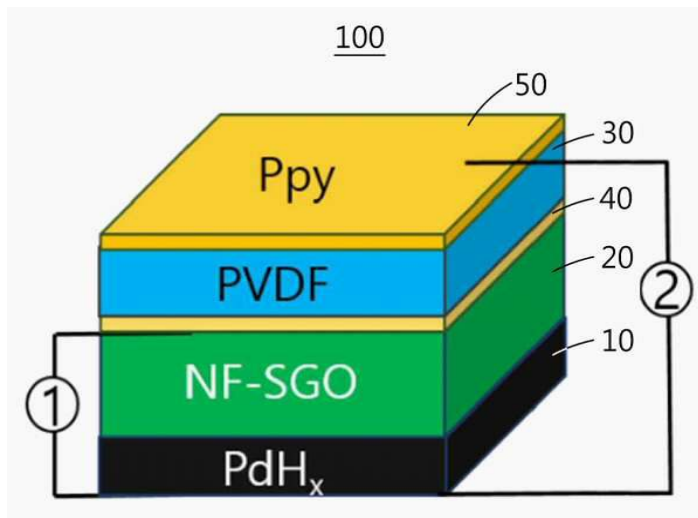
부호의 설명

- [0063] 100: 센서장치
10: 양성자부

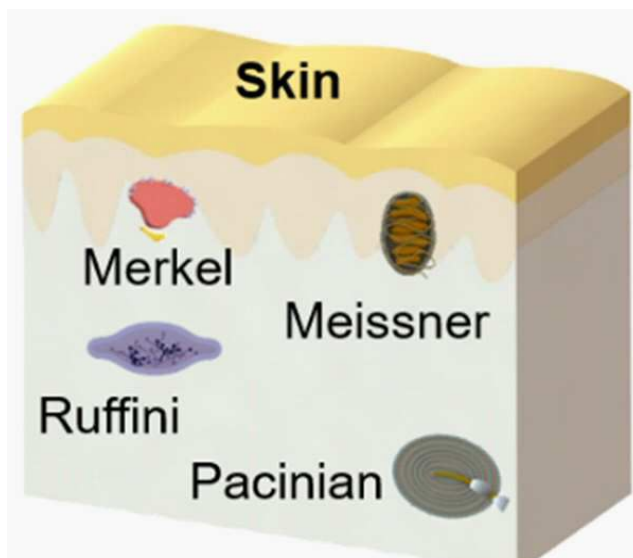
- 20: 이송부
- 30: 압전부
- 40: 제1전극부
- 50: 제2압전부
- 1: 제1전극라인
- 2: 제2전극라인

도면

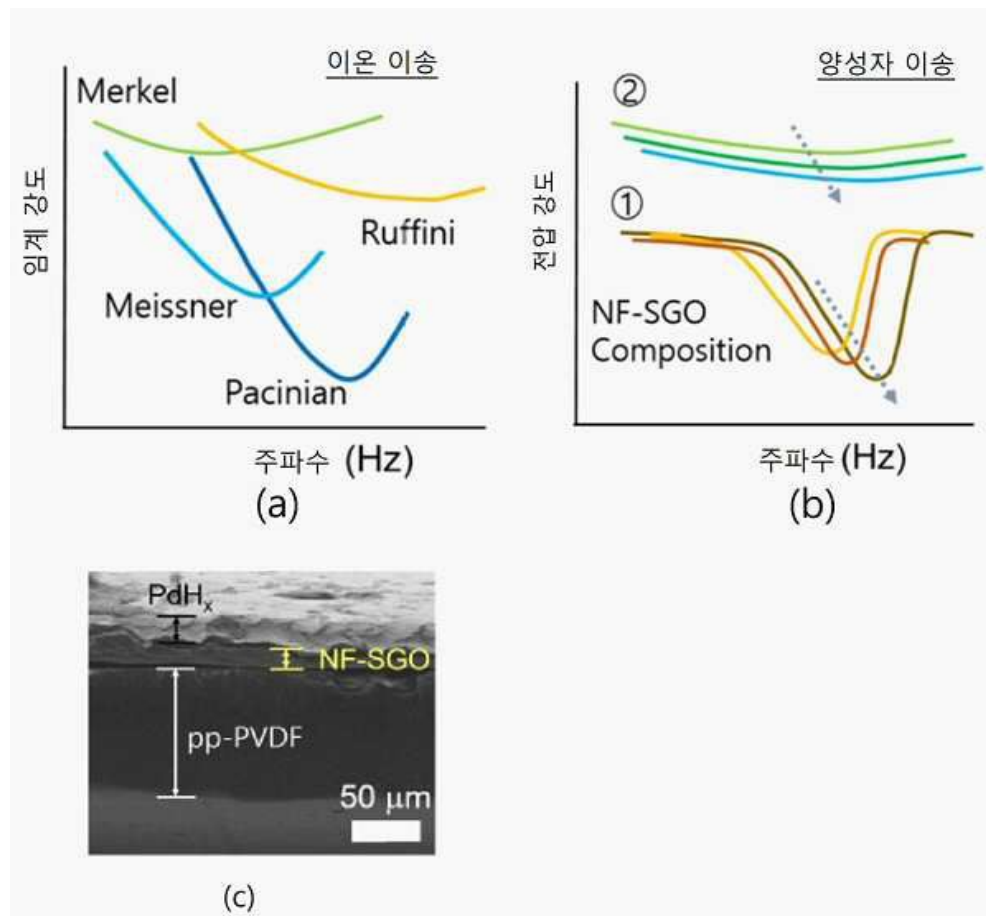
도면1



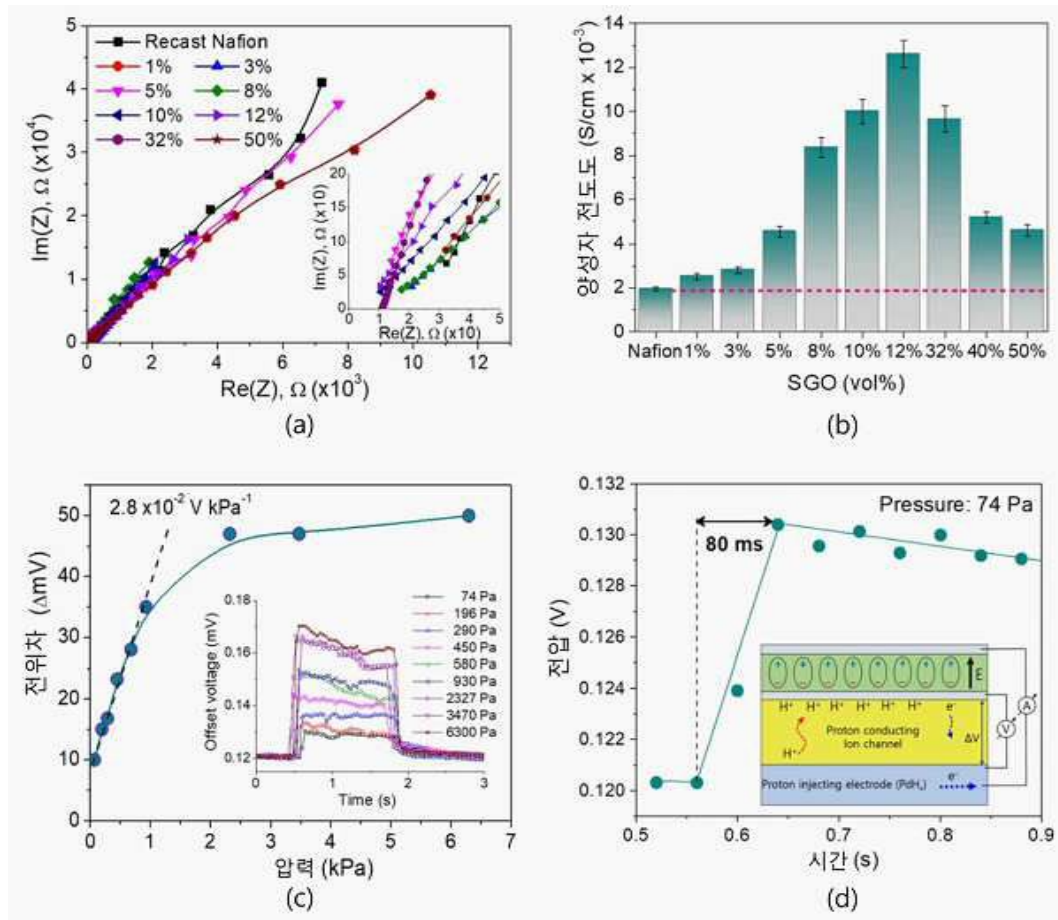
도면2



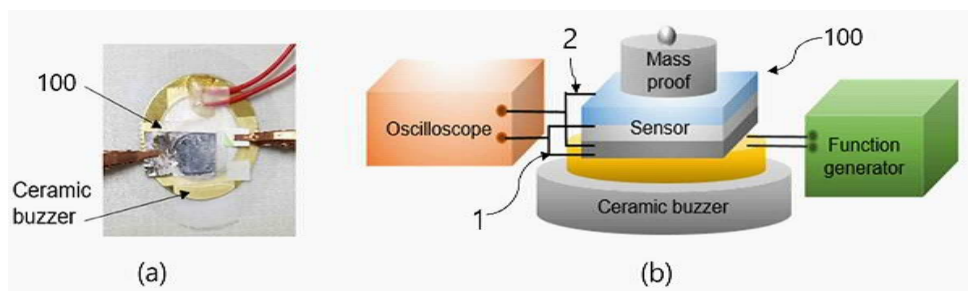
도면3



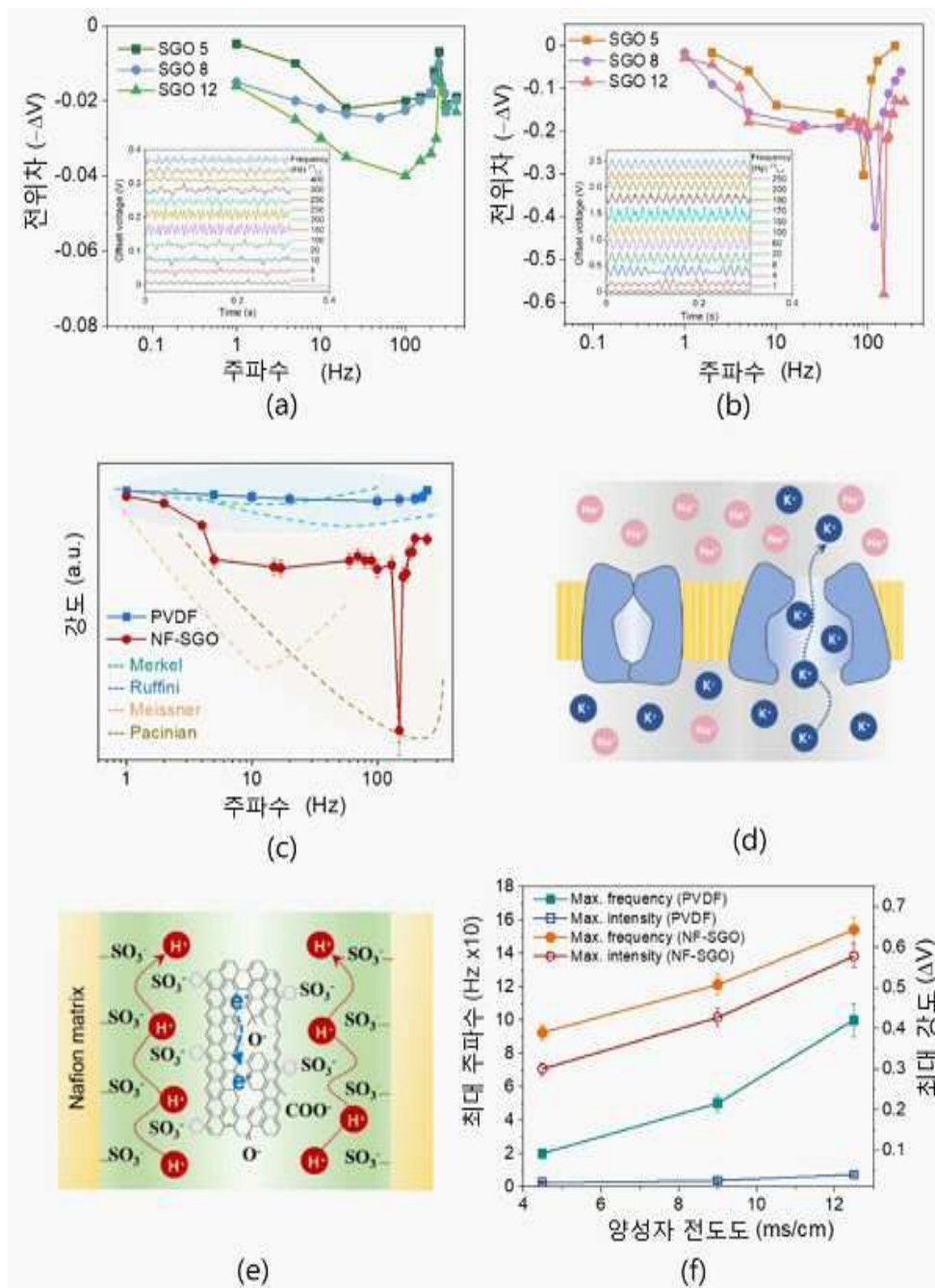
도면4



도면5



도면6



도면7

