



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0080008
(43) 공개일자 2018년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 7/16 (2006.01) C08K 3/04 (2006.01)
C08L 29/04 (2006.01) C08L 65/00 (2006.01)
C08L 81/08 (2006.01) G02F 1/15 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01B 7/18 (2013.01)
C08K 3/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0000854

(22) 출원일자 2017년01월03일

심사청구일자 2017년01월03일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

하정숙

서울특별시 강남구 남부순환로 2615, 1105호 (도곡동, 극동스타클래스)

박혼

부산광역시 사상구 학감대로 105-21, 101동 202호 (학장동, 학장벽산아파트)

(74) 대리인

김중선, 이형석

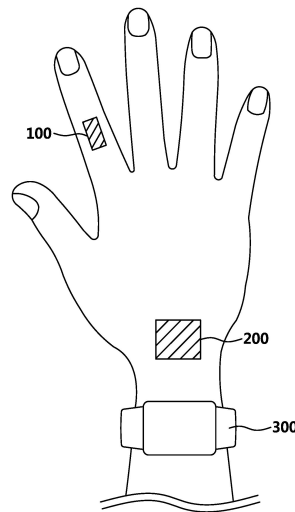
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 휘어짐 감지 시스템

(57) 요약

발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템은 기관 및 나노 혼합물을 포함하는 스트레인 센서; 상기 스트레인 센서의 휘어짐 정도에 따른 저항값을 측정하고 이에 대응하는 전압을 출력하는 제어부; 및 상기 전압에 대응하여 변색되며, 제1 및 제2 전극을 포함하는 전기 변색 소자를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 29/04 (2013.01)

C08L 65/00 (2013.01)

C08L 81/08 (2013.01)

G02F 1/15 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 및 나노 혼합물을 포함하는 스트레인 센서;

상기 스트레인 센서의 휘어짐 정도에 따른 저항값을 측정하고 이에 대응하는 전압을 출력하는 제어부; 및

상기 전압에 대응하여 변색되며, 제1 및 제2 전극을 포함하는 전기 변색 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기관은 베이스와 경화제의 비율이 15:1 내지 50:1로 혼합된 폴리디메틸실록세인인 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노 혼합물은 폴리비닐 알코올(poly vinyl alcohol:PVA), 다중벽 탄소나노튜브(multi-walled carbon nanotube:MWCNT), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜(ethlenedioxythiophene):폴리(스티렌술포네이트) (PEDOT:PSS) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 전극은 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene), WO_3 , MoO_3 , TiO_2 , V_2O_5 , $Ni(OH)_2$ 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 전극은 폴리아닐린을 포함하고, 상기 제2 전극은 V_2O_5 를 포함하는 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 전극 및 제2 전극 사이에 형성되는 전해질을 포함하는 것을 특징으로 하는 휘어짐 감지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 휘어짐 감지 시스템에 관한 것으로, 보다 자세하게는 투명하고, 피부 부착 가능한 스트레인 센서의 구부러진 정도에 따라 전기 변색 소자의 색상이 변하는 휘어짐 감지 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 인체의 움직임을 모니터링하는 스트레인 센서는 진단 및 다른 건강과 관련된 전자 응용 분야를 발전시키기 위하여 많은 관심을 받아왔다. 인체의 움직임을 모니터링하는 것은 큰 규모의 움직임을 감지하는 것과 작은 규모의 움직임을 감지하는 두 분야로 구분될 수 있다. 이러한 분야에 사용되는 센서들은 높은 스트레인에 대하여 좋은 신축성을 가져야 하고, 작은 스트레인에 대하여 높은 감도를 가져야 한다.
- [0004] 기존 스트레인 센서의 경우, 몸에 부착하기 위해서 별도의 접착층이 필요하고, 투명하지 못하여 웨어러블 센서로서 한계점이 존재한다.
- [0005] 한편, 전기 변색 소자(electrochromic device)는 전기와 같은 외부 자극에 의하여 변색 물질이 자극되어 화학적 또는 물리적으로 분자구조에 변화가 일어나고, 가시적으로 변색 효과가 발생하는 소자이다. 이는 투명전극(능동형 소자의 경우는 투명 픽셀 전극) 및 대향전극 사이에 전해질을 넣고 외부의 전기 자극에 의해 양 전극간에 전위차가 발생하면, 전해질에 포함되어 있는 이온이나 전자가 전기변색 물질층 내부로 이동하여 산화·환원반응을 함으로써 가시적으로 색깔이 변하거나 색의 농담이 변하게 되는 원리를 이용한 것이다. 이러한 전기변색 소자는 광학 특성의 제어가 가능하여 정보 기록, 표시, 정보 출력 등의 정보 처리 용도로 이용되고 있다.
- [0006] 이러한 전기 변색 소자의 경우, 기존의 연구에서는 다양한 색변화보다는 투명함에 초점을 두고 연구되어 변색 스펙트럼이 좁다는 문제점이 존재한다..

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 출원번호: 10-2013-0001780
(특허문헌 0002) 한국 출원번호: 10-2013-7029249

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 피부에 쉽게 부착되고 투명하며, 구부러진 정도를 시각적으로 인지 가능한 스트레인 센서 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 또한, 변색 스펙트럼이 넓은 전기 변색 소자를 통해 스트레인 센서의 변형에 따라 전기 변색 소자의 색상 변화 폭이 넓은 스트레인 센서 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템은 기관 및 나노 혼합물을 포함하는 스트레인 센서; 상기 스트레인 센서의 휘어짐 정도에 따른 저항값을 측정하고 이에 대응하는 전압을 출력하는 제어부; 및 상기 전압에 대응하여 변색되며, 제1 및 제2 전극을 포함하는 전기 변색 소자를 포함한다.

발명의 효과

- [0014] 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템은 피부에 쉽게 부착되고 투명하며, 구부러진 정도를 시각적으로 인지 가능한 효과가 있다.
- [0015] 또한, 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템은 변색 스펙트럼이 넓은 전기 변색 소자를 통해 스트레인 센서의 변형에 따라 전기 변색 소자의 색상 변화 폭이 넓은 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 발명의 실시예에 따른 스트레인 센서의 이미지 및 작동 매커니즘을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템의 구동 이미지를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 발명의 실시예에 따른 시각 인지 가능한 스트레인 센서의 MWCNT 함량에 따른 투명도 및 센서 민감도 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 발명의 실시예에 따른 시각 인지 가능한 스트레인 센서의 피부 부착 가능성을 나타내는 도면이다.
- 도 6(a)은 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자의 제조방법을 나타내는 도면이고, 도 6(b)는 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자의 변색 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자에 포함되는 폴리아닐린 나노화이버와 바나듐 옥사이드 표면과 측면 SEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 본 발명에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0019] 또한, 본 발명에서 사용되는 단어의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 발명에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계를 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.
- [0023] 도 1은 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템을 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이, 발명의 실시예에 따른 스트레인 센서 시스템은 스트레인 센서(100), 전기 변색 소자(200) 및 제어부(300)를 포함한다.
- [0024] 스트레인 센서(strain sensor: 100)는 구조체의 변형율을 측정하는 센서이다. 본 발명에서 사용되는 전기식 스트레인 게이지(electrical strain gage)는 구조체에 변형이 가해짐에 따라, 내부 전기저항이 변하여 스트레인을 측정할 수 있는 압저항형(piezoresistive) 소재가 사용된다.
- [0025] 전기식 스트레인 게이지를 측정하기 위해 본 발명의 실시예에서는 폴리비닐 알코올(poly vinyl alcohol:PVA), 다중벽 탄소나노튜브(multi-walled carbon nanotube:MWCNT), 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜

(ethlenedioxythiophene):폴리(스티렌술포네이트: styrenesulfonate) (PEDOT:PSS)를 이용한 나노 혼합물 (PVA/MWCNT/PEDOT:PSS)을 신축성 있는 PDMS(Polydimethylsiloxane) 기판에 스핀코팅하여 간단한 구조를 가지는 투명하고, 피부 부착 가능한 스트레인 센서를 제작하였다. 스트레인 센서는 나노 혼합물 내의 MWCNT의 함량에 따라 센서의 민감도 및 투명도를 조절할 수 있다.

- [0026] 기판은 투광성을 갖는 신축성 기판으로서, 폴리머 물질로 형성될 수 있으며 투광성뿐만 아니라 가요성을 가짐으로써, 의복 시스템에 적용 가능하고 기판에 작용하는 응력에 의해 파괴되지 않고 해당 응력을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 기판은 베이스(base)와 경화제(curing agent)의 비율을 15:1 내지 50:1로 혼합된 PDMS(Polydimethylsiloxane)를 사용하여 제작하였다. 이에 따라 영률(Young's modulus)이 크게 작아지며, 표면에 접착력이 생겨 피부에 쉽게 탈부착할 수 있다.
- [0028] 발명의 실시예에서는 폴리디메틸실록세인(PDMS)을 이용하여 기판을 제작하였으나, PDMS 외에 다른 유연 고분자 물질 또한 베이스와 경화제로 구성되어 있으며, 이 비율을 달리하여 가교를 적해함으로써 동일 효과를 발현할 수 있다.
- [0029] 또한, 스트레인 센서(100)는 센서부(미도시)를 포함한다. 센서부는 스트레인 센서(100)에 작용한 변형량을 감지하는 부위로서, 변형량을 감지하는 측정 유닛이 기판의 일면에 형성된다. 측정 유닛은 그래핀 소재로 형성될 수 있다. 센서부는 응력이 작용하는 방향의 측정 정밀도를 향상시키기 위해, 복수개의 측정 유닛으로 구성될 수 있다.
- [0030] 또한, 센서부의 상면에 보호층(미도시)의 상면에 센서부를 덮도록 형성될 수 있다. 보호층은 외부로부터 측정 유닛의 오염을 방지하며 외부의 도전성 물질과 전기적 쇼트를 방지할 수 있다. 보호층은 에폭시 소재, 또는 폴리머 물질을 포함할 수 있다.
- [0031] 폴리머 물질은 폴리이미드(PI, polyimide), 폴리에테르술포(PES, polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(PAR, polyacrylate), 폴리에테르 이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenennapthalate), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET, polyethyleneterephthalate), 폴리페닐렌설파이드(polyphenylenesulfide: PPS), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴렌에테르술포(poly(aryleneethersulfone)) 및 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택될 수 있으며, PDMS(Polydimethylsiloxane)으로 형성될 수도 있다.
- [0032] 스트레인 센서의 제조방법은 하기와 같다. 처음으로, 나노 혼합물을 제조한다. 구체적으로, 불순물이 제거된 PEDOT:PSS를 얻기 위해 포어(pore) 크기 0.45 마이크로 미터 필터를 이용하여 필터링한다. 필터링 된 PEDOT:PSS 용액에 카복시기(-COOH)로 기능화 된 MWCNT를 초음파 분해(sonication)를 통해 분산시키고 PVA를 첨가한다. 그 후, 150℃ 핫플레이트 위에서 5시간 동안 스티어링(stirring)시킨다. 이에 따라 혼합액이 약간 겔(gel)화되면서 표면이 소수성인 신축성 기판에서 스핀 코팅이 가능하다.
- [0033] 다음으로, 신축성 기판을 제작하기 위해 베이스(base)와 경화제(curing agent)를 30:1 비율로 섞는다. PDMS는 petri-dish에 붓고 800rpm으로 30초 스핀코팅하고, 65℃ 오븐에서 2시간동안 큐어링(curing)한다. 이렇게 제작된 신축성 기판에 제작된 나노 혼합물을 500rpm에서 10초, 4000rpm에서 40초간 스핀 코팅을 통해 스트레인 센서를 제작할 수 있다. 마지막으로 액체 금속인 갈린스탄(galinstan)을 센서 양쪽에 떨어뜨려 전극을 형성한 뒤 제작된 스트레인 센서의 전기적 특성을 측정할 수 있다.
- [0034] 전기 변색 소자(electrochromic device:200)는 전기와 같은 외부 자극에 의하여 변색 물질이 자극되어 화학적 또는 물리적으로 분자구조에 변화가 일어나고, 전기자극에 대응하여 가시적으로 변색 효과가 발생하는 소자이다.
- [0035] 전기 변색 소자(200)는 두 개의 전극을 포함하여 형성되며, 제1 전극은 유기 전기 변색 물질인 폴리아닐린 나노 화이버 전도성 고분자를 사용하여 연한 녹색에서 진한 파란색으로 색변화가 가능하도록 하였고, 제2 전극은 무기 전기 변색 물질인 바나듐 옥사이드를 사용하여 녹색에서 노란색으로 색변화가 가능하도록 하였다.
- [0036] 제1 전극으로 사용되는 유기 변색 전도성 고분자의 경우 빠른 변색 빠르기와 높은 색 변화율을 가지고 있지만 열, 화학적 안정성이 부족하다. 반면 제2 전극으로 사용되는 무기 변색 물질은 높은 열, 화학적 안정성과 기계적 안정성을 가진다.
- [0037] 따라서 두 물질을 함께 이용하면 각 물질의 장점을 이용하고, 단점을 보완할 수 있다. 이러한 두 물질을 이용한

전기 변색 소자(200)의 경우 가해지는 전압에 따라 전기 변색 소자(200)의 색깔이 노란색에서 짙은 파란색으로 변할 수 있다. 즉, 한가지 물질을 사용하여 전극을 형성한 경우보다 색상변화의 스펙트럼이 넓은 효과가 있다. 연한 노란색을 변색하고, 아주 진한 파란색을 나타내고자 하는 경우, 노란색을 나타낼 수 있는 바나듐 옥사이드의 두께를 얇게 성장하고, 진한 파란색을 나타낼 수 있는 폴리아닐린 나노화이버의 두께를 두껍게 성장함으로써 색변화 조절이 가능하다.

- [0038] 제어부(300)는 스트레인 센서(100)에 가해지는 전기식 스트레인 게이지가 없을때 노란색을 나타내도록 하고, 스트레인이 가해져 30%가 되었을 때, 짙은 파란색을 띄도록 프로그램되어 구동된다. 제어부(300)는 예를 들어, 아두이노 회로로 구성될 수 있다. 아두이노 회로는 스트레인 센서(100)에 가해지는 전기식 스트레인 게이지에 따라 전기 변색 소자(200)의 색상을 변화시키도록 제어하는 역할을 수행하게 된다. 즉, 스트레인 센서(100)의 저항값을 아두이노 회로에 입력하여 스트레인 게이지에 따라 전기 변색 소자(200)에 가해지는 전압을 조절하여 색상을 조절할 수 있다.
- [0039] 상기와 같이 스트레인 센서(100), 전기 변색 소자(200) 및 이 둘을 연결하는 제어부(300)의 구성을 통해 스트레인 센서(100)에 따른 변화를 시각적인 색으로 확인 가능하다.
- [0040] 도 2는 발명의 실시예에 따른 스트레인 센서의 이미지 및 작동 매커니즘을 나타내는 도면이다. 상기에서 설명된 방법으로 제조된 스트레인 센서(100)는 고유의 저항값을 가지며, 가해지는 인장력의 크기에 따라 저항값이 변화된다.
- [0041] 구체적으로, 스트레인 센서에 인장력이 가해지지 않는 경우의 저항값을 R_1 이라고 하면, 스트레인 센서에 제1의 인장력이 가해지는 경우의 저항값은 $R_2(>R_1)$ 이 되고, 스트레인 센서에 제1의 인장력보다 더 큰 값을 갖는 제2의 인장력이 가해지는 경우의 저항값은 $R_3(>R_2)$ 이 된다.
- [0042] 도 2에 도시된 바와 같이, 스트레인 센서(100)에 인장력이 가해짐으로써 크랙(crack)이 발생함을 확인할 수 있다. 그러나 스트레인 센서(100)는 크랙의 유무에 관계없이 인장력의 크기에 따른 저항값을 갖는다.
- [0043] 도 3은 발명의 실시예에 따른 휘어짐 감지 시스템의 구동 이미지를 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이, 스트레인 센서(100)에 스트레인 게이지가 가해지면, 이에 대응하여 스트레인 센서(100)의 저항값이 변하게 되고, 제어부(300)는 변동되는 저항값을 고려하여 전기 변색 소자(200)의 색상을 변동시킨다.
- [0044] 도 6(b)는 전기 변색 소자(200)의 변색 범위를 나타내는 도면으로, 인장력에 대응하여 노란색부터 감색(dark blue)으로 변색되는 범위를 확인할 수 있다. 스트레인 센서(100), 전기 변색 소자(200) 및 제어부(300)는 유선으로 연결될 수 있다.
- [0045] 전기 변색 소자(200)에 가해지는 전압 및 색상의 변화와 관련하여 -2.5V에서는 노란색을 나타내고, 0V에서는 녹색을 나타내며, +2.5V에 가까워 질수록 짙은 파란색으로 변색된다. 따라서, -2.5V 내지 0V 범위에서는 녹색으로 변색되기 전의 색깔(짙은 노란색)이, 0V 내지 +2.5V 범위에서는 녹색에서 파란색으로 변색되기 전의 색깔(짙은 녹색, 청록색)을 나타내며, 전압에 따라 단계적으로 변색된다.
- [0046] 발명의 실시예에서는 노란색부터 감색으로 변색되도록 구성하기 위해 무기 전기 변색 물질로 바나듐 옥사이드를 사용해서 노란색에서 녹색으로 변색되고, 유기 전기 변색 물질로 폴리아닐린 나노화이버를 사용하였으나 이에 한정하는 것은 아니다.
- [0047] 다른 색조합, 예를 들어 빨간색에서 파란색, 혹은 초록색으로의 변색을 나타내기 위해 각각 다른 색깔로 변색 가능한 물질을 이용하여 조합하여 전극을 구성할 수 있다.
- [0048] 도 4는 발명의 실시예에 따른 시각 인지 가능한 스트레인 센서의 MWCNT 함량에 따른 투명도 및 센서 민감도 변화를 나타내는 도면이다. 스트레인 센서의 제작시 민감도 및 센서의 투명도를 조절하기 위해 MWCNT의 함량을 달리할 수 있다.
- [0049] 좌측에서부터 순서대로 MWCNT의 함량에 따른 저항, 투명도 및 저항의 변동 변화를 나타낸다. MWCNT의 함량은 0mg, 10mg, 20mg, 30mg, 40mg의 값을 가질 수 있으며, 도 4에는 0mg, 10mg, 20mg인 경우가 도시되어 있다. MWCNT의 함량이 증가할수록 저항값이 감소하고, 투명도가 낮아지며 저항의 변동 변화가 증가함을 확인할 수 있다.
- [0050] 이러한 특징은 스트레인 센서(100)의 용도에 따라 적용될 수 있다. 구체적으로, 섬세한 민감도가 요구되는 경우에는 그렇지 않은 경우보다 MWCNT의 함량을 증가시켜 센서를 제작할 수 있다. 즉, 스트레인 센서(100)가 피부에

접착되는 부위에 따라 스트레인 게이지의 변동폭이 상이할 수 있고, 이를 반영하여 MWCNT의 함량을 조절함으로써 센서를 제작할 수 있다.

- [0051] 또한, 높은 투명도를 요구하는 경우에는 그렇지 않은 경우보다 MWCNT의 함량을 감소시켜 센서를 제작할 수 있다. 함량에 따른 센서의 특성별 변화는 고정되므로, 용도에 따라 MWCNT의 함량을 조절하여 제작할 수 있다.
- [0052] 도 5는 발명의 실시예에 따른 시각 인지 가능한 스트레인 센서의 피부 부착 가능성을 나타내는 도면이다. 스트레인 센서(100)의 기판 제작시, 베이스와 경화제의 비율을 30:1로 하여 혼합된 폴리디메틸실록세인(PDMS: Polydimethylsiloxane)을 사용하여 제작하였다.
- [0053] 이에 따라 영률(Young's modulus)이 크게 작아지며, 표면에 접착력이 생겨 피부에 쉽게 탈부착할 수 있다. 도시된 바와 같이 우수한 점성을 확인할 수 있으며, 발명의 실시예에 따른 스트레인 센서(100)는 별도의 부착제 없이 피부에 접착시킬 수 있다.
- [0054] 도 6(a)은 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자의 제조방법을 나타내는 도면이고, 도 6(b)는 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자의 변색 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- [0055] 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자(200)는 ITO/PET 필름, 폴리아닐린 나노파이버, 전해질(electrolyte), 바나듐 옥사이드 및 ITO/PET 필름순으로 적층되어 형성된다.
- [0056] 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자(200)의 제조방법은 하기와 같다. 처음으로, 폴리아닐린과 바나듐 옥사이드를 합성한다. 구체적으로, 폴리아닐린 나노화이버의 경우, ITO/PET ($1 \times 2\text{cm}^2$) 필름에 potentiodynamic 방법을 통해 성장한다.
- [0057] 즉, 포토 레지스터를 통한 스핀코팅, 자외선 노출 및 현상(develop), 전자 증착을 통한 폴리아닐린 나노파이버 형성의 과정으로 형성된다. 전해질은 0.1M 아닐린(aniline), 0.5 H_2SO_4 를 제조한다. 3 전극에 워킹(working) 전극에는 ITO/PET 필름, 카운터(counter) 전극으로는 백금, 레퍼런스(reference) 전극은 Ag/AgCl을 연결한다. 여기에 스캔 레이트(scan rate)는 50 mV/s로 -0.2에서 1.2 V를 10 사이클 동안 성장한다.
- [0058] 바나듐 옥사이드의 경우, 정전위(potentiostatic) 방법으로 합성한다. ITO/PET 필름 ($1 \times 2\text{cm}^2$) 필름에 DI-water와 에탄올을 1:1 부피비로 섞은 용액을 기준으로 0.1M의 바나듐 옥사이드 황산염 수산화물(vanadium oxide sulfate hydrate)을 제조한다. 이 용액에 위와 같은 3전극 방법을 통해 1V로 1200초간 가해주면 ITO/PET 필름 위에 바나듐 옥사이드가 균일하게 성장하게 된다.
- [0059] 다음으로, 겔 형태의 전해질을 제조한다. 구체적으로, 61 : 17 : 7 : 15 = (ACN : PC : LiClO_4 : PMMA) 질량비로 투명 유리병에 담아, 65℃의 핫플레이트 위에서 12시간 동안 스티어링함으로써 겔형태의 전해질을 제조할 수 있다.
- [0060] 다음으로, 앞서 제작된 폴리아닐린 나노화이버 전극과 바나듐 옥사이드 전극 사이에 겔 형태의 전해질을 얇게 펴 바른다. 그리고 샌드위치 형태로 겹치게 고정시킨뒤 공기중에서 2시간동안 건조시킴으로써 전기 변색 소자(200)를 제작한다.
- [0061] 본 발명의 실시예에서는 ITO/PET 필름과 접하는 제1 및 제2 전극으로 폴리아닐린 및 바나듐 옥사이드가 사용되었으나, 이에 대해 한정하는 것은 아니며 polythiophene, WO_3 , MoO_3 , TiO_2 , $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 중에서 적어도 하나의 물질을 포함하여 제조될 수도 있다.
- [0062] 도 7은 발명의 실시예에 따른 전기 변색 소자에 포함되는 폴리아닐린 나노화이버(Polyaniline nanofibers)와 바나듐 옥사이드(V_2O_5) 표면과 측면 SEM(주사전자 현미경: Scanning electron microscope) 이미지이다.
- [0063] 폴리아닐린 나노화이버는 ITO/PET 필름 상에 $4.7\mu\text{m}$ 미만의 두께로 형성될 수 있으며, 바나듐 옥사이드는 ITO/PET 필름 상에 $6.9\mu\text{m}$ 미만의 두께로 형성될 수 있다.
- [0064] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다.
- [0065] 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다. 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이

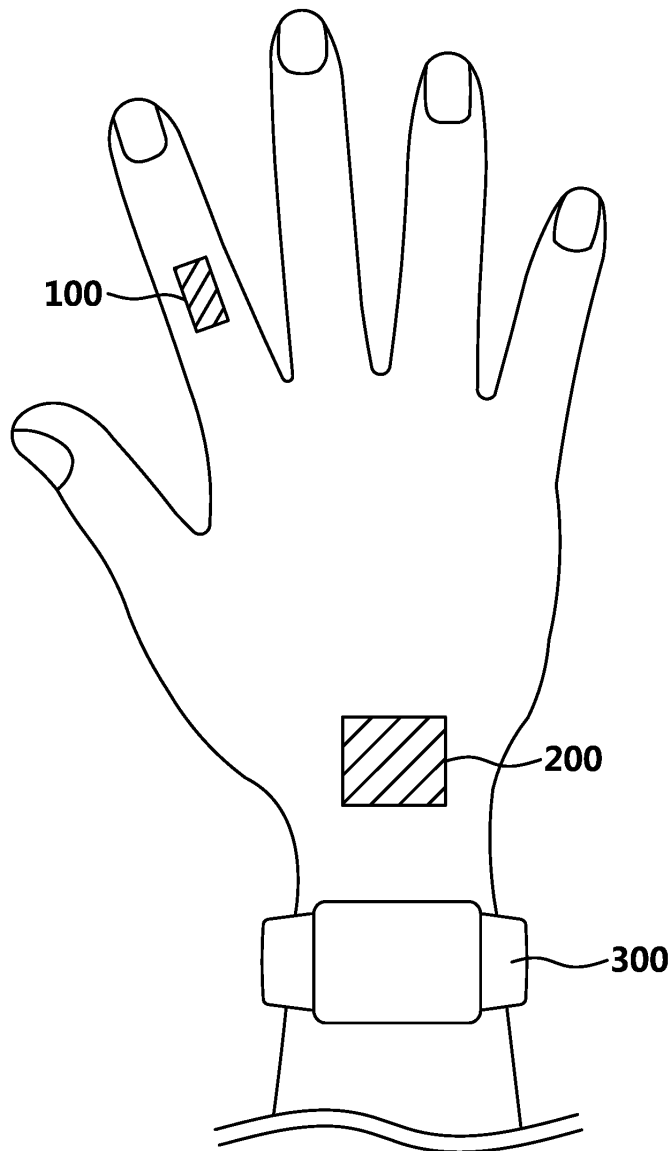
속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

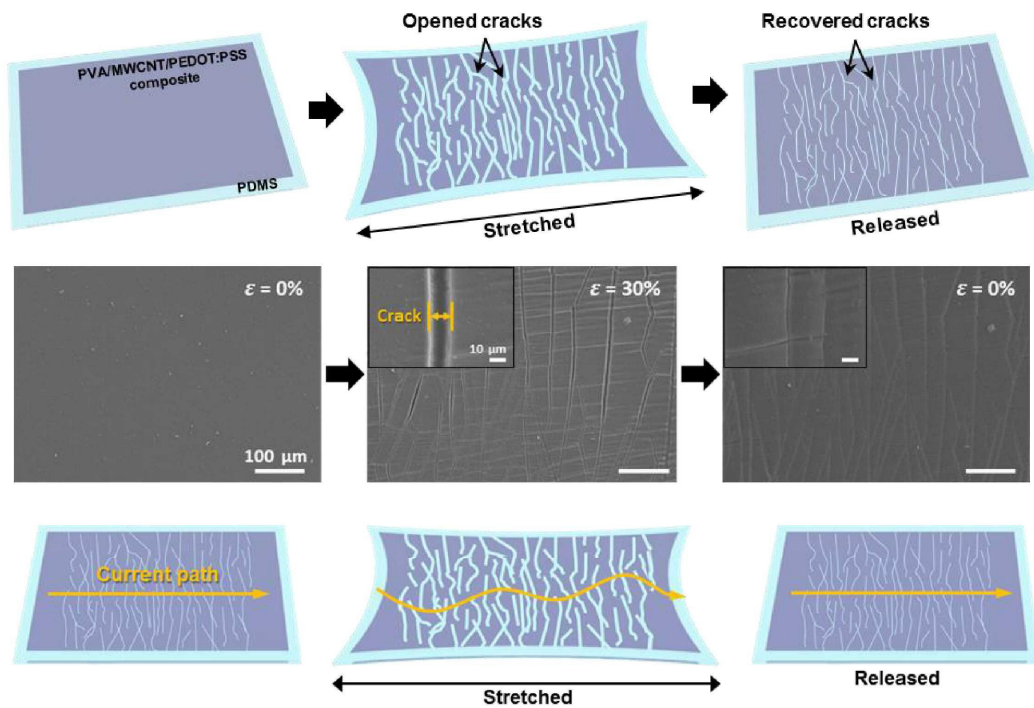
- [0067]
- 100: 스트레인 센서
 - 200: 전기 변색 소자
 - 300: 제어부

도면

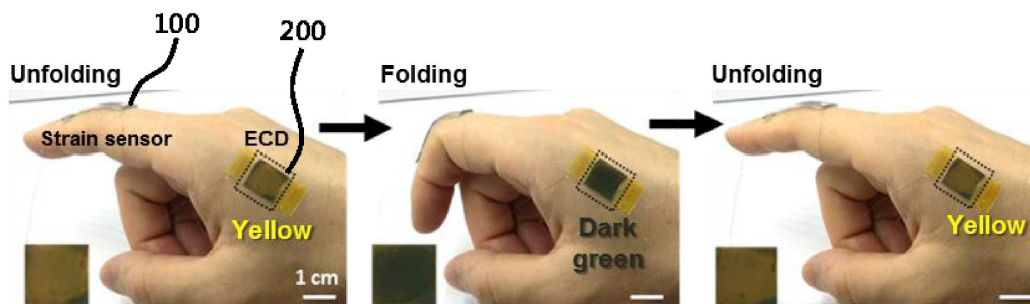
도면1



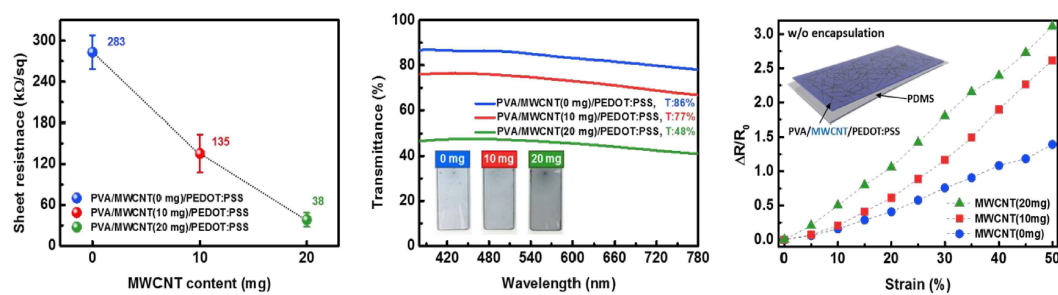
도면2



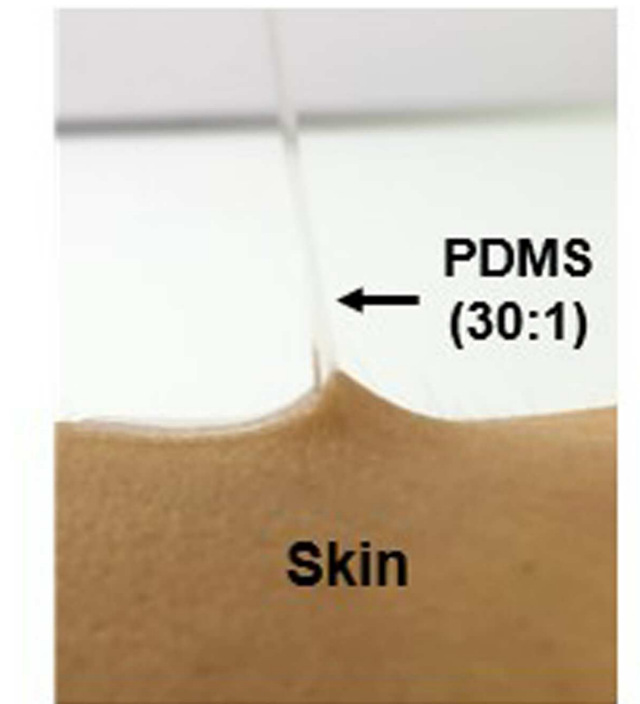
도면3



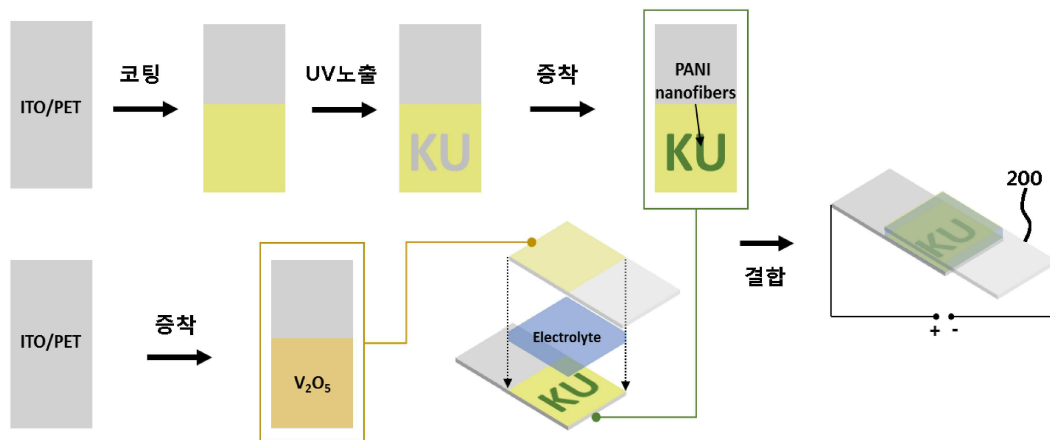
도면4



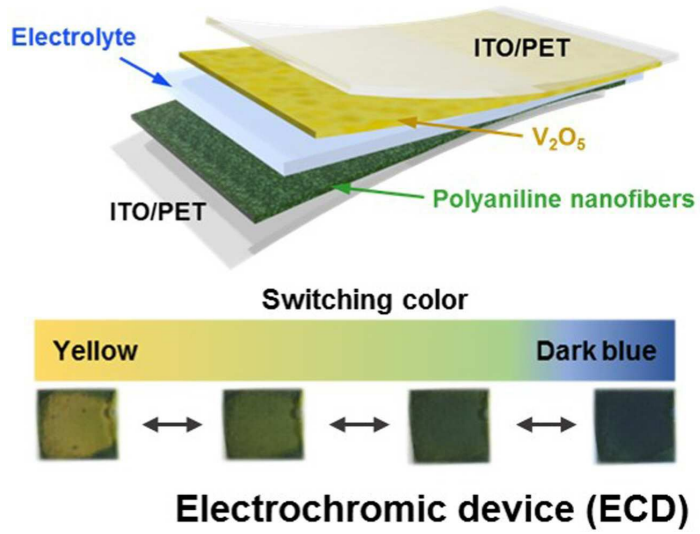
도면5



도면6a



도면6b



도면7

