



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0095145
(43) 공개일자 2020년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01L 1/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01L 1/2287 (2013.01)

A61B 2562/125 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0012878

(22) 출원일자 2019년01월31일

심사청구일자 2019년01월31일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (공동, 충남대학교)

(72) 발명자

조성진

대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교 4호관 324호

권용민

대전광역시 유성구 구즉로 16 한마을아파트 103동 902호

박찬

대전광역시 유성구 공동로2번길 17-12 맑은누리 105호

(74) 대리인

김창범

전체 청구항 수 : 총 6 항

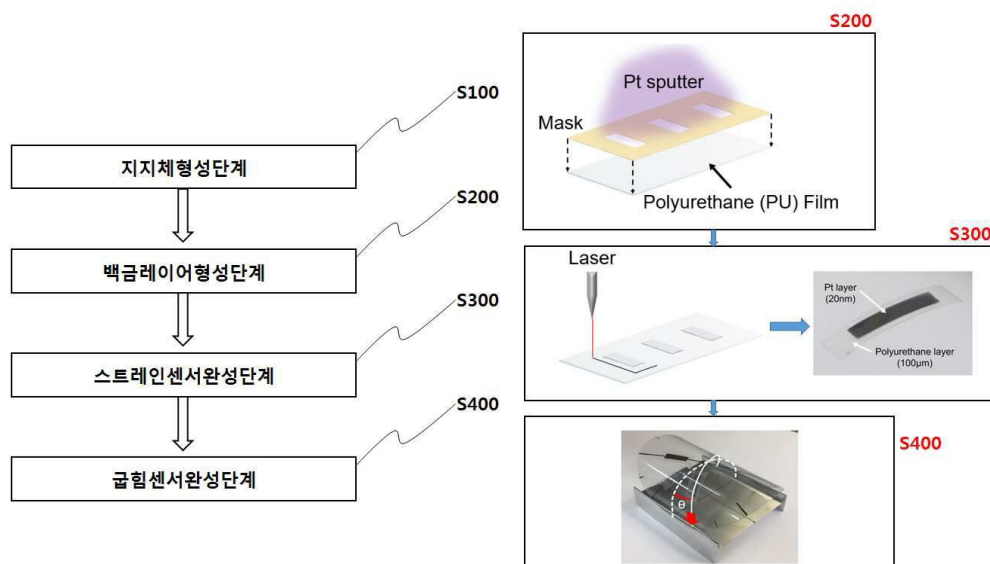
(54) 발명의 명칭 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법

(57) 요약

본 발명은 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 선형적으로 과도하게 잡아당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 선형적으로 과도하게 잡아당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있으며, 저렴하게 굽힘 센서를 제조할 수 있는 효과를 발휘하게 된다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 있어서,
 폴리우레탄(PU) 필름을 이용하여 폴리우레탄레이어(100)를 형성하는 지지체형성단계(S100)와,
 소정 부위에 스퍼터를 이용하여 백금을 코팅하여 백금레이어(200)를 형성하는 백금레이어형성단계(S200)와,
 레이저 커터를 이용하여 원하는 형상으로 절단하여 크랙 기반의 스트레인 센서를 완성하는 스트레인센서완성단계(S300)와,
 상기 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 지지 기체에 위치시키고, 벤딩 처리하여 굽힘 센서를 제조하기 위한 굽힘센서완성단계(S400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 크랙은,
 폴리우레탄(PU) 필름이 늘어날 때 백금과의 영계수(Young's modulus) 차이로 백금 막이 갈라지면서 형성된 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 폴리우레탄레이어(100)는,
 100um 두께로 형성되어 신축성과 유연성을 가지도록 하며,
 상기 크랙 기반의 백금레이어(200)는,
 20nm 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
 상기 굽힘 센서는,
 불록하게 굽혀 양의 곡률을 제공함으로써, 크랙 사이의 거리를 늘려 형성시키거나, 오목하게 굽혀 음의 곡률을 제공함으로써, 크랙들을 오버랩시켜 형성시키는 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 굽힘 센서는,
 굽힘 방향을 감지할 수 있는 크랙 기반의 스트레인 센서인 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센

서 제조 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 굽힘 센서는,

전자 기기, 인공피부, 웨어러블 기기 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택되는 것에 포함되어 전기 저항 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 선형적으로 과도하게 잡아당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 고감도 센서는 미세한 신호를 감지하여 이를 전기적 신호 등의 데이터로 전달하는 장치로서 현대산업에서 필수적으로 요구되는 부품 중 하나이다.
- [0004] 이와 같은 센서 중 압력이나 인장력을 측정하는 센서로서는 정전용량(capacitive) 센서, 압전기(piezoelectric) 센서, 스트레인 게이지 등이 알려져 있다.
- [0005] 기존의 인장 센서인 스트레인 게이지 센서는 기계적인 미세한 변화를 전기신호로 해서 검출하는 센서로서, 기계나 구조물의 표면에 접착해두면, 그 표면에서 생기는 미세한 치수의 변화, 즉 스트레인(strain)을 측정하는 것이 가능하고, 스트레인의 크기로부터 강도나 안전성을 확인하는데 중요한 용력을 알 수 있다.
- [0006] 또한, 스트레인 게이지는 금속저항 소자의 저항치 변화에 따라 피 측정물의 표면의 변형을 측정하는 것으로, 일반적으로 금속 재료의 저항치는 외부로부터의 힘에 의해 늘어나면 증가하고 압축되면 감소하는 성질을 가지고 있다.
- [0007] 스트레인 게이지는 힘, 압력, 가속도, 변위 및 토크(torque) 등의 물리량을 전기신호로 바꾸기 위한 센서의 수감 소자로도 응용되고, 실험, 연구뿐만 아니라 계측제어용으로도 널리 이용되고 있다.
- [0008] 그러나, 기존의 스트레인 게이지 센서는 금속선을 이용함에 따라, 부식에 약하며, 민감도가 매우 떨어질 뿐만 아니라, 출력 값이 작아서, 작은 신호를 보상하기 위해, 추가 회로가 필요하며, 반도체 인장 센서는 열에 민감한 단점을 가진다.
- [0009] 압력 센서란, 표면에 가해지는 압력을 측정할 수 있는 센서로, 인공 피부 제작 시 필수적인 요소이다.
- [0010] 스트레인은 표면에 가해지는 수평적 길이변화를 나타내지만, 압력은 표면에 수직으로 가해지는 힘을 나타낸다.
- [0011] 기존의 압력 센서는 박막으로 제작된 실리콘 필름이 압력에 의해 변화하는 저항 값을 측정하며, 연구용이나 계측용뿐만 아니라, 산업에서도 널리 쓰이고 있다.
- [0012] 그러나, 기존의 압력 센서는 민감도가 매우 낮기 때문에 작은 압력을 구분할 수 없다는 단점이 있으며 휘어질 수 없다.
- [0013] 이러한 단점은 인공피부의 적용이 불가하게 하므로 작은 압력을 감지하면서도 휘어질 수 있는 센서의 제작이 필요하다.
- [0014] 상기와 같은 문제점에 의해서, 상기의 센서는 특정 환경에서만 구동이 가능하거나, 다양한 환경적 요인에 의해 영향을 받아 측정값의 정확성이 저하되는 등의 문제가 존재함과 동시에 반복 구동 시 일정한 측정값을 확보하기

곤란한 문제가 있다.

- [0015] 또한, 이들 센서는 자체의 구조적인 문제로 인하여 플렉시블 구조체를 제조하기 곤란한 문제가 있다.
- [0016] 착용형 의료 및 인공적 전자 피부 장치 및 고성능 센서의 개발에 대한 연구에 대한 관심이 높아짐에 따라, 나노 와이어, 실리콘 고무, 압전 및 외부 정보를 축적하는 유기박막 트랜지스터를 기반으로 하는 다양한 유형의 압력 센서가 개발되어왔다.
- [0017] 크랙은 일반적으로 결함으로 간주되어 기피되어 왔지만, 크랙, 나노와이어 생산을 위한 박막의 크랙킹 및 인터 컨넥터(interconnector)와 같은 크랙과 관련된 연구가 최근에 보고되고 있다.
- [0018] 또한, 도 1에 도시한 바와 같이, 카본나노튜브, 나노섬유, 그래핀 혈소판 및 기계적 크랙을 기반으로 하는 스트 레인 센서가 보고된 바 있다.
- [0019] 즉, 도 1과 같이, 나노 사이즈의 작은 금속 입자들과 크랙의 거리에 따라 전기 저항이 변하는 원리를 이용하는 센서로서, 고변위에서도 작동할 수 있으며, 인체의 다양한 모션 측정이 가능한 장점을 제공한다.
- [0020] 도 2에 도시한 바와 같이, 크랙 센서는 거미의 감각 시스템에 의해 영향을 받았다.
- [0021] 거미의 감각 센서는 스트레인과 진동에 매우 민감한 것으로 알려져 있다.
- [0022] 도 2의 경우, 거미의 감각 기관을 모사한 크랙 기반 스트레인 센서를 나타낸 것으로서, 거미의 감각 기관의 슬 릿 구조(a~c)를 모사하여 신축성 폴리머 위에 전도성 금속을 코팅하고, 폴리머 기관이 인장될 때, 전도성 금속 막이 갈라지며 전기 저항이 증가하는 원리를 이용(d~g)하는 것이다.
- [0023] 크랙은 일반적으로 피해야 할 결함으로 간주되었으나, 크랙에 의한 패터닝에 대한 연구로서, 최근에는 나노와이 어 및 인터커넥터 등의 제작을 위해 박막 필름 크랙 형성이 보고되어 있으며, 거미의 감각 시스템과 유사한 크 랙 센서는 스트레인과 진동에 매우 민감한 것으로 보고되어 있으나, 단지 2%의 변형률을 갖는다는 한계가 있다.
- [0024] 따라서, 이러한 문제점을 보완할 수 있는 새로운 고감도 센서의 개발이 요구된다.
- [0025] 이를 위하여, 대한민국공개특허 제10-2013-0084832호가 개시되었다.
- [0026] 상기 개시된 스트레인 게이지 및 광섬유 센서와 같은 변형율 센서는 인간의 움직임을 감지하기에 측정범위가 작 고, 측정범위와 민감도를 모두 높일 수 없으며, 구조가 복잡하여 사람이 착용하기에는 많은 문제점이 있고, 제 조비용이 비싸다는 단점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0028] (특허문헌 0001) (선행문헌1) 대한민국 공개특허 제10-2013-0084832호(2013.07.26)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0029] 따라서, 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하기 위한 것으로,
- [0030] 본 발명의 제1 목적은 선형적으로 과도하게 잡아당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서 를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있는 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0032] 본 발명이 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법은,

- [0033] 폴리우레탄(PU) 필름을 이용하여 폴리우레탄레이어(100)를 형성하는 지지체형성단계(S100)와,
- [0034] 소정 부위에 스퍼터를 이용하여 백금을 코팅하여 백금레이어(200)를 형성하는 백금레이어형성단계(S200)와,
- [0035] 레이저 커터를 이용하여 원하는 형상으로 절단하여 크랙 기반의 스트레인 센서를 완성하는 스트레인센서완성단계(S400)와,
- [0036] 상기 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 지지 기체에 위치시키고, 벤딩 처리하여 굽힘 센서를 제조하기 위한 굽힘센서완성단계(S400)를 포함한다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명인 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의하면,
- [0039] 선형적으로 과도하게 잡아당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있으며, 저렴하게 굽힘 센서를 제조할 수 있는 효과를 발휘하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 스트레인 센서의 개념도.
- 도 2는 거미의 감각 기관을 모사한 크랙 기반 스트레인 센서를 나타낸 예시도.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법의 전체 공정도.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 스트레인 센서 사시도.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 굽힘 센서 개념도.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 굽힘 센서 예시도.
- 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 굽힘 센서의 전기 저항 변화를 나타낸 그래프.
- 도 8은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 굽힘 센서의 전극의 방향을 기준으로 하고, 굽힘 축을 변형시켜 볼록 굽힘과 오목 굽힘을 관찰하기 위한 기본 개념도이며, 도 9는 크랙 이미지이며, 도 10은 실험 결과 그래프.
- 도 11은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 굽힘 센서를 이용하여 굽힘 방향을 감지할 수 있는 장치 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0043] 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0044] 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체에서 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호가 사용되었다.
- [0045] 또한, 널리 알려진 공지 기술의 경우, 그 구체적인 설명은 생략한다.
- [0046] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다.
- [0047] 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐 아니라

라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

[0048] 한편, 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

[0049] 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "아래에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

[0050] 한편, 어떤 부분이 다른 부분 "바로 아래에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.

[0051] 본 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0053] <제1 실시예>

[0054] 본 발명에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법은,

[0055] 폴리우레탄(PU) 필름을 이용하여 폴리우레탄레이어(100)를 형성하는 지지체형성단계(S100)와,

[0056] 소정 부위에 스퍼터를 이용하여 백금을 코팅하여 백금레이어(200)를 형성하는 백금레이어형성단계(S200)와,

[0057] 레이저 커팅을 이용하여 원하는 형상으로 절단하여 크랙 기반의 스트레인 센서를 완성하는 스트레인센서완성단계(S300)와,

[0058] 상기 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 지지 기체에 위치시키고, 벤딩 처리하여 굽힘 센서를 제조하기 위한 굽힘센서완성단계(S400)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0060] 이때, 상기 크랙은,

[0061] 폴리우레탄(PU) 필름이 늘어날 때 백금과의 영계수(Young's modulus) 차이로 백금 막이 갈라지면서 형성된 것을 특징으로 한다.

[0063] 이때, 상기 폴리우레탄레이어(100)는,

[0064] 100um 두께로 형성되어 신축성과 유연성을 가지도록 하며,

[0065] 상기 크랙 기반의 백금레이어(200)는,

[0066] 20nm 두께로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0068] 이때, 상기 굽힘 센서는,

[0069] 불록하게 굽혀 양의 곡률을 제공함으로써, 크랙 사이의 거리를 늘려 형성시키거나, 오목하게 굽혀 음의 곡률을 제공함으로써, 크랙들을 오버랩시켜 형성시키는 것을 특징으로 한다.

[0071] 이때, 상기 굽힘 센서는,

[0072] 굽힘 방향을 감지할 수 있는 크랙 기반의 스트레인 센서인 것을 특징으로 한다.

[0074] 이때, 상기 굽힘 센서는,

[0075] 전자 기기, 인공피부, 웨어러블 기기 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택되는 것에 포함되어 전기저항 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 한다.

[0077] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명인 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법의 바람직한 실시예를 상세

하게 설명한다.

- [0078] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법의 전체 공정도이다.
- [0079] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법에 의해 제조된 스트레인 센서 사시도이다.
- [0080] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명인 크랙 기반의 고 민감도 굽힘 센서 제조방법은 지지체형성단계(S100), 백금 레이어드형성단계(S200), 스트레인센서완성단계(S400), 굽힘센서완성단계(S400)를 포함하게 된다.
- [0081] 구체적으로 설명하자면, 하기와 같다.
- [0082] 먼저, 상기 지지체형성단계(S100)는 폴리우레탄(PU) 필름을 이용하여 폴리우레탄레이어(100)를 형성하는 과정이다.
- [0083] 예를 들어, 비전도성이고 신축성 부재인 폴리우레탄(PU)을 스핀 코팅 방법으로 생성시킬 수 있다.
- [0084] 회전하는 슬라이드 글라스의 상측에서 폴리우레탄 솔루션을 떨어뜨려 회전에 의해 폴리우레탄레이어(100)를 형성시키되, 상기 폴리우레탄레이어(100)는 100um 이하로 생성되는 것을 특징으로 한다.
- [0085] 100um 를 초과할 경우에 최종적으로 완성되는 굽힘 센서의 굽힘 특성이 현저히 떨어지게 되므로 상기한 임계치를 준수해야만 한다.
- [0086] 한편, 하기의 백금레이어(200)의 모서리에서 소정간격 이격되어 부착될 수 있도록, 생성영역을 결정하는 마스크를 부착시킬 수 있다.
- [0087] 마스크는 백금레이어(200)를 부착시키는 영역만이 관통되어 있어 폴리우레탄레이어(100) 상에서 백금레이어(200)를 선택적으로 생성시킬 수 있게 된다.
- [0089] 이후, 백금레이어드형성단계(S200)는 소정 부위에 스퍼터를 이용하여 백금을 코팅하여 백금레이어(200)를 형성하는 과정이다.
- [0090] 이때, 백금레이어의 두께는 그레인 사이즈에 따라 나노 크랙의 밀도가 달라지게 되며, 측정 가능한 곡률의 범위가 달라지게 되므로 최대 측정범위를 결정하여 두께를 결정해야 하는데, 바람직하게는 20nm 두께로 형성하게 된다.
- [0091] 구체적으로 폴리우레탄레이어(100)의 일면에 백금레이어(200)를 형성시키게 되는데, 스퍼터를 이용하여 스퍼터링(Sputtering) 공정을 수행함으로써, 백금레이어(200)를 생성시키며, 이때 스퍼터링은 백금을 이용하고, 10 내지 20 mA 로 200 내지 300초간 이루어질 수 있다.
- [0093] 한편, 이와 같은 스퍼터링은 바람직한 실시예로서, 측정하고자 하는 측정범위에 따라서 다양한 공정이 채택될 수 있으며, 스퍼터링에 적용되는 시간 및 전류도 다양하게 적용될 수 있다.
- [0094] 한편, 백금레이어의 그레인 사이즈를 조절하기 위하여 압력 및 온도 등을 조절하는 단계를 추가로 포함할 수도 있다.
- [0095] 이후, 백금레이어를 생성시킨 후에는 마스크를 제거한다.
- [0096] 상기와 같은 과정을 거치게 되면, 도 4와 같은 크랙 기반의 스트레인 센서를 완성하게 되는 것이다.
- [0098] 이후에, 굽힘센서완성단계(S400)는 상기 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 지지 기재(300)에 위치시키고, 벤딩 처리하여 굽힘 센서를 제조하는 과정이다.
- [0099] 구체적으로 설명하면, 도 5에 도시한 바와 같이, 상기 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 과도하게 신장시킴으로써, 균일한 분포의 복수의 크랙을 발생시키는 것이다.
- [0100] 그러나, 전기 저항의 변화에 극도로 민감한 센서를 제공하기에는 다소 부족한 면이 있었다.
- [0101] 따라서, 본 발명에서는 크랙 기반의 스트레인 센서에 벤딩 과정을 추가적으로 거치게 함으로써, 전기 저항의 변

화에 극도로 민감한 굽힘 센서를 제공할 수 있게 되는 것이다.

- [0102] 이때, 상기 크랙은,
- [0103] 폴리우레탄(PU) 필름이 늘어날 때 백금과의 영계수(Young's modulus) 차이로 백금 막이 갈라지면서 형성된 것을 특징으로 한다.
- [0104] 예를 들어, 도 11에 도시한 바와 같이, 지지 기재(300)인 폴리에스테르 필름에 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 설치 구성하고, 상기 지지 기재를 벤딩 처리하게 되면, 구부러진 굽힘 센서가 완성되는 것이며, 이를 각종 전자기기 등에 탑재시키게 되면 굽힘 센서를 통해 고 민감도의 변화를 감지할 수가 있게 되는 것이다.
- [0106] 또한, 본 발명의 제조 방법에 의해 제조된 상기 굽힘 센서는,
- [0107] 불록하게 굽혀 양의 곡률을 제공함으로써, 크랙 사이의 거리를 늘려 형성시키거나, 오목하게 굽혀 음의 곡률을 제공함으로써, 크랙들을 오버랩시켜 형성시키는 것을 특징으로 한다.
- [0108] 즉, 도 6에 도시한 바와 같이, 양의 곡률부터 음의 곡률까지 다양한 곡률을 가지는 변형을 가하여 제조되게 되는데, 곡률 반경에 따른 크랙 굽힘 센서의 전기 저항은 차이가 발생하게 된다.
- [0109] 예를 들어, 불록 밴드는 불록하게 굽혀서 크랙 사이 거리를 극단적으로 늘린 부위가 되며, 여기서는 전기 저항이 크게 증가하게 된다.
- [0110] 반대로, 오목 밴드는 오목하게 굽혀서 금속막 즉, 백금레이어 상에 주름이 생기고, 크랙들이 오버랩된 부위가 되며, 여기서는 전기 저항이 크게 감소하게 된다.
- [0112] 상기와 같이, 양의 곡률부터 음의 곡률까지 다양한 곡률을 가진 변형에서 곡률 반경에 따른 크랙 굽힘 센서의 전기 저항을 실험하였으며, 실험 결과는 도 7과 같다.
- [0113] 도 7의 a 도면은 실제정 결과로서, 동일한 변형률에서 불록한 굽힘 밴드 > 선형 인장 밴드 > 오목한 굽힘 밴드 순으로 전기 저항 변화를 나타냈다.
- [0114] 도 7의 b 도면은 백금레이어를 기준으로 변형률 계산시, 오목한 변형은 백금레이어를 압축시키고, 전기 저항을 감소시키는 것으로 나타냈다.
- [0115] 도 7의 c ~ d 도면은 곡률 반경이 작아질수록 센서 양단의 압축-인장 효과가 커지고(반경이 작을수록 많이 휜), 이에 따른 저항 변화를 나타낸 것이다.
- [0116] 이때, 세로축 R_R 초기 저항 대비 상대 저항 변화로 전기 저항(Resistance)을 의미한다.
- [0118] 한편, 도 8은 전극의 방향을 기준으로 하고, 굽힘 축을 변형시켜 불록 굽힘과 오목 굽힘을 관찰하기 위한 기본 개념도이며, 도 9는 크랙 이미지이며, 도 10은 실험 결과 그래프이다.
- [0119] 구체적으로 도 8에 도시한 I 도면은 기본적인 불록 밴딩 예시이며, II 도면은 기본적인 오목 밴딩 예시이며, III 도면은 양단의 전극 방향과 평행한 축을 기준으로 불록 밴딩 예시이며, IV 도면은 양단의 전극 방향과 평행한 축을 기준으로 오목 밴딩 예시를 나타낸 것이다.
- [0120] 이때, 도 9에 도시한 바와 같이, 크랙을 확대한 결과, 굽힘 축 방향에 상관없이 불록 밴딩은 모두 크랙을 벌리고 있으며, 오목 밴딩은 모두 크랙을 압축하고 있음을 알 수 있었다.
- [0121] 이때, 도 10에 도시한 바와 같이, I 도면은 크랙이 극단적으로 벌어진 것으로서, 전류이 이동이 힘들기 때문에 저항이 크게 증가하게 되었으며, II 도면은 크랙이 압축되어 전류이 이동이 수월하기 때문에 저항이 크게 감소하게 되었으며, III 도면은 크랙은 벌어지지만, 전류의 이동에는 큰 방해가 되지 않았으며, IV 도면은 크랙은 압축되지만, 전류의 이동에 큰 방해가 되지 않았음을 나타낸 것이다.
- [0123] 결국, 상기와 같은 실험 결과를 토대로 본 발명의 굽힘 센서는 굽힘 방향을 감지할 수 있는 크랙 기반의 스트레

인 센서로 활용이 가능할 것이다.

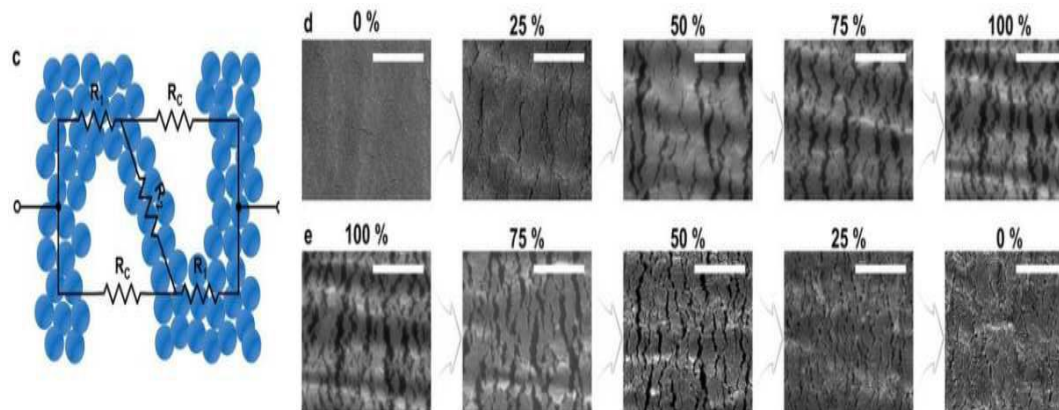
- [0124] 예를 들어, 본 발명의 굽힘 센서는 전자 기기, 인공피부, 웨어러블 기기 및 이들의 조합들로 이루어진 군으로부터 선택되는 것에 포함되어 전기저항 변화를 모니터링하도록 구성할 수 있게 되는 것이다.
- [0125] 즉, 도 11의 (a) 도면에 도시한 바와 같이, 지지 기재(300)인 폴리에스테르 필름의 0도 각도에 S1의 크랙 기반의 스트레인 센서를 구성하고, 45도 각도에 S2의 크랙 기반의 스트레인 센서를 구성하고, 90도 각도에 S3의 크랙 기반의 스트레인 센서를 구성한 후, 볼록 벤딩을 처리하여 (b) 도면과 같이, 굽힘 센서를 만들게 된다.
- [0126] 한편, 상기 굽힘 센서에 대한 실험 그래프를 (c) 도면에 나타내었으며, 세로축 R_R 인 전기 저항(Resistance)은 각도에 따라 민감하게 변화되는 것을 알 수 있었다.
- [0127] 즉, 굽힘 축의 방향에 따라 동일한 곡률을 가져도 센서의 저항 변화가 특정 축에서 민감하게 작용하고 있는 것을 나타낸 것이다.
- [0129] 이때, 상기 굽힘 센서를 각종 전자 기기, 인공피부, 웨어러블 기기 등에 설치 구성하게 되면 작은 외부 변화에도 미세하게 반응하여 변화되는 전기 저항값을 제공할 수 있게 되는 것이다.
- [0130] 요약하자면, 지지 기재(300)인 폴리에스테르 필름에 완성된 크랙 기반의 스트레인 센서를 설치 구성하고, 상기 지지 기재를 벤딩 처리하게 되면, 구부러진 굽힘 센서가 완성되는 것이며, 이를 각종 전자기기 등에 탑재시키게 되면 굽힘 센서를 통해 고 민감도의 변화를 감지할 수가 있게 되는 것이다.
- [0131] 굽힘 축의 방향에 따라 동일한 곡률을 가져도 센서의 저항 변화가 특정 축에서 민감하게 작용하는 현상을 이용하여 굽힘 방향을 감지할 수 있는 간단한 장치를 제작하였으며, 이를 실험한 결과, 크랙 기반 스트레인 센서가 굽힘 센서로도 활용할 수 있음을 알 수 있었다.
- [0133] 지금까지 설명한 본 발명에 의하면, 선형적으로 잡아 당기는 선형 인장 과정없이 굽히는 벤딩 과정을 거쳐 굽힘 센서를 제조함으로써, 미세한 진동이나 작은 변위에도 민감한 저항 변화를 제공할 수 있으며, 저렴하게 굽힘 센서를 제조할 수 있는 효과를 발휘하게 된다.
- [0134] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안될 것이다.

부호의 설명

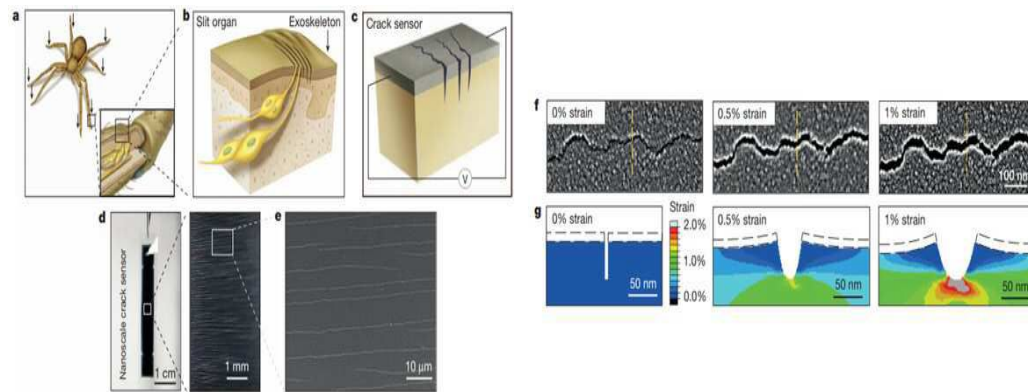
- [0136] 100 : 폴리우레탄레이어
200 : 백금레이어
300 : 지지 기재

도면

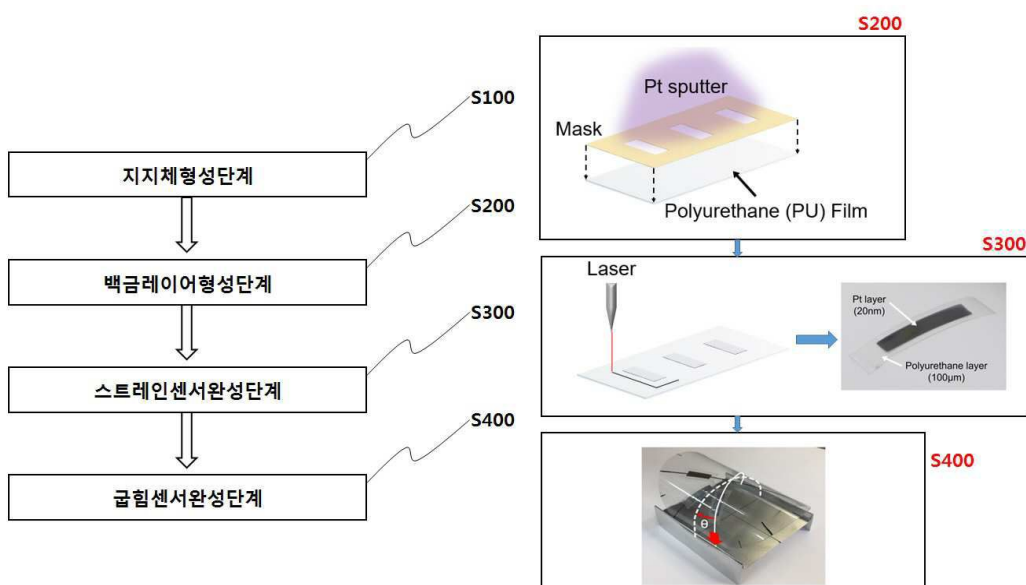
도면1



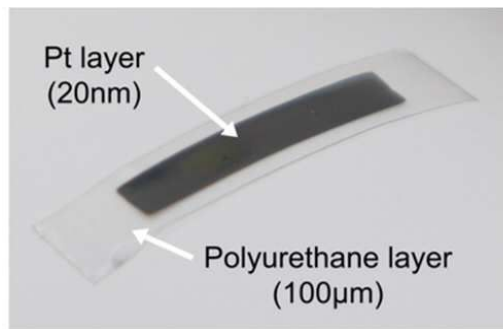
도면2



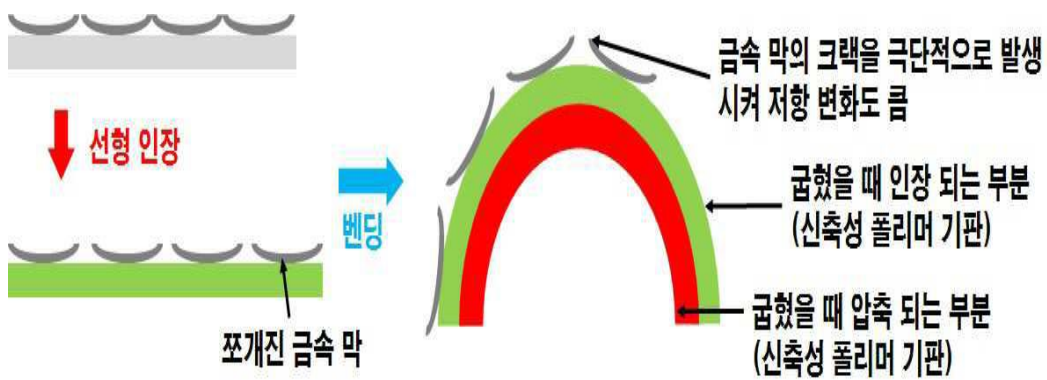
도면3



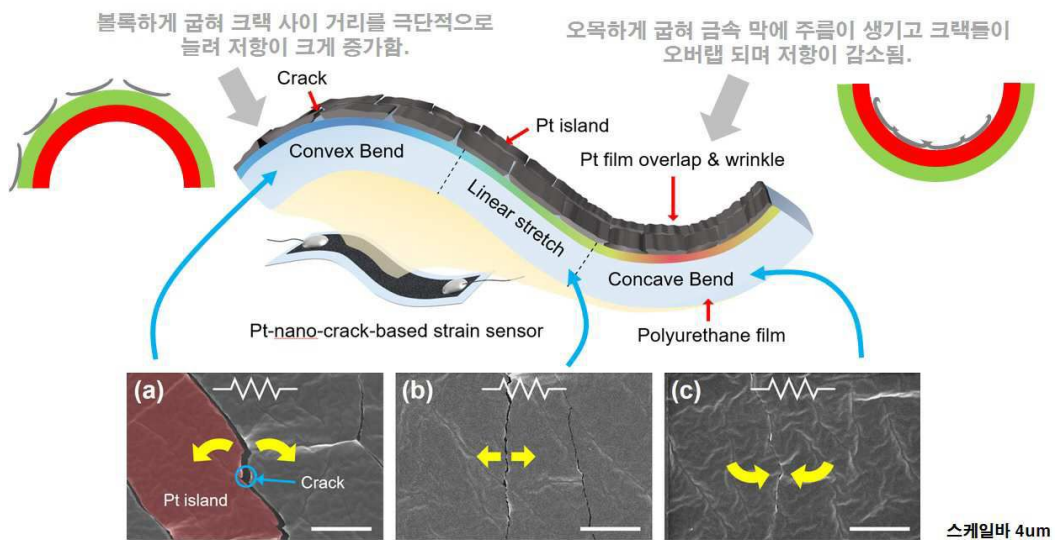
도면4



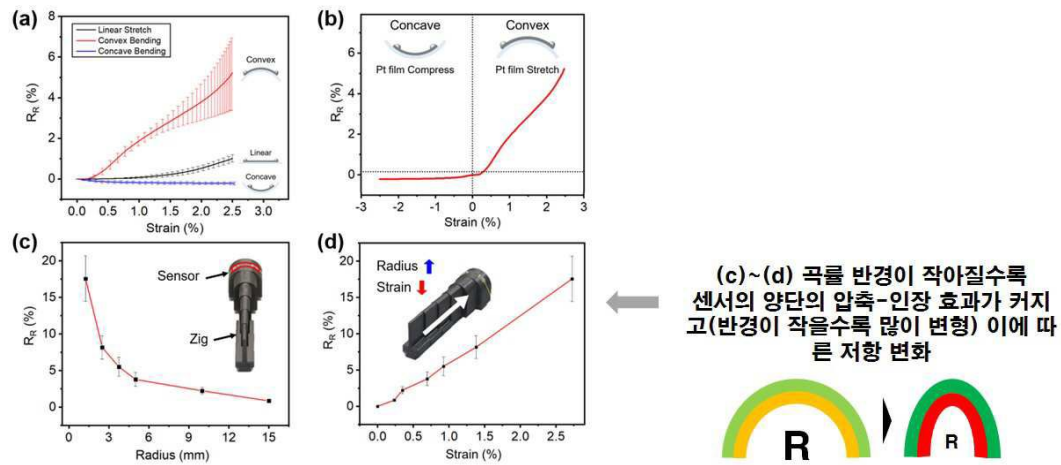
도면5



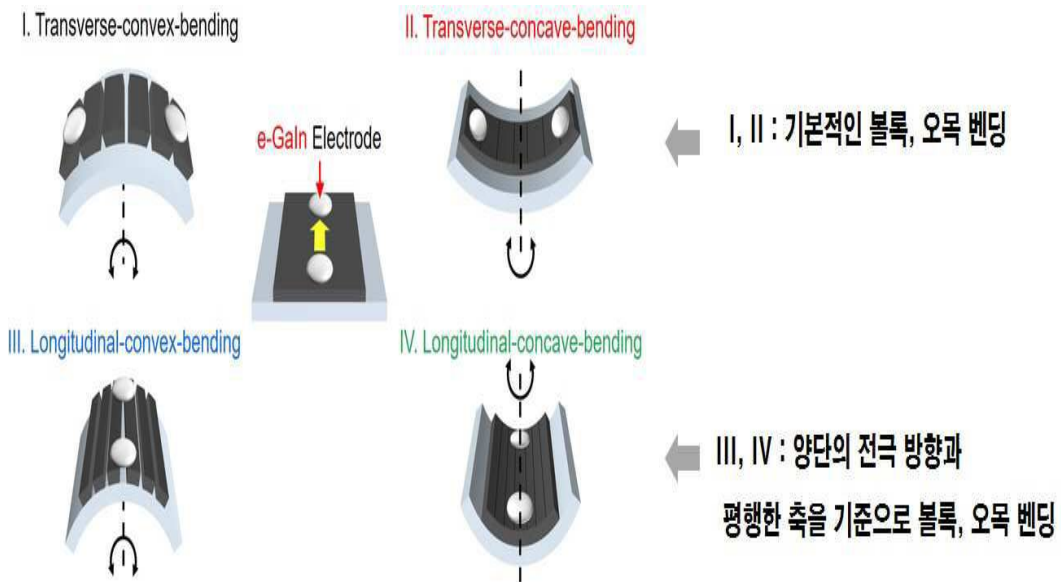
도면6



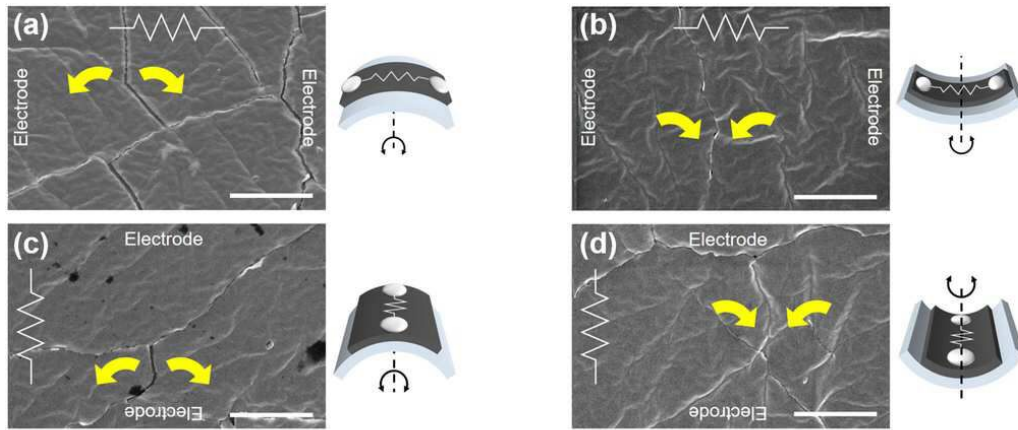
도면7



도면8

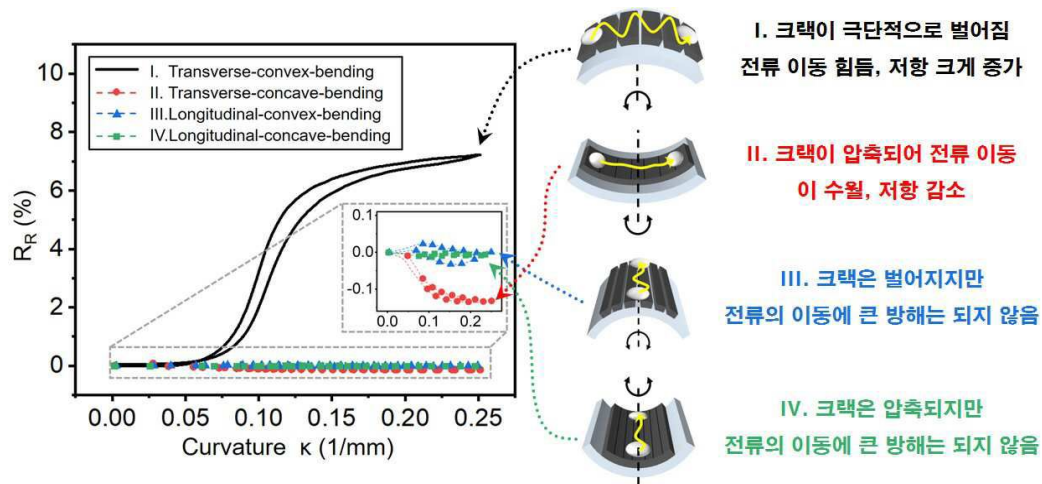


도면9



굽힘 축 방향에 상관없이
볼록한 벤딩은 모두 크랙을 벌리고
오목한 벤딩은 모두 크랙을 압축

도면10



도면11

