

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일
2017년 12월 7일 (07.12.2017) **WIPO | PCT**

WO 2017/209435 A1

(51) 국제특허분류:

G01L 1/14 (2006.01)

C08L 67/03 (2006.01)

C08L 23/06 (2006.01)

C08L 23/12 (2006.01)

H01B 5/14 (2006.01)

NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION

[KR/KR]; 08826 서울시 관악구 관악로 1, Seoul (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/005401

(22) 국제출원일:

2017년 5월 24일 (24.05.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0066677 2016년 5월 30일 (30.05.2016) KR

(72) 발명자: 이태민 (**LEE, Taemin**); 13595 경기도 성남시 분당구 황새울로200번길 9-7 917호, Gyeonggi-do (KR).

최용환 (**CHOI, Yong Whan**); 05852 서울시 송파구 위

례광장로 136 103동 601호, Seoul (KR). 이건희 (**LEE,**

Gunhee); 08799 서울시 관악구 낙성대역8길 49-7 201호,

Seoul (KR). 최만수 (**CHOI, Man Soo**); 06305 서울시 강

남구 언주로 107 205동 703호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김애라 (**KIM, Aera**); 06211 서울시 강남구 테헤란로 322 동관 1301호, Seoul (KR).

(71) 출원인: 재단법인 멀티스케일 에너지시스템 연구단 (**GLOBAL FRONTIER CENTER FOR MULTISCALE ENERGY SYSTEMS**) [KR/KR]; 08826 서울시 관악구 관악로 1, Seoul (KR). 서울대학교산학협력단 (**SEOUL**

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국

내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

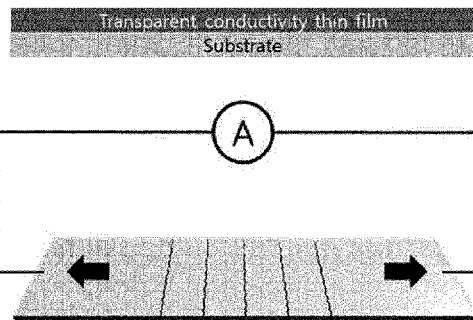
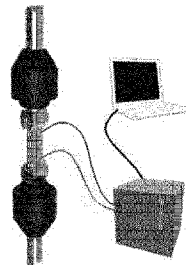
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU,

ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA,

(54) Title: HIGH-SENSITIVITY SENSOR HAVING CRACK-CONTAINING TRANSPARENT CONDUCTIVE THIN FILM AND METHOD FOR PREPARING SAME

(54) 발명의 명칭: 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비하는 고감도 센서 및 그의 제조 방법



(57) Abstract: Provided is a high-sensitivity sensor having a crack-containing transparent conductive thin film. The high-sensitivity sensor relates to a sensor which is acquired by means of forming fine cracks on a transparent conductive thin film formed on a support and is for measuring external tension and pressure by means of measuring changes in electrical resistance due to changes, shorting or opening in a fine attachment structure formed by the fine cracks. The high-sensitivity transparent conductive crack sensor can be applied to high-precision measurement or artificial skin, can also be utilized as a positioning detecting sensor by means of pixelating the sensor, and can be utilized in fields of precise measurements, biometric devices used on human skin and the like, human motion measurement sensors, display panel sensors and the like.

(57) 요약서: 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비하는 고감도 센서가 제공된다. 상기 고감도 센서는 지지체 상에 형성된 투명 전도성 박막에 미세 크랙을 형성하여 얻어지며, 상기 미세 크랙이 형성하는 미세 접합구조에서의 변화, 단락 또는 개방에 의한 전기적 저항변화의 측정으로 외부의 인장 및 압력을 측정하는 센서에 관한 것으로, 이와 같은 고감도 투명 전도성 크랙 센서는 정밀도가 높은 계측, 또는 인공 피부에 적용이 가능하며, 상기 센서를 픽셀화하여 포지셔닝 디텍팅 센서로도 활용 가능하여, 정밀 계측 분야, 인체 피부 등을 통한 생체 측정 디바이스, 사람의 모션의 측정 센서, 디스플레이 패널 센서 등의 분야에서 유용하게 사용할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

WO 2017/209435 A1



LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역
내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,
LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유
럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비하는 고감도 센서 및 그의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비하는 고감도 센서 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 미세한 크랙이 형성된 투명 전도성 박막을 사용하여, 인장 및 압력을 감지하는 정밀도가 높은 계측 또는 인공 피부에 적용이 가능한 고 감도 센서에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 고감도 센서는 미세한 신호를 감지하여 이를 전기적 신호 등의 데이터로 전달하는 장치로서 현대산업에서 필수적으로 요구되는 부품 중 하나이다.
- [3] 이와 같은 센서 중 압력이나 인장력을 측정하는 센서로서는 정전용량(capacitive) 센서, 압전기(piezoelectric) 센서, 스트레인 게이지 등이 알려져 있다.
- [4] 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 역할을 알 수 있다.
- [5] 또한, 스트레인 게이지는 금속저항소자의 저항치 변화에 따라 피 측정물의 표면의 변형을 측정하는 것으로, 일반적으로 금속 재료의 저항치는 외부로부터의 힘에 따라 늘어나면 증가하고 압축되면 감소하는 성질을 가지고 있으며, 힘, 압력, 가속도, 변위 및 토크(torque) 등의 물리량을 전기신호로 바꾸기 위한 센서의 수감 소자로도 응용되고, 실험, 연구뿐만 아니라 계측제어용으로도 널리 이용되고 있다.
- [6] 최근 인공 피부 등의 센서를 인체에 적용하는 연구가 활발히 진행 중에 있다. 이때 필요한 센서의 특성으로 굴곡이 많은 인체에 적용시키기 위한 플렉시블한 특성과 인체 적용에 있어 거부감이 없도록 투명한 특성이 요구된다.
- [7] 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. 또한 상기의 센서는 사용되는 재료에 의해 불투명한 한계가 있다.
- [8] 상기와 같은 문제점에 의해서, 상기의 센서는 특정 환경에서만 구동이 가능하거나, 다양한 환경적 요인에 의해 영향을 받아 측정값의 정확성이 저하되는 등의 문제가 존재함과 동시에 반복 구동시 일정한 측정 값을 확보하기

곤란한 문제가 있다. 특히 최근 활발히 연구가 진행 중인 인공 피부에 요구되는 특성을 고려해 봤을 때, 이들 센서는 자체의 구조적인 문제로 인하여 플렉시블 구조체를 제조하기 곤란하며, 불투명한 특성으로 응용범위가 제한적인 문제가 있다.

- [9] 따라서, 이러한 문제점을 보완할 수 있는 새로운 고감도 센서의 개발이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명에서 해결하고자 하는 기술적 과제는 환경에 의한 영향을 적게 받으면서 반복적인 사용에도 측정값의 정확도가 유지되며, 유연성 및 투명성을 가지고 있어 다양한 분야에 응용 가능한 인장 및 압력의 변화를 감지할 수 있는 투명 고감도 센서를 제공하는 것이다.
- [11] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 투명 고감도 센서의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위해서 본 발명은,
- [13] 투명 지지체; 및
- [14] 상기 지지체의 적어도 일면 상에 형성되는 투명 전도성 박막을 구비하며,
- [15] 상기 투명 전도성 박막은, 서로 마주하면서 적어도 일부 면이 서로 접촉하고 있는 크랙면을 갖는 크랙을 포함하고,
- [16] 외부 물리적 자극에 따라 상기 크랙면이 이동하면서 접촉면적이 변화하거나 단락 혹은 재접촉에 의해 발생하는 전기적 변화의 측정에 의한 외부자극을 측정하는 투명 고감도 센서를 제공한다.
- [17] 상기의 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,
- [18] 지지체의 적어도 일면 상에 투명 전도성 박막을 형성하는 단계; 및
- [19] 상기 전도성 박막을 인장하여 크랙을 유도하는 단계를 포함하는 투명 고감도 센서의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

- [20] 본 발명의 투명 고감도 센서는 지지체의 일면 상에 크랙이 형성된 투명 전도성 박막을 이용하여, 높은 감도로 인장 및/또는 압력을 측정 할 수 있을 뿐만 아니라, 유연성 및 투명성을 가지고 있어 여러 분야에 응용 가능하다. 상기와 같은 투명 고감도 센서는 정밀도가 높은 계측, 또는 인공 피부에 적용이 가능하며, 상기 센서를 픽셀화하여 포지셔닝 디텍팅 센서로도 활용 가능하며, 정밀 계측 분야, 인체 피부 등을 통한 생체 측정 디바이스, 사람의 모션의 측정 센서, 디스플레이 패널 센서 등의 분야에서 유용하게 사용할 수 있다.
- [21] 또한, 상기 고감도 센서는 간단한 공정으로 대량 생산이 가능하므로 매우 높은 경제성을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 센서의 작동원리를 설명하는 개략도이다.
- [23] 도 2는 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서를 나타내는 사진이다.
- [24] 도 3은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서에 외부자극을 가했을 때 크랙의 접합 구조가 개방되는 것을 나타낸 모식도이다.
- [25] 도 4는 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 2% 인장 후에 관측한 FESEM 이미지이다.
- [26] 도 5는 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 크랙 생성 전 후의 투과율을 나타내는 그래프이다.
- [27] 도 6은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 시간에 따른 전기저항 변화를 나타내는 그래프이다(ITO thickness: 600 nm, 2% 연신, gauge factor: 4000).
- [28] 도 7은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 이력현상 및 재현성을 나타내는, 연신(strain) 변화에 따른 전기저항 변화를 나타내는 그래프이다(빨간색: 늘어나는 동작, 검정색: 수축하는 동작).
- [29] 도 8은 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 압력에 따른 전기저항 변화를 나타내는 그래프이다.
- [30] 도 9는 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비한 고감도 센서의 압력 센서 픽셀을 나타낸다.
- [31] 도 10은 빨간색 막대가 픽셀을 누른 부분의 저항 변화를 관찰한 압력 센서 픽셀을 나타내는 도면이다.
- [32] 도 11은 도 10의 압력 센서 픽셀의 전기저항 변화를 나타내는 그래프이다(좌도: 1.8kPa의 압력을 가했을 때, 우도: 1.2kPa의 압력을 가했을 때).
- [33] 도 12는 본 발명에 따른 센서의 유연성 테스트 실험 결과를 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [34] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [35] 이하, 본 발명의 구현예에 따른 크랙 함유 투명 전도성 박막을 구비하는 고감도 센서에 대하여 보다 상세하게 설명한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 본 발명의 일 구현예에 따른 투명 고감도 센서는 지지체; 및 상기 지지체의 적어도 일면 상에 형성되는 투명 전도성 박막을 구비하며, 상기 투명 전도성 박막은, 서로 마주하면서 적어도 일부 면이 서로 접촉하고 있는 크랙면을 갖는 크랙을 포함하고, 외부 물리적 자극에 따라 상기 크랙면이 이동하면서 접촉면적이 변화하거나 단락 혹은 재접촉에 의해 발생하는 전기적 변화의 측정에 의한 외부자극을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [37] 상기 투명 고감도 센서는 투명한 전도성 박막에 형성된 크랙이 인장이나 압력에 따라 간격이 벌어지며 그에 따른 전도성 박막의 저항 변화를 측정하여 외부의 인장이나 압력을 계측하는 센서이다.
- [38] 본 발명에 있어서 영계수(Young's modulus)는 '탄성계수'라고도 하며, 탄성재료의 응력도와 변형도와의 관계를 나타내는 계수로서 후크의 법칙에 따라 선형 탄성재료의 경우에는 응력도의 크기에 관계없이 일정한 값을 나타낸다.
- [39] 영계수(Young's modulus)가 작은 물질 위에 영계수가 큰 물질이 놓일 경우, 그 물질을 인장했을 때 서로 다른 영계수 차이에 의해 영계수가 큰 물질에서 크랙이 발생한다. 영계수의 차이는 약 95GPa 이상 또는 100GPa 이상일 수 있고, 바람직하게는 111 GPa 이상, 120 GPa 이하, 또는 115 GPa 이하, 또는 113 GPa 이하일 수 있다. 본 발명에서는 상기와 같은 원리를 이용하여 영계수가 작은 지지체 상에 영계수가 큰 투명 전도성 박막을 형성하여, 미세 접합 구조(interconnection)를 인위적으로 만들고 이를 통해 매우 작은 인장 또는 압력의 변화를 감지하는 센서로 활용하게 된다. 즉, 투명 전도성 박막에 형성시킨 크랙 중에 서로 마주하면서 적어도 일부면이 서로 접촉하고 있는 크랙면을 갖는 크랙이 존재하게 되고 인장이나 압력 변화와 같은 외부 자극을 가할 경우 접촉되어 있던 크랙면이 이동하면서 접촉 면적이 바뀔에 따라 전기적 저항이 변화하거나 전기적 단락(short)이나 개방(open)이 형성되어 상기 전도성 박막상의 저항값의 변화가 크게 발생하게 되며, 이를 검출함으로써 상기 투명 전도성 박막 구조체를 인장센서, 압력센서 등으로 활용이 가능하게 된다.
- [40] 일 구현예에 따르면, 상기 투명 전도성 박막에 존재하는 크랙은 다양한 형태를 가질 수 있으며, 상기 크랙이 발생하는 정도 또한 투명 전도성 박막의 두께, 형성 조건 등에 따라 달라질 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [41] 본 발명의 투명 고감도 센서에 있어서, 상기 지지체는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP) 및 폴리에틸렌(PE) 등으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 것이 바람직하며, 가장 바람직하게는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)일 수 있다.
- [42] 일 실시예에 따르면, 지지체의 투과도는 85% 이상인 것이 바람직하고, 지지체의 두께는 30 μm 내지 100 μm 일 수 있고, 영계수가 3 GPa 내지 5 GPa 인 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [43] 본 발명의 투명 고감도 센서에 있어서, 상기 투명 전도성 박막은 ZnO, ZnO:B,

ZnO:Al, ZnO:H, SnO, SnO₂, SnO₂:F, Indium-Tin-Oxide(ITO) 및 fluorinated SnO(FTO) 등으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 어느 하나 또는 이들의 조합인 것이 바람직하며, 가장 바람직하게는 Indium-Tin-Oxide(ITO)일 수 있다.

[44] 일 구현예에 따르면, 상기 투명 전도성 박막은 그 두께가 한정되는 것은 아니나 인장 및 구부림 등의 기계적 방법에 의해 크랙이 형성될 수 있는 정도의 두께를 갖는 것이 바람직하며, 이와 같은 크랙의 형성 조건은 투명 전도성 박막 및 지지체의 종류에 따라 달라질 수 있다.

[45] 본 발명의 투명 고감도 센서에 있어서, 상기 투명 전도성 박막의 두께가 0.1 nm 내지 1 μ m 인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 100 nm 내지 1000 nm, 더욱 더 바람직하게는 450 nm 내지 600 nm 일 수 있다. 또한, 투명 전도성 박막의 영계수는 100 GPa 내지 120 GPa 일 수 있다.

[46] 일 실시예에 따르면, 상기 크랙은 인장방향에 대해 수직한 방향으로 생기는 것이 바람직하다. 그 이유는 인장방향에 수직한 방향으로 형성된 크랙은 인장에 대한 저항 변화의 효과가 극대화 될 수 있기 때문이다.

[47] 본 발명의 투명 고감도 센서에 있어서, 상기 투명 고감도 센서의 게이지 팩터가(gauge factor) 1 내지 1×10^5 일 수 있으며, 바람직하게는 4,000 내지 5,000 일 수 있다.

[48] 본 발명에 있어서 게이지 팩터란 발생한 스트레인(strain)에 대한 스트레인 게이지의 저항 변화율을 의미한다.

[49] 본 발명의 투명 고감도 센서에 있어서, 상기 투명 고감도 센서는 유연성 테스트에서 반경 1 mm 이상 반경 5 mm 이하에서 동작하는 것을 확인하였다. 그리고 80 % 이상, 바람직하게는 85% 이상의 투과도를 갖는 것일 수 있다.

[50] 예를 들어, 도 2에는 본 발명의 투명 고감도 센서가 도시되어 있다. 도 2에서 확인할 수 있듯이 본 발명의 투명 고감도 센서는 손바닥에 부착하여 손바닥을 오므렸다 폈다 하여도 위화감이 없을 정도로 유연성이 뛰어나며, 뒷면의 글씨가 투명하게 비칠 정도의 투명성을 가지는 것을 나타낸다.

[51] 상기와 같은 특성에 의해서 본 발명의 투명 고감도 센서는 인공 피부, 디스플레이 패널 등의 다양한 분야에서 응용할 수 있으며, 상기 센서를 픽셀화 하여 포지셔닝 디텍팅 센서로도 활용 가능하다.

[52]

[53] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 자명한 것이다.

[54]

[55] <실시예 1> 투명 고감도 센서의 제작

[56] 30 μ m 두께의 PET 필름(영계수: 3 GPa) 위에 600 nm 두께의

ITO(Indium-Tin-Oxide)를 스퍼터(sputter) 공정을 통해 증착하였다. 증착조건은 200W, 45 mins, 비가열(no heating)로 하였다.

- [57] 이 때 ITO는 비정질 상태로 놓아두었다(비정질 ITO의 영계수:116 GPa). ITO를 정질화하면 쉽게 단락되어 센서로서 작용할 수 없기 때문이다. 그 후, 제작한 센서에 인장을 가해 인위적으로 크랙을 발생시켰다. 이때, 크랙은 인장방향과 수직한 방향으로 형성되었다. 그 후, 센서에 전기적 신호를 연결할 수 있도록 전도성 폴리머를 이용해 전선을 부착하였다. 이와 같이 제작한 투명 고감도 센서를 도 1 및 도 2에 도시하였다. 도 3은 상기 투명 고감도 센서가 동작함에 따라 크랙이 벌어지는 것을 나타낸다.

[58]

[59] <실험예 1> 크랙의 FESEM 분석

- [60] 실시예 1의 센서를 2% 인장한 후에, 크랙 부분의 FESEM 이미지를 분석하였다.

- [61] 분석 결과는 도 4에 나타내었으며, 도 4에 나타난 바와 같이 크랙은 인장방향과 수직으로 형성된 것을 확인 할 수 있었다.

[62]

[63] <실험예 2> 크랙 생성 전과 후의 투과율 비교

- [64] 실시예 1의 센서의 크랙 생성 전과 생성 후의 투과율을 비교하였다. 투과율은 UV visible spectroscopy 로 측정하였다.

- [65] 분석 결과는 도 5에 나타내었으며, 도 5에 나타난 바와 같이 크랙 생성 전과 크랙 생성 후의 투과율 변화가 거의 없는 것을 확인할 수 있었다.

[66]

[67] <실험예 3> 스트레인 변화에 따른 저항값의 변화

- [68] 실시예 1의 센서에 인장을 가하면서 전류를 가하여 저항의 변화를 측정하였다. 구체적으로 도 6은 최대 2%까지 인장하였다가 다시 원래 상태 즉 0% 스트레인 상태로 가면서 측정한 전기저항의 변화를 나타낸 것이고, 도 7은 실시예 1의 센서의 이력현상 및 재현성을 나타내는 그래프이다.

- [69] 도 6에 나타난 바와 같이, 실시예 1의 센서를 최대 2%까지 인장하였다가 다시 원래 상태 즉 0% 스트레인 상태로 가면서 측정한 전기저항을 측정하였을 때, 전기저항의 변화가 초기 저항의 약 80배까지 변화함을 알 수 있었으며, 반복적으로 같은 형태의 저항 변화를 재현성 있게 얻을 수 있었다. 이는 서로 접촉하고 있던 크랙면이 스트레인이 가해짐에 따라 이동하면서 접촉 면적이 적어지고, 결국은 이격되면서 전기 저항이 급격하게 증가하는 데에 기인하며, 스트레인을 제거함에 따라 센서가 수축되면서 이격되었던 크랙면이 접촉하게 되고, 접촉면적이 증가함에 따라 저항이 줄어들면서 원래 상태로 돌아온다.

- [70] 도 7은 상기 실시예 1의 센서를 인장(loading)하면서 저항의 변화를 측정한 것으로서 2%에서 초기 저항의 약 80배 이상 증가하며, 스트레인을 제거하면서(unloading) 원래 저항 값으로 돌아오는 가역적 변화를 나타낸다. 2% 스트레인에서 저항변화/초기저항/스트레인으로 정의되는 센서의 감도가 GF:

4,000 이상인 것을 알 수 있다.

[71]

[72] <실험예 4> 압력 변화에 따른 저항값의 변화

[73] 실시예 1의 센서에 압력을 가하면서 압력의 변화에 따른 저항의 변화를 측정하였다.

[74] 도 8은 실시예 1의 센서에 압력을 0kPa 에서 70kPa까지 변화 시켜가면서 측정한 저항값의 변화를 나타낸다. 저항값은 압력이 70kPa 일 때 최대 80배까지 변화함을 알 수 있었다. 도 9는 압력 센서의 픽셀을 나타내며, 도 10 및 11은 막대기가 누른 부분의 저항이 변화하는 것을 나타낸다. 구체적으로 실시예 1의 센서에 1.8 kPa 의 압력을 가했을 때(좌도) 및 1.2 kPa의 압력을 가했을 때(우도)를 나타낸다.

[75]

[76] <실험예 5>

[77] 도 12 에 도시된 바와 같이, 투명 전극 센서를 검지와 중지의 마디에 각각 연결하여 손가락 동작 인식을 시행하였다. 손을 주먹 진 상태를 초기 상태로 설정하였으며, 이 때 투명 전극 센서는 반경 3 mm 으로 굽혀져 있는 상태이다. 손을 펼쳤을 경우 투명 전극 센서는 반경 5 mm 로 더 굽혀지며, 이 때 투명 전극 센서의 상단에 있는 투명 전극의 크랙이 벌어져 저항이 변한다. 상기 언급한 실험을 통해 투명 전극 센서가 손가락 동작을 인식할 수 있음을 확인했으며, 또한 반경 5 mm 에서 사용가능함을 확인하였다.

[78]

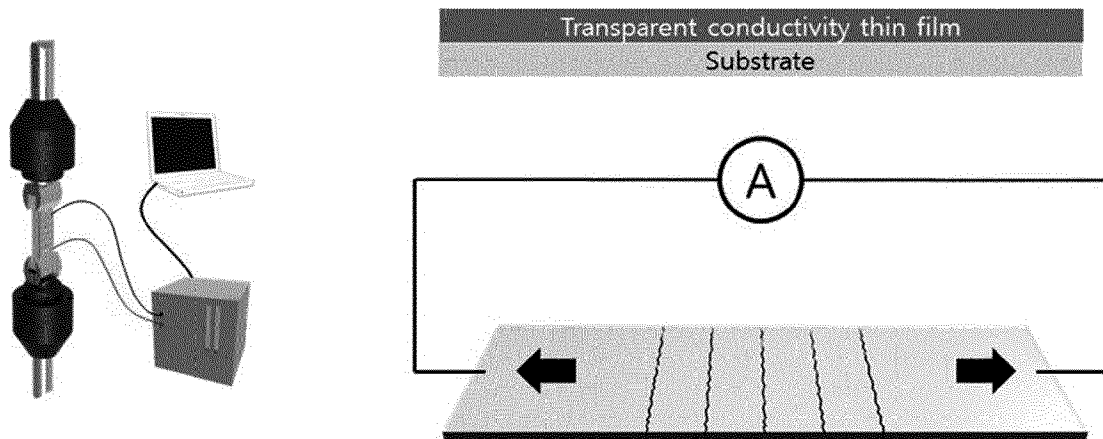
[79] 이상으로 본 발명의 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

청구범위

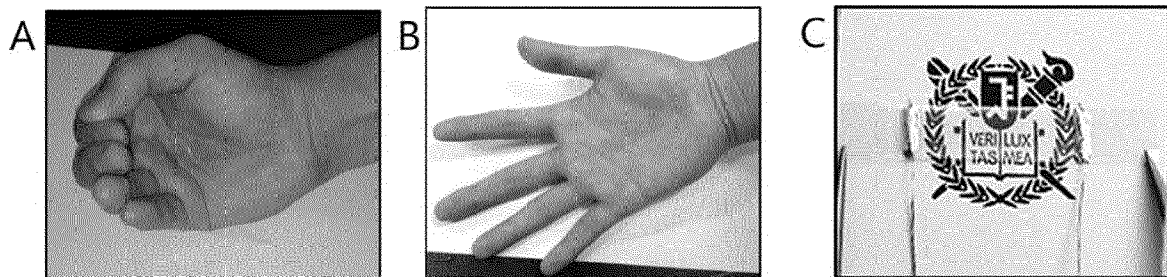
- [청구항 1] 투명 지지체; 및
상기 지지체의 적어도 일면 상에 형성되는 투명 전도성 박막을 구비하며,
상기 투명 전도성 박막은, 서로 마주하면서 적어도 일부 면이 서로
접촉하고 있는 크랙면을 갖는 크랙을 포함하고,
외부 물리적 자극에 따라 상기 크랙면이 이동하면서 접촉면적이
변화하거나 단락 혹은 재접촉에 의해 발생하는 전기적 변화의 측정에
의한 외부자극을 측정하는 투명 고감도 센서.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 지지체의 영계수(Young's modulus)가 투명 전도성 박막의
영계수보다 작은 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 지지체는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP) 및
폴리에틸렌(PE) 등으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 어느 하나
또는 이들의 조합인 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 투명 전도성 박막은 ZnO, ZnO:B, ZnO:Al, ZnO:H, SnO, SnO₂, SnO₂:F,
ITO 및 fluorinated SnO(FTO) 등으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는
어느 하나 또는 이들의 조합인 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 크랙은 상기 지지체와 상기 투명 전도성 박막의 영계수 차이에 의해
형성된 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 크랙은 나노 수준의 미세 크랙인 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서,
외부자극에 의해 상기 크랙의 전기적 단락 또는 개방이 발생하여 상기
전도성 박막의 전기적 저항값이 변화되는 것을 특징으로 하는 투명
고감도 센서.
- [청구항 8] 제 7항에 있어서,
상기 외부자극이 인장 및 압력 중 어느 하나 또는 이들의 조합인 것인
투명 고감도 센서.
- [청구항 9] 제 1항에 있어서,
상기 투명 전도성 박막의 두께가 0.1 nm 내지 1 μ m 인 것인 투명 고감도
센서.
- [청구항 10] 제 1항에 있어서,
상기 투명 고감도 센서의 게이지 팩터가 1 내지 1×10^5 인 것인 투명 고감도
센서.

- [청구항 11] 제 1항에 있어서,
상기 고감도 센서는 반경 1 mm 이상의 유연성 및 80 % 이상의 투과도를 가지는 것인 투명 고감도 센서.
- [청구항 12] 제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 따른 투명 고감도 센서를 구비하는 압력센서.
- [청구항 13] 제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 따른 투명 고감도 센서를 구비하는 인장센서.
- [청구항 14] 제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 따른 투명 고감도 센서를 구비하는 인공 피부.
- [청구항 15] 제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 따른 투명 고감도 센서를 구비하는 투명 디스플레이 패널.
- [청구항 16] 지지체의 적어도 일면 상에 투명 전도성 박막을 형성하는 단계; 및 상기 전도성 박막에 크랙을 유도하는 단계를 포함하는 제 1항의 투명 고감도 센서의 제조방법.

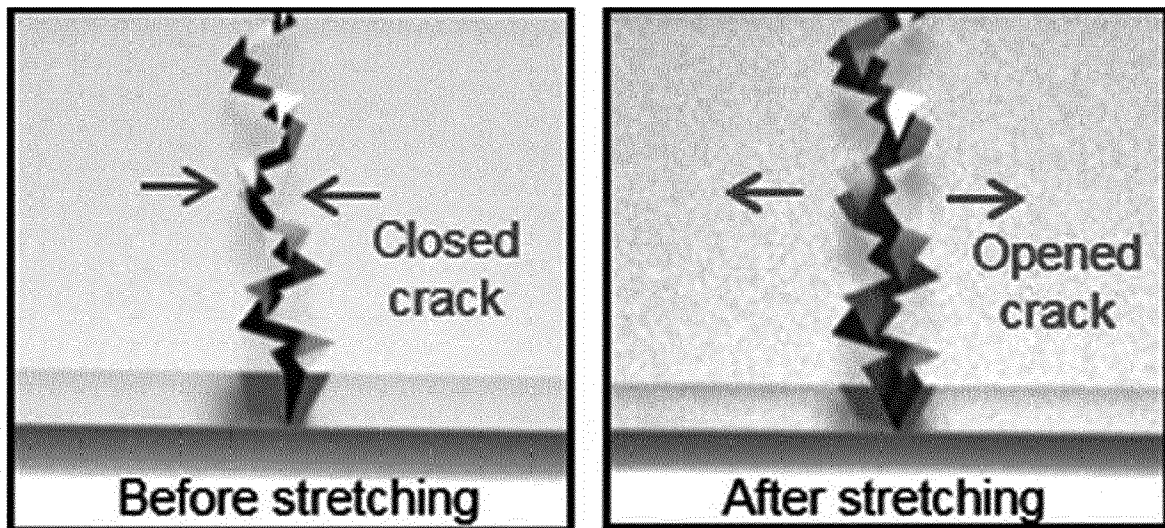
[도1]



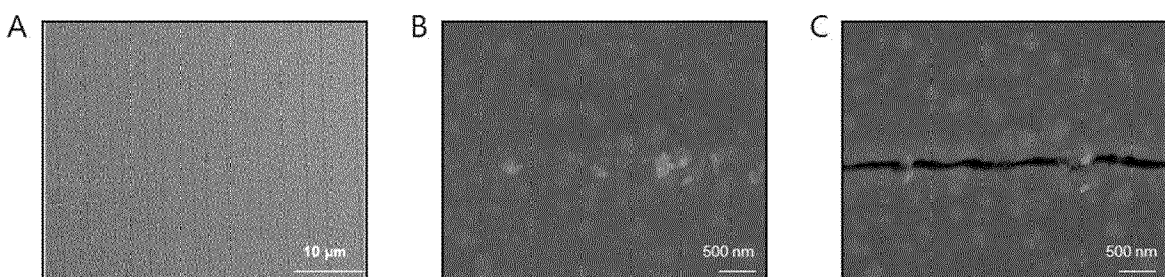
[도2]



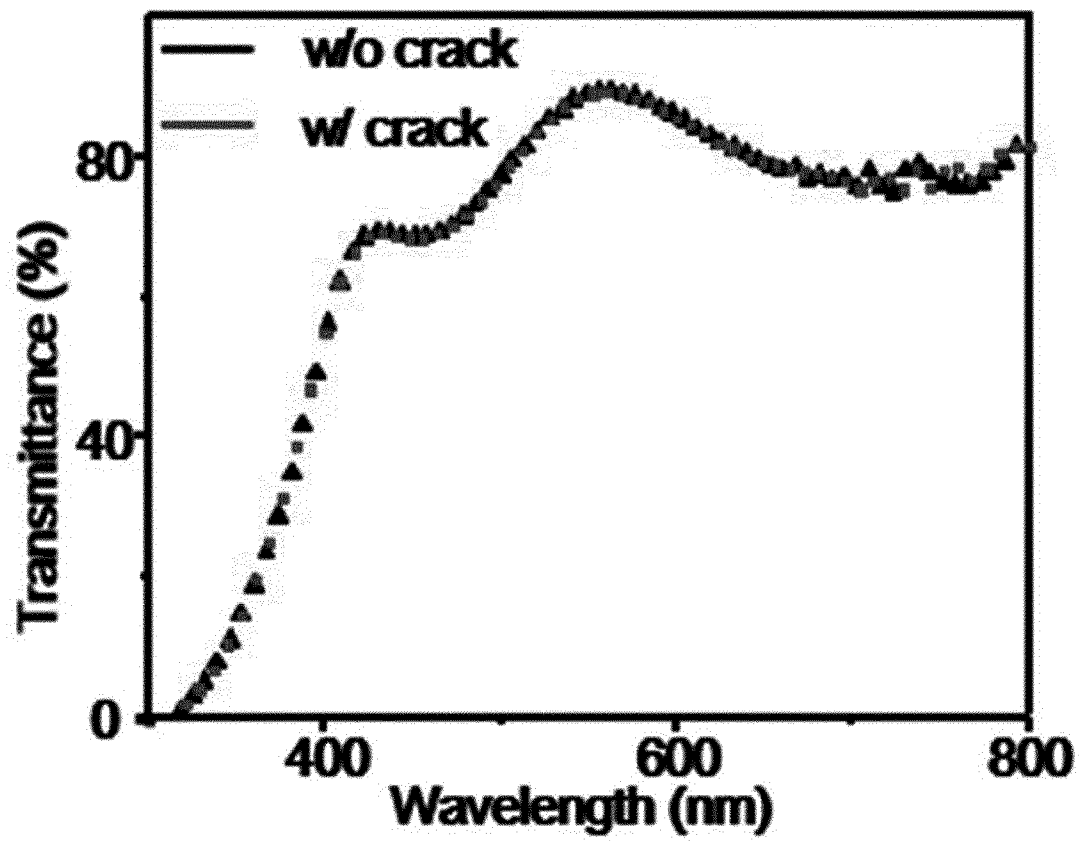
[도3]



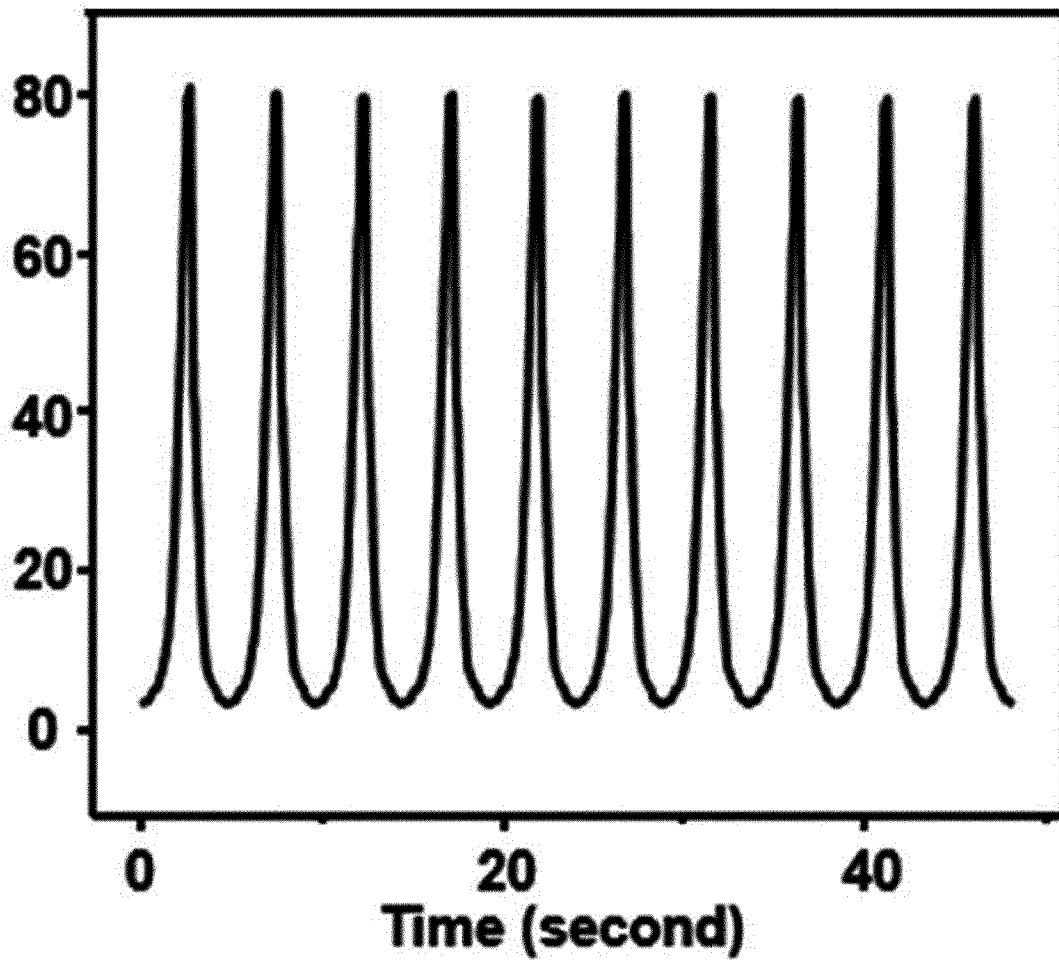
[도4]



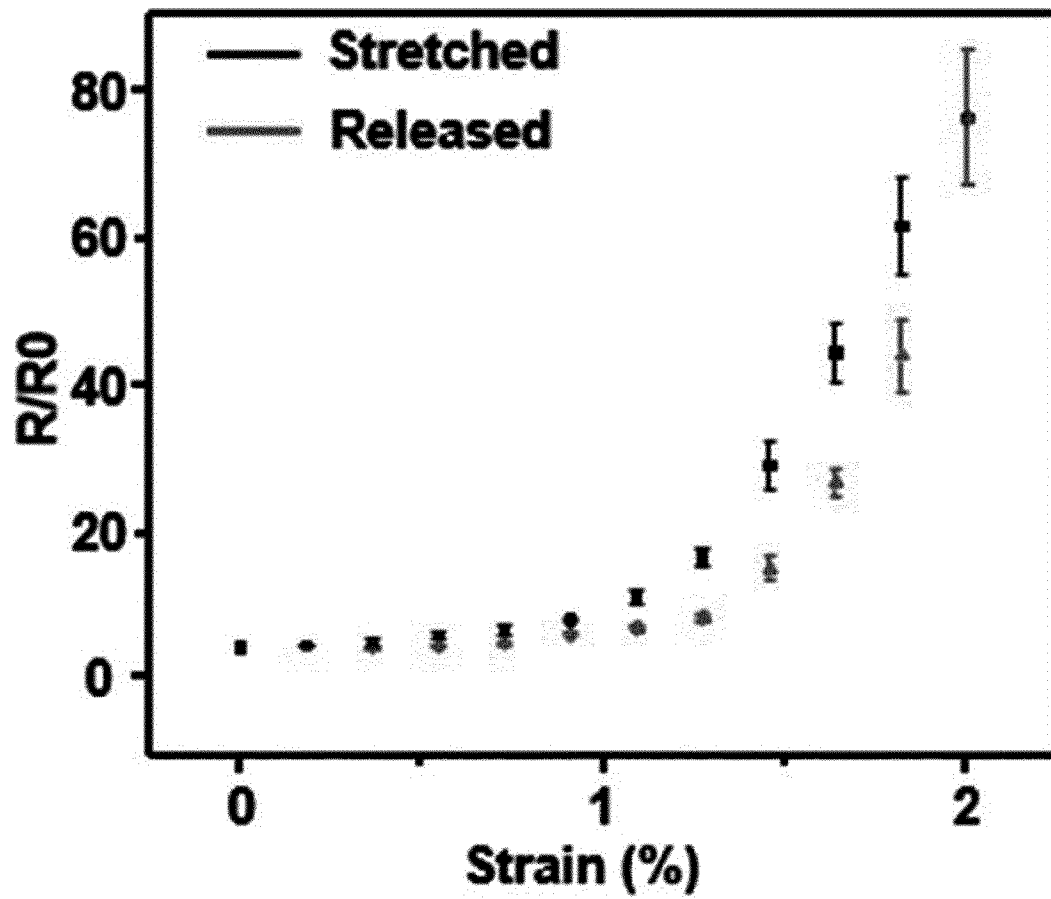
[도5]



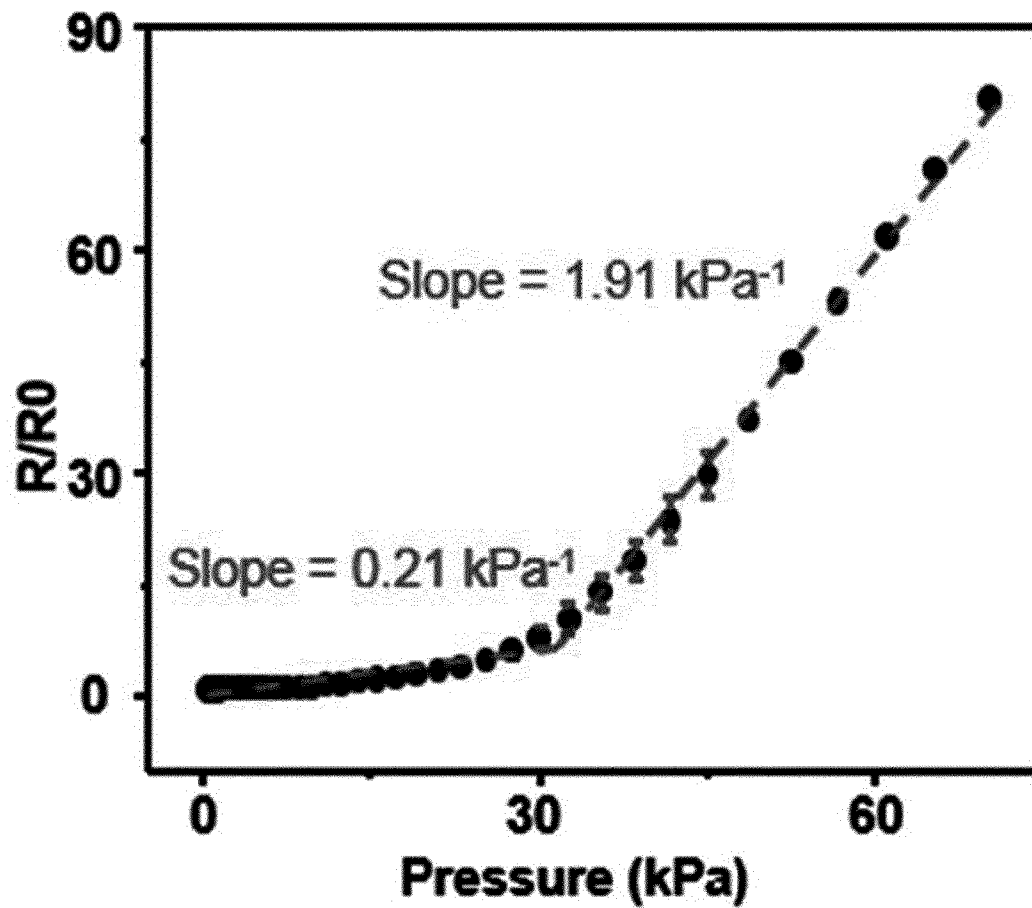
[도6]



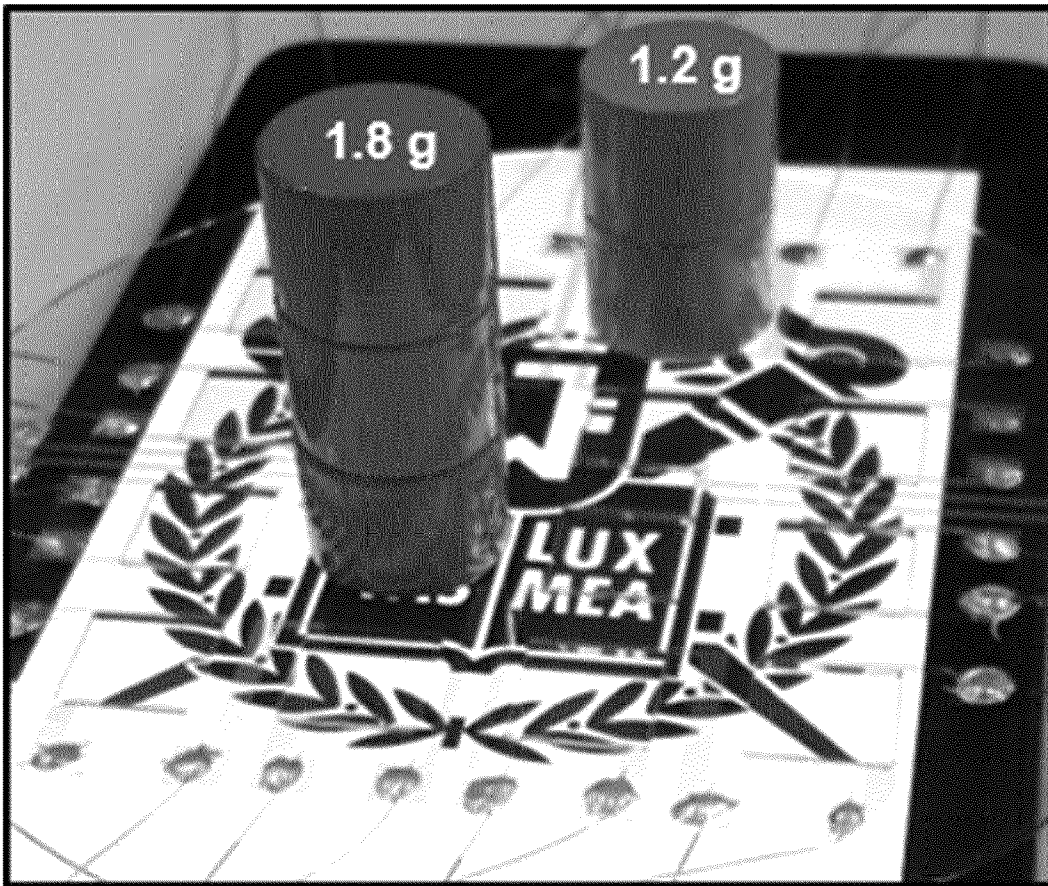
[도7]



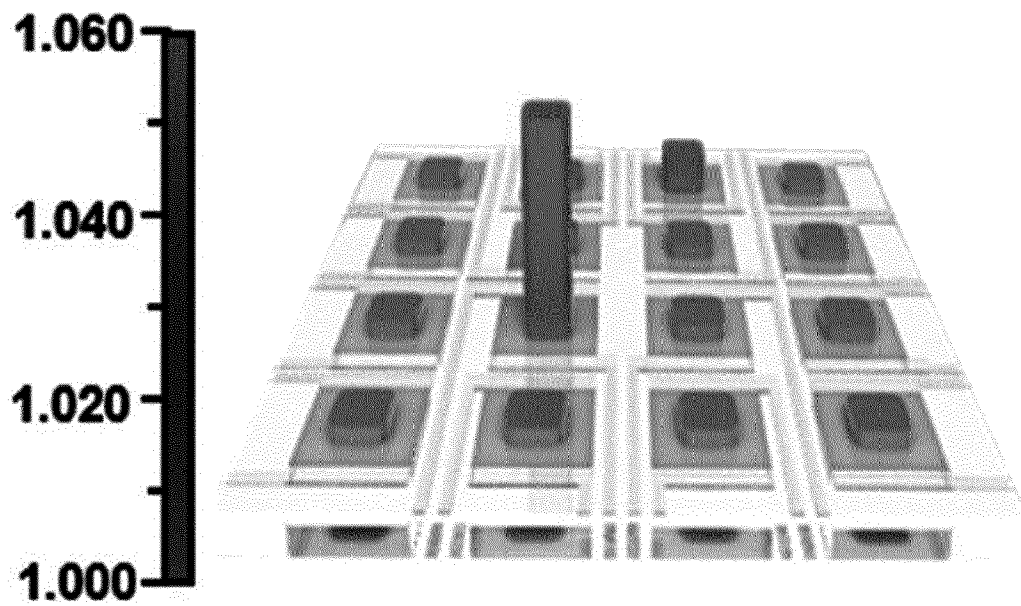
[도8]



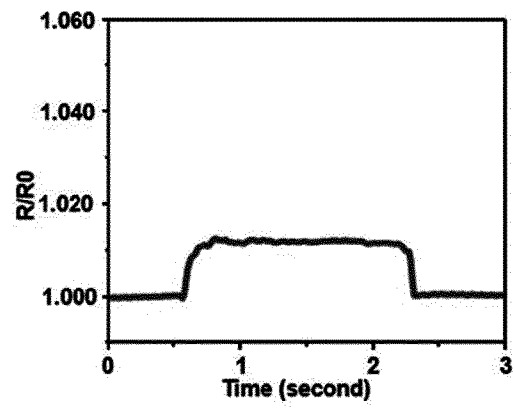
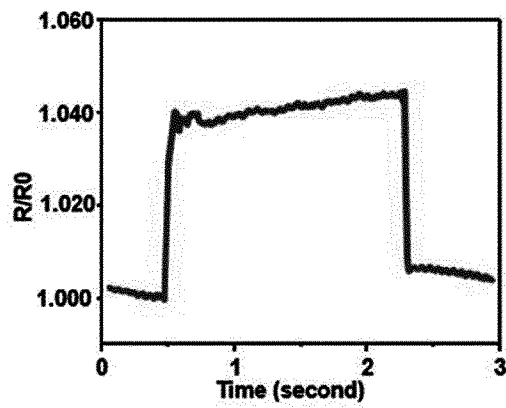
[도9]



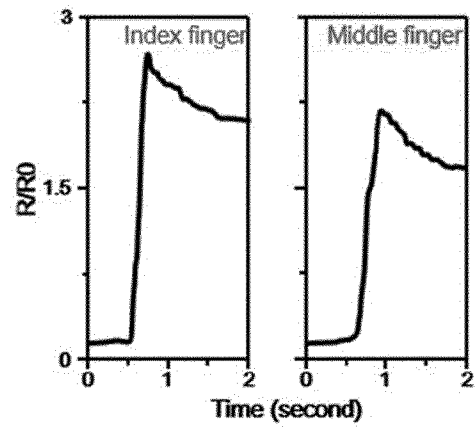
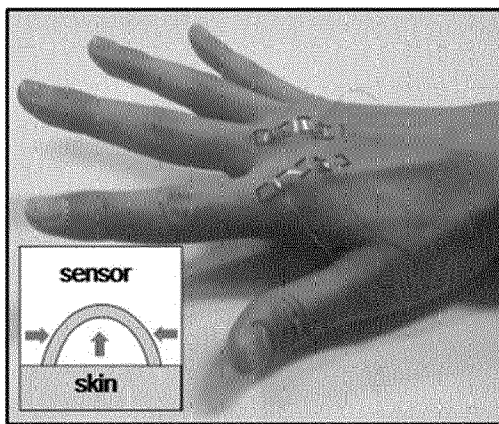
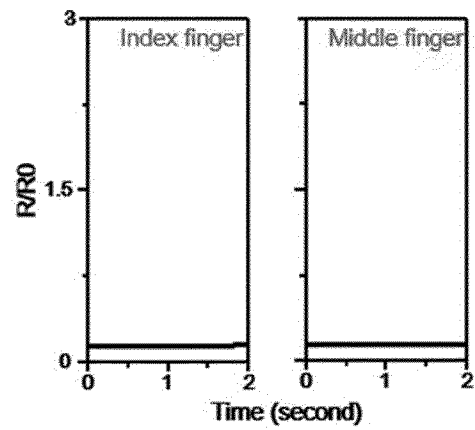
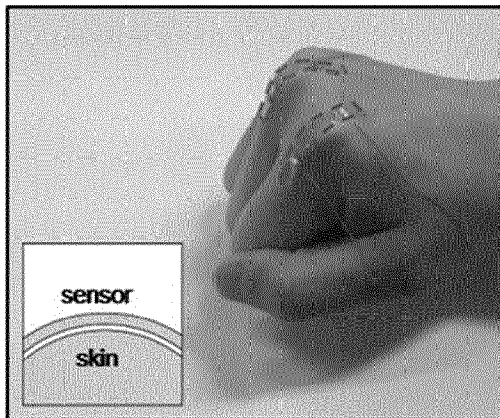
[도10]



[도11]



[도12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/005401

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 1/14(2006.01)i, C08L 67/03(2006.01)i, C08L 23/06(2006.01)i, C08L 23/12(2006.01)i, H01B 5/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L 1/14; G01L 1/22; G01B 7/16; H01L 33/00; G01L 5/00; G01D 21/00; C08L 67/03; C08L 23/06; C08L 23/12; H01B 5/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: transparent high sensitive sensor, transparent support, transparent conductive thin film, Young's modulus, elastic modulus, crack, permeability, gauge factor, tension sensor and artificial skin

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PARK, Byeong-Hak et al., Ultrasensitive Sensors Inspired the Nature. Polymer Science and Technology, vol. 26, no. 4, August 2015 See pages 301-304.	1-16
Y	KIM, Jin-Yeol et al., A Study on the Resistance and Crack Propagation of ITO/PET Sheet with 20 nm Thick ITO Film., Journal of the Korean Ceramic Society, vol. 46, no. 1, January 2009 See pages 86-93.	1-16
A	KR 10-2014-0011444 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION et al.) 28 January 2014 See paragraphs [0039]-[0057] and figures 1, 2.	1-16
A	KR 10-2014-0078704 A (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE) 25 June 2014 See paragraphs [0055], [0056] and figures 1, 2, 5.	1-16
A	KR 10-2015-0064707 A (GLOBAL FRONTIER CENTER FOR MULTISCALE ENERGY SYSTEMS et al.) 11 June 2015 See paragraphs [0025]-[0048] and figures 1-13.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 AUGUST 2017 (17.08.2017)

Date of mailing of the international search report

17 AUGUST 2017 (17.08.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/005401

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0011444 A	28/01/2014	CN 103782411 A	07/05/2014
		KR 10-1378168 B1	24/03/2014
		US 2014-0159030 A1	12/06/2014
		US 9349976 B2	24/05/2016
		WO 2014-010807 A1	16/01/2014
KR 10-2014-0078704 A	25/06/2014	CN 103959029 A	30/07/2014
		EP 2758760 A2	30/07/2014
		JP 2014-528079 A	23/10/2014
		US 2014-0238153 A1	28/08/2014
		WO 2013-044226 A2	28/03/2013
		WO 2013-044226 A3	11/07/2013
KR 10-2015-0064707 A	11/06/2015	CN 105612588 A	25/05/2016
		US 2016-0123820 A1	05/05/2016
		WO 2015-083874 A1	11/06/2015
		WO 2015-084061 A1	11/06/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01L 1/14(2006.01)i, C08L 67/03(2006.01)i, C08L 23/06(2006.01)i, C08L 23/12(2006.01)i, H01B 5/14(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01L 1/14; G01L 1/22; G01B 7/16; H01L 33/00; G01L 5/00; G01D 21/00; C08L 67/03; C08L 23/06; C08L 23/12; H01B 5/14

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 투명 고감도 센서, 투명 지지체, 투명 전도성 박막, 영계수, 탄성계수, 크랙, 투과도, 게이지 팩터, 인장 센서 및 인공 피부

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	박병학 등. 생체모사를 통한 고기능성 센서 개발. 고분자 과학과 기술 제26권 제4호, 2015.08 페이지 301-304 참조.	1-16
Y	김진열 등. 20 nm 두께의 ITO층이 코팅된 ITO/PET Sheet의 저항 및 균열형성 특성 연구. 한국세라믹학회지 제46권 제1호, 2009.01 페이지 86-93 참조.	1-16
A	KR 10-2014-0011444 A (서울대학교산학협력단 등) 2014.01.28 단락 [0039]-[0057] 및 도면 1, 2 참조.	1-16
A	KR 10-2014-0078704 A (프레지던트 앤드 펠로우즈 오브 하바드 칼리지) 2014.06.25 단락 [0055], [0056] 및 도면 1, 2, 5 참조.	1-16
A	KR 10-2015-0064707 A (재단법인 멀티스케일 에너지시스템 연구단 등) 2015.06.11 단락 [0025]-[0048] 및 도면 1-13 참조.	1-16

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 08월 17일 (17.08.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 08월 17일 (17.08.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이현길

전화번호 +82-42-481-8525



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0011444 A	2014/01/28	CN 103782411 A KR 10-1378168 B1 US 2014-0159030 A1 US 9349976 B2 WO 2014-010807 A1	2014/05/07 2014/03/24 2014/06/12 2016/05/24 2014/01/16
KR 10-2014-0078704 A	2014/06/25	CN 103959029 A EP 2758760 A2 JP 2014-528079 A US 2014-0238153 A1 WO 2013-044226 A2 WO 2013-044226 A3	2014/07/30 2014/07/30 2014/10/23 2014/08/28 2013/03/28 2013/07/11
KR 10-2015-0064707 A	2015/06/11	CN 105612588 A US 2016-0123820 A1 WO 2015-083874 A1 WO 2015-084061 A1	2016/05/25 2016/05/05 2015/06/11 2015/06/11