



등록특허 10-2557272



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월20일
(11) 등록번호 10-2557272
(24) 등록일자 2023년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 1/14 (2006.01) G01L 5/165 (2020.01)
H02N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 1/14 (2013.01)
G01L 5/165 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0121507
(22) 출원일자 2021년09월13일
심사청구일자 2021년09월13일
(65) 공개번호 10-2022-0037970
(43) 공개일자 2022년03월25일
(30) 우선권주장
1020200120647 2020년09월18일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
Guang Zhu et al., "Self-Powered,
Ultrasensitive, Flexible Tactile Sensors
Based on Contact Electrification", Nano
Lett. Vol. 14, No. 6, pp. 3208-3213, 19 May
19 2014.*
KR101870278 B1*
KR1020200005295 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대
학교)
(72) 발명자
박진우
서울특별시 서초구 서초중앙로 188, A동 2207호
김승록
서울특별시 서대문구 연희로10길 7
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 9 항

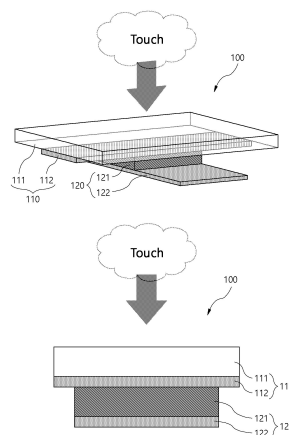
심사관 : 이성현

(54) 발명의 명칭 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서

(57) 요약

본 발명은 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서에 관한 것이다. 본 발명의 목적은, 전자피부와 같은 장치에 적용하기에 적합하도록, 촉각센서를 구성하는 전원부 및 감지부가 일체로 이루어져 하나의 촉각센서 안에서 전원부가 자신에게 연결된 감지부에 전원을 공급하도록 이루어지는, 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서를 제공함에 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

외부로부터 터치를 직접적으로 입력받는 전원부유전체(111) 및 상기 전원부유전체(111) 하면에 적층 배치되는 전원부전극판(112)을 포함하며, 터치에 의하여 마찰대전 원리로 발전을 수행하며 터치신호를 생성하는 전원부(110);

상기 전원부전극판(112)과 전기적으로 연결되며 온도 또는 압력을 포함하는 환경조건에 따라 임피던스가 변화하는 물성을 가지는 감지부유전체(121) 및 상기 감지부유전체(122) 하면에 적층 배치되는 감지부전극판(122)을 포함하며, 상기 전원부(110)에서 발전되어 공급된 전원을 사용하여 감지신호를 생성하는 감지부(120);

를 포함하며,

상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 동일 평면상에 배치되는 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

상기 전원부(110)에서, 터치에 의하여 상기 전원부유전체(111)가 대전됨에 따라 상기 전원부전극판(112)에도 대전이 일어남으로써, 상기 전원부전극판(112)에서 측정되는 전압값으로서 상기 터치신호를 생성하고,

상기 감지부(120)에서, 상기 전원부전극판(112)이 대전됨에 따라 상기 감지부유전체(121)가 대전되고, 상기 감지부유전체(121)가 대전됨에 따라 상기 감지부전극판(122)에도 대전이 일어남으로써, 상기 감지부전극판(122)에서 측정되는 전류값으로서 상기 감지신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

환경조건이 변화하면 상기 감지부유전체(121)의 임피던스가 변화함에 따라, 동일한 터치에 대하여 생성되는 감지신호가 변화하는 정도를 이용하여,

환경조건 변화의 정도를 측정하는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

초기상태에서 상기 전원부유전체(111) 및 상기 감지부유전체(112)의 임피던스가 정합되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

상기 전원부유전체(111) 및 상기 전원부전극판(112) 사이에 웨어러블(wearable)용 상측유연소재(131)가 개재되는 형태로서 보호부(130)를 형성하는 형상 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

상기 전원부전극판(112) 하면에 웨어러블용 하측유연소재(132)가 배치되어, 상기 상측유연소재(131) 및 상기 하측유연소재(132)가 보호부(130)를 형성하는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 모두 배치되거나, 또는

상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112)만이 배치되고 상기 감지부(120)는 상기 보호부(130) 외부에 배치되는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 10

제 8항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

하나의 상기 보호부(130) 당 상기 전원부(110) 또는 상기 감지부(120)가 복수 개 구비되는 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 자가동력 촉각센서(100)는,

상기 감지부(120)가 변형센서 또는 온도센서인 것을 특징으로 하는 자가동력 촉각센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 마찰발전 원리를 이용하여 자가동력을 생산하면서 터치를 감지하는 촉각센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 촉각센서는 인간의 피부를 모사하여 외부의 터치, 압력 및 온도를 감지하는 센서이다. 한국특허등록 제2109696호("정보가 없는 객체를 파지하는 로봇 핸드 및 그 제어방법", 2020.05.06.)에는, 객체에 대한 세밀한 모델링이나 프로그래밍 작업 없이 시각센서 및 촉각센서를 활용하여 핸들링하는 로봇 핸드 및 그 제어방법이 개시된다. 즉 사람이 시각을 통해 대상의 형상정보 및 위치정보를 획득하고, 촉각을 통해 이러한 정보들을 보정하여 대상에 올바르게 파지하는 방식을 모사하여 로봇 손을 제어하는 것이다. 촉각센서는 궁극적으로는 바로 상술한 바와 같은 로봇이나 의수에 적용되는 전자피부에 활용되기 위한 것이라고 할 수 있다.

[0003] 일반적으로 센서는, 센서 자체를 구동하거나, 센서에서의 직접 감지된 신호를 외부에서 해석가능한 신호로 후처리하는 등과 같은 동작을 하기 위하여 동력원을 필요로 한다. 한국특허등록 제1805773호("감압 터치센서 및 이를 이용한 감압 터치스크린 패널 및 감압 터치센서의 제조방법", 2017.11.30.)에는, 사용자의 터치에 의한 외부

압력에 따라 두께가 변화하는 탄성 유전층 및 기관에 형성되어 탄성 유전층의 두께 변화에 따른 전기적 특성 변화 정도를 감지하여 전기적 신호로 변환하는 감지회로부를 포함하는 감압 터치센서가 개시된다. 여기에서, 전기적 특성의 변화정도를 감지하기 위해서는 센서에 계속 전력이 공급되고 있는 상태여야 함은 당연하다.

[0004] 일반적으로 터치스크린은 배터리나 외부전원 등으로 안정적인 외부전력이 공급되는 장치에 입출력부로서 구비되므로, 터치스크린에 포함되는 센서에 전력을 공급하는 것은 문제가 되지 않는다. 그러나 전자피부의 경우 터치스크린과는 상당히 다른 환경에서 동작하기 때문에, 전력 공급에 있어 다른 방안이 요구된다. 이러한 방안의 일환으로, 센서에 지속적이고 안정적으로 전력을 공급하기 위하여, 자체적으로 전력을 생산하는 에너지 하베스팅 장치를 센서에 결합하는 기술이 최근 활발히 연구되고 있다. 에너지 하베스팅(energy harvesting)이란 진동, 음파, 열, 운동, 위치에너지 등 일상생활에서 쉽게 버려지거나 사용하지 않는 작은 에너지를 수확하여 사용가능한 전기에너지로 변환하는 기술을 말하는 것이다. 마찰대전(triboelectrification)을 이용한 에너지 하베스팅에서는, 마찰대전 원리 즉 서로 다른 재료의 물체를 마찰 시 접촉면에서의 상호 간섭에 의해 각각의 물체에 반대 부호의 전하가 기계적으로 나뉘는 원리를 이용하여, 두 부재의 상대운동에 따른 접촉 및 마찰을 이용해서 에너지를 수확한다. 촉각센서의 경우 외부 터치를 센싱하는 것이기 때문에, 이러한 마찰발전기를 전력공급원으로 적용하기에 매우 적절하다.

[0005] 한편 촉각센서를 활용하여 전자피부를 만든다고 할 때, 충분한 고분해능을 얻기 위해서는 다수의 촉각센서가 전자피부 상에 고집적도로 집적되어야 한다. 도 1은 종래의 촉각센서의 개략적인 회로도를, 도 2는 종래의 촉각센서를 이용한 집적회로의 한 실시예를 도시하고 있다. 도시된 바와 같이 종래에는 도 1에 도시된 바와 같이 촉각센서가 감지부("Sensor"로 표시됨) 및 전원부("Power source"로 표시됨)로 구성되며, 전원부는 에너지 하베스팅 시스템("Energy harvesting system"로 표시됨)으로서, 에너지 하베스팅을 수행하는 마찰발전기("TENG"로 표시됨)와, 마찰발전기에서 얻어진 전력을 안정적으로 감지부에 공급하기 위한 정파정류기("Rectifying bridge"로 표시됨), 스위치, 에너지 저장장치("Energy storage"로 표시됨)를 포함하는 형태로 이루어졌다. 이러한 구성을 기반으로 집적회로를 구성하고자 할 때, 도 2에 도시된 바와 같이 전원부는 그대로 유지되며 감지부의 개수만이 늘어나는 형태로 이루어지게 되었다. 다수 개의 촉각센서가 집적될 때 이러한 구조를 가지게 되면, 기본적으로 전원부의 구성이 복잡하게 구성되는 문제, 작동을 위해 필요한 시기에 스위치를 켜주는 등의 제어동작을 필요로 하는 문제 등이 있다. 뿐만 아니라 도 2에 도시된 집적회로로 알 수 있는 바와 같이, 수많은 감지부 각각에 전력을 공급해야 하기 때문에 회로가 복잡해지며, 감지부를 추가하고자 하는 경우 회로의 복잡도가 더욱 높아지므로 감지부를 쉽게 추가하기 어렵다는 문제가 있다. 또한 이처럼 감지부 각각에 전력을 공급해야 하기 때문에 전력소비가 매우 커지게 되는데, 이러한 큰 전력소비를 마찰발전기로는 얻기 어려울 수도 있는 문제 또한 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 1. 한국특허등록 제2109696호("정보가 없는 객체를 파악하는 로봇 핸드 및 그 제어방법", 2020.05.06.)

(특허문헌 0002) 2. 한국특허등록 제1805773호("감압 터치센서 및 이를 이용한 감압 터치스크린 패널 및 감압 터치센서의 제조방법", 2017.11.30.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 전자피부와 같은 장치에 적용하기에 적합하도록, 촉각센서를 구성하는 전원부 및 감지부가 일체로 이루어져 하나의 촉각센서 안에서 전원부가 자신에게 연결된 감지부에 전원을 공급하도록 이루어지는, 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉

각센서(100)는, 외부로부터 터치를 직접적으로 입력받는 전원부유전체(111) 및 상기 전원부유전체(111) 하면에 적층 배치되는 전원부전극판(112)을 포함하며, 터치에 의하여 마찰대전 원리로 발전을 수행하며 터치신호를 생성하는 전원부(110); 상기 전원부전극판(112)과 전기적으로 연결되며 온도 또는 압력을 포함하는 환경조건에 따라 임피던스가 변화하는 물성을 가지는 감지부유전체(121) 및 상기 감지부유전체(122) 하면에 적층 배치되는 감지부전극판(122)을 포함하며, 상기 전원부(110)에서 발전되어 공급된 전원을 사용하여 감지신호를 생성하는 감지부(120); 를 포함할 수 있다.

- [0009] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부(110)에서, 터치에 의하여 상기 전원부유전체(111)가 대전됨에 따라 상기 전원부전극판(112)에도 대전이 일어남으로써, 상기 전원부전극판(112)에서 측정되는 전압값으로서 상기 터치신호를 생성하고, 상기 감지부(120)에서, 상기 전원부전극판(112)이 대전됨에 따라 상기 감지부유전체(121)가 대전되고, 상기 감지부유전체(121)가 대전됨에 따라 상기 감지부전극판(122)에도 대전이 일어남으로써, 상기 감지부전극판(122)에서 측정되는 전류값으로서 상기 감지신호를 생성할 수 있다.
- [0010] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 온도 또는 압력을 포함하는 환경조건이 변화하면 상기 감지부유전체(121)의 임피던스가 변화함에 따라, 동일한 터치에 대하여 생성되는 감지신호가 변화하는 정도를 이용하여, 환경조건의 변화를 측정할 수 있다.
- [0011] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 초기상태에서 상기 전원부유전체(111) 및 상기 감지부유전체(112)의 임피던스가 정합되도록 형성될 수 있다.
- [0012] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부(110) 하측에 상기 감지부(120)가 적층되는 형태로 형성되되, 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 서로 접촉한 면적이, 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120) 각각의 면적보다 작게 형성될 수 있다.
- [0013] 또는 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 동일 평면상에 배치되는 형태로 형성될 수 있다.
- [0014] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부유전체(111) 및 상기 전원부전극판(112) 사이에 웨어러블(wearable)용 상측유연소재(131)가 개재되는 형태로서 보호부(130)를 형성할 수 있다.
- [0015] 이 때 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부전극판(112) 하면에 웨어러블용 하측유연소재(132)가 배치되어, 상기 상측유연소재(131) 및 상기 하측유연소재(132)가 보호부(130)를 형성할 수 있다.
- [0016] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 모두 배치되거나, 또는 상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112)만이 배치되고 상기 감지부(120)는 상기 보호부(130) 외부에 배치될 수 있다.
- [0017] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 하나의 상기 보호부(130) 당 상기 전원부(110) 또는 상기 감지부(120)가 복수 개 구비될 수 있다.
- [0018] 또한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 감지부(120)가 변형센서 또는 온도센서일 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, 촉각센서를 구성하는 전원부 및 감지부가 일체로 이루어져 하나의 촉각센서 안에서 전원부가 자신에게 연결된 감지부에 전원을 공급하도록 이루어진다. 따라서 매우 많은 개수의 촉각센서를 집적하여 구성하더라도 각각의 촉각센서 안에서 각각의 전원부는 자신에게 연결된 각각의 감지부에만 전원을 공급하면 되므로, 전원을 외부에서 공급하는 종래와는 달리 한꺼번에 많은 전력소비가 이루어질 필요가 없으며, 따라서 전력소비량을 크게 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 뿐만 아니라 본 발명에 의하면, 이처럼 하나의 촉각센서 안에 전원부 및 감지부가 일체로 이루어져 있기 때문에, 복수 개의 촉각센서를 집적 배치하고자 할 때 단지 서로 개별 구성으로 된 촉각센서들을 배열하기만 하면 되며, 이들 간의 복잡한 연결회로를 구성할 필요가 없다. 종래에는 하나의 전원부에 다수 개의 감지부가 연결되는 구성을 취했기 때문에 전원부와 감지부들을 연결하기 위해 매우 복잡한 회로를 구성해야 하였으나, 본 발명에 의하면 집적 배치 시 회로 구성의 복잡성을 비약적으로 저감할 수 있는 큰 효과가 있다.
- [0021] 또한 이러한 효과들에 따라, 본 발명의 촉각센서는 궁극적으로, 매우 많은 촉각센서들이 고밀도 집적 배치되어 만들어지는 전자피부에 적용하기 매우 적합하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 종래의 촉각센서의 개략적인 회로도.
 도 2는 종래의 촉각센서를 이용한 집적회로.
 도 3은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 기본구성.
 도 4는 본 발명의 자가동력 촉각센서의 동작원리.
 도 5는 본 발명의 자가동력 촉각센서의 회로도.
 도 6은 본 발명의 자가동력 촉각센서를 이용한 집적회로.
 도 7은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 응용구성의 한 실시예.
 도 8은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 응용구성의 다른 실시예.
 도 9는 전원부의 제작실시예.
 도 10은 감지부가 변형센서인 경우의 제작실시예.
 도 11은 감지부(변형센서)의 민감도 및 전원부의 민감도.
 도 12는 감지부가 변형센서인 자가동력 촉각센서의 실험예.
 도 13은 감지부가 온도센서인 경우의 제작실시예.
 도 14는 감지부(온도센서)의 민감도 및 반복반응성.
 도 15는 감지부가 온도센서인 자가동력 촉각센서의 실험예.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 단일전극 마찰발전기의 임피던스 정합을 이용한 자가동력 촉각센서를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0024] [1] 본 발명의 자가동력 촉각센서의 기본구성
- [0025] 도 3은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 구성도를 도시하고 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는, 전원부(110) 및 감지부(120)가 전기적으로 연결된 형태로 형성된다. [1]에서 설명되는 기본구성에서는 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 상하방향으로 적층된 형태이지만, 이후 [2]에서 설명되는 응용구성에서는 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 적층되지 않고 단지 전기적으로 연결되지만 하여도 된다. 그러나 기본구성 및 응용구성 모두 원리는 동일하므로, 일단 기본구성으로 원리를 설명하기로 한다.
- [0026] 상기 전원부(110)는 전원부유전체(111) 및 전원부전극판(112)이 적층된 형태로 형성되며, 상기 감지부(120)는 감지부유전체(121) 및 감지부전극판(122)이 적층된 형태로 형성된다. 즉 쉽게 설명하자면, 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)의 기본구성에서는, 도 3 하측의 단면도에 도시된 바와 같이, 상측에서부터 하측으로 가면서 상기 전원부유전체(111) - 상기 전원부전극판(112) - 상기 감지부유전체(121) - 상기 감지부전극판(122)이 순차적으로 적층된 형태로 이루어진다.
- [0027] 상기 전원부(110)는 터치에 의하여 마찰대전 원리로 발전을 수행하며 터치신호를 생성하는 역할을 한다. 여기에서 터치신호란 터치 크기 자체를 측정할 수 있는 신호를 말한다. 상기 전원부유전체(111)는 외부로부터 터치를 직접적으로 입력받으며, 상기 전원부전극판(112)은 상기 전원부유전체(111) 하면에 적층 배치된다. 상기 전원부유전체(111)에서 터치가 발생하면, 도 4의 ①에 도시된 바와 같이 터치에 의하여 상기 전원부유전체(111)의 외면(터치가 발생된 면)에 대전이 일어나게 된다. 도 4의 ②에 도시된 바와 같이 상기 전원부유전체(111)의 반대쪽 면에는 반대 극성의 전하가 대전되며, 상기 전원부유전체(111) 하면에 적층 배치된 상기 전원부전극판(112)에는 보상전하가 대전되게 된다. 즉 상기 전원부전극판(112)에도 대전이 일어남으로써 전위가 발생하게 되어, 결과적으로 발전이 수행되는 것이다. 이 때 도 4의 ②에 도시된 바와 같이 상기 전원부전극판(112)이 대전된 정도, 즉 전압값을 측정함으로써 터치 크기를 산출할 수 있으며, 따라서 상기 전원부전극판(112)에서 측정된 전압값이 바로 터치신호가 된다. 즉 상기 전원부(110)에서는, 상기 전원부전극판(112)에서 측정되는 전압값으로서 상기 터치신호를 생성하는 것이다.

- [0028] 상기 감지부(120)는 상기 전원부(110)에서 발전되어 공급된 전원을 사용하여 감지신호를 생성하는 역할을 한다. 여기에서 감지신호란 온도, 압력을 포함하는 환경조건 변화를 측정할 수 있는 신호를 말한다. 도 4의 ①, ② 과정을 거쳐 상기 전원부전극판(112)이 대전됨에 따라 상기 감지부유전체(121)도 대전되게 된다. 보다 상세히는, 도 4의 ③에 도시된 바와 같이 상기 전원부전극판(112)이 대전됨에 따라 상기 전원부전극판(112) 하면에 적층 배치된 상기 감지부유전체(121)의 상면에 보상전하가 대전된다. 그러면 도 4의 ④에 도시된 바와 같이 상기 감지부유전체(121)의 하면에는 또 반대 극성의 전하가 대전되며, 상기 감지부유전체(121)의 하면에 적층 배치된 상기 감지부전극판(122)에는 또 그에 대한 보상전하가 대전되게 된다. 이처럼 상기 감지부전극판(122)에 전류가 유도됨에 따라 도 4의 ④에 도시된 바와 같이 상기 감지부전극판(122)으로부터 전류값을 측정할 수 있으며, 이 전류값은 상기 터치신호 값을 상기 감지부유전체(121)의 임피던스로 나눈 값과 같다.
- [0029] 상기 감지부유전체(121)는 상술한 바와 같이 온도 또는 압력을 포함하는 환경조건에 따라 임피던스가 변화하는 물성을 가지므로, 상기 터치신호 값이 동일하다 하더라도 환경조건이 변화하면 임피던스가 변화함에 따라 전류값이 변화하게 된다. 즉 동일한 터치에 대하여 상기 감지부전극판(122)에서 측정되는 전류값이 변화하는 정도를 사용하여 환경조건의 변화를 산출할 수 있으며, 따라서 상기 감지부전극판(122)에서 측정된 전류값이 바로 감지신호가 된다. 즉 상기 감지부(120)에서는, 상기 감지부전극판(122)에서 측정되는 전류값으로서 상기 감지신호를 생성하는 것이다.
- [0030] 한편 이처럼 상기 전원부(110)에서는 터치신호를 생성하고, 상기 감지부(120)에서는 감지신호를 생성하는 바, 이들을 각각 측정하고자 할 때 물리적으로 서로 다른 방향에서 측정하도록 하면 배치 설계 편의성을 향상할 수 있다. 이러한 관점에서 도 3 상측의 사시도에 도시된 바와 같이, 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 각각 어떤 방향으로 연장된 바 형태를 이루되, 이들이 서로 수직하게 겹쳐 적층되는 형태로 형성되게 할 수 있다.
- [0031] 물론 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 신호값들을 뽑아내는 것이 편리하도록 하기 위해서라면 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 서로 적층되어 접촉된 부분 외에 다른 쪽으로 더 연장되어 있는 부분이 형성되어 있거나 하면 된다. 즉, 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 서로 접촉한 면적이, 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120) 각각의 면적보다 작게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0032] 이처럼 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 환경조건이 변화하면 상기 감지부유전체(121)의 임피던스가 변화함에 따라, 동일한 터치에 대하여 생성되는 감지신호가 변화하는 정도를 이용하여, 환경조건의 변화를 측정한다. 이때 감지신호의 변화가 입력되는 터치 크기 자체의 변화에 의해서인지, 아니면 (입력되는 터치 크기 자체는 변화하지 않지만) 온도, 압력 등 환경조건 변화에 따른 임피던스의 변화에 의해서인지를 구분할 수 있어야 한다. 이를 구분하는 원리를 예시를 통해 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0033] [실험 1]에서 크기 10의 터치를 입력하였을 때, 상기 전원부전극판(112)에서 측정된 전압값 즉 터치신호가 5, 상기 감지부전극판(122)에서 측정된 전류값 즉 감지신호가 5가 측정되었다고 한다. 만일 터치의 크기가 달라지면 당연히 터치신호 및 감지신호의 크기가 달라질 것이다. 한편 터치의 크기는 동일하더라도 온도, 압력 등 환경조건이 변화하면 상기 감지부유전체(121)의 물성에 의하여 임피던스가 변화함에 따라 감지신호의 크기가 달라질 것이다.
- [0034] [실험 2]에서 크기 10의 터치를 입력하였을 때, 터치신호가 5, 감지신호가 3이 측정되었다고 한다. 터치신호는 [실험 1]에서와 동일하게 측정되었으므로, [실험 2]에서도 [실험 1]에서와 동일한 크기의 터치가 발생하였다는 것을 알 수 있다. 그런데 동일한 크기의 터치에 대하여 [실험 1] 및 [실험 2]에서의 감지신호가 각각 5 및 3으로 서로 달라진 것을 확인할 수 있다. 즉, [실험 1]에서와 [실험 2]에서의 환경조건이 달라졌다는 것을 이 감지신호 변화로 확인할 수 있는 것이다.
- [0035] 이 때 상기 감지부유전체(121)의 물성, 즉 온도 또는 압력이 얼마만큼 변화했을 때 임피던스가 얼마만큼 변화하는지에 대해서는 미리 알고 있기 때문에, 감지신호 변화량으로 임피던스 변화량을 계산하고, 임피던스 변화량으로부터 온도 또는 압력의 변화량을 계산함으로써, 궁극적으로 온도 또는 압력의 변화를 측정할 수 있게 된다.
- [0036] [실험 3]에서 크기 6의 터치를 입력하였을 때, 터치신호가 3, 감지신호가 3이 측정되었다고 한다. [실험 2]와 비교하였을 때 감지신호는 동일하지만, 터치신호는 상이하다. 앞서 설명한 바와 같이, [터치신호 = (감지부유전체) 임피던스 * 감지신호]의 관계가 성립하므로, 이로 미루어 [실험 1], [실험 2]의 결과들과 비교하여 볼 때, [실험 3]에서의 임피던스는 [실험 1]에서의 임피던스와 동일함을 확인할 수 있다. 즉 [실험 3] 수행 시의 환경조건은 [실험 1] 수행 시의 환경조건과 동일하다는 것이다. 즉 터치 크기 자체가 변화해서 감지신호가 변화했다는 것이 확인되며, 이로부터 터치 크기의 변화를 측정할 수 있게 된다.

- [0037] 정리하면, [실험 1] - [실험 2]에서는 터치신호는 동일하게 나오되 감지신호가 상이하게 나오는 것으로부터, 감지신호 변화가 임피던스 변화에 의한 것임을 알 수 있고, 이로부터 온도, 압력 등의 변화를 측정할 수 있다. [실험 1] - [실험 3]에서는 터치신호 및 감지신호가 모두 상이하게 나오되 터치신호 및 감지신호의 비 즉 임피던스는 동일하게 나오는 것으로부터, 감지신호 변화가 터치 크기 자체의 변화에 의한 것임을 알 수 있고, 이로부터 터치 크기 자체의 변화를 측정할 수 있다.
- [0038] 위의 [실험 1], [실험 2], [실험 3]의 예시로 보면, [실험 1]을 기준으로 [실험 2] 및 [실험 3]에서 무엇이 어떻게 변화하였는지를 산출하고 있다. 즉 상기 자가동력 촉각센서(100)를 한 번 구동시키고 이 때 측정된 신호값들을 얻은 후에야, 이 값들을 기준값으로 삼아 이후 터치 크기 변화 또는 환경조건 변화를 측정할 수 있다는 것이다. 이 때 굳이 한 번 구동하여 기준값을 구할 것이 아니라, 상기 자가동력 촉각센서(100)가 특정한 조건에 맞추어 제작되도록 함으로써 초기상태에서 각 신호값들이 어떤 비율로 나오는지 미리 결정되어 있도록 하면 이러한 초기 기준값 결정과정을 생략할 수 있다. 상기 전원부유전체(111)도 임피던스 값을 가지고 있고, 상기 감지부유전체(112)도 임피던스 값을 가지고 있으며, 일반적으로 안정적인 회로 구성을 위해서는 임피던스 값들이 정합되도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 사항들을 고려하여, 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 초기상태에서 상기 전원부유전체(111) 및 상기 감지부유전체(112)의 임피던스가 정합되도록 형성되는 것이 바람직하다. 이처럼 임피던스가 정합되게 함에 따라 별도의 정류나 에너지 저장 없이도 원활한 전원 공급 및 신호 생성을 실현할 수 있다.
- [0039] 이처럼 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는, 터치를 측정할 뿐만 아니라 온도, 압력 등의 환경조건 변화도 함께 측정할 수 있다. 특히 터치를 이용하여 마찰발전 원리로 발전까지 수행하고, 이렇게 얻어진 전원을 이용하여 환경조건 변화 감지를 수행할 수 있다. 즉 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는 외부로부터 전원을 공급해줄 필요가 없이, 터치 자체만으로 구동이 가능하다.
- [0040] 도 5는 본 발명의 자가동력 촉각센서의 회로도를 도시하고 있는데, 도 1의 종래의 촉각센서와 비교하였을 때 훨씬 단순한 구조를 가지고 있음을 직관적으로 확인할 수 있다. 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는, 상술한 바와 같이 임피던스 정합을 통해 정류나 저장 과정 등을 필요로 하지 않는다. 이에 따라 본 발명에서는, 종래의 촉각센서에서 반드시 필요로 하였던 정파정류기, 스위치, 에너지 저장장치 등을 모두 배제할 수 있으며, 따라서 센서 구성이 비약적으로 간소화될 수 있게 된다. 실제로 도 3을 참조하면, 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는 물리적으로도 4개의 레이어가 적층된 형태의 매우 간소한 구성으로 형성되며, 도 5로 확인되는 바와 같이 전기적으로도 간소한 구성이 된다.
- [0041] 이처럼 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)가 종래에 비해 훨씬 간소한 구성으로 형성됨에 따라, 매우 많은 수의 센서들을 고밀도 집적 배치하는 경우에도 설계 및 제작 편의성이 크게 향상된다. 도 6은 본 발명의 자가동력 촉각센서를 이용한 집적회로의 예시를 도시하고 있다. 도 2의 종래의 촉각센서 집적회로와 비교하면, 종래에는 수많은 각각의 센서들에 전원을 공급해야 하는 공급라인과, 센서들로부터 측정된 신호를 받는 측정라인이 모두 형성되어 있어야만 했다. 그러나 본 발명에 의하면, 상기 자가동력 촉각센서(100) 각각에 자가구동을 가능하게 하는 상기 전원부(110)가 구비되어 있기 때문에, 도 6으로 확인되는 바와 같이 공급라인을 완전히 배제할 수 있게 된다. 이에 따라 집적회로 구성 시 공급라인 형성을 위한 잉여공간을 완전히 삭제할 수 있으며, 물론 설계 복잡성도 크게 완화된다. 즉 본 발명에 의하면, 각각의 센서 구성을 간소하게 함으로써 센서 자체의 설계 및 제작 편의성을 향상할 뿐만 아니라, 센서들을 고밀도 집적 배치하는 경우에도 공급라인을 배제함으로써 집적회로의 설계 및 제작 편의성 역시 크게 향상할 수 있는 것이다.
- [0042] **[2] 본 발명의 자가동력 촉각센서의 기본구성**
- [0043] 도 7은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 응용구성의 한 실시예를 도시하고 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 자가동력 촉각센서(100)는 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 서로 전기적으로 연결된 형태로 구성된다. 이 때 기본구성에서는 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 상하방향으로 적층됨으로써 물리적으로 접촉됨에 따라 전기적으로 연결되도록 형성되는 반면, 여기에서 설명할 응용구성에서는 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 서로 물리적으로 접촉되지는 않더라도 별도의 회로선 등을 통해 전기적으로 연결되는 형태로 형성된다.
- [0044] 도 7에 도시된 응용구성의 한 실시예에 의한 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 동일 평면상에 배치되는 형태로 형성된다. 상기 전원부유전체(111)는 도시된 바와 같이 터치를 직접 입력받아야 하기 때문에 항상 최상면에 위치하고 있어야 하지만, 나머지 부품들은 외부에 굳이 노출될 필요가 없다. 오히려 불필요한 손상 등을 피하기 위해서 상기 전원부유전체(111) 이외의 부품들은 외부와 격리되

어 보호되는 것이 바람직하다. 뿐만 아니라 이러한 형태의 센서들은 웨어러블용으로 활용되고자 하는 요구가 대부분이다.

[0045] 이러한 사항들을 고려할 때, 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 도시된 바와 같이 웨어러블(wearable)용 유연소재를 더 포함하는 것이 바람직하며, 이러한 웨어러블용 유연소재는 상기 전원부유전체(111) 이외의 부품들을 외부로부터 격리 보호하는 역할을 할 수 있도록 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라 기본적으로, 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 전원부유전체(111) 및 상기 전원부전극판(112) 사이에 웨어러블(wearable)용 상측유연소재(131)가 개재되는 형태로서 보호부(130)를 형성할 수 있다. 더불어 센서의 하면도 보호되어야 하는 경우, 역시 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 전원부전극판(112) 하면에 웨어러블용 하측유연소재(132)가 배치되어, 상기 상측유연소재(131) 및 상기 하측유연소재(132)가 보호부(130)를 형성할 수도 있다.

[0046] 도 7의 실시예에서는 상기 자가동력 촉각센서(100)가 상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112) 및 상기 감지부(120)가 모두 배치되는 구성을 취하고 있다. 그런데 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)는 전기적으로 연결되지만 하면 되므로, 상기 감지부(120)가 반드시 상기 전원부(110) 근처에 배치되어야만 하는 것은 아니다. 도 8은 본 발명의 자가동력 촉각센서의 응용구성의 다른 실시예를 도시한 것으로서, 도 8의 실시예에서와 같이 상기 보호부(130) 내부에 상기 전원부전극판(112)만이 배치되고 상기 감지부(120)는 상기 보호부(130) 외부에 배치되도록 할 수도 있다.

[0047] 또한 상기 전원부(110) 및 상기 감지부(120)가 반드시 1 : 1로 구비되어야만 하는 것은 아니다. 상기 전원부(110)가 모을 수 있는 전력이 많다면 하나의 상기 전원부(110) 당 복수 개의 상기 감지부(120)가 연결될 수도 있으며, 또는 상기 전원부(110) 하나당 모을 수 있는 전력이 적다면 복수 개의 상기 전원부(110)가 하나의 상기 감지부(120)에 연결되어 여럿이 모은 전력을 전달하게 형성될 수도 있다. 대개의 경우 웨어러블 소재에 구비되는 센서는 하나하나의 용량은 적을지라도 이들을 복수 개 모아서 구동가능한 전력 또는 식별가능한 신호를 생산하는 것을 목표로 한다. 이러한 사항을 고려하여, 상기 자가동력 촉각센서(100)는, 하나의 상기 보호부(130) 당 상기 전원부(110) 또는 상기 감지부(120)가 복수 개 구비되도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0048] [3] 본 발명의 자가동력 촉각센서의 실제 제작 및 실험예

[0049] 도 9는 전원부의 제작실시예를 도시하고 있다. 도 9의 실시예에 도시된 바와 같이, 원하는 물질을 성장시킨 후 전자스피닝(Electrospinning)한 후 PDMS를 스핀-코팅(Spin-coating)하여 하나의 레이어를 만들고, 전극판용 물질(도 9에서는 AgNWs)을 스핀-코팅한 후 에어로겔용액 및 PDMS를 순차적으로 스핀-코팅하여 다른 레이어를 만들어서, PDMS끼리 맞닿도록 적층함으로써 상기 전원부(110), 즉 전력을 생산하는 부분이 만들어질 수 있다.

[0050] 상기 전원부(110)는 터치를 받아들여 터치신호를 생산하면서 전력공급 역할을 하게 되며, 이와 연결되는 상기 감지부(120)가 이제 원하는 변수의 감지를 적극적으로 수행하게 된다. 상기 감지부(120)는 어떤 변수를 감지하고자 하는지에 따라 다양하게 만들어질 수 있는데, 여기에서는 상기 감지부(120)가 변형센서인 경우 및 온도센서인 경우를 예시적으로 설명한다.

[0051] 도 10은 감지부가 변형센서인 경우의 제작실시예를 도시하고 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 전극판용 물질(도 10에서는 AgNWs) 용액, 에어로겔용액, PDMS를 기판(도 10에서는 유리) 상에 순차적으로 스핀-코팅하고 열처리(Thermal annealing)한 후 기판에서 떼어냄으로써 변형센서인 상기 감지부(120)를 제작할 수 있다. 도 11은 감지부(변형센서)의 민감도 및 전원부의 민감도 그래프로서, 도 10의 제작실시예로 만들어진 변형센서인 상기 감지부(120) 및 도 9의 제작실시예로 만들어진 상기 전원부(110) 각각의 민감도를 나타낸 것이다. 도 12는 감지부가 변형센서인 자가동력 촉각센서의 실험예로서, 상기 전원부(110)를 손목 쪽에 부착하고(TENG) 변형센서인 상기 감지부(120)를 손가락 쪽에 부착하여(Strain sensor) 수행한 실험에서, 상기 감지부(120)가 늘려지거나(stretching) 복원되는(releasing) 변형이 일어남에 따라 신호의 변동이 발생하여, 변형 측정이 잘 이루어질 수 있음을 확인할 수 있다.

[0052] 도 13은 감지부가 온도센서인 경우의 제작실시예를 도시하고 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 전극판용 물질(도 13에서는 PEDOT:PSS와 MWCNT 복합체) 용액, PDMS를 기판(도 13에서는 유리) 상에 순차적으로 스핀-코팅하고 열처리(Thermal annealing)한 후 기판에서 떼어냄으로써 온도센서인 상기 감지부(120)를 제작할 수 있다. 도 14는 감지부(온도센서)의 민감도 및 반복반응성을 나타낸 것이다. 도 15는 감지부가 온도센서인 자가동력 촉각센서의 실험예로서, 상기 전원부(110)(TENG)와 연결된 상기 감지부(120)(Temperature sensor)에 온기가 있는 손가락을 대거나(Touch) 땀으로써(Detach) 열적 변화가 일어남에 따라 신호의 변동이 발생하여, 온도 측정 역시 잘 이루어질 수 있음을 확인할 수 있다.

[0054]

부호의 설명

100 : 자가동력 촉각센서

110 : 전원부

111 : 전원부유전체

112 : 전원부전극판

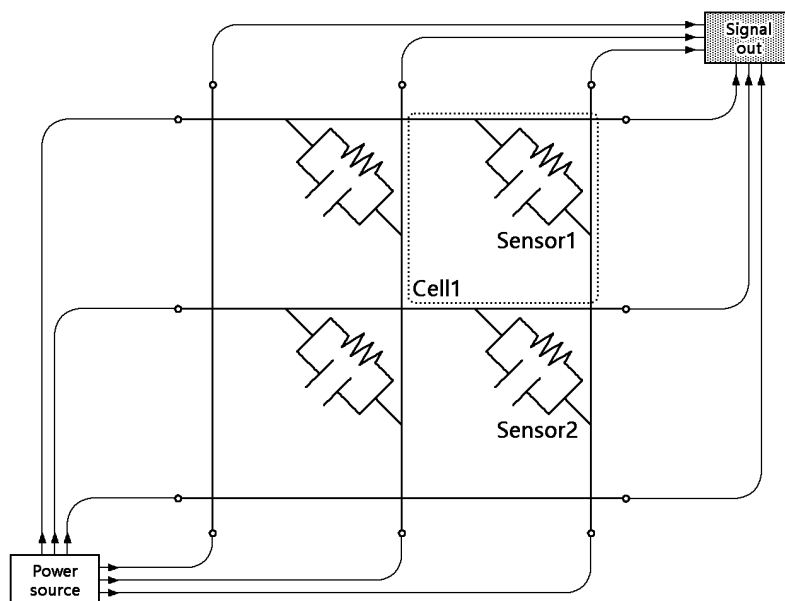
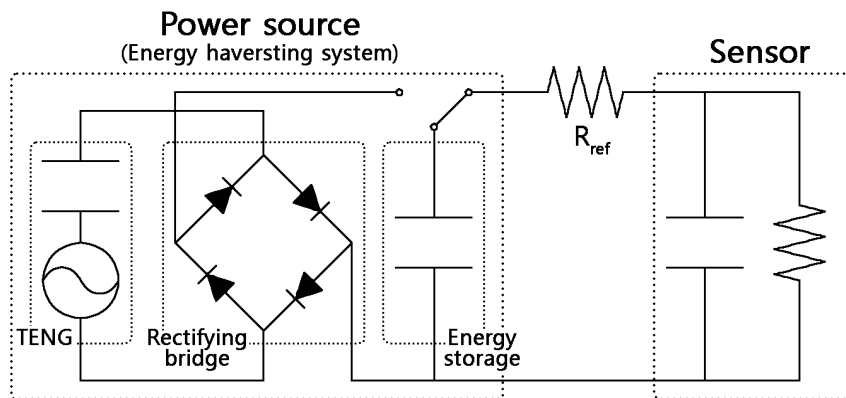
120 : 감지부

121 : 감지부유전체

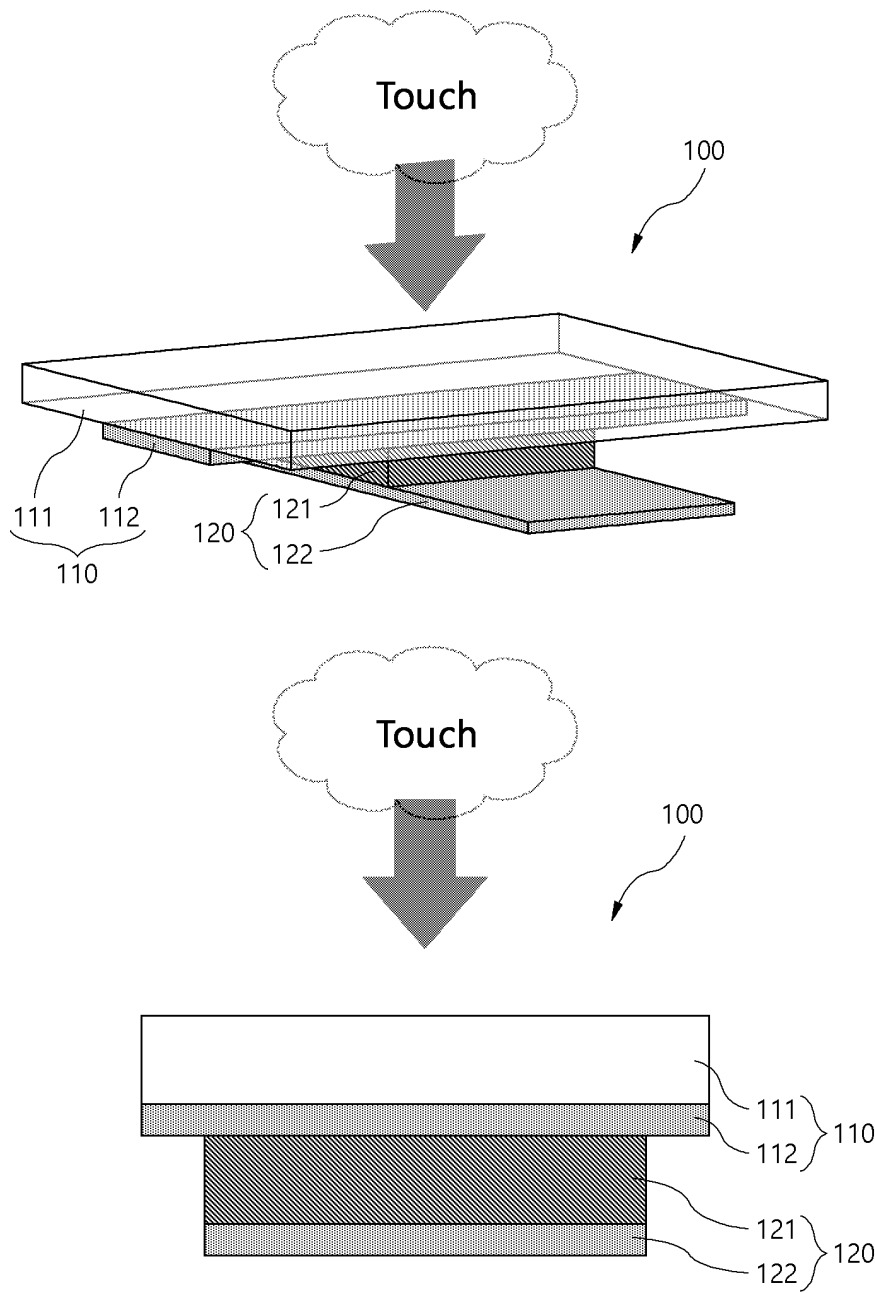
122 : 감지부전극판

도면

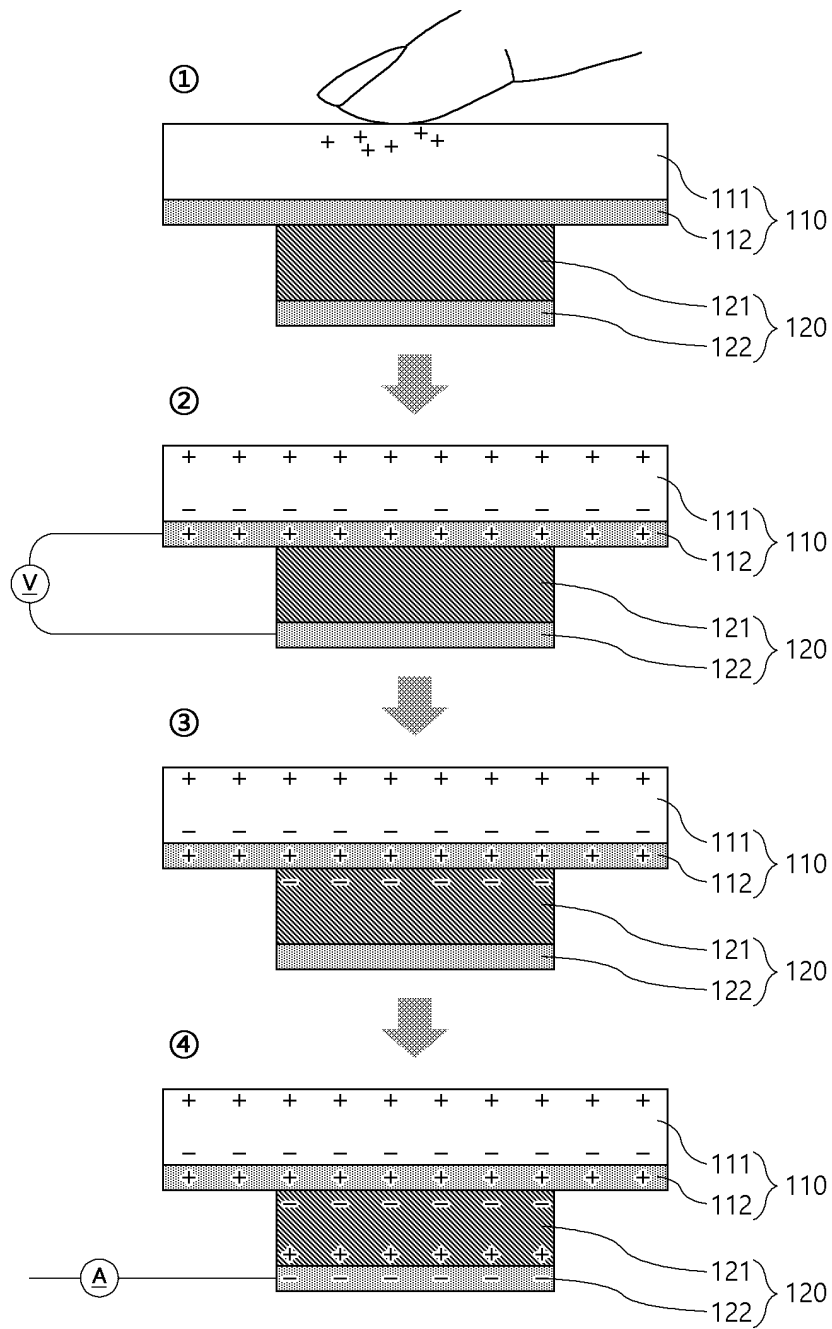
도면1



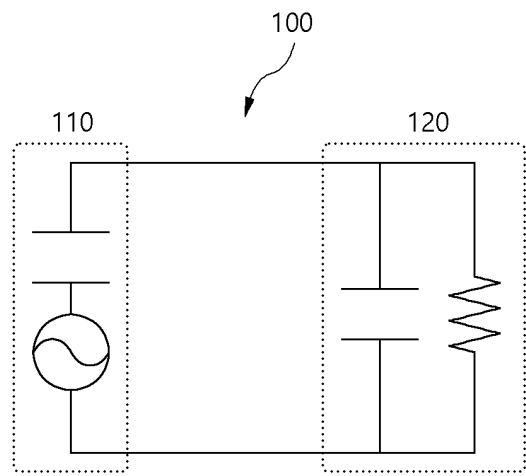
도면3



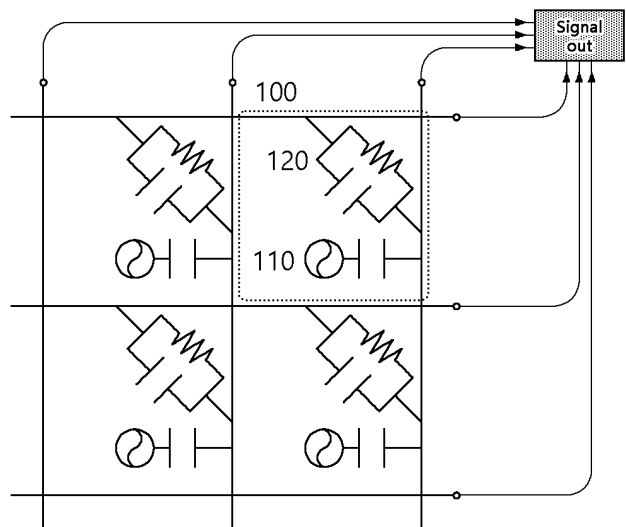
도면4



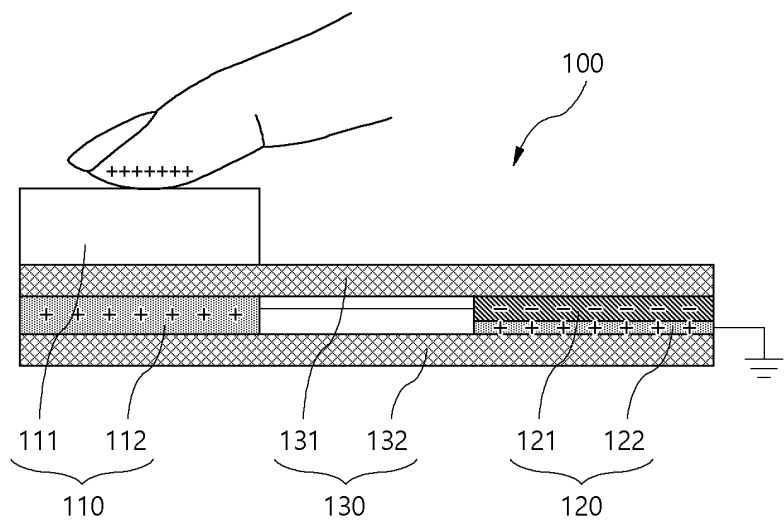
도면5



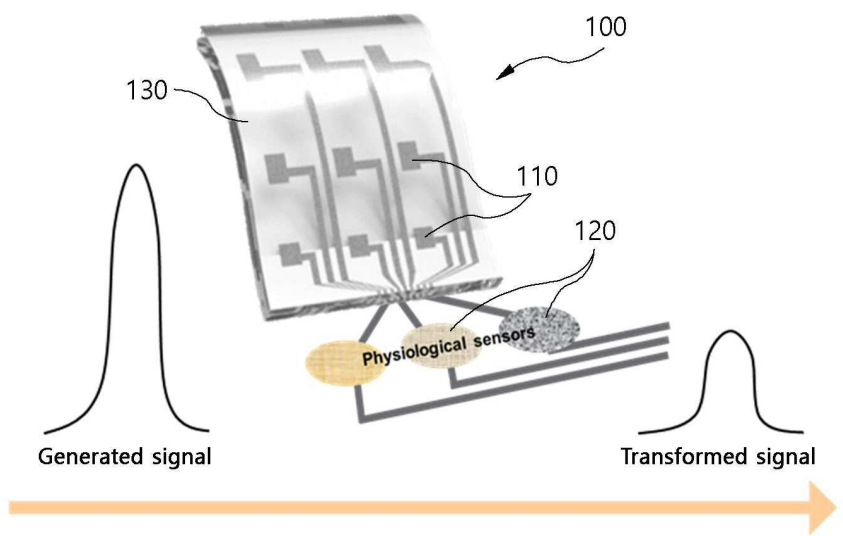
도면6



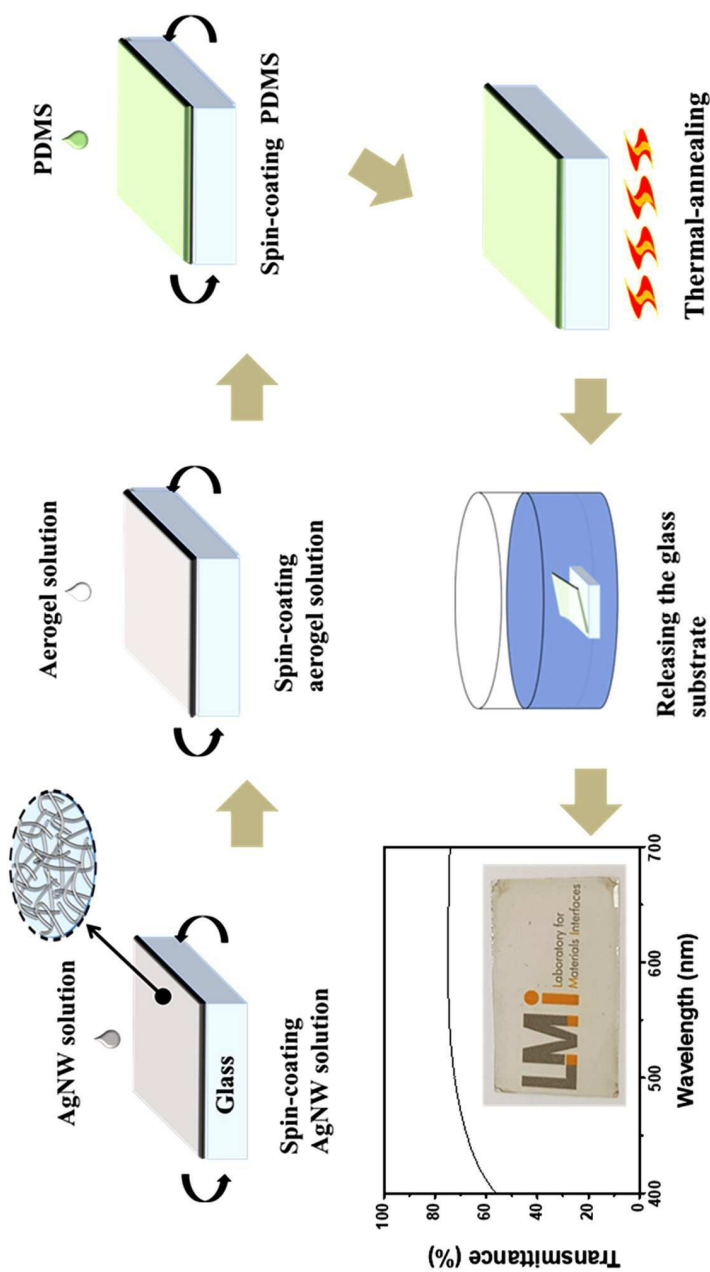
도면7



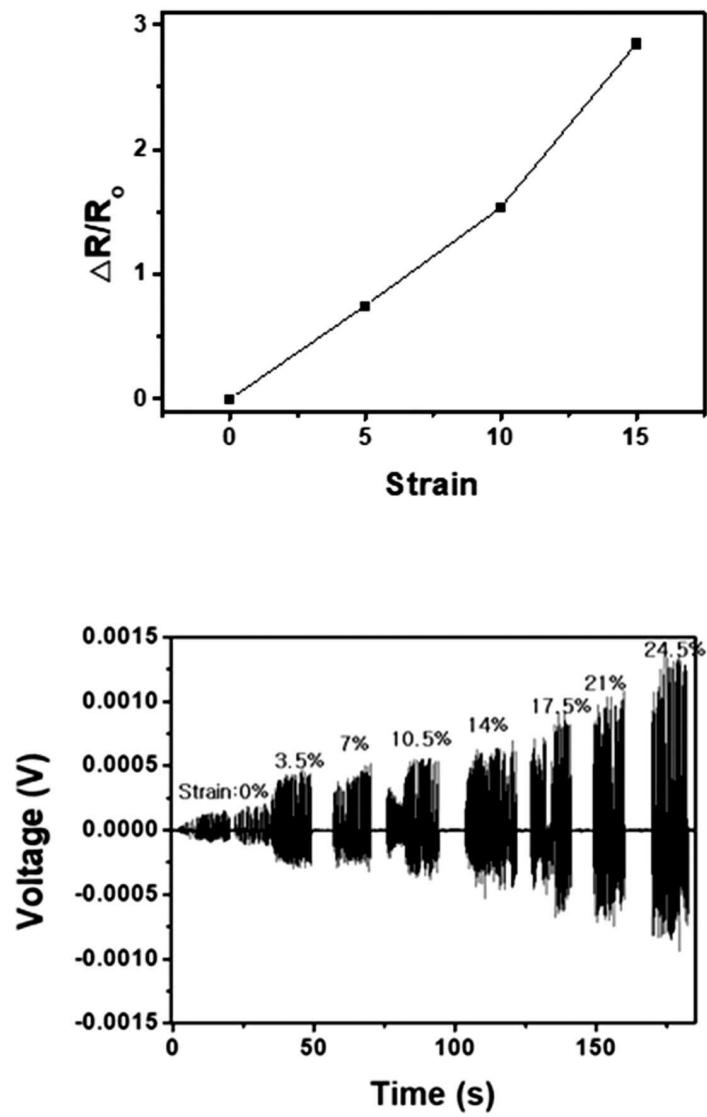
도면8



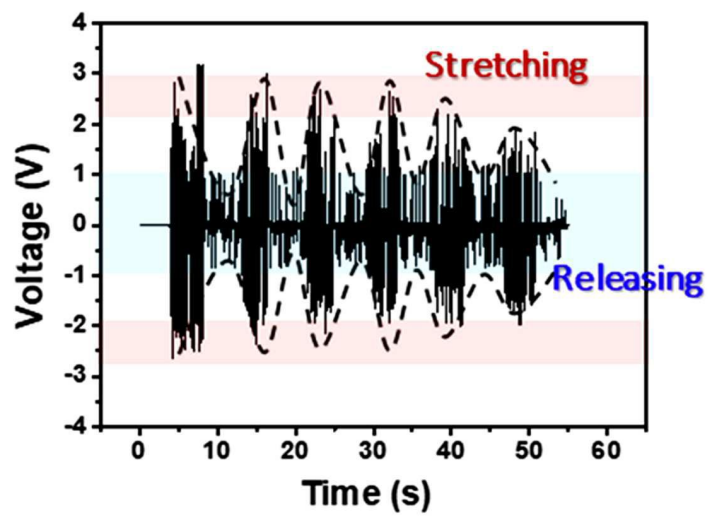
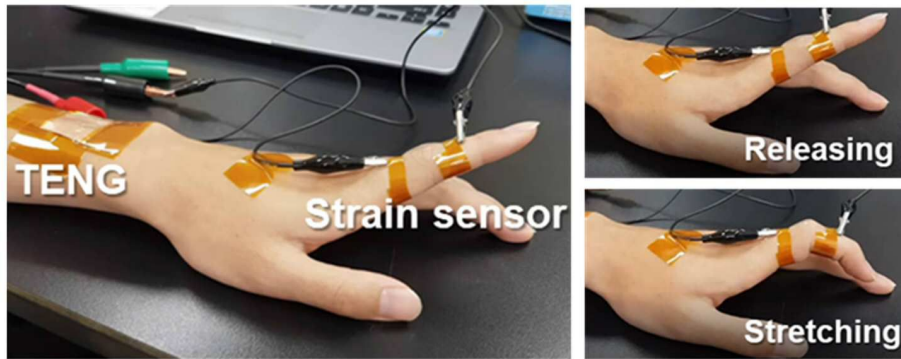
도면10



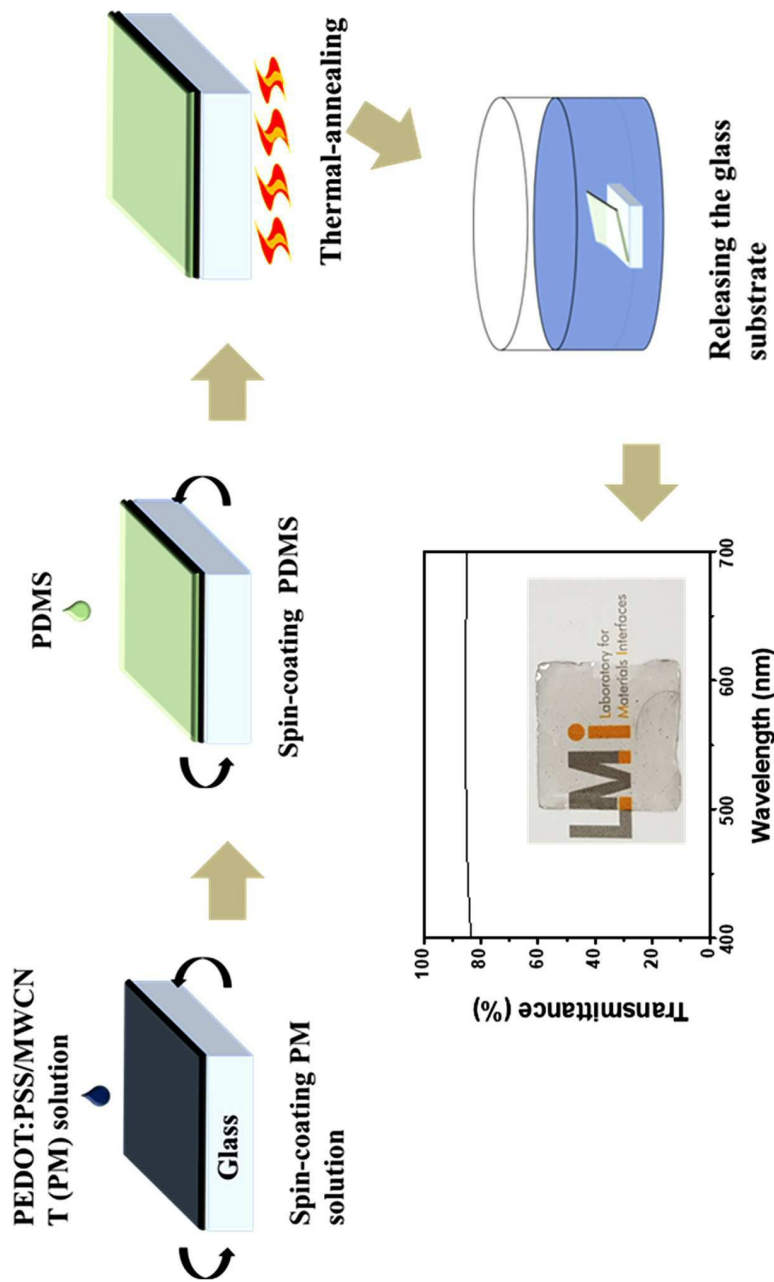
도면11



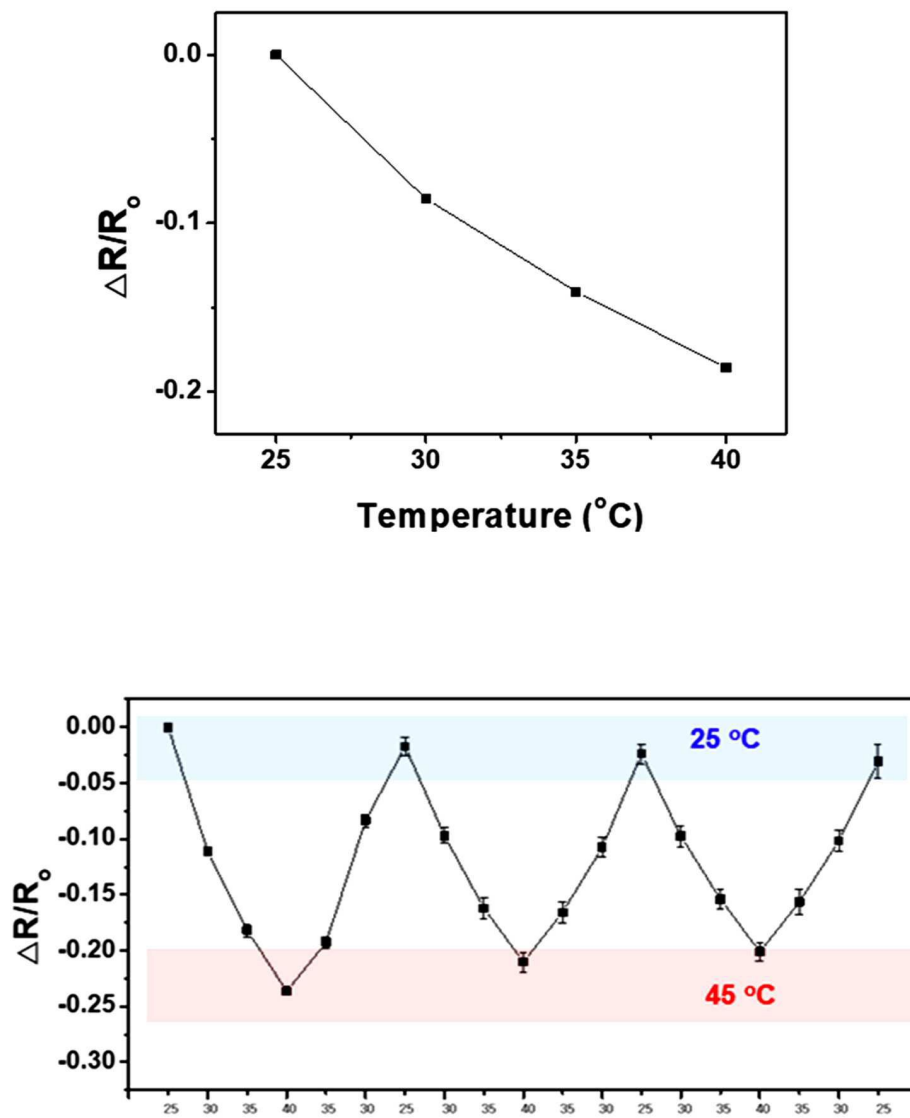
도면12



도면13



도면14



도면15

