



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0085994
(43) 공개일자 2020년07월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0002042

(22) 출원일자 2019년01월08일

심사청구일자 2019년01월08일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

주식회사 유케어트론

경기도 안양시 동안구 시민대로365번길 40 ,5층3508호(관양동)

부산대학교병원

부산광역시 서구 구덕로 179, 부산대학병원 (아미동1가)

(72) 발명자

김대원

서울특별시 강남구 개포로 310, 14동 203호

장지환

경기도 화성시 동탄반석로 230, 135동 2302호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김홍석

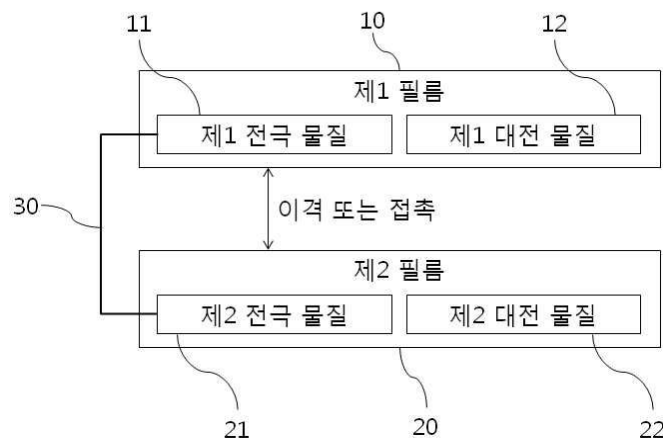
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서

(57) 요약

마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서에 관한 것으로, 마찰 대전 에너지 하베스터는, 제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름, 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름 및 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김인겸

경기도 수원시 영통구 청명로59번길 59-1, 304호

고태식

부산광역시 서구 구덕로 179, 부산대학교병원 D동
3층 정형외과 의사실

명세서

청구범위

청구항 1

제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름;

제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름; 및

상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부;를 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 연결부는 상기 제1 은 나노 와이어 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층을 상호 전기적으로 연결하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 일 면은, 상기 제1 은 나노 와이어 층과 접하고,

상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 타 면은, 상기 제2 필름의 제2 은 나노 와이어 층을 향하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되면, 이에 응하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전되는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 이탈되면, 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 상기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 상기 연결부를 통하여 이동하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전류는, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제1 은 나노 와이어 층이 상호 평형 상태가 될 때까지 상기 제1 은 나노 와이어 층으로 흐르는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 필름은,

은 나노 와이어 용액을 여과 필름을 통해 여과시켜 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계;

셀룰로오스 용액을 상기 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름을 획득하는 단계; 및

상기 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름으로부터 상기 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획득

득하는 단계;를 통하여 제조된 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 연결부를 통하여 흐르는 전류의 세기는, 상기 은 나노 와이어 용액 내의 은 나노 와이어의 농도에 대응하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 연결부를 통하여 흐르는 전류의 세기는, 셀룰로오스 나노 섬유 분산 정도 및 압력 중 적어도 하나에 대응하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제2 필름은,

상기 제2 은 나노 와이어 층의 타면에 형성되는 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층;을 더 포함하되, 상기 타면은 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 향하는 일면에 대향하는 면을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터.

청구항 11

제1 필름을 획득하는 단계;

제2 필름을 획득하는 단계; 및

상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결시키고, 서로 나란히 배열하는 단계;를 포함하되,

상기 제1 필름을 획득하는 단계는,

제1 은 나노 와이어 용액을 제1 여과 필름을 통해 여과시켜 제1 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계;

제1 셀룰로오스 용액을 상기 제1 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름을 획득하는 단계; 및

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름에서 상기 제1 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획득하는 단계;를 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법.

청구항 12

제1 셀룰로오스 나노 섬유 층 및 제1 은 나노 와이어 층을 포함하는 제1 필름과, 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터에 있어서,

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되는 단계;

상기 마찰에 응하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전되는 단계;

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층 사이의 이탈이 개시되는 단계;

상기 제2 은 나노 와이어 층에서 상기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 생성되는 단계;를 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제1 은 나노 와이어 층이 상호 평형 상태가 되는 단계;를 더 포함하

는 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법.

청구항 14

제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름;
일 면이 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 향하는 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름; 및
상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부;를 포함하는 전자 종이.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 제2 필름은,
상기 일 면에 대향하는 제2 은 나노 와이어 층의 타 면에 형성되는 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층;을 더 포함하
는 전자 종이.

청구항 16

제14항에 있어서,
상기 연결부는 상기 제1 은 나노 와이어 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층을 상호 전기적으로 연결하는 전자 종
이.

청구항 17

제14항에 있어서,
상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 일 면은, 상기 제1 은 나노 와이어 층과 접하고,
상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 타 면은, 상기 제2 필름의 제2 은 나노 와이어 층을 향하
는 전자 종이.

청구항 18

제14항에 있어서,
상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되면, 이에 응하여 제1 셀룰
로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전되고,
상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 이탈되면, 제2 은 나노 와이어 층에서 상
기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 생성되는 전자 종이.

청구항 19

제14항에 있어서,
상기 제1 필름은,
은 나노 와이어 용액을 여과 필름을 통해 여과시켜 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계;
셀룰로오스 용액을 상기 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성
된 여과 필름을 획득하는 단계; 및
상기 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름으로부터 상기 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획
득하는 단계;를 통하여 제조된 전자 종이.

청구항 20

제14항에 있어서,
상기 제1 필름 및 상기 제2 필름 중 적어도 하나에 인가되는 가압체의 압력에 따라서 화상을 표시하거나 또는
화상 표시를 차단하는 전자 종이.

청구항 21

제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름;

제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름; 및

상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부;를 포함하는 전자 센서.

청구항 22

제21항에 있어서,

제1 필름 및 상기 제2 필름의 접촉 여부에 따라 상기 연결부를 통해 전달되는 전기적 신호를 감지하는 신호 감지부;를 더 포함하는 전자 센서.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 신호 감지부의 감지 결과에 따라서, 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름의 접힘 여부 및 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 습도 중 적어도 하나가 측정되는 전자 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서에 관한 것이다.

[0002] 본 연구는 2017년도 부산대학교병원 융합의학기술원 연구과제 연구비(CMIT 2017-00)를 지원받아 작성되었다.

배경 기술

[0003] 에너지 하베스팅(energy harvesting, 또는 에너지 수확 등으로도 지칭 가능함)은, 소정의 방법으로 외부의 에너지를 수집하고 이를 전기 에너지로 변환하는 방법이나 기술을 의미한다. 에너지 하베스터(energy harvester)는 이와 같은 에너지 하베스팅을 수행할 수 있는 전자 또는 기계 장치를 의미한다. 예를 들어, 에너지 하베스터는, 태양 에너지나 인체의 운동에너지 등을, 장치의 특성에 따라서 대응하는 전기 에너지로 변환하여 이용 또는 축적할 수 있다. 이와 같은 에너지 하베스팅 기술은, 화석 연료의 연소나 원자력 발전 등을 이용하지 않고도 에너지를 확보 가능하기 때문에, 친환경 에너지 기술로 각광 받고 있다.

[0004] 근자에 다양한 물리 현상들을 이용하는 에너지 하베스팅 기술이 소개되고 있다. 예를 들어, 물체의 온도 차를 이용하여 전기 에너지를 획득(열전 효과)하는 기술, 압전 소자에 진동을 가하여 전기적 에너지를 획득(압전 효과)하는 기술, 태양열을 이용하여 전기적 에너지를 획득하는 기술 및/또는 마찰에 의해 정전기가 발생됨을 이용하여 전기적 에너지를 획득(마찰 전기 효과(Triboelectric effect))하는 기술 등이 소개되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 저비용으로 경량으로 용이하게 제작 가능하면서 우수한 성능과 높은 안정성의 전기적 출력을 갖는 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법 및 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

[0006] 또한, 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하여 다양한 분야에 적용 가능한 전자 종이 및 전자 센서를 제공하는 것을 또 다른 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 과제를 해결하기 위하여 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센

서가 제공된다.

- [0008] 마찰 대전 에너지 하베스터는, 제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름, 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름 및 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 연결부는 상기 제1 은 나노 와이어 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층을 상호 전기적으로 연결할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 일 면은, 상기 제1 은 나노 와이어 층과 접하고, 상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 타 면은, 상기 제2 필름의 제2 은 나노 와이어 층을 향할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되면, 이에 응하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전될 수 있다.
- [0012] 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 이탈되면, 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 상기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 상기 연결부를 통하여 이동할 수 있다.
- [0013] 상기 전류는, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제1 은 나노 와이어 층이 상호 평형 상태가 될 때까지 상기 제1 은 나노 와이어 층으로 흐를 수 있다.
- [0014] 상기 제1 필름은, 은 나노 와이어 용액을 여과 필름을 통해 여과시켜 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계, 셀룰로오스 용액을 상기 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름을 획득하는 단계 및 상기 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름으로부터 상기 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획득하는 단계를 통하여 제조될 수 있다.
- [0015] 상기 연결부를 통하여 흐르는 전류의 세기는, 상기 은 나노 와이어 용액 내의 은 나노 와이어의 농도에 대응할 수 있다.
- [0016] 상기 연결부를 통하여 흐르는 전류의 세기는, 셀룰로오스 나노 섬유의 분산 정도 및 압력 중 적어도 하나에 대응할 수 있다.
- [0017] 마찰 대전 에너지 하베스터는, 상기 제2 은 나노 와이어 층의 타 면에 형성되는 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층을 더 포함하되, 상기 타 면은 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 향하는 일 면에 대향하는 면을 포함할 수 있다.
- [0018] 대전 에너지 하베스터의 제조 방법은, 제1 필름을 획득하는 단계, 제2 필름을 획득하는 단계 및 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결시키고, 서로 나란히 배열하는 단계를 포함하되, 상기 제1 필름을 획득하는 단계는, 제1 은 나노 와이어 용액을 제1 여과 필름을 통해 여과시켜 제1 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계, 제1 셀룰로오스 용액을 상기 제1 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름을 획득하는 단계 및 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름에서 상기 제1 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획득하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층 및 제1 은 나노 와이어 층을 포함하는 제1 필름과, 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터에 있어서, 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법은, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되는 단계, 상기 마찰에 응하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전되는 단계, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층 사이의 이탈이 개시되는 단계 및 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 상기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 생성되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법은, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층과 상기 제1 은 나노 와이어 층이 상호 평형 상태가 되는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 전자 종이는, 제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름, 일 면이 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 향하는 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름 및 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제2 필름은, 상기 일 면에 대향하는 제2 은 나노 와이어 층의 타 면에 형성되는 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층을 더 포함할 수 있다.

- [0023] 상기 연결부는 상기 제1 은 나노 와이어 층과 상기 제2 은 나노 와이어 층을 상호 전기적으로 연결할 수 있다.
- [0024] 상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 일 면은, 상기 제1 은 나노 와이어 층과 접하고, 상기 제1 필름의 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 타 면은, 상기 제2 필름의 제2 은 나노 와이어 층을 향할 수 있다.
- [0025] 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에 접근하여 마찰되면, 이에 응하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층은 음극으로 대전되고, 상기 제2 은 나노 와이어 층은 양극으로 대전되고, 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층이 상기 제2 은 나노 와이어 층에서 이탈되면, 제2 은 나노 와이어 층에서 상기 제1 은 나노 와이어 층으로의 전류가 생성될 수 있다.
- [0026] 상기 제1 필름은, 은 나노 와이어 용액을 여과 필름을 통해 여과시켜 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름을 획득하는 단계, 셀룰로오스 용액을 상기 은 나노 와이어 층이 형성된 여과 필름에 여과시켜 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름을 획득하는 단계 및 상기 셀룰로오스 나노 섬유 층이 더 형성된 여과 필름으로부터 상기 여과 필름을 제거하여 상기 제1 필름을 획득하는 단계를 통하여 제조된 것일 수 있다.
- [0027] 전자 종이는, 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름 중 적어도 하나에 인가되는 가압체의 압력에 따라서 화상을 표시하거나 또는 화상 표시를 차단할 수 있다.
- [0028] 전자 센서는, 제1 은 나노 와이어 층 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층을 포함하는 제1 필름, 제2 은 나노 와이어 층을 포함하는 제2 필름 및 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름을 전기적으로 연결하는 연결부를 포함할 수 있다.
- [0029] 전자 센서는, 제1 필름 및 상기 제2 필름의 접촉 여부에 따라 상기 연결부를 통해 전달되는 전기적 신호를 감지하는 신호 감지부를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 신호 감지부의 감지 결과에 따라서, 상기 제1 필름 및 상기 제2 필름의 접촉 여부 및 상기 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층의 습도 중 적어도 하나가 결정 및 측정될 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법 및 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법에 의하면, 제작의 용이성, 제작에 있어서의 저비용성, 경량성, 고안정성 및/또는 고성능성을 갖는 마찰 대전 에너지 하베스터를 구현, 제작, 획득 및/또는 이용할 수 있게 된다.
- [0032] 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법 및 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서는, 전자 장치, 기계 장치나 설비, 구조 및/또는 건축 등과 같이 다양한 산업 분야의 다양한 장치들에 채용 가능하다.
- [0033] 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터 및 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법에 의하면, 보다 단순한 구조 및 경량의 전자 종이 및 전자 센서를 구현 또는 개발할 수 있게 되는 효과도 얻을 수 있다.
- [0034] 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 센서에 의하면, 배터리 등의 외부 전원 없이도 다양한 종류의 센서를 구현할 수 있게 되어, 제작 비용의 절감, 부품 및 완제품의 두께나 부피의 축소, 또는 부품 또는 완제품 무게의 감량 등의 효과를 얻을 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예에 대한 도면이다.
- 도 2는 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 3은 제1 필름 및 제2 필름을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예를 설명하기 위한 사시도이다.
- 도 4는 제1 필름 및 제2 필름의 일 실시예를 설명하기 위한 정면도이다.
- 도 5는 제1 필름 및 제2 필름의 일 실시예를 설명하기 위한 분해 사시도이다.
- 도 6은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제1 도이다.
- 도 7은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제2 도이다.

도 8은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제3 도이다.

도 9는 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제4 도이다.

도 10은 마찰 대전 에너지 하베스터의 각 필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제1 도이다.

도 11은 마찰 대전 에너지 하베스터의 각 필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제2 도이다.

도 12는 마찰 대전 에너지 하베스터의 각 필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제3 도이다.

도 13은 전자 종이의 일 실시예에 대한 개념도이다.

도 14는 전자 종이의 동작의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 전자 센서의 일 실시예에 대한 개념도이다.

도 16은 접촉을 감지하는 전자 센서의 동작을 일례를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하 명세서 전체에서 동일 참조 부호는 특별한 사정이 없는 한 동일 구성요소를 지칭한다. 이하에서 사용되는 '부'가 부가된 용어는, 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라 '부'가 하나의 부품으로 구현되거나, 하나의 '부'가 복수의 부품들로 구현되는 것도 가능하다.
- [0037] 명세서 전체에서 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 어떤 부분과 다른 부분에 따라서 물리적 연결을 의미할 수도 있고, 또는 전기적으로 연결된 것을 의미할 수도 있다. 또한, 어떤 부분이 다른 부분을 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 부분 이외의 또 다른 부분을 제외하는 것이 아니며, 설계자의 선택에 따라서 또 다른 부분을 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0038] 제 1 이나 제 2 등의 용어는 하나의 부분을 다른 부분으로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 특별한 기재가 없는 이상 이들이 순차적인 표현을 의미하는 것은 아니다. 또한, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0039] 이하 도 1 내지 도 5를 참조하여 마찰 대전 에너지 하베스터의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0040] 도 1은 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예에 대한 도면이다.
- [0041] 도 1에 도시된 바를 참조하면, 마찰 대전 에너지 하베스터(1)는, 일 실시예에 있어서, 제1 필름(10)과, 제2 필름(20)과, 제1 필름(10) 및 제2 필름(20)을 전기적으로 연결하는 연결부(30)를 포함할 수 있다.
- [0042] 제1 필름(10) 및 제2 필름(20)은 각각은 얇은 막의 형상으로 구현되며, 두 개의 얇은 막이 서로 어느 정도의 거리로 이격되어 대체적으로 나란히 정렬하여 배치될 수 있다. 즉, 두 개의 얇은 막에 대한 법선이 대략 평행하도록 제1 필름(10) 및 제2 필름(20)은 배치될 수 있다.
- [0043] 제1 필름(10) 및 제2 필름(20)은, 환경에 따라서 서로 접근하여 접촉 가능하도록 마련될 수 있다. 또한, 제1 필름(10) 및 제2 필름(20)은 접촉된 이후에도 환경에 따라서 서로 이탈 및 이격 가능하도록 마련된다. 예를 들어, 제1 필름(10)의 전부 또는 일부에 외력이 인가되면, 제1 필름(10)의 전부 또는 일부는 외력에 따라 제2 필름(20)에 접근하게 되며, 제1 필름(10)의 전부 또는 일부에 대응하는 제2 필름(20)의 전부 또는 일부와 접촉하게 된다. 또한, 제1 필름(10)은 이와 같은 외력이 제거되거나 또는 접촉 시 인가된 방향과 반대 방향의 외력이 인가된 경우에는, 제2 필름(20)으로부터 서로 격리되어 이탈된다. 이는 제2 필름(20)에 외력이 인가되거나, 외력이 제거되거나 또는 반대 방향의 외력이 인가되는 경우에도 동일하게 수행된다.
- [0044] 제1 필름(10)은, 제1 전극 물질(11) 및 제1 대전 물질(12)을 포함할 수 있다.
- [0045] 제1 전극 물질(11)은, 제1 대전 물질(12)이 대전된 경우, 제1 대전 물질(12)의 극성에 따라서 제1 전극 물질(11) 내의 전하를 외부로 방출하여 전달할 수 있다. 또한, 제1 전극 물질(11)은 필요에 따라 외부로부터 제공되는 전하를 수신할 수도 있다. 예를 들어, 제2 대전 물질(22)이 대전된 경우, 이에 응하여 제2 전극 물질(21)로부터 방출되는 전하를 수신할 수도 있다. 또한, 제1 전극 물질(11)은, 제2 대전 물질(22)과의 마찰에 따라서 대전될 수도 있다. 예를 들어, 제1 전극 물질(12)은, 마찰에 따라 제2 대전 물질(22)에 전하를 제공하고 양극성을 가지게 될 수도 있다.
- [0046] 일 실시예에 의하면, 제1 전극 물질(12)은 은 나노 와이어를 포함할 수 있다.

- [0047] 제1 대전 물질(12)은 외부의 다른 물질과의 마찰에 따라 대전될 수 있도록 마련된다. 이 경우, 제1 대전 물질(11)은, 제1 대전 물질(11)을 이루는 물질의 종류와, 제1 대전 물질(11)이 마찰되는 대상 물질의 종류에 따라서 양극성을 가지거나 또는 음극성을 가지게 된다. 일 실시예에 의하면, 제1 대전 물질(12)은 제2 필름(20)의 제2 전극 물질(21)과 마찰되어 대전될 수도 있다. 이 경우, 제2 전극 물질(21)과의 용이한 마찰을 위해서, 제1 대전 물질(12)은 대체적으로 제2 필름(20)의 제2 전극 물질(21) 방향으로 노출되도록 마련될 수 있다.
- [0048] 일 실시예에 의하면, 제1 대전 물질(12)은, 셀룰로오스 나노 섬유를 포함할 수 있다. 셀룰로오스 나노 섬유는, 다른 물질(예를 들어, 은 나노 와이어)과의 마찰에 따라서 소정의 극성(예를 들어, 음극성)을 가지게 된다. 보다 상세하게 예를 들어, 셀룰로오스 나노 섬유는, 마찰에 따라서 은 나노 와이어로부터 전하를 획득하여 음극으로 대전될 수 있으며, 은 나노 와이어는 이와 반대로 양극으로 대전될 수 있게 된다. 따라서, 제1 대전 물질(12)이 셀룰로오스 나노 섬유이고, 이에 마찰되는 대상(예를 들어, 제2 대전 물질(21))이 은 나노 와이어인 경우에는, 제1 대전 물질(12)은 음극으로 대전되게 된다.
- [0049] 제1 전극 물질(11) 및 제1 대전 물질(12)은 하나의 필름(10) 내에 분리되어 형성될 수도 있고, 또는 혼합되어 형성될 수도 있다. 하나의 필름 내에 분리되어 형성된 경우, 제1 전극 물질(11) 및 제1 대전 물질(12)은 각각 서로 상이한 층으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극 물질(11)로 이루어진 제1 전극 물질 층(도 3의 111)과 제1 대전 물질(12)로 이루어진 제1 대전 물질 층(도 3의 112)이 제1 필름(10) 내에 형성될 수도 있다.
- [0050] 제2 필름(20)은, 제2 전극 물질(21) 및 제2 대전 물질(22)을 포함할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에 의하면, 제2 전극 물질(22)은, 제1 전극 물질(11)과 동일하게 은 나노 와이어를 포함할 수 있다.
- [0052] 제2 전극 물질(21)은, 제2 대전 물질(22)의 극성에 따라서 제2 전극 물질(21) 내의 전하를 외부로 방출하거나, 및/또는 외부(예를 들어, 제1 전극 물질(11))로부터 전하를 제공 받을 수 있다.
- [0053] 제2 전극 물질(21)은, 제1 필름(10)의 제1 대전 물질(12)과 마찰될 수 있으며, 마찰에 의하여 소정의 양극 또는 음극으로 대전될 수도 있다. 예를 들어, 제1 대전 물질(12)이 셀룰로오스 나노 섬유이고, 제2 전극 물질(22)은 은 나노 와이어인 경우, 제1 대전 물질(12)과 제2 전극 물질(22)의 마찰에 기인하여 제1 전극 물질(12)인 나노 와이어는 제2 대전 물질(22)에 전하를 제공하고 양극성을 가지게 될 수도 있다. 이 경우, 제2 전극 물질(21)은 제1 대전 물질(12)과의 용이한 마찰을 위해서, 대체적으로 제1 필름(20)의 제1 대전 물질(12) 방향에 형성되는 것도 가능하다.
- [0054] 제2 대전 물질(22)은 외부의 다른 물질과의 마찰된 경우, 음극 또는 양극으로 대전될 수 있다. 일 실시예에 의하면, 제2 대전 물질(22)은, 제1 대전 물질(12)과 동일하게 셀룰로오스 나노 섬유를 포함할 수 있다.
- [0055] 제2 전극 물질(21) 및 제2 대전 물질(22)도, 상술한 바와 동일하게 하나의 필름(20) 내에 분리되어 형성될 수도 있고, 또는 혼합되어 형성될 수도 있다. 제2 필름(20) 내에서 제2 전극 물질(21) 및 제2 대전 물질(22)이 분리되어 형성된 경우, 제2 필름(20)은 제2 전극 물질(21)을 포함하는 제2 전극 물질 층(도 3의 121) 및 제2 대전 물질(22)을 포함하는 제2 대전 물질 층(도 3의 122)을 포함할 수 있다.
- [0056] 연결부(30)는, 제1 전극 물질(11) 및 제2 전극 물질(21)을 전기적으로 연결하여 제1 전극 물질(11) 및 제2 전극 물질(21) 중 어느 하나로부터 다른 하나로 전류가 전달되도록(다시 말해서, 전하가 전달되도록) 할 수 있다. 연결부(30)는 제1 전극 물질(11) 및 제2 전극 물질(21) 각각에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있고, 또는 다른 도통 가능한 소자를 경유하여 제1 전극 물질(11) 및 제2 전극 물질(21) 중 적어도 하나에 간접적으로 연결되어 있을 수도 있다.
- [0057] 연결부(30)는, 통전 가능한 소정의 금속 소재 또는 이와 동일하거나 유사한 기능을 수행하는 다른 여타의 소재를 이용하여 구현 가능하다. 예를 들어, 연결부(30)는 소정의 금속 케이블이나 회로 기판 등의 금속선 등을 포함할 수 있다.
- [0058] 이하 제1 전극 물질(11) 및 제2 전극 물질(21)이 은 나노 와이어이고, 제1 대전 물질(21) 및 제2 대전 물질(22)이 셀룰로오스 나노 섬유인 실시예를 기반으로 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 일례에 대해 설명하도록 한다.
- [0059] 도 2는 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예에 대한 사시도이고, 도 3은 제1 필름 및 제2 필름을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터의 일 실시예를 설명하기 위한 사시도이다. 도 4는 제1 필름 및 제2 필름의 일 실시예를 설명하기 위한 정면도이고, 도 5는 제1 필름 및 제2 필름의 일 실시예를 설명하기 위한 분해 사시도이다. 도 2 내지 도 5를 참조하여 마찰 대전 에너지 하베스터(100)를 설명함에 있어서, 도면의 상 측을 향하는 방향을

상 방향으로, 도면의 하 측을 향하는 방향을 하 방향으로 표현하나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로 마찰 대전 에너지 하베스터(100)가 특별한 방향을 가지고 있음을 의미하는 것을 아니다.

- [0060] 도 2에 도시된 바와 같이, 마찰 대전 에너지 하베스터(100)는 복수의 필름, 즉 제1 필름(110)) 및 제2 필름(120)과, 이들 복수의 필름(110, 120)을 연결하는 연결부(130)를 포함할 수 있다.
- [0061] 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 서로 동일한 필름일 수 있다. 즉, 제1 필름(110)과 제2 필름(120)은 동일한 물질을 포함하며, 동일한 구조나 형태를 가진 것일 수 있다.
- [0062] 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 대략 서로 나란히 배치될 수 있다. 즉, 제1 필름(110)의 법선 및 제2 필름(120)의 법선이 대체적으로 서로 평행하도록 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 배치될 수 있다. 이 경우, 제1 필름(110)의 일 지점 및 이에 대응하는 제2 필름(120)의 일 지점 사이의 거리(d)는 대체적으로 동일하거나 근사하게 된다. 물론 실시예에 따라서는, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 그 형태에 따라서 서로 평행하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 제1 필름(110)이 하 방향 또는 상 방향으로 돌출되도록 만곡되고, 제2 필름(120)은 상 방향 또는 하 방향으로 돌출되도록 만곡되어 형성될 수도 있다. 이와 같은 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)이 배치되는 형태는 설계자의 임의적 선택에 따라 다양하게 결정될 수 있다.
- [0063] 도 3 내지 도 5에 도시된 바를 참조하면, 제1 필름(110)은, 상호 적층된 제1 은 나노 와이어 층(111) 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)을 포함할 수 있다. 제1 은 나노 와이어 층(111)은, 은 나노 와이어를 포함하고, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)은 셀룰로오스 나노 섬유를 포함한다. 이 경우, 제1 은 나노 와이어 층(111)은 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)에 대해 상대적으로 상 방향에 형성되고, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)은 제1 은 나노 와이어 층(111)에 대해 상대적으로 하 방향에 형성될 수 있다. 제1 은 나노 와이어 층(111) 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)은 서로 접하거나 또는 근접하여 설치될 수 있다. 이에 따라, 제1 은 나노 와이어 층(111)의 하면(111b)은 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 상면(112a)에 접하거나 근접하게 된다.
- [0064] 제2 필름(120)은, 상호 적층된 제2 은 나노 와이어 층(121) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)을 포함할 수 있다. 제1 필름(110)과 동일하게 제2 은 나노 와이어 층(121)은 은 나노 와이어를 포함하고, 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)은 셀룰로오스 나노 섬유를 포함한다. 제2 은 나노 와이어 층(121) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)은 서로 접하거나 또는 근접하여 설치되되, 제2 은 나노 와이어 층(121)은 상대적으로 상 방향에, 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)은 상대적으로 하 방향에 형성될 수 있다. 다시 말해서, 제2 은 나노 와이어 층(121)의 하면(121b)은 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)의 상면(122a) 방향을 향하며 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)의 상면(122a)에 접하거나 근접하여 형성된다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)이 대략 평행하게 상하로 배치된 경우, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 하면(112b)은 제2 필름(120)이 배치되는 방향(보다 구체적으로는 제2 은 나노 와이어 층(121)의 상면(121a) 방향)을 향하게 되고, 제2 은 나노 와이어 층(121)의 상면(121a)은 제1 필름(110)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 하면(112b)을 향하게 된다. 이 경우, 제1 은 나노 와이어 층(111)의 상면(111a)은 제2 필름(120)이 배치되는 방향에 대향하는 방향(즉, 상 방향)을 향하고, 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(122)의 하면(122b)은 제1 필름(110)이 배치되는 방향에 대향하는 방향(즉, 하 방향)을 향하게 된다.
- [0066] 연결부(130)는 제1 은 나노 와이어 층(111)에 전기적으로 연결될 수 있고, 또한 제2 은 나노 와이어 층(121)에 전기적으로 연결될 수 있다. 이에 따라 연결부(130)는 제1 은 나노 와이어 층(111) 및 제2 은 나노 와이어 층(121)을 전기적으로 연결하여, 상호 간에 전하가 전달될 수 있도록 한다.
- [0067] 이하 도 6 내지 도 9를 참조하여 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작의 일 실시예에 대해서 설명한다.
- [0068] 도 6은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제1 도이고, 도 7은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제2 도이다. 도 8은 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제3 도이고, 도 9는 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작을 설명하기 위한 제4 도이다.
- [0069] 도 6에 도시된 바와 같이 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 외력(141) 등이 인가되면 서로 접하게 될 수 있다. 다시 말해서, 제1 필름(110)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 전부 또는 일부는, 이에 대응하는 제2 필름(120)의 제2 은 나노 와이어(121)의 전부 또는 일부에 접하게 된다. 보다 상세하게는, 제1 필름(110)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 하면(112b)의 전부 또는 일부가 제2 은 나노 와이어 층(121)의 상면(121a)의 전부 또는 일부에 접하게 된다. 이 경우, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 사이의 접촉 또는 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 중 적어도 하나의 추가적인 움직임(예를 들어, 전, 후, 좌 및/또는 우 방향의 움직임 등)에 따라서 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 사이에는 마찰이 발생하게 된다. 구체적으

로 제1 필름(110)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 전부 또는 일부와 이에 대응하는 제2 필름(120)의 제2 은 나노 와이어(121)의 전부 또는 일부 사이에 마찰이 발생한다. 이들(112, 121) 사이의 마찰은 제1 필름(110)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)의 셀룰로오스 나노 섬유를 음극으로 대전시킨다. 이에 따라 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)은 대체적으로 음극으로 대전되게 된다. 반대로 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)에 마찰된 제2 은 나노 와이어 층(121)을 양극으로 대전시킨다.

[0070] 도 7에 도시된 바와 같이 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 주변 환경에 따라서 상호 이탈될 수 있다. 예를 들어, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 외부 등에서 인가된 이탈력(142)이나, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)의 탄성력 등에 따라서 상호 이탈될 수 있다.

[0071] 이와 같이 이탈되는 과정에서 제1 필름(110) 내의 전하의 평형 상태(equilibrium)는 깨진다. 이에 따라 제1 필름(110)의 제1 은 나노 와이어 층(111)은 평형 상태가 될 때까지 음전하(예를 들어, 전자)를 외부로 방출하게 된다. 다시 말해서, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)이 음극으로 대전됨에 따라, 제1 은 나노 와이어 층(111)은 전하가 연결부(130)를 통하여 외부로 방출된다. 연결부(130)로 전달된 전하는 제2 필름(120)의 제2 은 나노 와이어 층(121)으로 전달되고, 이에 따라 제2 은 나노 와이어 층(121)으로부터 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 전류가 흐르게 된다.

[0072] 이 경우, 제2 은 나노 와이어 층(121)으로부터 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 전달되는 전류의 세기는, 제2 은 나노 와이어 층(121)의 은 나노 와이어의 양에 의존할 수 있다. 다시 말해서, 제2 은 나노 와이어 층(121) 내에 존재하는 나노 와이어의 양이 크면 클수록 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)에 마찰되는 은 나노 와이어의 개수가 증가하게 되므로 더 많은 전류가 연결부(130)를 통해 흐르게 된다.

[0073] 또한, 제2 은 나노 와이어 층(121)으로부터 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 전달되는 전류의 세기는, 셀룰로오스 나노 섬유의 분산 정도에 따라서도 변경될 수 있다.

[0074] 또한, 제2 은 나노 와이어 층(121)으로부터 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 전달되는 전류의 세기는, 인가되는 외력(141) 등에 따라서도 변할 수 있다. 구체적으로는, 인가되는 외력(141)에 비례하여 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)과 제2 은 나노 와이어 층(121) 사이의 마찰력이 증가하여, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)과 제2 은 나노 와이어 층(121) 상대적으로 더 강한 극성을 갖게 된다.

[0075] 도 8에 도시된 바와 같이, 전하 또는 전류는 제1 필름(110) 내의 전기적 평형 상태가 될 때까지 연결부(130)를 통하여 흐르게 되고, 최종적으로는 제1 필름(110)의 제1 은 나노 와이어 층(111)은 양극으로 대전되고 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)은 음극으로 대전된 상태에서 평형을 이루게 된다.

[0076] 도 9에 도시된 바와 같이, 외력(143) 등이 작용하여 다시 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)이 상대적으로 접근하게 되면(즉, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)과 제2 은 나노 와이어 층(121)이 서로 상대적으로 접근하게 되면), 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)이 음극으로 대전되어 있기 때문에 제2 은 나노 와이어 층(121)의 음전하는 외부로 방출되게 된다. 외부로 방출된 음전하는 연결부(130)로 전달되고, 연결부(130)를 통하여 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 전달되게 된다. 이에 따라, 제1 은 나노 와이어 층(111)의 양극성은 상대적으로 약해지고, 제2 은 나노 와이어 층(121)의 양극성을 상대적으로 강해진다.

[0077] 지속적인 접근 결과, 제1 필름(110)의 전부 또는 일부는 제2 필름(120)의 전부 또는 일부에 접하게 될 수 있다. 이 경우, 도 6에 도시된 바와 같이 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)에 마찰된 제2 은 나노 와이어 층(121)을 양극으로 대전되고, 제1 은 나노 와이어 층(111)은 대체적으로 중성을 띄게 된다.

[0078] 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은 주변 환경(142)에 따라서 상호 이탈될 수 있으며, 이와 같은 이탈에 의해 도 7에 도시된 바와 같이 전하는 제1 은 나노 와이어 층(111)으로부터 제2 은 나노 와이어 층(121)으로 전달되고, 전류는 이와 반대로 제2 은 나노 와이어 층(121)으로부터 제1 은 나노 와이어 층(111)으로 흐르게 된다.

[0079] 도 6 내지 도 9를 참조하여 상세히 설명한 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 동작은 순차적으로 계속해서 반복될 수 있으며, 이에 따라 연결부(130)에는 반복해서 전류(전하)가 적어도 일 방향으로 흐를 수 있게 된다.

[0080] 이하 도 10 내지 도 12를 참조하여 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 중 적어도 하나를 제조하는 과정의 일 실시예를 설명한다.

[0081] 도 10은 마찰 대전 에너지 하베스터의 각 필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제1 도이고, 도 11은 마찰 대전 에너지 하베스터의 각 필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제2 도이다. 도 12는 마찰 대전 에너지 하베스터의 각

필름의 제조 과정을 설명하기 위한 제3 도이다.

- [0082] 예를 들어, 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 제1 필름(110)은, 도 10 내지 도 12에 도시된 바와 같은 과정을 통하여 제조될 수 있다.
- [0083] 구체적으로 도 10에 도시된 바와 같이, 먼저 소정의 여과 필름(190)이 마련된다. 여과 필름(190)은 셀룰로오스 나노 섬유 및 은 나노 와이어는 안착되되, 셀룰로오스 나노 섬유 및 은 나노 와이어를 제외한 다른 성분(예를 들어, 물 등)들은 여과시킬 수 있는 필름을 의미한다.
- [0084] 여과 필름(190)이 준비되면, 은(예를 들어, 은 이온 등)이 용해되어 획득된 은 용액(191)이 여과 필름(190)에 제공된다. 은 용액(191)은 예를 들어, 은염, 폴리올 용매 및 전구체 용액 등을 혼합하여 획득된 것일 수 있다. 은 용액(191)의 제공은, 예를 들어, 여과 필름(190)을 은 용액(191)에 담그거나, 은 용액(191)을 분무시키거나, 또는 여과 필름(190)에 은 용액(191)을 흘려 투과시키는 등의 방법이 이용될 수 있다.
- [0085] 은 용액(191)에 용해된 은 나노 와이어의 농도는, 요구하는 제1 필름(110)의 전기적 출력의 크기에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 제1 필름(110)에서 출력되는 전류의 크기를 상대적으로 크게 하고자 하는 경우에는, 은 나노 와이어의 농도가 상대적으로 높은 은 용액(191)을 여과 필름(190)에 투과시키고, 반대로 제1 필름(110)에서 출력되는 전류의 크기를 상대적으로 작게 하고자 하는 경우에는, 은 나노 와이어의 농도가 상대적으로 낮은 은 용액(191)을 여과 필름(190)에 투과시킨다.
- [0086] 은 용액(191)의 제공에 따라서 여과 필름(190)의 일면에는 은 나노 와이어가 잔류하고, 은 나노 와이어 이외의 물질은 그 전부 또는 대부분이 여과 필름(190)을 투과하게 된다. 이에 따라 은 나노 와이어 층(111)이 적어도 일 면에 형성된 여과 필름(190)이 획득될 수 있다.
- [0087] 도 11에 도시된 바와 같이, 상술한 방법으로 획득된 은 나노 와이어 층(111)이 형성된 여과 필름(190)에 셀룰로오스 용액(192)이 순차적으로 제공될 수 있다. 셀룰로오스 용액(192)은, 예를 들어, 셀룰로오스 나노 섬유 현탁액을 포함할 수 있다. 셀룰로오스 용액(192)의 제공 역시 은 나노 와이어 층(111)이 형성된 여과 필름(190)을 셀룰로오스 용액(192)에 담그거나, 셀룰로오스 용액(192)을 분무시키거나 또는 여과 필름(190)에 셀룰로오스 용액(192)을 흘려 투과시키는 방법 등을 이용해서 수행될 수 있다. 이에 따라 셀룰로오스 용액(192)은 은 나노 와이어 층(111)이 형성된 여과 필름(190)에 분산되어 형성된다. 이 경우, 셀룰로오스 용액(192)은 복수 회수로 여과 필름(190)에 분산되어 형성될 수 있다. 셀룰로오스 용액(192)의 분산 횟수가 증가하면 증가할수록, 제1 필름(110)에서 출력되는 전류의 크기가 상대적으로 크게 된다.
- [0088] 셀룰로오스 용액(192)이 투입되면, 셀룰로오스 나노 섬유가 은 나노 와이어 층(111) 위에 부착되어 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)이 형성되고, 셀룰로오스 나노 섬유 이외의 물질은 그 전부 또는 대부분이 은 나노 와이어 층(111) 및 여과 필름(190)을 투과하게 된다. 이에 따라 적어도 일 면에 셀룰로오스 나노 섬유 층(111)이 더 형성된 여과 필름(190)이 획득될 수 있게 된다.
- [0089] 은 나노 와이어 층(111) 및 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)이 순차적으로 형성된 이후, 여과 필름(190)은 은 나노 와이어 층(111)으로부터 분리 및 이탈될 수 있다. 이에 따라 은 나노 와이어 층(111) 및 셀룰로오스 나노 섬유 층(112)이 순차적으로 적층된 제1 필름(110)이 획득 및 제조된다. 제2 필름(120) 역시 이와 동일한 방법을 통하여 제조 및 획득될 수 있다.
- [0090] 상술한 바와 같이 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)이 각각 제조되면, 이 둘의 은 나노 와이어 층(111, 121)은 연결부(130)에 의해 서로 전기적으로 연결된다. 또한, 이와 동시에, 이에 후행하여 또는 이에 선행하여 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)은, 상술한 바와 같이 대략 나란히 정렬된다. 이에 따라 제1 필름(110) 및 제2 필름(120)을 포함하는 마찰 대전 에너지 하베스터(100)가 획득되게 된다.
- [0091] 실시예에 따라서, 상술한 방법은 마찰 대전 에너지 하베스터(100)의 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 양자 모두를 제조하기 위해 이용될 수도 있고, 또는 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 중 어느 하나만을 제조하기 위해서 이용될 수도 있다. 이 경우, 제1 필름(110) 및 제2 필름(120) 중 다른 하나는 상술한 바와 다른 통상 알려진 방법으로 통해 제조될 수 있다.
- [0092] 또한, 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터(100)는 다양한 분야에서 이용될 수 있다.
- [0093] 구체적으로 마찰 대전 에너지 하베스터(100)는 가용성을 갖는다. 따라서, 마찰 대전 에너지 하베스터(100)는 물에 녹일 수 있는 전기적 소자 등을 제조하는데, 이용될 수 있다.

- [0094] 또한, 마찰 대전 에너지 하베스터(100)는 전자 종이(e-paper)로 이용될 수도 있고, 접힘을 감지하거나 뒤틀/또는 습도를 감지하기 위한 전자 센서로 이용될 수도 있다.
- [0095] 이하 도 13 및 도 14를 참조하여 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용한 전자 종이의 일 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0096] 도 13은 전자 종이의 일 실시예에 대한 개념도이고, 도 14는 전자 종이의 동작의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0097] 도 13에 도시된 바에 의하면, 전자 종이(200)는 일 실시예에 있어서 제1 필름(210) 및 제2 필름(220)을 포함할 수 있으며, 또한 제1 필름(210) 및 제2 필름(220)을 전기적으로 연결하는 연결부(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0098] 상술한 바와 동일하게, 제1 필름(210)은 제1 은 나노 와이어 층(211) 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212)을 포함하고, 제2 필름(220)은 제2 은 나노 와이어 층(221) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(222)을 포함할 수 있다. 제1 필름(210) 및 제2 필름(220) 각각은, 도 14에 도시된 바와 같이 적층 구조를 갖는다. 즉, 제1 필름(210)의 제1 은 나노 와이어 층(211) 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212)은 층층이 쌓여 형성되고, 마찬가지로 제2 필름(220)의 제2 은 나노 와이어 층(221) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(222) 역시 층층이 쌓여 형성된다. 또한, 기설정된 바와 같이, 제1 필름(210) 및 제2 필름(220)은 대략 평행하게 정렬되되, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212)과 제2 나노 와이어 층(221)이 서로 마주 볼 수 있도록 소정의 방향으로 정렬된다.
- [0099] 이하 이와 같이 구현된 전자 종이(200)의 동작에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0100] 도 14에 도시된 바와 같이, 전자 종이(200)의 일 면(일례로 제1 은 나노 와이어 층(211)의 외부에 노출된 일 면)에 가압체(99, 예를 들어, 적어도 하나의 손가락 말단이나 손톱, 손바닥, 연필이나 볼펜 등의 필기구, 스마트폰 펜, 스타일러스 펜 및/또는 지우개 등의 수정 기구 등)가 작용하여 압력이 인가되면, 압력이 인가된 제1 필름(210)의 일부분(290)은 제2 필름(220) 방향으로 밀려 함몰된다. 따라서, 제1 필름(210)의 일부분(290)은 제2 필름(220)에 접하게 된다. 다시 말해서, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212)은 제2 은 나노 와이어 층(221)에 접하게 된다. 그 결과, 상술한 바와 같이 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212) 및 제2 은 나노 와이어 층(221) 사이에는 마찰이 발생하고, 마찰에 따라 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212) 및 제2 은 나노 와이어 층(221)은 각각 대전된다. 이후 압력이 제거되면 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(212) 및 제2 은 나노 와이어 층(221)은, 탄성력에 의하여 서로 이탈될 수 있으며, 도 7에 도시된 바와 동일하게 연결부(230)를 통하여 전류가 생성된다. 전류의 생성에 따라서 전자 종이(200) 내의 전자 잉크 등은 전기적 자극을 수령하고, 전기적 자극에 대응하여 전자 잉크 등이 재배열되게 된다. 이와 같은 방법을 통해서, 전자 종이(200)는 소정의 화상(예를 들어, 기호, 문자, 도형 및/또는 색상 등)을 표시하거나 또는 표시되던 화상이 더 이상 표시되지 않도록 할 수 있다.
- [0101] 도 14에는 제1 은 나노 와이어 층(211)에 가압체(99)가 가압되는 일례에 대해 도시되어 있으나, 가압 방향은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(222)에 가압체(99)가 가압되는 경우에도, 상술한 바와 동일하거나 근사한 효과를 얻을 수 있다.
- [0102] 또한, 도 14에는 제1 필름(210) 및 제2 필름(220)만이 도시되어 있으나, 이외에도 제1 필름(210)의 외면(즉, 외부에 노출된 제1 은 나노 와이어 층(211)의 일 면) 및 제2 필름(220)의 외면(즉, 외부에 노출된 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(222)의 일 면)에 제1 필름(210) 및 제2 필름(220)을 보호하기 위한 보호 필름 등이 더 형성되는 것도 가능하다.
- [0103] 이하 도 15 및 도 17을 참조하여 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용한 전자 센서의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0104] 도 15는 전자 센서의 일 실시예에 대한 개념도이다.
- [0105] 도 15에 도시된 바에 의하면, 일 실시예에 있어서 전자 센서(300)는 제1 은 나노 와이어 층(311) 및 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(312)을 포함하는 제1 필름(310)과, 제2 은 나노 와이어 층(321) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(322)을 포함하는 제2 필름(320)을 포함할 수 있다.
- [0106] 전자 센서(300)는, 제1 필름(310)의 제1 은 나노 와이어 층(311) 및 제2 필름(320)의 제2 은 나노 와이어 층(321)을 전기적으로 연결하는 연결부(330)를 더 포함할 수 있으며, 또한 연결부(330)에서 전달되는 전기적 신호를 감지하는 신호 감지부(335)를 더 포함할 수 있다.
- [0107] 도 16에 도시된 바를 참조하면, 상술한 바와 같이, 제1 필름(310)의 제1 은 나노 와이어 층(311) 및 제1 셀룰로

오스 나노 섬유 층(312)은 적층되어 형성되며, 제2 필름(320)의 제2 은 나노 와이어 층(321) 및 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층(322) 역시 적층되어 형성된다. 아울러 제1 필름(310) 및 제2 필름(320) 각각은 서로 대략 평행하게 정렬되며, 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(312) 및 제2 은 나노 와이어 층(321)이 가압 등에 따라 상호 마찰될 수 있도록 정렬된다.

[0108] 신호 감지부(335)는, 연결부(330)에 설치될 수 있다. 신호 감지부(335)는, 연결부(330)를 통해 제1 필름(310)에서 제2 필름(320)으로 전달되거나 및/또는 연결부(330)를 통해 제2 필름(320)에서 제1 필름(310)으로 전달되는 전기적 신호를 감지할 수 있도록 마련된다. 또한, 신호 감지부(335)는, 실시예에 따라서, 감지된 전기적 신호에 대응하여 소정의 동작을 더 수행하도록 마련되는 것도 가능하다. 예를 들어, 신호 감지부(335)는, 전기적 신호의 감지에 의하여 대응하는 전기적 신호를 출력하여 외부의 다른 장치(일례로 프로세서 등)에 전달할 수도 있고, 감지된 전기적 신호에 대응하는 소정의 제어 신호를 직접 생성하여 외부의 피제어장치에 전달할 수도 있으며(즉, 신호 감지부(335)가 제어부의 기능을 수행할 수도 있다), 전기적 신호의 크기를 측정하거나 및/또는 전기적 신호의 발생 횟수를 카운트할 수도 있다. 이외에도 신호 감지부(335)는 설계자가 고려할 수 있는 다양한 동작을 수행하도록 설계될 수도 있다.

[0109] 이하 상술한 전자 센서(300)의 여러 실시예 및 그 동작에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0110] 도 16은 접힘을 감지하는 전자 센서의 동작을 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[0111] 도 16에 도시된 바와 같이, 전자 센서(300)는, 접힘을 감지하기 위한 접힘 감지 센서(340)를 포함할 수도 있다.

[0112] 구체적으로 접힘 감지 센서(340)에 외력 등에 기인하여 일 부분(401)에 접힘이 발생하면, 접힘 감지 센서(340)의 각 필름(350, 360)의 대응하는 부분의 면 저항이 상대적으로 변화하게 된다. 이와 같은 접힘이 반복되면 반복될수록, 면 저항 역시 이에 대응하여 변화하게 된다. 면 저항이 변화하게 되면, 제1 필름(350)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(352)과 제2 필름(360)의 제2 은 나노 와이어 층(361) 사이의 마찰에 따라 제1 은 나노 와이어 층(351) 및 제2 은 나노 와이어 층(361) 사이에서 흐르는 전류의 크기 역시 변화하게 된다. 신호 감지부(335)는 제1 은 나노 와이어 층(351) 및 제2 은 나노 와이어 층(361) 사이에서 흐르는 전류를 감지하고, 전류의 크기를 측정할 수 있다. 신호 감지부(335)의 측정 결과에 따라서 접힘 감지 센서(340)의 접힘 횟수를 측정할 수 있게 된다.

[0113] 또한, 상술한 전자 센서(300)는 습도 센서로 이용될 수도 있다. 셀룰로오스 나노 섬유는 수분이 잘 흡착되는 성질을 가지고 있으며, 이와 같은 성질을 기반으로 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터(100)를 이용하는 전자 센서(300)는 습도 감지 센서(370)로 이용될 수도 있다.

[0114] 예를 들어, 대기 중에 수분이 증가한 경우, 셀룰로오스 나노 섬유에는 더 많은 수분이 흡착될 수 있고, 이와 같은 수분의 증가는 제1 필름(310)의 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층(312) 및 제2 필름(320)의 제2 은 나노 와이어 층(321) 각각이 대전되었을 때의 극성의 크기를 변화시킨다. 따라서, 제1 은 나노 와이어 층(311) 및 제2 은 나노 와이어 층(321) 사이에서 전달되는 전류의 크기 역시 수분의 증가에 따라 변화하게 된다. 신호 감지부(335)는 이와 같은 전류 크기의 변화를 감지할 수 있다. 신호 감지부(335) 또는 신호 감지부(335)와 전기적으로 연결된 다른 장치(일례로 프로세서)는 이와 같은 전류 크기의 변화에 대응하는 습도를 산출 또는 검출한다. 이에 따라 대기 중의 습도 측정이 가능해진다.

[0115] 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서는, 서적, 산업용 로봇, 기계 장치나 설비, 전자 장치, 의복, 차량, 공작물, 사물 인터넷(IoT, Internet of Things), 기타 여러 전자/기계 장치 및/또는 이들에 채용 가능한 전자 부품이나 소재 등 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

[0116] 여기서 전자 장치는, 산업용으로 이용되는 전자 장치 및/또는 가정용으로 이용되는 전자 장치를 포함할 수 있으며, 가정용으로 이용되는 전자 장치는, 예를 들어, 가전 기기, 디스플레이 장치, 셋톱 박스, 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 음향 재생 장치, 현금 자동 입출입기(ATM, Automated Teller Machine) 또는 이외 부호의 입력 및 수정이 가능한 다양한 장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 여기서, 가전 기기는, 냉장고, 마이크로 웨이브, 전기 오븐, 식기세척기, 세탁기, 인덕션 가열 장치, 가열 포트, 진공 청소기, 로봇 청소기 및/또는 이외 맥내 등에서 이용되는 다양한 전자 장치를 포함할 수 있다. 또한, 디스플레이 장치는, 예를 들어, 디지털 텔레비전, 모니터 장치, 스마트 폰, 태블릿 피씨, 전자 책, 웨어러블 장치(스마트 시계나 두부 장착형 디스플레이(HMD, Head Mounted Display) 등), 내비게이션 장치, 휴대용 게임기, 개인용 디지털 보조기(PDA, Personal Digital Assistant), 전자 칠판, 전자 광고판 및/또는 이외 소정의 화상을 표시할 수 있는 다양한 장치를 포함할 수 있

다.

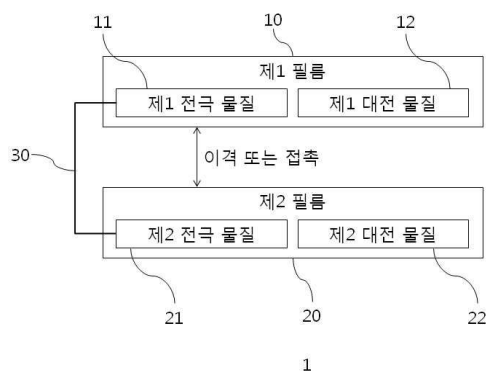
[0117] 이상 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서의 여러 실시예에 대해 설명하였으나, 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서는 오직 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 상술한 실시예를 기초로 수정 및 변형하여 구현 가능한 다양한 장치나 방법 역시 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서의 일례가 될 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치 또는 치환되더라도 상술한 마찰 대전 에너지 하베스터, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 제조 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터의 동작 방법, 상기 마찰 대전 에너지 하베스터를 이용하는 전자 종이 및 전자 센서의 일 실시예가 될 수도 있다.

부호의 설명

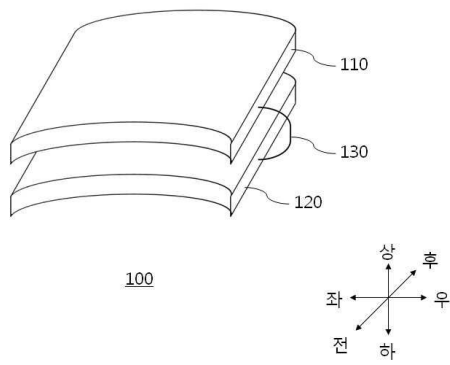
[0118] 1: 마찰 대전 에너지 하베스터 10: 제1 필름
11: 제1 전극 물질 12: 제1 대전 물질
20: 제2 필름 21: 제2 전극 물질
22: 제2 대전 물질 30: 연결부
100: 마찰 대전 에너지 하베스터 110: 제1 필름
111: 제1 은 나노 와이어 층
112: 제1 셀룰로오스 나노 섬유 층 120: 제2 필름
121: 제2 은 나노 와이어 층
122: 제2 셀룰로오스 나노 섬유 층 130: 연결부
190: 여과 필름 191: 셀룰로오스 용액
192: 은 용해액 200: 전자 종이
300: 전자 센서

도면

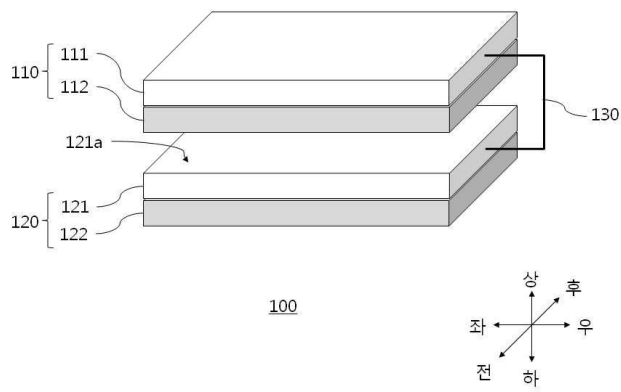
도면1



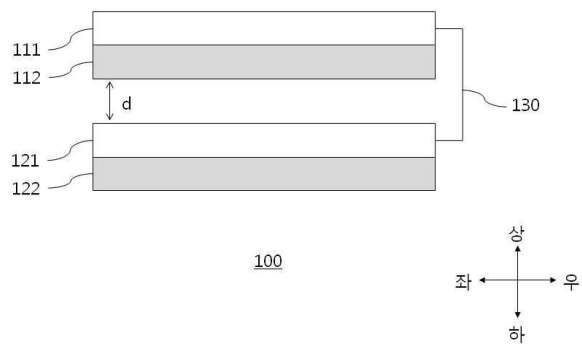
도면2



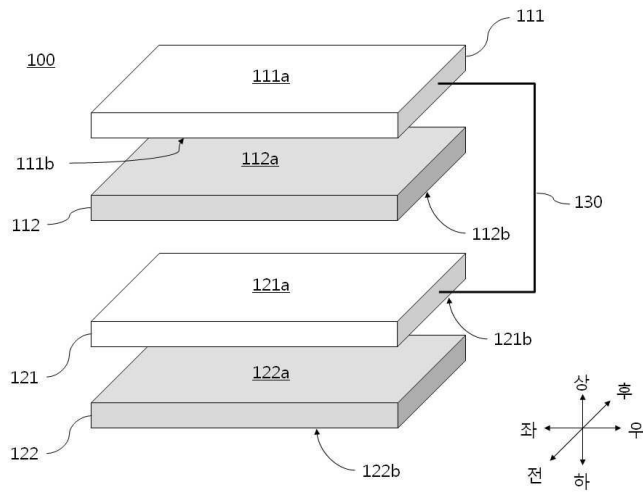
도면3



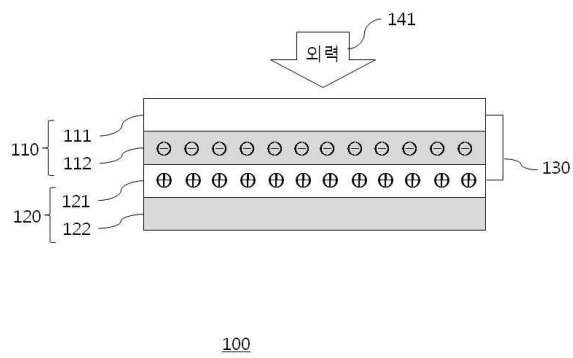
도면4



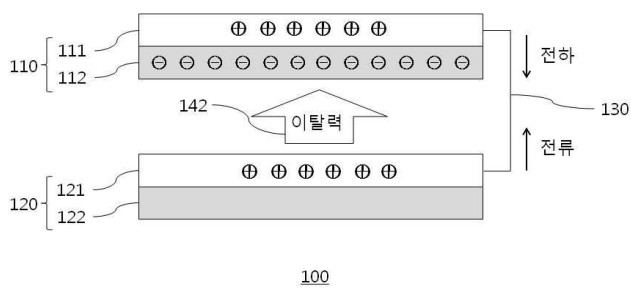
도면5



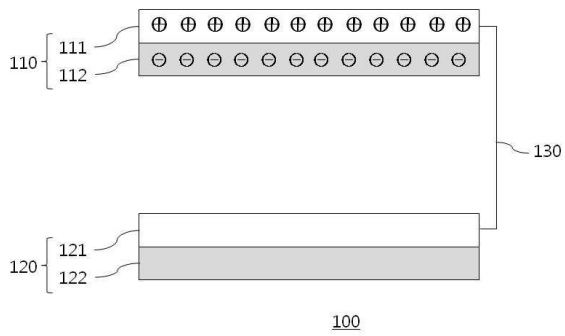
도면6



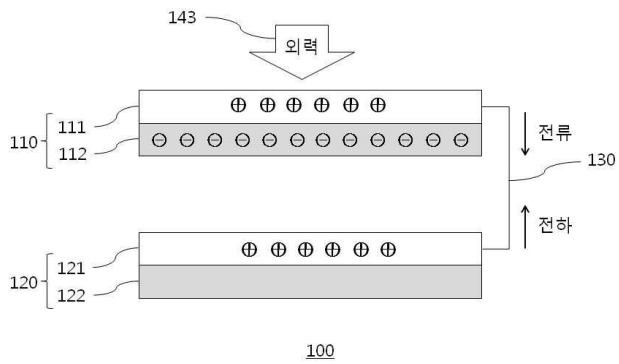
도면7



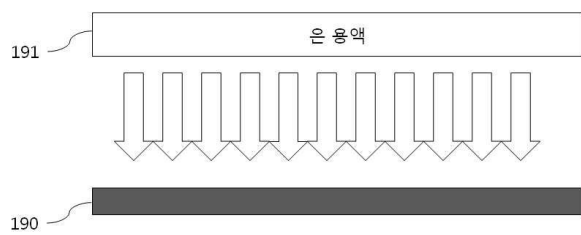
도면8



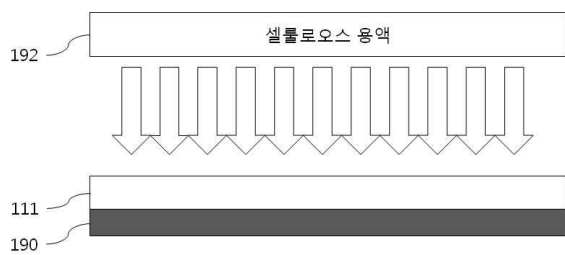
도면9



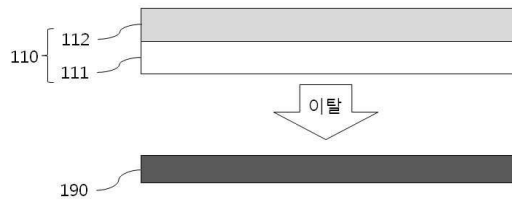
도면10



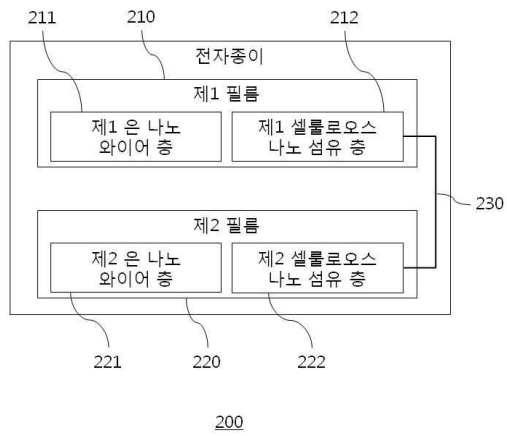
도면11



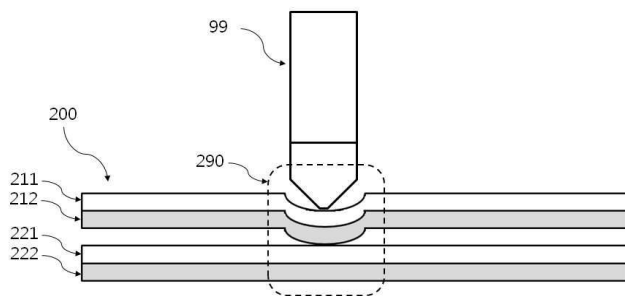
도면12



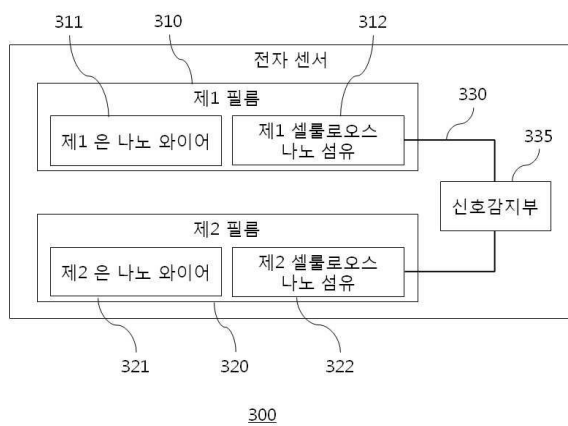
도면13



도면14



도면15



도면16

