



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0113014
(43) 공개일자 2023년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01) C08L 27/18 (2006.01)
C08L 83/04 (2006.01) C22C 5/00 (2006.01)
C22C 9/00 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01)
H02N 1/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)
C08L 27/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0009366

(22) 출원일자 2022년01월21일

심사청구일자 2022년01월21일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

김윤태

대전광역시 유성구 신성남로 91-12

김다은

광주광역시 북구 북문대로98번길 49 운암아파트
334동 405호

박지원

광주광역시 북구 일곡로 100 현대아파트 107동
1304호

(74) 대리인

특허법인지원

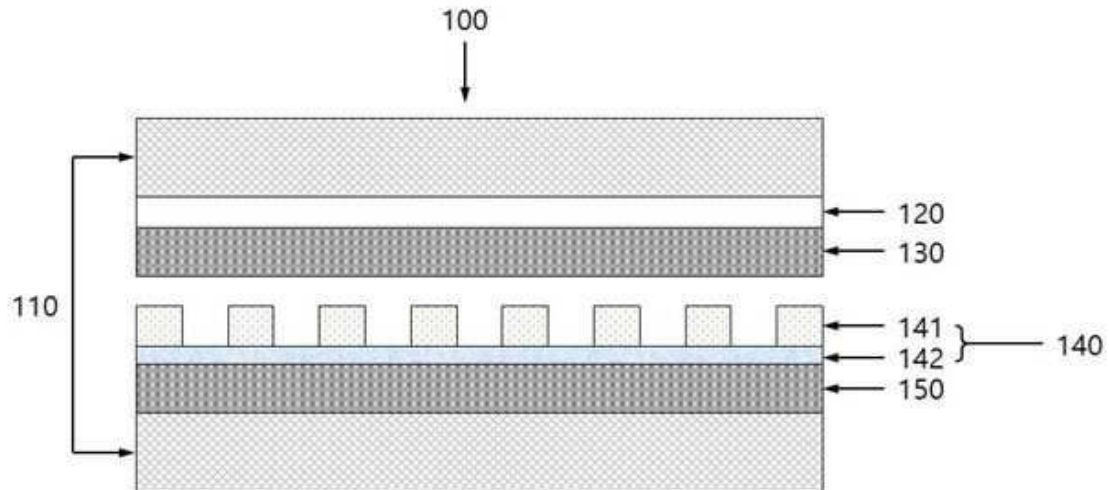
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 종이 기반 마찰전기 발전 소자 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 종이 기반 마찰전기 발전 소자에 관한 것이다. 본 소자는 상단 및 하단에 위치하는 제1 및 제2 종이 기판, 제1 및 제2 종이 기판 상에 부착되는 제1 및 제2 전극, 제1 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 양(+)의 대전체 및 제2 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 음(-)의 대전체를 포함하고, 음(-)의 대전체는 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 83/04 (2013.01)

C22C 5/00 (2013.01)

C22C 9/00 (2013.01)

H01B 1/02 (2013.01)

H02N 1/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711138632
과제번호	S0316-21-1001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신산업진흥원
연구사업명	인공지능중심 산업융합 집적단지 조성사업(R&D) 산업융합형 AI 연구개발
연구과제명	AI 기반 다중센싱을 이용한 Brain-Body 인터페이스 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345330977
과제번호	2017R1A6A1A03015496
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중점연구소지원사업
연구과제명	웨어러블 디바이스 기반 다중생체 신호를 이용한 사용자 인증 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

종이 기반 마찰전기 발전 소자에 있어서,
상단 및 하단에 위치하는 제1 및 제2 종이 기관;
상기 제1 및 제2 종이 기관 상에 부착되는 제1 및 제2 전극;
상기 제1 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 양(+)의 대전체; 및
상기 제2 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 음(-)의 대전체를 포함하고,
상기 음(-)의 대전체는 상기 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 발전 소자는,
상기 제1 종이 기관, 제1 전극, 양(+)의 대전체, 음(-)의 대전체, 제2 전극 및 제2 종이 기관의 순서의 일체형으로 구성된 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1 및 제2 종이 기관은,
표면의 거칠기가 적은 백상지, 미색지 및 유산지 중 적어도 하나를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제1 및 제2 전극은,
상기 종이 기관과 대전체 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 제1 및 제2 전극은,

전기전도성을 갖는 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 및 알루미늄(Al) 중 적어도 하나를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 발전 소자는,
상기 제1 종이 기판에 외력이 작용하면, 상기 양(+)의 대전체와 상기 음(-)의 대전체가 접촉되며, 상기 두 대전체의 마찰대전 및 정전기 유도현상을 통해 전류가 생성하는 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 양(+)의 대전체는,
전기전도성 금속 테이프를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 금속 테이프는,
구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 및 알루미늄(Al) 중 적어도 하나를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 음(-)의 대전체는,
상기 제2 전극 상에 구비되는 탄성중합체; 및
상기 탄성중합체 상에 구비되는 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 탄성중합체는,
실리콘 고무 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 11

제9항에 있어서,
상기 음(-)의 대전체는,
상기 음(-)의 대전체의 표면은 서로 이격된 양각의 구조를 포함하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 양각의 구조는,
폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 스트라이프 패턴으로 구성하는 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자.

청구항 13

제1 및 제2 종이기판에 제1 및 제2 전극을 적층하는 단계;
상기 적층된 제1 전극 상에 양(+)의 대전체를 부착하는 단계;
상기 적층된 제2 전극 상에 탄성 중합체를 적층하고, 상기 적층된 탄성중합체 상에 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 적층을 포함하는 음(-)의 대전체를 부착하는 단계; 및
상기 양(+)의 대전체 및 제1 전극이 적층된 제1 종이기판을 상기 부착된 음(-)의 대전체 상에 적층하여 최종 소자를 제조하는 단계를 포함하고,
상기 음(-)의 대전체는 상기 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 하는,
종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 종이기반 마찰전기 발전 소자 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 음(-)의 대전체는 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 종이기반 마찰전기 발전 소자 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 산업폐기물 및 화석연료로 인한 환경 문제가 대두됨에 따라 친환경 전자제품 시장이 지속적으로 성장하고 있다. 이에 따라 효율적으로 전력을 공급할 수 있는 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 에너지 하베스팅은 자연에너지와 주위에서 낭비되는 모든 에너지를 다양한 원리를 통해 전기에너지로 변환하는 기술을 말한다.

[0004] 특히 두 가지의 다른 물체 사이 발생한 정전기를 이용하여 전기에너지를 수확하는 마찰전기 발전 소자에 대한 연구가 각광받고 있다. 저탄소 및 친환경 에너지의 수용 증가와 웨어러블 디바이스의 사용이 급증하면서 경제적으로 에너지를 수확할 수 있는 마찰전기 발전 소자는 접촉 마찰대전과 정전기 유도의 결합효과를 기반으로 전기

를 효율적으로 수확할 수 있다.

- [0005] 일반적으로 마찰전기 발전 소자는 저비용, 고효율, 유연성, 경량성 및 환경 친화적인 다양한 특성을 가지고 있어 광범위한 애플리케이션이 가능하다. 그러나 마찰전기 발전 소자를 제작하기 위해 고가의 장비 및 재료와 복잡한 공정 과정이 필요하다.
- [0006] 이에 대한 해결책으로, 비용이 저렴하고 손쉽게 제작할 수 있는 종이 기반 마찰전기 발전 소자가 개발되고 있다. 일상생활에서 쉽게 얻을 수 있는 종이는 저렴한 제작비용 생체 적합성 유연성 폐기 용이성 등의 다양하고 뚜렷한 장점을 가지고 있다.
- [0007] 종이는 접을수록 힘이 가해지는 단면적이 넓어질 수 있다. 또한 종이는 절연성이므로 발전 소자의 기관으로 사용될 경우 표면 위 전도층 코팅이 필요하다.
- [0008] 기존에는 종이 표면 위 전도층 코팅을 위해 acrylic, graphite, Au, PET 등이 사용되었지만 단단한 물성으로 인하여 접기가 불가능하고, 종이를 접은 후 각각의 마찰층에 대전 및 전극층을 형성하는 방식이었다.
- [0009] 이에 대한 해결책으로 오리가미(origami), 키리가미(kirigami) 및 슬링키(slinky) 등의 패턴과 같이 특정 형태에서 접기 가능한 발전 소자가 개발되고 있다. 이와 같은 소자는 접을수록 마찰 표면적이 증가하여 에너지 성능을 높일 수 있다. 그러나 종이를 기관으로 사용할 경우 반복적인 외력을 가했을 때 소자는 쉽게 손상되어 일시적으로 에너지를 생성하며, 일정한 구조로 배열되어 있어 여러 겹으로 접거나 구부러지지 않는 단점이 있다.
- [0010] 이러한 단점을 보완하기 위해, 유연한 소재 구성을 통해 다양한 모양으로 여러번 접을 수 있으며 반복적인 외력에도 출력 성능을 유지할 수 있는 높은 내구성의 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국등록특허 제10-1788733호. 2017.10.16. 등록.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 종이기반 마찰전기 발전 소자를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0014] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 종이기반 마찰전기 발전 소자가 개시된다. 상기 소자는 상단 및 하단에 위치하는 제1 및 제2 종이 기관, 제1 및 제2 종이 기관 상에 부착되는 제1 및 제2 전극, 제1 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 양(+)의 대전체 및 제2 전극에 형성되어 마찰 전기의 발생을 위한 음(-)의 대전체를 포함하고, 음(-)의 대전체는 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발전 소자는, 제1 종이 기관, 제1 전극, 양(+)의 대전체, 음(-)의 대전체, 제2 전극 및 제2 종이 기관의 순서의 일체형으로 구성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 종이 기관은, 표면의 거칠기가 적은 백상지, 미색지 및 유산지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 전극은, 종이 기관과 대전체 사이에 형성되는 것을 특징으로

할 수 있다.

- [0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 및 제2 전극은, 전기전도성을 갖는 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 및 알루미늄(Al) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 발전 소자는, 제1 종이 기관에 외력이 작용하면, 양(+)의 대전체와 상기 음(-)의 대전체가 접촉되며, 두 대전체의 마찰대전 및 정전기 유도현상을 통해 전류가 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 양(+)의 대전체는, 전기전도성 금속 테이프를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속 테이프는, 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 및 알루미늄(Al) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 음(-)의 대전체는, 제2 전극 상에 구비되는 탄성중합체 및 탄성중합체 상에 구비되는 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 탄성중합체는, 실리콘 고무 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)를 포함할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 음(-)의 대전체는, 음(-)의 대전체의 표면은 서로 이격된 양각의 구조를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 양각의 구조는, 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 스트라이프 패턴으로 구성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0028] 또한, 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 종이기관 마찰전기 발전 소자의 제조방법이 개시된다. 상기 제조방법은 제1 및 제2 종이기관에 제1 및 제2 전극을 적층하는 단계, 적층된 제1 전극 상에 양(+)의 대전체를 부착하는 단계, 적층된 제2 전극 상에 탄성 중합체를 적층하고, 적층된 탄성중합체 상에 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)를 적층을 포함하는 음(-)의 대전체를 부착하는 단계 및 양(+)의 대전체 및 제1 전극이 적층된 제1 종이기관을 부착된 음(-)의 대전체 상에 적층하여 최종 소자를 제조하는 단계를 포함하고, 음(-)의 대전체는 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0029] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.
- [0030] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 종이접기 등을 통해 다양한 모양으로 변형되어 마찰전기 효과를 기반으로 친환경 에너지를 수확할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 종이 기관 표면에 유연 소재의 금속 테이프 등의 부착을 통해 반복적인 외력에서 출력 성능이 저하되지 않는 높은 내구성을 가질 수 있다.
- [0034] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 상기 언급된 본 발명 내용의 특징들이 상세하게, 보다 구체화된 설명으로, 이하의 실시예들을 참조하여 이해될 수 있도록, 실시예들 중 일부는 첨부되는 도면에서 도시된다. 또한, 도면과의 유사한 참조번호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하는 것으로 의도된다. 그러나 첨부된 도면들은 단지 본 발명 내용의 특

정한 전형적인 실시예들만을 도시하는 것일 뿐, 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 고려되지는 않으며, 동일한 효과를 갖는 다른 실시예들이 충분히 인식될 수 있다는 점을 유의하도록 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 단면도를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 동작 원리를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자에 반복적인 외력을 가했을 때 발생하는 전기적 출력을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이접기를 통해 유연성을 가지는 발전 소자를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자를 이용하여 전자시계 구동 및 LED 점등을 응용한 실시예이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법을 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0038] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0039] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0040] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 종이기반 마찰전기 발전 소자 및 이의 제조방법을 설명한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 단면도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 블록도이다.
- [0043] 도 1 및 도 2를 참조하면, 종이 기반 마찰전기 발전소자(100)는 제1 종이 기관(110), 제1 전극(120), 양(+)의 대전체(130), 음(-)의 대전체(140), 제2 전극(150) 및 제2 종이 기관(110)을 포함할 수 있다. 또한, 종이 기반 마찰전기 발전소자(100) 종이 기관(110), 제1 전극(120), 양(+)의 대전체(130), 음(-)의 대전체(140), 제2 전극(150) 및 제2 종이 기관(110)의 순서의 일체형으로 구성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 종이 기관(110)은 발전소자(100)의 상단(즉, 제1 종이 기관(110)) 및 하단(즉, 제2 종이 기관(110))에 위치할 수 있으며, 절연성 재료로 구성될 수 있다. 기관을 종이를 이용함으로써, 발전 소자가 종이 접기 등을 통해 다양한 모양으로 변형 할 수 있으며, 종이 기관(110)을 이용한 발전소자(100)는 접을수록 접촉 표면적이 늘어남으로써 높은 전기 에너지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 종이 기관(110)은 백상지, 미색지, 유산지 등의 표면의 거칠기가 적은 소재를 이용하여 제조될 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0045] 일 실시예에서, 제1 전극(120)은 제1 종이 기관(110)과 양(+)의 대전체(130)에 사이에 위치하여 부착되어 형성될 수 있다. 제1 전극(120)은 전기전도성을 갖는 금속 와이어로 구성될 수 있다. 예를 들어, 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 및 알루미늄(Al) 등으로 제조될 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0046] 일 실시예에서, 양(+)의 대전체(130)는 제1 전극(120)에 형성되어 마찰 전기를 발생시킨다. 또한, 양(+)의 대전체(130)는 전기전도성을 갖는 금속 테이프로 구성될 수 있다. 예를 들어 알루미늄(Al), 은(Ag) 및 금(Au) 등으

로 제조될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.

- [0047] 일 실시예에서, 음(-)의 대전체(140)는 제2 전극(150)에 형성되어 마찰 전기를 발생시킨다. 또한, 음(-)의 대전체(140)는 전자 친화도가 높은 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)(141)과 탄성중합체(142)로 구성될 수 있다. 또한, 음(-)의 대전체(140)는 양(+)의 대전체(130)와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0048] 보다 구체적으로, 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)(141)은 탄성중합체(142) 상단에 구성될 수 있다.
- [0049] 또한, 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)(141)은 스트라이프 패턴의 형태로 부착되어 비접촉 및 접촉 공간인 에어갭(air gap)을 형성할 수 있다.
- [0050] 또한, 탄성중합체(142)는 제2 전극(150)의 상단에 코팅되어 구성될 수 있다.
- [0051] 또한, 탄성중합체(142)는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 실리콘 고무(silicone rubber) 등으로 제조될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0052] 또한, 음(-)의 대전체(140)는 음(-)의 대전체(140)의 표면은 서로 이격된 양각의 구조를 포함할 수 있다. 여기서, 양각의 구조는 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 스트라이프 패턴의 구조를 가지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 제2 전극(150)은 제2 종이 기판(110)과 음(-)의 대전체(140)에 사이에 위치하여 부착되어 형성될 수 있다. 제2 전극(150)은 제2 종이 기판(110) 표면 위 탄성중합체(142)의 원활한 코팅을 위해 전기전도성을 갖는 금속 테이프로 구성될 수 있다. 예를 들어 알루미늄(Al), 은(Ag), 금(Au) 등으로 제조될 수 있다. 상기 예시는 본 개시를 설명하기 위한 예시일 뿐, 본 개시는 이에 제한되지 않는다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 동작 원리를 도시한 도면이다.
- [0055] 도 3을 참조하면, 종이 기반 마찰전기 발전 소자(100)는 외력에 의해 힘이 가해져서 접촉 분리에 의해 전기 에너지가 발생한다. 또한, 발전 소자(100)는 제1 종이 기판(110)에 외력이 작용하면, 양(+)의 대전체(130)와 음(-)의 대전체(140)가 접촉되며, 두 대전체의 마찰대전 및 정전기 유도현상을 통해 전류가 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0056] 보다 구체적으로, 도 3의 (i)에 도시된 바와 같이, 외력이 발전 소자(100)의 상단에 가해지면 양(+)의 대전체(130)와 음(-)의 대전체(140)가 서로 접촉되어 각각 양(+)과 음(-)으로 대전된다.
- [0057] 이후, 도 3의 (ii)에 도시된 바와 같이, 양(+)의 대전체(130)와 음(-)의 대전체(140)가 분리되어 원래의 모양으로 돌아갈 때 마찰 물질의 반대 전하는 공극에 의해 빠르게 분리되어 쌍극자 모멘트를 형성할 수 있다. 쌍극자 모멘트가 형성되면, 두 전극 사이에 전위차가 생기고 전자는 전하가 축적될 때까지 제2 전극(150)에서 제1 전극(120)으로 흐르기 시작한다.
- [0058] 이후, 도 3의 (iii)에 도시된 바와 같이, 제1 전극(120)과 제2 전극(150)이 전하평형 상태에 도달하게 되면, 두 대전체 사이에는 전자의 흐름이 발생하지 않는다.
- [0059] 마지막으로 도 3의 (iv)에 도시된 바와 같이, 외력이 다시 발전 소자(100)에 가해지면 쌍극자 모멘트가 감소한다.
- [0060] 따라서 쌍극자 모멘트가 감소하면, 두 전극의 전위차가 감소하기 시작하여 제1 전극(120)에서 제2 전극(150)으로 역방향의 전자 흐름이 발생한다. 이와 같이 두 대전체 사이의 접촉 분리 과정은 외부 부하를 통해 순간적인 교류 전류가 생성된다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자에 반복적인 외력을 가했을 때 발생하는 전기적 출력을 나타낸 그래프이다.
- [0062] 보다 구체적으로, 도 4를 참조하면, 도 4의 (a)는 접지 않은 평평한(plat) 상태의 발전 소자(100)에 약 1kgf의 외력을 가했을 때 발생하는 전압 및 전류를 나타낸 그래프이다.
- [0063] 또한, 도 4의 (b)는 동일한 실험 환경에서 발전 소자(100)를 두 번 접었을 때 발생하는 전압 및 전류를 나타낸

그래프로서, 발전 소자(100)는 접을수록 힘이 가해지는 단면적이 넓어지므로 전기적 출력이 증가한다.

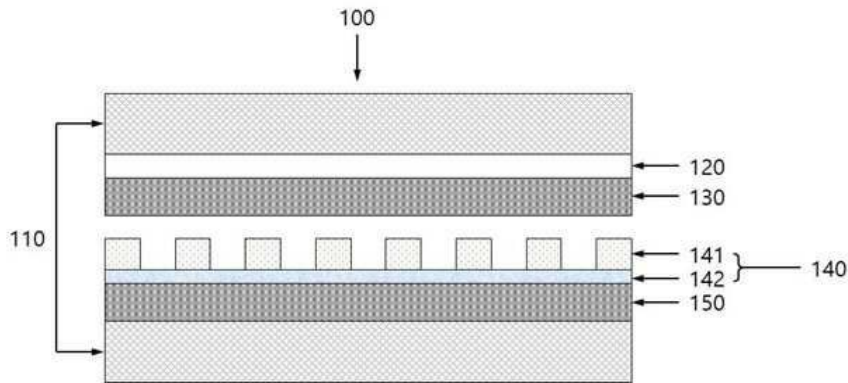
- [0064] 한편 도 4의 (c)는 발전 소자(100)의 기계적 내구성 및 안정성을 조사하기 위해 약 5000 사이클 동안의 반복적인 접착 분리 과정에 의한 출력 전압을 나타낸 그래프이다.
- [0065] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 종이접기를 통해 유연성을 가지는 발전 소자를 도시한 도면이다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 발전 소자(100)는 특정 형태로 고정되어 있지 않으며, 여러 겹으로 접거나 구부리는 등의 다양한 모양으로 소자를 변경할 수 있으며, 종이비행기 형태로 발전 소자(100)를 접은 상태로 소자의 출력을 측정할 수 있다.
- [0067] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자를 이용하여 전자시계 구동 및 LED 점등을 응용한 실시예이다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 발전 소자(100)를 시계줄로 제작하여 전자시계와 연결하고, 이를 착용한 상태에서 시계줄에 외력을 가할 시 시계를 지속적으로 구동시키는 실시예이다.
- [0069] 또한, 도 6의 (b)는 발전 소자(100)에 반복적인 외력을 가했을 때 접착 분리 과정에 의해 직렬로 연결된 LED를 점등할 수 있다.
- [0070] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법을 도시한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법의 순서도이다.
- [0071] 도 7 및 도 8을 참조하면, 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법(S800)은 제1 및 제2 종이기판에 제1 및 제2 전극을 적층하는 단계(S810), 적층된 제1 전극 상에 양(+)의 대전체를 부착하는 단계(S820), 적층된 제2 전극 상에 탄성 중합체를 적층하고, 적층된 탄성중합체 상에 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 적층을 포함하는 음(-)의 대전체를 부착하는 단계(S830) 및 양(+)의 대전체 및 제1 전극이 적층된 제1 종이기판을 부착된 음(-)의 대전체 상에 적층하여 최종 소자를 제조하는 단계(S840)를 포함할 수 있다.
- [0072] 또한, 종이 기반 마찰전기 발전 소자의 제조방법(S800)은 음(-)의 대전체와 양(+)의 대전체와의 공극(air gap)을 갖도록 양각 구조로 형성된 것을 특징으로 하고 있다.
- [0073] 또한, 음(-)의 대전체를 부착하는 단계(S830)는 음(-)의 대전체(140)의 표면은 서로 이격된 양각의 구조로 부착하는 단계일 수 있다. 여기서, 양각의 구조는 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)을 스트라이프 패턴의 구조를 가지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0074] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.
- [0075] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

- [0078] 100: 종이 기반 마찰전기 발전 소자
- 110: 종이 기판
- 120: 제1 전극
- 130: 양(+)의 대전체
- 140: 음(-)의 대전체
- 150: 제2 전극

도면

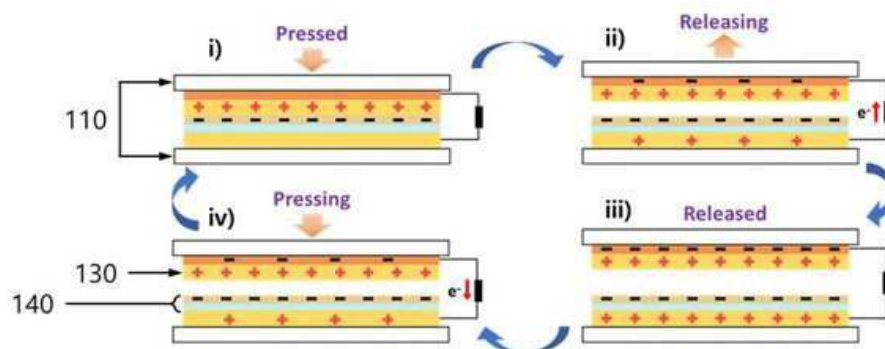
도면1



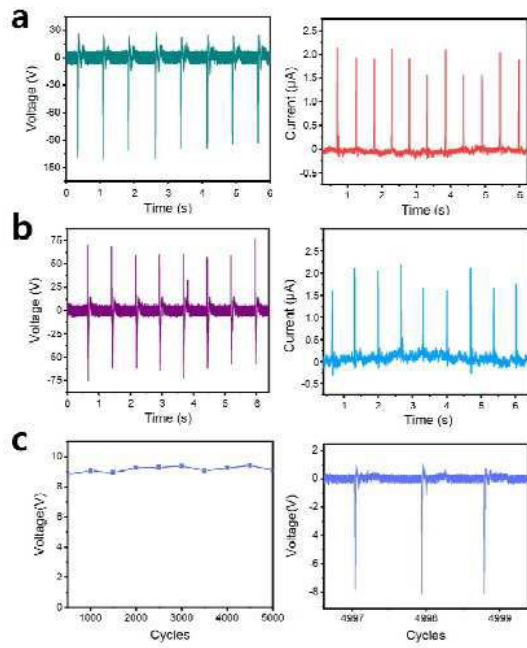
도면2



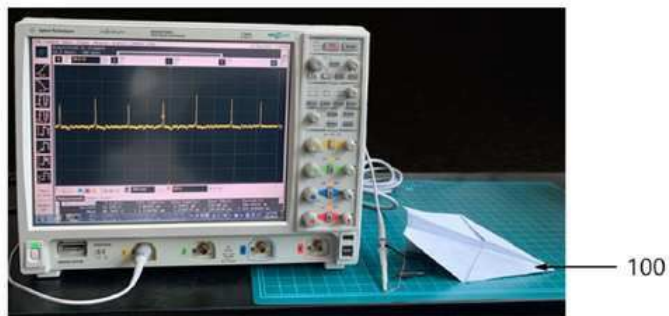
도면3



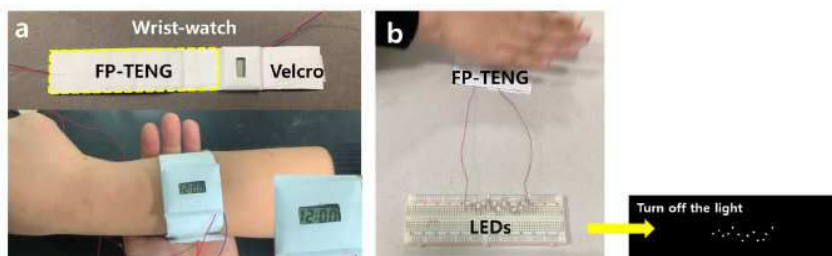
도면4



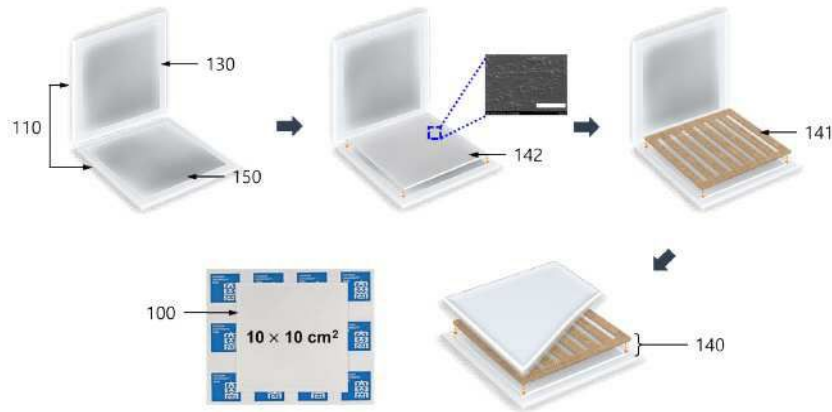
도면5



도면6



도면7



도면8

