(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0029499
(43) 공개일자 2025년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 2/18 (2006.01) *A61B 5/11* (2025.01)
H02N 1/04 (2006.01) *H10N 30/30* (2023.01)
H10N 30/853 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H02N 2/18 (2013.01)
A61B 5/112 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0110496
(22) 출원일자 2023년08월23일
심사청구일자 2023년08월23일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김대원
서울특별시 송파구 송파대로 345, 316동 1401호
윤종현
경기도 용인시 기흥구 서그내로15번길 13-1, 202호
(74) 대리인
두호특허법인

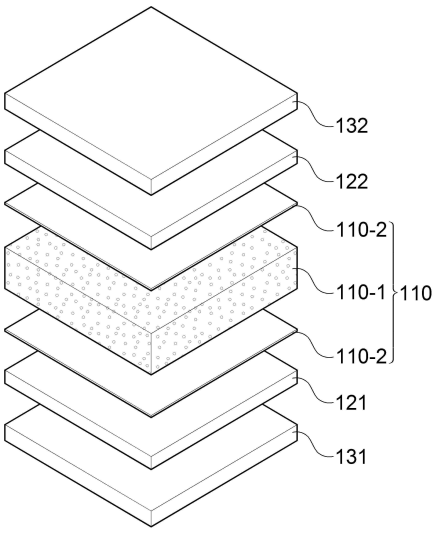
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서**

(57) 요 약

본 발명의 실시예는 마찰 대전을 통한 전기 에너지 생산과 아울러 압전을 통한 전기 에너지의 병행 생산이 가능하여 높은 출력 전류 특성 및 높은 출력 전압 특성을 갖는 복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가구동형 보행 분석 센서에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명의 실시예는 압전 물질을 포함하는 에너지 발전층; 상기 에너지 발전층의 일측면에 구비되는 제1 전극; 및 상기 에너지 발전층의 타측면에 이격 구비되며, 외력 인가 또는 해제 시 상기 에너지 발전층의 타측면에 접촉 또는 분리되어 마찰 대전으로 전기 에너지를 발생시킴과 아울러 상기 외력 인가 시 상기 에너지 발전층의 가압으로 상기 압전 물질의 압전으로 추가 전기 에너지를 발생시키도록 하는 제2 전극;을 포함하는, 복합 에너지 발전기가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
H10N 30/30 (2023.02)
H10N 30/853 (2023.02)
A61B 2560/0214 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415184127
과제번호 00154983
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 시장선도를위한한국주도형K-Sensor기술개발(R&D)
연구과제명 저전력 센서와 구동을 위한 자립형전원 센서 플랫폼 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 광운대학교산학협력단
연구기간 2023.01.01 ~ 2023.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711183822
과제번호 2021R1C1C1014004
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 상용화 수준의 자가 구동 인공망막장치 개발을 위한 정전 기반의 전기 자극 장치 및 고효율 에너지 변환 시스템 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

압전 물질을 포함하는 에너지 발전층;

상기 에너지 발전층의 일측면에 구비되는 제1 전극; 및

상기 에너지 발전층의 타측면에 이격 구비되며, 외력 인가 또는 해제 시 상기 에너지 발전층의 타측면에 접촉 또는 분리되어 마찰 대전으로 전기 에너지를 발생시킴과 아울러 상기 외력 인가 시 상기 에너지 발전층의 가압으로 상기 압전 물질의 압전으로 추가 전기 에너지를 발생시키도록 하는 제2 전극;을 포함하는, 복합 에너지 발전기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 에너지 발전층은,

상기 압전 물질을 포함하는 다공성 구조의 유연한 재질의 고무 소재를 포함하는, 복합 에너지 발전기.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 고무 소재는, 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane:PDMS) 또는 에코플렉스(Ecoflex)로 이루어지는, 복합 에너지 발전기.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 고무 소재는,

상기 폴리디메틸실록산 원액 또는 상기 에코플렉스 원액에 상기 압전 물질과 함께 경화제를 포함하는 혼합액을 다공성 구조의 수용성 유기화합물에 주입하고 경화한 후 상기 수용성 유기화합물을 용해함에 따라 상기 압전 물질을 포함하는 다공성 구조로 형성되는, 복합 에너지 발전기.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 고무 소재의 적어도 일 표면에는 상기 고무 소재와 동일한 소재로 이루어진 강성의 박판 필름이 구비되는, 복합 에너지 발전기.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 압전 물질은, 상기 에너지 발전층의 전체 중량 대비 5 중량비(wt%)로 구비되는, 복합 에너지 발전기.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 압전 물질은, ZnO(zinc oxide)로 이루어지는, 복합 에너지 발전기.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 에너지 발전층은, 전기장 인가를 통해 상기 압전 물질의 분극 상태를 정렬하는, 복합 에너지 발전기.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 상기 에너지 발전층과 대향된 면에 각각 제1 기판 및 제2 기판이 구비되는, 복합 에너지 발전기.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 9의 복합 에너지 발전기를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예는 마찰 대전을 통한 전기 에너지 생산과 아울러 압전을 통한 전기 에너지의 병행 생산이 가능하여 높은 출력 전류 특성 및 높은 출력 전압 특성을 갖는 복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 우리 주변에서는 사용되지 못하고 버려지는 수많은 에너지가 존재하며 이 중 기계적 에너지는 진동과 마찰 등에 의해 자주 접할 수 있는 에너지원이다.

[0004] 상기와 같은 기계적 에너지를 수확하여 전기 에너지로 사용한다면 전기를 생산하여 보조 전력원으로 사용할 수 있을 것이다.

[0005] 특히, 사람의 걸음에서 발생하는 기계적 에너지는 지속적으로 발생하며 활용 가능한 우수한 에너지원이지만 사용되지 못하고 버려지고 있다.

[0006] 또한, 인구의 고령화가 진행되고 있으므로 보행자의 보행 분석에 대한 중요도가 지속적으로 상승할 것으로 예상된다.

[0007] 하지만, 보행 분석을 위해서는 특정 장소에 방문이 필요하며 별도의 전문적인 기기가 필요하다.

[0008] 따라서, 구조가 간단하고 휴대성이 좋으며 자가 구동이 가능한 보행 분석을 위한 기술의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0126757호 (2017.11.20.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 실시예는 마찰 대전을 통한 전기 에너지 생산과 아울러 압전을 통한 전기 에너지의 병행 생산이 가능하여 높은 출력 전류 특성 및 높은 출력 전압 특성을 갖는 복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서를 제공하기 위한 것이다.

[0012] 그리고, 본 발명의 실시예는 압전 물질의 분극 상태를 정렬함으로써 압전 출력 효율을 증가시킬 수 있는 복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서를 제공하기 위한 것이다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예는 전기적 출력의 절대값을 분석함으로써 다양한 센서로의 활용이 가능한 복합 에너지 발전기 및 이를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 압전 물질을 포함하는 에너지 발전층; 상기 에너지 발전층의 일측면에 구비되는 제1 전극; 및 상기 에너지 발전층의 타측면에 이격 구비되며, 외력 인가 또는 해제 시 상기 에너지 발전층의 타측면에 접촉 또는 분리되어 마찰 대전으로 전기 에너지를 발생시킴과 아울러 상기 외력 인가 시 상기 에너지 발전층의 가압으로 상기 압전 물질의 압전으로 추가 전기 에너지를 발생시키도록 하는 제2 전극;을 포함하는, 복합 에너지 발전기가 제공된다.

[0016] 상기 에너지 발전층은, 상기 압전 물질을 포함하는 다공성 구조의 유연한 재질의 고무 소재를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 고무 소재는, 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane:PDMS) 또는 에코플렉스(Ecoflex)로 이루어질 수 있다.

[0018] 이때, 상기 고무 소재는, 상기 폴리디메틸실록산 원액 또는 상기 에코플렉스 원액에 상기 압전 물질과 함께 경화제를 포함하는 혼합액을 다공성 구조의 수용성 유기화합물에 주입하고 경화한 후 상기 수용성 유기화합물을 용해함에 따라 상기 압전 물질을 포함하는 다공성 구조로 형성될 수 있다.

[0019] 본 실시예의 복합 에너지 발전기는, 상기 고무 소재의 적어도 일 표면에 상기 고무 소재와 동일한 소재로 이루어진 강성의 박판 필름이 구비될 수 있다.

[0020] 상기 압전 물질은, 상기 에너지 발전층의 전체 중량 대비 5 중량비(wt%)로 구비되는 것이 바람직하다.

[0021] 이때, 상기 압전 물질은, ZnO(zinc oxide)로 이루어질 수 있다.

[0022] 상기 에너지 발전층은, 전기장 인가를 통해 상기 압전 물질의 분극 상태를 정렬할 수 있다.

[0023] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 상기 에너지 발전층과 대향된 면에 각각 제1 기판 및 제2 기판이 구비될 수 있다.

[0025] 한편, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 복합 에너지 발전기를 포함하는 자가 구동형 보행 분석 센서가 제공된다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예에 따르면, 마찰 대전을 통한 전기 에너지 생산과 아울러 압전을 통한 전기 에너지의 병행 생산이 가능하여 높은 출력 전류 특성 및 높은 출력 전압 특성을 가질 수 있는 이점이 있다.

[0028] 그리고, 본 발명의 실시예에 따르면, 압전 물질의 분극 상태를 정렬함으로써 압전 출력 효율을 증가시킬 수 있는 이점이 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 전기적 출력의 절대값을 분석함으로써 보행자의 걷기와 뛰기 및 점프 등 현재 보행 상태의 파악이 가능하고, 출력되는 전압의 피크 간격을 분석함으로써 보행자의 보행 속도 및 걸음 수 등의 파악이 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 에너지 발전기의 구조를 개략적으로 나타낸 분해 사시도

도 2는 도 1의 결합 사시도

도 3은 도 2의 복합 에너지 발전기의 동작 원리를 설명하기 위한 구성도들

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 개시되는 실시예들은 이에 제한되지 않는다.

[0033] 실시예들을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 개시되는 실시예들의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 개시되는 실시예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 에너지 발전기의 구조를 개략적으로 나타낸 분해 사시도이고, 도 2는 도 1의 결합 사시도이며, 도 3은 도 2의 복합 에너지 발전기의 동작 원리를 설명하기 위한 구성도들이다.

[0036] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 에너지 발전기(100)는, 크게 압전 물질(111:도 3 참조)을 포함하는 에너지 발전층(110)과, 상기 에너지 발전층(110)의 일측면 즉, 하부면에 구비되는 제1 전극(121)과, 상기 에너지 발전층(110)의 타측면 즉, 상부면에 이격 구비되고 외력 인가 및 해제 시 상기 에너지 발전층(110)과 접촉 또는 분리되어 마찰 대전으로 전기 에너지를 발생시키도록 하는 제2 전극(122)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0037] 보다 상세하게, 상기 에너지 발전층(110)은, 상기 압전 물질(111)을 포함하는 다공성 구조의 유연한 고무 소재(110-1)를 포함하여 형성될 수 있다.

[0038] 여기서, 상기 고무 소재(110-1)는, 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane:PDMS) 또는 에코플렉스(Ecoflex)로 이루어질 수 있으며, 상기 고무 소재를 제작하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0039] 먼저, 상기 폴리디메틸실록산 원액 또는 상기 에코플렉스 원액에 상기 압전 물질(111)과 함께 경화제를 포함하는 혼합액을 준비한다.

[0040] 이때, 상기 경화제는 상기 원액 대비 10 : 1의 비율로 혼합될 수 있으며, 상기 압전 물질(111)은 ZnO(zinc oxide)로 이루어질 수 있고 상기 에너지 발전층(110)의 전체 중량 대비 5 중량비(wt%)로 구비되는 것이 바람직하다. 여기서, 상기 압전 물질(111)의 중량비에 대한 근거는 후술하기로 한다.

[0041] 그리고, 상기 혼합액을 다공성 구조의 설탕과 같은 수용성 유기화합물에 주입하면 모세관 현상을 통해 상기 수용성 유기화합물에 상기 혼합액이 골고루 흡수될 수 있다.

[0042] 이후, 상기 혼합액이 흡수된 상기 수용성 유기화합물을 경화한 다음, 상기 수용성 유기물을 물 등으로 용해하면, 상기 수용성 유기물이 제거된 부분이 다수의 기공을 형성하게 되고, 이에 상기 압전 물질(111)이 포함된 다공성 구조의 고무 소재(110-1)로 이루어진 에너지 발전층(110)이 형성될 수 있다.

[0043] 그러므로, 상기 에너지 발전층(110)은 경화제에 의해 어느 정도 점도를 가진 신축성을 가진 상태가 될 수 있으며, 이에 외력의 인가 및 해제에 따라 신축 변형이 가능하다.

[0044] 여기서, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는 상기 에너지 발전층(110)의 견고성을 높이기 위하여, 상기 고무 소재(110-1)의 적어도 일 표면에 상기 고무 소재(110-1)와 동일한 소재로 이루어진 강성의 박판 필름(110-2)을 포함하여 상기 에너지 발전층(110)을 구성하는 것이 바람직하다.

[0045] 이는, 상기 고무 소재(110-1)는 다공성 구조의 유연한 재질로 형성되기 때문에 외력에 인가 및 해제에 따라 신축 변형되는 과정에서 반복적인 마찰 등에 의해 찢어지는 등의 손상을 방지할 수 있도록 상기 강성의 박판 필름(110-2)을 구비하는 것이다.

[0046] 이에, 상기 고무 소재(110-1)의 적어도 일 표면 특히, 상기 제2 전극(122)과 마찰이 이루어지는 표면에는 상기 강성의 박판 필름(110-2)이 구비되는 것이 바람직하며, 본 실시예에서는 상기 고무 소재(110-1)의 양 표면에 강성의 박판 필름(110-2)이 구비된 것을 개시하였으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0047] 그리고, 상기 강성의 박판 필름(110-2)은 상기 고무 소재(110-1)가 폴리디메틸실록산으로 이루어진 경우에는 동일한 소재인 폴리디메틸실록산으로 형성되고 상기 고무 소재(110-1)가 에코플렉스로 이루어진 경우에는 동일한 소재인 에코플렉스로 형성되는 것이 바람직하다.

[0048] 이때, 상기 고무 소재(110-1)의 유연성 및 견고성을 더욱 높이기 위하여, 상기 고무 소재(110-1)는 상기 압전 물질(111)을 포함하는 다공성 구조로 형성된 이후에 믹서기와 같은 장치를 이용하여 잘게 미세 조각으로 분쇄된 다음, 분쇄된 고무 소재(110-1)의 분말을 상기 강성의 박판 필름(110-2)에 뿌린 후 경화시킴으로써 적어도 일 표면에 상기 강성의 박판 필름(110-2)이 구비되고 유연성 및 견고성이 더욱 향상된 고무 소재(110-1)로 이루어진 에너지 발전층(110)을 제조할 수 있다.

[0049] 따라서, 이와 같이 제조된 에너지 발전층(110)은 외력에 인가 및 해제에 따라 신축 변형 및 반복적인 마찰 등에 의한 찢어지는 등의 손상을 매우 효과적으로 방지할 수 있다.

[0050] 한편, 상기 압전 물질(111)이 포함된 에너지 발전층(110)은, 전기장 인가를 통해 내부의 압전 물질(111)의 분극 상태를 정렬할 수 있다.

[0051] 일 예로, 상기 압전 물질(111)이 포함된 에너지 발전층(110)에 1 kv/㎜의 전기장을 2시간 정도 인가함으로써 상기 에너지 발전층(110)의 내부에서 상기 압전 물질(111)의 분극 상태를 정렬함으로써 압전 물질(111)의 출력 효율을 증가시킬 수 있다.

[0052] 그리고, 상기 제1 전극(121)은, 상기 에너지 발전층(110)의 일측면 즉, 하부 표면에 고정 구비될 수 있으며, 일 예로 알루미늄으로 형성될 수 있다.

[0053] 이때, 상기 제1 전극(121)에는 상기 에너지 발전층(110)과 대향된 면에 제1 기판(131)이 고정 구비될 수 있다.

[0054] 즉, 상기 제1 전극(121)은 상기 제1 기판(131)의 상면에 형성될 수 있고, 이와 같은 상태에서 상기 제1 기판(131)과 함께 상기 에너지 발전층(110)의 하부 표면에 고정 구비될 수 있다.

[0055] 그 다음, 상기 제2 전극(122)은, 상기 에너지 발전층(110)의 타측면 즉, 상부 표면으로부터 이격 구비될 수 있으며, 외력이 인가되거나 인가된 외력이 해제됨에 따라 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면에 접촉 또는 분리됨으로써 에너지 발전층(110)과의 마찰 대전으로 전기 에너지를 발생시킬 수 있다.

[0056] 이때, 상기 제2 전극(122)은 일 예로 알루미늄으로 형성될 수 있으며, 상기 에너지 발전층(110)과 대향된 면에 제2 기판(132)이 고정 구비될 수 있다.

[0057] 즉, 상기 제2 전극(122) 역시, 상기 제2 기판(132)의 하면에 형성될 수 있고, 이와 같은 상태에서 상기 제2 기판(132)과 함께 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면으로부터 이격 구비될 수 있다.

[0058] 그리고, 상기 제2 전극(122)은, 상기 외력이 인가되면 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면에 접촉되어 마찰 대전을 일으키고 이와 같은 상태에서 계속적으로 가해지는 외력에 의해 상기 에너지 발전층(110)을 가압하여 수축시킬 수 있다. 이에, 상기 에너지 발전층(110) 내부에 포함된 압전 물질(111)에는 압력이 가해짐에 따라 압전

을 일으킨다.

[0059] 즉, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는, 외부 기계적 움직임인 외력이 인가되면 상기 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110) 측으로 이동하여 에너지 발전층(110)의 상부 표면에 접촉하면서 마찰 대전으로 전하를 발생시킴과 아울러 상기 에너지 발전층(110)을 가압하여 상기 압전 물질(111)에 압력을 가해 압전 물질(111)의 압전으로 전하를 발생시킨다.

[0060] 다시 말하면, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는, 외력에 의한 상기 제2 전극(122)의 한 번의 동작으로 마찰 대전 및 압전 두 가지 방식으로 병행적으로 전하를 발생시키고 이를 통해 마찰 대전에 의한 전기 에너지와 압전에 의한 전기 에너지를 복합적으로 생산함으로써 에너지 발전기의 전기적 출력을 극대화할 수 있다.

[0062] 이하, 도 3을 더 참조하여 상술한 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)의 마찰 대전 및 압전 두 가지 방식의 복합적인 전기 에너지 생산을 위한 동작 원리를 설명한다.

[0063] 먼저, 도 3의 (ⅰ)에서와 같이, 외부 기계적 움직임인 외력이 제2 기판(132)에 가해지면 제2 기판(132)과 함께 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면으로 접근할 수 있다.

[0064] 이때, 상기 제2 전극(122)에는 양의 전하가 대전되고 상기 에너지 발전층(110)의 상부에는 음의 전하가 대전될 수 있다.

[0065] 또한, 상기 에너지 발전층(110)의 하부 표면에 구비된 제1 전극(121)에는 상기 제2 전극(122)에 대전된 양의 전하보다 많은 양의 전하가 대전될 수 있으며, 이에 전기적 평형 상태를 유지하기 위해서 상기 제1 전극(121)으로부터 상기 제2 전극(122)의 방향으로 양의 전하가 이동하면서 마찰 전류(I_T)가 발생한다.

[0066] 그리고, 도 3의 (ⅱ)에서와 같이, 상기 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면에 접촉하게 되면, 상기 제1 전극(121)의 양의 전하가 모두 상기 제2 전극(122)으로 이동하여 상기 에너지 발전층(110)의 상부에 대전된 음의 전하와 전기적 평형을 이룬다.

[0067] 다음, 도 3의 (ⅲ)에서와 같이, 상기 제2 전극(122)에 외력이 계속적으로 가해지면 상기 에너지 발전층(110)이 가압되어 수축 변형에 의해 고무 소재(110-1) 내부에 포함된 압전 물질(111)에 압력이 가해지고 이에 압전 물질(111)에서 분극 현상이 발생하여 상기 제1 전극(121)으로부터 상기 제2 전극(122)의 방향으로 압전 전류(I_P)가 발생한다.

[0068] 그리고, 도 3의 (ⅳ)에서와 같이, 인가된 외력이 해제되면 상기 에너지 발전층(110)에 가해진 압력이 해제되어 고무소재(110-1)가 복원되면서 반대 방향 즉, 상기 제2 전극(122)으로부터 상기 제1 전극(121)의 방향으로 압전 전류(I_P)가 발생한다.

[0069] 이후, 도 3의 (ⅴ)에서와 같이, 상기 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면으로부터 분리되어 멀어짐에 따라 전기적 평형 상태가 깨지게 되면서 상기 제2 전극(122)으로부터 상기 제1 전극(121)의 방향으로 양의 전하가 이동하면서 마찰 전류(I_T)가 발생한다.

[0070] 그 이후, 도 3의 (ⅵ)에서와 같이, 상기 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면으로부터 보다 멀어져 원위치로 복귀하면 전기적 평형 상태를 유지하면서 전하의 이동이 중지된다.

[0071] 그 다음, 다시 외부 기계적 움직임인 외력이 제2 기판(132)에 다시 가해지면 제2 기판(132)과 함께 제2 전극(122)이 상기 에너지 발전층(110)의 상부 표면으로 접근하면서 도 3의 (ⅰ)에서 (ⅵ)의 과정을 반복하면서 지속적으로 전기 에너지를 생산할 수 있다.

[0072] 즉, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는, 외부 기계적 움직임인 외력에 의한 제2 전극(122)의 한 번의 동작으로 제2 전극(122)과 에너지 발전층(110)의 마찰 대전으로 인한 마찰 전류(I_T), 그리고 압전 물질(111)의 분극 현상에 의한 압전 전류(I_P)의 두 가지 방식으로 동시에 병행하여 전기 에너지를 생산할 수 있기 때문에 전기적 출력을 극대화할 수 있다.

[0074] 한편, 전술한 바와 같이, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는, 상기 에너지 발전층(110)의 전체 중량 대비

5 중량비(wt%)로 압전 물질(111)을 구비하는 것이 바람직하다.

[0075] 이는, 상기 에너지 발전층(110)의 전체 중량 대비 압전 물질(111)을 1 중량비(wt%)로 구비한 경우와 3 중량비(wt%)로 구비한 경우 및 5 중량비(wt%)로 구비한 경우 각 출력값을 테스트한 결과, 5 중량비(wt%)로 압전 물질을 구비한 경우의 출력전압 및 출력전류가 대폭 증가하여 전기적 출력이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

[0076] 이때, 상기 에너지 발전층(110)의 전체 중량 대비 7 중량비(wt%)로 압전 물질을 구비한 경우 에너지 발전층(110) 즉, 고무 소재(110-1)의 제조시 경화가 제대로 일어나지 않는 현상이 발생하였으며, 이에 5 중량비(wt%)로 압전 물질을 구비하는 것이 임계적 의의를 갖는 최적의 중량비임을 알 수 있다.

[0078] 한편, 자세하게 도시하진 않았지만, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는 센서 등에 적용되어 특별한 외부 전원이 필요없는 자가 구동형 센서로 구현될 수 있다.

[0079] 특히, 본 실시예의 복합 에너지 발전기(100)는 신발 밑창 등에 적용되어 보행자의 걷기, 뛰기, 점프 등과 같은 동작에 따라 발에 가해지는 압력의 차이로 달라지는 전압 또는 전류 등의 전기적 출력값을 분석함으로써 보행자의 보행 상태를 파악할 수 있는 자가 구동형 보행 센서로 적용될 수 있다.

[0080] 즉, 상기와 같이 자가 구동형 보행 센서로 적용될 경우, 보행자의 동작에 따라 발에 가해지는 압력에 따라 전기적 출력 다시 말해, 출력 전압값이 복수의 연속된 상하 피크를 갖는 주파수의 형태로 나타나는데, 일 예로 보행자가 걷기의 동작을 수행할 경우의 출력 전압값은 피크가 낮고 주기가 긴 주파수의 형태를 나타내고, 보행자가 뛰기의 동작을 수행할 경우의 출력 전압값은 피크가 높고 주기가 짧은 주파수의 형태를 나타내며, 보행자가 점프의 동작을 수행할 경우의 출력 전압값은 피크가 보다 더 높고 주기가 긴 주파수의 형태를 나타낼 수 있다.

[0081] 따라서, 상기와 같은 출력 전압값의 주파수 형태를 분석함으로써 보행자의 현재 보행 상태 등을 파악할 수 있고, 피크 간격 등을 분석하여 보행자의 보행 속도 및 걸음 수 등도 파악할 수 있다.

[0083] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0085] 100 : 복합 에너지 발전기

110 : 에너지 발전층

110-1 : 고무 소재

110-2 : 강성 박판 필름

111 : 압전 물질

121 : 제1 전극

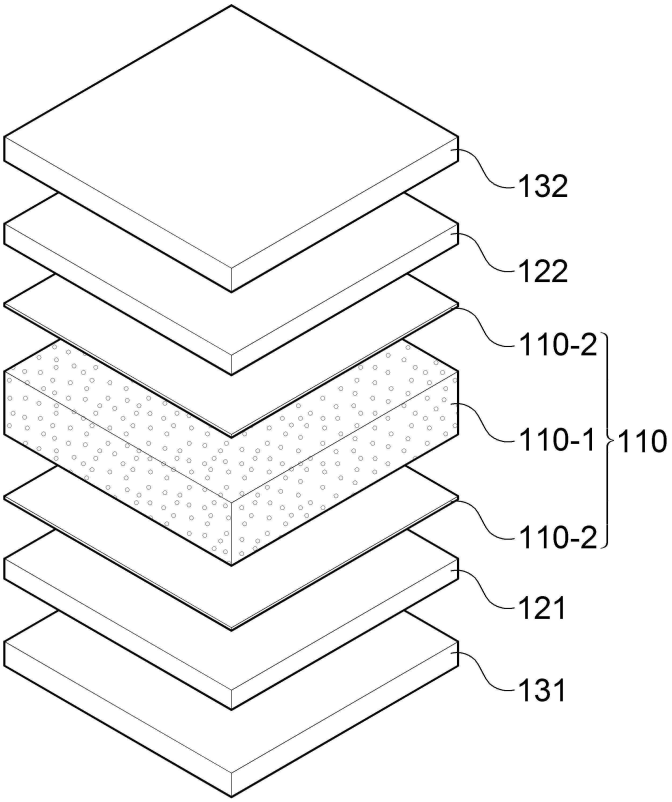
122 : 제2 전극

131 : 제1 기판

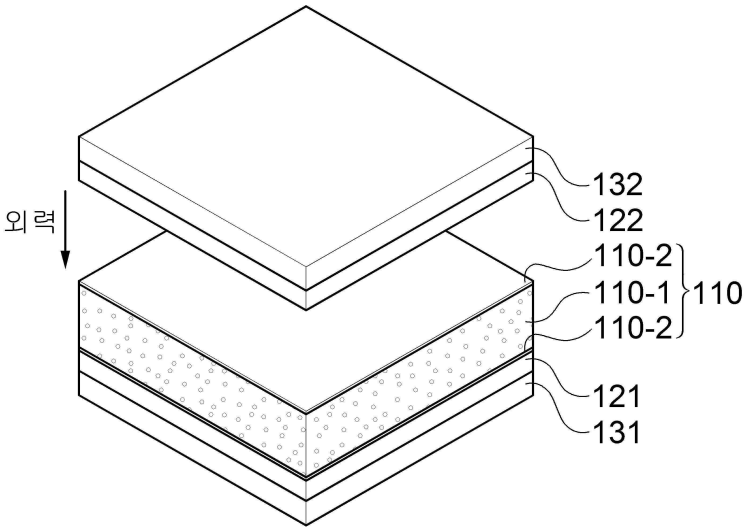
132 : 제2 기판

도면

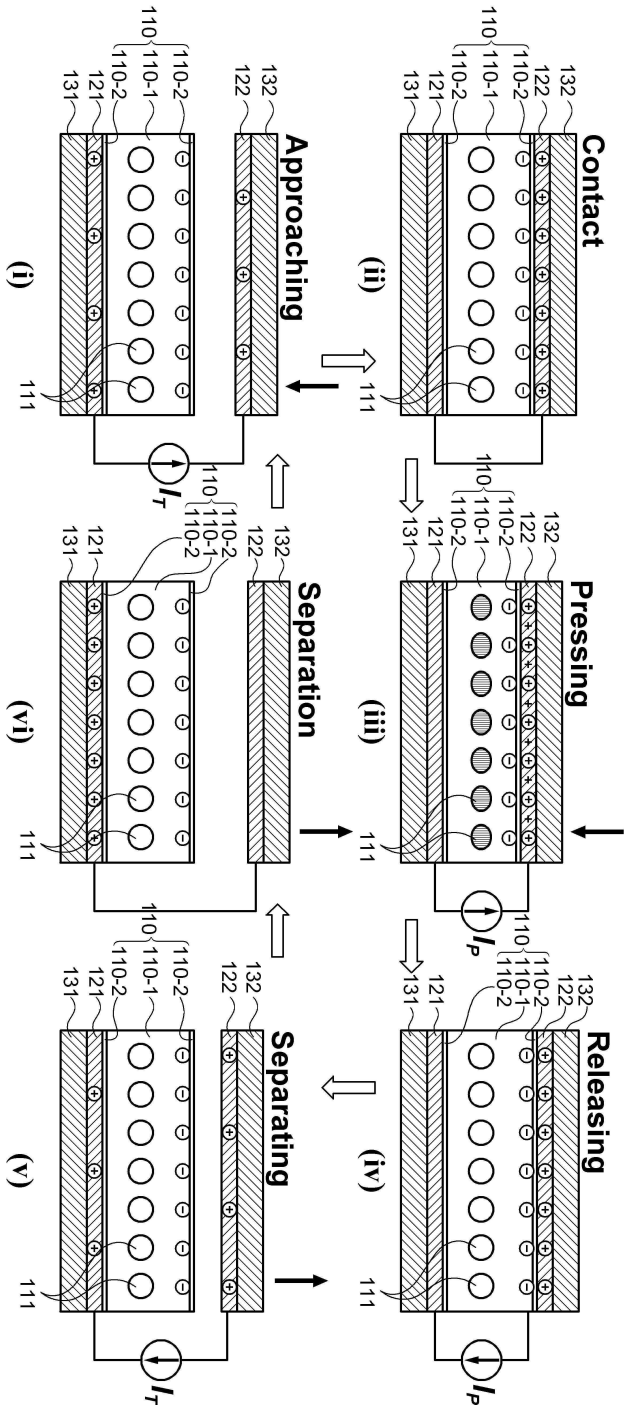
도면1


132
122
110-2
110-1
110
110-2
121
131

도면2


외력
132
122
110-2
110-1
110
110-2
121
131

도면3


(i)
Approaching
(ii)
Contact
(iii)
Pressing
(iv)
Releasing
(v)
Separating
(vi)
Separation
111
110
110-1
110-2
121
122
131
132
I_T
I_P