(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0086202
(43) 공개일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0179983
(22) 출원일자 2019년12월31일
심사청구일자 2019년12월31일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
백정민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이재원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

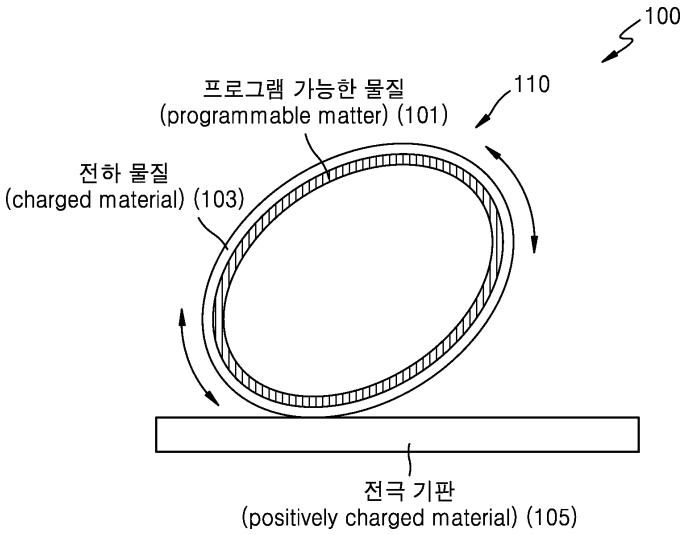
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **프로그램 가능한 물질 기반 마찰 대전 발전기 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기(triboelectric nanogenerator, TENG) 장치는, 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동하는 이동부, 및 상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질, 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고, 상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김지윤

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

김진겸

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이수우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	SRFC-TA1403-51
부처명	삼성전자㈜
과제관리(전문)기관명	삼성전자 미래기술육성센터
연구사업명	산업위탁과제
연구과제명	고효율 전하전달 소재기반 고출력 발전기 개발 및 응용
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2017.12.01 ~ 2020.11.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

프로그램 가능한 물질(programmable matter)을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서,

상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동하는 이동부; 및

상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고,

상기 이동부는,

특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질; 및

상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고,

상기 지지부는,

상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고,

상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함하고,

상기 발전 유닛은, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 분리되면서 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시키는 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 이동부는, 원형에서 상기 프로그램 가능한 물질이 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서, 무게 중심이 변경되어 이동하는 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1 대전체는 음전하 대전체이고,

상기 제2 대전체는 양전하 대전체인 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 지지부는, 제2 대전체와 결합한 전극층을 더 포함하는 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 음전하 대전체는, PET(polyethylene terephthalate), PTFE(polytetrafluoroethylene), 캡톤(kapton), PDMS(polydimethylsiloxane) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질을 포함하는 유연한 기판이고,

상기 양전하 대전체 및 상기 전극층은, 알루미늄(aluminum, Al), 니켈(nickel, Ni), 크로뮴(chromium, Cr), 백금(platinum, Pt), 금(gold, aurum, Au), 은(silver, argentum, Ag), ITO(Indium tin oxide) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질인 장치.

청구항 7

청구항 3에 있어서,

상기 제1 대전체는 양전하 대전체이고,

상기 제2 대전체는 음전하 대전체인 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 이동부는, 상기 프로그램 가능한 물질과 상기 제1 대전체와 사이에 결합된 전극층을 더 포함하는 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 양전하 대전체 및 상기 전극층은, 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질을 포함하는 유연한 기판이고,

상기 음전하 대전체는, PET, PTFE, 캡톤, PDMS 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질인 장치.

청구항 10

프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서,

상기 프로그램 가능한 물질이 변형되면서 이동하는 이동부; 및

상기 이동부의 이동에 따라 프로그램 가능한 물질과 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고,

상기 이동부는,

특정 조건에서 변형되고, 대전체인 프로그램 가능한 물질; 및

상기 프로그램 가능한 물질을 외면에 포함함으로써, 감싸지는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 플렉시블(flexible)한 유연기판(flexible substrate)으로 구성된 전극층을 포함하고,

상기 지지부는,

상기 프로그램 가능한 물질과 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고,

상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값

중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함하고,

상기 발전 유닛은, 상기 프로그램 가능한 물질이 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 프로그램 가능한 물질이 제2 대전체와 분리되면서 정전기 유도에 의해, 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시키는 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 이동부는, 원형에서 상기 프로그램 가능한 물질이 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서, 무게 중심이 변경되어 이동하는 장치.

청구항 13

프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 동작 방법에 있어서,

특정 조건에서 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동부가 이동하는 과정과,

상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고,

상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 지지부가 전력 발전을 수행하는 과정을 포함하고,

상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고,

상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함하는 방법,

청구항 14

청구항 13에 있어서,

전력 발전을 수행하는 과정은,

상기 제1 대전체가 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 분리되면서 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시키는 과정을 포함하고,

상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함하는 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 이동하는 과정은,

상기 프로그램 가능한 물질이 원형 상태에서, 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서,

무게 중심이 변경되어 이동하는 과정을 포함하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시(disclosure)는 프로그램 가능한 물질을 기반으로 한 마찰 대전 발전기 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 마찰 대전 발전기(triboelectric nanogenerator, TENG)는 구동을 위해 기계 에너지를 이용하여 전기 에너지로 변환시키는 에너지 하베스팅 소자이다. 마찰 대전 발전기는 크게 분리-접촉 방식(vertical contact-separation mode), 슬라이딩 방식(lateral sliding mode), 단일 전극 모드(single-electrode mode)로 동작할 수 있는데, 일반적으로 어떤 경우라도 마찰력을 제공하기 위해서는 외부의 물리적인 힘이 필요하다.

[0003] 그러나, 외부의 물리적인 힘을 제공할 수 없는 특정한 제한된 환경에서 에너지 하베스팅이 필요한 경우, 마찰 대전 발전기의 구동에 어려움이 있을 수 있다. 따라서, 외부의 물리적인 힘 없이 특정 조건을 만족시켰을 때 구동되는 새로운 형태의 마찰 대전 발전기가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는 제한된 환경 에서 외력 없이 특정 조건을 만족시켰을 때 변형되는 프로그램 가능한 물질(programmable matter)을 이용한 새로운 형태의 마찰 대전 발전을 수행하기 위한 장치 및 그 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기(triboelectric nanogenerator, TENG) 장치는, 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동하는 이동부, 및 상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질, 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고, 상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0006] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치는, 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되면서 이동하는 이동부, 및 상기 이동부의 이동에 따라 프로그램 가능한 물질과 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되고, 대전체인 프로그램 가능한 물질, 및 상기 프로그램 가능한 물질을 외면에 포함함으로써, 감싸지는형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 플렉시블(flexible)한 유연기판(flexible substrate)으로 구성된 전극층을 포함하고, 상기 지지부는, 상기 프로그램 가능한 물질과 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0007] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 동작 방법은, 특정 조건에서 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동부가 이동하는 과정과, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고, 상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 지지부가 전력 발전을 수행하는 과정을 포함하고, 상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할

수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 그 방법은, 온도, 빛, ph, 습도 등 특정 조건을 만족했을 때, 외부의 기계적 에너지 없이도 동작 가능한 마찰 대전 발전기(triboelectric nanogenerator, TENG)를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질(programmable matter)을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 일 예를 도시한다.

도 2는 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 다른 예들을 도시한다.

도 3a 및 3b는 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에서, 전력이 생성되는 방법의 일 예를 도시한다.

도 4은 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치가 전력을 생성하기 위해 이동하는 방법의 일 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 개시(disclosure)는 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 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.

[0011] 이하의 실시 예에서, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0012] 이하의 실시 예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 다수의 표현을 포함한다. 이하의 실시 예에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0013] 본 발명의 실시 예들은 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들은 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 또는/및 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시 예들은 하나 이상의 마이크로프로세서들의 제어 또는 다른 제어장치들에 의해서 다양한 기능들을 실행할 수 있는, 메모리, 프로세싱, 로직(logic), 룩업 테이블(look-up table) 등과 같은 직접 회로 구성들을 채용할 수 있다. 본 발명의 실시 예의 구성 요소들이 소프트웨어 프로그래밍 또는 소프트웨어 요소들로 실행될 수 있는 것과 유사하게, 본 발명의 실시 예는 데이터 구조, 프로세스들, 루틴들 또는 다른 프로그래밍 구성들의 조합으로 구현되는 다양한 알고리즘을 포함하여, C, C++, 자바(Java), 어셈블러(assembler) 등과 같은 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능적인 측면들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 발명의 실시 예들은 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. 매커니즘, 요소, 수단, 구성과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다. 상기 용어는 프로세서 등과 연계하여 소프트웨어의 일련의 처리들(routines)의 의미를 포함할 수 있다.

[0014] 이하 설명에서 사용되는 데이터의 표시에 관련된 변수(예: 파라미터(parameter), 값)을 지칭하는 용어, 발명의 동작을 수행하는데 사용되는 객체(예: 전자 장치, 표시 장치, 디스플레이 장치 등)를 지칭하는 용어, 장치의 구성요소를 지칭하는 용어(예: 회로, 모듈, 컨트롤러, 프로세서, 수집부, 예측부, 추론부, 지원부, 처리부, 표시

부, 센서 등) 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.

[0016] 마찰 대전 발전기(triboelectric nanogenerator, TENG)는 구동을 위해 기계 에너지를 이용하여 전기 에너지로 변환시키는 에너지 하베스팅 소자이다. 일반적으로, 이를 구동하기 위해 기계적 에너지 즉, 외력이 필요할 수 있다. 이 때, 에너지 하베스팅을 위한 일반적 환경에서는 외력을 가하기 위해 소리, 바람을 이용한 진동 에너지를 주로 이용할 수 있다. 그러나, 외부의 물리적인 힘을 제공할 수 없는 특정한 제한된 환경에서 에너지 하베스팅이 필요한 경우, 외부의 물리적인 힘 없이 특정 조건을 만족시켰을 때 구동되는 새로운 형태의 마찰 대전 발전기가 요구된다. 따라서, 본 개시에서는 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기를 제안한다. 프로그램 가능한 물질(programmable matter)은 빛, 온도, pH, 습도 등의 변화에 따라 의해 모양이 변경될 수 있는 소재이다.

[0017] 본 개시는 온도, 빛, pH, 습도 변화 등 특정 조건에서 외부의 물리적인 힘을 가하지 않아도 원하는 형태로 모양을 변형시킬 수 있는 프로그램 가능한 물질을 이용함으로써, 외부의 물리적인 힘을 제공할 수 없는 제한된 환경에서도 동작 가능한 마찰 대전 발전기를 제공할 수 있다.

[0018] 본 개시의 에너지 하베스팅을 위한 마찰 대전 발전기는, 센서 그리고 센싱 데이터를 처리하고 전송할 수 있는 MCU 및 출력부를 일체화시킨 에너지 자립형 발전기-센서 일체형 장치 등 에너지 하베스팅이 요구되는 임의의 장치에 사용될 수 있다. 마찰 대전 발전기는 발전기 출력을 최적의 전력으로 전달 저장할 수 있는 전력 관리 회로와 연결되어 구성될 수 있으며, 인쇄회로기판(PCB)기판에 실장될 수 있다.

[0020] 도 1은 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질(programmable matter)을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 일 예를 도시한다. 도 1의 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 일 예(100)를 참고하면, 마찰 대전 발전기 장치(110)는 프로그램 가능한 물질(101) 및 전하 물질(charged material)(103)을 포함하는 이동 가능한 이동부와 전극 기판(electrode substrate)(105)을 포함할 수 있다. 본 개시에서, 전극 기판(105)은 지지부를 의미하거나, 전극 기판(105)은 지지부에 포함되는 구성일 수 있다. 이하 지지부는 전극 기판(105)을 포함하는 마찰 대전 발전기 장치(110)의 구성을 의미할 수 있다.

[0021] 프로그램 가능한 물질(101)은, 전하 물질(103)과 결합되어 이동부를 구성할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은 전하 물질(103)을 외면과 결합할 수 있다. 따라서, 프로그램 가능한 물질(101)은 전하 물질(103)을 외면에 포함함으로써, 감싸지는 형태로 전하 물질(103)과 결합하여 이동부를 구성할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은 원형의 감싸지는 형태로 전하 물질(103)과 결합하여 이동부를 구성할 수 있다.

[0022] 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)은 전극층과 결합되어 이동부를 구성할 수 있다. 전극층은 전극 기판에 내의 대전체로 전류가 흘러 들어가거나 나오게 하는 층을 의미할 수 있다. 전극층은 전하 물질(103)과 연결되거나 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 연결될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)과 결합된 전극층은 알루미늄(aluminum, Al), 니켈(nickel, Ni), 크로뮴(chromium, Cr), 백금(platinum, Pt), 금(gold, aurum, Au), 은(silver, argentum, Ag), ITO(Indium tin oxide) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.

[0023] 프로그램 가능한 물질(101)은, 특정 조건에서 변형될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은, 특정 조건에 의해 수축되거나 이완될 수 있는 물질을 의미할 수 있다. 프로그램 가능한 물질(101)이 변형됨으로써, 프로그램 가능한 물질(101)과 전하 물질(103)을 포함하는 이동부를 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질(101)과 결합된 전하 물질(103)이 구부러지면서 이동부가 이동할 수 있다. 이동부의 이동에 관한 설명은 도 4에서 더 자세하게 설명될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은 프로그램 가능한 물질(101) 외부의 빛(조도), 온도, pH(산도), 습도 변화 등 특정 조건에 따라 변형될 수 있다. 프로그램 가능한 물질(101)을 변형시키는 특정 조건은 발전기 장치 주변의 조도 변화, 온도 변화, 산도 변화 또는 습도 변화에 대한 특정 임계 값을 의미할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)이 온도 변화에 따라 변형되는 물질로서, 특정 온도(예: 36.5 ℃) 이상일 때는 수축하고, 이하일 때는 이완할 수 있다. 이 경우, 프로그램 가능 물질이 원형 모양일 경우, 특정 온도 이상일 때 수축함으로써 타원형으로 변형되고, 원형에서 타원형으로 변형될 수 있다. 특정 온도가 인체의 온도인 36.5 ℃인 경우, 인체에 부착

가능한 장치에 프로그램 가능한 물질(101)을 포함하는 발전기 장치가 포함될 경우, 인체 부착되었을 때 프로그램 가능한 물질(101)이 변형될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되는 특정 조건의 임계 값이 기설절되어 있어 외부 변화에 의해 원하는 형태로 변형될 수 있다.

[0024] 프로그램 가능한 물질(101)이 변형됨으로써, 프로그램 가능한 물질(101)과 전하 물질(103)을 포함하는 이동부는, 전극 기판(105) 위를 이동하면서 전력을 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)과 대전체로 구성된 전하 물질(103)이 결합한 이동부는 이중층으로 구성될 수 있다. 이 때, 프로그램 가능한 물질(101)이 특정 조건에 따라 수축, 이완되면, 이동부는 대전체로 인해 구부러지는 현상이 발생할 수 있다. 이동부가 원통형인 경우, 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되어 이동부가 구부러지는 현상을 이용하여 원형이 타원형으로 변할 때, 무게 중심이 변함으로써, 이동부는 이동할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)과 결합한 전하 물질(103)은 대전체를 포함할 수 있다. 전하 물질(103)이 포함하는 대전체는 프로그램 가능한 물질(101)의 변형에 따라 변형될 수 있으므로, 유연기판(flexible substrate)으로 구성될 수 있다 예를 들어, 전하 물질(103)은 유연한 기판의 물질을 포함할 수 있다. 이 때, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체가 음전하 대전체인 경우, 상기 음전하 대전체는 PET(polyethylene terephthalate), PTFE(polytetrafluoroethylene), 캡톤(kapton), PDMS(polydimethylsiloxane) 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다. 전하 물질(103)이 포함하는 대전체가 양전하 대전체인 경우 상기 양전하 대전체는 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.

[0026] 프로그램 가능한 물질(101)은 사용자의 입력이나 자율 감지에 의해 물질의 물리적 특징(예: 모양, 밀도, 모듈러스(moduli), 전도성, 광학적 성질 등)이 변할 수 있는 물질을 의미할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은, 예를 들어, 복합 유체(complex fluids), 제어 가능한 메타 물질(metamaterials), 형태 변화 분자(shape-changing molecules) 또는 전자 영구 자석(electropermanent magnets)이거나, 자체 재변경 모듈식 로봇(Self-reconfiguring modular robotics) 또는 클레이트로닉스(Claytronics) 등의 로봇 기반 장치이거나, 합성생물학에 기반한 조직이거나, 상기 구성들의 조합일 수 있다. 본 개시의 프로그램 가능한 물질(101)은 상기 예시들에 제한되지 않으며, 특정 조건에 의해 수축되거나 이관될 수 있는 물질을 포괄하는 개념으로 이해될 수 있다.

[0027] 일 실시 예에 따르면, 도 1에 도시된 것과 달리, 프로그램 가능한 물질(101)이 전하 물질일 수 있다. 이 경우, 전하 물질(103)은 프로그램 가능한 물질(101)로 대체되거나, 전하 물질(103)과 프로그램 가능한 물질(101)이 동일한 물질일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)이 전하 물질일 경우, 이동부는 프로그램 가능한 물질을 외면에 포함함으로써, 감싸지는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 플렉시블(flexible)한 유연기판(flexible substrate)으로 구성된 전극층을 포함할 수 있다. 이 때, 프로그램 가능한 물질(101)과 결합된 전극층은 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.

[0028] 전하 물질(103)은, 프로그램 가능한 물질(101) 과 결합되어 이동부를 구성할 수 있다. 예를 들어, 전하 물질(103)은 프로그램 가능한 물질(101)을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 프로그램 가능한 물질(101)과 결합할 수 있다. 따라서, 전하 물질(103)은 프로그램 가능한 물질(101)을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 프로그램 가능한 물질(101)과 결합하여 이동부를 구성할 수 있다.

[0029] 전하 물질(103)은, 전력을 생산하기 위해 전극 기판(105)과 마찰할 수 있다. 예를 들어, 전하 물질(103)은 대전체를 포함할 수 있고, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체는, 전극 기판(105)이 포함하는 대전체와 마찰함으로써, 전력을 생산할 수 있다. 이 경우, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체가 양전하 대전체일 경우 전극 기판(105)이 포함하는 대전체는 음전하 대전체 이고, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체가 음전하 대전체 일 경우, 전극 기판(105)이 포함하는 대전체는 양전하 대전체 일수 있다. 즉, 마찰 대전 발전기를 구성하기 위해 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 전극 기판(105)이 포함하는 대전체는 반대 전하를 띄는 대전체일 수 있다.

[0030] 일 실시 예에 따르면, 전하 물질(103) 또는 전극 기판(105)이 포함할 수 있는 음전하 대전체는 PET, PTFE, 캡톤, PDMS 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다. 다른 실시 예에 따르면, 음전하 대전체는 PET, PTFE, 캡톤, PDMS 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질을 포함하는 유연기판으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 음전하 대전체는 유연한 기판의 물질을 포함할 수 있다.

[0031] 일 실시 예에 따르면, 전하 물질(103) 또는 전극 기판(105)이 포함할 수 있는 양전하 대전체는 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.일 실시 예에 따르면, 상기 양전하

대전체는 유연기판으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 양전하 대전체는 유연한 기판의 물질을 포함할 수 있다.

[0032] 전극 기판(105)은, 이동부가 이동하면서 전력을 생성하기 위한 지지부를 구성할 수 있다. 본 개시에서 전극 기판(105)은 지지부를 의미하거나, 지지부에 포함되는 구성일 수 있다.

[0033] 전극 기판(105)은, 이동부가 이동하면서 이동부 외면의 전하 물질(103)과 마찰하면서, 전력을 생성하기 위한 대전체를 포함할 수 있다. 전극 기판(105)이 포함하는 대전체는 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 반대 전하를 띄는 대전체일 수 있다. 전극 기판(105)이 포함하는 대전체는 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 접촉하면서 정전기 유도에 의해 일방향으로 전류가 흐를 수 있고, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 분리되면서 정전기 유도에 의해 다른 방향으로 전류가 흐를 수 있다. 이처럼, 전극 기판(105)은 대전체의 전류 흐름을 이용하여 전력을 생산할 수 있다. 예를 들어, 전극 기판(105)은 전극 기판이 포함하는 대전체의 양방향으로 반복하여 흐르는 전류를 이용하여 교류 전기를 생성할 수 있다.

[0034] 일 실시 예에 따르면, 전극 기판(105)은 전극층을 포함할 수 있다. 전극층은 전극 기판에 내의 대전체로 전류가 흘러 들어가거나 나오게 하는 층을 의미할 수 있다. 전극층은 전극 기판(105)이 포함하는 대전체와 연결될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전극 기판(105)이 포함하는 전극층은 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.

[0035] 일 실시 예에 따르면, 전극 기판(105)은 그라운드와 연결된 발전 유닛과 연결될 수 있다. 일 실시 예에서, 전극 기판(105)은 지지부에 포함될 수 있고, 지지부는 그라운드와 연결된 발전 유닛과 연결될 수 있다. 발전 유닛은 전극 기판(105)이 포함하는 대전체의 상기 일방향 및 다른 방향으로 흐르는 전류의 흐름을 이용하여 발전할 수 있는 발전기 일 수 있다. 이 경우, 서로 다른 극성을 띄는 대전체의 한 곳에만 발전 유닛이 연결될 수 있고, 발전기 장치는 단일 전극 모드(single-electrode mode)로 동작할 수 있다.

[0037] 도 2는 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 다른 예들을 도시한다. 도 2의 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 다른 예들(200)을 참고하면, 마찰 대전 발전기 장치(110)는, 도 1에서 설명한 기본 형태 (a) 외, 전극 기판(105)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (b), 전하 물질(103)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (c) 및 전극 기판(105) 및 전하 물질(103)이 각각 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (d)의 형태로 구성될 수 있다.

[0038] 마찰 대전 발전기의 경우, 양전하 대전체와 음전하 대전체가 접촉하여 표면이 대전되고, 분리하여 정전기 유도 현상에 의해 전류가 흐름으로써, 전력을 생성할 수 있다. 따라서, 원형 이동부가 이동하면서 이동부와 전극 기판(105)이 각 포함할 수 있는 대전체가 접촉, 분리되어 전력이 생성될 수 있다.

[0039] 전극 기판(105)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (b)의 경우, 이동부가 이동하면서, 이동부의 대전체와 전극 기판(105)의 분리되어 배치된 각 대전체들이 접촉 및 분리하면서 전력을 생산할 수 있고, 전하 물질(103)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (c)의 경우, 전극 기판(105)의 대전체와 이동부의 분리되어 배치된 각 대전체들이 접촉 및 분리하면서 전력을 생산할 수 있다. 전극 기판(105) 및 전하 물질(103)이 각각 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (d)의 경우도 마찬 가지로, 전극 기판(105)의 분리되어 배치된 각 대전체와 이동부의 분리되어 배치된 각 대전체들이 각각 접촉 및 분리되면서 전력이 생성될 수 있다.

[0040] 일 실시 예에 따르면, 도시되지 않았지만, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체 또는 전극 기판(105)이 포함하는 대전체 사이 일정 간격으로 배치된 절연체들이 존재함으로써, 이동부가 전극 기판(105)을 이동하면서 전력이 생성될 수 있다. 예를 들어, 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 전극 기판(105)이 포함하는 대전체 사이 일정 간격으로 배치된 절연체들이 존재하는 경우, 대전체 간 접촉 상태에서 이동부가 이동하면 이동부의 대전체가 전극 기판(105)의 대전체와 분리되는 대전체 간 접촉 및 분리 동작이 반복될 수 있고, 전력이 생성될 수 있다.

[0041] 일 실시 예에 따르면, 전극 기판(105)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (b)의 경우, 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체 사이에 절연체가 위치할 수 있다. 또한, 전하 물질(103)이 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (c)의 경우에도, 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체 사이에 절연체가 위치할 수 있다. 또한 전극 기판(105) 및 전하 물질(103)이 각각 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체를 포함하는 형태 (d)의 경우에도, 각각 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체 사이에 절연체가 위치할 수 있다. 일정 간격으

로 배치된 복수의 대전체 사이에 절연체가 위치한 경우, 대전체 간 접촉 상태에서 이동부가 이동하면 이동부의 대전체가 전극 기판(105)의 대전체와 분리되는 대전체 간 접촉 및 분리 동작이 반복될 수 있고, 전력이 생성될 수 있다. 일정 간격으로 배치된 복수의 대전체 사이에 절연체가 위치할 경우, (b), (c) 및 (d)의 이동부 및 전극 기판(105)의 표면이 평평하므로, 마찰 전기 발전기 장치는 더 높은 내구성을 갖출 수 있다.

[0043] 도 3a 및 3b는 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에서, 전력이 생성되는 방법의 일 예를 도시한다. 도 3a 및 3b는 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치(110)에서, 전력이 생성되는 방법의 일 예(300a, 300b)를 참고하면, 프로그램 가능한 물질(101)을 포함하는 이동부의 전하 물질(103)과 전극 기판(105)이 포함하는 대전체가 접촉 및 분리되면서 전력을 생성하는 과정이 설명된다. 이 때, 전하 물질(103)은 대전체를 포함할 수 있고, 전하 물질(103)은 전하 물질(103)이 포함하는 대전체와 동일한 의미로 쓰일 수 있다.

[0044] 도 3a은 이동부가 전극 기판(105)의 대전체 바깥으로 이동하면서 전류가 생성되는 과정을 설명한다. 도 3a를 참고하면, 예를 들어, (a)에서 전하 물질(103)은 음전하 대전체를 포함하고, 발전 유닛(107)과 연결된 전극 기판(105)은 양전하 대전체를 포함한다. 이 후, (b)에서, 이동부가 이동하면서, 전하 물질(103)의 음전하 대전체는 양전하 대전체와 분리되는 방향으로 이동하고, 이후 음전하 대전체가 양전하 대전체와 분리되면서 정전기 유도 현상에 의해 전류가 발생할 수 있다. 이 때, 전하는 그라운드에서 전극 기판(105) 쪽으로 이동하므로, 전극 기판(105)에서 그라운드 방향으로 전류가 발생할 수 있다.

[0045] 도 3b은 이동부가 전극 기판(105)의 대전체 안쪽으로 이동하면서 전류가 생성되는 과정을 설명한다. 도 3b를 참고하면, 예를 들어, (a)에서 전하 물질(103)은 음전하 대전체를 포함하고, 발전 유닛(107)과 연결된 전극 기판(105)은 전하를 띄지 않는 대전체를 포함한다. 이 후, (b)에서, 이동부가 이동하면서, 전하 물질(103)의 음전하 대전체는 전하를 띄지 않는 대전체와 접촉되는 방향으로 이동하고, 이후 접촉되면서 정전기 유도 현상에 의해 전류가 발생할 수 있다. 이 때, 전하는 전극 기판(105)에서 그라운드 쪽으로 이동하므로, 그라운드에서 전극 기판(105) 방향으로 전류가 발생할 수 있다.

[0046] 도 3a 및 3b를 참고하면, 발전 유닛(107)에 이동부의 이동에 따라 서로 다른 방향으로 반복적인 전류가 발생하게 된다. 따라서, 발전 유닛은 전류의 흐름으로 인해 전력을 생성할 수 있다. 이 때, 발전 유닛(107)은 교류 전력을 생성할 수 있다.

[0048] 도 4은 다양한 실시 예들에 따른, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치가 전력을 생성하기 위해 이동하는 방법의 일 예를 도시한다. 도 4의 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치가 전력을 생성하기 위해 이동하는 방법의 일 예(400)를 참고하면, 마찰 대전 발전기 장치(110)에 있어서 특정 조건에서 이동부의 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되면서, 이동부가 이동하는 과정이 도시된다.

[0049] 예를 들어, 도 4를 참고하면, 프로그램 가능한 물질(101)이 조도 변화에 따라 변형되는 경우, 마찰 대전 발전기 장치(110)에 빛을 조사하면 이동부가 이동하게 되어 전력을 생산할 수 있다. 예를 들어, 원형의 이동부에 포함된 프로그램 가능한 물질(101)에 특정 조건(예: 2800 lm 이상)을 만족시킬 정도로 빛을 조사되면 프로그램 가능한 물질(101)이 더 작은 굴곡을 가지도록 변형되는 경우를 가정하면, 이동부는 상기 특정 조건이 부여되면 이동할 수 있다. 이동부는 프로그램 가능한 물질(101)을 포함하므로, 빛을 조사하는 쪽은 더 작은 굴곡을 가지게 되고, 음영쪽은 더 큰 굴곡을 가질 수 있고, 이 경우 이동부의 무게 중심이 변경되어 이동부는 빛에서부터 멀어지는 방향으로 임의의 각속도 w로 구르면서 이동할 수 있다. 구체적으로, 이동부의 무게를 m, 중력 가속도를 g, 빛이 없는 경우의 이동부의 무게 중심과 빛을 조사한 경우의 이동부의 무게 중심의 거리 차를 △I라고 하면, 무게 중심 이동으로 원형 이동부가 받게 되는 토크 값은 $m \cdot g \cdot \triangle I$일 수 있고, 토크 값에 기반하여 빛에서부터 멀어지는 방향으로 임의의 각속도 w로 구르면서 이동할 수 있다.

[0050] 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)은 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화 등 특정 조건에서 기설정된 모양으로 변형됨으로써, 원형의 이동부의 무게 중심을 변경되고, 이동부가 이동할 수 있다.

[0051] 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)은 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화 등 특정 조건에서 짧은 시간에 모양이 변함으로써, 이동부가 이동할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101)은 주변 환경의 민감도가 높아 특정 조건에서 급격하게 모양이 변화됨으로써, 프로그램 가능한 물질(101)

을 포함하는 이동부가 접촉 중이던 전극 기판(105)과 일시적으로 분리될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 가능한 물질(101) 모양이 급격하게 변화됨으로써, 이동부가 점핑 동작을 수행하고, 전극 기판(105)과 일시적으로 분리될 수 있다.

[0052] 일 실시 예에 따르면, 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되면서, 타원형 이동부의 장축이 단축으로, 단축이 장축으로 변경되어 이동할 수 있다.

[0053] 일 실시 예에 따르면, 이동부가 구르면서 이동하지 않고, 프로그램 가능한 물질(101)의 일부분이 고정되어 있고, 프로그램 가능한 물질(101)이 변형되어 프로그램 가능한 물질(101)을 감싸는 전하 물질(103)이 변형되어 전극 기판(105)과 반복적으로 접촉 및 분리되면서 전력이 생성될 수 있다. 예를 들어, 원형의 프로그램 가능한 물질(101)의 상부가 고정되어 있고, 특정조건에서 프로그램 가능한 물질(101)의 하부가 이완되어, 결합된 전하 물질(103)이 전극 기판(105)과 접촉할 수 있다. 이 후, 특정 조건이 아닌 상태에서, 프로그램 가능한 물질(101)의 하부가 수축하여 결합된 전하 물질(103)이 전극 기판(105)과 분리될 수 있다.

[0055] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치는, 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동하는 이동부, 및 상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질, 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고, 상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0056] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함하고, 상기 발전 유닛은, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 분리되면서 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시킬 수 있다.

[0057] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 이동부는, 원형에서 상기 프로그램 가능한 물질이 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서, 무게 중심이 변경되어 이동할 수 있다.

[0058] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 제1 대전체는, 일정 간격으로 배치되어 상기 프로그램 가능한 물질의 외부에 결합된 적어도 하나 이상의 대전체들로 구성되고, 상기 지지부는, 상기 이동부의 이동에 따라, 상기 적어도 하나 이상의 대전체들 각각이 상기 지지부의 제2 대전체와 반복적으로 접촉 및 분리되면서 마찰함으로써, 전력 발전이 가능할 수 있다.

[0059] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 제2 대전체는, 일정 간격으로 배치되어 상기 지지부에 포함된 적어도 하나 이상의 대전체들로 구성되고, 상기 지지부는, 상기 이동부의 이동에 따라, 상기 적어도 하나 이상의 대전체들 각각이 상기 제1 대전체와 반복적으로 접촉 및 분리되면서 마찰함으로써, 전력 발전이 가능할 수 있다.

[0060] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 제1 대전체는, 일정 간격으로 배치되어 상기 프로그램 가능한 물질의 외부에 결합된 적어도 하나 이상의 대전체들로 구성되고, 상기 제2 대전체는, 일정 간격으로 배치되어 상기 지지부에 포함된 적어도 하나 이상의 대전체들로 구성되고, 상기 지지부는, 상기 이동부의 이동에 따라, 상기 프로그램 가능한 물질의 외부에 결합된 적어도 하나 이상의 대전체들과 상기 지지부에 포함된 적어도 하나 이상의 대전체들 각각이 반복적으로 접촉 및 분리되면서 마찰함으로써, 전력 발전이 가능할 수 있다.

[0061] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 제1 대전체는 음전하 대전체이고, 상기 제2 대전체는 양전하 대전체일 수 있다. 이 때, 상기 지지부는, 제2 대전체와 결합한 전극층을 더 포함할 수 있다. 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 지지부는, 제2 대전체와 결합한 전극층을 더 포함할 수 있다. 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 음전하 대전체는, PET, PTFE, 캡톤, PDMS 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질을 포함하는 유연한 기판이고, 상기 양전하 대전체 및 상기 전극층은, 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함

하는 물질일 수 있다.

[0062] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 제1 대전체는 양전하 대전체이고, 상기 제2 대전체는 음전하 대전체일 수 있다. 이 때, 상기 이동부는, 상기 프로그램 가능한 물질과 상기 제1 대전체와 사이에 결합된 전극층을 더 포함할 수 있다.본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 이동부는, 상기 프로그램 가능한 물질과 상기 제1 대전체와 사이에 결합된 전극층을 더 포함할 수 있다. 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 양전하 대전체 및 상기 전극층은, 알루미늄, 니켈, 크로뮴, 백금, 금, 은, ITO 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질을 포함하는 유연한 기판이고, 상기 음전하 대전체는, PET, PTFE, 캡톤, PDMS 중 적어도 하나 이상을 포함하는 물질일 수 있다.

[0064] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치는, 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되면서 이동하는 이동부, 및 상기 이동부의 이동에 따라 프로그램 가능한 물질과 마찰함으로써, 전력 발전이 가능한 지지부를 포함하고, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되고, 대전체인 프로그램 가능한 물질, 및 상기 프로그램 가능한 물질을 외면에 포함함으로써, 감싸지는형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 플렉시블(flexible)한 유연기판(flexible substrate)으로 구성된 전극층을 포함하고, 상기 지지부는, 상기 프로그램 가능한 물질과 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0065] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함하고, 상기 발전 유닛은, 상기 프로그램 가능한 물질이 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 프로그램 가능한 물질이 제2 대전체와 분리되면서 정전기 유도에 의해, 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시킬 수 있다.

[0066] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치에 있어서, 상기 이동부는, 원형에서 상기 프로그램 가능한 물질이 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서, 무게 중심이 변경되어 이동할 수 있다.

[0068] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 동작 방법은, 특정 조건에서 상기 프로그램 가능한 물질이 변형되고, 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체가 구부러지면서 이동부가 이동하는 과정과, 상기 이동부는, 특정 조건에서 변형되는 프로그램 가능한 물질 및 상기 프로그램 가능한 물질을 내면에 포함함으로써, 감싸는 형태로 상기 프로그램 가능한 물질과 결합된 제1 대전체를 포함하고, 상기 이동부의 이동에 따라 제1 대전체와 마찰함으로써, 지지부가 전력 발전을 수행하는 과정을 포함하고, 상기 지지부는, 상기 제1 대전체와 반대 전하를 나타내는 제2 대전체를 포함하고, 상기 특정 조건은 상기 장치의 주변의 온도 변화, 조도 변화, 습도 변화 또는 산도 변화에 대한 특정 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0069] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 동작 방법에 있어서, 전력 발전을 수행하는 과정은, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 접촉하면서 상기 제2 대전체에 제1 방향으로 전류가 발생하고, 상기 제1 대전체가 제2 대전체와 분리되면서 상기 제2 대전체에 제2 방향으로 전류가 발생하는 정전기 유도에 의해 전력을 발생시키는 과정을 포함하고, 상기 지지부는, 제2 대전체 및 그라운드와 연결된 발전 유닛을 더 포함할 수 있다.

[0070] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로그램 가능한 물질을 이용한 마찰 대전 발전기 장치의 동작 방법에 있어서, 상기 이동하는 과정은, 상기 프로그램 가능한 물질이 원형 상태에서, 상기 특정 조건에서 수축 및 이완되어 타원형으로 구부러지면서, 무게 중심이 변경되어 이동하는 과정을 포함할 수 있다.

[0072] 본 개시에 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치는 다양한 형태의 장치가 될 수 있다. 전자 장치는, 예를 들면, 휴대용 통신 장치 (예: 스마트 폰), 컴퓨터 장치, 휴대용 멀티미디어 장치, 휴대용 의료 기기, 카메라, 웨어러

블 장치, 또는 가전 장치를 포함할 수 있다. 본 문서의 실시 예에 따른 전자 장치는 전술한 기기들에 한정되지 않는다.

[0073] 본 개시의 다양한 실시 예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시 예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이템에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 상기 아이템 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나," "A, B 또는 C," "A, B 및 C 중 적어도 하나," 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에, "기능적으로" 또는 "통신적으로"라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, "커플드" 또는 "커넥티드"라고 언급된 경우, 그것은 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제 3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.

[0074] 본 개시에서 사용된 용어 "모듈" 또는 "-부"는 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시 예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

[0075] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.

[0076] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.

[0077] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리 (random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(read only memory, ROM), 전기적 삭제가능 프로그램가능 롬(electrically erasable programmable read only memory, EEPROM), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 컴팩트 디스크 롬(compact disc-ROM, CD-ROM), 디지털 다목적 디스크(digital versatile discs, DVDs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.

[0078] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(local area network), WAN(wide area network), 또는 SAN(storage area network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.

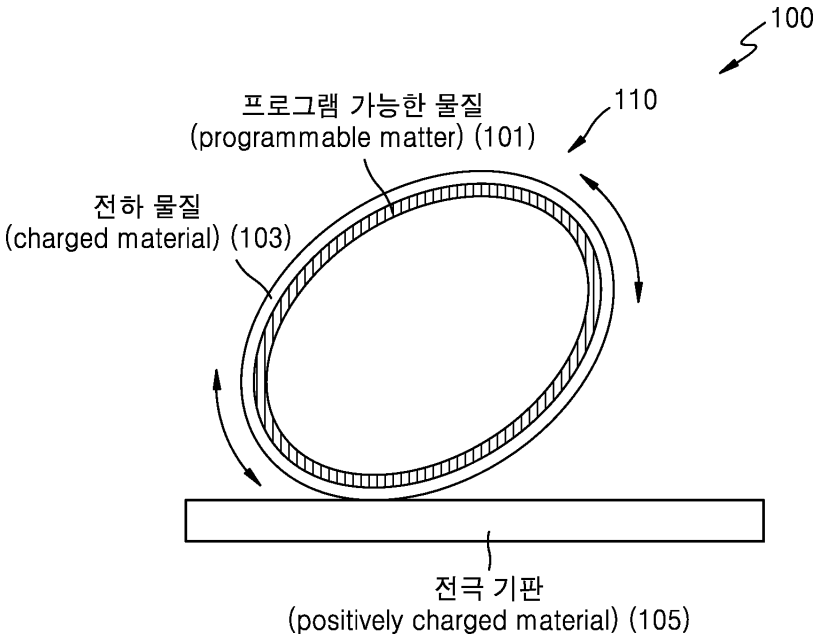
[0079] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

[0080] 이제까지 본 발명에 대하여 바람직한 실시 예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 본 발명을 구현할 수 있음을 이해할 것이다. 그러므로 상기 개시된 실시 예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 특허청구범위에 의해 청구된 발

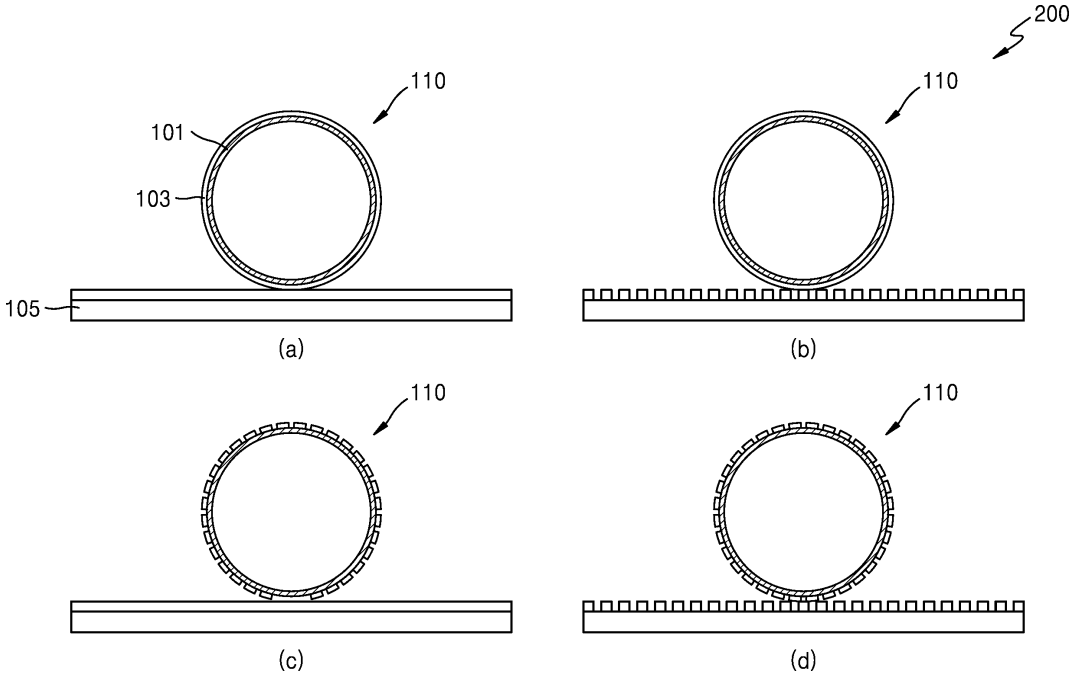
명 및 청구된 발명과 균등한 발명들은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 한다.

도면

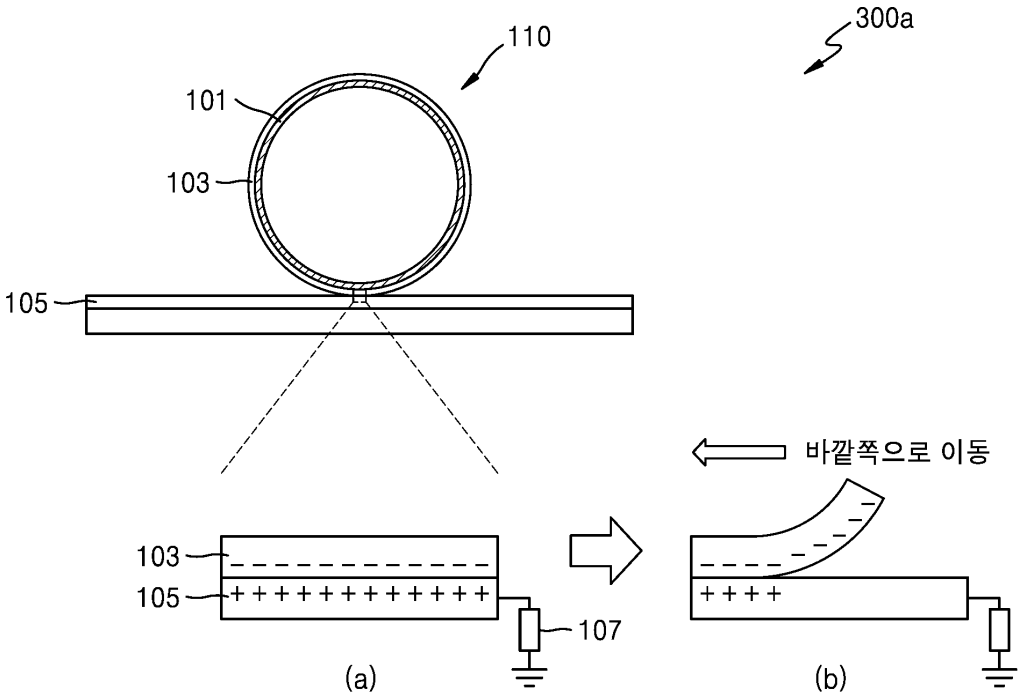
도면1



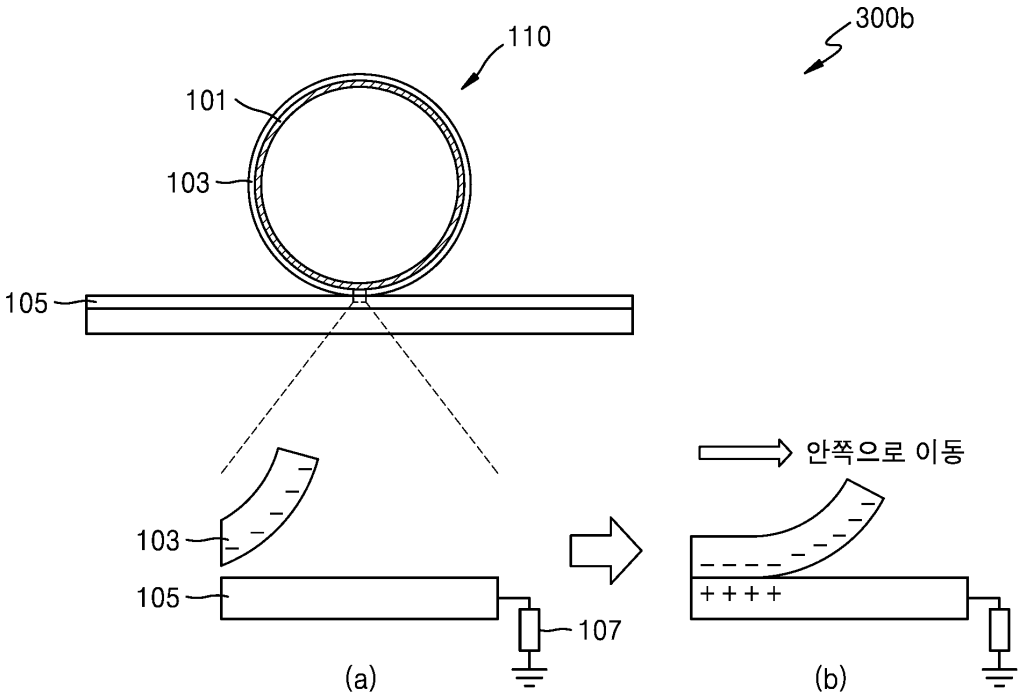
도면2


200
110
101
103
105
(a)
110
(b)
110
(c)
110
(d)

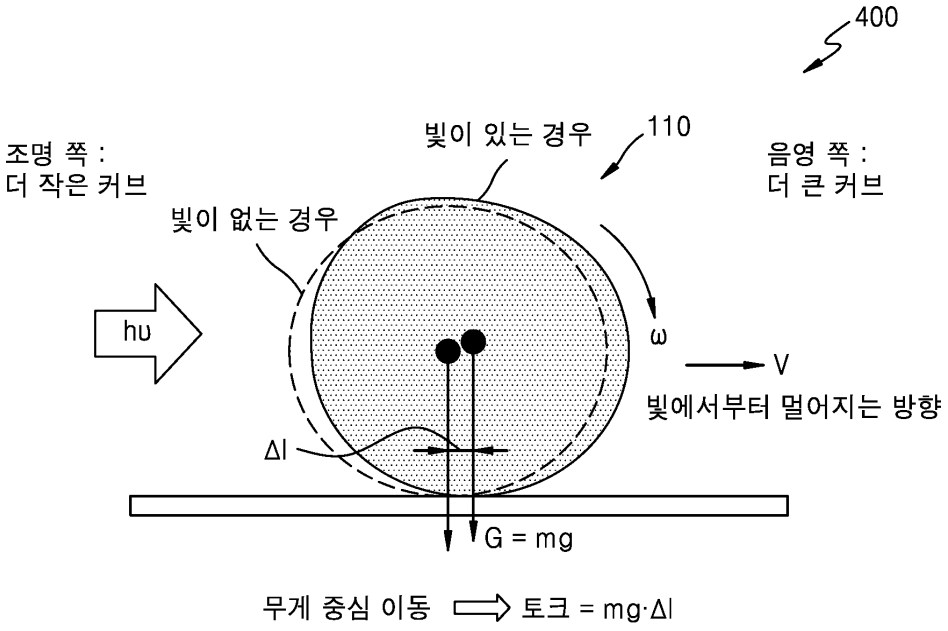
도면3a


300a
110
101
103
105
바깥쪽으로 이동
103
105
107
(a)
(b)

도면3b


300b
110
101
103
105
안쪽으로 이동
103
105
107
(a)
(b)

도면4


400
조명 쪽 :
더 작은 커브
빛이 있는 경우
110
음영 쪽 :
더 큰 커브
빛이 없는 경우
hu
ω
V
빛에서부터 멀어지는 방향
Δl
G = mg
무게 중심 이동
토크 = mg·Δl