(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0151761
(43) 공개일자 2023년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) *C08K 3/22* (2006.01)
C08L 27/16 (2006.01) *H02N 1/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
C08K 3/22 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0051503
(22) 출원일자 2022년04월26일
심사청구일자 2022년04월26일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
안경관
울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)
부, 주이 린
울산광역시 남구 대학로 93(무거동, 울산대학교)
레, 차우 주이
울산광역시 남구 대학로55번길 21, 203호(무거동)
(74) 대리인
김정수

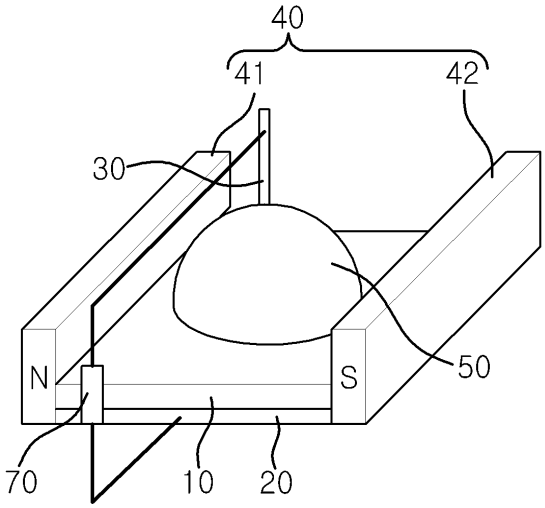
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰 전기 발전기**

(57) 요 약

자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기가 개시된다. 액적 마찰전기 발전기는, 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)로 형성되는 부도체 마찰층, 부도체 마찰층의 하부에 부착되는 하부 전극, 부도체 마찰층의 상부로 미리 설정된 거리를 두고 배치되어 고정되는 상부 전극, 부도체 마찰층의 좌우 측면에, 대향하도록 배치되어 고정되는 한 쌍의 자석 및 부도체 마찰층의 상부 표면에 놓이며, 상부 표면에서 유동하면서, 상부 전극과 접촉하거나 분리되는 액적을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C08L 27/16 (2013.01)
H02N 1/00 (2013.01)
C08K 2003/2275 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711110290
과제번호	2020R1A2B5B03001480
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	유체마찰전기 기반의 고출력 에너지 수확장치 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기에 있어서,

마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)로 형성되는 부도체 마찰층;

상기 부도체 마찰층의 하부에 부착되는 하부 전극;

상기 부도체 마찰층의 상부로 미리 설정된 거리를 두고 배치되어 고정되는 상부 전극;

상기 부도체 마찰층의 좌우 측면에, 대향하도록 배치되어 고정되는 한 쌍의 자석; 및

상기 부도체 마찰층의 상부 표면에 놓이며, 상기 상부 표면에서 유동하면서, 상기 상부 전극과 접촉하거나 분리되는 액적을 포함하는 액적 마찰전기 발전기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 한 쌍의 자석은 상기 부도체 마찰층의 내부에 자기장이 형성되도록 서로 다른 극이 대향하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰전기 발전기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 액적이 상기 부도체 마찰층과 접촉하면, 정전기 유도에 따라 상기 부도체 마찰층 및 상기 하부 전극은 마찰 대전되어, 상기 부도체 마찰층과 상기 하부 전극 사이에 양전위가 발생하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰전기 발전기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 액적이 상기 상부 전극과 접촉하면, 상기 상부 전극과 상기 액적 사이의 마찰전기 효과로 전기적 불평형이 발생하여, 상기 하부 전극의 인력에 의하여 상기 상부 전극으로부터 음전하가 방출되어 전류가 생성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰전기 발전기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 액적이 상기 상부 전극과 접촉한 이후, 상기 상부 전극이 상기 액적의 외부로 이동하면, 전기적 평형을 이루기 위하여 역전류가 생성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰전기 발전기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래의 에너지 하베스팅 기술은 주로 낮은 전력을 요구하는 시스템에 자가 동력(Self-Power)을 부여하는 방식이었다. 또한, 기존 에너지 하베스팅 기술은 전자기식, 압전식, 열전식, 태양열 발전 방식 등이 주로 사용되었다. 그러나, 기존 에너지 하베스팅 기술을 사용한 대부분의 장치들은 부피가 크고 전력밀도가 낮으며, 에너지 수확에 있어 인체의 움직임과 같은 저주파수 대역에서는 효율적인 에너지 하베스팅이 불가능한 상태이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로, 에너지 하베스팅 방법들 중 하나인 마찰전기를 이용한 마찰발전기가 개발되었다. 마찰발전기는 서로 다른 두 물질 간의 마찰 접촉 후, 전기적으로 극성을 가지는 특정한 재료를 사용한 접촉 대전이라는 현상을 통해 에너지를 생산한다.

[0003] 하지만, 지금까지 개발된 마찰발전기는 다른 전기적 특성을 가진 두 고체를 접촉하여 에너지를 생산한다. 두 고체를 서로 접촉시켜 발전하는 마찰발전기는 마찰에 의해 마모가 발생하므로, 작동하는 시간 및 횟수가 많아질수록 수명이 짧아지는 단점이 있다. 또한, 마찰발전기는 두 표면간의 거칠기에 크게 영향을 받으며, 에너지 수확 효율이 낮은 단점이 있다.

[0004] 이러한 고체-고체마찰 발전기의 단점을 해결하기 위하여, 상대운동으로 인한 마찰의 발생이 거의 없는 유체-고체마찰 발전기가 개발되었다. 유체-고체마찰 발전기는 유체와 부도체막 사이에 발생한 마찰전기와 이때, 유체에 대전된 전하를 이동시킴으로써 생성되는 정전기유도 현상으로 전기를 발생시킨다.

[0005] 하지만, 유체-고체마찰 발전기도 실제로 적용하기에는 여전히 출력이 작은 문제가 있으므로, 보다 성능이 향상된 유체-고체마찰 발전기의 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허공보 제10-1958872호(2019.03.11)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)를 액적과의 마찰 대전층으로 사용하고, 영구자석을 이용한 자기장 생성을 통해 로렌츠 힘(Lorentz force)을 가하여 마찰발전을 수행하는 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기가 개시된다.

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 액적 마찰전기 발전기는, 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)로 형성되는 부도체 마찰층, 상기 부도체 마찰층의 하부에 부착되는 하부 전극, 상기 부도체 마찰층의 상부로 미리 설정된 거리를 두고 배치되어 고정되는 상부 전극, 상기 부도체 마찰층의 좌우 측면에, 대향하도록 배치되어 고정되는 한 쌍의 자석 및 상기 부도체 마찰층의 상부 표면에 놓이며, 상기 상부 표면에서 유동하면서, 상기 상부 전극과 접촉하거나 분리되는 액적을 포함한다.

[0010] 상기 한 쌍의 자석은 상기 부도체 마찰층의 내부에 자기장이 형성되도록 서로 다른 극이 대향하도록 배치된다.

[0011] 상기 액적이 상기 부도체 마찰층과 접촉하면, 정전기 유도에 따라 상기 부도체 마찰층 및 상기 하부 전극은 마찰 대전되어, 상기 부도체 마찰층과 상기 하부 전극 사이에 양전위가 발생한다.

[0012] 상기 액적이 상기 상부 전극과 접촉하면, 상기 상부 전극과 상기 액적 사이의 마찰전기 효과로 전기적 불평형이

발생하여, 상기 하부 전극의 인력에 의하여 상기 상부 전극으로부터 음전하가 방출되어 전류가 생성된다.

[0013] 상기 액적이 상기 상부 전극과 접촉한 이후, 상기 상부 전극이 상기 액적의 외부로 이동하면, 전기적 평형을 이루기 위하여 역전류가 생성된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기는, 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)를 액적과의 마찰 대전층으로 사용하고, 영구자석을 이용한 자기장 생성을 통해 로렌츠 힘(Lorentz force)을 가하여 마찰발전을 수행함으로써, 전자기장에 의하여 전기적 불균형을 촉진시켜 마찰발전 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기를 개략적으로 예시하여 나타낸 도면.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기의 동작 원리를 나타낸 도면.

도 3은 자기유체역학 효과에 따른 자기장의 유무에 다른 하전 이온의 움직임을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0017] 이하, 본 발명의 다양한 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상술하겠다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기를 개략적으로 예시하여 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기의 동작 원리를 나타낸 도면이고, 도 3은 자기유체역학 효과에 따른 자기장의 유무에 다른 하전 이온의 움직임을 나타낸 도면이다. 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기에 대하여 설명하기로 한다.

[0019] 우선, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자기장 인가 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체를 기반으로 하는 액적 마찰전기 발전기는, 부도체 마찰층(10), 하부 전극(20), 상부 전극(30), 한 쌍의 자석(40), 액적(50) 및 전력저장모듈(70)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0020] 부도체 마찰층(10)은 마찰전기 재료로서, 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)로 형성된다.

[0021] 예를 들어, 부도체 마찰층(10)은 도 1에 도시된 바와 같이, 판 형상으로 형성될 수 있으며, 마그네타이트/폴리비닐리덴 플루오라이드 나노복합체 (Magnetite/polyvinylidene fluoride nanocomposite)로 형성될 수 있다.

[0022] 하부 전극(20)은 금속과 같은 도체로서, 부도체 마찰층(10)의 하부에 부착된다. 예를 들어, 하부 전극(20)으로서 알루미늄 호일 테이프가 부도체 마찰층(10)의 하부에 부착될 수 있다.

[0023] 상부 전극(30)은 금속과 같은 도체로서, 바늘 형상으로 형성되어 부도체 마찰층(10)의 상부로 미리 설정된 거리를 두고 배치되어 고정된다. 예를 들어, 상부 전극(30)은 구리 와이어로 형성될 수 있다.

[0024] 한 쌍의 자석(40)은 대향하도록 부도체 마찰층(10)의 좌우 측면에 배치되어 고정된다. 이때, 한 쌍의 자석(40)은 부도체 마찰층(10)의 내부에 자기장이 형성되도록 서로 다른 극이 대향하도록 배치될 수 있다.

[0025] 예를 들어, 한 쌍의 자석(40)은 영구자석 또는 전자석이 적용될 수 있다. 그리고, 제1 자석(41) 및 제2 자석

(42)은 도 1에 도시된 바와 같이, 유도되는 자기장의 방향이 좌측에서 우측으로 향하게 하기 위하여, 각각 제1 자석(41)의 N극과 제2 자석(42)의 S극이 서로 마주보도록 부도체 마찰층(10)의 좌우 측면에 배치되어 고정될 수 있다.

[0026] 액적(50)은 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에 놓이는 물방울로서, 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동한다. 그리고, 액적(50)은 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동하면서, 상부 전극(30)과 접촉하거나 분리될 수 있다.

[0027] 예를 들어, 상부 전극(30)이 설치되는 부도체 마찰층(10)으로부터의 높이 및 액적(50)의 크기는, 액적(50)이 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동하면서 상부 전극(30)과 접촉하거나 분리될 수 있도록 설정될 수 있다.

[0028] 액적(50)이 부도체 마찰층(10)과 접촉하면, 정전기 유도에 따라 부도체 마찰층(10) 및 하부 전극(20)은 마찰 대전되어, 부도체 마찰층(10)과 하부 전극(20) 사이에 양전위가 발생한다. 그리고, 액적(50)이 상부 전극(30)과 접촉하면, 상부 전극(30)과 액적(50) 사이의 마찰전기 효과로 전기적 불평형이 발생하고, 이에 따라 하부 전극(20)의 인력에 의하여 상부 전극(30)으로부터 음전하가 방출되어 전류가 생성될 수 있다. 이후, 상부 전극(30)이 액적(50)의 외부로 이동하면, 전기적 평형을 이루기 위하여 역전류가 생성될 수 있다.

[0029] 전력저장모듈(70)은 하부 전극(20)과 상부 전극(30) 사이에 연결되며, 하부 전극(20) 및 상부 전극(30)을 통해 공급되는 전력을 저장한다.

[0030] 이하, 도 2를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 액적 마찰전기 발전기가 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동하는 액적(50)의 이동에 따라 상부 전극(30)과 액적(50)의 마찰전기 효과로 전력을 생성하는 과정을 설명하기로 한다.

[0031] 도 2를 참조하면, 도 2의 (ⅰ) 단계는, 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동하는 액적(50)이 상부 전극(30)과 비접촉된 상태에서, 액적(50)과 부도체 마찰층(10)이 접촉하여 마찰 대전이 이루어진 것을 나타낸다.

[0032] 즉, (ⅰ) 단계에서, 부도체 마찰층(10)과 액적(50)의 접촉에 따라 마찰 대전이 이루어져 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에 정전기 발생하여 부도체 마찰층(10)은 음전하로 대전되고, 전기적 평형을 이루기 위하여 액적(50)에서 부도체 마찰층(10)과 접촉하는 부분은 양전하로 대전될 수 있다.

[0033] 다음으로, (ⅱ) 단계는, 부도체 마찰층(10)의 상부 표면에서 유동하는 액적(50)이 상부 전극(30)과 접촉함에 따라 전기적 불형형이 발생하여, 상부 전극(30)과 접촉된 액적(50)의 상부 및 상부 전극(30)이 각각 음전하 및 양전하로 대전된 것을 나타낸다.

[0034] 즉, 액적(50)이 상부 전극(30)과 접촉하여 전기적 불평형이 발생하면, 상부 전극(30)으로부터 음전하가 방출되어 하부 전극(20)으로 이동함으로써, 제1 전류가 생성될 수 있다.

[0035] 이후, 액적(50)의 유동에 따라 액적(50)에 접촉되어 있던 상부 전극(30)이 액적(50)으로부터 점차 빠져나가 외부로 이동하면, 전기적 평형을 유지하기 위하여 상부 전극(30)으로부터 양전하가 방출되어 하부 전극(20)으로 이동함으로써, 제1 전류의 반대 방향의 제2 전류가 생성될 수 있다.

[0036] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 액적 마찰전기 발전기의 자기장 강화에 따른 성능 메커니즘을 나타낸다. 도 3을 참조하면, 마그네타이트 고분자 복합체(MPC: Magnetite polymeric composite)로 형성된 부도체 마찰층(10)에 자기장을 인가하면, 마찰대전 효과가 향상됨을 알 수 있다.

[0037] 마찰 전하의 생성은 액체와 고체 사이의 계면에 형성되는 전기 이중층(EDL: Electrical Double Layer)을 기반으로 설명될 수 있다.

[0038] 자기장이 없는 상태에서 이온은 무작위로 움직인다. 여기서, 전기장과 평행하게 이동하는 이온은 정전기력에 의하여 가속되고 부도체 마찰층(10)의 표면으로 더 빠르게 확산되어 마찰전기 효과에 참여한다. 그리고, 전기장에 수직으로 이동하는 이온은 다른 이온과의 충돌을 통해 이동 방향이 변경되는데 오랜 시간이 소요되거나 부도체 마찰층(10)의 표면에 도달하지 못할 수도 있다.

[0039] 반면에, 자기장을 가하면, 전자의 움직임은 영향을 받지 않으나, 전기장에 수직으로 이동하는 이온은 자기장의 로렌츠 힘(Lorentz force)에 의하여 변경될 수 있고, 정전기력과 로렌츠 힘이 결합된 효과(자기유체역학 효과, MHD)에 의하여 가속될 수 있다. 가속되어 더 빠르게 움직이는 이온은 부도체 마찰층(10)의 표면에 훨씬 더 효과적으로 접근하여 전기 이중층을 증가시킬 수 있다. 이는, 하부 전극(20)에 이온이 대전되는 것을 향상시키고, 궁극적으로 본 발명의 실시예에 따른 액적 마찰전기 발전기의 출력 성능을 더 크게 할 수 있다.

[0040] 따라서, 정전기력과 로렌츠 힘의 조합은 전류 밀도가 증가함에 따라 증가하므로, 자기장은 에너지 하베스팅 기반의 마찰전기 발전기의 성능을 향상시키는데, 매우 효과적이라고 할 수 있다.

[0041] 상기한 본 발명의 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대한 통상의 지식을 가지는 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

[0042] 10: 부도체 마찰층

20: 하부 전극

30: 상부 전극

40: 한 쌍의 자석

41: 제1 자석

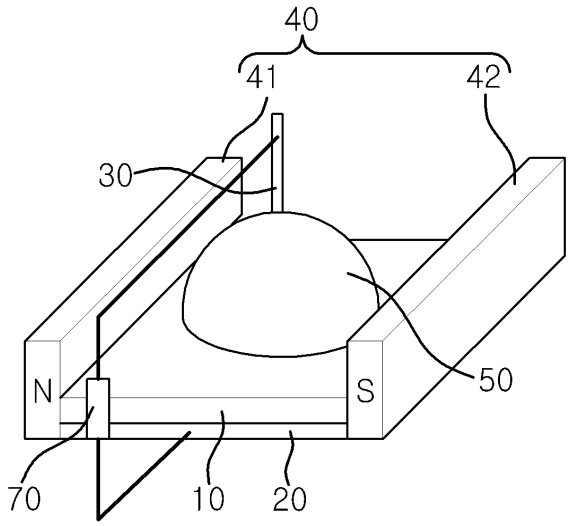
42: 제2 자석

50: 액적

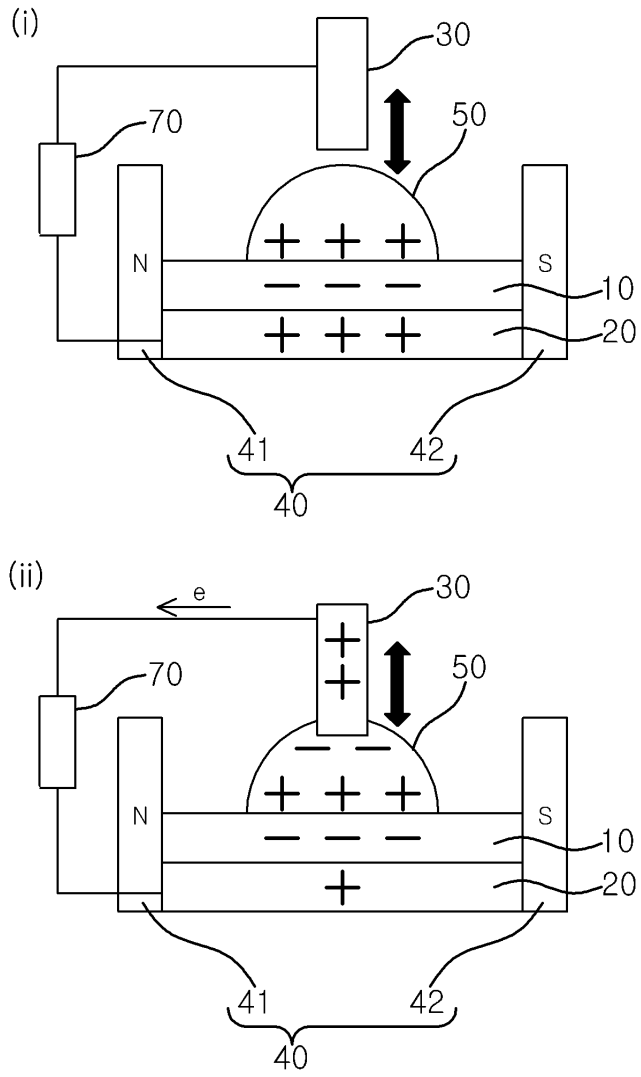
70: 전력저장모듈

도면

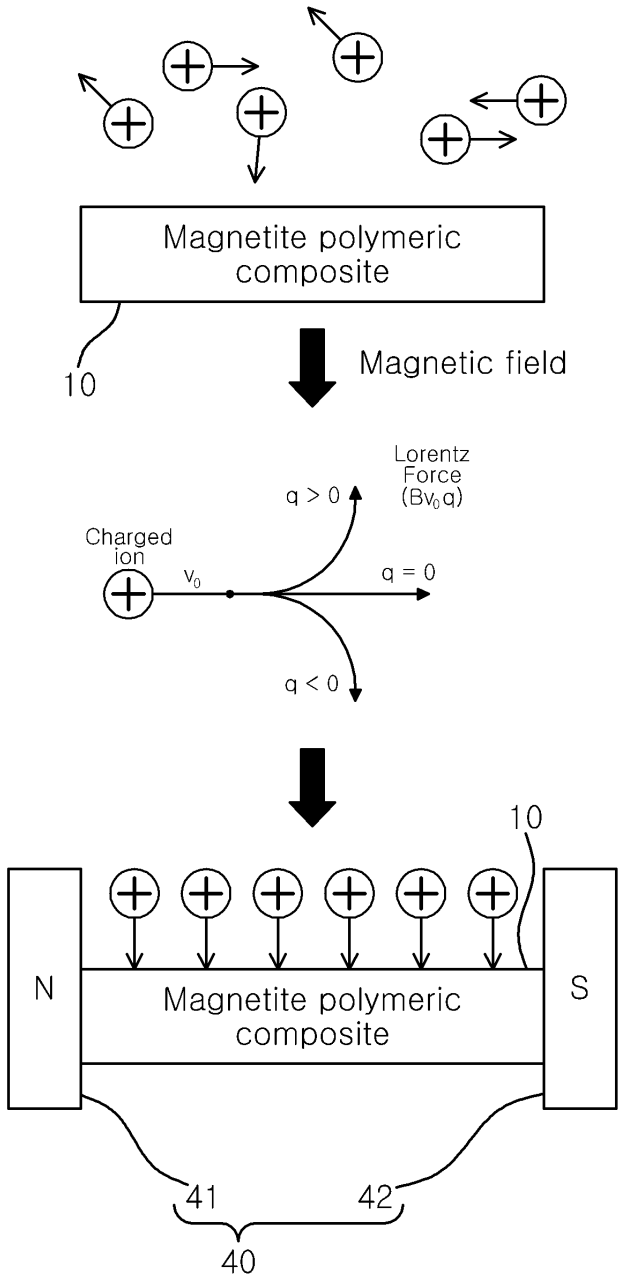
도면1



도면2



도면3


Magnetite polymeric composite
10
Magnetic field
Lorentz Force (Bv_0q)
q > 0
Charged ion
v_0
q = 0
q < 0
10
N
S
Magnetite polymeric composite
41
42
40