



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0136384
(43) 공개일자 2017년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01) C08J 9/00 (2006.01)

C08K 3/08 (2006.01) C08K 3/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

C08J 9/0066 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0068403

(22) 출원일자 2016년06월01일

심사청구일자 2016년06월01일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

최덕현

경기도 수원시 팔달구 화양로67번길 10, 102동 404호 (화서동, 수원화서역 동문굿모닝힐아파트)

황희재

울산시 동구 방어동 방어진 순환도로 471, 1303호 (정림 프라임아파트)

이영훈

울산광역시 중구 서원길 27, 301호 (복산동, DK빌)

(74) 대리인

유미특허법인

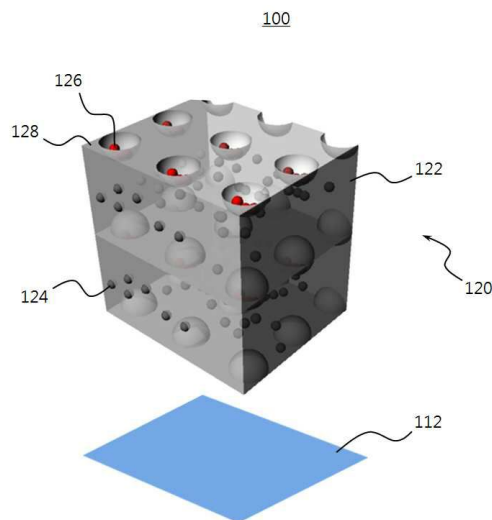
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법

(57) 요약

외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에서, 폴리머, 그리고 금속 입자를 포함하며, 내부에 다수의 기공을 포함하는 금속-폴리머 본체, 그리고 상기 금속-폴리머 본체의 일면에 위치하는 적어도 하나 이상의 전극을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 3/08 (2013.01)

C08K 3/22 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에서,
폴리머, 그리고 금속 입자를 포함하며, 내부에 다수의 기공을 포함하는 금속-폴리머 본체, 그리고
상기 금속-폴리머 본체의 일면에 위치하는 적어도 하나 이상의 전극을 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 2

제1항에서,
상기 적어도 하나 이상의 기공 내부에 위치하는 산화 금속 입자를 더 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 3

제1항에서,
상기 폴리머는
폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌 (polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 4

제1항에서,
상기 금속 입자는
수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 5

제2항에서,
상기 산화 금속 입자는
수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종과 산소를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 6

제1항에서,
상기 전극은
알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐수식산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 7

외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법

에 있어서,

액체상의 폴리머와 물을 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계,

상기 혼합물에 금속 입자를 첨가하는 단계, 그리고

상기 혼합물을 건조하여 금속-폴리머 본체를 제조하는 단계를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 혼합물을 건조하는 단계는

구조물의 내부에 적어도 한 층 이상의 전극층이 위치하고,

상기 전극층의 위에 혼합물을 넣고 건조하는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 9

제7항에서,

상기 혼합물을 건조하는 단계는

60 내지 250℃의 온도에서 1시간 이상 건조 시키는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 10

제7항에서,

상기 혼합물을 건조하는 단계는

상기 금속 입자와 상기 물이 반응하여 수소 기체를 발생 시켜 상기 혼합물 내부에 다수의 기공을 형성하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 11

제7항에서,

상기 폴리머는

폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌 (polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 12

제7항에서,

상기 금속 입자는

수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 13

제9항에서,

상기 전극층은

알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐수산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법.

청구항 14

외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에서,
전극, 그리고

상기 전극 위에 형성된 다수의 기공을 포함하는 금속-폴리머 본체를포함하되,

상기 금속-폴리머 본체는 내부에 금속 입자를 포함하는 폴리머로 이루어지고, 상기 적어도 하나 이상의 기공 내부에 위치하는 산화 금속 입자를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 15

제14항에서,

상기 폴리머는

폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌 (polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 16

제14항에서,

상기 금속 입자는

수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 17

제14항에서,

상기 산화 금속 입자는

수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종과 산소를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

청구항 18

제14항에서,

상기 전극은

알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐수석산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 에너지 하베스팅 기술은 크게 태양광, 온도 변화 등을 에너지원으로 이용해서 전기를 생산하는 기술이다. 이들 기술은 공통적으로 에너지원이 불규칙하며 주변 환경에 의해 에너지 효율이 크게 달라진다는 문제점이 있다.

[0003] 예를 들어, 빛을 이용하여 에너지를 하베스팅 하는 경우 에너지 하베스팅 장치가 반드시 빛에 노출되어야 하기 때문에 에너지 하베스팅 장치가 건물 내부에 있을 경우에는 효율이 낮아지는 문제점을 가지고 있다. 열전

(Thermoelectric) 재료를 이용해 에너지를 하베스팅 하는 경우 에너지 하베스팅 장치의 안과 밖의 온도 차이가 커야만 효과를 볼 수 있기 때문에 실제로 그 온도차가 크지 않은 경우에는 효율적으로 활용되기 어렵다.

[0004] 이에 반해 정전기는 압전과 같이 인간의 움직임, 자동차의 엔진 등 주변의 모든 기계적인 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

[0005] 특히, 최근 연구 결과에 의하면 압전과 더불어 두 물질의 접촉에 의해 발생하는 마찰 전기를 이용하는 정전기 발전 소자는 고효율의 출력을 가지며 외부 환경에 의한 영향이 적어 다양한 연구가 지속되고 있다.

[0006] 일반적으로 정전기는 두 개의 서로 다른 물체가 접촉하였을 때 각각의 물질에서 전하들이 편극 되어 전하가 상대를 향하여 병행하는 전기 이중층을 형성하게 된다. 그 후 물체가 분리하게 되면 전기 이중 층의 전하 분리가 일어나 두 개의 물체에는 각각 극성이 다른 전하가 발생하며, 대부분의 물질에서 전기의 효과를 볼 수 있기 때문에 정전기를 이용한 에너지 하베스팅은 물질적인 제한과 기존의 압전 소자에서의 출력보다 더 높은 출력을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 에너지 효율을 최대화 하고, 제조 시간과 제조 비용을 단축할 수 있는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법을 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 한 실시예에 따른 외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기는 폴리머, 그리고 금속 입자를 포함하며, 내부에 다수의 기공을 포함하는 금속-폴리머 본체, 그리고 상기 금속-폴리머 본체의 일면에 위치하는 적어도 하나 이상의 전극을 포함한다.

[0009] 상기 마찰 발전기는 적어도 하나 이상의 기공 내부에 위치하는 산화 금속 입자를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 폴리머는 폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 금속 입자는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 산화 금속 입자는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종과 산소를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 전극은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au), 그리고 인듐수산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 한 실시예에 따른 외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법은 액체상의 폴리머와 물을 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계, 상기 혼합물에 금속 입자를 첨가하는 단계, 그리고 상기 혼합물을 건조하여 금속-폴리머 본체를 제조하는 단계를 포함한다.

[0015] 상기 혼합물을 건조하는 단계는 구조틀의 내부에 적어도 한 층 이상의 전극층이 위치하고, 상기 전극층의 위에 혼합물을 넣고 건조할 수 있다.

[0016] 상기 혼합물을 건조하는 단계는 60 내지 250℃의 온도에서 1시간 이상 건조시킬 수 있다.

[0017] 상기 혼합물을 건조하는 단계는 상기 금속 입자와 상기 물이 반응하여 수소 기체를 발생 시켜 상기 혼합물 내부에 다수의 기공을 형성할 수 있다.

[0018] 상기 폴리머는 폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

- [0019] 상기 금속 입자는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 전극층은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐수석산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 한 실시예에 따른 외부에서 작용하는 하중에 의해 전류 또는 전압의 차이가 발생하는 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기는 제1 전극, 그리고
- [0022] 전극 위에 형성된 다수의 기공을 포함하는 금속-폴리머 본체를상기 금속-폴리머 본체 위에 형성된 제2 전극을 포함하되, 상기 금속-폴리머 본체는 내부에 금속 입자를 포함하는 폴리머로 이루어지고, 상기 적어도 하나 이상의 기공 내부에 위치하는 산화 금속 입자를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 폴리머는 폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 금속 입자는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 산화 금속 입자는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종과 산소를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 전극은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐수석산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법으로 공정 시간 및 공정 비용을 단축하여 생산성을 향상할 수 있다.
- [0028] 본 발명에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법으로 원하는 형태의 마찰 발전기를 제조하여 활용 범위를 넓힐 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 마찰 발전기의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기가 전기 에너지를 획득하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법을 설명하기 위한 공정도이다.
- 도 5와 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법 중 "건조 단계"에서 기공이 형성되는 원리를 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 예시이다.
- 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 주사 전지 현미경으로 촬영한 사진이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에서 제조한 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에서 생성되는 전압과 전류 스펙트럼을 측정한 결과이다.
- 도 10은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기가 활용되는 적용 분야의 예시이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현

될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체에서 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호가 사용되었다. 또한, 널리 알려져 있는 공지기술의 경우 그 구체적인 설명은 생략한다.

- [0031] 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 한 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0032] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 하나의 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에 대해 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 사시도이다.
- [0034] 도 1을 참고하면 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기(100)는 전극(112), 그리고 전극(112) 위에 위치하고, 다공성 구조를 갖는 금속-폴리머 본체(120)를 포함한다.
- [0035] 본 실시예에서는 금속-폴리머 본체(120)의 일면과 접하는 제1 전극만을 예로 들었으나, 본 발명에 따른 다른 실시예에서는 금속-폴리머(120)의 본체의 상면과 하면과 접하는 한쌍의 전극층을 포함할 수도 있다.
- [0036] 금속-폴리머 본체(120)는 내부에 금속 입자(124)를 포함하는 폴리머(122)로 구성되고, 내부에 다수의 기공(128)을 포함하는 스펀지형 구조를 갖는다. 이에 따라 본 실시예에 따른 마찰 발전기(100)는 기존의 마찰 전기에 활용되는 소자보다 습도에 대한 영향이 적어 다양한 공간에서 활용할 수 있다.
- [0037] 본 실시예에서 폴리머(122)는 유기 폴리머(organic polymer) 또는 무기 폴리머(inorganic polymer) 물질 일 수 있다. 폴리머는 폴리메타크릴산메틸(poly(methylmethacrylate), PMMA), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에테르에테르케톤 (polyether ether ketone, PEEK), 폴리스타이렌(polystyrene, PS), 폴리에틸렌 (polyethylene, PE), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 오르모서(Organically Modified Ceramics, ORMOCER) 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다.
- [0038] 금속 입자(124)는 가격이 저렴한 알루미늄 파우더로 구성될 수 있으나, 반드시 이에 한하는 것은 아니며 물(H₂O)과 반응하여 수소 기체를 발생시킬 수 있는 수소(H)보다 반응성이 큰 금속 입자인 칼륨(K), 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 아연(Zn), 철(Fe), 니켈(Ni), 주석(Sn), 그리고 납(Pb)을 포함하는 군에서 선택된 어느 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0039] 금속-폴리머 본체(120)의 내부에는 다수의 기공(128)을 포함하고, 적어도 하나 이상의 기공(128) 내부에는 기공(128)의 크기보다 작은 산화 금속 입자(126) 또는 금속 입자(124)가 위치할 수 있다. 이때 산화 금속 입자(126)와 금속 입자(124)의 비중으로 인하여 기공(128)의 하부에 가라앉은 형태로 위치할 수 있다.
- [0040] 본 실시예에서 산화 금속 입자(126)는 알루미늄 파우더가 물과 반응하여 발생된 산화 알루미늄(Al₂O₃)입자일 수 있으나, 반드시 이에 한하는 것은 아니며 다양한 종류의 금속이 물과 반응하여 발생된 산화 금속물일 수 있다.
- [0041] 전극(112) 은 금속-폴리머 본체(120)의 에 위치한다. 전극(112) 은 금속-폴리머 본체(120)의 주요 재료인 폴리머(122)와는 반대의 마찰 전기 극성을 갖는 마찰 전기 재료로 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐주석산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극(그래핀, 탄소 나노 튜브, 저온처리, 무정형 및 흑연 재료) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 단층 또는 다층으로 이루어질 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기가 전기 에너지를 획득하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0044] 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기(100)는 다수의 기공(128) 내부에 산화 금속 입자(126)를 포함한다. 산화 금속 입자(126)는 하중에 의하여 기공(128)의 하부에 밀집하여 위치한다.
- [0045] 산화 금속 입자(126)는 전기적으로 양전하의 양이 우세하여 양전하 대전체의 역할을 하고, 상대적으로 금속-폴리머 본체(120)는 음전하의 양이 우세하여 음전하 대전체의 역할을 하게 된다.
- [0046] 이때 외부의 압력에 의해 마찰 발전기(100)가 하중을 받으면 양전하 대전체인 산화 금속 입자(126)와 음전하 대전체인 금속-폴리머 본체(120)가 부딪혔다 떨어지게 되면서 산화 금속 입자(126)에 있는 전자가 금속-폴리머 본체(120)로 이동하게 된다. 또한 다시 부딪히게 되면 전자는 금속-폴리머 본체(120)에서 산화 금속 입자(126)로 이동하게 된다.

- [0047] 이러한 전자의 흐름이 전류가 되고 이러한 마찰 전기 현상을 이용하여 전기적 에너지를 생산할 수 있다.
- [0048] 본 발명에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기는 외부의 압력에 따라 마찰 발전기의 내부에 위치하는 산화 금속 입자와 폴리머 본체의 마찰에 의해 발생하는 마찰 전기를 이용하기 때문에 외부 환경의 영향에 구애 받지 않고 고효율의 전기적 에너지를 생산할 수 있다. 나아가 마찰 발전기(100)는 금속-폴리머 본체(120)는 폴리머 내부에 금속 입자들이 갇힌 형태로 구성되어 습도나 분진 등의 주변 환경에도 매우 높고 안정된 출력 성능을 발휘할 수 있다.
- [0050] 이하, 본 발명에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조 방법을 도 3과 도 4를 참고하여 하기의 실시예에서 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이고, 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법을 설명하기 위한 공정도이다.
- [0052] <실시예: 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 제조>
- [0053] 도 3과 도 4를 참고하면, 제조하고자 하는 형상의 구조물에 액상 폴리머와 증류수를 일정 비율로 혼합한다(S100). 본 실시예에서는 마찰 전기를 이용하여 전기 에너지를 생산하기 위하여 무기 폴리머 중에서 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)을 이용하여 폴리디메틸실록산과 증류수(H₂O)를 2:1 중량비로 혼합하여 폴리디메틸실록산 혼합물을 형성한다.
- [0054] 폴리디메틸실록산은 소수성이고, 증류수는 친수성이기 때문에 화학적으로 상호간 반응을 하지는 않는다. 그러나 폴리디메틸실록산의 밀도는 965 kg/m³이고 증류수의 밀도는 1000kg/m³으로, 양자간의 밀도 차이가 작기 때문에 균일하게 혼합될 수 있다. 이때, 혼합물은 액상 폴리머(122)인 폴리디메틸실록산 내부에 물분자가 갇힌 형태를 갖는다.
- [0055] 다음, 금속 입자를 폴리디메틸실록산 혼합물에 적당량 첨가하여 섞는다(S120). 본 실시예에서는 금속 입자는 시중에서 쉽게 구할 수 있고, 가격이 저렴한 알루미늄 파우더를 이용하여 전체 혼합물의 15wt% 중량을 갖도록 혼합하였다. 알루미늄의 밀도는 2700kg/m³로, 폴리디메틸실록산 혼합물의 밀도에 비해 크기 때문에 알루미늄 파우더가 폴리디메틸실록산 혼합물에 균일하게 섞일 수 있도록 10 ~ 20분간 실온에서 혼합한다.
- [0056] 다음 알루미늄 파우더가 혼합된 폴리디메틸실록산 혼합물을 고온에서 일정 시간 동안 건조한다(S130).
- [0057] 액상의 폴리디메틸실록산 혼합물 내부의 물이 충분히 증발하여 본체부를 형성할 수 있도록 60 내지 250℃의 온도에서 1시간 이상 건조할 수 있다. 본 실시예에서는 80℃의 온도에서 약 1시간 동안 건조하였다.
- [0058] 혼합물은 제조하고자 하는 형상을 갖는 구조물 내에서 건조될 수 있는데, 이때 구조물의 일면에 적어도 한층으로 이루어지는 금속층이 위치할 수 있다. 금속층은 본체의 주요 재료인 폴리머와는 반대의 마찰 전기 극성을 갖는 마찰 전기 재료로 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au) 그리고 인듐산화물(Indium Tin Oxide, ITO) 또는 탄소 계열 전극(그래핀, 탄소 나노 튜브, 저온처리, 무정형 및 흑연 재료) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 단층 또는 다층으로 이루어질 수 있다.
- [0059] 혼합물이 건조됨에 따라 금속-폴리머 본체(120)가 형성되고, 건조되면서 구조물 내에 위치하는 전극(112)과 금속-폴리머 본체 (120)가 접합하여 마찰 발전기(100)를 제조할 수 있다.
- [0061] 도 5와 도 6은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 제조 방법 중 "건조 단계"에서 기공이 형성되는 원리를 설명하기 위한 모식도이다.
- [0062] 도 5를 참고하면, 혼합 단계를 마친 초기 혼합물은 액상 폴리머(122)인 폴리디메틸실록 내부에 물이 갇힌 기본 구조에서 금속 입자(124)인 알루미늄 파우더가 산재되는 형태를 갖는다. 이러한 액상 금속-폴리머 혼합물을 고온으로 건조하게 되면 액상 폴리머 내부에 갇혀 있던 물이 서서히 증발하기 시작한다. 물이 증발하면서 액상 폴리머 내부에 물이 있던 자리는 기공이 되고, 액상의 폴리머는 고형으로 건조된다. 또한 물과 함께 섞여 있던 금속 입자(124)는 비중으로 인하여 기공의 내부에 가라앉는다. 이때, 금속 입자(124) 중 일부는 물과 반응하여 산

화하여 산화 금속 입자(126)의 형태로 기공의 내부에 가라 앉을 수 있다.

- [0063] 또한, 도 6을 참고하면, 혼합 단계를 마친 초기 액상 금속-폴리머 혼합물은 고온에서 건조되면서 내부에 산재된 금속 입자가 물과 반응하여 산화 반응이 진행된다. 이러한 산화 반응에 의하여 금속-폴리머 혼합물 내부에 수소 가스가 발생하게 되고, 수소 가스는 폴리머 내부에 다수의 기공(pore)이 형성할 수 있다. 화학식 1은 이러한 산화 반응을 도식한 것이다.
- [0064] [화학식 1]
- [0065] $2\text{Al(s)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$
- [0066] 즉, 알루미늄 파우더와 물이 고온에서 반응을 하여 수소 가스가 발생하고, 수소 가스는 PDMS 내부에서 기공을 형성 및 팽창시킨다. 또한 액상 폴리머는 고온에서 건조되고, 이에 따라 내부에 금속 입자가 갇힌 형태의 금속-폴리머 본체를 형성할 수 있다.
- [0067] 금속의 산화 반응이 진행되고 난 뒤, 기공 내부에는 산화 반응의 반응물인 산화 알루미늄(Al_2O_3)이 남을 수 있다.
- [0068] 상기 설명한 바와 같이 건조 단계에서 물의 증발 또는 수소 기체의 발생으로 인하여 폴리머 내부에 다수의 기공이 형성되면서 혼합물의 전체 부피가 팽창하게 된다.
- [0069] 이때, 혼합물을 건조시키는 구조 틀의 부피를 제어하여 다수의 기공이 팽창되는 정도를 통제할 수 있다. 이에 따라 출력 전압과 전류에 영향을 주는 기공의 크기를 조절함으로써, 마찰 발전기의 전기적 특성을 제어할 수 있다.
- [0070] 일반적으로 스펀지 구조를 갖는 폴리머를 이용하여 발전기를 제조하는 경우 액상 폴리머와 폴리스티렌 등의 고체상의 구형 입자들을 혼합한 뒤, 화학적 방법으로 고체상의 구형 입자를 제거함으로써 스펀지 구조를 갖는 폴리머를 형성한다.
- [0071] 다만, 이러한 제조 방법의 경우 화학적 방법으로 입자를 제거하는 시간이 약 5시간 이상이 소요되며, 구형 입자를 제거한 이후 폴리머를 건조하는 공정 또한 24시간 이상이 소요되어 공정 시간이 오래 걸릴 수 있다.
- [0072] 또한, 통상적으로 스펀지 구조의 형태를 제조하기 위하여 구형 입자 및 이를 제거하기 위한 아세톤(Acetone), 톨루엔(toluene)용액이 필요하기 때문에 공정 비용이 높을 수 있다.
- [0073] 그러나, 본 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기 및 이의 제조 방법은 복잡한 공정 과정을 거치지 않고 알맞은 비율에 따라 폴리머와 물, 그리고 금속 입자를 혼합하고, 고온에서 단시간 건조함으로써 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기를 제조할 수 있으므로 공정 시간을 크게 단축할 수 있다.
- [0074] 또한, 저렴한 금속 입자를 혼합하고 이로부터 발생하는 수소 기체를 이용하여 폴리머 내부에서 기공을 형성하므로, 스펀지 구조를 형성하기 위한 부재료가 불필요하므로, 공정 비용을 크게 절감할 수 있다.
- [0076] 도 7은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 예시이다.
- [0077] 도 7을 참고하면, 본 발명의 한 실시예에 따른 마찰 발전기(100)는 금속-폴리머 본체(120)는 폴리머 내부에 금속 입자들이 갇힌 형태로 구성되어 습도나 분진 등의 주변 환경에도 매우 높고 안정된 출력 성능을 발휘할 수 있다. 또한, 원하는 형태에 따라 구조틀을 제작하여 제작자가 의도하는 다양한 모양으로 형성할 수 있다.
- [0079] 도 8은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기의 주사 전지 현미경으로 촬영한 사진이고, 도 9는 본 발명의 실시예에서 제조한 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기에서 생성되는 전압과 전류 스펙트럼을 측정한 결과이다.
- [0080] 도 8은 왼쪽 위 사진부터 시계방향으로 10,000배, 2,000배, 50,000배, 그리고 10,000배의 배율로 마찰 발전기의 내부를 촬영한 사진이다. 도 8을 참고하면, 금속-폴리머 본체(120)는 내부에 나노 크기를 갖는 기공(128)이 다수 형성됨을 확인할 수 있다. 다수의 기공(128) 내부에는 산화 금속 입자(126) 및 금속 입자(124)가 위치한다.
- [0081] 다수의 기공(128) 내부에 위치하는 산화 금속 입자(126) 및 금속 입자(124)는 전기적으로 양전하의 양이 우세하

여 양전하 대전체의 역할을 하고, 상대적으로 금속-폴리머 본체(120)는 음전하의 양이 우세하여 음전하 대전체의 역할을 하게 된다. 그리고 외부의 압력에 의해 하중을 받으면, 기공 내부에서 산화 금속 입자(124)와 폴리머(122)가 접촉하여 각각의 물질에서 전하들이 편극되어 전기 이중층을 형성하고, 물체가 분리되어 전하 분리가 일어나면서 전기 에너지를 생산할 수 있다.

[0082] 도 9를 참고하면, 본 실시예에 따라 제조한 마찰 발전기가 우수한 효율의 전기 에너지를 생성하는 결과를 확인할 수 있다.

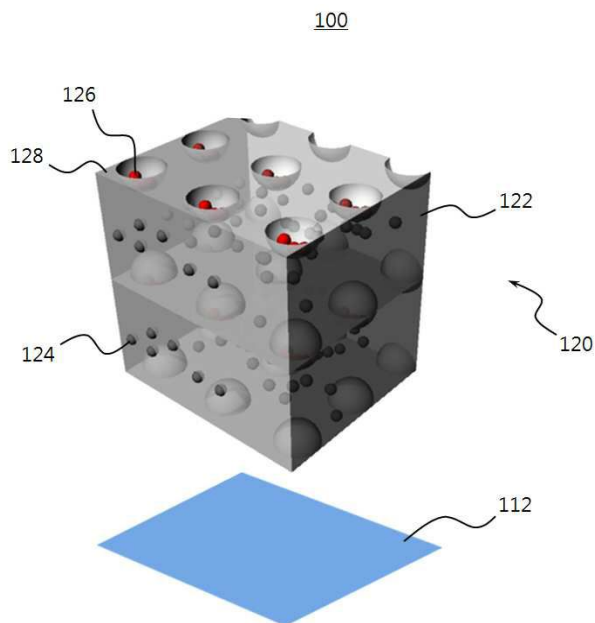
[0084] 도 10은 본 발명의 한 실시예에 따른 다공성 구조를 갖는 마찰 발전기가 활용되는 적용 분야의 예시이다.

[0085] 도 10을 참고하면 본 실시예에 따른 마찰 발전기(100)는 스펀지 구조를 가져 외부로부터의 충격을 흡수하기에 용이하기 때문에 신발 밑창에 적용될 수 있다. 또한 전기 에너지를 보다 효율적으로 생성하기 위하여 탄성 소재와 결합하여 스프링에 적용될 수도 있다.

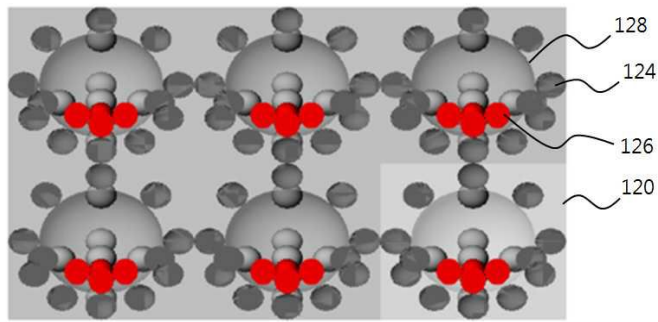
[0087] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

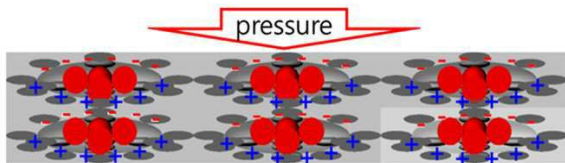
도면1



도면2

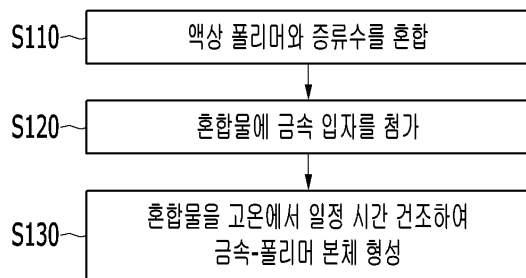


(a) 외부의 자극을 받기 전 상태

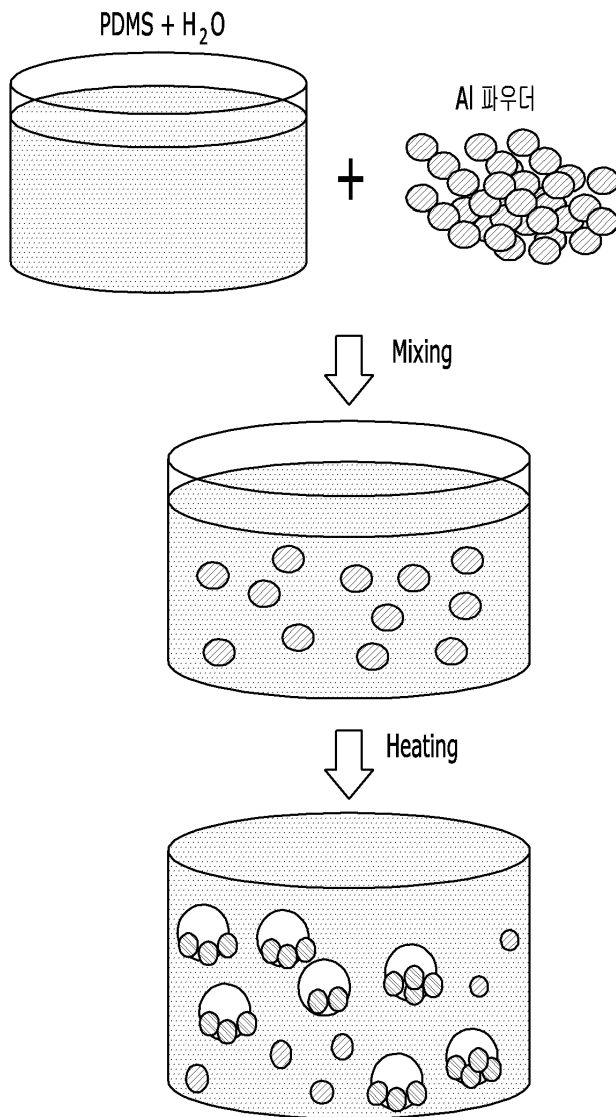


(b) 외부의 하중에 따라 마찰발생으로
인해 전하가 대전된 상태

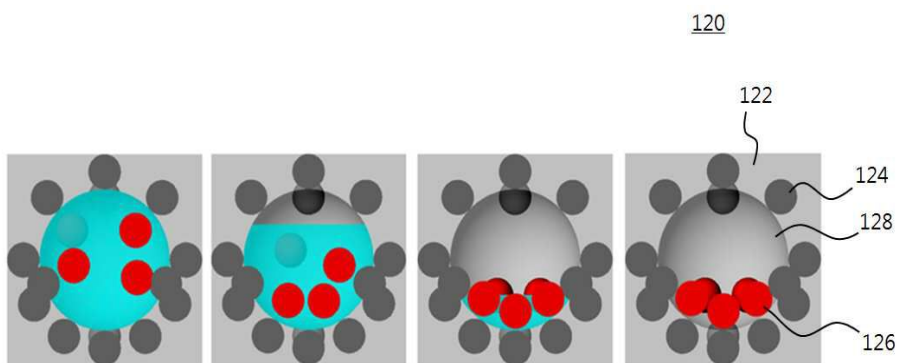
도면3



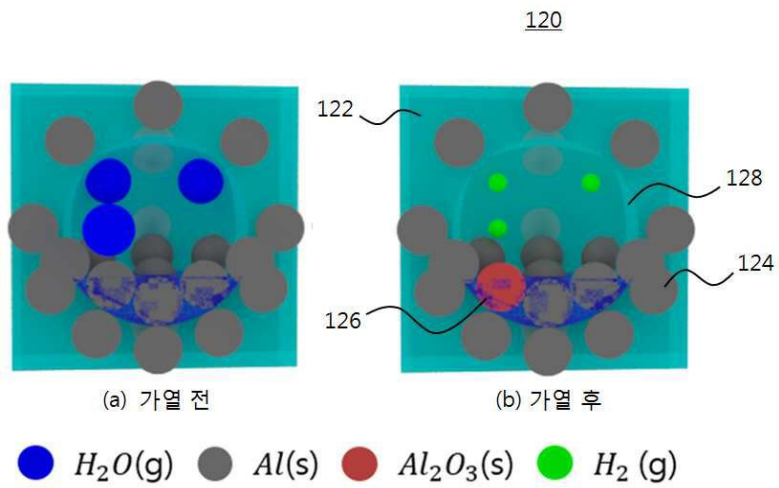
도면4



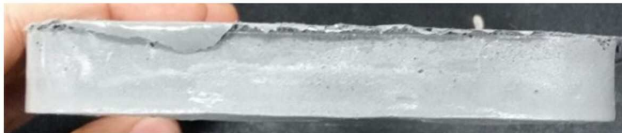
도면5



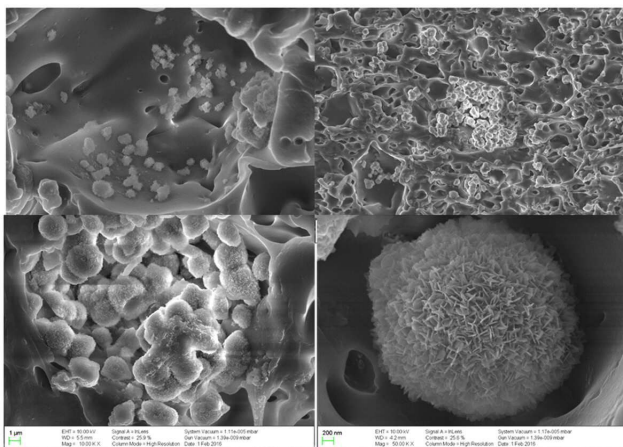
도면6



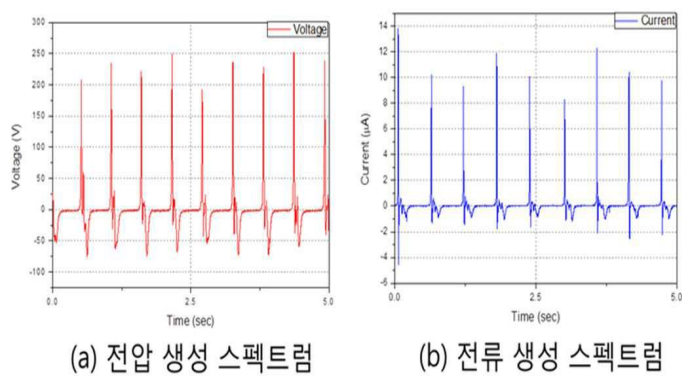
도면7



도면8



도면9



도면10

