



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0148603
(43) 공개일자 2024년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10N 30/06 (2023.01) H01B 1/12 (2006.01)
H02N 1/04 (2006.01) H02N 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H10N 30/06 (2023.02)
H01B 1/124 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0044209
(22) 출원일자 2023년04월04일
심사청구일자 2023년04월04일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
나정효
대전광역시 유성구 대덕대로541번길 99 (가정동,
도룡포레미소지움 아파트)
김민제
대전광역시 유성구 노은서로80번길 26, 402호 (노
은동)
(74) 대리인
한상수

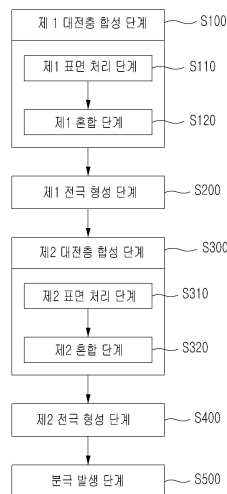
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 마찰발전소자 및 그 제작방법

(57) 요약

본 발명은 맥신(MXene)에 양의 극성을 가지는 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료와, 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제1고분자가 합성되어 형성된 제1대전층이 제1기관 상에 구비되는 제1전극; 및 맥신(MXene)에 음의 극성을 가지는 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료와, 음의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제2고분자가 합성되어 형성된 제2대전층이 제2기관 상에 구비되는 제2전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자 및 그 제작방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

H02N 1/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711167159
과제번호	2019R1A2C1010384
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	마찰표면 대전도 및 유전체 분극 조절기술에 의한 에너지 수확 소자 성능 향상 및
응용 센서 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

맥신(MXene)에 양의 극성을 가지는 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료와, 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제1고분자가 합성되어 형성된 제1대전층이 제1기판 상에 구비되는 제1전극; 및

맥신(MXene)에 음의 극성을 가지는 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료와, 음의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제2고분자가 합성되어 형성된 제2대전층이 제2기판 상에 구비되는 제2전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전기장이 인가되어 분극 효과가 발생하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1작용기는 $-NH_2$ 작용기인 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2작용기는 $-N$ 작용기인 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1고분자는 Nylon 11인 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2고분자는 PVDF-TrFE인 것을 특징으로 하는 마찰발전소자.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 마찰발전소자를 제작하는 방법에 있어서,

상기 제1나노재료와 상기 제1고분자를 합성하는 제1대전층 합성단계;

상기 제1대전층을 상기 제1기판 위에 코팅하여 상기 제1전극을 형성하는 제1전극 형성단계;

상기 제2나노재료와 상기 제2고분자를 합성하는 제2대전층 합성단계; 및

상기 제2대전층을 상기 제2기판 위에 코팅하여 상기 제2전극을 형성하는 제2전극 형성단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1전극 및 상기 제2전극에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 분극 발생단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제1대전층 합성단계는,

맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 상기 제1작용기로 표면 처리되어 상기 제1나노재료를 형성하는 제1표면 처리 단계; 및

상기 제1나노재료와 상기 제1고분자를 혼합하는 제1혼합단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1표면 처리단계는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1혼합단계는, 상기 제1나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 상기 제1고분자와 혼합되는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제2대전층 합성단계는,

맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 상기 제2작용기로 표면 처리되어 상기 제2나노재료를 형성하는 제2표면 처리 단계; 및

상기 제2나노재료와 상기 제2고분자를 혼합하는 제2혼합단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2표면 처리단계는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행하는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제2혼합단계는, 상기 제2나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 상기 제2고분자와 혼합되는 것을 특징으로 하는 마찰발전소자의 제작방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰발전소자 및 그 제작방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 서로 다른 마찰 특성을 가지는 두 물질의 표면을 서로 마찰하여 전기에너지를 얻는 마찰발전소자 및 그 제작방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] IoT와 무선 기술의 급속한 발전으로 인해 저전력 소자를 구동하기 위한 발전 소자는 지속적인 관심을 받고 있다. 그 중, 마찰발전소자는 외부의 다양한 움직임으로부터 수확되는 운동에너지를 전기에너지로 변환한다.

- [0003] 구체적으로, 서로 다른 마찰 특성을 갖는 두 물질의 표면이 서로 마찰하게 되면 표면 전하가 발생하게 되며 결과적으로 각 전극에 전하를 유도하여 전류 얻는다. 따라서 마찰발전소자의 출력은 마찰 물질의 전기적 또는 마찰 특성에 큰 영향을 받는다.
- [0004] 일반적으로 마찰발전소자의 마찰층 제조를 위해 고분자와 나노재료로 구성된 대전층에 대한 연구가 현재 활발히 연구되고 있다. 이러한 종래방법의 핵심은 고분자의 마찰 특성과 나노재료의 전기적 특성을 알맞게 조절하는 것이지만 서로 다른 마찰 특성을 갖는 두 물질의 표면이 서로 마찰하여 마모될 경우 출력특성이 영향을 받아 발전 특성의 안정성이 떨어지는 문제점이 있다.
- [0005] 따라서, 서로 다른 마찰 특성을 갖는 두 물질의 표면이 서로 마찰하여 마모되더라도 출력특성이 영향을 받지 않고 안정적인 마찰발전소자 및 마찰발전소자의 제작방법이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-2331366(2021.11.22 등록, 발명의 명칭 : 마찰전기 발전소자 및 그 성능향상 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 서로 다른 마찰 특성을 갖는 두 물질의 표면이 서로 마찰하여 마모되더라도 출력특성이 영향을 받지 않고 안정적인 마찰발전소자 및 그 제작방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자는, 맥신(MXene)에 양의 극성을 가지는 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료와, 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제1고분자가 합성되어 형성된 제1대전층이 제1기관 상에 구비되는 제1전극; 및 맥신(MXene)에 음의 극성을 가지는 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료와, 음의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제2고분자가 합성되어 형성된 제2대전층이 제2기관 상에 구비되는 제2전극;을 포함한다.
- [0009] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에 있어서, 상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전기장이 인가되어 분극 효과 발생될 수 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에 있어서, 상기 제1작용기는 $-NH_2$ 작용기일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에 있어서, 상기 제2작용기는 $-N$ 작용기일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에 있어서, 상기 제1고분자는 Nylon 11일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에 있어서, 상기 제2고분자는 PVDF-TrFE일 수 있다.
- [0014] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법은, 상기 제1나노재료와 상기 제1고분자를 합성하는 제1대전층 합성단계; 상기 제1대전층을 상기 제1기관 위에 코팅하여 상기 제1전극을 형성하는 제1전극 형성단계; 상기 제2나노재료와 상기 제2고분자를 합성하는 제2대전층 합성단계; 및 상기 제2대전층을 상기 제2기관 위에 코팅하여 상기 제2전극을 형성하는 제2전극 형성단계;를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제1전극 및 상기 제2전극에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 분극 발생단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제1대전층 합성단계는, 맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 상기 제1작용기로 표면 처리되어 상기 제1나노재료를 형성하는 제1표면 처리단계; 및 상기 제1나노재료와 상기 제1고분자를 혼합하는 제1혼합단계;를 포함할 수 있다.

- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제1표면 처리단계는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제1혼합단계는, 상기 제1나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 상기 제1고분자와 혼합될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제2대전층 합성단계는, 맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 상기 제2작용기로 표면 처리되어 상기 제2나노재료를 형성하는 제2표면 처리단계; 및 상기 제2나노재료와 상기 제2고분자를 혼합하는 제2혼합단계;를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제2표면 처리단계는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에 있어서, 상기 제2혼합단계는, 상기 제2나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 상기 제2고분자와 혼합될 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 마찰발전소자 및 그 제작방법에 따르면, 제1전극 및 제2전극이 표면 특성 개선을 통해 대전서열이 조절되지 않고, 제1작용기 및 제2작용기의 전기적 특성을 이용하여 제1나노재료 및 제2나노재료의 전기적 극성을 화학적으로 조정하는 방법을 통해 대전서열이 조절되기 때문에, 출력전압은 더 향상시키면서, 제1전극의 표면과 제2전극의 표면이 서로 마찰하여 마모되더라도 출력특성이 영향을 받지 않아 안정성 역시 더 향상되는 효과가 있다.
- [0023] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법을 나타낸 순서도이고,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법의 일부를 나타낸 모식도이고,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 화학적 표면 처리된 맥신(MXene)의 표면 전위를 설명하기 위한 그래프이고,
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에서 제1대전층 및 제2대전층의 출력전압을 설명하기 위한 그래프이고,
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법의 분극 발생단계를 나타낸 모식도이고,
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 분극 발생단계 후의 제1대전층 및 제2대전층의 표면 전위를 설명하기 위한 그래프이고,
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 출력전압 및 전류밀도를 나타낸 그래프이고,
- 도 10 및 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 제1나노재료 및 제2나노재료의 용량에 따른 출력전압을 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하 상술한 해결하고자 하는 과제가 구체적으로 실현될 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법을 나타낸 순서도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법의 일부를 나타낸 모식도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 화학적 표면 처리된 맥신(MXene)의 표면 전위를 설명하기 위한 그래프이고, 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자에서 제1대전층 및 제2대전층의 출력전압을 설명하기 위한 그래프이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법의 분극 발생단계를 나타낸 모식도이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 분극 발생단계 후의 제1대전층 및 제2대전층의 표면 전위를 설명하기 위한 그래프이고, 도 8 및 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 출력전압 및 전류밀도를 나타낸 그

래프이고, 도 10 및 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 마찰발전소자의 제작방법에서 제1나노재료 및 제2나노재료의 용량에 따른 출력전압을 설명하기 위한 그래프이다.

- [0027] 본 발명에 따른 마찰발전소자는, 제1대전층이 제1기판 상에 구비되는 제1전극과, 제2대전층이 제2기판 상에 구비되는 제2전극을 포함한다.
- [0028] 먼저, 제1기판 및 제2기판은 ITO/PET 필름일 수 있다. 그러나 본 발명에 따른 마찰발전소자가 적용될 수 있는 제1기판 및 제2기판의 물질은 이에 제한되지 않는다.
- [0029] 제1대전층은 양의 마찰 특성을 가질 수 있는데, 구체적으로, 제1대전층은 맥신(MXene)에 양의 극성을 가지는 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료와, 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제1고분자가 합성되어 형성된다.
- [0030] 여기서, 제1작용기는 양의 극성을 가지는 작용기로 예를들어 아민기일 수 있다. 본 발명의 실시예에서 제1작용기는 아민기인 $-NH_2$ 작용기일 수 있다. 맥신(MXene)은 전기전도도가 높은 나노물질로써, 본 발명의 실시예에서는 Ti_3C_2 (MXene)을 사용할 수 있다. 그리고, 맥신(MXene)에 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료는 $NH_2-Ti_3C_2$ 일 수 있다. 제1고분자는 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자로, 본 발명의 실시예에서 제1고분자는 Nylon 11일 수 있다.
- [0031] 제2대전층은 음의 마찰 특성을 가질 수 있는데, 구체적으로, 제2대전층은 맥신(MXene)에 음의 극성을 가지는 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료와, 음의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제2고분자가 합성되어 형성된다.
- [0032] 여기서, 제2작용기는 음의 극성을 가지는 작용기로, 본 발명의 실시예에서 제2작용기는 아민기인 $-N$ 작용기일 수 있다. 맥신(MXene)은 제1대전층에서와 같이 Ti_3C_2 (MXene)을 사용할 수 있다. 그리고, 맥신(MXene)에 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료는 $N-Ti_3C_2$ 일 수 있다. 제2고분자는 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자로, 본 발명의 실시예에서 제2고분자는 PVDF-TrFE일 수 있다.
- [0033] 이와 같이 양의 마찰 특성을 가지는 제1대전층과 음의 마찰 특성을 가지는 제2대전층에 의해 제1전극과 제2전극은 서로 다른 마찰 특성을 가질 수 있어, 제1전극의 표면과 제2전극의 표면이 서로 마찰하게 되면 표면 전하가 발생하게 된다.
- [0034] 그리고, 제1전극 및 제2전극은 제1작용기 및 제2작용기의 전기적 특성을 이용하여 제1나노재료 및 제2나노재료의 전기적 극성이 화학적으로 조정되기 때문에, 출력전압은 더 향상되고 안정성 역시 더 향상되는 효과가 있는데, 이는 후술하기로 한다.
- [0035] 또한, 제1전극과 제2전극은 전기장이 인가되어 분극 효과가 발생할 수 있으며, 이로 인해 마찰발전소자의 출력전압을 더 향상시킬 수 있는데, 이는 후술하기로 한다.
- [0036] 이상, 본 발명에 따른 마찰발전소자를 설명하였으며, 이하 본 발명에 따른 마찰발전소자의 제작방법을 설명한다.
- [0037] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 마찰발전소자의 제작방법은, 제1대전층 합성단계(S100), 제1전극 형성단계(S200), 제2대전층 합성단계(S300), 제2전극 형성단계(S400) 및 분극 발생단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0038] 제1대전층 합성단계(S100)는 맥신(MXene)에 양의 극성을 가지는 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료와 양의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제1고분자를 합성하는 단계로, 제1표면 처리단계(S110)와 제1혼합단계(S120)를 포함할 수 있다.
- [0039] 이때, 맥신(MXene)은 Ti_3C_2 (MXene)일 수 있고, 제1작용기는 $-NH_2$ 작용기일 수 있으며, 맥신(MXene)에 제1작용기가 화학적 표면 처리된 제1나노재료는 $NH_2-Ti_3C_2$ 일 수 있고, 제1고분자는 Nylon 11일 수 있다.
- [0040] 제1표면 처리단계(S110)는 맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 제1작용기로 표면 처리되어 제1나노재료를 형성하는 단계이다.
- [0041] 구체적으로, 나노재료인 Ti_3C_2 에 $-NH_2$ 작용기를 표면처리하기 위하여 암모니아(NH_4OH)를 사용할 수 있다. 즉, 나노재료인 Ti_3C_2 는 암모니아와 함께 열수공정을 통하여 표면이 $-NH_2$ 작용기로 처리될 수 있다.

- [0042] 이때, 제1표면 처리단계(S110)는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행할 수 있다. 열수공정이 120℃ 초과 온도에서 수행되면, $Ti_3C_2(MXene)$ 이 열에 의해 손상당할 수 있기 때문에 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0043] 이와 같이 $Ti_3C_2(MXene)$ 이 양의 극성을 가지는 제1작용기로 표면이 처리됨으로써, 도 3을 참조하면 $Ti_3C_2(MXene)$ 의 표면 전위는 양의 방향으로 증가함을 확인할 수 있다.
- [0044] 다시 말해, 제1표면 처리단계(S110)를 수행함으로써 양의 방향으로 표면 전위가 증가된 제1나노재료를 형성할 수 있다.
- [0045] 제1혼합단계(S120)는 제1나노재료와 제1고분자를 혼합하는 단계이다. 구체적으로, 제1고분자로 이루어진 용액에 제1나노재료를 투입하여 혼합할 수 있다. 이때, 60℃의 온도에서 300rpm의 속도로 혼합하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0046] 이처럼, 양의 방향으로 표면 전위가 증가된 제1나노재료를 양의 마찰 특성을 가지는 제1고분자와 혼합함으로써, 도 4에서와 같이 제1대전층은 양의 방향으로 가장 큰 출력전압을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0047] 한편, 제1혼합단계(S120)는 제1나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 제1고분자와 혼합될 수 있다.
- [0048] 도 10을 참조하면, 제1나노재료가 너무 적은 용량으로 제1고분자와 혼합되면, 이후 합성되는 제1대전층은 양의 마찰 특성을 가지는 제1나노재료가 너무 적게 혼합되어 출력전압이 낮을 수 있고, 제1나노재료가 너무 많은 용량으로 제1고분자와 혼합되면, 제1대전층은 도전성이 매우 커져 출력전압은 오히려 줄어들 수 있다.
- [0049] 따라서, 제1나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 제1고분자와 혼합되는 것이 바람직하고, 더 바람직하게 제1나노재료가 1wt% 미만의 용량으로 제1고분자와 혼합되는 것이며, 이 경우 도 10과 같이 출력전압이 가장 높은 제1대전층을 합성할 수 있다.
- [0050] 제1전극 형성단계(S200)는 제1대전층을 제1기판 위에 코팅하여 제1전극을 형성하는 단계이다.
- [0051] 구체적으로, 제1전극은 제1대전층 합성단계(S100)를 수행하여 합성된 제1대전층이 스핀코팅(spin coating) 공정을 통해 제1기판 위에 코팅될 수 있고, 이후 제1대전층이 경화되어 형성될 수 있다.
- [0052] 이처럼, 제1전극은 제1작용기의 전기적 특성을 이용하여 제1나노재료의 전기적 극성을 화학적으로 조정하는 방법을 통해 대전서열이 양의 방향으로 조절될 수 있다.
- [0053] 제2대전층 합성단계(S300)는 맥신(MXene)에 음의 극성을 가지는 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료와 음의 마찰 특성을 가지는 강유전성 고분자인 제2고분자를 합성하는 단계로, 제2표면 처리단계(S310)와 제2혼합단계(S320)를 포함할 수 있다.
- [0054] 이때, 맥신(MXene)은 $Ti_3C_2(MXene)$ 일 수 있고, 제2작용기는 -N 작용기일 수 있으며, 맥신(MXene)에 제2작용기가 화학적 표면 처리된 제2나노재료는 N- Ti_3C_2 일 수 있고, 제2고분자는 PVDF-TrFE일 수 있다.
- [0055] 제2표면 처리단계(S310)는 맥신(MXene)이 열수공정을 통하여 제2작용기로 표면 처리되어 제2나노재료를 형성하는 단계이다.
- [0056] 구체적으로, 나노재료인 Ti_3C_2 에 -N 작용기를 표면처리하기 위하여 요소(CH_4N_2O)를 사용할 수 있다. 즉, 나노재료인 Ti_3C_2 는 요소와 함께 열수공정을 통하여 표면이 -N 작용기로 처리될 수 있다.
- [0057] 이때, 제2표면 처리단계(S310)는, 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행할 수 있다. 열수공정이 120℃ 초과 온도에서 수행되면, $Ti_3C_2(MXene)$ 이 열에 의해 손상당할 수 있기 때문에 120℃ 이하의 온도로 열수공정을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0058] 이와 같이 $Ti_3C_2(MXene)$ 이 음의 극성을 가지는 제2작용기로 표면이 처리됨으로써, 도 3을 참조하면 $Ti_3C_2(MXene)$ 의 표면 전위는 음의 방향으로 증가함을 확인할 수 있다.
- [0059] 다시 말해, 제2표면 처리단계(S310)를 수행함으로써 음의 방향으로 표면 전위가 증가된 제2나노재료를 형성할 수 있다.
- [0060] 제2혼합단계(S320)는 제2나노재료와 제2고분자를 혼합하는 단계이다. 구체적으로, 제2고분자로 이루어진 용액에

제2나노재료를 투입하여 혼합할 수 있다. 이때, 60℃의 온도에서 300rpm의 속도로 혼합하는 것이 바람직할 수 있다.

- [0061] 이처럼, 음의 방향으로 표면 전위가 증가된 제2나노재료를 음의 마찰 특성을 가지는 제2고분자와 혼합함으로써, 도 5에서와 같이 제2대전층은 음의 방향으로 가장 큰 출력전압을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0062] 한편, 제2혼합단계(S320)는 제2나노재료가 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 제2고분자와 혼합될 수 있다.
- [0063] 도 11을 참조하면, 제2나노재료가 너무 적은 용량으로 제2고분자와 혼합되면, 이후 합성되는 제2대전층은 음의 마찰 특성을 가지는 제2나노재료가 너무 적게 혼합되어 출력전압이 낮을 수 있고, 제2나노재료가 너무 많은 용량으로 제2고분자와 혼합되면, 제2대전층은 도전성이 매우 커져 출력전압은 오히려 줄어들 수 있다.
- [0064] 따라서, 제2나노재료를 0.5wt% 초과 2wt% 미만의 용량으로 제2고분자와 혼합되는 것이 바람직하고, 더 바람직하게 제2나노재료를 1wt% 미만의 용량으로 제2고분자와 혼합되는 것이며, 이 경우 도 11과 같이 출력전압이 가장 높은 제2대전층을 합성할 수 있다.
- [0065] 제2전극 형성단계(S400)는 제2대전층을 제2기판 위에 코팅하여 제2전극을 형성하는 단계이다.
- [0066] 구체적으로, 제2전극은 제2대전층 합성단계(S300)를 수행하여 합성된 제2대전층이 스핀코팅(spin coating) 공정을 통해 제2기판 위에 코팅될 수 있고, 이후 제2대전층이 경화되어 형성될 수 있다.
- [0067] 이처럼, 제2전극은 제2작용기의 전기적 특성을 이용하여 제2나노재료의 전기적 극성을 화학적으로 조정하는 방법을 통해 대전서열이 음의 방향으로 조절될 수 있다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 분극 발생단계(S500)는 제1전극 및 제2전극에 전기장을 인가하여 분극 효과를 발생시키는 단계로, 강유전성 고분자인 제1고분자 및 제2고분자의 강유전성 및 마찰 전기 특성에 의해 제1전극 및 제2전극을 전기적으로 더 활성화시킬 수 있다.
- [0069] 구체적으로, 제1대전층 및 제2대전층에 외부에서 강한 자기장이 인가되면 제1대전층 및 제2대전층 내부의 전하들은 전기장 방향을 따라 정렬된다. 이때, 전기장 방향은 제1전극 및 제2전극의 전기적 극성을 고려하여 선정될 수 있다.
- [0070] 즉, 양의 마찰 특성을 가지는 제1전극은 제1대전층의 표면이 양의 방향으로 대전되도록 전기장 방향을 선정하여 전하를 정렬시킬 수 있고, 음의 마찰 특성을 가지는 제2전극은 제2대전층의 표면이 음의 방향으로 대전되도록 전기장 방향을 선정하여 전하를 정렬시킬 수 있다.
- [0071] 이와 같이 분극 발생단계(S500)를 수행함으로써, 도 7을 참조하면, 양의 마찰 특성을 가지는 제1대전층의 표면 전위는 양의 방향으로 더 증가하였고, 음의 마찰 특성을 가지는 제2대전층의 표면 전위는 음의 방향으로 더 증가하였다.
- [0072] 그리고, 도 8을 참조하면, 최종적으로 제작된 마찰발전소자 출력전압 및 전류밀도가 가장 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0073] 이상, 본 발명에 따른 마찰발전소자 및 마찰발전소자의 제작방법은 제1전극 및 제2전극이 표면 특성 개선을 통해 대전서열이 조절되지 않고, 제1작용기 및 제2작용기의 전기적 특성을 이용하여 제1나노재료 및 제2나노재료의 전기적 극성을 화학적으로 조정하는 방법을 통해 대전서열이 조절되기 때문에, 출력전압은 더 향상시키면서, 제1전극의 표면과 제2전극의 표면이 서로 마찰하여 마모되더라도 출력특성이 영향을 받지 않아 안정성 역시 더 향상되는 효과가 있다.
- [0074] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예 및 변형예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

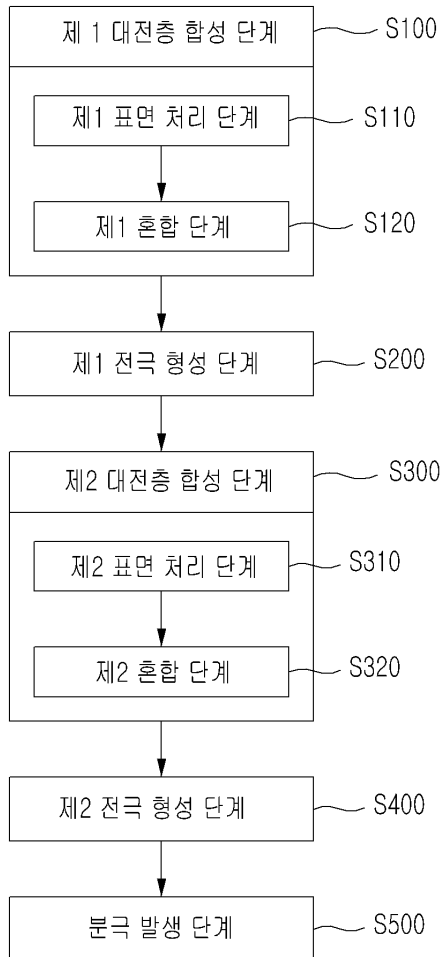
- [0075] S100 : 제1대전층 합성단계
S200 : 제1전극 형성단계
S300 : 제2대전층 합성단계

S400 : 제2전극 형성단계

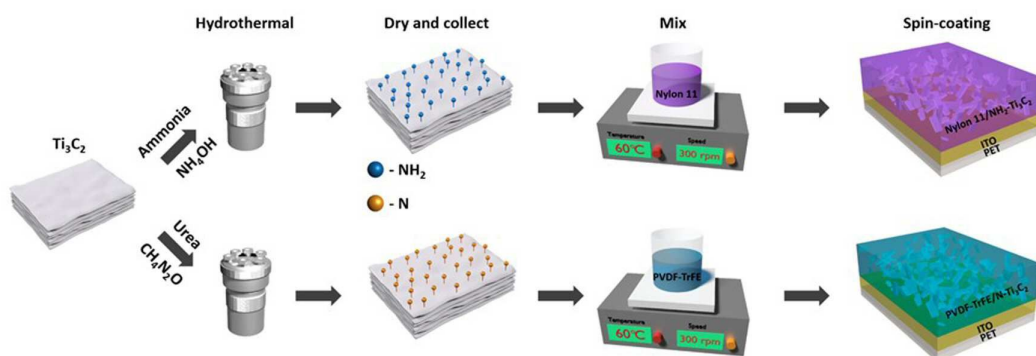
S500 : 분극 발생단계

도면

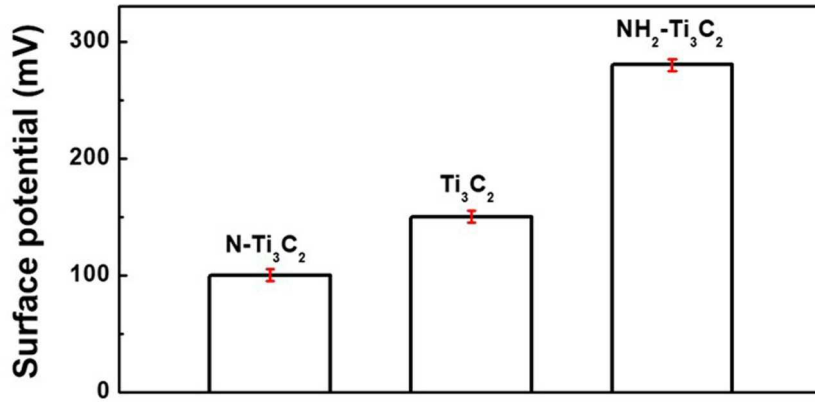
도면1



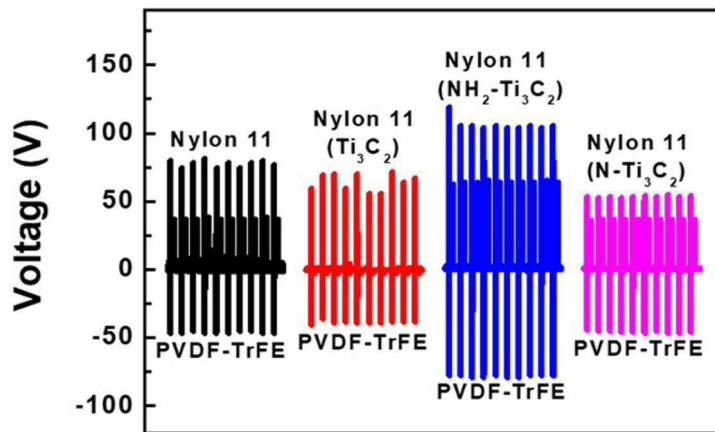
도면2



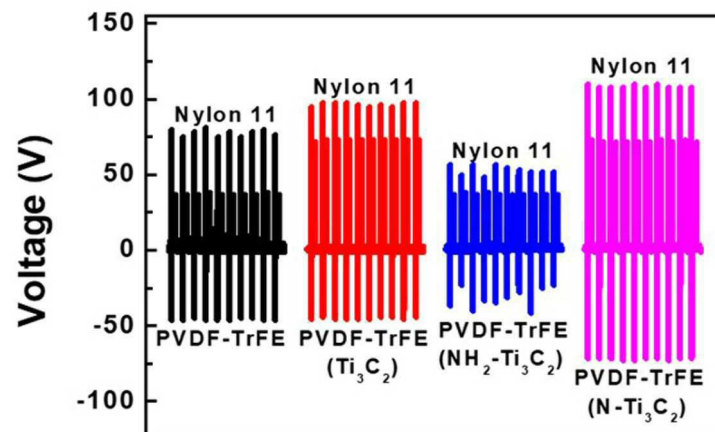
도면3



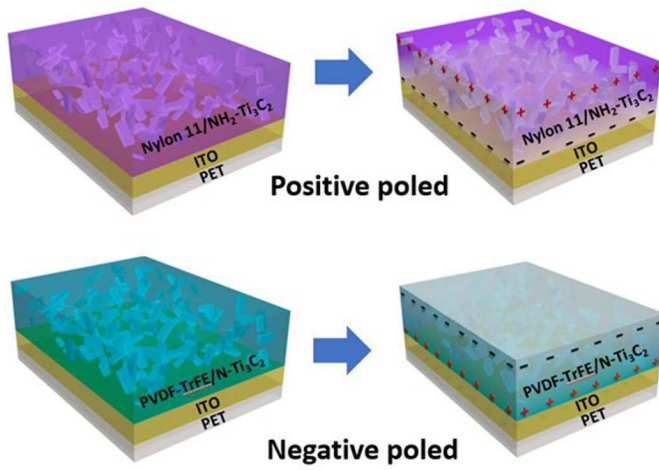
도면4



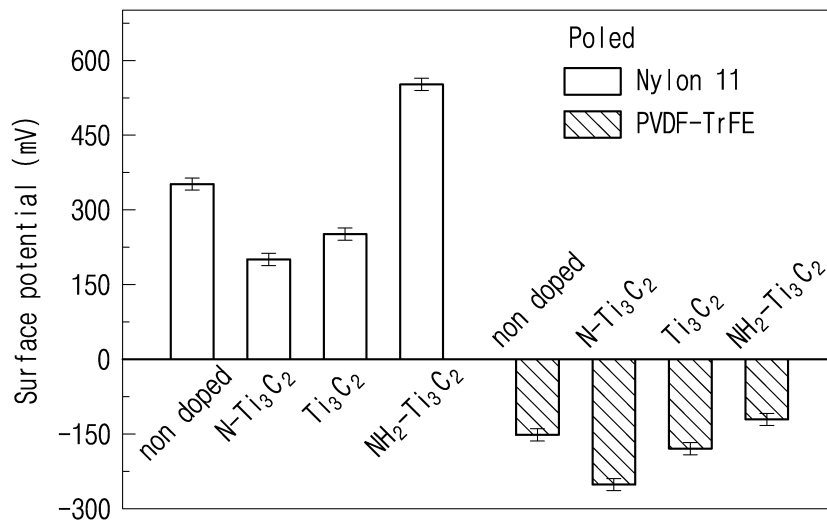
도면5



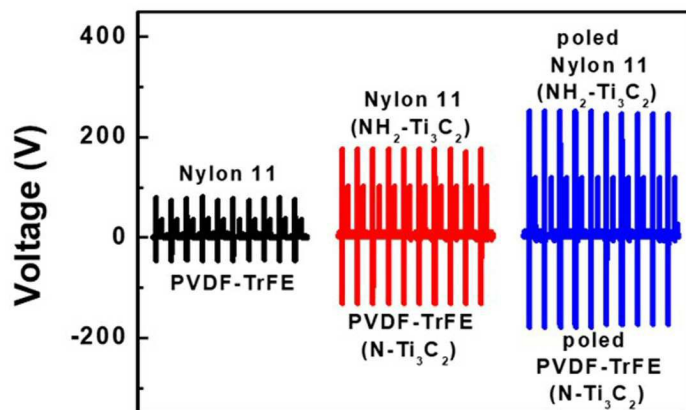
도면6



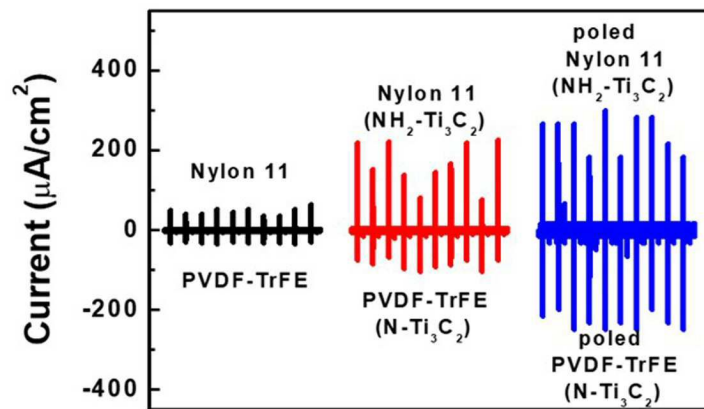
도면7



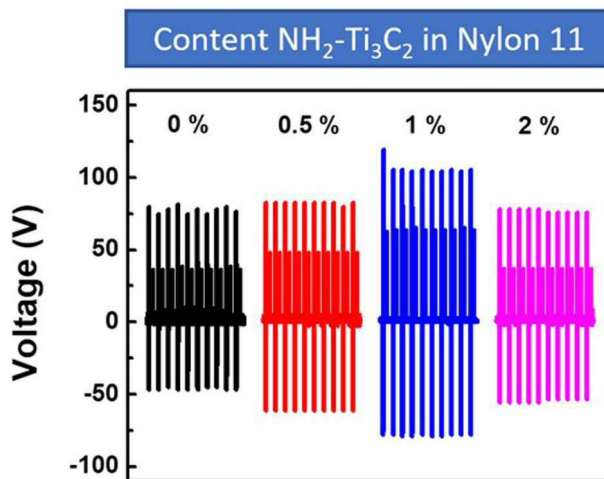
도면8



도면9



도면10



도면11

