



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0013626
(43) 공개일자 2017년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0106531

(22) 출원일자 2015년07월28일

심사청구일자 2015년07월28일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

나정효

대전광역시 유성구 노은로 353 송림마을아파트
301동 1603호

이민형

경기도 화성시 동탄면 동탄청계로 303-33 모아미
래도 아파트 1103동 201호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁수, 송윤호

전체 청구항 수 : 총 13 항

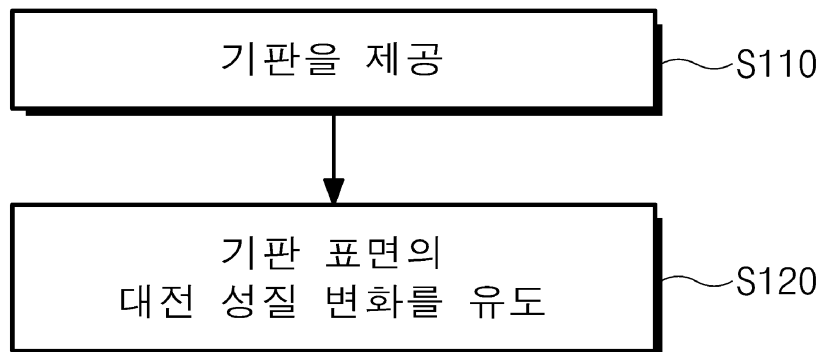
(54) 발명의 명칭 **마찰 발전 소자 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 마찰 발전 소자 제조 방법 및 마찰 발전 소자에 관한 것으로, 마찰 발전 소자 제조 방법은, 기관을 제공하는 단계, 및 상기 기관 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계를 포함하며, 상기 대전 성질 변화를 유도하는 단계는, 상기 기관의 표면 상에 상기 기관 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 갖는 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(72) 발명자

신성호

대전광역시 중구 문화로 55-1

권양혁

경상북도 안동시 북후면 황새길 42-1

김영환

대전광역시 유성구 문화원로 49 마음빌라 302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NFR2012R1A1A1041869

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구자지원사업

연구과제명 고효율 (압전/마찰) 복합구조의 저전력 소자용 유연발전소자 개발

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2014.09.01 ~ 2015.08.30

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 제공하는 단계; 및

상기 기관 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계를 포함하며,

상기 대전 성질 변화를 유도하는 단계는, 상기 기관의 표면 상에 상기 기관 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 갖는 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 기관의 표면은 PET(polyethylene terephthalate)로 형성된 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는,

상기 기관 표면 상에 $-CF_2$ 말단기, $-CH_2$ 말단기, 또는 $-NH_2$ 말단기를 갖는 물질을 코팅하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는:

상기 PET 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리된 PET 표면 상에 Poly-L-lysine 또는 Trichloro silane을 코팅하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 5

제1 기관을 제1 전극 상에 배치하는 단계;

제2 기관을 제2 전극 상에 배치하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 기관의 표면 물질이 서로 다른 대전 성질을 갖도록, 상기 제1 및 제2 기관 중 적어도 하나의 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계를 포함하며,

상기 대전 성질 변화를 유도하는 단계는,

상기 제1 및 제2 기관 중 적어도 하나의 표면에 기관 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 갖는 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 기관의 표면은 PET로 형성된 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는,

상기 제1 기관의 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리된 표면 상에 Poly-L-lysine을 코팅하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는,

상기 제2 기관의 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리된 표면 상에 Trichloro silane을 코팅하는 단계를 포함하는 마찰 발전 소자 제조 방법.

청구항 9

제1 기관 및 상기 제1 기관 상에 형성된 양전하를 띠는 물질을 포함하는 제1 대전체; 및

제2 기관 및 상기 제2 기관 상에 형성된 음전하를 띠는 물질을 포함하고 상기 제1 대전체와 접촉하여 정전기를 발생시키는 제2 대전체를 포함하며,

상기 양전하를 띠는 물질은 극성(polar) 말단기를 포함하고, 상기 음전하를 띠는 물질은 비극성(nonpolar) 말단기를 포함하는 마찰 발전 소자.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 극성 말단기는 $-NH_3^+$ 인 마찰 발전 소자.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 제1 기관은 PET를 포함하며,

상기 제1 대전체는 상기 PET 상에 형성된 Poly-L-lysine을 포함하는 마찰 발전 소자.

청구항 12

제9 항에 있어서,

상기 비극성 말단기는 $-CF_3$ 인 마찰 발전 소자.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제2 기관은 PET를 포함하며,

상기 제2 대전체는 상기 PET 상에 형성된 Trichloro silane을 포함하는 마찰 발전 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰 발전 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마찰 발전 소자는 두 가지 물질이 접촉될 때, 한쪽은 전자를 잃고 다른 한쪽은 전자를 얻는 정전기 현상을 이용하여 발전한다. 이러한 마찰 발전 소자는 주변에 존재하는 미세진동과 같은 소모적인 에너지를 전기 에너지로 전환할 수 있는 새로운 개념의 친환경 발전 소자로 각광받고 있다.

[0003] 그러나 마찰 발전 소자는 만들어낼 수 있는 에너지의 크기가 다른 기타 에너지 발전 소자와 비교하여 낮은 수준에 머물러있다. 지금까지의 마찰 발전 소자에 대한 연구는 대전이 되는 접촉 면적을 최대화하기 위한 표면 패터닝 기술에 대한 연구, 및 마찰 전기를 이용한 발전에 적합한 소자 구조에 대한 연구가 주를 이루고 있으나, 재료적인 조건에 의해 많은 부분이 제한되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시 예는 다양한 소재에 적용 가능한 마찰 발전 소자 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0005] 본 발명은 실시 예는 소자 구조에 제한 없이 적용 가능한 마찰 발전 소자 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 실시 예는 제조 방법이 간단하고 출력 특성 및 신뢰성이 높은 마찰 발전 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법은, 기관을 제공하는 단계; 및 상기 기관 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계를 포함하며, 상기 대전 성질 변화를 유도하는 단계는, 상기 기관의 표면 상에 상기 기관 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 갖는 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 기관의 표면은 PET(polyethylene terephthalate)로 형성될 수 있다.

[0010] 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는, 상기 기관 표면 상에 $-CF_2$ 말단기, $-CH_2$ 말단기, 또는 $-NH_2$ 말단기를 갖는 물질을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는, 상기 PET 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및 상기 플라즈마 처리된 PET 표면 상에 Poly-L-lysine 또는 Trichloro silane을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법은, 제1 기판을 제1 전극 상에 배치하는 단계; 제2 기판을 제2 전극 상에 배치하는 단계; 및 상기 제1 및 제2 기판의 표면 물질이 서로 다른 대전 성질을 갖도록, 상기 제1 및 제2 기판 중 적어도 하나의 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계를 포함하며, 상기 대전 성질 변화를 유도하는 단계는, 상기 제1 및 제2 기판 중 적어도 하나의 표면에 기판 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 갖는 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제1 및 제2 기판의 표면은 PET로 형성될 수 있다.
- [0014] 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는, 상기 제1 기판의 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및 상기 플라즈마 처리된 표면 상에 Poly-L-lysine을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계는, 상기 제2 기판의 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계; 및 상기 플라즈마 처리된 표면 상에 Trichloro silane을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자는, 제1 기판 및 상기 제1 기판 상에 형성된 양전하를 띠는 물질을 포함하는 제1 대전체; 및 제2 기판 및 상기 제2 기판 상에 형성된 음전하를 띠는 물질을 포함하고 상기 제1 대전체와 접촉하여 정전기를 발생하는 제2 대전체를 포함하며, 상기 양전하를 띠는 물질은 극성(polar) 말단기를 포함하고, 상기 음전하를 띠는 물질은 비극성(nonpolar) 말단기를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 극성 말단기는 $-NH_3^+$ 일 수 있다. 상기 제1 기판은 PET를 포함하며, 상기 제1 대전체는 상기 PET 상에 형성된 Poly-L-lysine을 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 비극성 말단기는 $-CF_3$ 일 수 있다. 상기 제2 기판은 PET를 포함하며, 상기 제2 대전체는 상기 PET 상에 형성된 Trichloro silane을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 일 실시 예에 따르면 다양한 소재를 이용하여, 소자 구조에 제한 없이 마찰 발전 소자를 얻을 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시 예에 따르면 제조 방법이 간단하면서도 출력 특성 및 신뢰성이 높은 마찰 발전 소자를 얻을 수 있다.
- [0021] 본 발명의 효과가 상술한 효과로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법의 개략적인 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 기판 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 방법의 개략적인 흐름도이다.
- 도 3은 산소 플라즈마 처리된 PET를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4a 및 4b는 표면 처리된 PET를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 표면 처리되지 않은 PET의 접촉각(contact angle)을 나타낸 도면이다.
- 도 6a 및 6b는 표면 처리된 PET의 접촉각을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 8은 비교 예에 및 실험 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자들을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 9a 및 9b는 비교 예와 실험 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자들의 출력 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 10a, 10b, 및 11는 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 출력 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자를 이용하여 구동된 LED의 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시

예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0024] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다. 공지된 구성에 대한 일반적인 설명은 본 발명의 요지를 흐리지 않기 위해 생략될 수 있다.

[0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 사용되는 '~위에', '~상에' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 사이에 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는'이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.

[0027] 본 발명은 표면 처리 기법을 이용한 마찰 발전 소자 제조 방법, 및 출력 특성이 개선된 마찰 발전 소자를 제공한다. 본 발명에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법은, 기존의 마찰 발전 소자가 재료적 조건에 많은 부분이 제한되었던 문제점을 해결하기 위해, 대전 유도 물질을 이용한 표면 처리 기법을 이용하여 재료의 표면에 다른 대전 성질을 유도하는 방법을 제공한다. 또한 산소 플라즈마 처리를 통해 재료의 표면에 대전 유도 물질을 강하게 결합시킴으로써 신뢰성이 높은 마찰 발전 소자를 제공한다. 본 발명의 마찰 발전 소자 제조 방법에 따르면, 공정이 간단하고 공정 단가가 낮으면서도 출력 특성이 좋은 소자를 얻을 수 있다.

[0029] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세하게 설명한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법(100)을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법(100)은 기판을 제공하는 단계(S110), 및 상기 기판 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계(S120)를 포함한다.

[0031] 일 실시 예에 있어서, 상기 기판은 PET(polyethylene terephthalate)로 형성될 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 상기 기판은 표면이 PET로 형성될 수 있다. 그러나 본 발명에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법(100)이 적용될 수 있는 기판 및 기판 표면의 물질은 이에 제한되지 않으며, 금속, 유전체, 또는 플라스틱을 포함하는 모든 고체 물질에 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 기판은 실리콘 기판일 수도 있으며, 세라믹, 나일론, 테플론, 고무, 유리, 또는 이들의 조합을 포함하는 물질로 형성될 수도 있다.

[0032] 상기 기판 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 단계(S120)은, 상기 기판의 표면 상에 대전 유도 물질을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 대전 유도 물질은, 상기 기판 표면의 물질과 서로 다른 대전 성질을 가질 수 있다. 상기 대전 유도 물질은 $-CF_2$ 말단기, $-CH_2$ 말단기, 또는 $-NH_2$ 말단기를 갖는 물질이거나 이들의 조합일 수 있다. 예를 들어, 상기 대전 유도 물질은 fluorinated material, hydrogenated material, Alkylsilane, perfluoroalkylsilane, Hydroxylic계열, arginine계열, lysine계열, aspartic acid계열, glutamic acid계열, histidine계열, serine계열, threonine계열, tyrosine계열, cysteine계열, methionine계열, tryptophan계열, alanine계열, isoleucine계열, leucine계열, phenylalanine계열, valine계열, proline계열, glycine계열 물질들을 포함할 수 있다.

[0033] 이하에서 상기 S120 단계에 대해 도 2를 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 기판 표면의 대전 성질 변화를 유도하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 마찰 발전 소자 제조 방법은, 기판의 표면 상에 대전 유도 물질을 형성하여 기판 표면의 대전 성질 변화를 유도한다. 일 실시 예에 따라 기판의 표면 상에 대전 유도 물질을 형성하는 방법은,

상기 기관 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계(S121) 및 상기 플라즈마 처리된 기관 표면 상에 대전 유도 물질을 형성하는 단계(S122)를 포함할 수 있다.

[0035] 상기 기관 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계(S121)를 수행함으로써, 상기 기관 표면 상에는 히드록시기(hydroxyl group, -OH)가 형성될 수 있다. 상기 기관 표면 상에 형성된 히드록시기는 대전 유도 물질과 강하게 결합하여, 본 발명에 따른 마찰 발전 소자의 내구성 및 신뢰성을 높일 수 있다.

[0036] 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계(S122)는, 표면 처리를 통해 상기 기관 표면 상에 -CF₂ 말단기, -CH₂ 말단기, 또는 -NH₂ 말단기를 갖는 물질을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 코팅될 수 있는 물질은 Poly-L-lysine, poly (diallyldimethylammoniumchloride)(PDADMAC), poly(sodium4-styrenesulfonate)(PSS), trichloro silane, Trichloro(3,3,3-trifluoropropyl)silane(TFPS), Trichloro(Octadecyl)silane(OTS), Perfluorodecyltrichlorosilane(FDTS), Polydimethylsiloxane(PDMS), Polytetrafluoroethylene(PTFE), 1H,1H,2H,2H,perfluorooctyl trimethoxysilane (PFOS), n-dodecyl trichloro silane(DDTS), heptadecafluorodecyltrimethoxysilane, poly(tetrafluoroethylene), poly(propylene), octadecyldimethylchloro silane, octadecyltrichlorosilane, tris(trimethylsiloxy), silylethyldimethylchloro silane, octyldimethylchloro silane, dimethyldichlorosilane, butyldimethylchloro silane, trimethylchloro silane, poly(ethylene), poly(styrene), poly(chlorotrifluoroethylene), graphite, silicon, chitosan, methacryloxypropyltrimethoxy silane, glycidoxypropyltrimethoxy silane, kaolin, silicon nitride, silver iodide 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 상기 대전 유도 물질을 형성하는 단계(S122)는, 기관 표면 상에 단일 원자 물질을 코팅하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 단일 원자 물질은 F, Cl, Br, I, At 등 할로젠족 물질을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0038] [실험 예 1]

[0039] 본 발명자는 아래와 같이 PET 기관을 표면 처리하여 대전 유도 물질을 형성하는 실험을 수행하였다. 본 실험 예 1에서, 대전 유도 물질 형성을 위해 기관 상에 코팅되는 물질로 Poly-L-lysine을 사용하였다.

[0040] PET 기관을 아세트론, IPA(icosapentaenoic acid), 및 정제수로 세정 처리 하였다.

[0041] 세정 처리 후, PET 기관을 산소 플라즈마 처리하였다. 이 때, 플라즈마 처리는 O₂ 8sccm, RF power 80W, 60℃의 온도에서 100초간 수행되었다.

[0042] 산소 플라즈마 처리된 PET 기관을 Poly-L-lysine 용액(0.1% in H₂O)에 5분간 침지시켰다. 침지시켰던 PET 기관을 꺼내어 정제수로 세정하고 질소 가스로 건조시켜 Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET 기관을 형성하였다.

[0044] [실험 예 2]

[0045] 본 발명자는 아래와 같이 PET 기관을 표면 처리하여 대전 유도 물질을 형성하는 실험을 수행하였다. 본 실험 예 2에서, 대전 유도 물질 형성을 위해 기관 상에 코팅되는 물질로 Trichloro silane을 사용하였다.

[0046] PET 기관을 산소 플라즈마 처리하는 단계까지 실험 예 1과 동일하게 진행하였다.

[0047] 산소 플라즈마 처리된 PET 기관 상에 Trichloro silane을 도포하였다. Trichloro silane이 도포된 PET 기관을 봉인되어 있는 유리 용기 내에 공급하였다. 기관이 공급된 유리 용기의 온도를 95℃로 형성하고, 1시간 동안 열 처리를 수행하여, Trichloro silane으로 표면 처리된 PET 기관을 형성하였다.

[0049] 이하, 상기 실험 예 1 및 2로 형성된 표면 처리된 PET 기관들과 도 3 내지 13을 참조하여 본 발명의 실시 예 및 효과에 대해 구체적으로 설명한다.

[0050] 도 3은 산소 플라즈마 처리된 PET 기관을 도식적으로 나타낸 도면이다. 일 실시 예에 따라, PET 기관의 산소 플라즈마 처리는 상기 실험 예 1에서와 같이 진행될 수 있으나, 공정 조건은 실험 예 1에 제한되지 않는다. 도 3에 도시된 바와 같이, 산소 플라즈마 처리된 PET 기관은 표면에 히드록시기가 형성된다. 히드록시기는 대전 유

도 물질과 공유 결합(covalently bonded)하여, 본 발명에 따른 대전 유도 물질이 결합된 마찰 발전 소자의 신뢰성을 높인다.

- [0051] 도 4a는 Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET 기판을 도식적으로 나타낸 도면이다. 일 실시 예에 따라, Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET 기판은 실험 예 1에서와 같이 형성될 수 있으나, 공정 조건은 실험 예 1에 제한되지 않는다. Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET 기판은 표면에 극성 말단기를 포함하며, 극성 말단기는 도 4a에 도시된 바와 같이 $-NH_3^+$ 일 수 있다. 표면에 $-NH_3^+$ 가 형성됨으로 인해, Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET 기판은 양전하를 띌 수 있다.
- [0052] 도 4b는 Trichloro silane으로 표면 처리된 PET 기판을 도식적으로 나타낸 도면이다. 일 실시 예에 따라, Trichloro silane으로 표면 처리된 PET 기판은 실험 예 2에서와 같이 형성될 수 있으나, 공정 조건은 실험 예 2에 제한되지 않는다. Trichloro silane으로 표면 처리된 PET 기판은 표면에 비극성 말단기를 포함하며, 비극성 말단기는 도 4b에 도시된 바와 같이 $-CF_3$ 일 수 있다. 표면에 $-CF_3$ 가 형성됨으로 인해, Trichloro silane으로 표면 처리된 PET 기판은 음전하를 띌 수 있다.
- [0053] 도 5는 표면 처리되지 않은 PET에 물을 떨어뜨렸을 때 접촉각(contact angle)을 나타낸다. 도 5를 참조하면, 표면 처리되지 않은 PET의 접촉각은 81° 이다.
- [0054] 도 6a 및 6b는 본 발명의 일 실시 예에 따라 각각 Poly-L-lysine 및 Trichloro silane으로 표면 처리된 PET에 물을 떨어뜨렸을 때 접촉각을 나타낸다. 도 6a를 참조하면, Poly-L-lysine으로 표면 처리된 PET의 접촉각은 44° 로, PET가 Poly-L-lysine으로 표면 처리됨으로써 친수성을 띠게 되며, 양전하를 띠게 되었음을 알 수 있다. 도 6b를 참조하면, Trichloro silane으로 표면 처리된 PET의 접촉각은 123° 로, PET가 Trichloro silane으로 표면 처리됨으로써 소수성을 띠게 되며, 음전하를 띠게 되었음을 알 수 있다.
- [0055] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자(200)를 도식적으로 나타낸다. 일 실시 예에 따라, 마찰 발전 소자(200)는 제1 대전체(210) 및 제2 대전체(220)를 포함한다.
- [0056] 상기 제1 대전체(210)는 제1 기판(211) 및 제1 기판(211) 상에 형성된 양전하를 띠는 물질(212)을 포함할 수 있다. 상기 제1 기판(211)은 PET일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 상기 양전하를 띠는 물질(212)은 표면에 극성 말단기를 포함할 수 있다. 상기 극성 말단기는 $-NH_3^+$ 일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0057] 상기 제2 대전체(220)는 제2 기판(221) 및 제2 기판(221) 상에 형성된 음전하를 띠는 물질(222)을 포함할 수 있다. 상기 제2 기판(221)은 PET일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 상기 음전하를 띠는 물질(222)은 표면에 비극성 말단기를 포함할 수 있다. 상기 극성 말단기는 $-CF_3$ 일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0058] 상기 제1 대전체(210) 및 상기 제2 대전체(220)는 각각 제1 전극(213) 및 제2 전극(223)을 더 포함할 수 있다. 상기 제1 전극(213) 및 제2 전극(223)은 ITO(Indium Tin Oxide)를 포함할 수 있다.
- [0059] 상기 제1 전극(213) 및 상기 제2 전극(223)은 인출선으로 연결될 수 있으며, 인출선에는 축전지가 연결되어 상기 제1 대전체(210)와 상기 제2 대전체(220)가 접촉하여 정전기를 발생할 때마다 전력을 생산할 수 있다.
- [0060] 도 8은 비교 예 및 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자들을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [0061] 도 8을 참조하면, 순서대로 비교 예, 실시 예1, 실시 예2, 및 실시 예3에 해당하는 4개의 마찰 발전 소자들이 도시되어 있다.
- [0062] 본 발명에 따른 마찰 발전 소자와 출력 특성 비교를 위해, 비교 예에 따라 표면 처리되지 않은 PET 기판 두개를 각각 ITO 전극에 배치하여 소자를 제작하였다. 실시 예1에 따라, 표면 처리되지 않은 PET와 Poly-L-lysine로 표면 처리된 PET를 각각 ITO 전극에 배치하여 소자를 제작하였다. 실시 예2에 따라, 표면 처리되지 않은 PET와 Trichloro silane으로 표면 처리된 PET를 각각 ITO 전극에 배치하여 소자를 제작하였다. 실시 예3에 따라, Poly-L-lysine로 표면 처리된 PET와 Trichloro silane으로 표면 처리된 PET를 각각 ITO 전극에 배치하여 소자를 제작하였다.
- [0063] 도 9a 및 9b는 비교 예와 실험 예1 내지 3에 따라 제조된 마찰 발전 소자들의 출력 특성을 나타내는 그래프이다.(본 발명자는, 출력 특성 검출을 위한 실험에 사용되는 소자들로 $4cm^2$ 면적으로 마찰하는 마찰 발전 소자들을 사용하였다.)

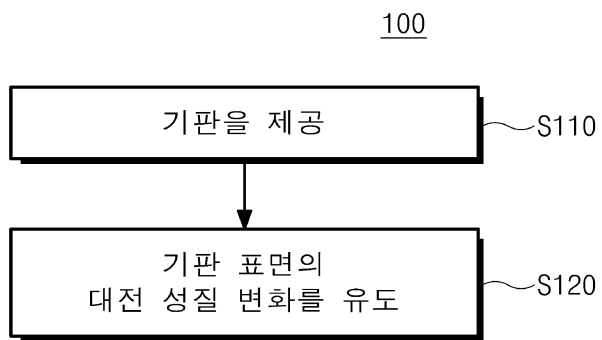
- [0064] 도 9a는 비교 예와 실험 예1 내지 3에 따라 제조된 마찰 발전 소자들을 순차적으로 연결하여 측정한 개로 전압(open circuit voltage)이다. 비교 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 경우 출력 전압이 약 4V에 불과하나, 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 경우 출력 전압이 약 330V까지 증가한 것을 확인할 수 있다. 또한, 실시 예1 내지 3 모두 비교 예보다 높은 출력 전압을 나타내며, 실시 예1 보다는 실시 예2에서 더 높은 출력 전압이, 그리고 실시 예2 보다는 실시 예 3에서 더 높은 출력 전압이 나타나, 결론적으로 실시 예3에 따른 마찰 발전 소자가 가장 높은 출력 특성을 나타냄을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 9b는 비교 예와 실험 예1 내지 3에 따라 제조된 마찰 발전 소자들을 순차적으로 연결하여 측정한 단락 전류 밀도(short circuit current density)이다. 비교 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 경우 단락 전류 밀도가 약 $2.6\text{mA}/\text{m}^2$ 에 불과하나, 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 경우 단락 전류 밀도가 약 $270\text{mA}/\text{m}^2$ 까지 증가한 것을 확인할 수 있다. 또한, 실시 예1 내지 3 모두 비교 예보다 높은 단락 전류 밀도를 나타내며, 실시 예1 보다는 실시 예2에서 더 높은 단락 전류 밀도가, 그리고 실시 예2 보다는 실시 예 3에서 더 높은 단락 전류 밀도가 나타나, 결론적으로 실시 예3에 따른 마찰 발전 소자가 가장 높은 출력 특성을 나타냄을 확인할 수 있다.
- [0066] 도 10a 및 10b는 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자를 2시간 동안 7200회 마찰시키는 동안 나타나는 출력 특성을 나타내는 그래프이다. 도 10a는 개로 전압(open circuit voltage)을, 도 10b는 단락 전류 밀도(short circuit current density)를 각각 나타낸다. 도 10a 및 10b를 참조하면, 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자는, 2시간 동안 7200회 마찰된 후에도 출력 특성이 감소하지 않음을 확인할 수 있다.
- [0067] 도 11은 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자를 매주 7200회 마찰시키며 30일 동안 측정한 개로 전압(open circuit voltage) 및 단락 전류 밀도(short circuit current density)를 나타내는 그래프이다. 도 11을 참조하면, 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자는 한 달 뒤에도 출력 특성이 감소하지 않음을 확인할 수 있다.
- [0068] 이와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 마찰 발전 소자는 높은 안정성, 내구성, 신뢰성 및 재현성을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이는 산소 플라즈마 처리를 통해 기관 상에 생성된 히드록시기가 대전 유도 물질들과 공유 결합으로 강하게 결합하고 있기 때문이다.
- [0069] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 마찰 발전 소자를 이용하여 구동된 LED의 사진이다. 본 발명자는 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자의 출력을 브리지 정류기(bridge rectifier)를 통해 LED에 연결하였다. 도 12를 참조하면, 실시 예3에 따라 제조된 마찰 발전 소자는 250개의 LED를 구동하기에 충분한 전력을 생산함을 확인할 수 있다. 반면, 본 발명자는 상기 비교 예에 따라 제조된 소자에 대해서도 동일한 실험을 수행하였으나, 1개의 LED도 구동되지 않음을 확인하였다.
- [0070] 이상의 실시 예들은 본 발명의 이해를 돕기 위하여 제시된 것으로, 본 발명의 범위를 제한하지 않으며, 이로부터 다양한 변형 가능한 실시 예들도 본 발명의 범위에 속하는 것임을 이해하여야 한다. 본 발명의 기술적 보호 범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명의 기술적 보호범위는 특허청구범위의 문언적 기재 그 자체로 한정되는 것이 아니라 실질적으로는 기술적 가치가 균등한 범주의 발명에 대하여까지 미치는 것임을 이해하여야 한다.

부호의 설명

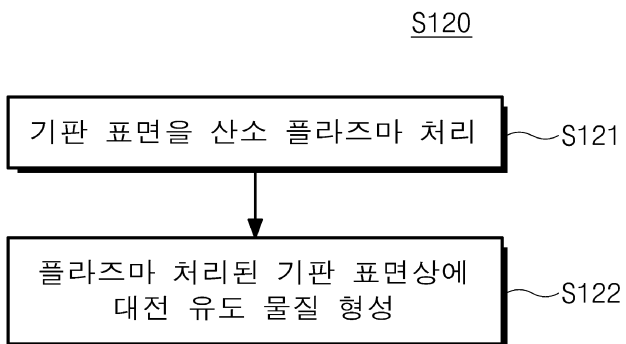
- [0071] 100 : 마찰 발전 소자 제조 방법
200 : 마찰 발전 소자
210 : 제1 대전체
220 : 제2 대전체

도면

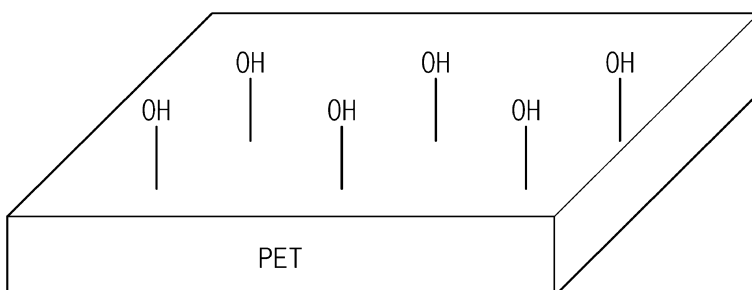
도면1



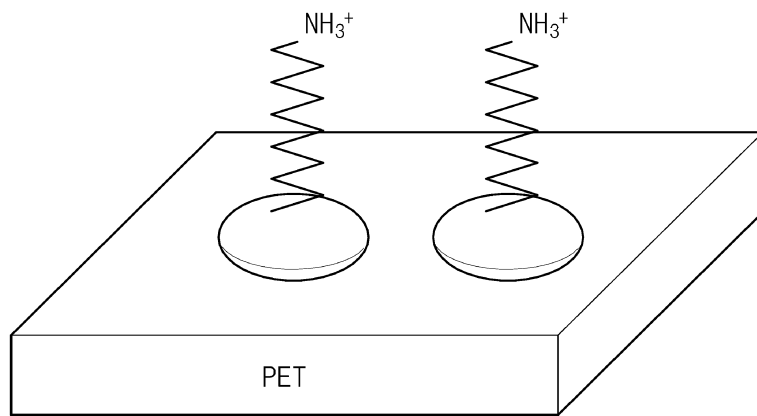
도면2



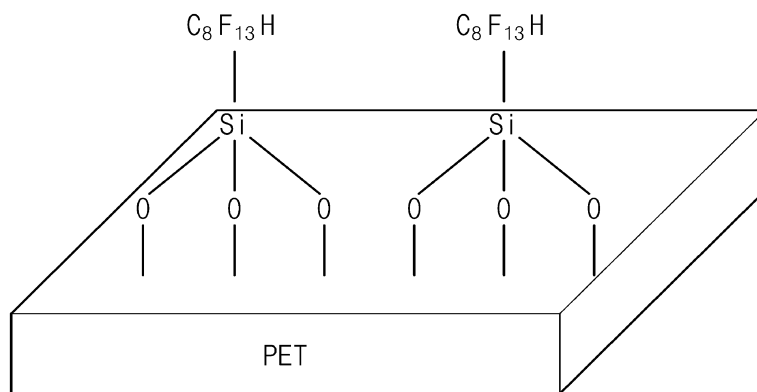
도면3



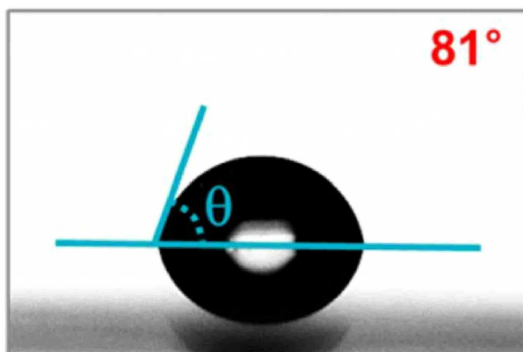
도면4a



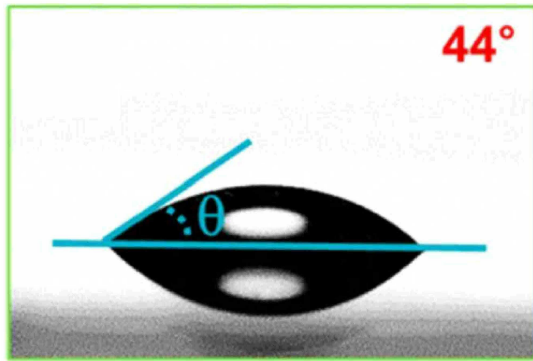
도면4b



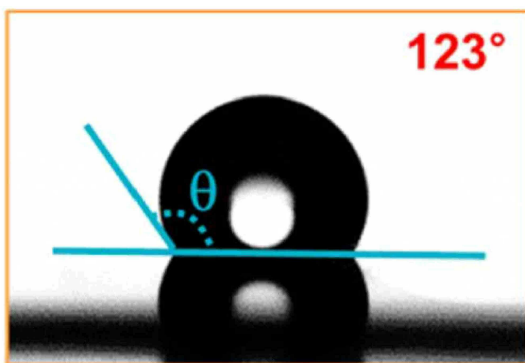
도면5



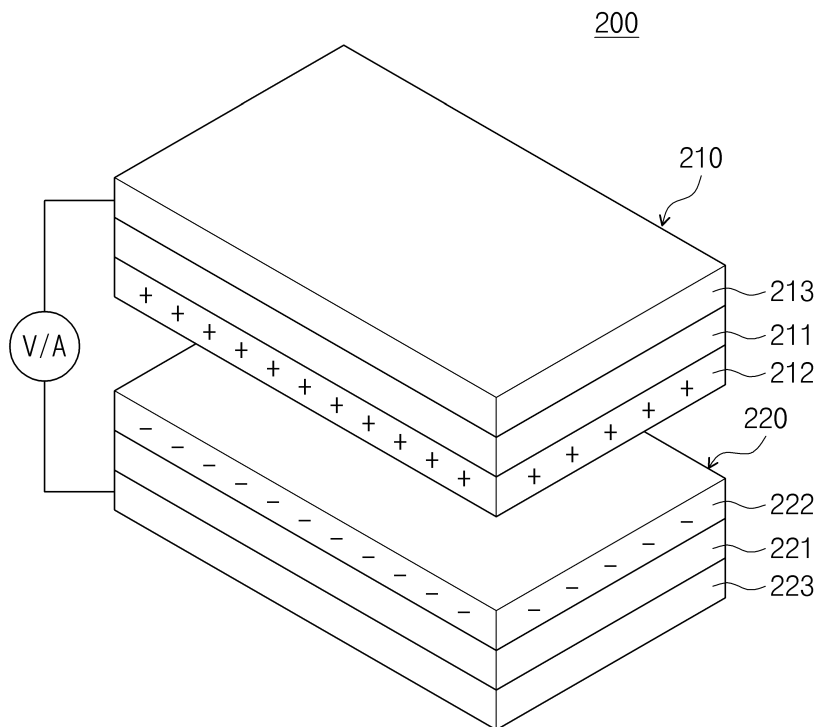
도면6a



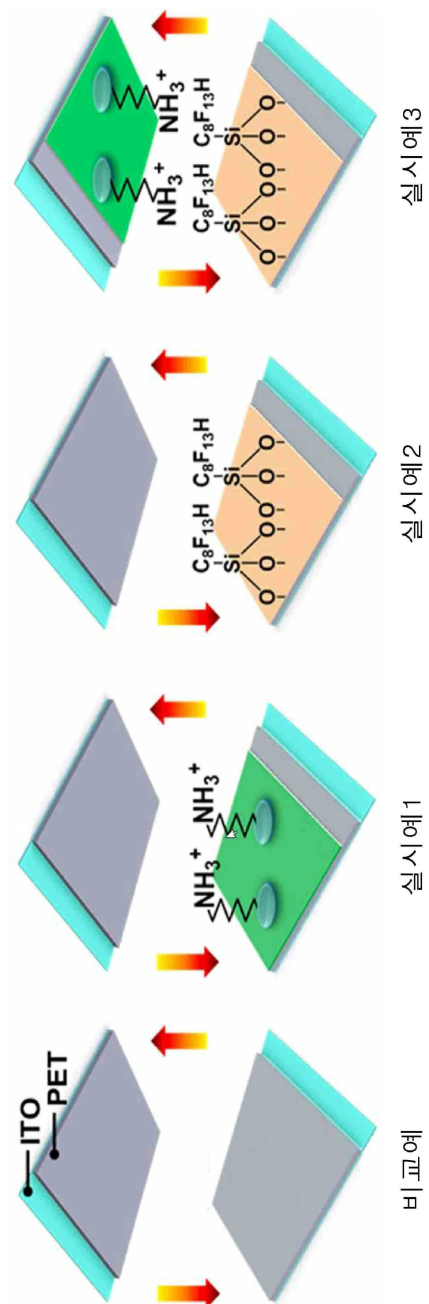
도면6b



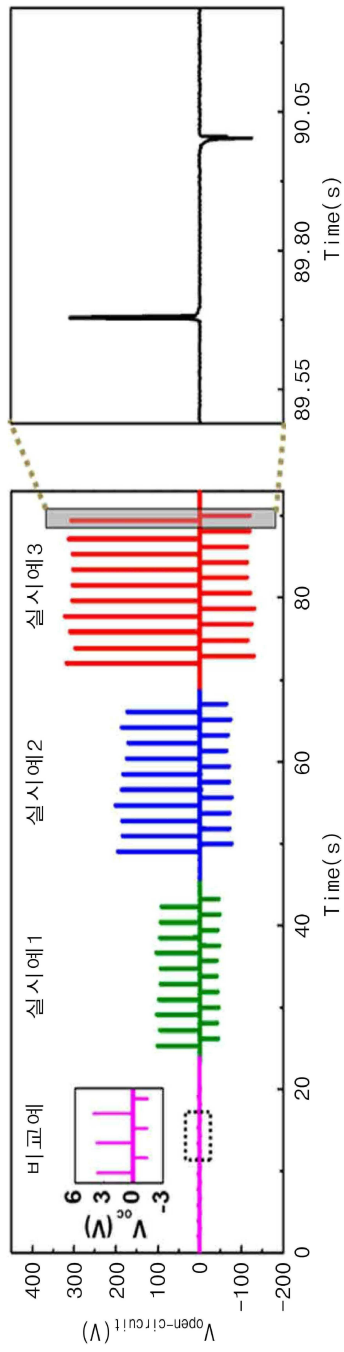
도면7



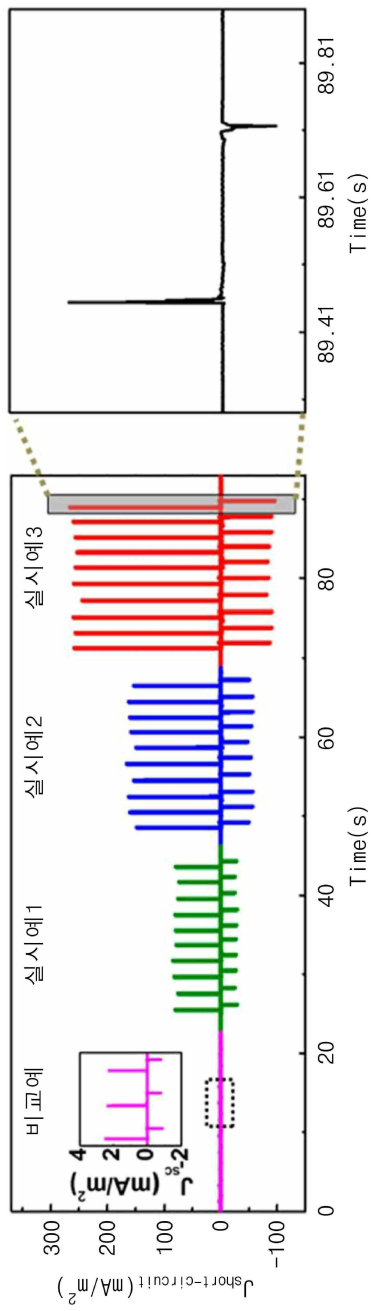
도면8



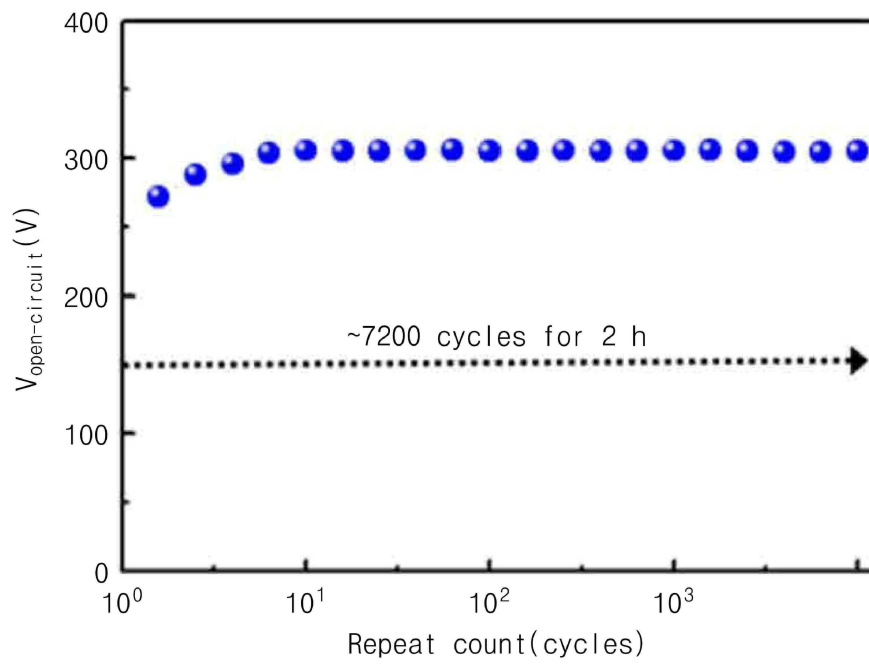
도면9a



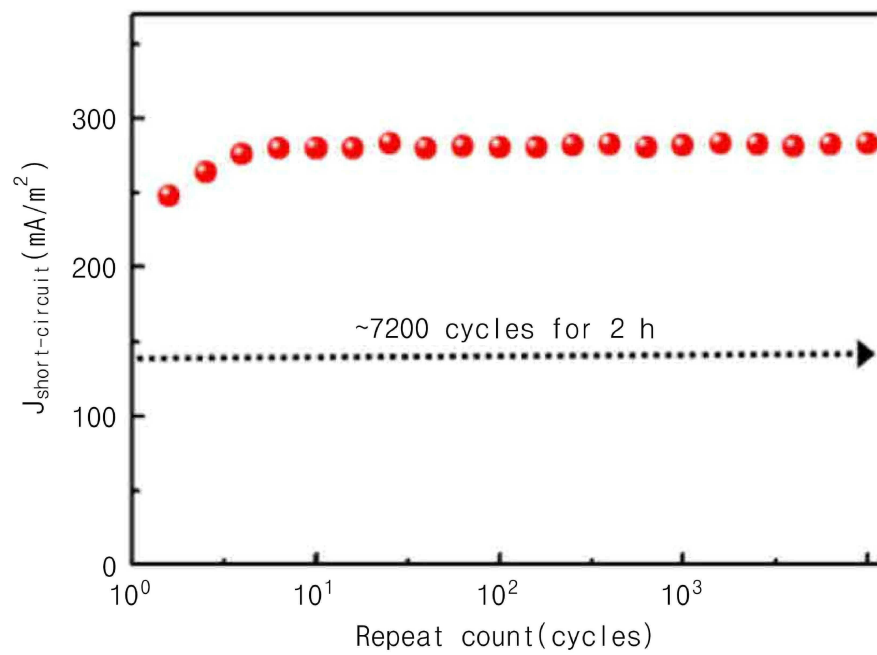
도면9b



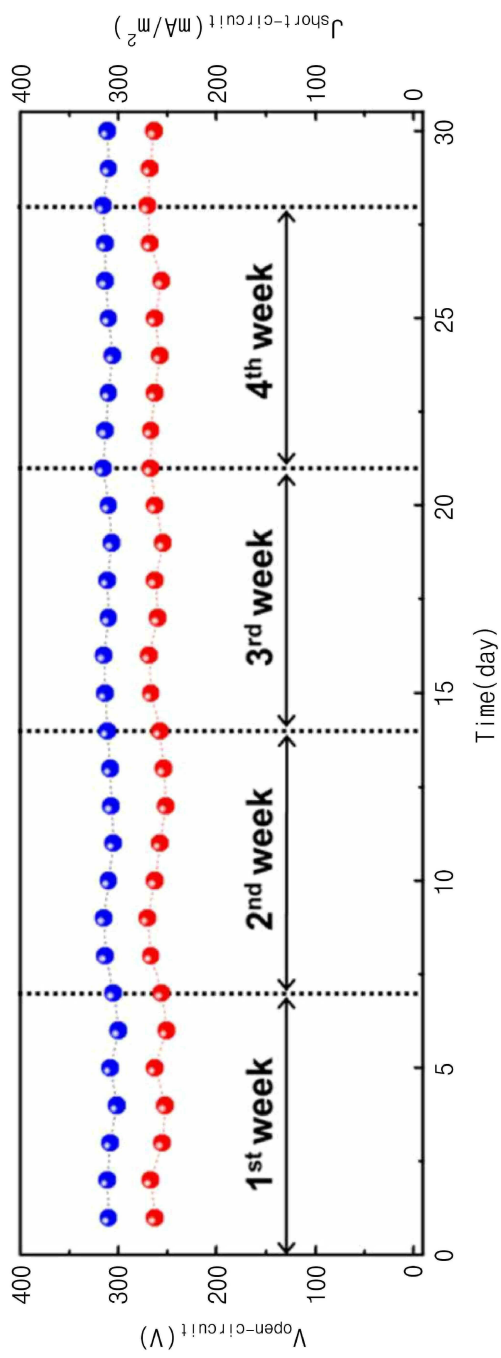
도면10a



도면10b



도면11



도면12

