



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0011241
(43) 공개일자 2021년02월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0088441

(22) 출원일자 2019년07월22일

심사청구일자 2019년07월22일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

박영빈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

장지현

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전용준

전체 청구항 수 : 총 9 항

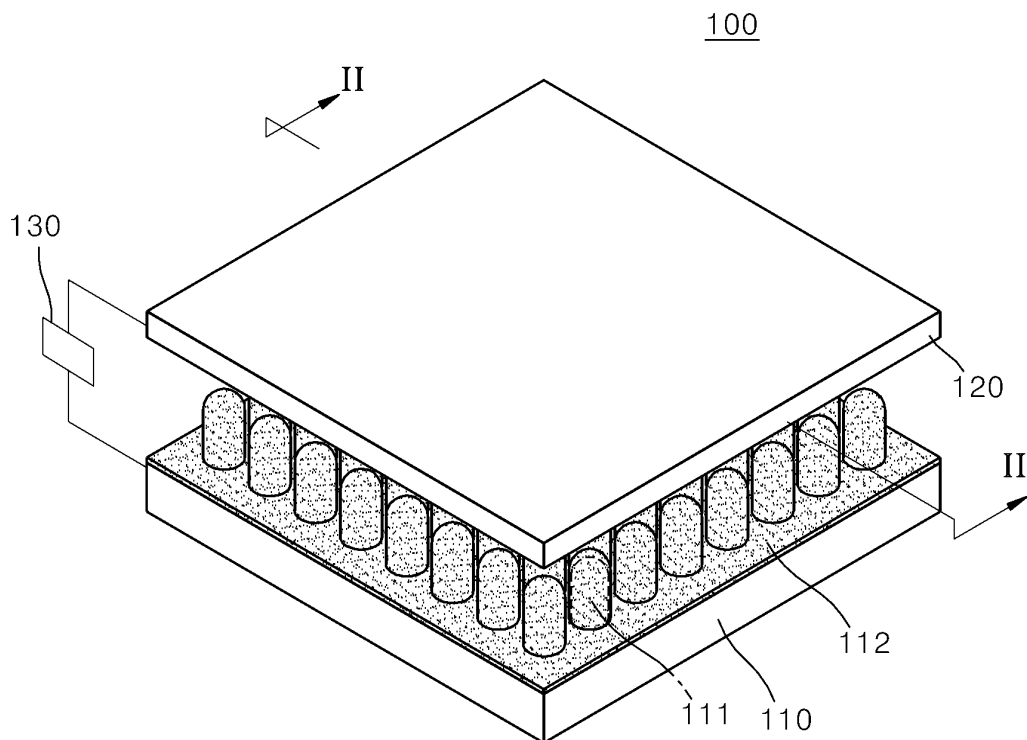
(54) 발명의 명칭 마찰전기 생성장치 및 그 장치의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 제1전극부, 상기 제1전극부 상에 돌출되도록 형성되고, 마이크로 또는 나노구조를 가지며, 이격되도록 배치되는 복수 개의 돌출부들, 상기 제1전극부 및 상기 돌출부들 상의 전부 또는 일부에 배치되고, 도전성을 가지며, 맥신(Mxene) 소재로 형성되는 제1마찰부 및 상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부와

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지고, 도전성을 갖는 제2마찰부, 상기 제1전극부 및 상기 제2마찰부에 각각 연결되고, 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되어 생성되는 마찰전기를 수집하는 제어부를 포함하고, 상기 제1마찰부는, 나노 크기를 가지는 복수 개의 입자들을 포함하고, 상기 입자들이 상기 돌출부들 상에 배치된 상태에서도, 상기 돌출부들의 마이크로 구조 또는 나노구조가 유지되도록, 상기 돌출부들 각각에 도트(dot) 구조로 배치되는 마찰전기 생성 장치를 제공한다.

따라서 마찰면적 향상을 위한 마이크로 구조 또는 나노 구조의 돌출부들 사이사이에 도트(dot) 형태의 입자들이 배치됨으로써, 돌출부들이 갖는 마이크로 구조 또는 나노 구조를 유지하면서도 입자들에 의해 마찰면적을 더욱 증가시킬 수 있다.

(72) 발명자

정창윤

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

박명준

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163304
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성(전력기금)(R&D)
연구과제명	원전 주요 설비 건전성 평가·관리기술 고급트랙
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극부;

상기 제1전극부 상에 돌출되도록 형성되고, 마이크로 또는 나노구조를 가지며, 이격되도록 배치되는 복수 개의 돌출부들;

상기 제1전극부 및 상기 돌출부들 상의 전부 또는 일부에 배치되고, 도전성을 가지며, 맥신(Mxene) 소재로 형성되는 제1마찰부; 및

상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지고, 도전성을 갖는 제2마찰부;

상기 제1전극부 및 상기 제2마찰부에 각각 연결되고, 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되어 생성되는 마찰전기를 수집하는 제어부를 포함하고,

상기 제1마찰부는,

나노 크기를 가지는 복수 개의 입자들을 포함하고, 상기 입자들이 상기 돌출부들 상에 배치된 상태에서도, 상기 돌출부들의 마이크로 구조 또는 나노구조가 유지되도록, 상기 돌출부들 각각에 도트(dot) 구조로 배치되는,

마찰전기 생성 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 입자들은,

퀀텀 닷(quantum dot)으로 형성되는,

마찰전기 생성 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 입자들은,

마찰전기 시리즈 값이 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)보다 더 네거티브(negative)한,

마찰전기 생성 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 돌출부들은,

나노로드들(nano rods)로 형성되는,

마찰전기 생성 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 나노로드들은 산화아연(ZnO) 나노로드들인,

마찰전기 생성 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1전극부는,

탄소 섬유들로 형성되며, 시트 형상을 가지는,

마찰전기 생성 장치.

청구항 7

제1전극부를 준비하고, 상기 제1전극부 상에 돌출되도록 복수 개의 돌출부들을 형성하고, 상기 제1전극부 및 상기 돌출부들 상의 전부 또는 일부에 도전성을 갖는 복수 개의 입자들을 배치하여 제1마찰부를 준비하는 단계;

상기 입자들로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2마찰부를 준비하는 단계; 및

외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되어 생성되는 마찰전기를 수집하는 제어부를 상기 제1전극부 및 상기 제2마찰부에 각각 연결하는 단계를 포함하고,

상기 복수 개의 입자들은,

$M_{n+1}X_nT$ (n 은 1, 2 또는 3임) 조성의 파우더를 준비하고 분산액에 분산시켜 제1용액을 준비하는 단계;

상기 제1용액을 원심분리 하여 생성되는 침전층을 물에 분산시켜 제2용액을 준비하는 단계;

상기 제2용액을 퍼징(purging) 가스로 퍼징하고, 분산기(sonicator)를 이용하여 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 분산시켜 제3용액을 준비하는 단계;

상기 제3용액을 원심분리 후 얻어지는 상층액을 분리하여 제4용액을 준비하는 단계;

상기 제4용액을 데미 워터(demi water)에 분산하고, 폴리에틸렌이민(PEI, polyethyleneimine)을 추가하여 제5용액을 준비하는 단계;

상기 제5용액에 포함되어 있는 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 쪼개서 제6용액을 준비하는 단계; 및

상기 제6용액을 준비하는 단계에서 쪼개지지 않은 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 제거한 제7용액을 준비하는 단계를 통해서 얻어지며,

상기 M 은 원소주기율표의 제3족, 제4족, 제5족 및 제6족 원소 중에서 선택되는 적어도 하나의 전이금속이고, 상기 X 는 탄소(C), 질소(N) 또는 이들의 조합이고, 상기 T 는 옥사이드(O), 히드록사이드(OH), 플루오라이드(F), 클로라이드(Cl), 브로마이드(Br), 아이오다이드(I) 또는 이들의 조합인,

마찰전기 생성 장치 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 입자들은,

퀀텀 닷(quantum dot)으로 형성되는,

마찰전기 생성 장치 제조방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 입자들은,

마찰전기 시리즈 값이 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE)보다 더 네거티브(negative)

한,

마찰전기 생성 장치 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰전기 생성장치 및 그 장치의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 마이크로 또는 나노구조의 돌출부에 형성되는 도전성 입자들을 이용하여 마찰전기 생성 효율을 향상시키는 마찰전기 생성 장치 및 그 장치의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 화석 연료의 고갈과 환경오염으로 인해 지속 가능한 친환경적인 에너지를 확보하는 기술 개발이 중요한 문제로 부상되고 있다. 해결책으로 마찰, 진동열, 바이오 등과 같은 다양한 형태의 에너지원에서 에너지를 수확하는 에너지 하베스팅이 주목을 받고 있다. 이러한 에너지 하베스팅을 이용한 에너지 생성 장치는 마찰이나 진동 등에 의해 발생한 에너지를 웨어러블 기기나 스마트 기기 등에 동력을 공급하기 위해 자주 사용된다.

[0003] 이러한 웨어러블 기기나 스마트 기기 등은 휴대용으로써 크기가 작기 때문에 마찰전기를 이용한 동력 공급을 위해서는 마찰면적이 충분해야만 요구되는 동력을 공급할 수 있다. 다만 종래 이러한 문제를 해결하기 위한 장치들은 마찰면적을 증가시키기 위해서 마찰전기 생성장치의 부피가 커지거나 구조가 복잡해지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1761459호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 마이크로 또는 나노구조의 돌출부에 형성되는 도전성 입자들을 이용하여 마찰전기 생성 효율을 향상시키는 마찰전기 생성 장치 및 그 장치의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 제1전극부, 상기 제1전극부 상에 돌출되도록 형성되고, 마이크로 또는 나노구조를 가지며, 이격되도록 배치되는 복수 개의 돌출부들, 상기 제1전극부 및 상기 돌출부들 상의 전부 또는 일부에 배치되고, 도전성을 가지며, 맥신(Mxene) 소재로 형성되는 제1마찰부 및 상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지고, 도전성을 갖는 제2마찰부, 상기 제1전극부 및 상기 제2마찰부에 각각 연결되고, 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되어 생성되는 마찰전기를 수집하는 제어부를 포함하고, 상기 제1마찰부는, 나노 크기를 가지는 복수 개의 입자들을 포함하고, 상기 입자들이 상기 돌출부들 상에 배치된 상태에서도, 상기 돌출부들의 마이크로 구조 또는 나노구조가 유지되도록, 상기 돌출부들 각각에 도트(dot) 구조로 배치되는 마찰전기 생성 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 제1전극부를 준비하고, 상기 제1전극부 상에 돌출되도록 복수 개의 돌출부들을 형성하고, 상기 제1전극부 및 상기 돌출부들 상의 전부 또는 일부에 도전성을 갖는 복수 개의 입자들을 배치하여 제1마찰부를 준비하는 단계, 상기 입자들로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2마찰부를 준비하는 단계 및 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되어 생성되는 마찰전기를 수집하는 제어부를 상기 제1전극부 및 상기 제2마찰부에 각각 연결하는 단계를 포함하고, 상기 복수 개의 입자들은, M_nX_nT (n 은 1, 2 또는 3임) 조성의 파우더를 준비하고 분산액에 분산시켜 제1용액을 준비하는 단계, 상기 제1용액을 원심분리 하여 생성되는 침전층을 물에 분

산시켜 제2용액을 준비하는 단계, 상기 제2용액을 퍼징(purging) 가스로 퍼징하고, 분산기(sonicator)를 이용하여 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 분산시켜 제3용액을 준비하는 단계, 상기 제3용액을 원심분리 후 얻어지는 상층액을 분리하여 제4용액을 준비하는 단계, 상기 제4용액을 데미 워터(demi water)에 분산하고, 폴리에틸렌이민(PEI, polyethyleneimine)을 추가하여 제5용액을 준비하는 단계, 상기 제5용액에 포함되어 있는 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 쪼개서 제6용액을 준비하는 단계 및 상기 제6용액을 준비하는 단계에서 쪼개지지 않은 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 제거한 제7용액을 준비하는 단계를 통해서 얻어지며, 상기 M은 원소주기율표의 제3족, 제4족, 제5족 및 제6족 원소에서 선택되는 적어도 하나의 전이금속이고, 상기 X는 탄소(C), 질소(N) 또는 이들의 조합이고, 상기 T는 옥사이드(O), 히드록사이드(OH), 플루오라이드(F), 클로라이드(Cl), 브로마이드(Br), 아이오다이드(I) 또는 이들의 조합인 마찰전기 생성 장치 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명에 따른 마찰전기 생성장치 및 그 장치를 제조하는 방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- [0009] 첫째, 마찰면적 향상을 위한 마이크로 구조 또는 나노 구조의 돌출부들 사이사이에 도트(dot) 형태의 입자들이 배치됨으로써, 돌출부들이 갖는 마이크로 구조 또는 나노 구조를 유지하면서도 입자들에 의해 마찰면적을 더욱 증가시킬 수 있다.
- [0010] 둘째, 마찰부를 형성하는 도트 형태의 입자들이 도전성을 가지므로, 마찰부가 비도전성인 경우에 비해 마찰전기 생성효율이 더욱 높다.
- [0011] 셋째, 맥신의 마찰전기 시리즈 값이 매우 네거티브(negative) 하기 때문에 제1마찰부와 제2마찰부의 마찰전기 시리즈 값의 차이가 크도록 형성하기 용이하고, 따라서 마찰전기 생성효율을 향상시키기 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰전기 생성장치의 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치의 II-II선을 취한 단면도이다.
- 도 3은 도 1에 따른 마찰전기 생성장치의 제1마찰부의 확대도이다.
- 도 4는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치의 제조방법을 나타내는 모식도이다.
- 도 5는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치의 작동모습을 나타내는 모식도이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 마찰전기 생성장치의 단면도이다.
- 도 7은 나노로드 상에 맥신 퀀텀 닷을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우에 마찰에 의한 전압 발생량을 각각 나타내는 실험자료이다.
- 도 8은 나노로드 상에 맥신 퀀텀 닷을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우에 마찰에 의한 전류 생성량을 각각 나타내는 실험자료이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0014] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(100)는 제1전극부(110), 돌출부들(111), 제1마찰부(112), 제2마찰부(120) 및 제어부(130)를 포함한다. 상기 제1전극부(110)는 탄소 물질을 포함하는 시트 구조의 탄소 섬유로 형성된다. 물론 상기 탄소 물질은 탄소나노튜브(cnt)나 그 외의 다른 탄소물질로 얼마든지 변경이 가능하다.
- [0015] 상기 탄소 섬유는 직조된 구조를 갖는다. 상기 탄소 섬유는 도전성이 있으므로 전극 역할을 할 수 있다. 즉, 상기 시트 구조의 탄소 섬유가 도전성을 가지므로 상기 돌출부들(111)을 형성하기 위한 베이스 부재 외에 별도의 전극을 설치할 필요가 없이, 상기 시트 구조의 탄소 섬유가 전극 역할을 하면서 상기 돌출부들(111)을 형성할 수 있는 베이스 부재 역할도 하는 것이다. 물론 상기 돌출부들(111)을 형성하기 위한 베이스 부재와 전극을 각각 별개로 형성하는 것도 가능하다. 본 실시예에서는 상기 제1전극부(110)가 탄소 섬유인 것을 예로 들었으나, 상기 제1전극부(110)는 상기 돌출부들(111)을 형성할 수 있는 구조이면 얼마든지 변경이 가능하다.

- [0016] 상기 제1전극부(110) 상에는 돌출되도록 구조화된 돌출부들(111)이 형성된다. 동일한 넓이를 가지는 평면상에서 표면적이 가장 좁은 경우는 평면상에 어떠한 굴곡도 없는 경우이다. 따라서 상기 돌출부들(111)은 상기 제1전극부(110)의 표면에 돌출되어 굴곡을 형성하므로 상기 돌출부들(111)이 없을 때보다 상기 제1전극부(110)의 표면적을 넓히는 역할을 한다. 상기 돌출부들(111)은 복수 개로 형성된다. 즉, 이하에서 설명할 상기 제1마찰부(112) 및 상기 제2마찰부(120)의 마찰에 의한 마찰전기 에너지 생성 시 상기 돌출부들(111)은 상기 제1마찰부(112)의 표면적 증가를 통해서 마찰 에너지 생성량을 증가시킨다.
- [0017] 상기 돌출부들(111)은 나노로드들(nano rods)의 구조를 갖는다. 상기 나노로드들은 이격되도록 복수 개가 형성된다. 상기 나노로드들은 상기 제1전극부(110)의 표면에서 성장되어 형성된다. 상기 나노로드들은 산화아연(ZnO)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노로드들을 다른 소재로 변경이 가능하다. 또한 상기 돌출부들(111)은 다른 나노구조나 마이크로구조로 변경이 가능하다.
- [0018] 상기 제1마찰부(112)는 상기 돌출부들(111) 및 상기 제1전극부(110) 상의 전부 또는 일부에 배치된다. 상기 제1마찰부(112)는 나노 크기를 가지는 복수 개의 입자들을 포함한다. 상기 입자들은 퀀텀 닷(quantum dot)으로 형성된다. 본 실시예에서 상기 퀀텀 닷은 지름이 2nm 내지 10nm에 해당하는 입자를 의미하고, 이미 공지된 퀀텀 닷의 구조와 유사한 구조로 형성된다. 즉, 상기 제1마찰부를 형성하는 상기 입자들은 수 나노미터(nm)에 불과한 크기를 갖는다. 따라서 상기 제1마찰부(112)를 형성하는 상기 입자들은 이격되어 배치되어 있는 상기 돌출부들(111)의 사이사이마다 도트(dot) 구조로 배치된다. 즉, 상기 제1마찰부(112)를 형성하는 상기 입자들이 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 형성되더라도 나노로드들로 형성되는 상기 돌출부들(111)의 나노 구조가 그대로 유지된다. 따라서 상기 돌출부들(111)의 표면적이 그대로 유지된 상태에서 도트 구조의 상기 제1마찰부(112)가 상기 돌출부들(111) 상에 형성되기 때문에 상기 제1마찰부(112)의 마찰면적은 더욱 증가한다.
- [0019] 도 3을 참조하면, 상기 제1마찰부(112)를 형성하는 상기 도트 구조의 입자들의 구조가 나타나 있다. 이에 따르면 상기 제1마찰부(112)가 상기 돌출부들(111) 상에 형성된 후에도 기존에 이격되어 있었던 상기 돌출부들(111)은 서로 접촉되지 않고 이격된 상태를 유지한다. 즉, 상기 제1마찰부(112)가 상기 돌출부들(111)의 표면적을 줄이지 않고 그대로 유지시키면서, 도트 구조의 입자들 상기 돌출부들(111) 상에 형성하는 것이므로 상기 제1마찰부(112)의 표면적은 2중으로 증가되는 효과가 있다.
- [0020] 상기 제1마찰부(112)는 도전성을 가지는 맥신(Mxene) 소재로 형성된다. 상기 제1마찰부(112)는 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값이 폴리테트라플루오로에틸렌(Polytetrafluoroethylene, PTFE) 보다도 더 네거티브(negative)하다. 그러므로 상기 제2마찰부(120)에 어떤 소재를 적용하더라도 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120) 사이의 마찰전기 시리즈 값의 차이가 커질 가능성이 높다. 즉, 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰전기 시리즈 값이 커지면 커질수록 상기 마찰전기 생성장치(100)의 마찰전기 생성량은 증가하기 때문에, 본 발명에 의한 마찰전기 생성장치(100)의 에너지 생성효율은 높다.
- [0021] 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(112)로부터 이격되어 배치된다. 상기 제2마찰부(120)는 신축성을 갖는다. 상기 제2마찰부(120)에 외력이 가해져서 상기 제1마찰부(112)와 접촉과 분리를 반복하기 위해서 상기 제2마찰부(120)는 신축성이 있는 소재일 것을 요한다. 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(112)를 대향하는 부분이 상기 제1마찰부(112)와 상이한 마찰전기 시리즈 값을 갖는다. 하지만, 상기 제2마찰부(120) 전체가 상기 제1마찰부(112)와 다른 마찰전기 시리즈 값을 가지도록 형성될 수도 있다.
- [0022] 본 실시예에서 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1전극부(110)와 동일한 소재로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2마찰부(120)를 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate) 또는 상기 제1마찰부(112)와 마찰전기 시리즈 값이 다른 소재로 얼마든지 변경이 가능하다. 물론 상기 제2마찰부(120)가 비도전성 소재로 형성될 경우에는 제2전극(미도시)이 상기 제2마찰부(120)에 연결되는 것이 필요할 것이다.
- [0023] 상기 제어부(130)는 상기 제1전극부(110) 및 상기 제2마찰부(120)에 각각 연결된다. 상기 제어부(130)는 상기 제1마찰부(112) 및 상기 제2마찰부(120)가 접촉과 분리를 반복할 때, 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 대전현상에 의한 마찰전기를 수집한다.
- [0024] 본 실시예에서 도면에 도시되지는 않았지만 상기 제1전극부(110)와 상기 제2마찰부(120) 사이에는 스페이서들(미도시)이 더 포함될 수 있다. 상기 스페이서들(미도시)은 외력이 없는 상태에서는 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)가 이격된 상태를 유지할 수 있도록 상기 제1전극부(110) 및 상기 제2마찰부(120) 사이에 복수개가 배치된다. 상기 스페이서들(미도시)의 일측은 상기 제1전극부(110)에 고정되고 타측은 상기 제2마찰부(120)에 고정된다. 상기 스페이서들(미도시)은 신축성이 좋은 폴리 우레탄(polyurethane) 소재로 형성된다. 하

지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 스페이서들(미도시)을 신축성이 좋은 다른 소재로 얼마든지 변경이 가능하다.

[0025] 도 4를 참조하면, 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)의 제1마찰부를 형성하는 방법이 도시되어 있다. 이와 함께 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)의 제조방법을 설명한다.

[0026] 먼저 제1전극부(110)를 준비한다. 본 실시예에서는 탄소 섬유로 상기 제1전극부(110)를 형성한다. 그리고 상기 제1전극부(110) 상에 돌출되도록 복수 개의 돌출부들(111)을 형성한다. 상기 돌출부들(111)은 나노로드들로 이루어진다. 상기 나노로드들을 상기 제1전극부(110)에 형성하는 방법은 나노로드들을 임의의 베이스부에 성장시키는 기존의 방법들과 유사하다. 다음으로 제1마찰부(112)를 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 형성한다. 상기 제1마찰부(112)는 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 형성되는 입자들로 이루어진다. 상기 입자들은 맥신(Mxene) 소재이다.

[0027] 상기 입자들은 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상의 전부에 형성된다. 물론 상기 입자들을 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상의 일부에만 형성하는 것도 가능하다. 상기 제1마찰부(112)는 수 나노미터(nm) 크기의 쿼터닷으로 형성된다. 상기 입자들은 스프레이 방식으로 상기 제1전극부(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 형성된다. 상기 스프레이 되는 입자들을 준비하는 과정을 더 자세하게 설명한다.

[0028] 상기 입자들은 맥신으로 형성된다. 맥신은 $M_{n+1}X_nT$ (M은 원소주기율표 상에서 제3족 내지 제6족에 포함되는 전이금속으로써, 예를 들면 Ti, Sc, Cr, Mo, Zr, Hf, Nb, Ta 중의 어느 하나이고, X는 탄소(C) 또는 질소(N)이며, T는 옥사이드(O), 히드록사이드(OH), 플루오라이드(F), 클로라이드(Cl), 브로마이드(Br), 아이오다이드(I), 또는 이들의 조합이다. 이 때 n은 1, 2 또는 3의 값을 갖는다.)의 화학식을 갖는다. 상기 $M_{n+1}X_nT$ 조성의 화합물은 $M_{n+1}AX_n$ (A는 원소주기율표에 상에서 제12족 내지 제16족에 포함되는 원소들 중의 하나으로써, 예를 들면 Al, Si, P, S, Ga, Ge, As, Cd, In, Sn 중의 어느 하나이다.) 조성의 화합물로부터 A층을 제거함으로써 얻어진다. 본 실시예에서 상기 $M_{n+1}X_nT$ 조성의 화합물은 파우더 형태의 것을 이용한다. 맥신에서 상기 T는 상기 A층의 선택적 제거 공정에서 OH , $=O$ 또는 F 등과 같은 표면 작용기로 형성된다. 이러한 구조로 형성되는 맥신은 높은 도전성 및 극히 네거티브한 마찰전기 시리즈 값을 가지므로 상기 마찰전기 생성장치(100)에서 마찰층으로 이용될 경우 마찰전기 생성량을 증가시키는데 효율적이다. 본 실시예에서 상기 M은 티타늄(Ti), 상기 X는 탄소(C), 상기 T는 히드록사이드(OH)이다.

[0029] 먼저 $M_{n+1}AX_n$ 조성의 화합물로부터 A층을 제거한다. 본 실시예에서 상기 A는 알루미늄(Al)이다. 물론 상기 A는 원소주기율표의 12족 내지 16족 원소 중에서 다른 원소로 변경될 수 있다. 상기 A의 제거는 선택적 에칭을 통해서 한다. 본 실시예에서는 상기 $M_{n+1}AX_n$ 에서 상기 A를 제거하기 위해 상기 A와 반응할 수 있는 강산을 처리하여 상기 A를 제거한다. 그리고 상기 강산으로 불산(HF)을 사용한다. 물론 상기 강산의 종류는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0030] 다음으로 상기 $M_{n+1}X_nT$ 파우더를 디메틸설폭시드(DMSO, dimethyl sulfoxide)에 분산시켜 상온에서 24시간 동안 교반한다. 이는 멀티 스택(multi stack) 구조로 형성되어 있는 상기 $M_{n+1}X_nT$ 를 분산시키고, 상기 디메틸설폭시드가 상기 $M_{n+1}X_nT$ 사이의 거리를 넓히기 위함이다.

[0031] 다음으로 상기 $M_{n+1}X_nT$ 파우더를 디메틸설폭시드에 분산시킨 용액을 3500알피엠(RPM)으로 10분동안 원심분리하여 침전층을 얻는다. 상기 침전층은 디메틸설폭시드가 결합되어 있는 맥신을 의미한다. 그리고 상기 침전층을 물에 분산시켜서 용매를 물로 교환한다.

[0032] 다음으로 물에 상기 $M_{n+1}X_nT$ 가 분산된 분산용액을 질소(N_2) 가스로 퍼징(purging)한다. 이는 티타늄과 탄소의 결합력이 약화되어 티타늄이 산소와 결합되는 것을 방지하기 위함이다. 그리고 소니케이터(sonicator)를 이용하여 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 물리적으로 분산시킨다.

[0033] 다음으로 상기 퍼징 과정과 상기 소니케이터에 의한 분산 과정을 거친 용액을 4200알피엠(rpm)으로 5분 동안 원심분리한다. 그리고 상기 원심분리된 용액중에서 상층액을 분리하여 상기 $M_{n+1}X_nT$ 단일층이 분산된 용액을 얻는다.

[0034] 다음으로 상기 상층액을 데미 워터(demi water)에 분산 후 적절한 분자량을 갖는 폴리에틸렌이민(PEI,

polyethyleneimine)을 추가한다. 본 실시예에서 상기 상층액은 2밀리리터(ml), 상기 데미 워터는 40밀리리터(ml), 상기 폴리에틸렌이민은 상기 데미 워터에서 30중량 퍼센트(wt%)가 사용된다. 상기 폴리에틸렌이민은 상기 $M_{n+1}X_nT$ 의 산화방지 및 안정제(stabilizing agent) 역할을 한다.

[0035] 다음으로 상기 상층액에 상기 데미 워터 및 상기 폴리에틸렌이민을 추가한 용액을 오토클레이브에 넣고 120도씨(°C)에서 4시간 동안 수열합성(hydrothermal) 한다. 이는 상기 용액에 포함되어 있는 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 더 잘게 쪼개기 위함이다. 그리고 더 잘게 쪼개진 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 포함하는 용액을 220나노미터(nm) 포어사이즈를 갖는 멤베레인을 이용하여 걸러낸다. 이렇게 함으로써 상기 수열합성 과정에서 잘게 쪼개지지 않은 벌크(bulk) 사이즈의 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 걸러내고, 수 나노미터(nm)의 작은 사이즈를 갖는 상기 $M_{n+1}X_nT$ 입자를 포함하는 용액을 얻어서, 스프레이에 이용되는 용액을 준비할 수 있다.

[0036] 다음으로 상기 제1마찰부(112)와 마찰전기 시리즈 값이 다른 제2마찰부(120)를 준비하고, 상기 제1마찰부(112)와 이격되게 배치한다. 끝으로 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 접촉과 분리에 의해 발생하는 마찰전기를 수집할 수 있는 제어부(130)를 상기 제1전극부(110)와 제2마찰부(120)에 각각 연결한다. 이렇게 함으로써 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(100))를 제조한다.

[0037] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치의 제어부(130)의 일 단은 상기 제1전극부(110)와 연결되고, 타 단은 상기 제2마찰부(120)와 연결된다. 외력에 의해서 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 대전 현상이 발생한다. 따라서 상기 대전 현상에 의한 전기적 흐름이 상기 제1전극부(110) 및 상기 제2마찰부(120)를 통해서 발생한다. 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(110)와 다른 마찰전기 시리즈 값을 가짐으로써, 마찰층으로써의 역할을 함과 동시에 도전성을 가지므로 전극부로서의 역할을 함께 할 수 있다. 이렇게 함으로써 상기 마찰전기 생성장치(100)의 구조를 간단하게 하여 제작을 용이하게 할 수 있다. 상기 제어부(130)는 이렇게 발생한 마찰전기 에너지를 수집하는 역할을 한다.

[0038] 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(200)는 제1전극부(210), 돔부들(211), 돌출부들(212), 제1마찰부(212), 제2마찰부(220) 및 제어부(230)를 포함한다. 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(200)는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)와 비교할 때, 상기 제1전극부(210) 상에 상기 돔부들(211)이 더 형성되어 있고, 상기 돔부들(211) 상에 상기 돌출부들(212)이 형성되는 점이 상이하다. 그 외에 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(200)의 소재나 구조 등은 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)와 유사하므로 설명을 생략한다.

[0039] 상기 제1전극부(210) 시트 형태의 탄소 섬유로 형성된다. 상기 돔부들(211)은 상기 제1전극부(210)와 동일한 소재로 형성된다. 또한 상기 돔부들(211)은 상기 제1전극부(210)와 일체로 형성된다. 상기 돔부들(211)로 인해 상기 제1전극부(210)의 표면적은 넓어진다. 즉, 상기 돔부들(211)이 없이 평평한 형태로 상기 제1전극부(210)가 형성되어 있는 경우보다 상기 제1전극부(210) 상에 상기 돔부들(211)이 형성되어 굴곡이 생기게 함으로써, 상기 제1전극부(210)의 표면적이 넓어진다. 그러므로 상기 돌출부들(212)을 형성하기 위한 면적이 증가하게 되어 더 많은 상기 돌출부들(212)을 형성할 수 있다. 이는 결국 상기 제1마찰부(213)를 형성할 수 있는 면적을 증가시키는 결과가 된다. 따라서 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(200)는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)에 비해 더 많은 맥신 입자들을 형성할 수 있게 함으로써, 마찰면적을 증가시켜 마찰전기 생성효율을 향상시킨다. 본 실시예에서는 상기 제2마찰부(220)가 평평한 형태로 형성되어 있지만, 상기 제2마찰부(220)가 상기 제1마찰부(213)와 마찰하는 면에 상기 돔부들(211) 및 상기 돌출부들(212)과 같은 형태의 구조체들을 더 포함할 수도 있다.

[0040] 도 7을 참조하면, 도 7은 나노로드 상에 맥신 퀀텀 닷을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우에 마찰에 의한 전압 변화를 각각 나타내는 실험자료이다. 즉, (a)의 실험자료는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)에서 맥신으로 형성되는 제1마찰부(112)를 제거하고 나노로드들을 하나의 마찰부로 하고, 제2마찰부(120)는 폴리에틸렌테레프탈레이트로 형성한 후 마찰에 따른 전압 변화를 측정한 것이다. (b)의 실험자료는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)에서 제2마찰부(120)를 폴리에틸렌테레프탈레이트로 형성한 후 마찰에 따른 전압 변화를 측정한 것이다.

[0041] 두 실험결과를 비교해 보면, 맥신을 제거하고 마찰전기를 생성한 경우에는 전압 변화 최대치가 20볼트 정도인데 반해, 맥신을 형성하고 마찰전기를 생성한 경우에는 전압 변화 최대치가 40볼트 정도로 맥신이 없는 경우보다 2배 정도 높은 것을 알 수 있다. 즉, 나노로드 상에 맥신을 형성한 경우에는 맥신이 갖는 도전성, 마찰전기 시리즈 값이 극히 네거티브 한 점, 맥신 입자가 마찰면적을 넓혀 주는 점 등에 의해 나노로드들만 형성하고 마찰전

기를 생성한 경우에 비해 마찰전기 생성효율이 크게 향상된 것을 알 수 있다.

[0042] 도 8을 참조하면, 도 8은 나노로드 상에 맥신 퀀텀 닷을 형성한 경우와 형성하지 않은 경우에 마찰에 의한 전류 변화를 각각 나타내는 실험자료이다. 즉, (a)의 실험자료는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)에서 맥신으로 형성되는 제1마찰부(112)를 제거하고 나노로드들을 하나의 마찰부로 하고, 제2마찰부(120)는 폴리에틸렌테레프탈레이트로 형성한 후 마찰에 따른 전류 변화를 측정하는 것이다. (b)의 실험자료는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(100)에서 제2마찰부(120)를 폴리에틸렌테레프탈레이트로 형성한 후 마찰에 따른 전류 변화를 측정하는 것이다.

[0043] 두 실험결과를 비교해 보면, 맥신을 제거하고 마찰전기를 생성한 경우에는 전류 변화 최대치가 3나노암페어 정도인데 반해, 맥신을 형성하고 마찰전기를 생성한 경우에는 전류 변화 최대치가 350나노암페어 정도로 맥신이 없는 경우보다 거의 120배 정도 높은 것을 알 수 있다. 이렇듯 맥신이 마찰층에 형성된 경우의 에너지 마찰전기 생성 효율은 상당한 이점이 있는 것을 알 수 있다.

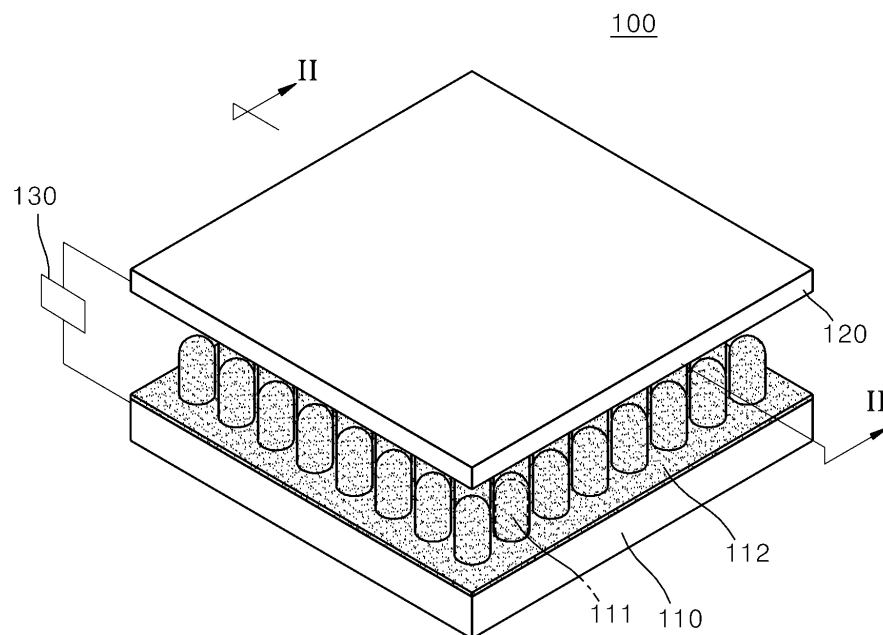
[0044] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

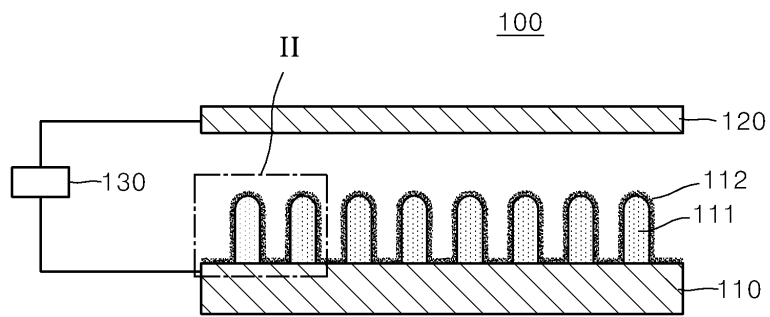
[0045] 100, 200: 마찰전기 생성장치
110, 210: 제1전극부
111, 212: 나노로드(돌출부)
112, 213: 제1마찰부
120, 220: 제2마찰부
130, 230: 제어부
211: 돔부

도면

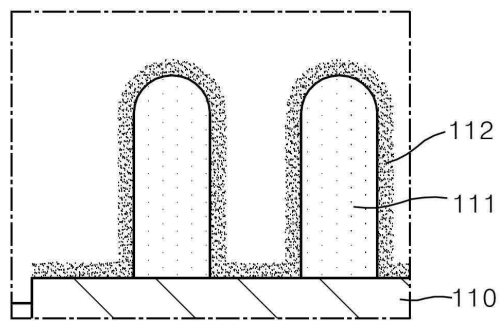
도면1



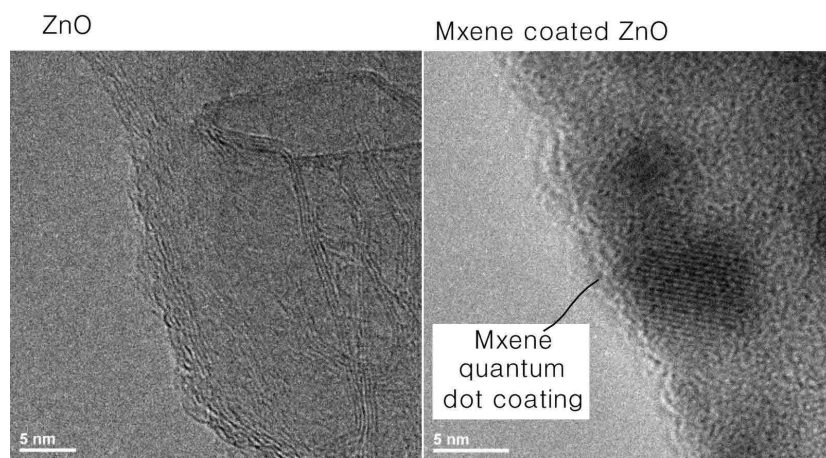
도면2



도면3

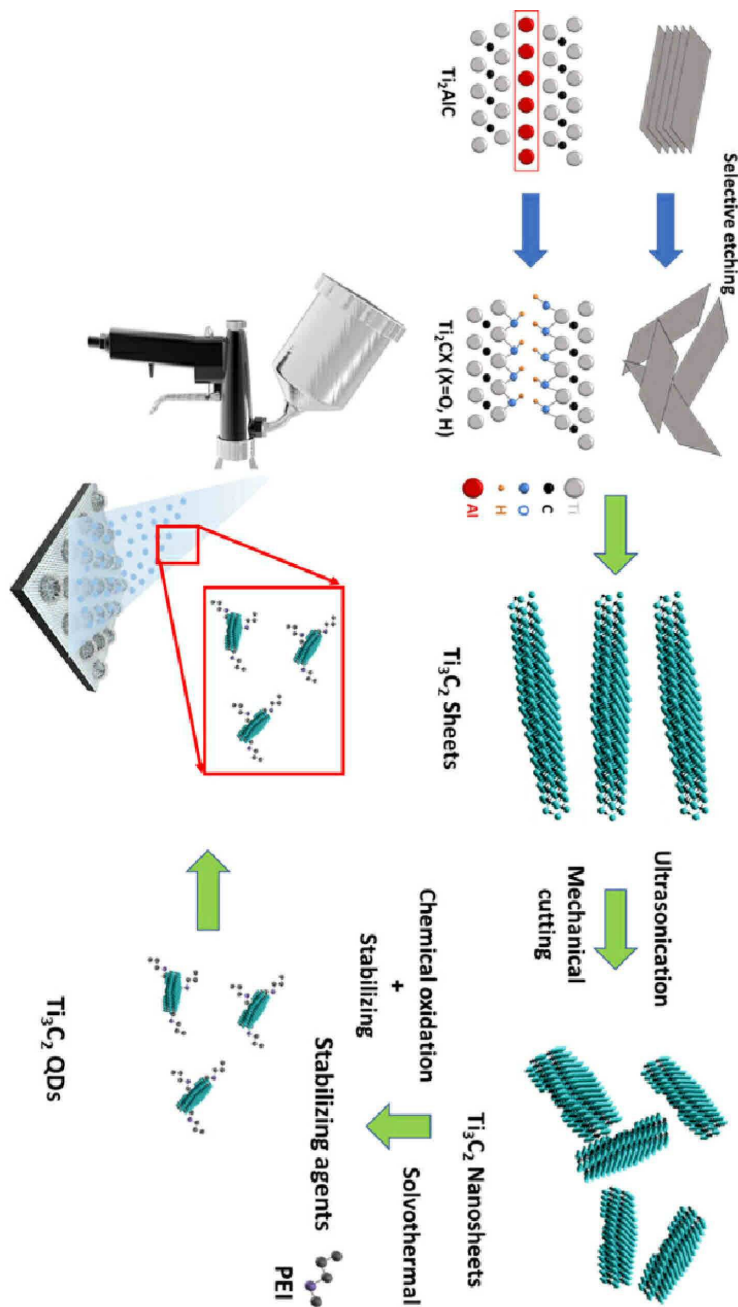


(a)

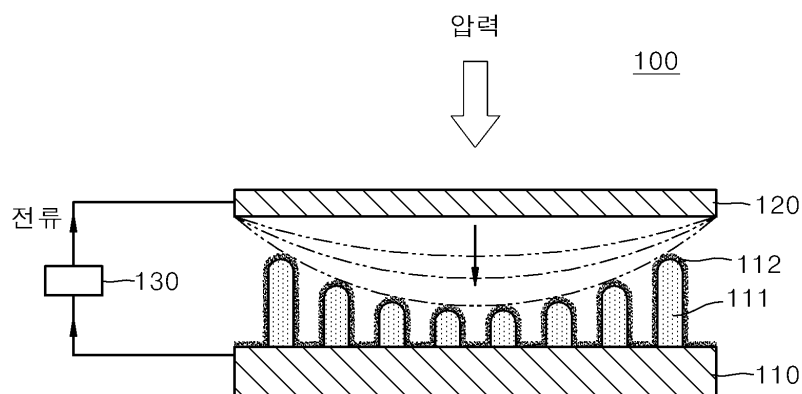


(b)

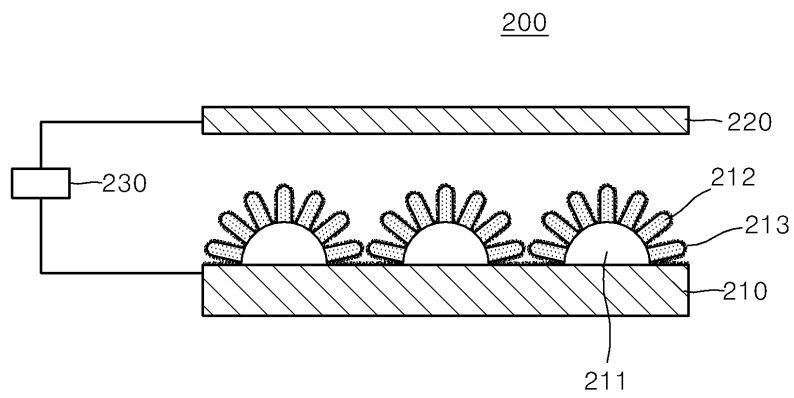
도면4



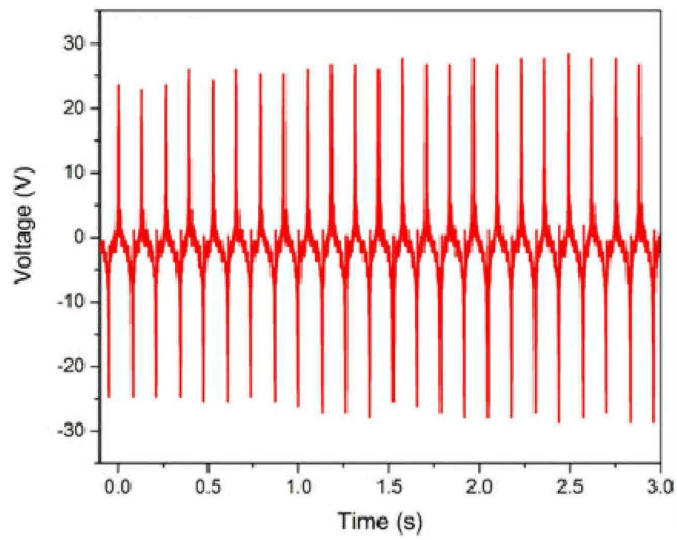
도면5



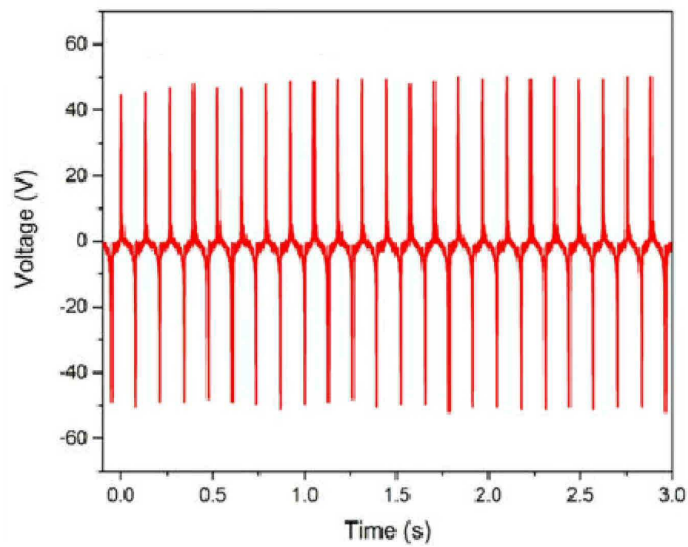
도면6



도면7

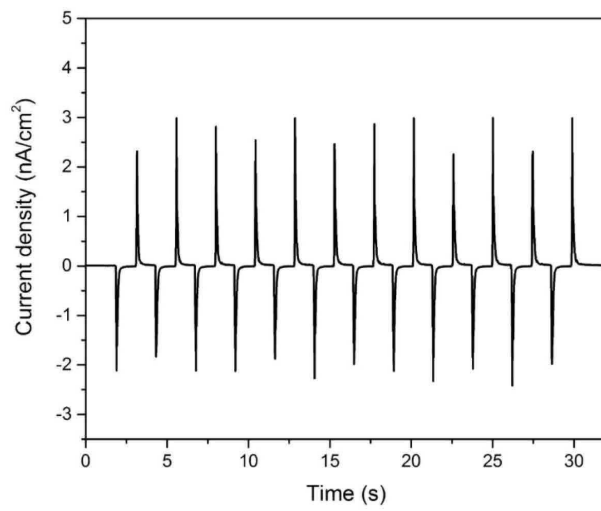


(a)

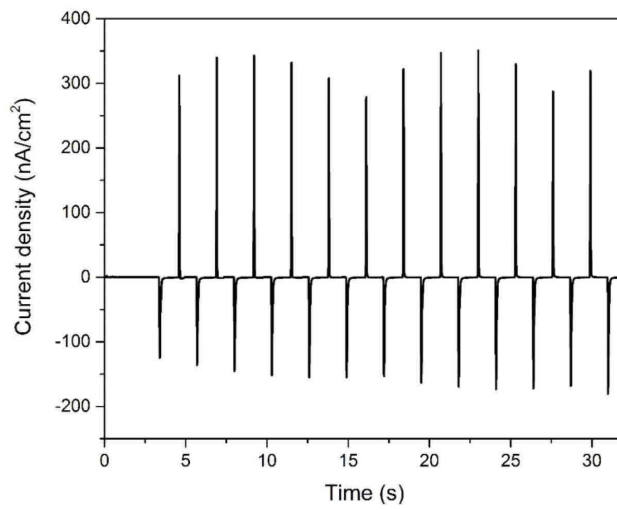


(b)

도면8



(a)



(b)