



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0059692
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0144738

(22) 출원일자 2018년11월21일

심사청구일자 2018년11월21일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김태성

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

박준규

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이경훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

전용준

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치

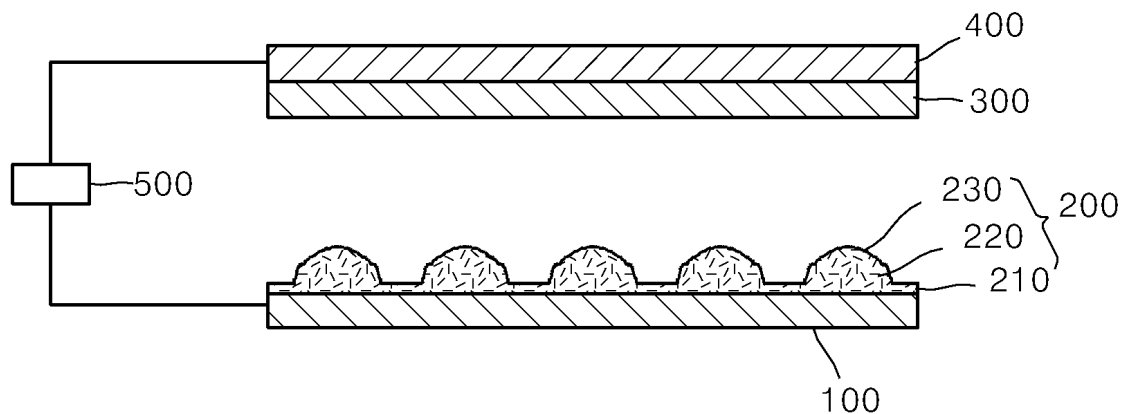
(57) 요약

본 발명은 제1전극, 상기 제1전극 상에 배치되는 몸체부 및 상기 몸체부 상에 형성되는 접촉부를 포함하고, 상기 제1전극과 전기적으로 연결되는 제1마찰층, 상기 제1마찰층에 대향하도록 상기 제1마찰층의 상부에 이격되어 배치되고, 상기 제1마찰층과 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2마찰층, 상기 제2마찰층 상에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2

1000



배치되어 상기 제2마찰층과 전기적으로 연결되는 제2전극 및 상기 제1전극 및 상기 제2전극에 각각 전기적으로 연결되어 있는 마찰전기 에너지 수집부를 포함하고, 상기 접촉부는, 상기 몸체부와 일체로 형성되고, 상기 몸체부의 상면으로부터 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제1돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제1돌출부 및 상기 제1돌출부와 일체로 형성되고, 상기 제1돌출부의 상부에서 연장되어 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제2돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제2돌출부를 포함하며, 외력에 의해서 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 마찰전기가 발생하고, 상기 발생된 마찰전기를 상기 마찰전기 에너지 수집부를 통해 저장하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치를 제공한다.

따라서 마찰표면이 복층구조의 돌출부 및 돌출부 상에 형성되어 있는 돌기부들에 의해 초발수성을 가짐으로써 내습성 및 내오염성이 향상된다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711067858
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
연구과제명 나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711065952
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원
연구과제명 급속·정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극;

상기 제1전극 상에 배치되는 몸체부 및 상기 몸체부 상에 형성되는 접촉부를 포함하고, 상기 제1전극과 전기적으로 연결되는 제1마찰층;

상기 제1마찰층에 대향하도록 상기 제1마찰층의 상부에 이격되어 배치되고, 상기 제1마찰층과 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2마찰층;

상기 제2마찰층 상에 배치되어 상기 제2마찰층과 전기적으로 연결되는 제2전극; 및

상기 제1전극 및 상기 제2전극에 각각 전기적으로 연결되어 있는 마찰전기 에너지 수집부를 포함하고,

상기 접촉부는,

상기 몸체부와 일체로 형성되고, 상기 몸체부의 상면으로부터 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제1돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제1돌출부; 및

상기 제1돌출부와 일체로 형성되고, 상기 제1돌출부의 상부에서 연장되어 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제2돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제2돌출부를 포함하며,

외력에 의해서 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 마찰전기가 발생하고, 상기 발생된 마찰전기를 상기 마찰전기 에너지 수집부를 통해 저장하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1마찰층은,

상기 제1돌출부의 평균 횡단면이 상기 제2돌출부의 평균 횡단면보다 크게 형성되는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1돌출부는 제1돔 형태로 형성되고,

상기 제2돌출부는 상기 제1돌출부의 상면 상에, 상기 제1돌출부의 상면보다 폭이 좁은 하면을 갖는 제2돔 형태로 형성되는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1마찰층은,

상기 제1돌출부가 이격되어 복수 개가 형성되어 있고,

상기 제2돌출부는 상기 복수 개의 제1돌출부의 상부에 각각 형성되어 있는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층 사이에 배치되고, 일측은 상기 제1마찰층에 고정되고 타측은 상기 제2마찰층에 고정되는 복수 개의 스페이서들을 더 포함하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

청구항 6

제1전극;

상기 제1전극 상에 배치되는 몸체부 및 상기 몸체부 상에 형성되는 접촉부를 포함하고, 상기 제1전극과 전기적으로 연결되는 제1마찰층;

상기 제1마찰층에 대향하도록 상기 제1마찰층의 상부에 이격되어 배치되고, 상기 제1마찰층과 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2마찰층;

상기 제2마찰층 상에 배치되어 상기 제2마찰층과 전기적으로 연결되는 제2전극; 및

상기 제1전극 및 상기 제2전극에 각각 전기적으로 연결되어 있는 마찰전기 에너지 수집부를 포함하고,

상기 접촉부는,

상기 몸체부와 일체로 형성되고, 상기 몸체부의 상면으로부터 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 돌출부를 포함하며,

외력에 의해서 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 마찰전기가 발생하고, 상기 발생된 마찰전기를 상기 마찰전기 에너지 수집부를 통해 저장하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 복층 구조로 형성되는 돌출부와 돌출부 상에 형성되어 있는 돌기들에 의한 초발수성 표면을 가짐으로써 내습성 및 내오염성이 향상된 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 기계적 에너지를 수확하여 전기 에너지로 변환하는 마찰전기 발전기가 널리 사용되고 있다. 하지만 이러한 마찰전기 발전기는 다습한 환경에서 마찰전기 발전기의 특성상 마찰층의 표면에 생긴 수분층이나 주변 환경의 습도에 의하여 발전 효율이 현저히 감소하여 기능을 발휘하기 어려운 문제가 있다. 또한 발전 장치의 마찰층이 먼지 등에 의해 오염될 경우 발전 효율이 현저히 감소하는 문제가 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 초발수성 마찰전기 발전기가 개발되고 있지만, 여전히 만족할 만한 내습성이나 내오염성을 갖지는 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1468334호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 복층 구조로 형성되는 돌출부와 돌출부 상에 형성되어 있는 돌기들에 의한 초발수성 표면을 가짐으로

써 내습성 및 내오염성이 향상된 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 제1전극, 상기 제1전극 상에 배치되는 몸체부 및 상기 몸체부 상에 형성되는 접촉부를 포함하고, 상기 제1전극과 전기적으로 연결되는 제1마찰층, 상기 제1마찰층에 대향하도록 상기 제1마찰층의 상부에 이격되어 배치되고, 상기 제1마찰층과 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2마찰층, 상기 제2마찰층 상에 배치되어 상기 제2마찰층과 전기적으로 연결되는 제2전극 및 상기 제1전극 및 상기 제2전극에 각각 전기적으로 연결되어 있는 마찰전기 에너지 수집부를 포함하고, 상기 접촉부는, 상기 몸체부와 일체로 형성되고, 상기 몸체부의 상면으로부터 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제1돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제1돌출부 및 상기 제1돌출부와 일체로 형성되고, 상기 제1돌출부의 상부에서 연장되어 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 제2돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 제2돌출부를 포함하며, 외력에 의해서 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 마찰전기가 발생하고, 상기 발생된 마찰전기를 상기 마찰전기 에너지 수집부를 통해 저장하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치를 제공한다.

[0006] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 제1전극, 상기 제1전극 상에 배치되는 몸체부 및 상기 몸체부 상에 형성되는 접촉부를 포함하고, 상기 제1전극과 전기적으로 연결되는 제1마찰층, 상기 제1마찰층에 대향하도록 상기 제1마찰층의 상부에 이격되어 배치되고, 상기 제1마찰층과 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2마찰층, 상기 제2마찰층 상에 배치되어 상기 제2마찰층과 전기적으로 연결되는 제2전극 및 상기 제1전극 및 상기 제2전극에 각각 전기적으로 연결되어 있는 마찰전기 에너지 수집부를 포함하고, 상기 접촉부는, 상기 몸체부와 일체로 형성되고, 상기 몸체부의 상면으로부터 상기 제2마찰층 방향으로 돌출되어 있으며, 외주면에 나노 스케일 또는 마이크로 스케일을 갖는 복수 개의 돌기들이 형성되어 있는 마이크로 스케일의 돌출부를 포함하며, 외력에 의해서 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층과 상기 제2마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 마찰전기가 발생하고, 상기 발생된 마찰전기를 상기 마찰전기 에너지 수집부를 통해 저장하는 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치를 제공한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0008] 첫째, 마찰표면이 복층구조의 돌출부 및 돌출부 상에 형성되어 있는 돌기부들에 의해 초발수성을 가짐으로써 내습성 및 내오염성이 향상된다.

[0009] 둘째, 내습성이 향상된 초발수성 표면을 가짐으로써, 습한 환경에서도 발전효율이 크게 저하되지 않는다.

[0010] 셋째, 초발수표면을 이용하여 마찰전기 표면에 물의 젖음 현상을 방지하여 발전효율 저하를 방지할 수 있다.

[0011] 넷째, 복층구조의 돌출부 및 돌출부 상에 형성되어 있는 돌기부에 의해 마찰면적이 증가되어 마찰전기 발전효율이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치의 사시도이다.

도 2는 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치의 II-II선을 취한 단면도이다.

도 3은 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치의 마찰표면의 일부를 확대한 확대도 및 초발수 표면에서 불순물이 제거되는 모습을 나타내는 모식도이다.

도 4는 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 이용되는 초발수 표면을 제작하기 위한 몰드의 제작과정 및 몰드 내부에 주입되는 나노 입자 현탁액의 농도 변화에 따른 몰드의 형태 변화를 나타내는 모식도이다.

도 5는 도 4에 따른 몰드를 이용하여 초발수 표면을 제작하는 과정을 나타내는 모식도이다.

도 6은 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 이용되는 초발수 표면의 제작 공정을 개략적으로 나타내는 모식도이다.

도 7은 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 이용되는 초발수 표면의 구조에 따른 마찰전기 생성장치의 전기적 출력을 나타내는 실험자료이다.

도 8은 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 이용되는 초발수 표면을 이용한 단일전극 마찰전기 생성장치의 전기적 출력 특성을 나타내는 실험자료이다.

도 9는 도 1에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치에 이용되는 초발수 표면의 구조에 따른 마찰전기 생성장치의 내습성 및 자체 세정 성능을 비교한 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 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치(1000)는 제1전극(100), 제1마찰층(200), 제2마찰층(300), 제2전극(400) 및 에너지 수집부(500)를 포함한다. 상기 마찰전기 생성장치(1000)는 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300)을 일정간격으로 이격시키기 위해 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300) 사이에 스페이서들(미도시)을 더 포함할 수도 있다. 상기 스페이서들(미도시)의 양 단은 각각 대향하는 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300)에 각각 고정되어 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층이 일정한 간격으로 이격되도록 한다.
- [0015] 상기 제1전극(100)은 인듐 주석 산화물(ITO, Indium tin oxide)로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1전극(100)을 알루미늄(Al), 구리(Cu), 마그네슘(Mg), 텅스텐(W), 철(Fe), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag), 탄탈륨(Ta), 티타늄(Ti), 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이들의 합금 등으로 이루어진 금속 또는 탄소 화합물 등 다른 소재로 변경 가능하다.
- [0016] 상기 제1마찰층(200)은 몸체부(210), 제1돌출부(220), 제1돌기들(221), 제2돌출부(230), 제2돌기들(231)을 포함한다. 본 실시예에서는 상기 제1돌출부(220), 제1돌기들(221), 제2돌출부(230), 제2돌기들(231)을 접촉부라고 지칭한다. 상기 제1마찰층(200)은 플렉서블(flexible)한 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1마찰층(200)을 다른 소재로 변경이 가능하다. 상기 제1마찰층(200)은 상기 제1전극(100) 상에 배치된다. 외력에 의해서 상기 제1마찰층(200)은 상기 제2마찰층(300)과 접촉되고 분리되면서 상기 제2마찰층(300)과 마찰전기 시리즈 값(Triboelectric series)의 차이로 인해 마찰전기를 발생시킨다.
- [0017] 도 3을 참조하면, 상기 몸체부(210)는 상기 제1마찰층(200)의 하측 부분이다. 즉 상기 접촉부가 상기 제2마찰층(300) 방향으로 돌출되어 있고 상기 몸체부(210)가 상기 접촉부의 하부에서 상기 접촉부를 지지한다. 즉, 상기 몸체부(210)는 상기 접촉부를 지지하는 베이스 역할을 한다.
- [0018] 상기 제1돌출부(220)는 마이크로 스케일 또는 나노 스케일로 형성되며, 상기 몸체부(210)와 일체로 형성된다. 상기 제1돌출부(220)는 상기 몸체부(210) 상에 상기 제2마찰층(300) 방향으로 돌출되어 있다. 상기 제1돌출부(220)의 외주면에는 나노 스케일을 갖는 제1돌기들(221)이 복수 개 형성되어 있다. 따라서 상기 제1돌출부(220) 및 상기 제1돌기들(221)은 상기 몸체부(210) 상에 마이크로미터 스케일 또는 나노 스케일로 다수가 돌출되는 형태를 가짐으로써 상기 제1마찰층(200)의 표면이 초발수성을 갖도록 한다.
- [0019] 또한 도 3의 (b)를 참조하면, 물이 평평한 표면을 적시는 경우는 먼지를 씻어내지 못하지만, 상기 제1돌기들(221)과 같은 나노 구조 표면에서는 먼지도 약한 힘으로 표면에 붙어 있고 물방울도 굴러가면서 쉽게 먼지를 머금을 수 있다. 따라서 상기 제1돌기들(221)이 형성되어 있는 상기 제1마찰층(200)은 자가 세정 능력으로 깨끗한 표면을 유지하게 된다. 물론 상기 제1돌기들(221)은 마이크로 스케일 또는 다른 스케일로 형성될 수도 있다.
- [0020] 상기 제1돌출부(220)는 원통형 돔형상의 기둥 모양으로 형성된다. 물론 상기 제1돌출부(220)는 상기 제1마찰층(200)이 초발수성을 갖도록 하는 다른 형상으로 변경이 가능하다. 상기 제1돌출부(220)는 평평한 상기 몸체부(210)의 표면에 돌출되어 있으므로 상기 제1마찰층(200)의 표면적을 넓히는 역할을 한다. 이는 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300)을 이용하여 마찰전기를 발생시킬 때 마찰전기 생성량을 증대시키는 역할을 한다.
- [0021] 상기 제1돌출부(220)는 상기 몸체부(210) 상에 상기 몸체부(210)와 일체로 이격되어 복수 개가 형성된다. 물론 상기 제1돌출부(220)의 개수는 다양하게 변경이 가능하다. 또한 상기 제2돌출부(230)는 상기 제1돌출부(220)가 형성되어 있는 각각의 상부에 하나씩 형성된다.
- [0022] 상기 제1돌출부(220)의 상부에는 제2돌출부(230)가 상기 제1돌출부(220)와 일체로 형성되어 있다. 상기 제2돌출

부(230)는 원통형 돔형상의 기둥 모양으로 형성된다. 물론 상기 제2돌출부(230)는 상기 제1마찰층(200)이 초발수성을 갖도록 하는 다른 형상으로 변경이 가능하다. 상기 제2돌출부(230)는 마이크로 스케일 또는 나노 스케일로 형성되며, 상기 제1돌출부(220)의 상부에서 상기 제2마찰층(300) 방향으로 돌출되어 형성된다. 또한 상기 제2돌출부(230)의 외주면에는 나노 스케일을 갖는 제2돌기들(231)이 복수 개 형성되어 있다. 따라서 상기 제2돌출부(230) 및 상기 제2돌기들(231)은 상기 제1돌출부(220) 상에 마이크로미터 스케일 또는 나노 스케일로 돌출되는 형태를 가짐으로써 상기 제1마찰층(200) 표면의 발수성을 더욱 강화시킨다.

[0023] 상기 제2돌기들(231)은 상기 제2돌출부(230)에 의해 상기 제1마찰층(200)이 갖는 발수성을 더욱 강화하는 역할을 한다. 물론 상기 제2돌기들(231)은 마이크로 스케일 또는 다른 스케일로 형성될 수도 있다. 상기 제2돌기들(231) 또한 상기 제1돌기들(221)과 같이 상기 제1마찰층(200)의 발수성을 강화하고, 상기 제1마찰층(200)의 자가세정이 가능토록 돕는다.

[0024] 상기 제2돌출부(230)는 상기 제1돌출부(220)와 같이 사각 기둥 형상으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2돌출부(230)를 돔 형태 또는 다른 형태로 변경이 가능하다.

[0025] 상기 제2돌출부(230)의 평균 횡단면은 상기 제1돌출부(220)의 평균 횡단면보다 작다. 즉 상기 제1돌출부(220)의 하단에서 상기 제2돌출부(230)의 상단으로 갈수록 폭이 좁아진다. 따라서 상기 제1돌출부(220)와 상기 제2돌출부(230)의 경계부에는 계단식의 층이 형성된다. 즉, 상기 제1돌출부(220) 상면에는 상기 제1돌출부(220) 상면의 폭과 상기 제2돌출부(230) 하면의 폭의 차이만큼의 완만한 경사면 또는 평면이 형성된다. 물론 제1돌출부(220)에 형성되어 있는 상기 경사면 또는 평면에도 상기 제1돌기(221)들이 형성되어 있다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1돌출부(220)와 상기 제2돌출부(230)가 하나의 돌출부로 완만하게 폭이 좁아지는 형태로 형성될 수도 있다.

[0026] 상기 제1돌출부(220)와 상기 제2돌출부(230)가 상기 계단식의 층을 형성하고, 상기 제1돌출부(220)의 외주면에 형성된 상기 제1돌기(221)들 및 상기 제2돌출부(230)의 외주면에 형성된 상기 제2돌기(231)들로 인하여 상기 제1마찰층(200)은 초발수성을 갖는다. 따라서 본 실시예에 따른 마찰전기 생성장치(1000)에 상기 제1마찰층(200)을 사용할 경우 상기 마찰전기 생성장치(1000)는 내습성 및 내오염성이 향상되는 장점이 있다.

[0027] 실험적으로 상기 제1마찰층(200)의 표면에 물방울을 떨어뜨렸을 때, 상기 제1마찰층(200) 표면이 평면 구조인 경우 정적 접촉각(SCA)은 113도, 단층의 사각 기둥 형태의 돌출부가 있는 경우는 상기 정적 접촉각이 135도, 복층의 사각 기둥 형태의 돌출부가 있는 경우는 상기 정적 접촉각이 143도, 복층의 원통형 돔형상의 기둥 모양 돌출부 외주면에 나노 구조가 형성되어 있는 경우는 상기 정적 접촉각이 161도를 나타낸다. 따라서 복층의 원통형 돔형상의 기둥 모양 돌출부 외주면에 나노 구조가 형성되어 있는 도 1의 상기 제1마찰층(200)의 표면은 초발수성 표면에 해당한다.

[0028] 이하에서는 상기 제1마찰층(200)을 초발수 표면으로 형성하는 방법을 구체적으로 설명한다.

[0029] 도 4를 참조하면, 도 4의 (A)에는 본 실시예에 이용되는 도 1에 따른 제1마찰층(200)의 초발수 표면을 제작하기 위한 몰드의 제작 과정이 도시되어 있다. 상기 몰드 제작은 포토 리소그래피와 파티클 리소그래피 두 단계의 과정을 통해서 한다. 상기 몰드는 제1격벽부(610), 제2격벽부(620) 및 베이스부(630)를 포함한다. 상기 몰드는 내부에 저장 공간을 포함하고 상부가 개방되어 있다. 상기 저장 공간은 상기 제1격벽부(610), 상기 제2격벽부(620) 및 상기 베이스부(630)로 둘러싸여 있다.

[0030] 먼저 상기 포토 리소그래피 과정을 설명한다. 상기 포토 리소그래피에 사용되는 소재를 설명한다. 상기 베이스부(630)는 실리콘 웨이퍼로 형성된다. 그리고 상기 베이스부(630) 상에 형성되는 제1격벽부(610)는 제1네거티브 포토 레지스트로 형성된다. 상기 제1격벽부 상에 형성되는 상기 제2격벽부(620)는 제2네거티브 포토 레지스트로 형성된다. 상기 제1격벽부(610) 및 상기 제2격벽부(620)는 이하 설명할 포토 리소그래피 과정에서 상기 실리콘 웨이퍼를 현상액에 침지하여 상기 제1네거티브 포토 레지스트 및 상기 제2네거티브 포토 레지스트 중에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 제거한 후 남는 부분을 의미한다.

[0031] 먼저 상기 실리콘 웨이퍼 상에 상기 제1네거티브 포토 레지스트를 스핀코팅 한다. 상기 제1네거티브 포토 레지스트는 약 5마이크로미터(μm) 두께로 형성한다. 그리고 상기 제1네거티브 포토 레지스트가 스핀 코팅 되어 있는 상기 실리콘 웨이퍼를 약 98도씨($^{\circ}\text{C}$)에서 굽는다. 그리고 제1패턴화된 마스크를 상기 제1네거티브 포토 레지스트 상부에 배치하고 상기 제1패턴화된 마스크 상부에서 자외선을 조사한다.

[0032] 다음으로 상기 제1네거티브 포토 레지스트 상에 제2네거티브 포토 레지스트를 배치한다. 상기 제2네거티브 포토 레지스트는 약 10마이크로미터(μm) 두께로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2네거티브

포토 레지스트의 소재 및 두께를 변경 가능하다. 그리고 상기 제2네거티브 포토 레지스트를 약 98도씨(℃)에서 굽는다. 물론 상기 제2네거티브 포토 레지스트를 굽는 온도는 변경이 가능하다. 그리고 제2패턴화된 마스크를 상기 제2네거티브 포토 레지스트 상부에 배치하고 상기 제2패턴화된 마스크 상부에서 자외선을 조사한다.

[0033] 다음으로 자외선 처리된 상기 실리콘 웨이퍼를 현상액에 침지하여 상기 제1네거티브 포토 레지스트 및 상기 제2 포토 레지스트 중에서 상기 자외선에 노출되지 않은 부분을 제거하여 복층 구조를 갖는 상기 몰드를 제조한다. 상기 제2패턴화된 마스크에 의해서 상기 제2네거티브 포토 레지스트에 형성되는 패턴은 상기 제1패턴화된 마스크에 의해서 상기 제1네거티브 포토 레지스트에 형성되는 패턴과 다른 패턴을 갖는다.

[0034] 다음으로 파티클 리소그래피 과정을 설명한다. 먼저 상기 몰드의 저장 공간에 나노 입자 현탁액(640)을 주입한다. 이 때 상기 나노 입자 현탁액(640)은 글라스 슬라이드를 이용하여 블레이딩(blading) 방식으로 상기 몰드에 균일하게 주입된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노 입자 현탁액(640)의 주입방법을 변경 가능하다. 그리고 상기 주입된 나노 입자 현탁액(640)에서 액체를 증발시킨다. 상기 액체가 모두 증발되면 상기 몰드 내부에는 나노 입자(641)만 남는다. 이 때 포토레지스트로 형성된 상기 제1격벽부(610) 및 상기 제2격벽부(620)가 상기 베이스부(630)보다 좋은 젖음 특성을 갖는다. 따라서 이로 인하여 생기는 메니스커스에 따라 상기 제1격벽부(610) 및 상기 제2격벽부(620)로부터 상기 나노 입자 현탁액(640)이 증발하면, 상기 나노 입자(641)는 상기 제1격벽부(610) 및 상기 제2격벽부(620) 라인으로 차근차근 쌓인다. 이렇게 굳어진 상기 나노 입자(641)들로 형성되는 상기 몰드 내주면의 형태는 나노 스케일의 초발수 표면을 형성하는 주형이 된다. 본 실시예에서는 저장 공간에 삽입되는 현탁액을 상기 나노 입자 현탁액(640)을 예로 들었으나, 상기 저장 공간에 삽입되는 현탁액은 마이크로 입자 현탁액 또는 그 외의 다른 입자 크기의 현탁액으로 변경이 가능하다.

[0035] 도 4의 (B)를 참조하면, 도 4의 (B)는 상기 몰드의 저장 공간에 주입되는 상기 나노 입자 현탁액(640)의 농도 변화에 따른 상기 몰드 내부 형태의 변화 모습(a, b, c)을 나타낸다. 또한 d는 상기 a, e는 상기 b, f는 상기 c를 주형으로 하여 상기 주형에 도 5의 성형품용 물질(660)을 주입함으로써 제조된 성형품(670)(d, e, f)을 각각 나타낸다.

[0036] 도 4의 (B)에 따르면 상기 나노 입자 현탁액(640)의 농도가 2.6wt%에서 10.4wt%로 증가할수록 상기 몰드 내부의 빈 공간은 줄어들고 상기 빈 공간에 상기 나노 입자 현탁액(640)에 포함되어 있던 상기 나노 입자(641)가 채워진다. 즉 상기 나노 입자 현탁액(640)의 농도가 2.6wt%일 때는 상기 나노 입자(641)가 상기 몰드의 내부 가장자리에 주로 형성되어 있지만, 상기 나노 입자 현탁액(640)의 농도가 5.2wt%와 10.4wt%로 증가함에 따라 상기 나노 입자(641)가 상기 몰드의 가장자리에서 중심 부분으로 채워진다.

[0037] 도 4의 (B)에 도시된 d, e, f에 나타나는 것과 같이 상기 몰드의 내부가 상기 나노 입자(641)로 더 많이 채워진 상태에서 제조된 상기 성형품(d, e, f)은 표면적이 크게 증가한다. 이는 상기 성형품(d, e, f)을 도 1의 마찰 전기 생성장치(1000)의 마찰층으로 사용할 경우 마찰 면적이 넓어져서 발전 효율을 증가시킬 수 있는 근거가 된다. 그러므로 도 1의 제1마찰층(200)의 표면의 형태는 상기 나노 입자 현탁액(640)의 농도를 조절함으로써 원하는 정도로 조절할 수 있는 장점이 있다.

[0038] 도 5를 참조하면, 도 5는 도 4에 따른 몰드를 이용하여 초발수 표면을 제작하는 과정이다. 본 과정에 이용되는 소재는 도 4에서 제작된 상기 몰드, 표면 처리물질(650) 및 성형품용 물질(660)이다. 먼저 도 4에서 제작된 몰드의 내주면에 표면 처리물질(650)을 형성한다. 상기 표면 처리물질은 실레인으로 형성된다. 물론 상기 표면 처리물질(650)은 변경이 가능하다. 상기 표면 처리물질(650)은 상기 몰드에 주입될 성형품용 물질(660)과 상기 몰드 표면이 결합하는 것을 방지한다. 다음으로 상기 몰드 내부에 성형품용 물질(660)을 주입한다. 상기 성형품용 물질(660)은 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 성형품용 물질(660)을 변경 가능하다. 끝으로 상기 주입된 성형품용 물질(660)을 경화시킨 후 상기 몰드에서 경화가 완료된 성형품(670)을 분리한다.

[0039] 상기 제2마찰층(300)은 상기 제1마찰층(200)에 대향하도록 상기 제1마찰층(200)의 상부에 이격되도록 배치된다. 상기 제2마찰층(300)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)로 형성된다. 상기 제2마찰층(300)은 상기 제1마찰층(200)과 같이 플러시블한 소재로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1마찰층(200)과 마찰 전기 시리즈 값이 다른 소재라면 얼마든지 변경이 가능하다.

[0040] 상기 제2전극(400)은 상기 제2마찰층(300)의 상면에 배치된다. 상기 제2전극(400)은 상기 제1전극(100)과 동일한 소재로 형성된다. 물론 상기 제2전극(400)의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0041] 상기 에너지 수집부(500)는 상기 제1전극(100) 및 상기 제2전극(400)과 각각 전기적으로 연결된다. 상기 에너지

수집부(500)는 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300)의 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1마찰층(200)과 상기 제2마찰층(300)의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인하여 발생하는 마찰전기 에너지를 수집한다.

[0042] 도 6을 참조하면, 도 6은 도 1에 따른 상기 제1마찰층(200)의 초발수 표면 제작에 이용되는 리소그래피 과정을 구체적으로 나타낸다. 먼저 포토 레지스트를 준비하고, 70W에서 60초 동안 산소 플라즈마로 처리하여 표면의 젖음성을 증가시킨다. 다음으로 폴리스티렌 나노 입자를 함유하는 50 μ L 현탁액을 포토 레지스트에 방울로 방출시킨다. 이 때 유리 슬라이드로 천천히 쓸어서 상기 현탁액을 균일하게 펼친다. 그리고 상기 현탁액을 자연 증발시키기 위해 실온(24도씨)에서 30분간 방치 한다. 폴리스티렌 나노 입자의 전체 자기 조립을 위해 70도씨 오븐에서 추가로 30분 동안 완전히 건조시킨다. 그리고 상기 입자 리소그래피를 통해서 만들어진 주형을 트리클로로 실란에서 1시간 처리한다.

[0043] 도 7을 참조하면, 도 7은 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(1000)의 제1마찰층(200)의 표면 구조에 따른 상기 마찰전기 생성장치(1000)의 전기적 출력을 나타내는 실험자료이다. 본 실험에서 이용된 상기 제1마찰층(200)의 표면은 플랫 구조, 1층 사각기둥 구조, 2층 사각기둥 구조, 3차원의 계층적인 다공성 구조를 갖는 층으로 나누어진다. a와 b는 상기 제1마찰층(200) 표면의 형태 변화에 따른 전압과 전류 밀도의 변화량을 나타낸다. (a)와 (b)에 의하면 플랫 구조의 마찰층 표면이 있는 마찰전기 생성장치에 힘을 가했을 때의 전압 및 전류 밀도는 각각 40V 및 4.6 μ A이다. 그러나 상기 힘과 동일한 힘을 가했을 때 3차원의 계층적이고 다공성 구조를 갖는 마찰층 표면이 있는 마찰전기 생성장치의 경우 전압 및 전류 밀도는 각각 221V 및 15.1 μ A이다. 이는 마이크로 및 나노 구조화된 표면의 강력한 마찰 전기 효과에 기인한 것으로 볼 수 있다.

[0044] 도 7의 c 내지 f는 수치 시뮬레이션을 통해 마찰 전기 전위에 대한 마이크로 및 나노 구조 패턴의 효과를 나타내는 실험자료이다. 본 실험자료에 의할 때도 상기 도 7의 (a)와 (b)에서 나타나는 결과와 같이 마찰층의 표면이 플랫 구조(c)인 경우보다 3차원의 계층적이고 다공성 구조(f)를 갖는 경우의 마찰전기 전위밀도가 2.5배 증가한 것을 알 수 있다. 이러한 실험자료를 통해 초발수 표면을 갖는 도 1에 따른 마찰전기 생성장치(1000)는 발전 효율이 크게 향상될 수 있음을 알 수 있다.

[0045] 도 8을 참조하면, 도 8은 단일전극을 이용한 마찰전기 나노 발전기의 출력 특성을 나타낸다. 즉 도 8은 단일전극에 이용되는 마찰층으로서 도 1에 따른 상기 제1마찰층(200)의 표면의 형태를 변화시킬 ??의 전압과 전류 밀도의 변화량을 나타낸다. 이에 따르면 플랫 구조의 마찰층의 표면을 갖는 상기 마찰전기 나노 발전기의 회로 전압 및 전류 밀도는 각각 80V 및 4 μ A이다. 하지만, 비슷한 조건에서 도 1에 따른 3차원 계층적 구조의 상기 제1마찰층(200)의 표면을 갖는 마찰전기 나노 발전기의 회로 전압 및 전류 밀도는 각각 400V 및 17 μ A이다. 즉 도 1에 따른 3차원 계층적 구조의 마찰층을 갖는 마찰전기 나노 발전기의 발전 효율이 플랫 구조의 경우보다 단일전극을 이용한 마찰전기 나노 발전기에 적용했을 때도 훨씬 높은 것을 알 수 있다.

[0046] 도 9를 참조하면, 도 9는 플랫 구조의 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기와 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기의 내습성 및 자체 세정 성능을 비교한 실험자료이다. a는 상대 습도 변화에 따른 상기 마찰전기 나노 발전기의 출력 전압을 나타내는 그래프이다. 상기 도 9의 a에 의하면 상대 습도가 증가함에 따라 마찰전기 전하가 소실하는 모든 장치의 출력 전압은 저하한다. 하지만 도 1에 따른 3차원 계층적 구조의 상기 제1마찰층(200)을 이용한 마찰전기 나노 발전기는 80%의 습도에서도 20%의 습도에서의 출력전압과 비교해서 13%의 손실만이 발생한다. 이에 반하여 플랫 구조의 마찰층을 이용한 마찰전기 나노 발전기는 상대 습도가 20%에서 80%로 증가할 때 81%의 출력전압 손실을 가져온다. 즉, 도 1에 따른 상기 3차원 계층적 구조의 상기 제1마찰층(200)을 이용한 마찰전기 생성장치(1000)는 내습성이 높아 습한 환경에서도 발전 효율이 저하되지 않는 장점이 있다.

[0047] 도 9의 b 및 c에 의하면 플랫 구조의 마찰층을 이용한 마찰전기 나노 발전기의 경우 상기 마찰전기 나노 발전기가 물에 젖어 복구하려면 66.2초가 걸린다. 하지만 동일한 조건에서 도 1에 따른 3차원 계층적 구조의 상기 제1마찰층(200)을 이용한 마찰전기 생성장치(1000)의 경우 복구 시간이 24.6초에 불과하다. 즉 도 1에 따른 상기 3차원 계층적 구조의 제1마찰층(200)을 이용하는 마찰전기 생성장치(1000)는 장치가 물에 젖은 경우에도 빠른 시간에 회복이 가능한 장점이 있다.

[0048] 도 9의 d 내지 f는 단일 전극 마찰전기 나노 발전기의 먼지 등에 대한 자기 청소 성능을 나타낸다. 도 9의 e는 5번 오염 및 세척 후 플랫 구조의 마찰층을 이용하는 마찰전기 나노 발전기의 출력 전압을 나타낸다. 이에 따르면 5번의 오염 및 세척 후 출력 전압은 초기 출력 전압의 51%에 불과하다. 이에 반하여 도 9의 f는 5번 오염 및 세척 후 도 1에 따른 초소수성 제1마찰층(200)을 이용한 마찰전기 생성장치(1000)의 출력 전압을 나타낸다. 이에 따르면 5번의 오염 및 세척 후에도 출력 전압은 초기 출력 전압의 88%에 해당한다. 즉 도 1에 따른 초소수성

제1마찰층(200)을 이용하는 마찰전기 생성장치(1000)의 경우 열악한 환경에서도 장치의 수명을 연장할 수 있는 장점이 있다.

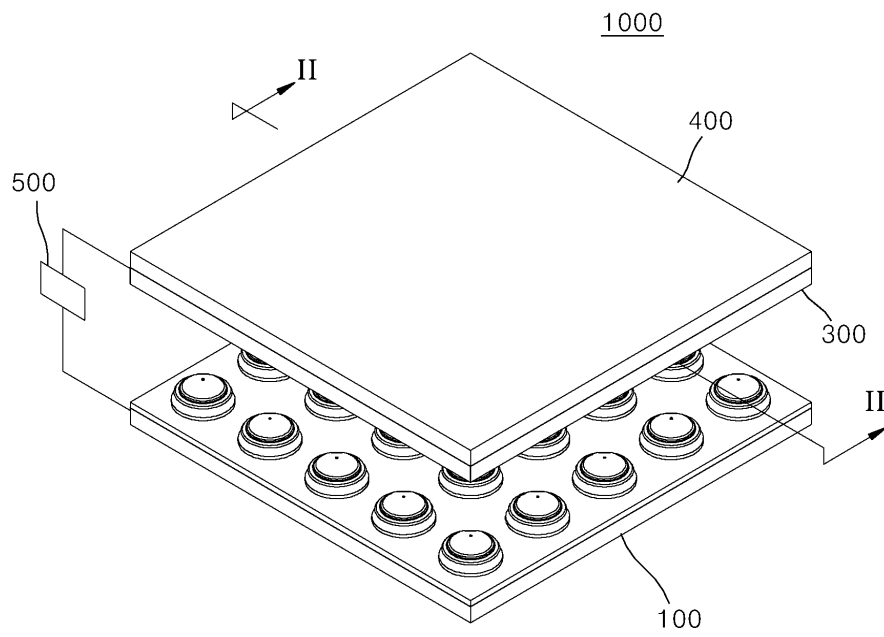
[0049] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

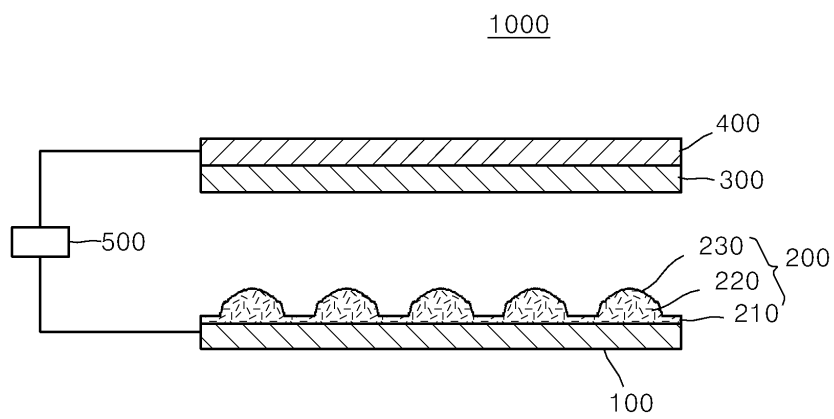
[0050] 1000: 초발수 표면을 이용한 마찰전기 생성장치
 100: 제1전극
 200: 제1마찰층
 210: 몸체부
 220: 제1돌출부
 221: 제1돌기
 230: 제2돌출부
 231: 제2돌기
 300: 제2마찰층
 400: 제2전극
 500: 에너지 수집부
 610: 제1격벽
 620: 제2격벽
 630: 베이스
 640: 입자 현탁액
 650: 표면 처리물질
 660: 성형품용 물질
 670: 성형품

도면

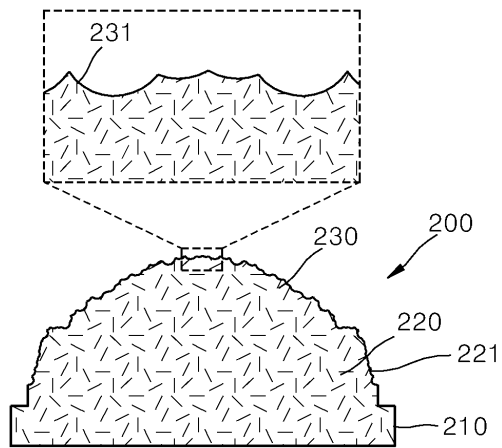
도면1



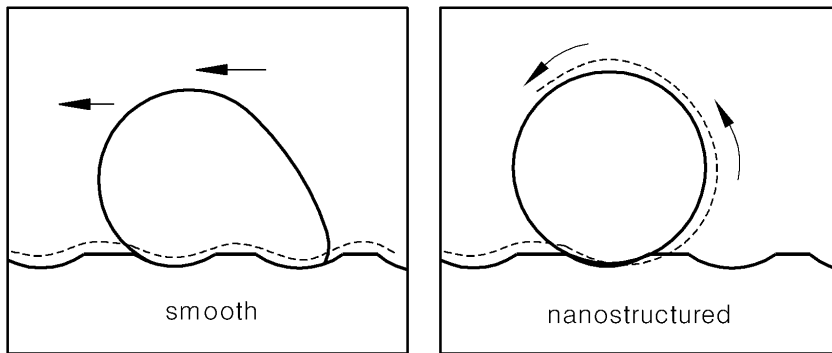
도면2



도면3

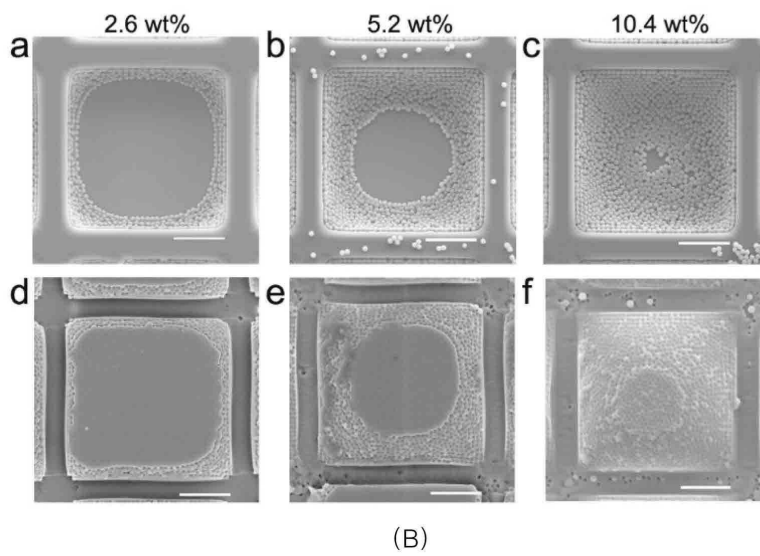
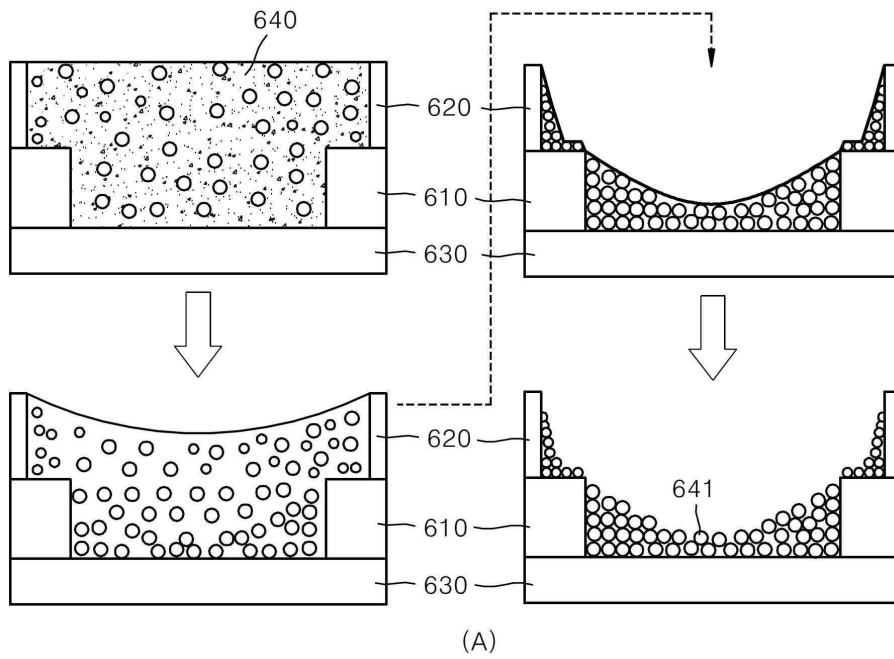


(a)

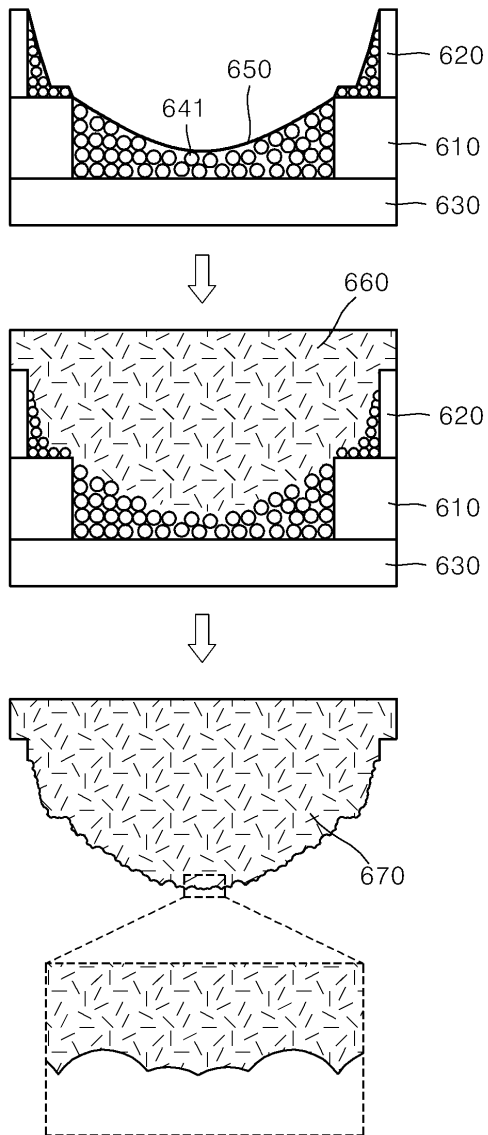


(b)

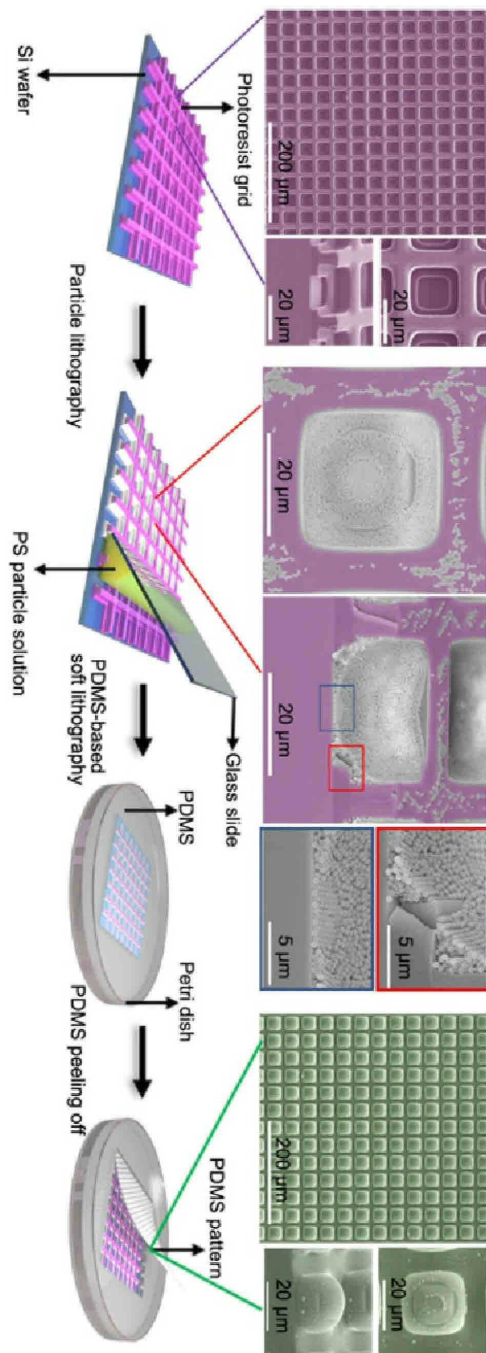
도면4



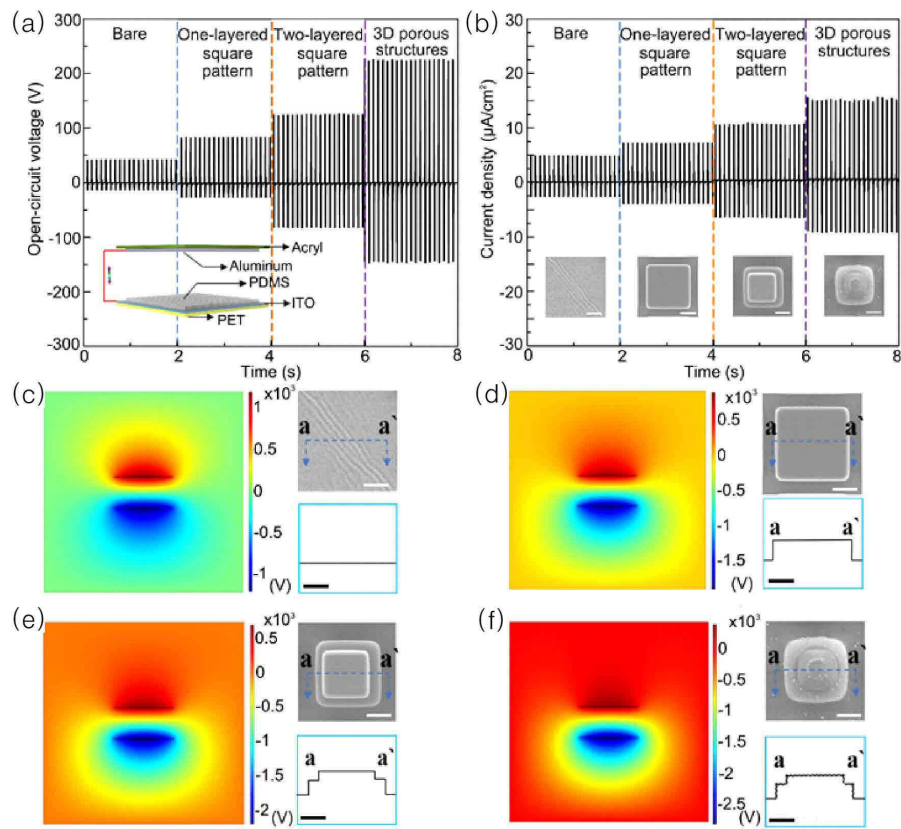
도면5



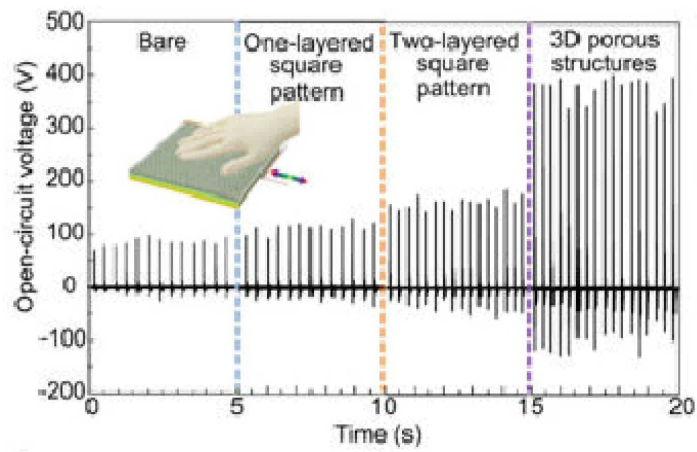
도면6



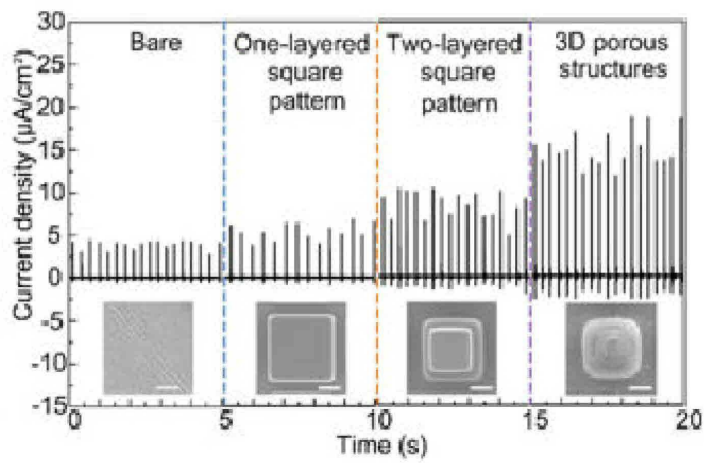
도면7



도면8



(a)



(b)

도면9

