



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0072400
(43) 공개일자 2024년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 11/00 (2006.01) H02N 1/04 (2006.01)
H02N 2/00 (2006.01) H02N 2/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 11/002 (2013.01)
H02N 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0153439
(22) 출원일자 2022년11월16일
심사청구일자 2022년11월16일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
최동휘
경기 화성시 동탄대로1길 66 2844동 1803호
김동익
경기도 용인시 기흥구 관곡로 16 507동 303호(신갈동 갈현마을 현대홈타운)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

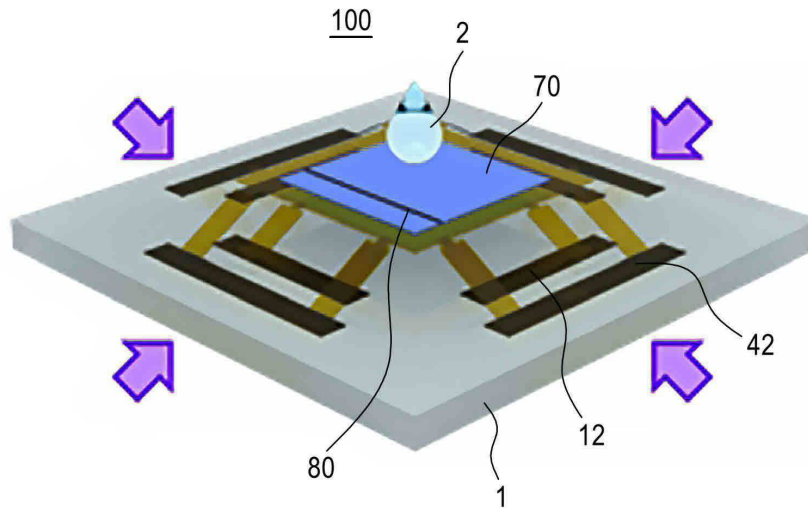
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 에너지 하베스터로서, 유연기관; 상기 유연기관과 특정간격 이격되는 제1유전체필름; 상기 제1유전체필름 상에 부착되는 제1전극필름; 상기 제1전극필름 상에 부착되는 제1음전하대전필름; 상기 제1음전하대전필름과 이격되는 제2전극필름; 및 상기 제2전극필름 상에 부착되는 제2유전체필름;을 포함하여, 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확할 수 있는 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02N 1/08 (2013.01)

H02N 2/18 (2013.01)

H02N 2/22 (2013.01)

(72) 발명자

장순민

경기도 수원시 영통구 반달로 74 102호 (영통동)

권기락

경기도 용인시 기흥구 서그대로 26, 204호 (서천동, 대성주택)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711158999

과제번호 2022R1C1C1008831

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 (혁신법)이공분야기초연구사업

연구과제명 적응형 하이브리드 바람 에너지 하베스팅 기술 기반 에너지 자립형 원격 환경 모니터링 시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경희대학교(국제캠퍼스)

연구기간 2022.03.01 ~ 2026.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

에너지 하베스터로서,

유연기관;

상기 유연기관과 특정간격 이격되는 제1유전체필름;

상기 제1유전체필름 상에 부착되는 제1전극필름;

상기 제1전극필름 상에 부착되는 제1음전하대전필름;

상기 제1음전하대전필름과 이격되는 제2전극필름; 및

상기 제2전극필름 상에 부착되는 제2유전체필름;을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1유전체 필름은 상기 제1전극필름이 부착되는 중단부와, 상기 유연기관에 접촉되는 복수의 접촉부와, 상기 중단부와 상기 접촉부를 연결하는 연결단을 포함하며,

사전에 팽창시킨 상기 유연기관에 대해 상기 접촉부를 상기 유연기관에 부착시키고, 상기 유연기관에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유전체필름을 상기 유연기관에 이격시키는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제2유전체 필름은 상기 제2전극필름이 부착되는 중앙단과, 상기 유연기관에 접촉되는 복수의 접촉단과, 상기 중앙단과 상기 접촉단을 연결하는 연결부를 포함하며,

사전에 팽창시킨 상기 유연기관에 대해 상기 접촉단을 상기 유연기관에 부착시키고, 상기 유연기관에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유전체필름을 상기 유연기관에 이격시켜 상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2전극필름을 이격시키는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 유연기관에 가해지는 기 설정된 인장력의 크기, 상기 유연기관의 탄성력, 상기 제1유전체 필름과 상기 제2유전체 필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결단과 상기 연결부의 길이차이에 따라 상기 제2전극필름과 상기 제1음전하 대전필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1음전하 대전필름은 FEP필름이고, 상기 제1유전체필름과 상기 제2유전체 필름은 PI필름인 것을 특징으로

하는 에너지 하베스터.

청구항 6

하이브리드 에너지 하베스터로서,

제 1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 에너지 하베스터;

제2유전체 필름 상에 부착되는 제3전극필름;

상기 제3전극필름 상에 부착되는 제2음전하 대전필름; 및

상기 제2음전하 대전필름 상면 일측에 구비되는 전극단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터.

청구항 7

제 6항에 있어서,

액체방울이 접촉하여 흐르는 경우,

상기 액체방울은 상기 제2음전하 대전필름에 접촉하여 분극화되어 제3전극필름으로부터 상기 전극단으로 양전하가 유도되고, 상기 액체방울이 떨어지면 상기 전극단에 유도된 양전하가 제3전극필름으로 흐르게 되어 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터.

청구항 8

제 7항에 있어서,

액체방울이 접촉하여 흐르는 경우,

액체방울에 의해 제2전극필름이 제1음전하 대전필름에 접촉하게 되면 제2전극필름은 양전하로 대전되고 복원력에 의해 제2전극필름과 제1음전하 대전필름이 이격되면 제2전극필름의 양전하가 제1전극필름으로 유도되며 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 액체방울은 물방울인 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 제2음전하 대전필름은 FEP필름인 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터.

청구항 11

에너지 하베스터의 제조방법에 있어서,

커팅기를 통해, 중단부와 복수의 접착부와, 중단부와 복수의 접착부 각각을 연결하는 연결단을 갖는 2D패턴의 제1유전체 필름과, 중앙단과 복수의 접착단과, 중앙단과 복수의 접착단 각각을 연결하는 연결부를 갖는 2D패턴의 제2유전체 필름 제작하는 단계;

상기 제1유전체 필름 상에 제1전극필름을 부착하고 상기 제1전극필름 상에 제1음전하 대전필름을 부착하며, 상기 제2유전체 필름 하면에 제2전극필름을 부착하는 단계;

기 설정된 인장력 만큼 인장된 유연기판에 상기 접착부 각각을 접착하고, 상기 접착단 각각을 접착시키는 단계;

상기 기 설정된 인장력을 해제하여 상기 2D패턴 구조에 압축력이 가해지면서 기계적 좌굴에 의해 제1유전체 필름과 상기 유연기판 사이가 이격되고, 상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2전극필름 사이가 이격되어 3D 구조가 생성되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 부착하는 단계에서,

제2유전체 필름 상에 제3전극필름을 부착하고, 상기 제3전극필름 상에 제2음전하 대전필름을 부착하며, 상기 제2음전하 대전필름 상면 일측에 전극단을 부착하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

청구항 13

제 8항에 있어서,

상기 유연기판과 상기 접착부, 및 상기 유연기판과 상기 접착단은 플라즈마 처리에 의해 접합되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

청구항 14

제 12항에 있어서,

상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2음전하 대전필름은,

음전하 주입 피가공재료를 전극판 하에서, 고전압이 인가되는 고전압 편에 의해 상기 피가공재료 주위의 유체를 이온화하여, 생성된 이온들이 전기장에 의해 상기 피가공재료 주입되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 피가공재료는 FEP필름이고,

상기 기판은 신축성 기판인 PDMS로 구성되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

청구항 16

제 12항에 있어서,

상기 유연기판에 가해지는 기 설정된 인장력의 크기, 상기 유연기판의 탄성력, 상기 제1유전체 필름과 상기 제2유전체 필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결단과 상기 연결부의 길이차이에 따라 상기 제2전극필름과 상기 제1음전하 대전필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확할 수 있는 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 물방울 에너지 하베스터는 물의 거동에 의해 발생하는 한 가지의 에너지만을 수확하는데, droplet-based electricity generator (DEG)는 고체와 충돌된 물방울의 전기적 에너지만을 수확한다.

[0003] 이와 반대로, solid-solid triboelectric nanogenerator (S-S TENG)는 낙하하는 물방울의 역학적 에너지만을 수확한다. 따라서, 기존의 물방울 에너지 하베스터는 하나의 에너지를 수확하는 동안, 또 다른 에너지를 소산시킨다는 제한점이 있다.

[0004] 즉, 기존의 에너지 하베스터는 목표로 하는 에너지원 중 단 한 가지의 에너지를 수확한다.

[0005] 특히, 물방울은 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 가지지만, 기존 물방울 에너지 하베스터는 각각의 에너지만을 수확한다.

[0006] 물방울의 에너지를 수확하는 대표적인 장치인 DEG는 물방울의 표면 접촉에 의해 발생하는 전기적 에너지만을 수확한다. 이와 달리, 역학적 에너지를 수확하는 대표적인 장치인 S-S TENG의 경우에는 물방울의 전기적 에너지가 소산된다.

[0007] 따라서 이러한 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 모두 수집할 수 있는 하이브리드 에너지 하베스터의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-2292573

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-2384264

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-1870278

(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 10-2016850

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 떨어지는 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지의 동시 수확을 위한 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터를 제공하는데 목적이 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, DEG와 S-S TENG의 하이브리드된 시스템을 제시하여, 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확할 수 있고, 또한, 시스템을 제작하는 과정에서 기계적 좌굴을 이용한 3차원 구조를 활용함으로써, 기존 S-S TENG의 필수 구성 요소인 스페이서가 불필요해지며, S-S TENG의 두 층간 갭 조절이 가능한, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 하나의 물방울로 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확하기 때문에, 물방울의 단위 체적당 에너지 효율을 증가시킬 수 있는, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 떨어지는 물방울이 DEG에 접촉함과 동시에 S-S TENG의 접촉층과 상대층이 접촉함으로써 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 한 번에 수확할 수 있고, 시스템을 제작하는 과정에서

기계적 좌굴을 이용한 3차원 구조를 활용함으로써, 기존 S-S TENG의 필수 구성 요소인 스페이서가 불필요해지며, S-S TENG의 두 층간 갭 조절이 가능하므로 물방울에 대한 시스템의 민감도를 조절할 수 있기 때문에 외부 환경에 대한 유동적 제어가 가능할 수 있고, 더불어, 3차원 구조 제작과정을 통해서 장치의 대량 제작이 가능한, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 물방울이 가지는 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확하여 전기적 에너지로 활용할 수 있어 무선 소형 전자기기들의 전력 공급을 위한 에너지 하베스터로 활용이 가능하며 또한, 물방울의 크기 등을 감지하는 자가발전 센서로도 활용이 가능한, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014] 기존 친환경 에너지 수확 장치의 제한점 중 하나는 대형화로 인한 면적 차지이다. 본 발명의 실시예에 따르면, DEG와 S-S TENG를 하나의 구조물에 통합하는 형태이기 때문에 동일 면적 대비 에너지 수확량의 증가를 기대할 수 있고 또한 물방울 체적당 에너지 효율을 높이는 데에도 기여할 수 있는, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 물방울 크기를 감지하는 자가발전 센서로도 활용이 가능하며, 물 뿐만이 아니라 다른 액체 방울의 출력을 감지함으로써, 크기 이외에 다른 물성을 측정할 수 있는 센서로 활용이 가능한, 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0016] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 제1목적은 에너지 하베스터로서, 유연기관; 상기 유연기관과 특정간격 이격되는 제1유전체필름; 상기 제1유전체필름 상에 부착되는 제1전극필름; 상기 제1전극필름 상에 부착되는 제1음전하대전필름; 상기 제1음전하대전필름과 이격되는 제2전극필름; 및 상기 제2전극필름 상에 부착되는 제2유전체필름;을 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터로서 달성될 수 있다.

[0018] 그리고 상기 제1유전체 필름은 상기 제1전극필름이 부착되는 중단부와, 상기 유연기관에 접촉되는 복수의 접촉부와, 상기 중단부와 상기 접촉부를 연결하는 연결단을 포함하며, 사전에 팽창시킨 상기 유연기관에 대해 상기 접촉부를 상기 유연기관에 부착시키고, 상기 유연기관에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유전체필름을 상기 유연기관에 이격시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한 상기 제2유전체 필름은 상기 제2전극필름이 부착되는 중앙단과, 상기 유연기관에 접촉되는 복수의 접촉단과, 상기 중앙단과 상기 접촉단을 연결하는 연결부를 포함하며, 사전에 팽창시킨 상기 유연기관에 대해 상기 접촉단을 상기 유연기관에 부착시키고, 상기 유연기관에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유전체필름을 상기 유연기관에 이격시켜 상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2전극필름을 이격시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 그리고 상기 유연기관에 가해지는 기 설정된 인장력의 크기, 상기 유연기관의 탄성력, 상기 제1유전체 필름과 상기 제2유전체 필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결단과 상기 연결부의 길이차이에 따라 상기 제2전극필름과 상기 제1음전하 대전필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 또한 상기 제1음전하 대전필름은 FEP필름이고, 상기 제1유전체필름과 상기 제2유전체 필름은 PI필름인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 본 발명의 제2목적은 하이브리드 에너지 하베스터로서, 앞서 언급한 제1목적에 따른 에너지 하베스터; 제2유전체 필름 상에 부착되는 제3전극필름; 상기 제3전극필름 상에 부착되는 제2음전하 대전필름; 및 상기 제2음전하 대전필름 상면 일측에 구비되는 전극단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터로서 달성될 수 있다.

[0023] 그리고 액체방울이 접촉하여 흐르는 경우, 상기 액체방울은 상기 제2음전하 대전필름에 접촉하여 분극화되어 제3전극필름으로부터 상기 전극단으로 양전하가 유도되고, 상기 액체방울이 떨어지면 상기 전극단에 유도된 양전하가 제3전극필름으로 흐르게 되어 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 또한 액체방울이 접촉하여 흐르는 경우, 액체방울에 의해 제2전극필름이 제1음전하 대전필름에 접촉하게 되면

제2전극필름은 양전하로 대전되고 복원력에 의해 제2전극필름과 제1음전하 대전필름이 이격되면 제2전극필름의 양전하가 제1전극필름으로 유도되며 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 그리고 상기 액체방울은 물방울인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 또한 상기 제2음전하 대전필름은 FEP필름인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] 본 발명의 제3목적은 에너지 하베스터의 제조방법에 있어서, 커팅기를 통해, 중단부와 복수의 접착부와, 중단부와 복수의 접착부 각각을 연결하는 연결단을 갖는 2D패턴의 제1유전체 필름과, 중앙단과 복수의 접착단와, 중앙단과 복수의 접착단 각각을 연결하는 연결부를 갖는 2D패턴의 제2유전체 필름 제작하는 단계; 상기 제1유전체 필름 상에 제1전극필름을 부착하고 상기 제1전극필름 상에 제1음전하 대전필름을 부착하며, 상기 제2유전체 필름 하면에 제2전극필름을 부착하는 단계; 기 설정된 인장력 만큼 인장된 유연기관에 상기 접착부 각각을 접착하고, 상기 접착단 각각을 접착시키는 단계; 상기 기 설정된 인장력을 해제하여 상기 2D패턴 구조에 압축력이 가해지면서 기계적 좌굴에 의해 제1유전체 필름과 상기 유연기관 사이가 이격되고, 상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2전극필름 사이가 이격되어 3D 구조가 생성되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 에너지 하베스터의 제조방법으로서 달성될 수 있다.

[0028] 그리고 상기 부착하는 단계에서, 제2유전체 필름 상에 제3전극필름을 부착하고, 상기 제3전극필름 상에 제2음전하 대전필름을 부착하며, 상기 제2음전하 대전필름 상면 일측에 전극단을 부착하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 또한 상기 유연기관과 상기 접착부, 및 상기 유연기관과 상기 접착단은 플라즈마 처리에 의해 접합되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 그리고 상기 제1음전하 대전필름과 상기 제2음전하 대전필름은, 음전하 주입 피가공재료를 전극판 하에서, 고전압이 인가되는 고전압 핀에 의해 상기 피가공재료 주위의 유체를 이온화하여, 생성된 이온들이 전기장에 의해 상기 피가공재료 주입되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 또한 상기 피가공재료는 FEP필름이고, 상기 기관은 신축성 기관인 PDMS로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0032] 그리고 상기 유연기관에 가해지는 기 설정된 인장력의 크기, 상기 유연기관의 탄성력, 상기 제1유전체 필름과 상기 제2유전체 필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결단과 상기 연결부의 길이차이에 따라 상기 제2전극필름과 상기 제1음전하 대전필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시예에 따르면, 떨어지는 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지의 동시 수확을 위한 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터를 제공할 수 있다.

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, DEG와 S-S TENG의 하이브리드된 시스템을 제시하여, 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확할 수 있고, 또한, 시스템을 제작하는 과정에서 기계적 좌굴을 이용한 3차원 구조를 활용함으로써, 기존 S-S TENG의 필수 구성 요소인 스페이서가 불필요해지며, S-S TENG의 두 층간 갭 조절이 가능한 효과를 갖는다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, 하나의 물방울로 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확하기 때문에, 물방울의 단위 체적당 에너지 효율을 증가시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0036] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, 떨어지는 물방울이 DEG에 접촉함과 동시에 S-S TENG의 접촉층과 상대층이 접촉함으로써 물방울의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 한번에 수확할 수 있고, 시스템을 제작하는 과정에서 기계적 좌굴을 이용한 3차원 구조를 활용함으로써, 기존 S-S TENG의 필수 구성 요소인 스페이서가 불필요해지며, S-S TENG의 두 층간 갭 조절이 가능하므로 물방울에 대한 시스템의 민감도를 조절할 수 있기 때문에 외부 환경에 대한 유동적 제어가 가능할 수 있고, 더불어, 3차원 구조 제작과정을 통해서 장치의 대량 제작이 가능한 장점이 있다.

[0037] 또한 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, 물방울이 가지는 전기적 에너지와 역학적 에너지를 동시에 수확하여 전기적 에너지로 활용할 수 있어 무선 소형 전자기기들의 전력 공급을 위한 에너지 하베스터로 활용이 가능하며 또한, 물방울의 크기 등을 감지하는 자가발전 센서로도 활용이 가능한 장점이 있다.

- [0038] 기존 친환경 에너지 수확 장치의 제한점 중 하나는 대형화로 인한 면적 차지이다. 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, DEG와 S-S TENG를 하나의 구조물에 통합하는 형태이기 때문에 동일 면적 대비 에너지 수확량의 증가를 기대할 수 있고 또한 물방울 체적당 에너지 효율을 높이는 데에도 기여할 수 있는 효과를 갖는다.
- [0039] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 에너지 하베스터 및 그 제조방법에 따르면, 물방울 크기를 감지하는 자가발전 센서로도 활용이 가능하며, 물 뿐만이 아니라 다른 액체 방울의 출력을 감지함으로써, 크기 이외에 다른 물성을 측정할 수 있는 센서로 활용이 가능한 장점이 있다.
- [0040] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터는 물방울의 DEG 표면충돌과 동시에 TENG의 분리/접촉이 이뤄지기 때문에, 동시적(Synchronize)으로 전기적 에너지와 역학적 에너지를 수확할 수 있어, 이는 기존의 두 단위 이상의 에너지 하베스터의 동시 에너지 출력 문제를 해결할 수 있고, 이로 인해 물방울의 단위 체적당 에너지 하베스팅 효율을 증가시킬 수 있는 효과를 갖는다.
- [0041] 기존 친환경 에너지 수확 장치의 제한점 중 하나는 대형화로 인한 면적 차지이다. 본 발명의 실시예에 따르면, DEG와 S-S TENG를 하나의 구조물에 통합하는 형태이기 때문에 동일 면적 대비 에너지 수확량의 증가를 기대할 수 있고 또한 물방울 체적당 에너지 효율을 높이는 데에도 기여할 수 있어 이에 따라, 차세대 물방울 에너지 수확장치에 대한 방향을 제시할 수 있을 것으로 예상된다
- [0042] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.
- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 사시도,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 제조방법의 흐름도,
- 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 2D 전구체(precursor)의 분해 사시도,
- 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 압축좌굴 전 분해 사시도,
- 도 3c는 압축좌굴에 의해 형성된 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 사시도,
- 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 전기 에너지 수집부(DEG)에서의 전기 수집 메커니즘의 흐름도,
- 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)에서의 전기 수집 메커니즘의 흐름도,
- 도 6a는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 전기 에너지 수집부(DEG)의 출력 그래프,
- 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)의 출력 그래프,
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 전체 출력 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0045] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접

형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0046] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0047] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0048] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0050] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 구성, 기능, 제조방법 및 전기 생성 메커니즘에 대해 설명하도록 한다.

[0051] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 제조방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0052] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터(100)는 물방울(2)이 접촉되어 떨어지는 상황에서 물방울(2)의 전기적 에너지와 역학적 에너지를 하나의 유닛을 통해 동시에 수확할 수 있다.

[0053] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터(100)의 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)(120)는 제1유전체필름(10), 제1전극필름(20), 제1음전하대전필름(30), 제2유전체필름(40), 제2전극필름(50)을 포함하여 구성될 수 있다. 또한 전기적 에너지 수집부(DEG)(110)는 제3전극필름(60)과 제2음전하대전필름(70)과 전극단(80)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0054] 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 2D 전구체(precursor)의 분해 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 압축과굴 전 분해 사시도를 도시한 것이다. 또한 도 3c는 압축과굴에 의해 형성된 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 사시도를 도시한 것이다.

[0055] 먼저, 2D 패턴을 갖는 제1유전체필름(10)과 제2유전체필름(40)을 제작한다(S1). 제1유전체필름(10)과 제2유전체필름(40)은 PI(Polyimide)필름으로 구성될 수 있다.

[0056] 이러한 2D 패턴을 갖는 제1유전체필름(10)은 도 3a에 도시된 바와 같이, 사각 형태의 중단부(11)와, 중단부(11) 모서리 각각에 이격되어 배치되는 복수의 접착부(12) 그리고 중단부(11)와 접착부(12) 각각을 연결하는 연결단(13)을 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0057] 또한, 2D 패턴을 갖는 제2유전체필름(40)도 도 3a에 도시된 바와 같이, 사각 형태의 중앙단(41)와, 중앙단(41) 모서리 각각에 이격되어 배치되는 복수의 접착단(42) 그리고 중앙단(41)와 접착단(42) 각각을 연결하는 연결부(43)을 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0058] 그리고, 이러한 제1유전체필름(10)의 중단부 상면에 전도성테이프를 구성되는 제1전극필름(20)을 부착하고, 제1

전극필름(20) 상에 제1음전하 대전필름(30)을 부착한다.

- [0059] 또한 제2유전체필름(40)의 중단부 하면에 전도성테이프로 구성되는 제2전극필름(50)을 부착하고, 상면에 전도성 테이프로 구성되는 제3전극필름(60)을 부착한다. 그리고 제3전극필름(60) 상에 제2음전하 대전필름(70)을 부착하고, 제2음전하 대전필름(70) 상면 일측에 전극단을 부착한다(S2).
- [0060] 제1음전하 대전필름(30)과 제2음전하 대전필름(70)은 FEP필름으로 구성될 수 있다.
- [0061] 제1, 제2음전하 대전필름(30,70)은, 음전하 주입 피가공재료를 전극판 하에서, 고전압이 인가되는 고전압 핀에 의해 피가공재료 주위의 유체를 이온화하여, 생성된 이온들이 전기장에 의해 피가공재료 주입되어 제조될 수 있음을 알 수 있다. 이러한 피가공재료는 FEP필름일 수 있다.
- [0062] 구체적으로, 전극 위에 FEP 필름을 위치시키고, 고전압 발생기의 음극에 핀을 연결시키고, 양극에 전극을 연결시키게 된다. 그리고 고전압을 인가하면, 코로나 방전으로 인해 핀 주위 유체가 이온화되게 되며, 코로나 방전에 의해 생성된 이온들이 전기장에 의해 FEP필름에 인위적으로 주입되어 음전하 대전필름을 제작하게 된다.
- [0063] 그리고 도 3b에 도시된 바와 같이, 기 설정된 인장력 만큼 인장된 유연기관(1)에(S3) 제1유전체필름(10)의 접착부(12) 각각을 접착하고, 제2유전체필름(40)의 접착단(42) 각각을 접착시키게 된다. 이는 플라즈마 처리에 의해 접착될 수 있다(S4).
- [0064] 제1유전체필름(10)의 접착위치는 제2유전체필름(40) 보다 내측에 위치되며, 제1유전체필름(10)의 연결단(13)의 길이는 제2유전체필름(40)의 연결부(43) 보다 짧게 구성된다. 따라서 후에 설명되는 바와 같이, 압축좌굴 현상에 의해 3D구조가 형성될 때, 제1유전체필름(10)과 제2유전체필름(40) 간에 간극(gap)이 형성될 수 있게 된다.
- [0065] 그리고 유연기관(1)에 인장력, 팽창력을 해제하면(S5), 도 3c에 도시된 바와 같이, 2D패턴 구조에 압축력이 가해지면서 기계적 좌굴에 의해 제1유전체필름(10)과 유연기관(1) 사이가 이격되고, 제1음전하대전필름(30)과 제2전극필름(50) 사이가 이격되어 3D 구조가 생성되게 된다(S6).
- [0066] 유연기관(1)에 가해지는 기 설정된 인장력의 크기, 유연기관의 탄성력, 제1유전체 필름(10)과 제2유전체 필름(40)의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 그리고 제1유전체필름(10)의 연결단(13)과 제2유전체필름(40)의 연결부(43) 간의 길이차이에 따라 제2전극필름(50)과 제1음전하대전필름(30) 간 사이간격을 조절할 수 있다.
- [0068] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에 의한 전기생성 메커니즘에 대해 설명하도록 한다.
- [0069] 먼저, 전기적 에너지 수집부(DEG)에 의한 메커니즘을 설명한다. 도 4a 내지 도 4d는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 전기 에너지 수집부(DEG)(110)에서의 전기 수집 메커니즘의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0070] 먼저, 제2음전하대전필름(70)이 물방울(2)과 접촉하여 대전된 상태를 가정한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 물방울(2)이 제2음전하대전필름(70)에 떨어지고, 도 4b에 도시된 바와 같이 제2음전하대전필름(70)에 접촉하게 되면 물방울(2) 내에서 국소적으로 분극화가 발생한다.
- [0071] 물방울(2) 내 분극화에 의해서 제3전극필름(60)으로부터 전극단으로 양전하가 유도된다. 그리고 도 4c에 도시된 바와 같이, 물방울(2)이 제2음전하대전필름(70)에 닿는 면적이 커지면서, 더 많은 양의 분극화가 발생하고 그에 따라 양전하가 더 유도된다. 이후 도 4d에 도시된 상태처럼 물방울(2)이 떨어지면서, 전극단에 유도된 전하는 제3전극필름(60)으로 유도되고 전류는 반대 방향으로 흐른다.
- [0072] 따라서, 물방울(2)이 계속 떨어진다면, 도 4a → 도 4b → 도 4c → 도 4d → 도 4c 순서의 사이클에 의해 전기 에너지가 발생한다.
- [0073] 다음으로는 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)(120)에 의한 메커니즘을 설명한다. 도 5a 내지 도 5e는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)에서의 전기 수집 메커니즘의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0074] 물방울(2)이 제2음전하대전필름(70)에 떨어져서 그 힘에 의해서 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 제2전극필름(50)은 제1음전하 대전필름(30)과 접촉하게 된다. 이 때, 제2전극필름(50)과 제1음전하 대전필름(30)은 서로 다른 전하로 대전된다.

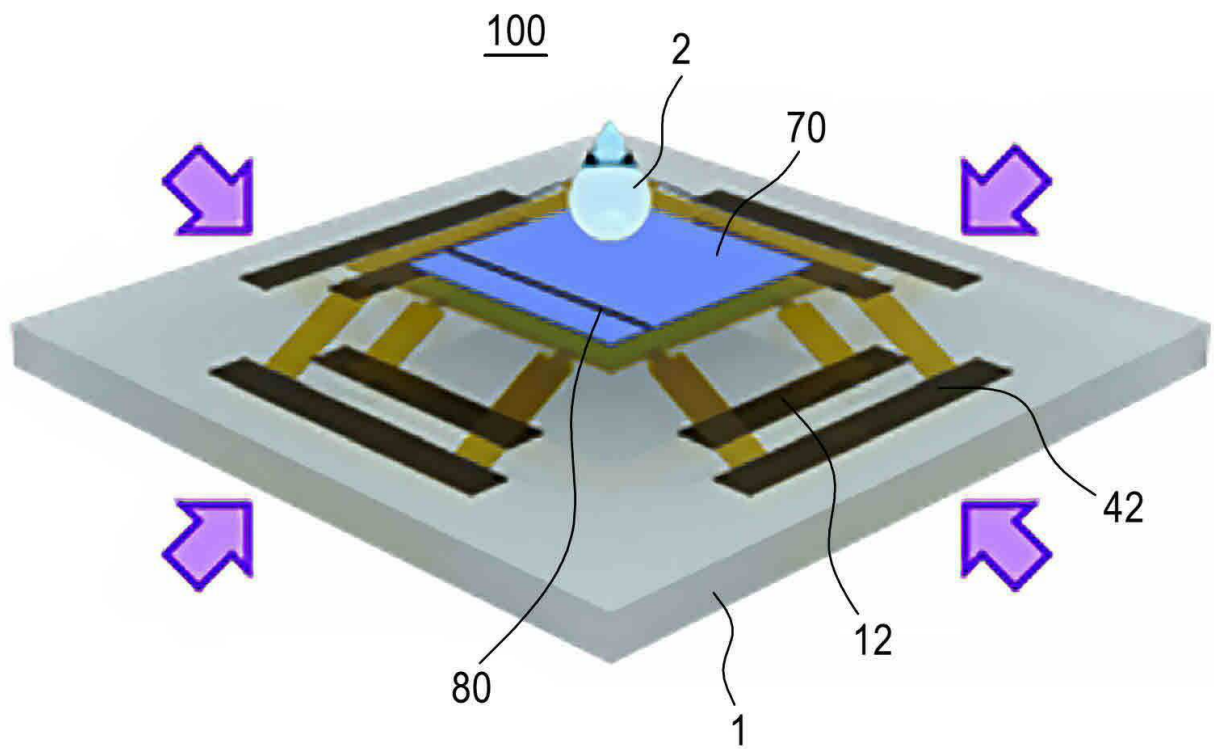
- [0075] 이후 3차원 구조의 복원력에 의해서 제2전극필름(50)은 제1음전하 대전필름(30)과 분리되고, 전기적 평형을 위해 제2전극필름(50)의 전하들은 제1전극필름(20)으로 유도된다(도 5b 상태 → 도 5c 상태 → 도 5d 상태)
- [0076] 이어서 물방울(2) 충격에 의한 상부 3차원 구조의 진동에 의해서 도 5d → 도 5e → 도 5b → 도 5c → 도 5d 순서로 이어지다가 진동이 멈추면 도 5d 상태로 있다. 물방울(2)이 떨어질 때 마다 이 과정이 반복된다.
- [0077] 도 6a는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 전기 에너지 수집부(DEG)의 출력 그래프를 도시한 것이고, 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터에서 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)의 출력 그래프를 도시한 것이다. 즉, 앞서 언급한 본 발명의 실시예에 따른 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터를 구성하는 전기적 에너지 수집부(DEG)와 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)의 출력을 각각 나타낸 것이다(정류자를 연결하여 한 방향의 전압만 출력된다.).
- [0078] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 물방울 에너지 하베스터의 전체 출력 그래프를 도시한 것이다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 3차원 구조의 하이브리드 물방울 에너지 하베스터를 구성하는 전기적 에너지 수집부(DEG)와 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)를 하나의 회로로 연결하여 얻은 출력을 나타낸 것이다. 도 6a의 전기적 에너지 수집부(DEG)와 도 6b 역학적 에너지 수집부(S-S TENG)의 각 출력보다 향상된 것을 확인할 수 있다(정류자를 연결하여 한 방향의 전압만 출력된다.).
- [0080] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

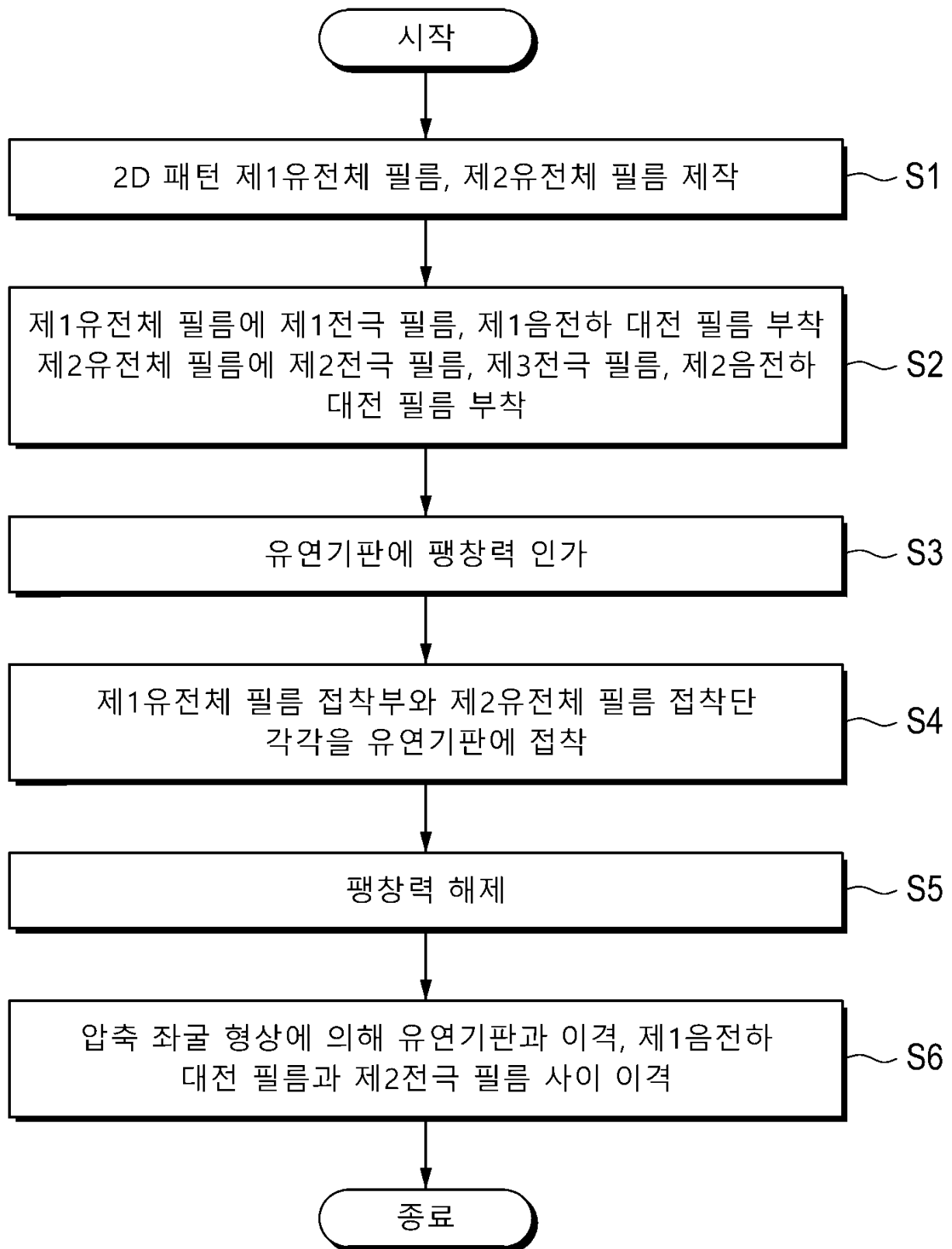
- [0081] 1:유연기판
2:물방울
10:제1유전체필름
11:중단부
12:접착부
13:연결단
20:제1전극필름
30:제1음전하 대전필름
40:제2유전체필름
41:중양단
42:접착단
43:연결부
50:제2전극필름
60:제3전극필름
70:제2음전하대전필름
80:전극단
100:하이브리드 에너지 하베스터
110:전기적 에너지 수집부(DEG)
120:역학적 에너지 수집부(S-S TENG)

도면

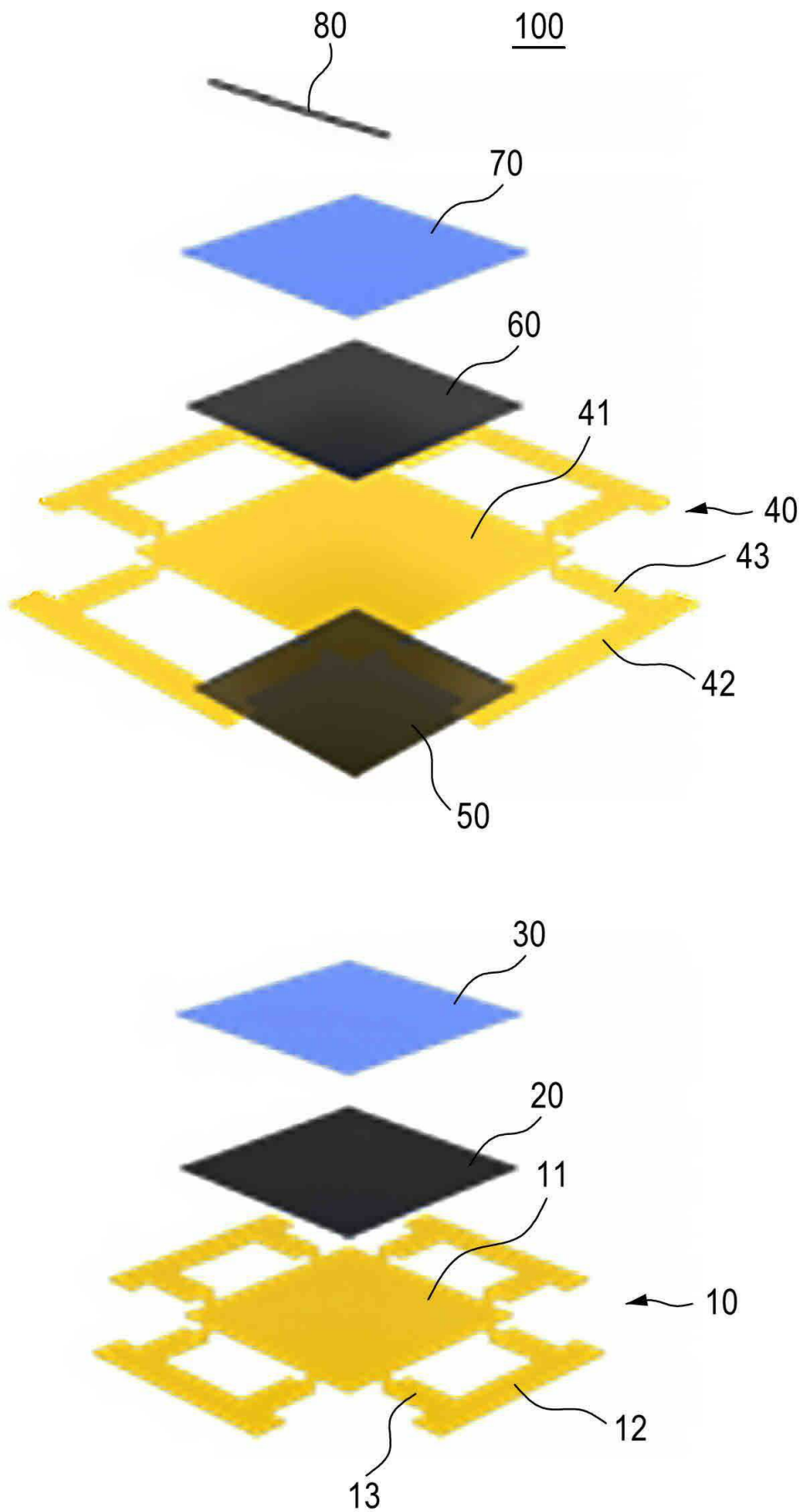
도면1



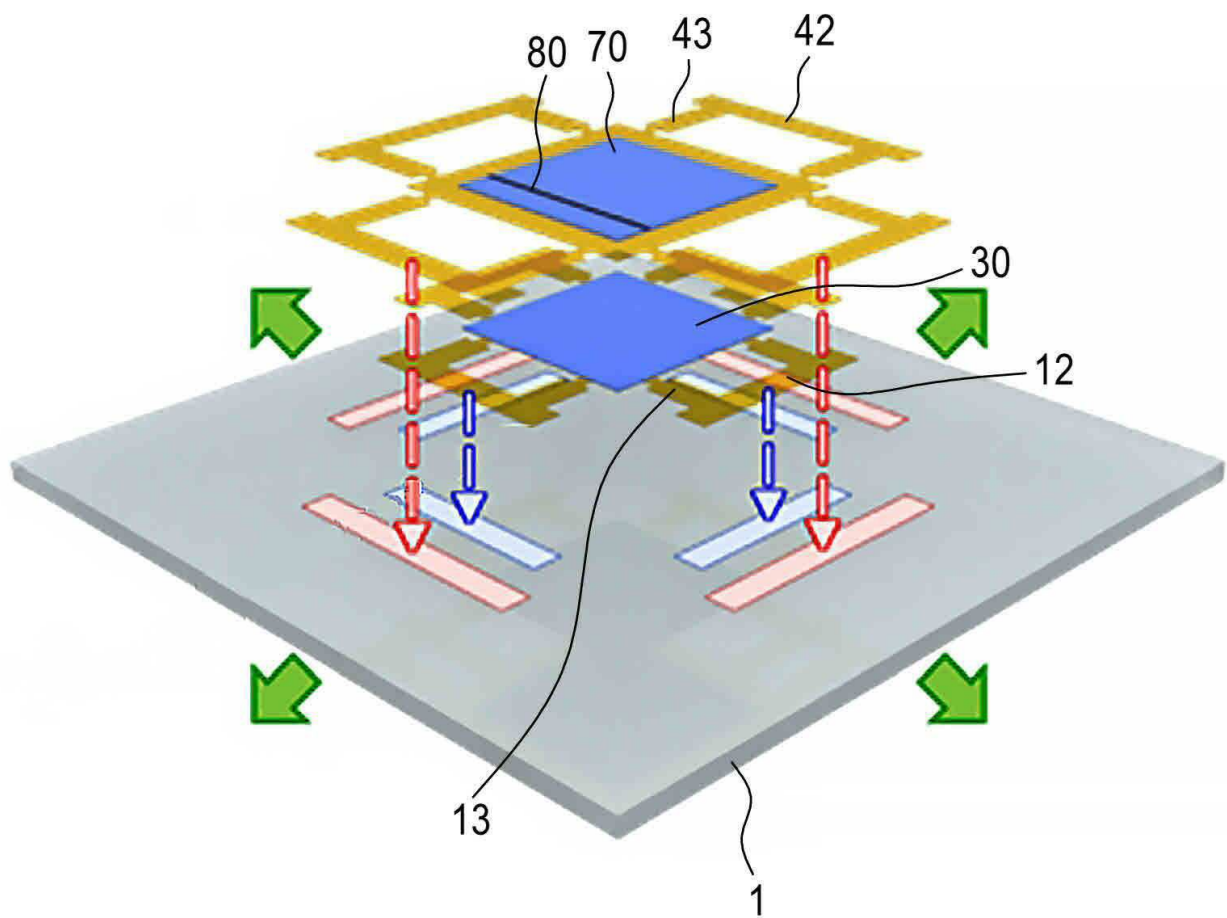
도면2



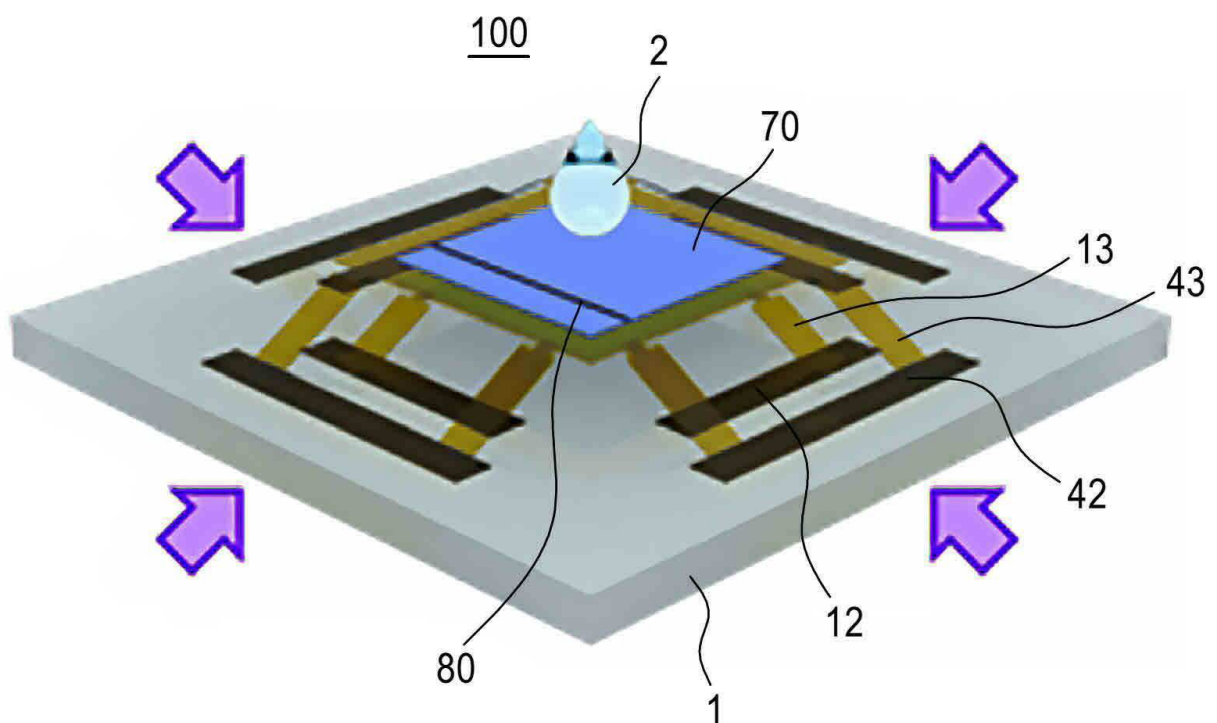
도면3a



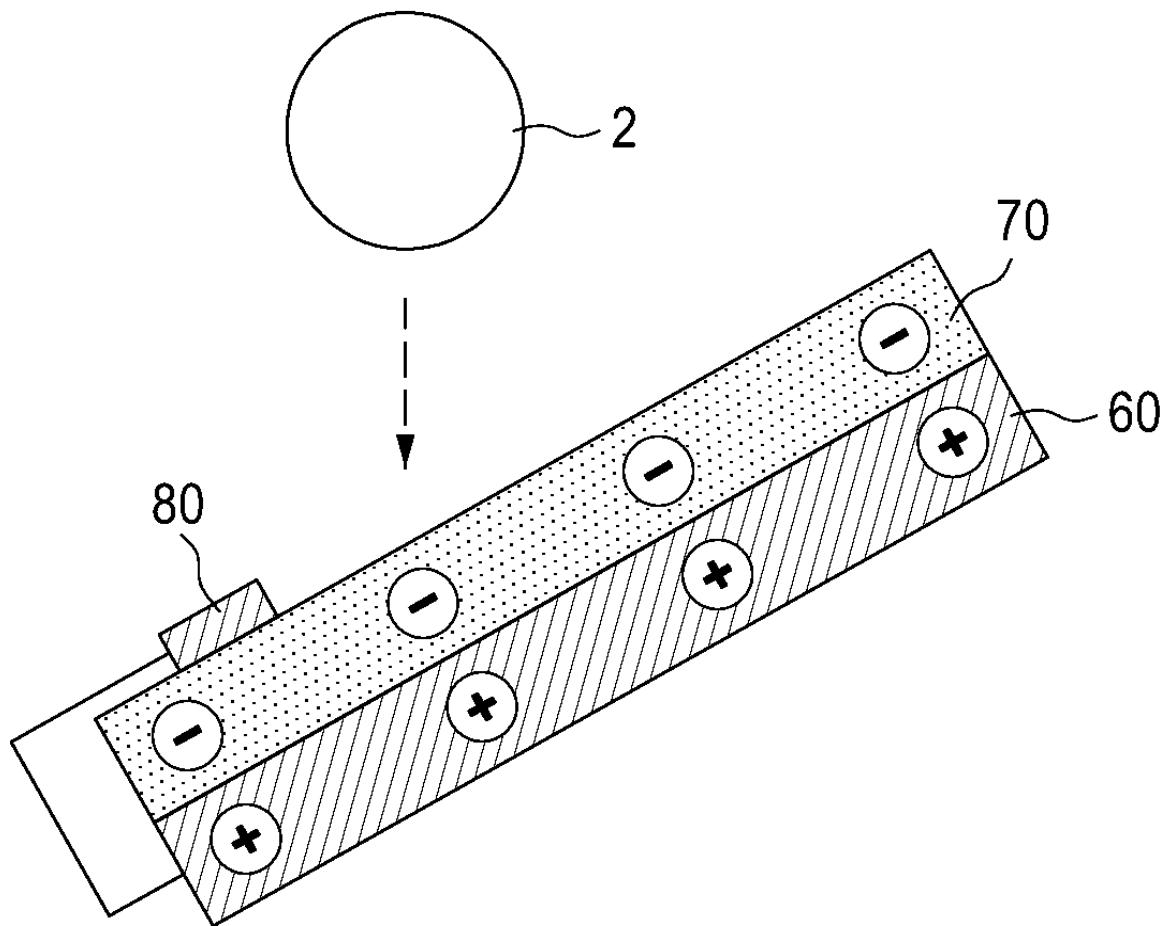
도면 3b



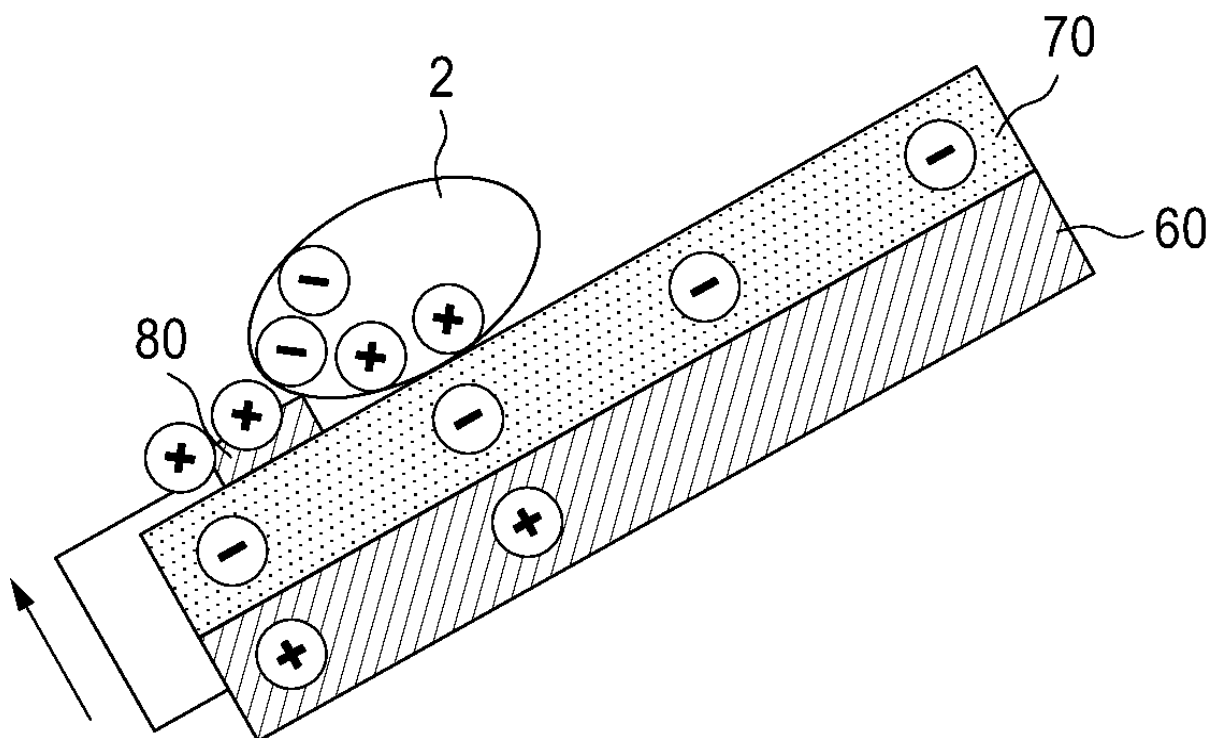
도면3c



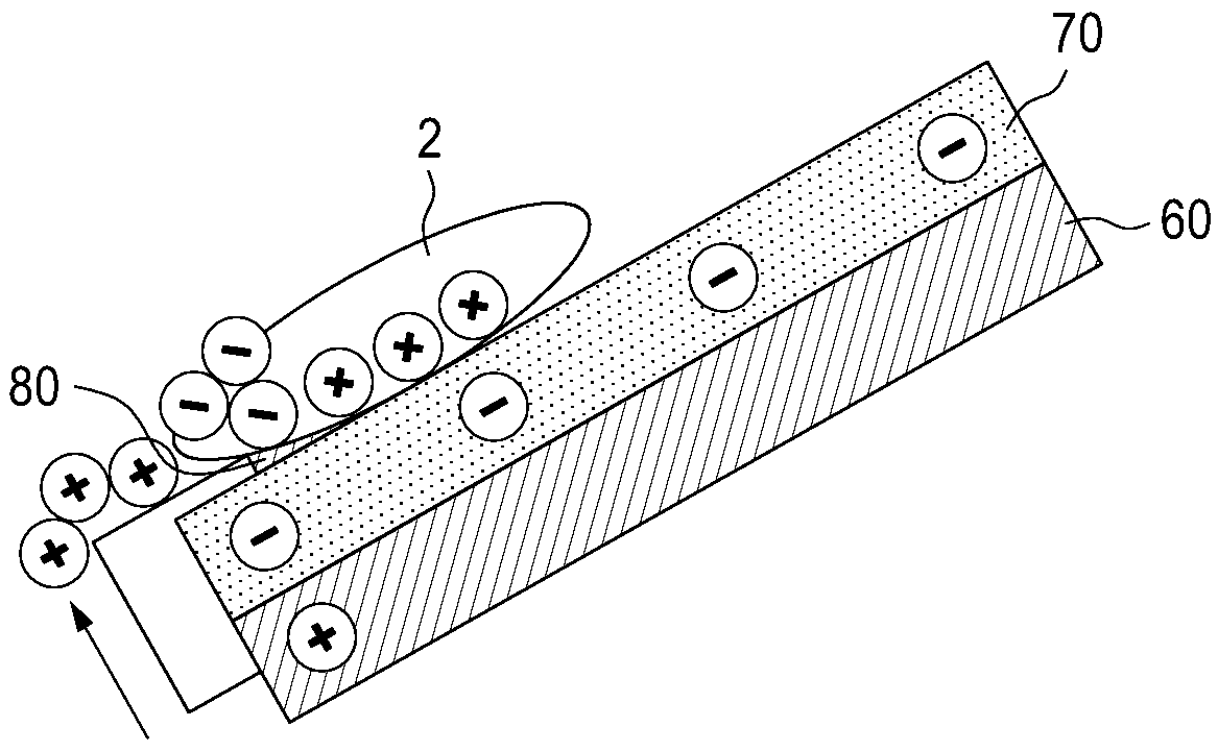
도면4a



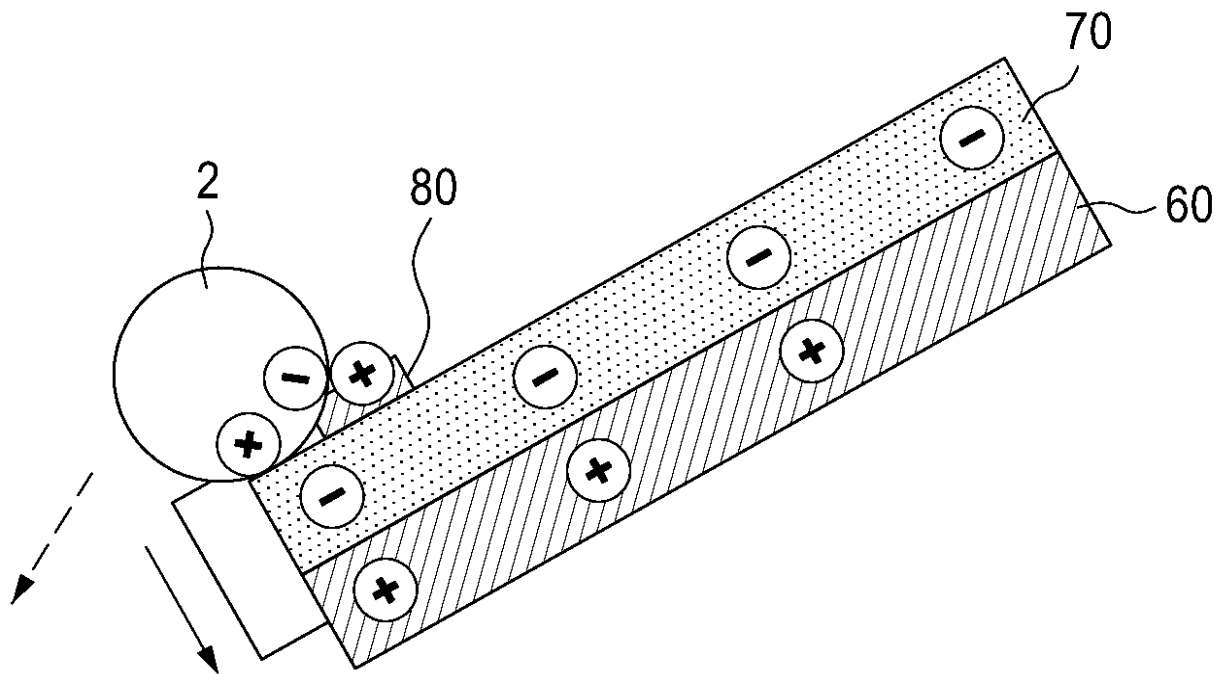
도면4b



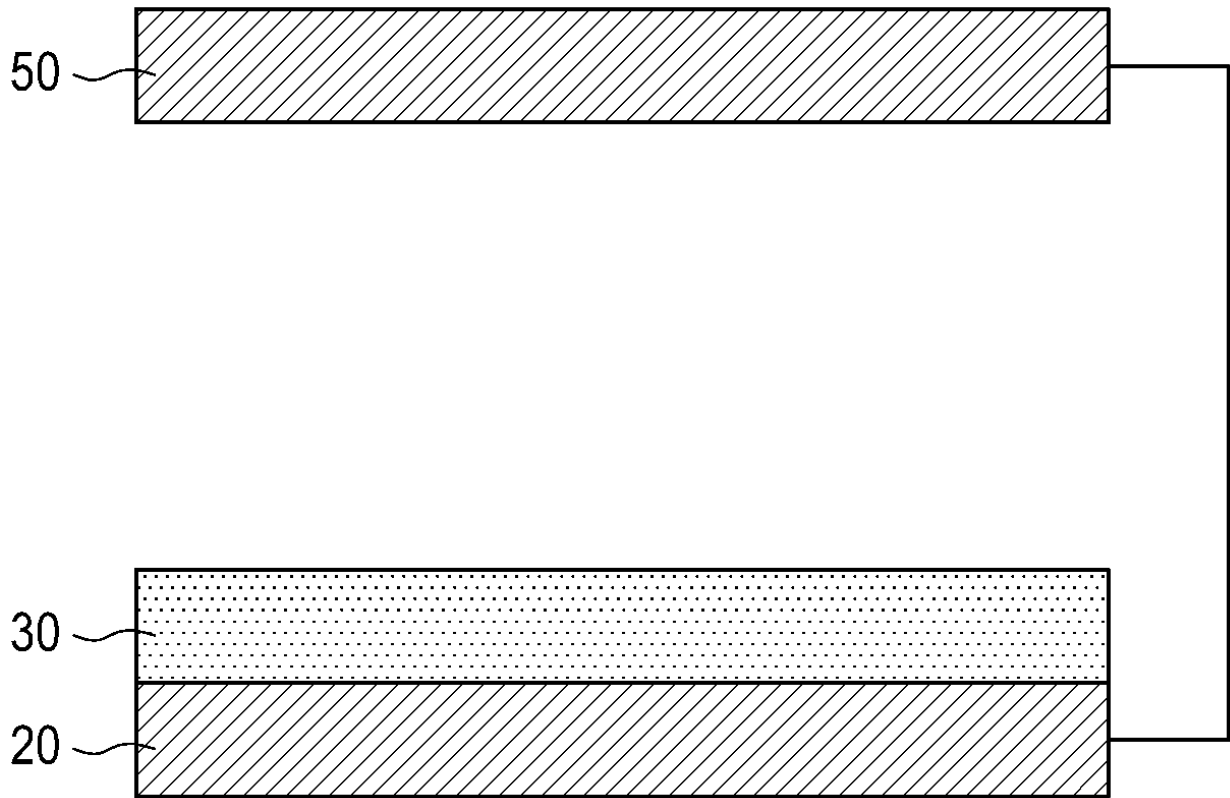
도면4c



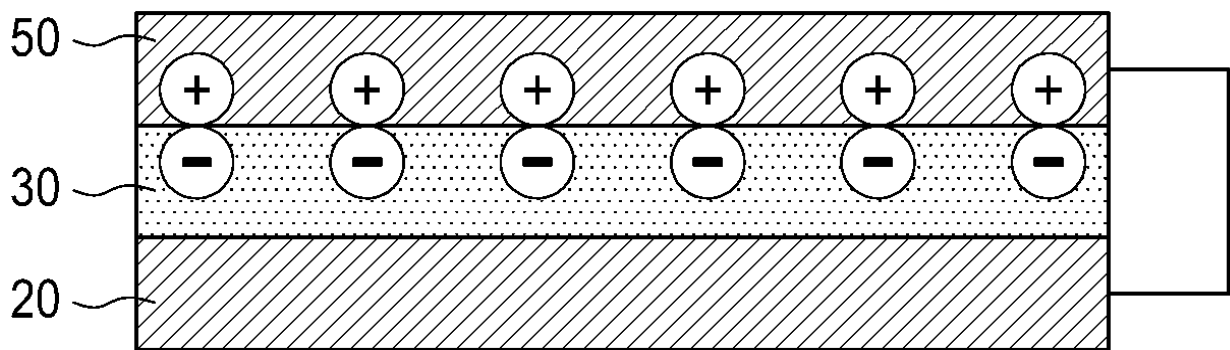
도면4d



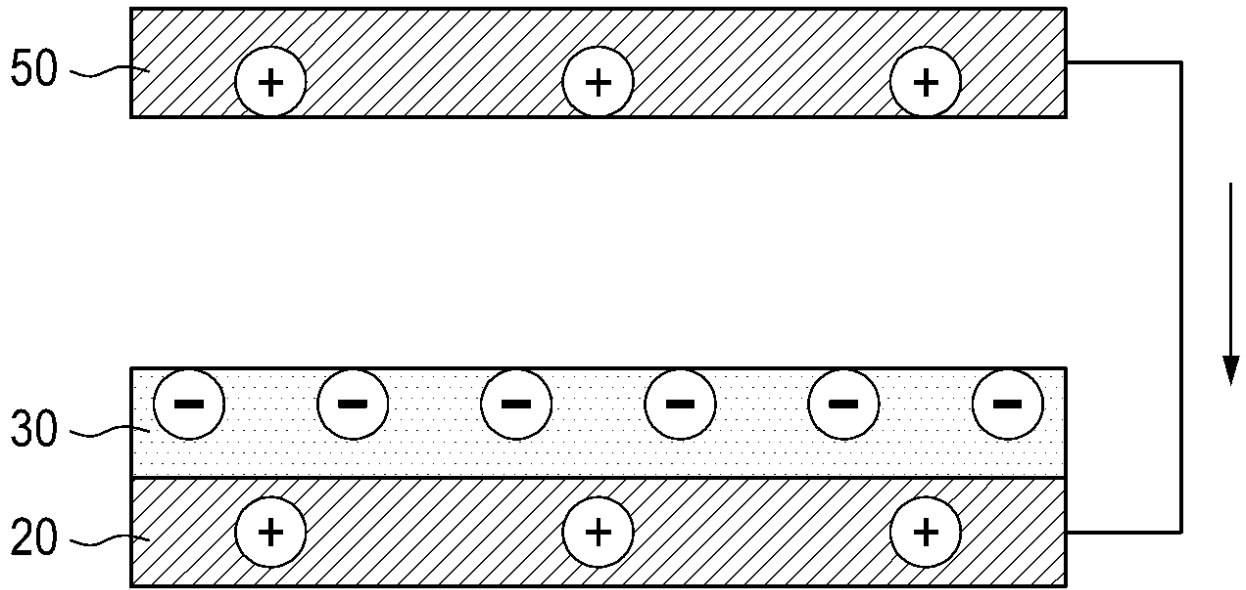
도면5a



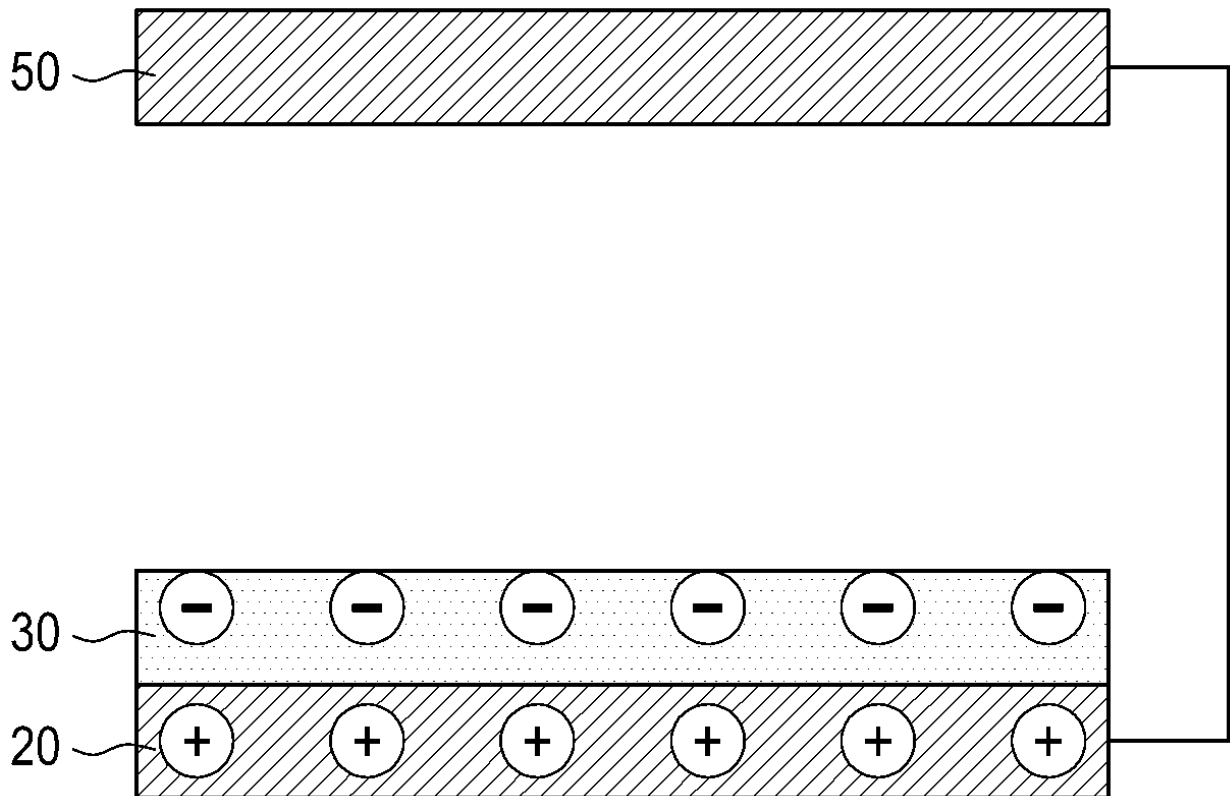
도면5b



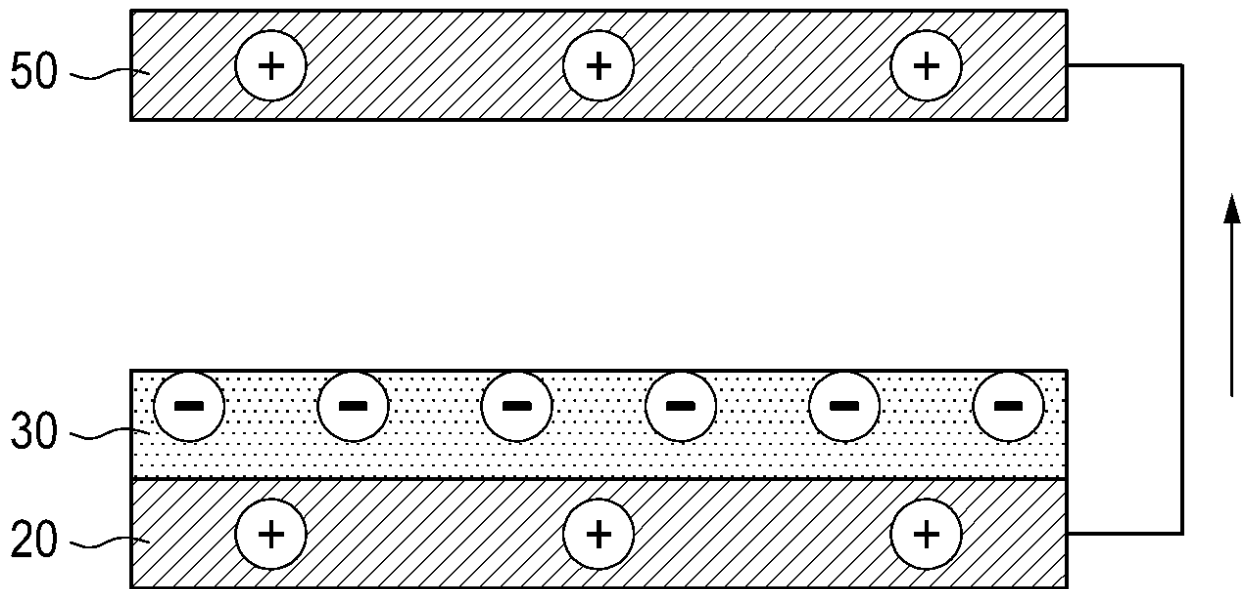
도면5c



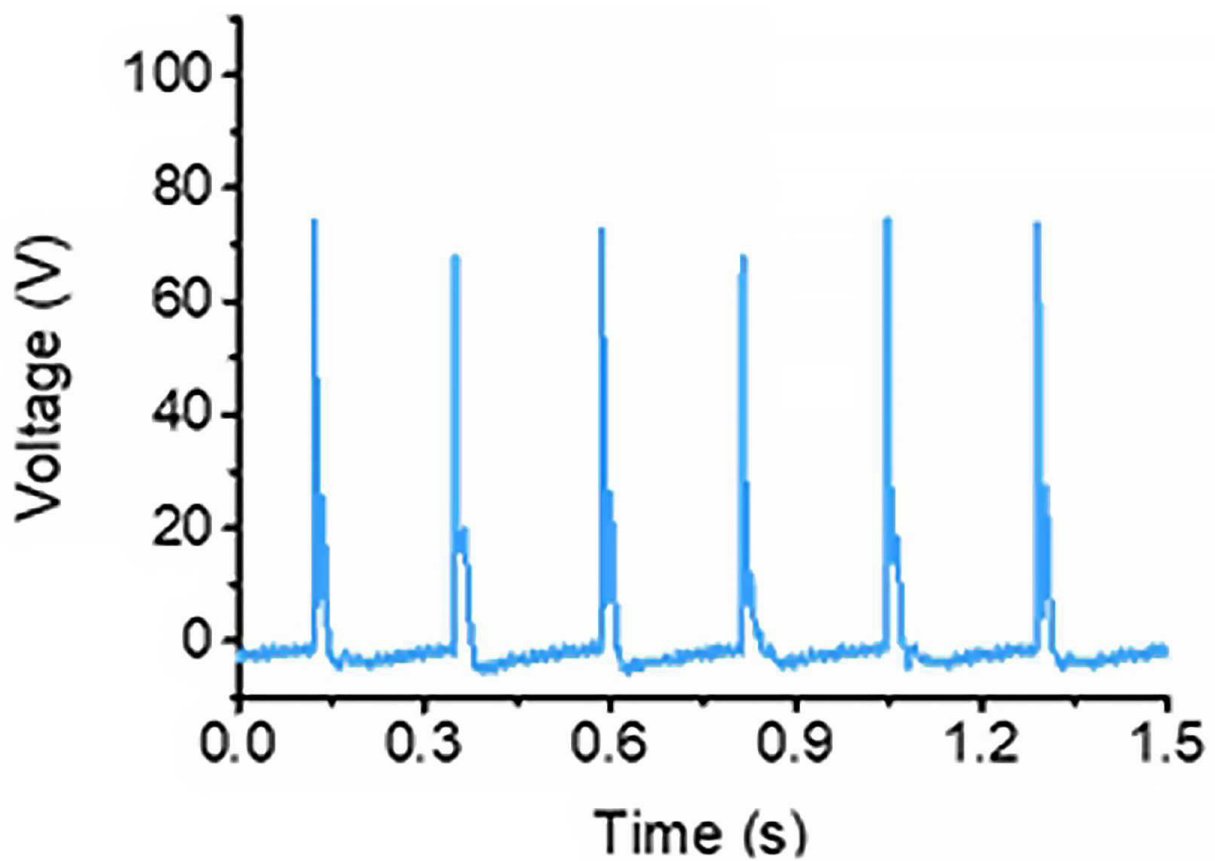
도면5d



도면5e

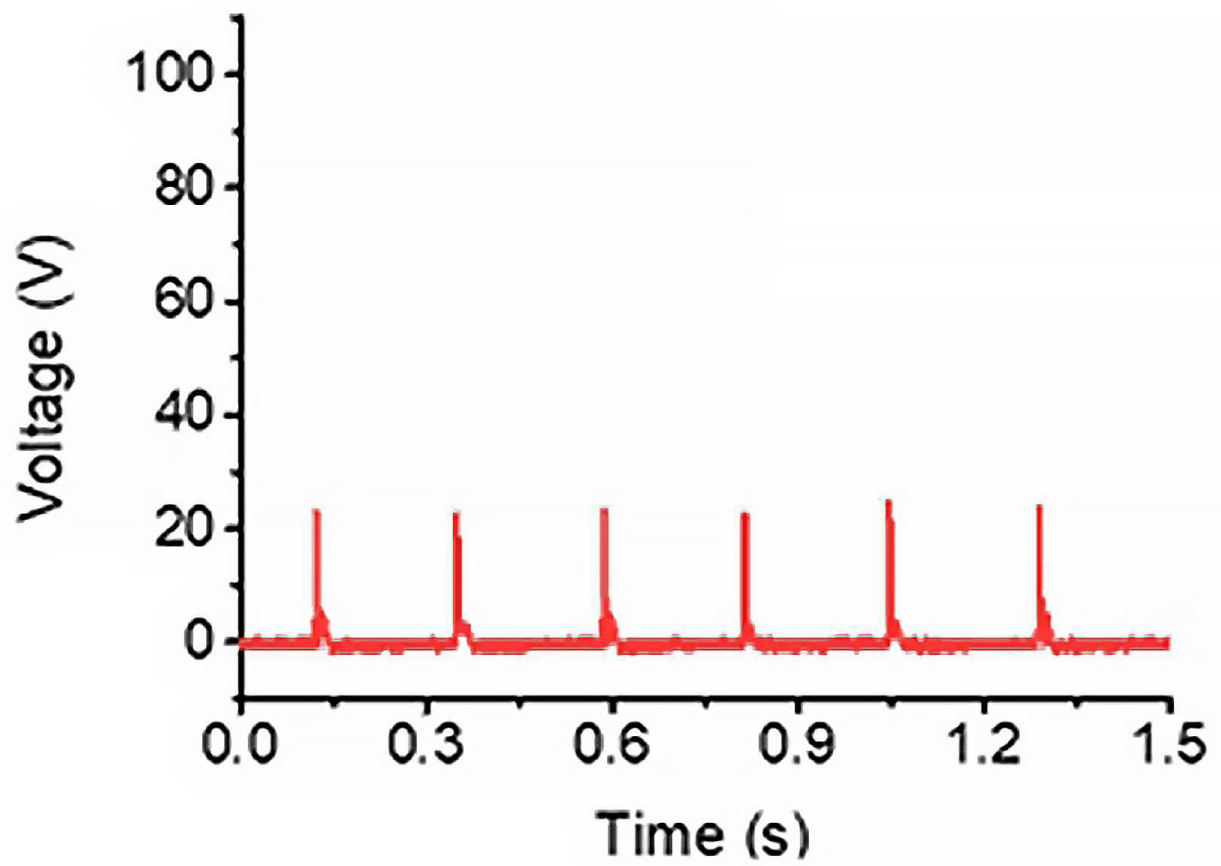


도면6a



Droplet-based electricity generator

도면6b



**Solid-Solid
Triboelectric nanogenerator**

도면7

