(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0156656
(43) 공개일자 2024년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 2/18 (2006.01) *B29C 64/10* (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *B33Y 40/00* (2020.01)
B33Y 80/00 (2015.01) *H02N 1/04* (2006.01)
H02N 1/08 (2006.01) *H02N 2/00* (2006.01)
H10N 30/30 (2023.01) *H10N 30/50* (2023.01)
(52) CPC특허분류
H02N 2/185 (2013.01)
B29C 64/10 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0051921
(22) 출원일자 2023년04월20일
심사청구일자 2023년04월20일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
최동휘
경기 화성시 동탄대로1길 66 2844동 1803호
감동익
경기도 용인시 기흥구 관곡로 16 507동 303호(신갈동 갈현마을 현대홈타운)
권기락
경기도 용인시 기흥구 서그내로 26, 204호 (서천동, 대성주택)
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 14 항

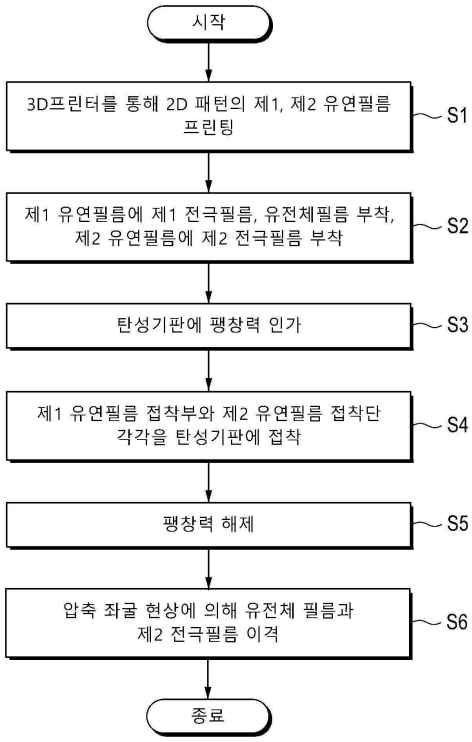
(54) 발명의 명칭 **압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 입력되는 풍력에너지를 수확하여 전기에너지를 출력하는 풍력에너지 수확장치로서, 탄성기판; 상기 탄성기판과 특정 간격 이격되는 제1유연필름과, 상기 제1유연필름 상에 부착되는 제1전극필름과, 상기 제1전극필름 상에 부착되는

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



유전체필름을 갖는 2D 하부 전구체구조; 및 상기 유전체필름과 이격되는 제2유연필름과, 상기 제2유연필름 하면에 부착되는 제2전극필름을 갖는 2D 상부 전구체구조; 포함하고, 사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 제1유연필름의 일부와, 상기 제2유연필름의 일부를 상기 탄성기판 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유연필름을 상기 탄성기판에 이격시키고, 상기 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 사이를 이격시키며, 입력되는 풍력에 의해 상기 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 접촉, 분리되면서 전기에너지를 출력하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B29C 65/48 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 40/00 (2023.05)
B33Y 80/00 (2013.01)
H02N 1/04 (2013.01)
H02N 1/08 (2013.01)
H02N 2/22 (2013.01)
H10N 30/30 (2023.02)
H10N 30/50 (2023.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711182406
과제번호 2022R1C1C1008831
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 우수신진연구
연구과제명 적응형 하이브리드 바람 에너지 하베스팅 기술 기반 에너지 자립형 원격 환경 모니터링 시스템 개발
기 여 율 1/1
과제수행기관명 경희대학교 산학협력단
연구기간 2022.03.01 ~ 2026.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

입력되는 풍력에너지를 수확하여 전기에너지를 출력하는 풍력에너지 수확장치로서,

탄성기판;

상기 탄성기판과 특정간격 이격되는 제1유연필름과, 상기 제1유연필름 상에 부착되는 제1전극필름과, 상기 제1전극필름 상에 부착되는 유전체필름을 갖는 2D 하부 전구체구조; 및

상기 유전체필름과 이격되는 제2유연필름과, 상기 제2유연필름 하면에 부착되는 제2전극필름을 갖는 2D 상부 전구체구조; 포함하고,

사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 제1유연필름의 일부와, 상기 제2유연필름의 일부를 상기 탄성기판 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유연필름을 상기 탄성기판에 이격시키고, 상기 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 사이를 이격시키며,

입력되는 풍력에 의해 상기 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 접촉, 분리되면서 전기에너지를 출력하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름 각각은 3D프린팅을 통해 프린팅되어 제작되는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1전극필름과 상기 유전체 필름은 3D프린팅을 통해 제1유연필름 상에 프린팅되고,

상기 제2전극필름은 3D프린팅을 통해 상기 제2유연필름 상에 프린팅되는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제1유연필름은, 상기 제1전극필름이 부착되는 중단부와, 상기 탄성기판에 접착되는 복수의 접착부와, 상기 중단부와 상기 접착부를 연결하는 연결다리부를 포함하며,

사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 접착부를 상기 탄성기판에 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 제1유연필름을 상기 탄성기판에 이격시키는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제2유연필름은, 상기 제2전극필름이 부착되는 중앙단과, 상기 탄성기판에 접착되는 복수의 접착단과, 상기 중앙단과 상기 접착단을 연결하는 연결부를 포함하며,

사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 잡착단을 상기 탄성기판에 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제2전극필름을 상기 유전체필름에 이격시키는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 유전체필름은 FEP필름, PI 필름인 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치.

청구항 8

입력되는 풍력에너지를 수확하여 전기에너지를 출력하는 풍력에너지 수확장치의 제조방법에 있어서,

3D프린터를 통해, 중단부와 복수의 접착부와, 중단부와 복수의 접착부 각각을 연결하는 연결다리부를 갖는 2D패턴의 제1유연필름과, 중앙단과 복수의 접착단와, 중앙단과 복수의 접착단 각각을 연결하는 연결부를 갖는 2D패턴의 제2유연필름 프린팅하여 제작하는 단계;

상기 제1유연필름 상에 제1전극필름을 부착하고 상기 제1전극필름 상에 유전체필름을 부착하여 2D 하부 전구체구조를 제작하고, 상기 제2유연필름 하면에 제2전극필름을 부착하여 2D 상부 전구체구조를 제작하는 단계;

기 설정된 팽창력 만큼 인장된 탄성기판에 상기 접착부 각각을 접착하고, 상기 접착단 각각을 접착시키는 단계;

상기 기 설정된 팽창력을 해제하여 상기 2D 하부 전구체구조과 상기 2D 상부 전구체구조 각각에 압축응력이 가해지면서 기계적 좌굴에 의해 제1유연필름과 상기 탄성기판 사이가 이격되고, 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 사이가 이격되어 3D 구조가 생성되는 단계;를 포함하여,

입력되는 풍력에 의해 상기 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 접촉, 분리되면서 전기에너지를 출력하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 전구체구조를 제작하는 단계는,

3D프린터를 통해 상기 제1전극필름과 상기 유전체 필름을 제1유연필름 상에 프린팅하고, 상기 제2전극필름을 3D프린팅을 통해 상기 제2유연필름 상에 프린팅하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법.

청구항 11

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치를 이용한 에너지 수확방법으로서,

입력되는 풍력에너지에 의해 제1유연필름과 제2유연필름이 진동하여 제2전극필름과 유전체필름이 접촉, 분리되면서, 상기 유전체필름은 음전하로 대전되고, 양전하가 상기 제1전극필름과 제2전극필름 사이로 이동되면서 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 하는 풍력에너지 수확방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제2전극필름과 유전체필름이 접촉되어 마찰대전에 의해 상기 유전체필름은 음전하로 대전되고 상기 제2전극필름은 양전하로 대전되는 제1단계;

상기 제2전극필름과 유전체필름이 분리될 때, 정전하 유도현상에 의해 상기 제2전극필름의 양전하가 상기 제1전극필름으로 이동되어 전류가 생성되는 제2단계; 및

상기 제2전극필름과 유전체필름의 이격거리가 감소되어 접촉되면서 제1전극필름의 양전하가 상기 제2전극필름으로 이동되어 전류가 생성되는 제3단계; 및

상기 제1단계 내지 상기 제3단계가 반복되는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 풍력에너지 수확방법.

청구항 13

제 13항에 있어서,

상기 풍력에너지의 크기에 따라 상기 제2전극필름과 상기 유전체필름간의 거리를 설계하는 것을 특징으로 하는 풍력에너지 수확방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 제2전극필름과 상기 유전체필름간의 거리 설계는,

상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 하는 풍력에너지 수확방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압축 좌굴 기반의 4D프린팅 기술로 제작되는 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 관한

것이다.

배 경 기 술

[0002] 마찰대전 나노발전기는 바람, 진동, 소리, 물방울, 생체역학적 에너지 등의 원천에서 발생하는 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 장치이다. 이것은 상대 운동에 의해 접촉하거나 분리된 서로 다른 재료의 표면에 양전하와 음전하를 생성하는 마찰 전기 및 정전기 유도 현상을 통해 달성된다.

[0003] 바람은 공기의 움직임으로 온도, 압력, 지구의 자전과 같은 다양한 요인의 영향을 받는다. 이에 바람은 단기간 또는 장기간에 걸쳐 속력과 방향이 변할 수 있다. 이는 마찰대전 나노발전기를 기반으로 제작되는 풍력 에너지 수확 장치에 한계점을 가져온다. 장치의 고정된 전극 간의 거리로 인해 풍력 에너지 수확의 최적 조건이 고정되어 효율적인 에너지 생산이 어렵다.

[0004] 현재 마찰대전 나노발전기를 사용하여 제작되는 풍력 에너지 수확 장치는 구조적으로 고정된 전극 간의 거리로 인해 다양한 한계점이 존재한다.

[0005] 첫째, 제한된 전력 출력이다. 기존의 TENG 기반 풍력 에너지 수확 장치는 전극 사이의 고정된 거리에서 작동하도록 설계되었기 때문에 전력 출력이 제한된다. 이는 장치가 저풍속 또는 고풍속에서 충분한 전력을 생성하지 못하여 에너지 효율이 낮아질 수 있음을 의미한다.

[0006] 둘째, 제한된 적응성이다. 기존의 TENG 기반 풍력 에너지 수확 장치는 전극 사이의 고정된 거리에서 최적으로 작동하도록 설계되었기 때문에 다양한 바람 조건에서의 적응이 어렵다.

[0007] 셋째, 효율성이 떨어진다. 기존의 TENG 기반 풍력 에너지 수확 장치는 바람의 운동 에너지를 활용하는 능력이 제한되어 있어 전극 사이의 거리를 조정할 수 있는 장치보다 효율성이 떨어질 수 있다. 전극 사이의 고정된 거리는 항상 최적의 에너지 변환 효율을 가져오지 않을 수 있다.

[0008] 마지막으로 기존의 TENG 기반 풍력 에너지 수확 장치는 종종 설계가 복잡하여 여러 층의 재료와 복잡한 배선이 필요하다. 이로 인해 단순한 디자인의 장치보다 제조 및 유지 관리가 더 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 10-1729664

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-2405703

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-1447561

(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 10-2021-0072187

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 압축 좌굴 기반의 4D Printing 기술로 제작된 풍력 에너지 수확 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 미찰대전 나노발전기의 메커니즘을 활용하여 풍력 에너지를 수확하여 전기 에너지로 변환하는 장치로, 그 메커니즘은 각 재료의 표면이 마찰에 의해 양과 음의 전하로 대전되는 마찰대전 현상과 정전기력에 의해 전하가 유도되는 정전기적 유도 현상로 구성되는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따르면, 기계적 좌굴을 이용하여 두 층 간의 간격을 조절할 수 있고, 이를 통해 장치의 유연성을 향상시킬 수 있으며 두 층 간의 간격을 제어하는 요소를 고려하지 않아도 되기 때문에, 제작 공정의 단순화와 비용 절감될 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 압축 좌굴 기반의 4D Pinting 기술로 제작된 풍력 에너지 수확 장치는 전극 사이의 거리를 조정할 수 있어 기존 마찰대전 나노발전기 기반 풍력 에너지 수확 장치의 많은 한계를 극복할 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 바람 에너지 수확 및 풍속/풍향 감지를 포함한 다양한 분야에서의 잠재력을 가질 수 있고, 바람에 의해 발전이 가능하여 환경 센서 및 사물 인터넷(IoT) 장치를 포함한 소형 전자 장치 또는 센서에 전원을 공급하는 데 사용할 수 있으며, 그 외, 풍속 및 풍향을 감지하는 센서로도 활용이 가능하며 이 뿐만 아니라, 풍력 에너지를 기계적 진동 운동으로 변환하는 장치로도 사용할 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따르면, 첫째, 전극 사이의 조정 가능한 거리를 통해 장치가 풍속에 따라 출력 전력을 조정할 수 있고, 전극 사이의 거리를 달리함으로써 TENG는 더 높은 전압 출력을 생성하여 더 높은 전력 출력을 얻을 수 있으며, 전극 사이의 거리를 조정하여 낮은 풍속에서 높은 풍속까지 다양한 풍속에서 작동하도록 설계할 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0016] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 전극 사이의 조정 가능한 거리를 통해 장치가 주어진 풍속에 대해 최적의 효율성으로 작동할 수 있고, 태양열 또는 수력과 같은 다른 재생 가능 에너지원에 비해 비용이 효율적이며, 설계가 단순하고 제조 비용이 낮아 소규모 에너지 하베스팅 애플리케이션에 적합하고, 성능과 안정성을 향상시키는 동시에 광범위한 응용 분야에서 장치의 접근성과 비용 효율성을 높일 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0017] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 전극 간의 거리를 형성시켜주는 추가 구성 요소가 필요없고, 유연성이 확보되며, 동시에 전극 간의 거리 조절이 가능하여 장치의 유연성을 확보하여 외부 환경에 따른 에너지 생산의 한계점을 극복할 수 있고, 자가발전 센서 기술 및 에너지 하베스팅 기술에 크게 기여할 수 있는, 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0018] 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

[0019] 본 발명의 제1목적은 입력되는 풍력에너지를 수확하여 전기에너지를 출력하는 풍력에너지 수확장치로서, 탄성기판; 상기 탄성기판과 특정간격 이격되는 제1유연필름과, 상기 제1유연필름 상에 부착되는 제1전극필름과, 상기 제1전극필름 상에 부착되는 유전체필름을 갖는 2D 하부 전구체구조; 및 상기 유전체필름과 이격되는 제2유연필름과, 상기 제2유연필름 하면에 부착되는 제2전극필름을 갖는 2D 상부 전구체구조; 포함하고, 사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 제1유연필름의 일부와, 상기 제2유연필름의 일부를 상기 탄성기판 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제1유연필름을 상기 탄성기판에 이격시키고, 상기 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 사이를 이격시키며, 입력되는 풍력에 의해 상기 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 접촉, 분리되면서 전기에너지를 출력하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치로서 달성될 수 있다.

[0020] 그리고 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름 각각은 3D프린팅을 통해 프린팅되어 제작되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 또한 상기 제1전극필름과 상기 유전체 필름은 3D프린팅을 통해 제1유연필름 상에 프린팅되고, 상기 제2전극필름은 3D프린팅을 통해 상기 제2유연필름 상에 프린팅되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 그리고 상기 제1유연필름은, 상기 제1전극필름이 부착되는 중단부와, 상기 탄성기판에 접착되는 복수의 접착부와, 상기 중단부와 상기 접착부를 연결하는 연결다리부를 포함하며, 사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 접착부를 상기 탄성기판에 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 제1유연필름을 상기 탄성기판에 이격시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 또한 상기 제2유연필름은, 상기 제2전극필름이 부착되는 중앙단과, 상기 탄성기판에 접착되는 복수의 접착단과, 상기 중앙단과 상기 접착단을 연결하는 연결부를 포함하며, 사전에 팽창시킨 상기 탄성기판에 대해 상기 잡착단

을 상기 탄성기판에 부착시키고, 상기 탄성기판에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 상기 제2전극필름을 상기 유전체필름에 이격시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 그리고 상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 또한 상기 유전체필름은 FEP필름, PI 필름인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 제2목적은 입력되는 풍력에너지를 수확하여 전기에너지를 출력하는 풍력에너지 수확장치의 제조방법에 있어서, 3D프린터를 통해, 중단부와 복수의 접착부와, 중단부와 복수의 접착부 각각을 연결하는 연결다리부를 갖는 2D패턴의 제1유연필름과, 중앙단과 복수의 접착단와, 중앙단과 복수의 접착단 각각을 연결하는 연결부를 갖는 2D패턴의 제2유연필름 프린팅하여 제작하는 단계; 상기 제1유연필름 상에 제1전극필름을 부착하고 상기 제1전극필름 상에 유전체필름을 부착하여 2D 하부 전구체구조를 제작하고, 상기 제2유연필름 하면에 제2전극필름을 부착하여 2D 상부 전구체구조를 제작하는 단계; 기 설정된 팽창력 만큼 인장된 탄성기판에 상기 접착부 각각을 접착하고, 상기 접착단 각각을 접착시키는 단계; 상기 기 설정된 팽창력을 해제하여 상기 2D 하부 전구체구조과 상기 2D 상부 전구체구조 각각에 압축응력이 가해지면서 기계적 좌굴에 의해 제1유연필름과 상기 탄성기판 사이가 이격되고, 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 사이가 이격되어 3D 구조가 생성되는 단계;를 포함하여, 입력되는 풍력에 의해 상기 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 접촉, 분리되면서 전기에너지를 출력하는 것을 특징으로 하는 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법으로서 달성될 수 있다.

[0027] 그리고 상기 전구체구조를 제작하는 단계는, 3D프린터를 통해 상기 제1전극필름과 상기 유전체 필름을 제1유연필름 상에 프린팅하고, 상기 제2전극필름을 3D프린팅을 통해 상기 제2유연필름 상에 프린팅하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0028] 또한 상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 본 발명의 제3목적은, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치를 이용한 에너지 수확방법으로서, 입력되는 풍력에너지에 의해 제1유연필름과 제2유연필름이 진동하여 제2전극필름과 유전체필름이 접촉, 분리되면서, 상기 유전체필름은 음전하로 대전되고, 양전하가 상기 제1전극필름과 제2전극필름 사이로 이동되면서 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 하는 풍력에너지 수확방법으로서 달성될 수 있다.

[0030] 그리고 상기 제2전극필름과 유전체필름이 접촉되어 마찰대전에 의해 상기 유전체필름은 음전하로 대전되고 상기 제2전극필름은 양전하로 대전되는 제1단계; 상기 제2전극필름과 유전체필름이 분리될 때, 정전하 유도현상에 의해 상기 제2전극필름의 양전하가 상기 제1전극필름으로 이동되어 전류가 생성되는 제2단계; 및 상기 제2전극필름과 유전체필름의 이격거리가 감소되어 접촉되면서 제1전극필름의 양전하가 상기 제2전극필름으로 이동되어 전류가 생성되는 제3단계; 및 상기 제1단계 내지 상기 제3단계가 반복되는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 또한 상기 풍력에너지의 크기에 따라 상기 제2전극필름과 상기 유전체필름간의 거리를 설계하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0032] 그리고 상기 제2전극필름과 상기 유전체필름간의 거리 설계는, 상기 탄성기판에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 상기 탄성기판의 탄성력, 상기 제1유연필름과 상기 제2유연필름의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 상기 연결다리부와 상기 연결부의 길이, 폭차이에 따라 상기 유전체필름과 상기 제2전극필름 간 사이간격을 조절하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 각 재료의 표면이 마찰에 의해 양과 음의 전하로 대전되는 마찰대전 현상과 정전기력에 의해 전하가 유도되는 정전기적 유도 현상로 구성되는 미찰대전 나노발전기의 메커니즘을 활용하여 풍력 에너지를 수확하여 전기에너지로 변환할 수 있는 효과를 갖는다.

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르

면, 기계적 좌굴을 이용하여 두 층 간의 간격을 조절할 수 있고, 이를 통해 장치의 유연성을 향상시킬 수 있으며 두 층 간의 간격을 제어하는 요소를 고려하지 않아도 되기 때문에, 제작 공정의 단순화와 비용 절감이 될 수 있는 장점을 갖는다.

[0035] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 압축 좌굴 기반의 4D Pinting 기술로 제작된 풍력 에너지 수확 장치는 전극 사이의 거리를 조정할 수 있어 기존 마찰대전 나노발전기 기반 풍력 에너지 수확 장치의 많은 한계를 극복할 수 있는 장점이 있다.

[0036] 또한 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 바람 에너지 수확 및 풍속/풍향 감지를 포함한 다양한 분야에서의 잠재력을 가질 수 있고, 바람에 의해 발전이 가능하여 환경 센서 및 사물 인터넷(IoT) 장치를 포함한 소형 전자 장치 또는 센서에 전원을 공급하는 데 사용할 수 있으며, 그 외, 풍속 및 풍향을 감지하는 센서로도 활용이 가능하며 이 뿐만 아니라, 풍력 에너지를 기계적 진동 운동으로 변환하는 장치로도 사용할 수 있는 장점이 있다.

[0037] 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 첫째, 전극 사이의 조정 가능한 거리를 통해 장치가 풍속에 따라 출력 전력을 조정할 수 있고, 전극 사이의 거리를 달리함으로써 TENG는 더 높은 전압 출력을 생성하여 더 높은 전력 출력을 얻을 수 있으며, 전극 사이의 거리를 조정하여 낮은 풍속에서 높은 풍속까지 다양한 풍속에서 작동하도록 설계할 수 있는 효과를 갖는다.

[0038] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 전극 사이의 조정 가능한 거리를 통해 장치가 주어진 풍속에 대해 최적의 효율성으로 작동할 수 있고, 태양열 또는 수력과 같은 다른 재생 가능 에너지원에 비해 비용이 효율적이며, 설계가 단순하고 제조 비용이 낮아 소규모 에너지 하베스팅 애플리케이션에 적합하고, 성능과 안정성을 향상시키는 동시에 광범위한 응용 분야에서 장치의 접근성과 비용 효율성을 높일 수 있는 효과를 갖는다.

[0039] 또한 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치, 수확방법 및 그 제조방법에 따르면, 전극 간의 거리를 형성시켜주는 추가 구성 요소가 필요없고, 유연성이 확보되며, 동시에 전극 간의 거리 조절이 가능하여 장치의 유연성을 확보하여 외부 환경에 따른 에너지 생산의 한계점을 극복할 수 있고, 자가 발전 센서 기술 및 에너지 하베스팅 기술에 크게 기여할 수 있는 효과를 갖는다.

[0040] 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

[0041] 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 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 사시도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴, 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법의 흐름도,

도 3a는 본 발명의 실시예에 따라 3D 프린팅에 의해 제조되는 제1, 제2유연필름,

도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴, 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치의 분해 사시도,

도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 상부 전구체와 하부 전구체의 분해 사시도,

도 3d는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 사시도,

도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 실시예에 따른 마찰전기 메커니즘의 흐름도,

도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 6m/s의 입력 풍속에 대한 출력신호 그래프,

도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 20m/s의 입력 풍속에 대한 출력신호 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0048] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 구성, 기능, 제조방법 및 풍력에너지 수확방법에 대해 설명하도록 한다.

[0049] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 사시도를 도시한 것이다.

[0050] 본 발명의 실시예에 따르면, 입력되는 풍력에너지에 의해 각자가 진동되어 접촉, 분리되면서 마찰대전, 정전기 효과에 의해 전기를 수집, 출력하도록 구성된다.

[0051] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴, 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치의 제조방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0052] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치(100)는, 전체적으로 탄성기판(1)과, 하부 전구체구조, 상부 전구체구조를 포함하여 구성됨을 알 수 있다.

[0053] 하부 전구체 구조는 탄성기판(1)과 특정간격 이격되는 제1유연필름(10)과, 제1유연필름(10) 상에 부착되는 제1전극필름(20)과, 제1전극필름(20) 상에 부착되는 유전체필름(30)을 포함하여 구성되다.

[0054] 또한 상부 전구체 구조는 유전체필름(30)과 이격되는 제2유연필름(40)과, 제2유연필름(40) 하면에 부착되는 제2전극필름(50)을 포함하여 구성된다.

[0055] 또한 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치(100)는, 사전에 팽창시킨 탄성기판(1)에 대해 제1유연필름(10)의 일부와, 제2유연필름(40)의 일부를 탄성기판(1) 접착시키고, 이러한 탄성기판(1)에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 제1유연필름(10)을 탄성기판(1)에 이격시키고, 유전체필름(30)과 제2전극필름(50) 사이를 이격시키게 된다.

[0056] 보다 구체적으로, 먼저, 2D패턴의 제1유연필름(10)과 제2유연필름(40)을 제작한다. 도 3a는 본 발명의 실시예에 따라 3D 프린팅에 의해 제조되는 제1, 제2유연필름를 도시한 것이다.

[0057] 도 3a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 3D 프린터(110)에 의해 제1유연필름(10)과 제2유연필름(40)을 베드(111) 상에 프린팅하여 제작할 수 있음을 알 수 있다(S1).

[0058] 제1유연필름(10)은 제1전극필름(20)이 부착되는 중단부(11)와, 탄성기판(1)에 접착되는 복수의 접착부(12)와, 중단부(11)와 접착부(12)를 연결하는 복수의 연결다리부(13)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0059] 그리고 사전에 팽창시킨 탄성기판(1)에 대해 접착부(12)를 탄성기판(1)에 부착시키고, 탄성기판(1)에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 제1유연필름(10)을 탄성기판(1)에 이격시키게 된다.

[0060] 또한 제2유연필름(40) 역시 3D프린터(110)를 통해 프린팅된다. 제2유연필름(40)은 제2전극필름(50)이 부착되는 중앙단(41)과, 탄성기판(1)에 접착되는 복수의 접착단(42)과, 중앙단(41)과 접착단(42)을 연결하는 복수의 연결부(43)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0061] 그리고 사전에 팽창시킨 탄성기판(1)에 대해 잡착단(42)을 탄성기판(1)에 부착시키고, 탄성기판(1)에 대한 팽창력을 제거하여 압축좌굴에 의해 제2전극필름(50)을 유전체필름(30)에 이격시키게 된다.

[0062] 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치의 분해 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 3c는 본 발명의 실시예에 따른 상부 전구체와 하부 전구체의 분해 사시도를 도시한 것이다. 또한 도 3d는 본 발명의 실시예에 따른 압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치의 사시도를 도시한 것이다.

[0063] 본 발명의 실시예에 따른 제1, 제2유연필름(10, 40)은 ABS로 구성될 수 있고, 제1, 제2전극필름(20, 50)은 전도성 테이프, 유전체필름은 FEP필름, PI필름으로 구성될 수 있다.

[0064] 본 발명의 실시예에 따른 풍력에너지 수확장치(100)는, Printing 기술로 제작되며, 이는 스페이서 제거 및 공정의 단순화를 통해 대량 생산과 여러 장치의 연결로 에너지 생산량의 증가할 수 있게 된다.

[0065] 또한 본 발명의 실시예에서는, 탄성기판(1)에 가해지는 기 설정된 팽창력의 크기, 탄성기판(1)의 탄성력, 제1유연필름(20)과 제2유연필름(40)의 형상, 재료, 두께, 너비, 및 길이, 연결다리부(12)와 연결부(42)의 길이, 폭차이에 따라 유전체필름(30)과 제2전극필름(50) 간 사이간격을 조절할 수 있다.

[0067] 이하에서는 앞서 언급한 압축좌굴과 프린팅 기술 기반 풍력에너지 수확장치를 통한 풍력에너지 수집방법에 대해 설명하도록 한다.

[0068] 도 4a 내지 도 4e는 본 발명의 실시예에 따른 마찰전기 메커니즘의 흐름도를 도시한 것이다.

[0069] 입력되는 풍력에너지에 의해 제1유연필름(10)과 제2유연필름(40)이 진동하여 제2전극필름(50)과 유전체필름(30)이 접촉, 분리된다. 따라서 유전체필름(30)은 음전하로 대전되고, 양전하는 제1전극필름(20)과 제2전극필름(50) 사이로 이동되면서 전기에너지를 발생시키게 된다.

[0070] 즉, 제2전극필름(50)과 유전체필름(30)이 접촉되어 마찰대전에 의해 유전체필름은 음전하로 대전되고 제2전극필름(50)은 양전하로 대전되게 된다. 그리고 제2전극필름(50)과 유전체필름(30)이 분리될 때, 정전하 유도현상에 의해 제2전극필름(50)의 양전하가 제1전극필름(20)으로 이동되어 전류가 생성되게 된다. 그리고 제2전극필름(50)과 유전체필름(30)의 이격거리가 점차 감소되어 접촉되면서 제1전극필름(20)의 양전하가 제2전극필름(50)으로 이동되어 전류가 생성되게 된다

[0071] 구체적으로 풍력 에너지에 의해 두께가 다른 상부 전구체구조와 하부 전구체구조가 서로 상이하게 반응한다.

[0072] 따라서, 바람에 의해서 제2전극필름(50)은 유전체필름(30)(FEP 필름)과 접촉하게 된다(도 4a 상태 -> 도 4b 상태). 이 때, 제2전극필름(50)과 유전체필름(30)은 서로 다른 전하로 대전된다.

[0073] 이후 구조적인 특성에 의해 복원이 이뤄지고 제2전극필름(50)은 유전체필름(30)과 분리되며 전기적 평형을 위해 제2전극필름(50)의 전하들은 하부 제1전극필름(20)으로 유도된다(도 4b 상태 -> 도 4c 상태 -> 도 4d 상태). 이어서 바람에 의한 상부 구조가 상하로 움직이며 도 도 4d → 도 4e → 도 4b → 도 4c → 도 4d 순서로 이어지다가 바람이 멈추면 움직임이 서서히 멈추며 도 4d 상태로 있게 된다.

[0075] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 6m/s의 입력 풍속에 대한 출력신호 그래프를 도시한 것이다. 그리고 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 20m/s의 입력 풍속에 대한 출력신호 그래프를 도시한 것이다.

[0076] 즉, 도 5a 및 도 5b는 앞서 언급된 압축 좌굴과 Pinting 기술 기반 풍력 에너지 수확 장치(100)의 출력을 보여준다. 풍속에 따른 출력 수준의 차이가 발생하며 정상적으로 작동하는 것을 검증하였다.

[0078] 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

[0079] 1:탄성기판

10:제1유연필름

11:중단부

12:접착부

13:연결다리부

20:제1전극필름

30:유전체필름

40:제2유연필름

41:중앙단

42:접착단

43:연결부

50:제2전극필름

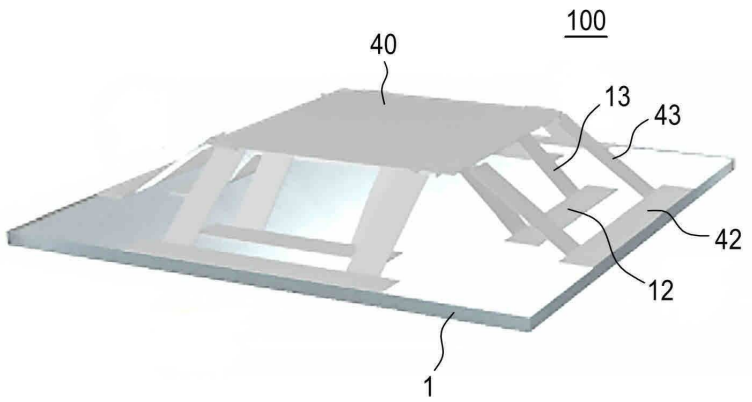
100:압축 좌굴 기반 풍력에너지 수확장치

110:3D프린터

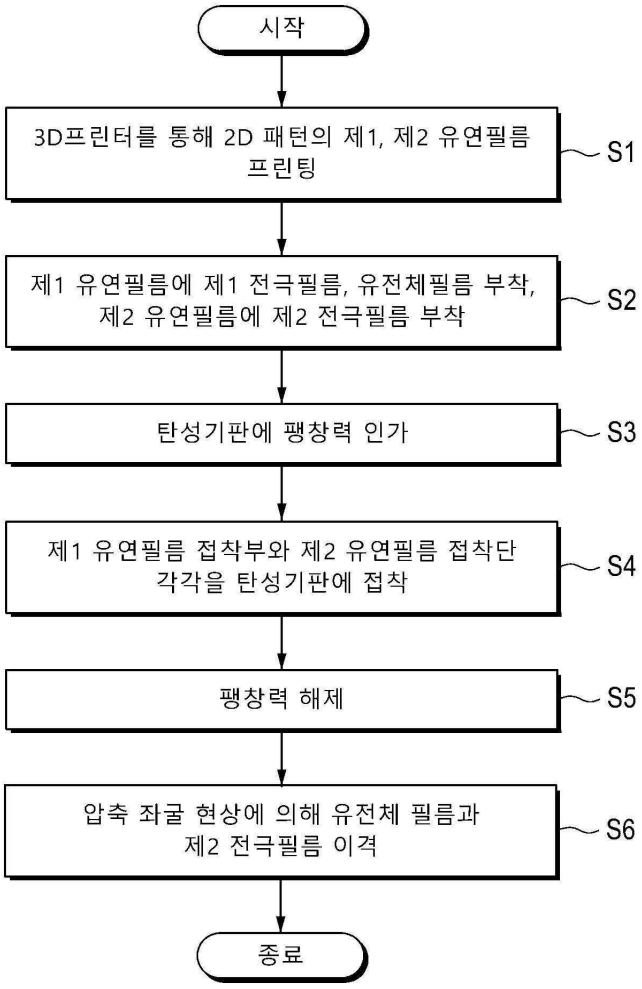
111:베드

도면

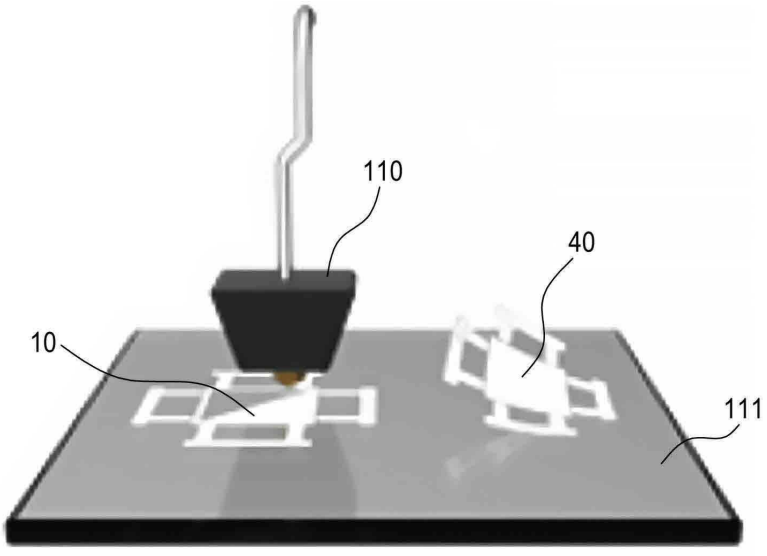
도면1



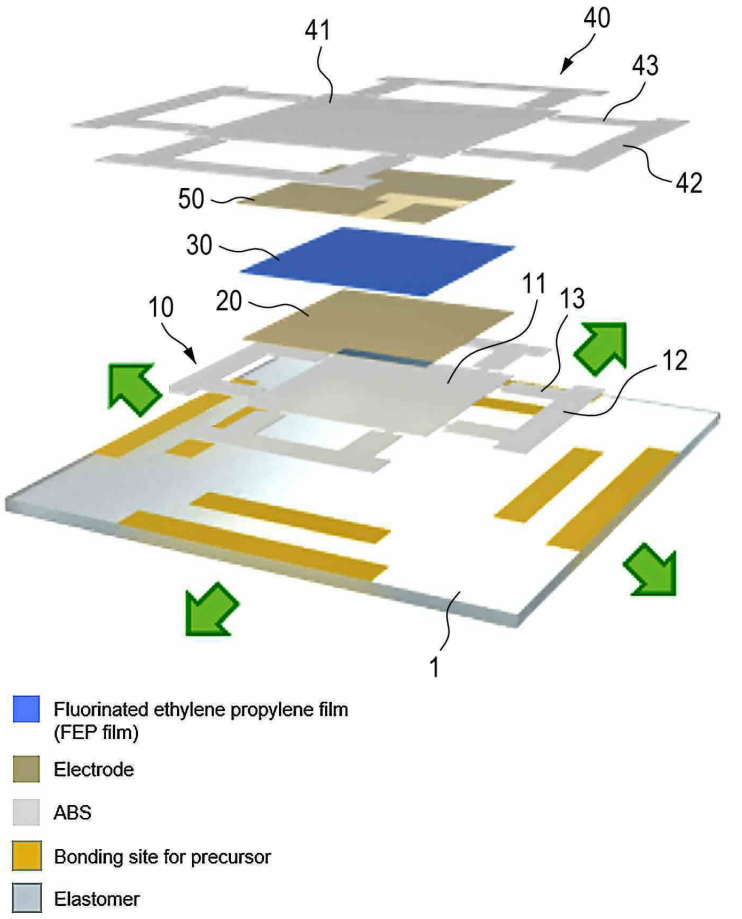
도면2


시작
3D프린터를 통해 2D 패턴의 제1, 제2 유연필름 프린팅
S1
제1 유연필름에 제1 전극필름, 유전체필름 부착, 제2 유연필름에 제2 전극필름 부착
S2
탄성기판에 팽창력 인가
S3
제1 유연필름 접착부와 제2 유연필름 접착단 각각을 탄성기판에 접착
S4
팽창력 해제
S5
압축 좌굴 현상에 의해 유전체 필름과 제2 전극필름 이격
S6
종료

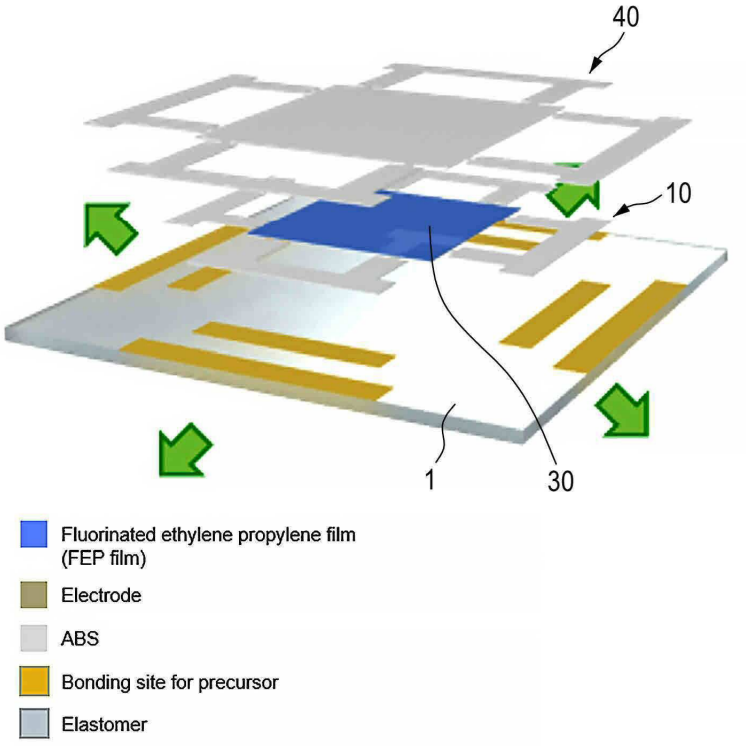
도면3a


110
40
10
111

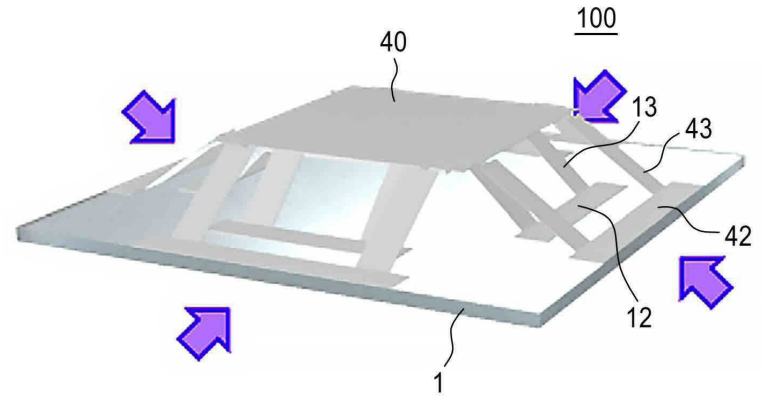
도면3b


41
40
43
42
50
30
10
20
11
13
12
1
Fluorinated ethylene propylene film (FEP film)
Electrode
ABS
Bonding site for precursor
Elastomer

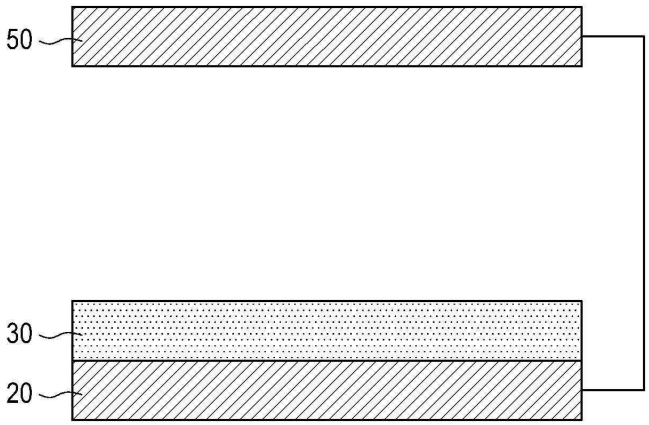
도면3c


40
10
1
30
Fluorinated ethylene propylene film (FEP film)
Electrode
ABS
Bonding site for precursor
Elastomer

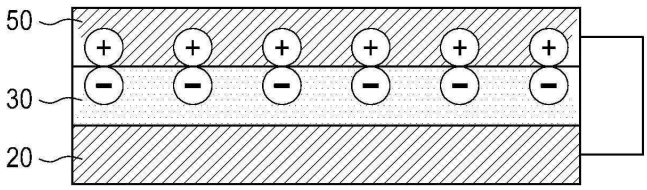
도면3d



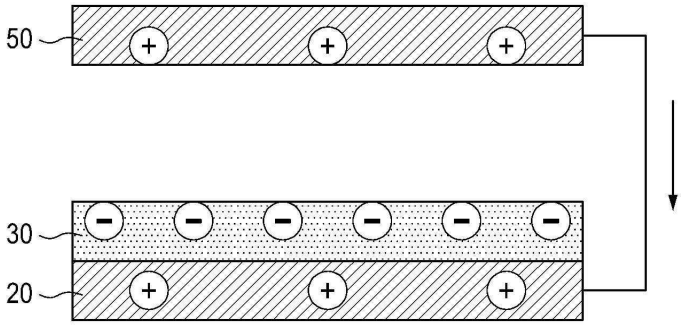
도면4a



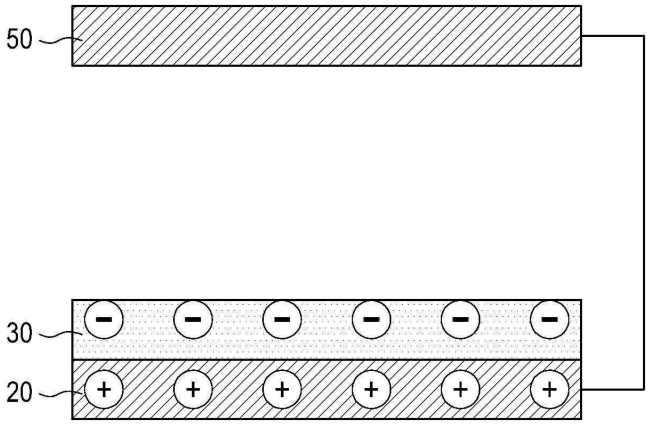
도면4b



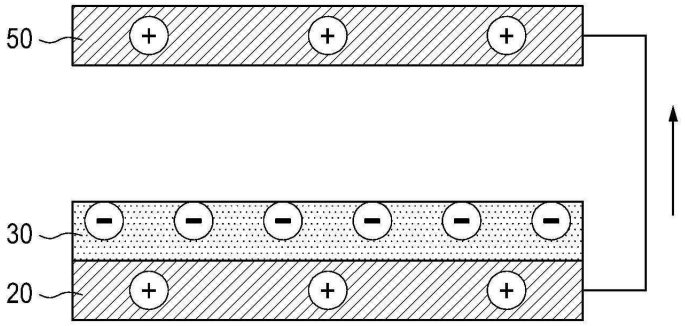
도면4c



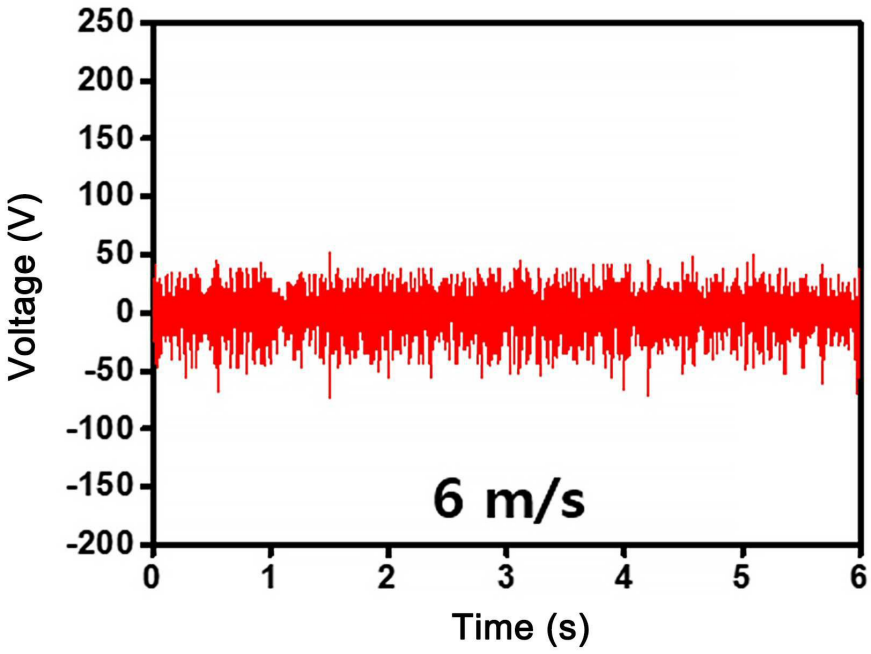
도면4d



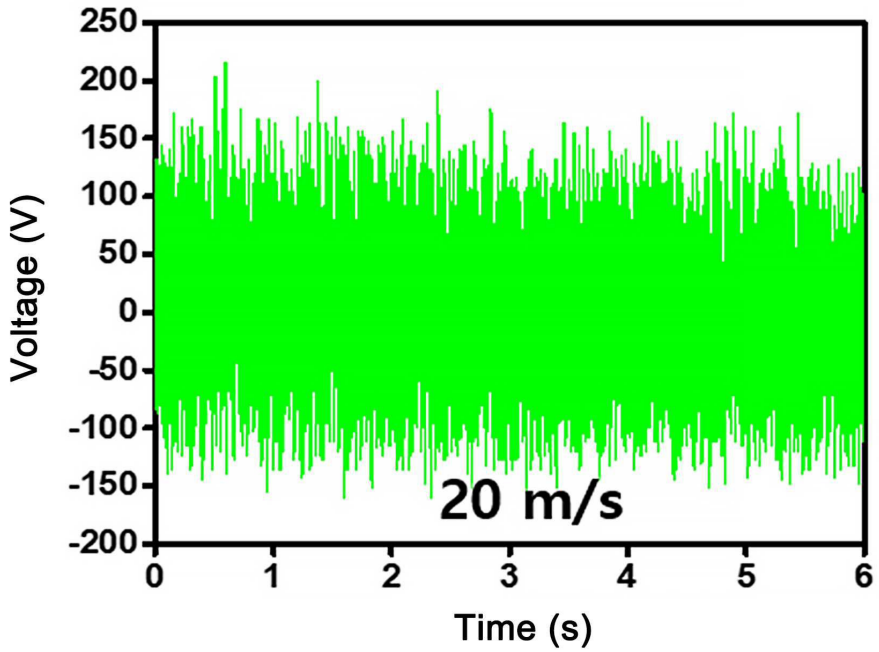
도면4e



도면5a



도면5b


250
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
Voltage (V)
0
1
2
3
4
5
6
Time (s)
20 m/s