



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월12일
(11) 등록번호 10-1968741
(24) 등록일자 2019년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0165034

(22) 출원일자 2017년12월04일

심사청구일자 2017년12월04일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150025184 A*

"Photocurrent Enhancement in Polythiophene-
and Alkanethiol-Modified ZnO Solar Cells

“,Todd C. Monson, Adv. Mater. 2008, 20,
4755-4759 (2008.11.27. 공개)

"NANOGENERATORS FOR SELF-POWERED APPLICATION
S “,Guang Zhu, Mat. Sci. and Engr. Georgia
Inst. of Tech. (2013.05.31. 공개)

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

박영빈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

정창윤

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이성환

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

전용준

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 장성진

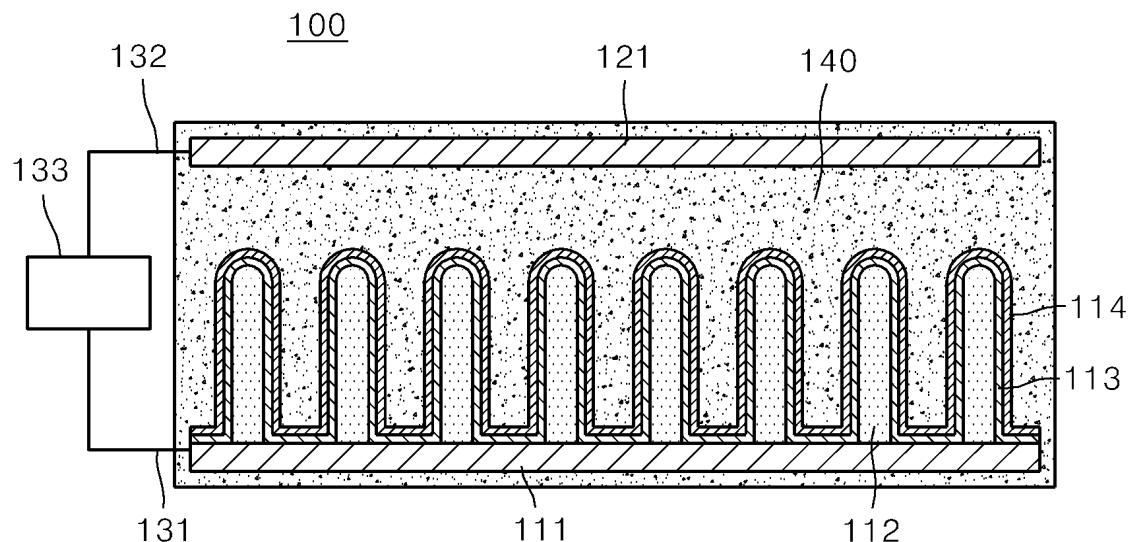
(54) 발명의 명칭 에너지 하베스팅 장치 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 에너지 하베스팅 장치로서, 신축성 및 도전성이 있는 제1기재, 상기 제1기재의 상면 상에 형성되어 있는 제1나노로드들, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들의 외주면에 형성되고 친수성 및 소수성 중 어느 하나를 가지는 제1박막층, 및 외력이 가해지지 않으면 상기 제1박막층으로부터 이격되어 형성되되, 상기 제1박막층이 친

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



수성이면 소수성을 갖고, 상기 제1박막층이 소수성이면 친수성을 갖는 제1박막의 물질층을 포함하는 제1부재, 상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있되, 신축성 및 도전성이 있는 제2기재를 포함하는 제2부재, 상기 제1부재 및 상기 제2부재의 이격 배치 공간을 채워서 상기 제1부재와 상기 제2부재가 일체가 되도록 패키징하고, 상기 제1박막의 물질층과 동일한 물질인 수지 매트릭스 및 도전성이 있는 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 각각 전기적으로 연결되고, 상기 제1박막층 및 상기 제1박막의 물질층 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈을 포함하며, 상기 제1박막층은, 자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성되고, 상기 에너지 하베스팅 장치에 외부로부터 외력이 가해지면, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 접촉과 분리가 반복되어, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 전류를 수집하는 에너지 하베스팅 장치를 제공한다.

따라서, 제1기재 상에 형성된 제1나노로드들에 의한 접촉면적 확대로 인하여, 나노로드들이 없는 경우보다 에너지 생성 효율이 증가한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711054593
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(미래부)
연구과제명	하이브리드 복합재 기반 자가발전식 대면적 스트레인 센서 및 CFRP 구조진단 응용
기 여 율	1/1
주관기관	울산과학기술원
연구기간	2017.06.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

에너지 하베스팅 장치로서,

신축성 및 도전성이 있는 제1기재, 상기 제1기재의 상면 상에 형성되어 있는 제1나노로드들, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들의 외주면에 형성되고 친수성 및 소수성 중 어느 하나를 가지는 제1박막층, 및 외력이 가해지지 않으면 상기 제1박막층으로부터 이격되어 형성되며, 상기 제1박막층이 친수성이면 소수성을 갖고, 상기 제1박막층이 소수성이면 친수성을 갖는 제1박막의 물질층을 포함하는 제1부재;

상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있되, 신축성 및 도전성이 있는 제2기재를 포함하는 제2부재;

상기 제1부재 및 상기 제2부재의 이격 배치 공간을 채워서 상기 제1부재와 상기 제2부재가 일체가 되도록 패키징하고, 상기 제1박막의 물질층과 동일한 물질인 수지 매트릭스; 및

도전성이 있는 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 각각 전기적으로 연결되고, 상기 제1박막층 및 상기 제1박막의 물질층 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈을 포함하며,

상기 제1박막층은,

자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성되고,

상기 에너지 하베스팅 장치에 외부로부터 외력이 가해지면, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 접촉과 분리가 반복되어, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 전류를 수집하는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1기재는 탄소 복합체로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제2기재는 탄소 복합체로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1기재는 비도전성 물질로 형성되고,

상기 제1부재는,

상기 제1기재 상에 형성되며, 상기 에너지 수집모듈에 전기적으로 연결되는 제1전극을 더 포함하는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제2기재는 비도전성 물질로 형성되고,

상기 제2부재는,

상기 제2기재 상에 형성되며, 상기 에너지 수집모듈에 전기적으로 연결되는 제2전극을 더 포함하는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1나노로드들은 산화아연 또는 산화구리로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,
상기 제1박막의 물질층은 폴리디메틸실록산으로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1박막층은 소수성이고, 상기 제1박막의 물질층은 친수성인 에너지 하베스팅 장치.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제1박막층은 친수성이고, 상기 제1박막의 물질층은 소수성인 에너지 하베스팅 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

청구항 1에 있어서,
상기 수지 매트릭스는 상기 제1부재 및 상기 제2부재를 둘러싸도록 더 형성되어 있는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,
상기 제1박막의 물질층의 두께는 8 내지 12 마이크로미터인 에너지 하베스팅 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

청구항 1에 있어서,
상기 제1기재와 상기 수지 매트릭스는 동일 물질로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 15

청구항 1에 있어서,
상기 제2기재와 상기 수지 매트릭스는 동일 물질로 형성되는 에너지 하베스팅 장치.

청구항 16

신축성 및 도전성이 있는 제1기재를 준비하는 단계, 상기 제1기재의 상면 상에 제1나노로드들을 성장시키는 단계, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들 상에 친수성 및 소수성 중 어느 하나를 가지는 제1박막층을 형성하는 단계, 및 외력이 가해지지 않으면 상기 제1박막층으로부터 이격되어 형성되되, 상기 제1박막층이 친수성이면 소수성을 갖고, 상기 제1박막층이 소수성이면 친수성을 갖는 제1박막의 물질층을 포함하는 제1부재를 준비하는 단계;

신축성 및 도전성이 있는 제2기재를 포함하는 제2부재를 준비하는 단계;

도전성이 있는 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 각각 전기적으로 연결되고, 상기 제1박막층 및 상기 제1박막의 물질층 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 마찰 에너지 수집모듈을 연결하는 단계; 및

브이에이알티엠을 이용하여 상기 제1부재와 상기 제2부재의 이격 배치 공간을 상기 제1박막의 물질층과 동일한 물질인 수지 매트릭스로 채우고, 상기 제1부재와 상기 제2부재를 일체로 패키징하는 단계를 포함하고,

상기 제1박막층은,

자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성되는 에너지 하베스팅 장치를 제조하는 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 자기조립단분자막층을 형성하는 단계는,

상기 제1기재 상에 상기 제1나노로드들이 형성된 상태에서, 상기 제1기재의 상면 및 상기 제1나노로드들의 표면을 산소 플라즈마 처리하는 단계;

상기 산소 플라즈마 처리 후, 상기 제1기재를 밀폐 용기에 넣는 단계; 및

상기 밀폐 용기 내부를 가열하여 알칸싸이올(Alkanethiols) 에탄올 용액을 기화시켜서, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들 상에 상기 알칸싸이올을 흡착시킴으로써 상기 자기조립단분자막층을 형성하는 단계를 포함하는 에너지 하베스팅 장치를 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스팅 장치 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 제1박막층 의해 약화된 계면 결합력에 의해 이격된 제1박막층과 제1박막의 물질층이 인장 및 압축에 의해 접촉과 분리가 반복되면 마찰 전기 시리즈 값의 차이로 인하여 마찰에너지를 발생시키는 에너지 하베스팅 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마찰대전(triboelectric) 발전 기술은, 외부로부터의 압력 또는 진동에 의해, 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서 서로 다른 값을 갖는 부재 사이의 계면에서의 마찰을 발생하도록 하고, 이러한 마찰에 의해 유도된 전위차로부터 전기를 발생시키는 발전 기술이다. 이러한 마찰대전 발전은 마찰대전 재료의 특성 및 표면 구조 등에 영향을 받는다. 따라서 마찰대전 재료의 특성을 고려해야 하는 불편이 따른다.

[0003] 이러한 불편을 해결하기 위하여 출현한 기술 중의 하나가 등록특허 10-1685182호 "접촉 대전 발전기 및 그 제조 방법"인데, 접촉 대전 발전기 내부에 홀을 형성하여 삼차원적 적층효과를 얻으려는 접촉대전 발전기가 개제되어 있다.

[0004] 그러나 상기 등록특허 또한 출력의 증가를 위한 구조의 복잡성이 수반되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 제1박막층 의해 약화된 계면 결합력에 의해 이격된 제1박막층과 제1박막의 물질층이 인장 및 압축에 의해 접촉과 분리가 반복되면 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인하여 마찰에너지를 발생시키는 에너지 하베스팅 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 에너지 하베스팅 장치로서, 신축성 및 도전성이 있는 제1기재, 상기 제

1기재의 상면 상에 형성되어 있는 제1나노로드들, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들의 외주면에 형성되고 친수성 및 소수성 중 어느 하나를 가지는 제1박막층, 및 외력이 가해지지 않으면 상기 제1박막층으로부터 이격되어 형성되되, 상기 제1박막층이 친수성이면 소수성을 갖고, 상기 제1박막층이 소수성이면 친수성을 갖는 제1박막의 물질층을 포함하는 제1부재, 상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있되, 신축성 및 도전성이 있는 제2기재를 포함하는 제2부재, 상기 제1부재 및 상기 제2부재의 이격 배치 공간을 채워서 상기 제1부재와 상기 제2부재가 일체가 되도록 패키징하고, 상기 제1박막의 물질층과 동일한 물질인 수지 매트릭스 및 도전성이 있는 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 각각 전기적으로 연결되고, 상기 제1박막층 및 상기 제1박막의 물질층 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈을 포함하며, 상기 제1박막층은, 자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성되고, 상기 에너지 하베스팅 장치에 외부로부터 외력이 가해지면, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 접촉과 분리가 반복되어, 상기 제1박막층과 상기 제1박막의 물질층의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 전류를 수집하는 에너지 하베스팅 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 신축성 및 도전성이 있는 제1기재를 준비하는 단계, 상기 제1기재의 상면 상에 제1나노로드들을 성장시키는 단계, 상기 제1기재 및 상기 제1나노로드들 상에 친수성 및 소수성 중 어느 하나를 가지는 제1박막층을 형성하는 단계, 및 외력이 가해지지 않으면 상기 제1박막층으로부터 이격되어 형성되되, 상기 제1박막층이 친수성이면 소수성을 갖고, 상기 제1박막층이 소수성이면 친수성을 갖는 제1박막의 물질층을 포함하는 제1부재를 준비하는 단계, 신축성 및 도전성이 있는 제2기재를 포함하는 제2부재를 준비하는 단계, 도전성이 있는 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 각각 전기적으로 연결되고, 상기 제1박막층 및 상기 제1박막의 물질층 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 마찰 에너지 수집모듈을 연결하는 단계 및 브이에이알티엠을 이용하여 상기 제1부재와 상기 제2부재의 이격 배치 공간을 상기 제1박막의 물질층과 동일한 물질인 수지 매트릭스로 채우고, 상기 제1부재와 상기 제2부재를 일체로 패키징하는 단계를 포함하고, 상기 제1박막층은, 자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성되는 에너지 하베스팅 장치를 제조하는 방법을 제조하는 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 에너지 하베스팅 장치는 다음과 같은 효과가 있다.

[0009] 첫째, 제1기재 상에 형성된 제1나노로드들에 의한 접촉면적 확대에 의하여, 나노로드들이 없는 경우보다 에너지 생성 효율이 증가한다.

[0010] 둘째, 제1부재에 포함되어 있는 제1박막층과 제1박막의 물질층 사이에서 마찰전기를 생성함으로써, 구조가 단순하고 소형화된 장치를 제공한다.

[0011] 셋째, 압축력뿐만 아니라 인장력에 의한 에너지 하베스팅도 가능하며, 에너지 생성의 다양성이 도모된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치의 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 에너지 하베스팅 장치의 내부를 도시한 모식도이다.

도 3은 도 1에 도시된 에너지 하베스팅 장치의 III-III선을 취한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치의 단면도이다.

도 5는 도 3에 도시된 에너지 하베스팅 장치에 압축력이 가해졌을 때 하베스팅 장치의 변형 상태의 일부를 확대한 모식도이다.

도 6은 도 3에 도시된 에너지 하베스팅 장치에 인장력이 가해졌을 때 하베스팅 장치의 변형 상태의 일부를 확대한 모식도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치의 단면도이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치의 단면도이다.

도 9는 도 3에 도시된 에너지 하베스팅 장치에 단일 압축을 가했을 때, 시간의 흐름에 따른 전압 변화를 나타내는 실험 자료이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0014] 도 1 내지 도 3, 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)는 제1부재(110), 제2부재(120), 에너지 수집모듈(130), 수지 매트릭스(140)를 포함한다.
- [0015] 상기 제1부재(110)는 제1기재(111), 제1나노로드들(nano rods)(112), 제1박막층(113) 및 제1박막의 물질층(114)을 포함한다.
- [0016] 상기 제1기재(111)는 신축성 및 도전성이 있는 기재로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 비도전성 물질로 변경이 가능하다. 또한 상기 제1기재(111) 상에 제1전극이 형성될 수도 있다. 상기 제1기재(111)는 탄소 복합체로 형성될 수 있다. 상기 제1기재(111)는 도전성이 있어서, 전극 역할을 겸할 수도 있다. 상기 제1기재(111)의 상면 상에는 압축에 의한 에너지 하베스팅 시 상기 제2부재(120)와의 접촉면적 확대를 통한 에너지 생성 효율을 향상시키기 위해 상기 제1나노로드들(112)이 형성되어 있다. 도면상에는 도시되지 않았지만, 상기 제1기재(111)는 탄성력을 가지므로 상기 제1기재(111)에 압축력이 작용할 경우 상기 제1기재(111)의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있는 상기 제2부재(120) 방향으로 휘게 된다. 상기 제1기재(111)가 상기 제2부재(120) 방향으로 휘게 되어 상기 제1박막의 물질층(114)과 상기 제1박막층(113) 사이에 접촉과 분리가 반복되도록 함으로써 마찰전기 에너지를 생성한다. 도 6을 참조하면, 상기 제1기재(111)는 신축성 및 도전성이 있으므로 상기 제1기재(111)의 양단에 인장력이 작용하는 경우, 상기 제1기재(111)의 단면적은 좁아지고 길이는 늘어나면서, 상기 제2부재(120)가 상기 제1부재(110) 방향으로 힘을 받는다. 이때 상기 제1박막의 물질층(114)과 상기 제1박막층(113) 사이에 접촉과 분리가 반복되도록 함으로써 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인한 마찰전기 에너지를 생성한다.
- [0017] 상기 제1나노로드들(112)은 상기 제1기재(111)의 상면 상에 형성된다. 상기 제1나노로드들(112)은 산화 아연(ZnO) 또는 산화구리(CuO)로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1나노로드들(112)은 상기 제1기재(111)의 상면 상에 형성되고, 수십 나노미터 지름의 나노 기둥이 뿔뿔하게 솟아있는 형태이다. 상기 제1나노로드들(112)은 지름이 수십 나노미터에 불과해서 상기 제1나노로드들(112) 상에 형성되어 있는 상기 제1박막층(113)이 상기 제1박막의 물질층(114)과의 접촉시 접촉면적이 증가해서 마찰전기 에너지 생성 효율을 향상시킨다.
- [0018] 상기 제1박막층(113)은 상기 제1기재(111) 및 상기 제1나노로드들(112) 상에 형성된다. 상기 제1박막층(113)은 소수성 표면을 갖는다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 친수성 표면을 갖는 제1박막층(113)을 형성할 수도 있다. 상기 제1박막층(113)은 상기 제1박막의 물질층(114)과의 계면결합을 약화시켜 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)이 외력이 없는 상태에서는 밀착되지 않도록 한다. 상기 제1박막층(113)은 자기조립 단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM)의 형성방법은 이하 설명한다. 다만, 상기 자기조립단분자막층의 형성방법은 이에 한정되지 않고, 공지된 다양한 자기조립단분자막층(Self-Assembled Monolayer, SAM) 형성방법이 이용될 수도 있다.
- [0019] 상기 제1박막의 물질층(114)은 상기 제1박막층(113)의 상면 상에 형성된다. 상기 제1박막의 물질층(114)은 폴리디메틸실록산(PDMS)으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1박막의 물질층(114)은 친수성 표면을 갖는다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 소수성 표면을 갖는 제1박막의 물질층(114)을 형성할 수도 있다. 상기 제1박막의 물질층(140)은 상기 수지 매트릭스(140)와 동일 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1박막의 물질층(114)은 스핀 코팅 방법으로 8 내지 12 마이크로미터 두께로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1박막의 물질층(114)은 외력이 작용하여 상기 제1박막층(113)과 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(113)과의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지를 생성한다.
- [0020] 상기 제2부재(120)는 제2기재(121)를 포함한다. 상기 제2기재(121)는 신축성 및 도전성이 있는 탄소 복합체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(121)는 비도전성 물질로 형성될 수도 있다. 상기 제2기재(121) 상에는 제2전극이 형성될 수도 있다. 상기 제2기재(121)는 신축성 및 도전성을 가지므로 상기 제2기재(121)에 압축력이 작용할 경우 상기 제2기재(121)의 하면으로부터 이격되어 배치되어 있는 상기 제1부재(110) 방향으로 휘게 된다. 상기 제2기재(121)가 상기 제1부재(110) 방향으로 휘게 되어, 상기 제1박막의 물질층(114)과 상기 제1박막층(113) 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(113)과 상기

제1박막의 물질층(114)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지를 생성한다.

- [0021] 상기 에너지 수집모듈(130)은 제1도전성라인(131), 제2도전성라인(132) 및 에너지 수집부(133)를 포함한다.
- [0022] 상기 제1도전성라인(131)의 일단은 상기 제1기재(111)와 전기적으로 연결되고, 다른 일단은 상기 에너지 수집부(133)와 전기적으로 연결된다.
- [0023] 상기 제2도전성라인(132)의 일단은 상기 제2기재(121)와 전기적으로 연결되고, 다른 일단은 상기 에너지 수집부(133)와 전기적으로 연결된다.
- [0024] 상기 에너지 수집부(133)는 상기 제1도전성라인(131) 및 상기 제2도전성 라인(132) 각각과 전기적으로 연결된다. 상기 에너지 수집부(133)는 외력에 의해 상기 제1박막의 물질층(114)과 상기 제1박막층(113) 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 마찰전기를 수집한다.
- [0025] 상기 수지 매트릭스(140)는 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120)가 이격되어 배치되어 있는 공간에 형성된다. 상기 수지 매트릭스(140)는 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 수지 매트릭스(140)는 상기 제1박막의 물질층(114)과 동일한 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 수지 매트릭스(140)는 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120)의 이격 공간에 채워짐으로써 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)를 연결시킨다. 또한 상기 수지 매트릭스(140)는 상기 에너지 하베스팅 장치(100)를 브이에이알티엠(VARTM, Vacuum Assisted Resin Transfer Molding)을 이용하여 제조할 경우 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120)를 둘러싸도록 더 형성된다. 상기 수지 매트릭스(140)는 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120)가 상기 수지 매트릭스(140) 내부에 밀착되도록 형성된다. 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120) 사이의 공간에 형성되는 상기 수지 매트릭스(140)는, 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)를 둘러싸는 상기 수지 매트릭스(140)와 동일한 소재로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 브이에이알티엠(VARTM) 성형법은 등록 특허 10-1452411호에 개시되어 있다. 다만, 브이에이알티엠(VARTM) 성형법은 이에 한정되지 않고, 공지된 다양한 브이에이알티엠(VARTM) 성형법이 이용될 수도 있다.
- [0026] 상기 도 1의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)의 제조는 다음의 단계를 통해서 한다. 신축성 및 도전성 있는 제1기재(111)를 준비하고, 상기 제1기재(111)의 상면 상에 제1나노로드들(112)을 성장시키며, 상기 제1기재(111) 및 상기 제1나노로드들(112) 상에 소수성을 가지는 제1박막층(113)을 형성하고, 상기 제1박막층(113) 상에 친수성을 갖는 제1박막의 물질층(114)을 형성하여 제1부재(110)를 준비한다. 다음으로 신축성 및 도전성이 있는 제2부재(120)를 준비하고, 도전성이 있는 상기 제1부재(110) 및 제2부재(120)에 전기적으로 각각 연결되어 마찰에너지를 수집하기 위한 에너지 수집모듈(130)을 상기 제1부재(110) 및 상기 제2부재(120)에 각각 전기적으로 연결한다. 끝으로 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)가 서로 이격된 상태를 유지한 상태에서 브이에이알티엠을 이용하여, 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)를 일체로 패키징한다.
- [0027] 또한 상기 제1박막층(113)은 자기조립단분자막층 구조를 갖는다, 상기 자기조립단분자막층의 형성은, 상기 제1기재(111) 상에 상기 제1나노로드들(112)이 형성된 상태에서, 상기 제1기재(111)의 상면 및 상기 제1나노로드들(112)의 표면을 산소 플라즈마 처리하고, 상기 산소 플라즈마 처리 후, 상기 제1기재(111)를 밀폐 용기에 넣고, 상기 밀폐 용기 내부를 약 70℃로 가열하여 알칸싸이올(Alkanethiols) 에탄올 용액을 기화시켜서, 상기 제1기재(111) 및 상기 제1나노로드들(112) 상에 상기 알칸싸이올을 흡착시킴으로써 한다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 자기조립단분자막층 형성방법으로 변경이 가능하다.
- [0028] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(200)는 제1부재(210), 제2부재(220), 에너지 수집모듈(230) 및 수지 매트릭스(240)를 포함한다.
- [0029] 상기 제1부재(210)는 제1기재(211), 제1나노로드들(212), 제1박막층(213) 및 제1박막의 물질층(214)을 포함한다.
- [0030] 상기 제2부재(220)는 제2기재(221) 및 제2전극(225)을 포함한다. 상기 에너지 수집모듈(230)은 제1도전성 라인(231), 제2도전성 라인(232) 및 에너지 수집부(233)를 포함한다.
- [0031] 도 4에 도시된 에너지 하베스팅 장치(200)는 도 3의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)와 비교할 때, 상기 제2부재(210)의 구성에 차이가 있다.

- [0032] 상기 제2기재(221)는 신축성 있는 비도전성 소재로 형성된다. 상기 제2기재(221)는 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(221)는 상기 수지 매트릭스(240)와 동일 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(221) 상에는 상기 제2전극(225)이 형성된다. 상기 제2기재(221)는 신축성을 가지므로 상기 제2기재(221)에 압축력이 작용할 경우 상기 제2기재(221)의 하면으로부터 이격되어 배치되어 있는 상기 제1부재(210) 방향으로 휘게 된다. 상기 제2기재(221)가 상기 제1부재(210) 방향으로 휘게 되어, 상기 제1박막의 물질층(214)과 상기 제1박막층(213) 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(213)과 상기 제1박막의 물질층(214)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지를 생성한다.
- [0033] 상기 제2전극(225)은 상기 제2기재(221) 상에 형성된다. 상기 제2전극(225)은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au), 인듐 주석 산화물(ITO, indium tin oxide) 중 어느 하나로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2전극(225)은 상기 제2도전성 라인(232)과 전기적으로 연결된다.
- [0034] 상기 제1부재(210), 상기 제어모듈(230) 및 상기 수지 매트릭스(240)는 도 3의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)와 유사한바 설명을 생략한다.
- [0035] 도 7을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(300)는 제1부재(310), 제2부재(320), 에너지 수집모듈(330) 및 수지 매트릭스(340)를 포함한다.
- [0036] 도 7에 도시된 에너지 하베스팅 장치(300)는 도 4의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(200)와 비교할 때, 상기 제1부재(310)의 구성에 차이가 있다.
- [0037] 상기 제1부재(310)는 제1기재(311), 제1나노로드들(312), 제1박막층(313) 및 제1박막의 물질층(314)을 포함한다.
- [0038] 상기 제1기재(311)는 신축성 있는 비도전성 소재로 형성된다. 상기 제1기재(311)는 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1기재(311)는 상기 수지 매트릭스(340)와 동일 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1기재(311) 상에는 상기 제1전극(315)이 형성된다. 상기 제1기재(311)는 신축성을 가지므로 상기 제1기재(311)에 압축력이 작용할 경우 상기 제1기재(311)의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있는 상기 제2부재(320) 방향으로 휘게 된다. 상기 제1기재(311)가 상기 제2부재(320) 방향으로 휘게 되어, 상기 제1박막의 물질층(314)과 상기 제1박막층(313) 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(313)과 상기 제1박막의 물질층(314)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지를 생성한다.
- [0039] 상기 제1전극(315)은 상기 제1기재(311) 상에 형성된다. 상기 제1전극(315)은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au), 인듐 주석 산화물(ITO, indium tin oxide) 중 어느 하나로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1전극(315)은 상기 제1도전성 라인(331)과 전기적으로 연결된다.
- [0040] 상기 제1나노로드들(312), 상기 제1박막층(313), 상기 제1박막의 물질층(314), 상기 제2부재(320), 상기 에너지 수집모듈(330) 및 상기 수지 매트릭스(340)는 도 4의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(200)와 유사한바 설명을 생략한다.
- [0041] 도 8을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(400)는 제1부재(410), 제2부재(420), 에너지 수집모듈(430) 및 수지 매트릭스(440)를 포함한다.
- [0042] 도 8에 도시된 에너지 하베스팅 장치(400)는 도 3의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)와 비교할 때, 상기 제1부재(410)의 구성에 차이가 있다.
- [0043] 상기 제1부재(410)는 제1기재(411), 제1나노로드들(412), 제1박막층(413) 및 제1박막의 물질층(414)을 포함한다.
- [0044] 상기 제1기재(411)는 신축성 있는 비도전성 소재로 형성된다. 상기 제1기재(411)는 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1기재(411)는 상기 수지 매트릭스(440)와 동일한 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1기재(411) 상에는 상기 제1전극(415)이 형성된다. 상기 제1기재(411)는 신축성을 가지므로 상기 제1기재(411)에 압축력이 작용할 경우 상기 제1기재(411)의 상면으로부터 이격되어 배치되어 있는 상기 제2부재(420) 방향으로 휘게 된다. 상

기 제1기재(411)가 상기 제2부재(420) 방향으로 휘게 되어, 상기 제1박막의 물질층(414)과 상기 제1박막층(413) 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1박막층(413)과 상기 제1박막의 물질층(414)의 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지를 생성한다.

[0045] 상기 제1전극(415)은 상기 제1기재(411) 상에 형성된다. 상기 제1전극(415)은 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 백금(Pt), 금(Au), 인듐 주석 산화물(ITO, indium tin oxide) 중 어느 하나로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1전극(415)은 상기 제1도전성 라인(431)과 전기적으로 연결된다.

[0046] 상기 제1나노로드들(412), 상기 제1박막층(413), 상기 제1박막의 물질층(414), 상기 제2부재(420), 상기 에너지 수집모듈(430) 및 상기 수지 매트릭스(440)는 도 3의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)와 유사한바 설명을 생략한다.

[0047] 도 9를 참조하면, 도 9는 도 3의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 장치(100)에 단일한 압축력이 작용했을 때, 시간의 변화에 따라 전압이 변화하는 것을 나타내는 실험 자료이다.

[0048] 상기 실험 자료에서 단일한 압축이 가해질 때, 상기 에너지 하베스팅 장치(100)의 제1박막의 물질층(114)과 제1박막층(113)이 접촉하면 마찰전기 시리즈(triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰대전에 의해 표면이 대전되는 현상이 나타난다. 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)의 거리가 멀어지면 정전기 유도 현상에 의해 상기 제1박막층(113)의 아래와 상기 제1박막의 물질층(114)의 위에 보상 전하가 축적되어 전위차가 발생한다. 상기 실험 자료에서 1초정도에 전위가 양(+)의 최대값을 갖는 것을 볼 수 있다. 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)이 다시 가까워지면 축적되었던 보상 전하가 사라짐으로써, 상기 제1박막층(113)과 상기 제1박막의 물질층(114)이 멀어질 때와 반대 방향의 전위가 형성된다. 상기 실험 자료에서 3초정도에 전위가 음(-)의 최대값을 갖는 것을 볼 수 있다.

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

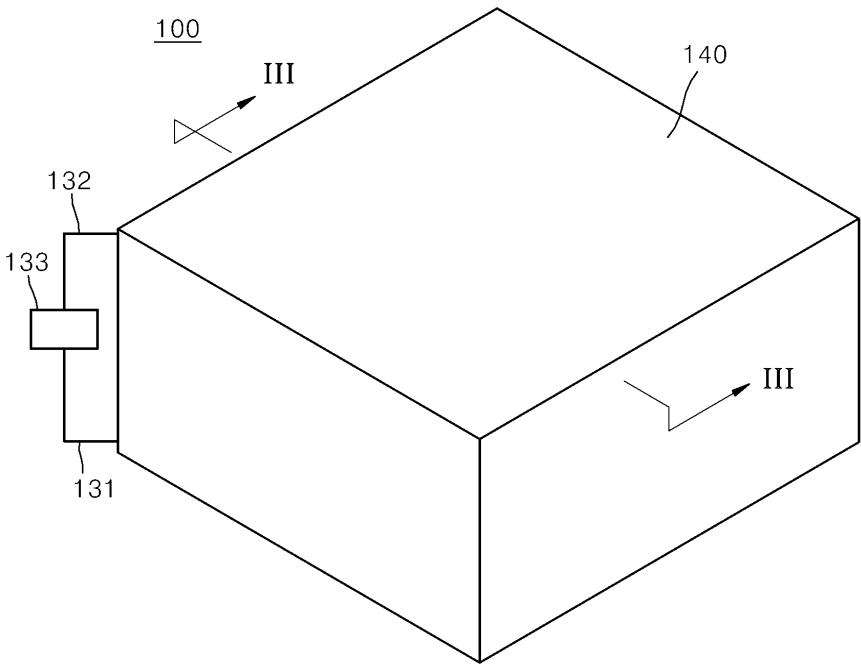
부호의 설명

[0050]

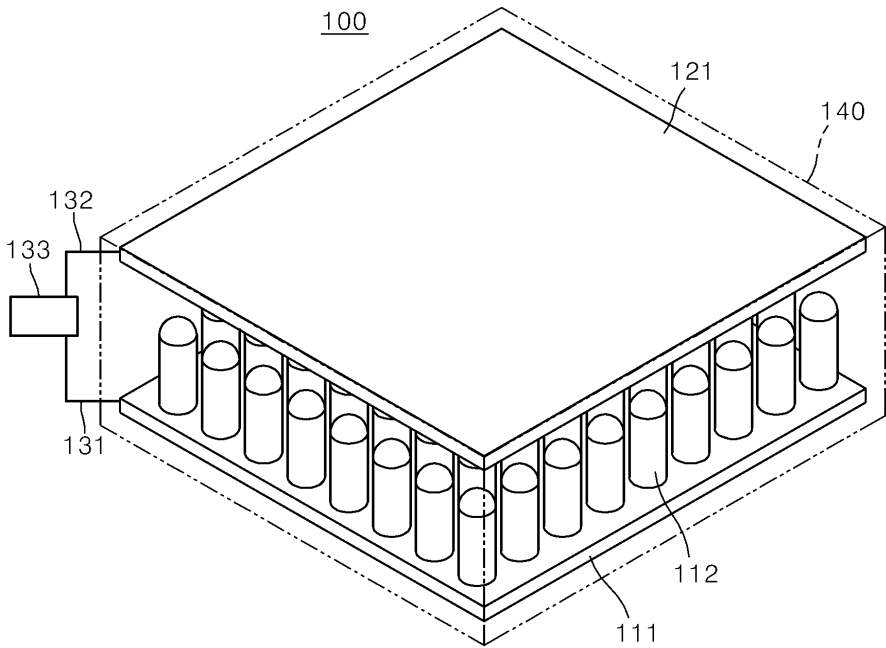
110, 210, 310, 410: 제1부재	111, 211, 311, 411: 제1기재
112, 212, 312, 412: 제1나노로드들	113, 213, 313, 413: 제1박막층
114, 214, 314, 414: 제1박막의 물질층	120, 220, 320, 420: 제2부재
121, 221, 321, 421: 제2기재	130, 230, 330, 430: 에너지 수집모듈
131, 231, 331, 431: 제1도전성라인	132, 232, 332, 432: 제2도전성라인
133, 233, 333, 433: 에너지 수집부	140, 240, 340, 440 : 수지 매트릭스
315, 415: 제1전극	225, 325: 제2전극

도면

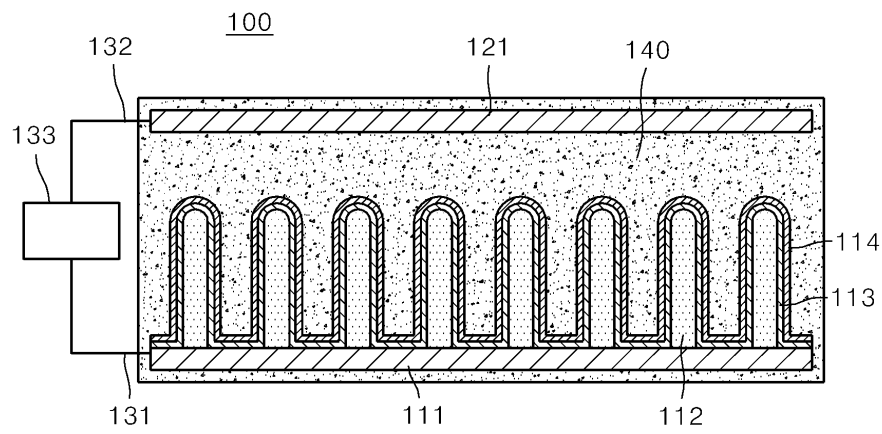
도면1



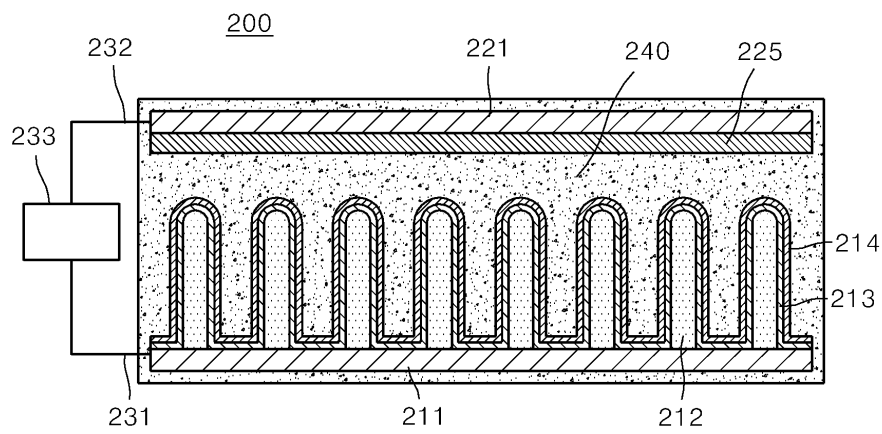
도면2



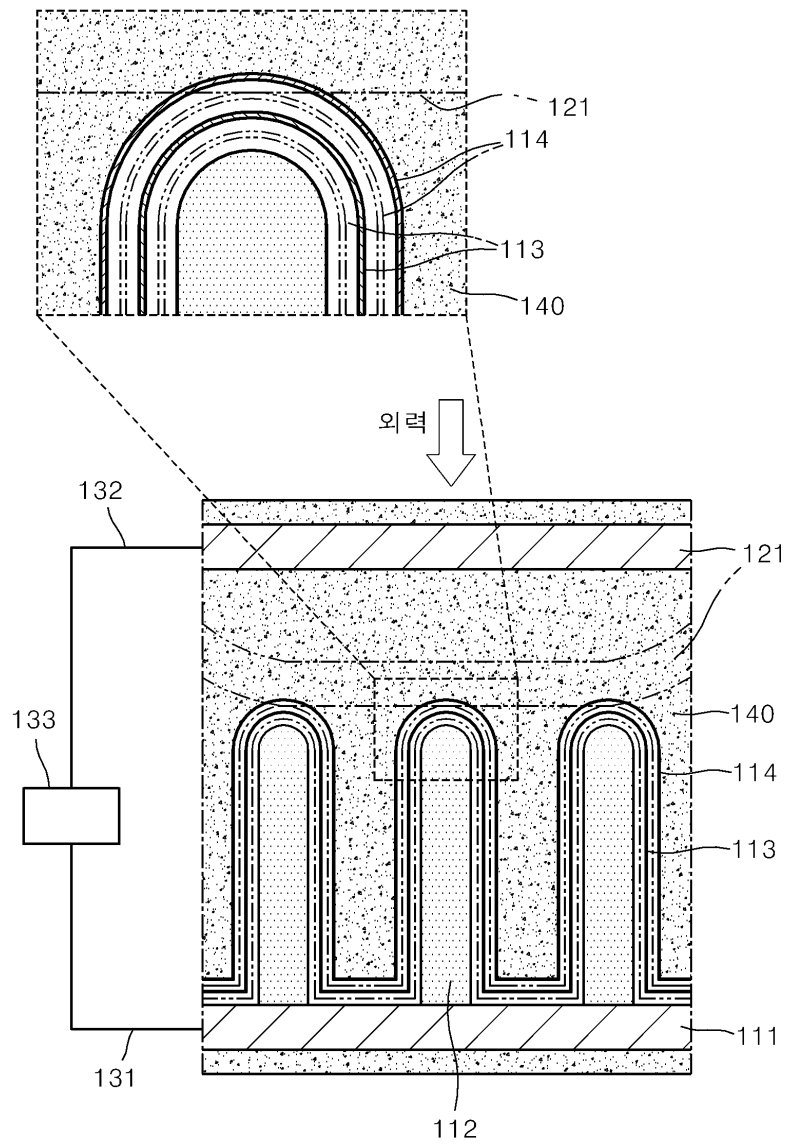
도면3



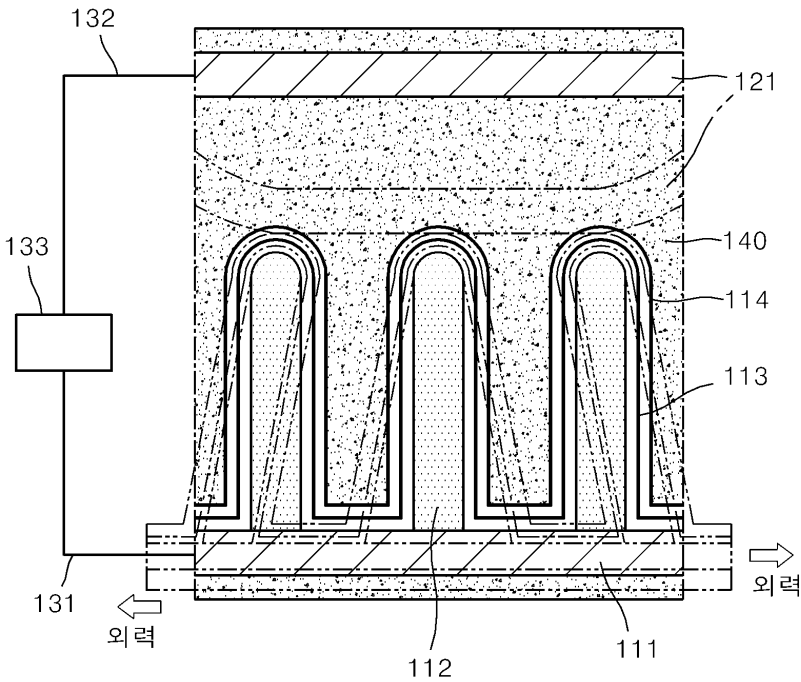
도면4



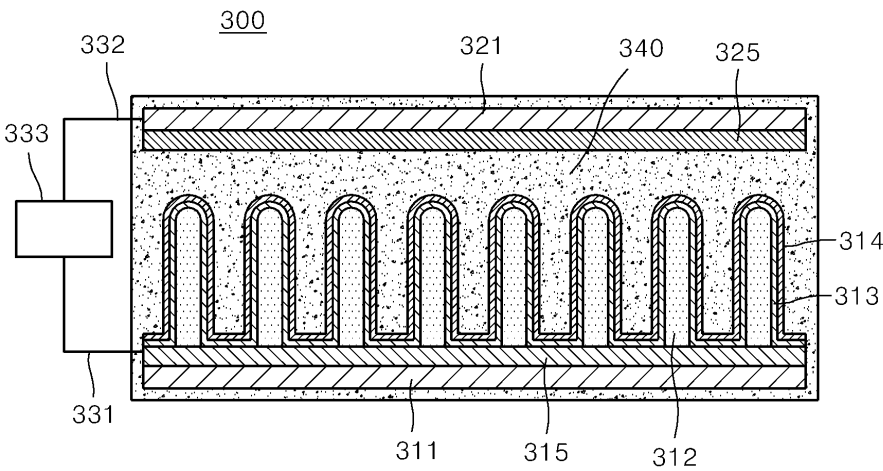
도면5



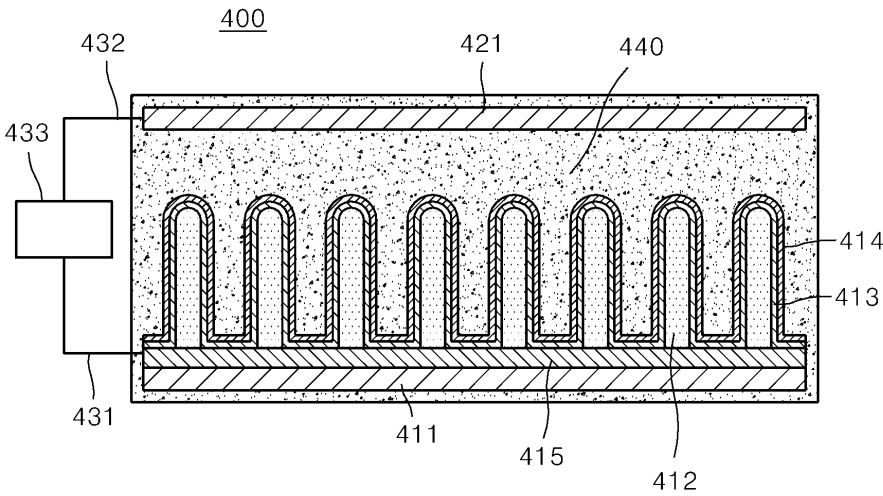
도면6



도면7



도면8



도면9

