



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월29일
(11) 등록번호 10-1973707
(24) 등록일자 2019년04월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) G01N 3/08 (2006.01)
G01N 3/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
G01N 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0167212
(22) 출원일자 2017년12월07일
심사청구일자 2017년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
"A flexible and biocompatible triboelectric nanogenerator with tunable internal resistance for powering wearable devices ", Yanbo Zhu, Scientific Reports 2016 (2016.02.26. 공개)
"Micro/nanostructured surfaces for self-powered and multifunctional electronic skins ", Jonghwa Park, J. Mater. Chem. B, 2016, 4 (2016.01.05. 공개)

- (73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박영빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
정창윤
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 장성진

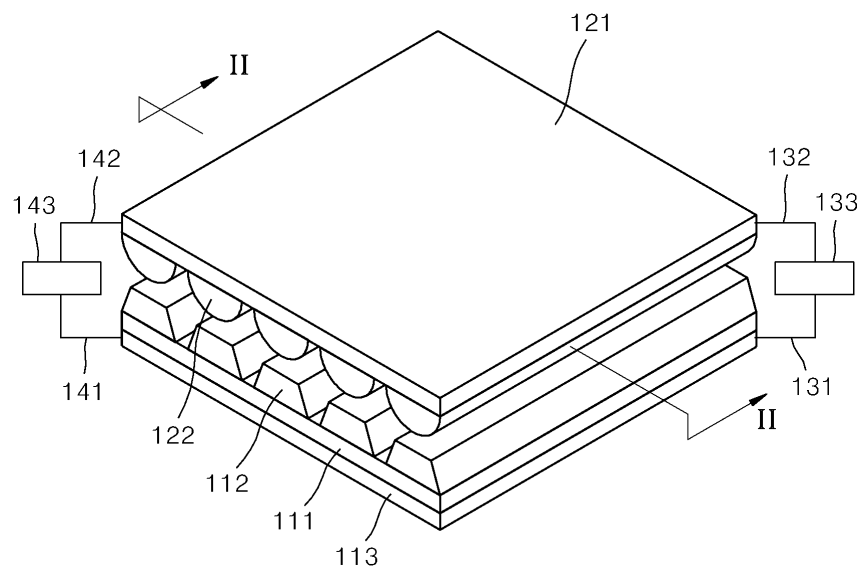
(54) 발명의 명칭 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치

(57) 요약

본 발명은 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치로서, 신축성을 가지는 제1기재, 상기 제1기재의 상면 상에 형성되는 제1구조체, 상기 제1기재의 하면 상에 형성되는 제1도전층을 포함하고, 상기 제1기재 및 상기 제1구조체는 제1수지로 형성되는 제1부재, 상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되며, 신축

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



성을 가지는 제2기재, 상기 제2기재의 하면에 형성되어 있는 제2구조체를 포함하고, 상기 제2기재 및 상기 제2구조체는 제2나노 도전성 물질 및 제2수지를 포함하는 나노 복합체로 형성되어, 상기 제2구조체와 상기 제1구조체는 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2부재, 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 전기적으로 각각 연결되고, 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈 및 상기 제1부재 및 상기 제2부재에 전기적으로 각각 연결되어, 상기 장치에 가해지는 압축력 및 전단력을 측정하기 위한 제어모듈을 포함하며, 상기 장치에 외부로부터 외력이 가해질 때, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1구조체와 상기 제2구조체의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 에너지를 수집하고, 상기 장치에 외부로부터 외력이 가해져서, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체가 접촉할 경우, 상기 제어모듈은, 상기 제1도전층과 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체의 접촉에 의한 저항변화로부터 압축력 또는 전단력을 측정하는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치를 제공한다.

따라서, 제1기재 및 제2기재 상에 형성된 주름진 구조 또는 돔 구조로 인하여 외력의 작용에 의한 제1부재 및 제2부재의 접촉 시, 접촉 면적이 확대되어 에너지 생성효율이 증대되고, 압축력 및 전단력 작용 시 접촉면적의 확대로 인한 센싱 민감도가 증가한다.

(52) CPC특허분류

G01N 3/24 (2013.01)

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 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치로서,

신축성을 가지는 제1기재, 상기 제1기재의 상면 상에 형성되는 제1구조체, 상기 제1기재의 하면 상에 형성되는 제1도전층을 포함하고, 상기 제1기재 및 상기 제1구조체는 제1수지로 형성되는 제1부재;

상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되며, 신축성을 가지는 제2기재, 상기 제2기재의 하면에 형성되어 있는 제2구조체를 포함하고, 상기 제2기재 및 상기 제2구조체는 제2나노 도전성 물질 및 제2수지를 포함하는 나노 복합체로 형성되어, 상기 제2구조체와 상기 제1구조체는 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2부재;

상기 제1부재 및 상기 제2부재와 전기적으로 각각 연결되고, 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈; 및

상기 제1부재 및 상기 제2부재에 전기적으로 각각 연결되어, 상기 장치에 가해지는 압축력 및 전단력을 측정하기 위한 제어모듈을 포함하며,

상기 장치에 외부로부터 외력이 가해질 때, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1구조체와 상기 제2구조체의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 에너지를 수집하고,

상기 장치에 외부로부터 외력이 가해져서, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체가 접촉할 경우, 상기 제어모듈은, 상기 제1구조체가 압축되면서 두께가 얇아지고, 상기 제1도전층과 상기 제2구조체가 상기 얇아진 제1구조체를 통해서 전기적인 네트워크가 형성되어 연결됨으로써 측정되는 저항변화로부터 압축력 또는 전단력을 측정하며,

상기 제1구조체는 주름진 구조로 형성되고,

상기 에너지 수집모듈이 상기 제1구조체와 상기 제2구조체의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 마찰전기를 수집하는 것과, 상기 제어모듈이 상기 제1도전층과 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체의 접촉에 의한 저항변화로부터 압축력 또는 전단력을 측정하는 것은 서로 독립적으로 수행되는,

에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1기재는 폴리디메틸실록산(PDMS)으로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1구조체는 주름진 구조 또는 돔 구조로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1구조체는 상기 제1기재와 동일한 물질로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1기재와 상기 제1구조체는 일체로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1구조체는 상기 제2기재와 동일한 물질로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1수지는 폴리디메틸실록산으로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1도전층은 탄소나노튜브(CNT) 또는 그래핀(Graphene) 중 어느 하나로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1도전층은 100나노미터 내지 10마이크로미터 두께로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제2구조체는 주름진 구조 또는 돔 구조로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제2기재는 상기 제2구조체와 동일한 물질로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제2기재와 상기 제2구조체는 일체로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 제2기재 및 상기 제2구조체는 나노 복합체로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 나노 복합체는 탄소 복합체로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 탄소 복합체는 탄소나노튜브 또는 그래핀 중 어느 하나로 형성되는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 마찰전기 시리즈(Triboelectric series)에서의 값이 다른 구조체들 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하고, 절연파괴(Insulator Breakdown Voltage) 현상으로 인한 제1도전층과 제2구조체의 전기적 연결을 이용한 압축력 및 전단력 측정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 정전기는 두 개의 서로 다른 물체가 접촉하였을 때 각각의 물질에서 전하들이 편극 되어 전하가 상대를 향하여 병행하는 전기 이중층을 형성하게 된다. 그 후 물체가 분리하게 되면 전지 이중층의 전하 분리가 일어나 두 개의 물체에는 각각 극성이 다른 전하가 발생하며, 대부분의 물질에서 정전기의 효과를 볼 수 있기 때문에 정전기를 이용한 에너지 하베스팅은 물질적인 제한과 기존의 압전 소자에서의 출력보다 더 높은 값을 예상할 수 있다. 이러한 에너지 하베스팅은 최근 웨어러블 산업의 발전과 함께 관심이 높아지고 있다. 웨어러블 기기의 동력을 사용자의 움직임에 따른 힘으로부터 하베스팅 장치를 이용하여 제공받고, 별도의 센서를 이용해 움직임에 대한 정보를 얻고 있다. 하지만 나노 구조물을 주로 이용한 하베스팅 장치들은 출력에 있어서 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 출현한 기술 중의 하나가 등록특허 10-1671673호의 압전 나노 입자를 이용한 플렉서블 압전소자인데, 고효율의 하베스팅 장치를 제공한다. 하지만 상기 등록특허 또한 에너지 하베스팅 외에 센싱을 위해서는 별도의 센서를 부착해야 하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 마찰전기 시리즈(Triboelectric series)에서의 값이 다른 구조체들 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하고, 절연파괴(Insulator Breakdown Voltage) 현상으로 인한 제1도전층과 제2구조체의 전기적 연결을 이용한 압축력 및 전단력 측정 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치로서, 신축성을 가지는 제1기재, 상기 제1기재의 상면 상에 형성되는 제1구조체, 상기 제1기재의 하면 상에 형성되는 제1도전층을 포함하고, 상기 제1기재 및 상기 제1구조체는 제1수지로 형성되는 제1부재, 상기 제1부재의 상면으로부터 이격되어 배치되며, 신축성을 가지는 제2기재, 상기 제2기재의 하면에 형성되어 있는 제2구조체를 포함하고, 상기 제2기재 및 상기 제2구조체는 제2나노 도전성 물질 및 제2수지를 포함하는 나노 복합체로 형성되어, 상기 제2구조체와 상기 제1구조체는 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2부재, 상기 제1부재 및 상기 제2부재와 전기적으로 각각 연결되고, 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체 사이에서 발생하는 마찰전기를 수집하는 에너지 수집부를 포함하는 에너지 수집모듈 및 상기 제1부재 및 상기 제2부재에 전기적으로 각각 연결되어, 상기 장치에 가해지는 압축력 및 전단력을 측정하기 위한 제어모듈을 포함하며, 상기 장치에 외부로부터 외력이 가해질 때, 상기 에너지 수집모듈은, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체 사이에 접촉과 분리가 반복되면 상기 제1구조체와 상기 제2구조체의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 에너지를 수집하고, 상기 장치에 외부로부터 외력이 가해져서, 상기 제1구조체와 상기 제2구조체가 접촉할 경우, 상기 제어모듈은, 상기 제1도전층과 상기 제1구조체 및 상기 제2구조체의 접촉에 의한 저항변화로부터 압축력 또는 전단력을

측정하는 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0005] 본 발명에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0006] 첫째, 제1기재 및 제2기재 상에 형성된 주름진 구조 또는 돔 구조로 인하여 외력의 작용에 의한 제1부재 및 제2부재의 접촉 시, 접촉 면적이 확대되어 에너지 생성효율이 증대되고, 압축력 및 전단력 작용 시 접촉면적의 확대로 인한 센싱 민감도가 증가한다.
- [0007] 둘째, 주름진 구조를 포함함으로써, 돔 구조로 형성될 때보다 전단력의 수평 방향 힘에 대한 저항이 커져서, 전단력 작용 시 민감한 센싱 효율을 가질 수 있다.
- [0008] 셋째, 압축력 및 전단력 작용 시, 절연파괴(Insulator Breakdown Voltage) 현상에 의하여, 제1도전층과 제2구조체가 전기적으로 연결됨으로써, 하나의 장치로 에너지 하베스팅뿐만 아니라, 센싱도 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치의 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치의 II-II선을 취한 단면도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치에 전단력이 작용했을 때, 장치의 변형 상태를 도시한 모식도이다.
- 도 4는 도 1에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치에 압축력이 작용했을 때, 장치의 변형 상태를 도시한 모식도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치의 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치의 단면도이다.
- 도 7은 도 2에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치에 압축력이 작용했을 때, 압축력에 따른 변형에 의한 저항변화를 나타내는 실험 자료 및 압축력이 작용하는 시간의 변화에 따른 전압의 변화를 나타내는 실험 자료이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0011] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)는 제1부재(110), 제2부재(120), 에너지 수집모듈(130) 및 제어모듈(140)을 포함한다.
- [0012] 상기 제1부재(110)는 제1기재(111), 제1구조체(112) 및 제1도전층(113)을 포함한다.
- [0013] 상기 제1기재(111)는 신축성이 있는 수지로 형성된다. 상기 제1기재(111)는 폴리디메틸실록산(PDMS)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1기재(111)는 상기 제1구조체(112)와 동일 물질로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 또한 상기 제1기재(111)는 상기 제1구조체(112)와 일체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다.
- [0014] 상기 제1기재(111)의 상면 상에는 상기 제1구조체(112)가 형성된다. 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 제1구조체(112)와 상기 제2부재(120)를 구성하는 제2기재(121)의 하면 상에 형성되어 있는 제2구조체(122)가 접촉과 분리를 반복하면, 상기 제1구조체(112) 및 상기 제2구조체(122)의 마찰전기 시리즈에 서의 값의 차이로 인하여 마찰전기 에너지가 생성된다.

- [0015] 상기 제1구조체(112)는 신축성 있는 수지로 형성된다. 상기 제1구조체(112)는 폴리디메틸실록산으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1구조체(112)는 주름진 구조로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 돔 구조나 그 외 다른 형태로 변경이 가능하다. 상기 제1구조체(112)가 돔 구조로 형성되는 경우 복수 개의 돔들이 서로 이격되어 배치된다.
- [0016] 상기 제1구조체(112)는 상기 제1기재(111)와 동일한 물질로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1구조체(112)는 상기 제1기재(111)의 상면 상에 형성된다. 상기 제1구조체(112)는 상기 제1기재(111)와 일체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다.
- [0017] 상기 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)에 외력이 가해져서 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)가 접촉할 때, 상기 제1구조체(112)는 주름진 구조로 형성되어 있어서 접촉면적을 넓혀준다. 상기 제1구조체(112)의 주름진 구조로 인해서 넓어진 접촉면적은 에너지 하베스팅 시 에너지 생성효율을 향상시키고, 센싱 시 센싱 민감도를 향상시킨다. 상기 제1구조체(112)의 주름진 구조는 외부에서 전단력이 작용할 때, 수평방향으로 작용하는 힘에 대해서 돔 구조나 그 외 다른 구조보다 상기 주름진 구조가 더 큰 저항 역할을 해서 압축력 작용 시 보다 전단력 작용 시 더 민감한 센싱 효과를 나타낸다.
- [0018] 상기 제1도전층(113)은 탄소나노튜브(CNT) 또는 그래핀(Graphene)으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제1도전층(113)은 상기 제1기재(111)의 하면 상에 형성된다. 상기 제1도전층(113)은 상기 에너지 수집모듈(130) 및 상기 제어모듈(140)과 각각 전기적으로 연결된다.
- [0019] 상기 제1도전층(113)은 100나노미터 내지 10마이크로미터 두께로 형성된다. 이러한 두께 범위는 절연과피(Insulator Breakdown Voltage) 현상을 구현하기 위해서 선택된다. 상기 제1도전층(113)은 외력이 상기 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)에 작용해서 마찰에너지가 생성될 때 비도전성의 상기 제1기재(111)의 하면 상에 형성되어 전극 역할을 한다. 또한 상기 장치(100)에 압축력 또는 전단력이 작용해서 상기 제1부재(110)와 상기 제2부재(120)가 밀착할 때, 상기 제1구조체(112) 및 상기 제1기재(111)의 두께가 얇아지면서 절연과피 현상이 발생하여 상기 제1도전층(113)과 상기 제2부재(120)가 전기적으로 연결된다.
- [0020] 상기 제2부재(120)는 상기 제2기재(121) 및 상기 제2구조체(122)를 포함한다. 상기 제2기재(121)는 신축성 및 도전성이 있는 소재이다. 상기 제2기재(121)는 나노 복합체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(121)를 형성하는 나노 복합체는 탄소 복합체로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(121)를 형성하는 상기 탄소 복합체는 탄소나노튜브로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 그래핀 또는 그 외 다른 탄소 복합체로 변경이 가능하다.
- [0021] 상기 제2기재(121)는 상기 제2구조체(122)와 동일한 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2기재(121)는 상기 제2구조체(122)와 일체로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 도 4를 참조하면, 상기 제2기재(121)에 압축력이 작용하면, 상기 제2기재(121)는 신축성이 있으므로, 상기 제1부재(110) 방향으로 휘게 된다. 상기 제2기재(121)가 상기 제1부재(110) 방향으로 휘게 됨으로써, 상기 제2기재(121)의 하면 상에 형성되어 있는 상기 제2구조체(122)가 상기 제1구조체(112)와 접촉되고, 외력이 제거되면 분리된다. 상기 제1구조체(112) 및 상기 제2구조체(122)의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1구조체(112) 및 상기 제2 구조체(122)의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 마찰전기 에너지가 생성된다.
- [0022] 또한 상기 제1도전층(113), 상기 제1기재(111), 상기 제1구조체(112), 상기 제2구조체(122)가 접촉되면, 절연과피 현상에 의해 상기 제1도전층(113) 및 상기 제2구조체(122)가 전기적으로 연결되어, 압축력 또는 전단력에 의한 저항변화를 측정하여 스트레인을 계산함으로써 외력의 크기를 측정할 수 있다. 압축력뿐만 아니라 도 3의 경우와 같은 전단력이 작용했을 때도, 상기 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)를 이용한 에너지 하베스팅 및 압축력과 인장력에 대한 센싱은 유사한 작동원리가 적용된다.
- [0023] 상기 제2구조체(122)는 신축성 및 도전성이 있는 소재이다. 상기 제2구조체(122)는 나노 복합체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2구조체(122)를 형성하는 상기 나노 복합체는 탄소 복합체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2구조체(122)를 형성하는 상기 탄소 복합체는 탄소나노튜브로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 그래핀 또는 그 외 탄소 복합체로 변경이 가능하다. 상기 제2 구조체(122)는 상기 제2기재(121)와 동일한 물질로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2구조체(122)는 상기 제2기재(121)와 일체로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 제2 구조체(122)는 돔 구조로 형성된다. 하지만,

본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 돔 구조는 복수 개의 돔들이 서로 이격되어 배치되는 구조로 형성된다. 상기 제2구조체(122)는 돔 구조로 형성됨으로써, 상기 제1부재(110)와의 접촉 시 접촉 면적이 넓어지도록 함으로써 에너지 하베스팅 효율성 향상시키고, 압축력 또는 전단력 작용 시 센싱의 민감도를 증대시킨다.

- [0024] 상기 에너지 수집모듈(130)은 제1도전성라인(131), 제2도전성라인(132) 및 에너지 수집부(133)를 포함한다. 상기 제1도전성라인(131)은 상기 제1도전층(113) 및 상기 에너지 수집부(133)에 각각 전기적으로 연결된다. 상기 제2도전성라인(132)은 상기 제2부재(120) 및 상기 에너지 수집부(133)에 각각 전기적으로 연결된다.
- [0025] 상기 에너지 수집부(133)는 상기 제1도전성라인(131) 및 상기 제2도전성라인(132)과 각각 전기적으로 연결된다. 상기 에너지 수집부(133)는 상기 제1구조체(112) 및 상기 제2구조체(122)가 외력에 의해 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1구조체(112) 및 상기 제2구조체(122)의 마찰전기 시리즈에서의 값의 차이로 인하여 생성되는 마찰 전기 에너지를 수집한다.
- [0026] 상기 제어모듈(140)은 제3도전성라인(141), 제4도전성라인(142) 및 제어부(143)를 포함한다. 상기 제3도전성라인(141)은 상기 제1도전층(113) 및 상기 제어부(143)에 각각 전기적으로 연결된다. 상기 제4도전성라인(142)은 상기 제2부재(120) 및 상기 제어부(143)에 각각 전기적으로 연결된다.
- [0027] 상기 제어부(143)는 상기 제3도전성라인(141) 및 상기 제4도전성라인(142)과 각각 전기적으로 연결된다. 상기 제어부(143)는 외력에 의해 상기 제2구조체(122), 상기 제1구조체(112), 상기 제1기재(111) 및 상기 제1도전층(113)이 접촉되면, 상기 제1기재(111) 및 상기 제1구조체(112)의 두께가 얇아짐으로써, 절연과괴 현상이 더 쉽게 일어나서, 상기 제1도전층(113)과 상기 제2구조체(122)가 전기적으로 연결된다. 상기 제어부(143)는 상기 제1도전층(113)과 상기 제2구조체(122)가 전기적으로 연결됨으로써, 외부에서 가해지는 압축력 또는 전단력에 의해 발생하는 저항변화를 측정하여 스트레인을 계산함으로써, 외력의 크기를 측정한다.
- [0028] 도 3을 참조하면, 전단력이 상기 장치(100)에 작용할 때, 상기 제2기재(121)는 수평방향으로 작용하는 수평분력과 수직방향으로 작용하는 수직분력으로 나눌 수 있는 힘을 받는다. 상기 전단력에 의해 상기 제2구조체(122), 상기 제1구조체(112), 상기 제1기재(111) 및 상기 제1도전층(113)이 접촉되면, 상기 제1기재(111) 및 상기 제1구조체(112)의 두께가 얇아짐으로써, 절연과괴 현상이 더 쉽게 일어나서, 상기 제1도전층(113)과 상기 제2구조체(122)가 전기적으로 연결된다. 상기 제1도전층(113)과 상기 제2구조체(122)가 전기적으로 연결됨으로써, 외부에서 가해지는 압축력 또는 전단력에 의해 발생하는 저항변화를 측정하여 스트레인을 계산함으로써, 외력의 크기를 측정한다.
- [0029] 상기 제1구조체(112)의 주름진 구조는 전단력의 수평방향 힘의 진행을 방해하는 역할을 한다. 상기 제2구조체(122)의 돔 구조도 유사한 역할을 하지만, 상기 돔 구조보다 표면적이 넓은 주름진 구조가 더 큰 마찰충 역할을 한다. 상기 제1구조체(112)의 주름진 구조가 전단력 작용 시 다른 구조보다 더 큰 마찰충 역할을 함으로써, 센싱 민감도가 향상된다.
- [0030] 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(200)는 제1부재(210), 제2부재(220), 에너지 수집모듈(230) 및 제어모듈(240)을 포함한다.
- [0031] 상기 제1부재(210)는 제1기재(211), 제1구조체(212) 및 제1도전층(213)을 포함한다. 상기 제2부재(220)는 제2기재(221) 및 제2구조체(222)를 포함한다.
- [0032] 상기 에너지 수집모듈(230)은 제1도전성라인(231), 제2도전성라인(232) 및 에너지 수집부(233)를 포함한다. 상기 제어모듈(240)은 제3도전성라인(241), 제4도전성라인(242) 및 제어부(243)를 포함한다.
- [0033] 도 5에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(200)는 도 2에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)와 비교할 때, 상기 제1구조체(212)의 형태에 차이점이 있다.
- [0034] 상기 제1구조체(212) 돔 구조로 형성된다. 상기 제1구조체(212)가 돔 구조로 형성됨으로써, 상기 제1부재(110)가 상기 제2부재(120)와 접촉 시 접촉 면적이 넓어지도록 한다. 상기 제1부재(110)의 넓어진 표면적은 에너지 하베스팅 효율을 향상시킨다. 전단력에 대한 센싱 시에는 주름진 구조로 형성된 경우와 비교할 때, 전단력의 수평분력에 대한 저항이 돔 구조일 때 더 적어서 센싱 민감도는 감소한다.
- [0035] 상기 제1기재(211), 상기 제1도전층(213), 상기 제2부재(220), 상기 에너지 수집모듈(230) 및 상기 제어모듈(240)은 도 2의 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)와 유사한

바 설명을 생략한다.

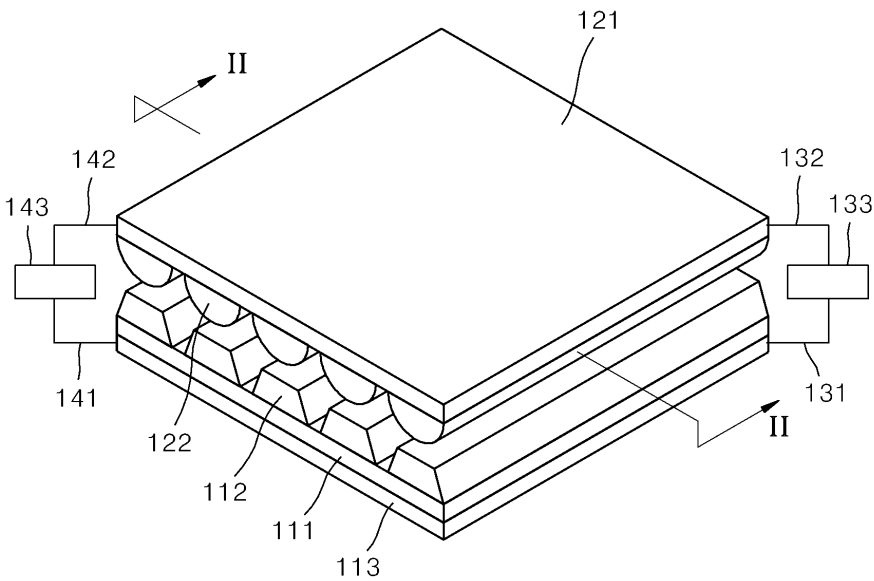
- [0036] 도 6을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(300)는 제1부재(310), 제2부재(320), 에너지 수집모듈(330) 및 제어모듈(340)을 포함한다.
- [0037] 상기 제1부재(310)는 제1기재(311), 제1구조체(312) 및 제1도전층(313)을 포함한다. 상기 제2부재(320)는 제2기재(321) 및 제2구조체(322)를 포함한다.
- [0038] 상기 에너지 수집모듈(330)은 제1도전성라인(331), 제2도전성라인(332) 및 에너지 수집부(333)를 포함한다. 상기 제어모듈(340)은 제3도전성라인(341), 제4도전성라인(342) 및 제어부(343)를 포함한다.
- [0039] 도 6에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(300)는 도 2에 도시된 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)와 비교할 때, 제2구조체(322)의 형태에 차이점이 있다.
- [0040] 상기 제2구조체(322)는 주름진 구조로 형성된다. 상기 제2구조체(322)가 주름진 구조로 형성됨으로써 상기 제1부재(310)와의 접촉 시 접촉 면적이 증가하여 에너지 하베스팅 효율이 향상된다. 또한 상기 제1구조체(312) 및 상기 제2구조체(322)가 모두 주름진 구조로 형성되어서, 전단력 작용 시 수평분력에 대한 저항이 돔 구조로 형성된 경우보다 더 커져서 센싱 민감도는 향상된다.
- [0041] 도 7을 참조하면, 도 7은 도 2의 실시예에 따른 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)에, 외부에서 압축력이 작용할 때, 압축에 의한 변형에 따른 저항의 변화율 및 압축력이 작용하는 시간의 흐름에 따른 전압의 변화를 나타내는 실험 자료이다.
- [0042] 상기 실험 자료에서 위쪽 그래프는 압축에 따른 변형과 저항의 변화율을 나타낸다. 상기 실험 자료에서 R0는 초기 저항을, R은 변화된 저항을 나타낸다. 상기 실험 자료에서 압축에 의한 변형이 증가함에 따라서 저항의 변화율도 감소하는 경향을 보인다. 압축력이 증가함에 따라서 상기 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)의 제1기재(111) 및 제1구조체(112)가 압축되어 두께가 줄어들게 됨으로써 저항이 감소한 것을 알 수 있다.
- [0043] 상기 실험 자료에서 아래쪽 그래프는 압축력이 작용하는 시간의 흐름과 전압의 변화를 나타낸다. 상기 실험 자료에서 압축이 가해질 때, 상기 에너지 하베스팅을 수행하고, 압축력 및 전단력을 측정하는 장치(100)의 제1구조체(112)와 제2구조체(122)가 접촉하면 마찰전기 시리즈(Triboelectric series)에서의 값의 차이로 인하여 마찰대전에 의해 표면이 대전되는 현상이 나타난다. 상기 제1구조체(112)와 상기 제2구조체(122)의 거리가 멀어지면 정전기 유도 현상에 의해 상기 제1구조체(112)의 아래와 상기 제2구조체(122)의 위에 보상 전하가 축적되어 전위차가 발생한다. 상기 실험 자료에서 1.75초정도에 전위가 양(+)의 최대값을 갖는 것을 볼 수 있다. 상기 제1구조체(112)와 상기 제2구조체(122)가 다시 가까워지면 축적되었던 보상 전하가 사라짐으로써, 상기 제1구조체(112)와 상기 제2구조체(122)가 멀어질 때와 반대 방향의 전위가 형성된다. 상기 실험 자료에서 2초 정도에 전위가 음(-)의 최대값을 갖는 것을 볼 수 있다.
- [0044] 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

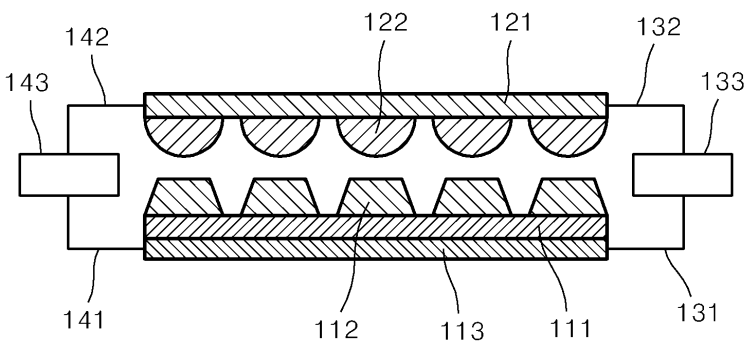
- [0045]
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 110, 210, 310: 제1부재 | 111, 211, 311: 제1기재 |
| 112, 212, 312: 제1구조체 | 113, 213, 313: 제1도전층 |
| 120, 220, 320: 제2부재 | 121, 221, 321: 제2기재 |
| 122, 222, 322: 제2구조체 | 130, 230, 330: 에너지 수집모듈 |
| 131, 231, 331: 제1도전성라인 | 132, 232, 332: 제2도전성라인 |
| 133, 233, 333: 에너지 수집부 | 140, 240, 340: 제어모듈 |
| 141, 241, 341: 제3도전성라인 | 142, 242, 342: 제4도전성라인 |
| 143, 243, 343: 제어부 | |

도면

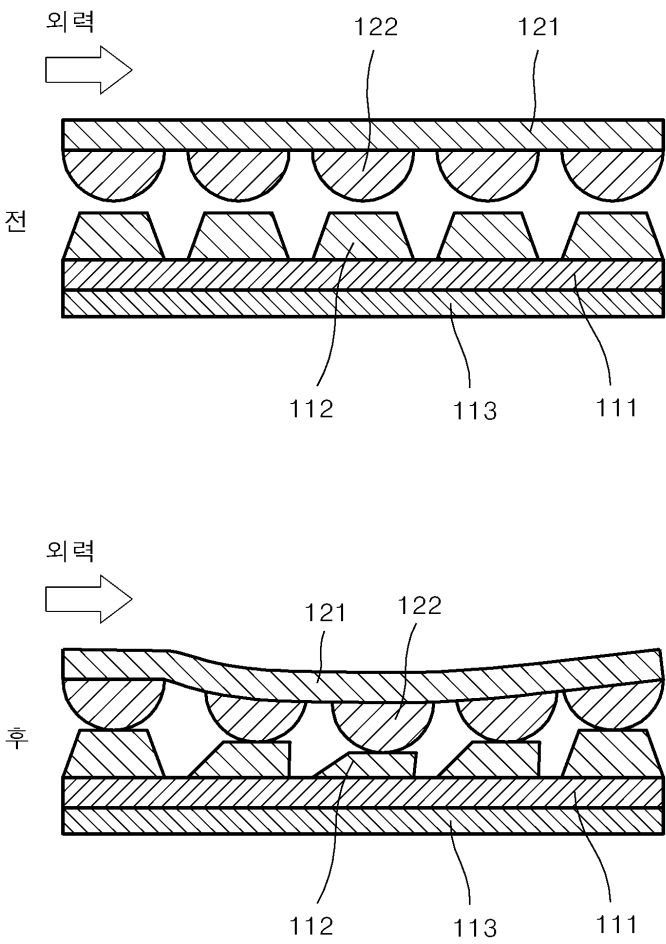
도면1



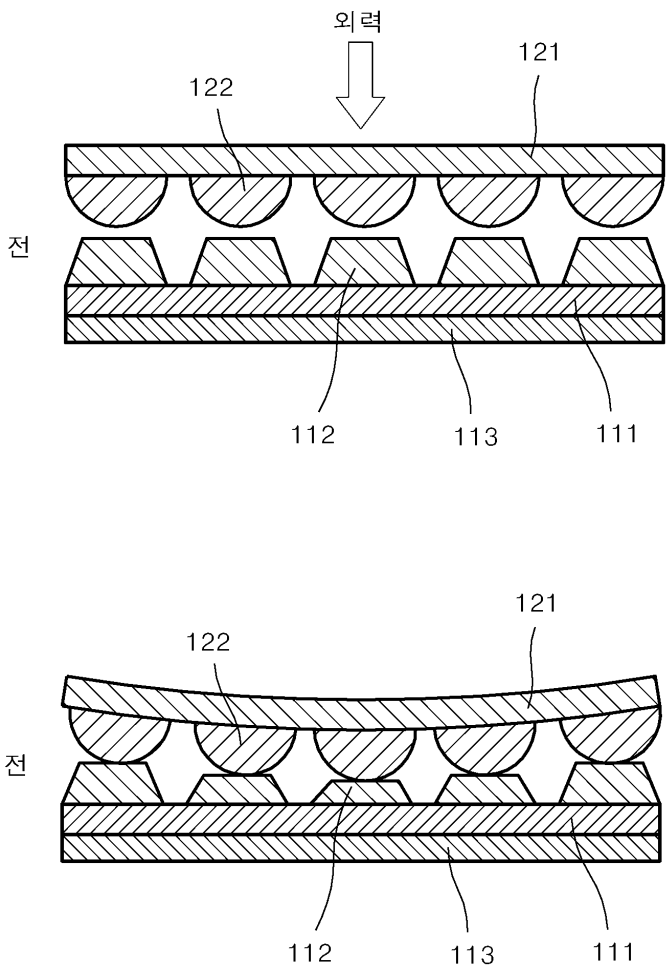
도면2



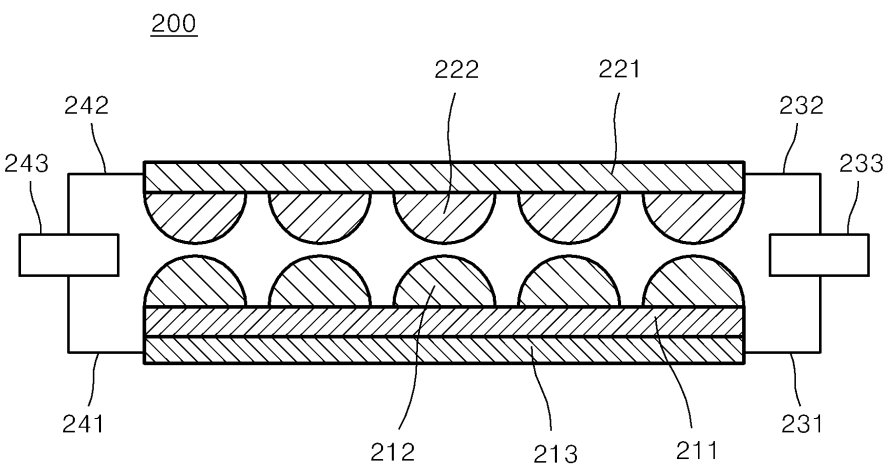
도면3



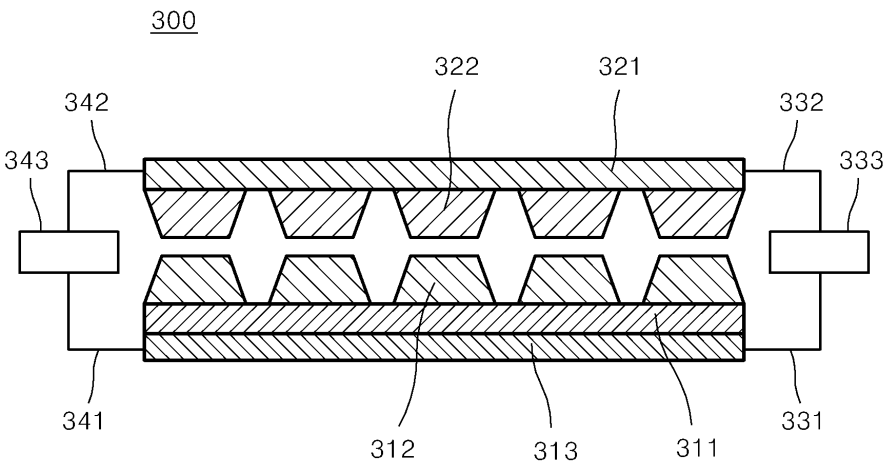
도면4



도면5



도면6



도면7

