(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월23일
(11) 등록번호 10-2002981
(24) 등록일자 2019년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) *D06N 7/00* (2006.01)
G01B 7/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
D06N 7/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0055434
(22) 출원일자 2018년05월15일
심사청구일자 2018년05월15일
(56) 선행기술조사문헌
"Nanopatterned Textile-Based Wearable Triboelectric Nanogenerator", Wanchul Seung, ACS NANO VOL.9, NO.4, 3501-3509 (2015.02.11. 공개)*
"Carbonized Silk Fabric for Ultrastretchable, Highly Sensitive, and Wearable Strain Sensors", Chunya Wan", Adv. Mater. 2016, 28, 6640-6648 (2016.05.11. 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
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 장성진

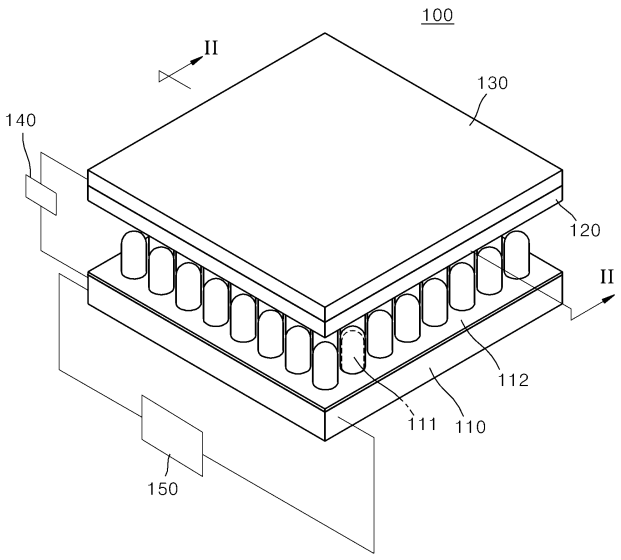
(54) 발명의 명칭 **에너지 생성 및 센싱 장치와 이를 제조하는 방법**

(57) 요 약

본 발명은 시트 형상을 가지며, 탄소물질을 포함하고, 상기 시트가 연장되는 방향으로 신축성을 가지는 탄소 시트, 상기 탄소 시트의 일 면 상에 돌출되도록 형성되는 복수 개의 돌출부들, 상기 돌출부들 및 상기 탄소 시트를 덮도록 형성되며, 신축성을 가지는 제1마찰부, 상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부를 대향

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



하는 부분이 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2 마찰부 및 상기 제2마찰부와 전기적으로 연결되는 전극부, 상기 탄소 시트에 외력이 가해져서 상기 탄소 시트가 연장되는 방향으로 변형되면, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가해진 외력을 계산하는 제어부를 포함하고, 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되면 마찰전기가 발생되어서 상기 탄소 시트, 상기 제1마찰부, 상기 제2마찰부 및 상기 전극부를 통하여 흐르면, 상기 마찰전기를 수집하는 에너지 생성 및 센싱 장치를 제공한다.

따라서 마찰부를 이용한 마찰에너지 생성 뿐만아니라 외력에 의해서 저항이 변화하는 탄소 시트를 이용하여 센싱도 할 수 있는 장점이 있다.

(52) CPC특허분류
G01B 7/18 (2013.01)

(72) 발명자
이성환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

비플랍 데카
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711065971
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 산업수요기반 고효율·안전 항공핵심기술 연구센터
기 여 율 1/1
주관기관 경상대학교
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

시트 형상을 가지며, 탄소물질을 포함하고, 상기 시트가 연장되는 방향으로 신축성을 가지는 탄소 시트;

상기 탄소 시트의 일 면 상에 돌출되도록 형성되는 복수 개의 돌출부들;

상기 돌출부들 및 상기 탄소 시트를 덮도록 형성되며, 신축성을 가지는 제1마찰부;

상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부를 대향하는 부분이 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2 마찰부;

상기 제2마찰부와 전기적으로 연결되는 전극부; 및

상기 탄소 시트의 양 끝단에 외부로부터 인장력이 가해져서 상기 인장력에 의해 상기 탄소 시트가 연장되는 방향으로 길이가 늘어나는 인장 변형이 되면, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가해진 인장력을 계산하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 탄소 시트로부터 상기 제2마찰부를 향하는 방향으로 외부로부터 압축력이 작용하거나, 상기 제2마찰부로부터 상기 탄소 시트를 향하는 방향으로 외부로부터 압축력이 작용하여 상기 탄소 시트와 상기 제2마찰부가 접촉함으로써 상기 탄소 시트가 압축 변형이 되고, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가해진 압축력을 계산하며,

외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되면 마찰전기가 발생되어서 상기 탄소 시트, 상기 제1마찰부, 상기 제2마찰부 및 상기 전극부를 통하여 흐르면, 상기 마찰전기를 수집하는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 시트는 탄소 섬유로 형성되는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 탄소 시트는,

탄소 섬유의 토우(tow)들로 형성된 씨실들과 탄소 섬유의 토우들로 형성된 날실들이 직조된 구조를 가지는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 각 씨실은 복수 개의 토우들로 형성되며,

상기 각 씨실의 토우들은 상기 각 씨실의 폭 방향을 따라 퍼지도록 배열되어 있으며,

상기 각 날실은 복수 개의 토우들로 형성되며,

상기 각 날실의 토우들은 상기 각 날실의 폭 방향을 따라 퍼지도록 배열되어 있는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 각 씨실의 토우들 및 상기 각 날실의 토우들에 의하여 상기 제1마찰부의 표면이 주름진 구조를 가지는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 돌출부들은 나노로드들(nano rods)을 포함하는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 나노로드들(nano rods)은 산화 아연(ZnO)으로 형성되는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제1마찰부는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane)을 포함하여 형성되는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제2마찰부는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)를 포함하여 형성되는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 시트는,

상기 탄소물질을 함침시키는 수지를 더 포함하는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 마찰전기를 저장하는 마찰전기 수집부를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 마찰전기 수집부에서 저장되는 전기에너지를 이용하여 작동되는 에너지 생성 및 센싱 장치.

청구항 12

시트 형상을 가지며, 탄소물질을 포함하고, 상기 시트가 연장되는 방향으로 신축성을 가지는 탄소 시트의 일 면 상에 돌출되도록 복수 개의 돌출부들을 형성하고, 상기 탄소 시트 및 상기 돌출부들 상에 제1마찰부를 형성하여 제1부재를 준비하는 단계; 및

상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부를 대향하는 부분이 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2마찰부를 전극부와 전기적으로 연결하여 제2부재를 준비하는 단계를 포함하고,

상기 탄소 시트의 양 끝단에 외부로부터 인장력이 가해져서 상기 인장력에 의해 상기 탄소 시트가 연장되는 방향으로 길이가 늘어나는 인장 변형이 되면, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가해진 인장력을 계산하는 제어부를 연결하고,

상기 제어부는,

상기 탄소 시트로부터 상기 제2마찰부를 향하는 방향으로 외부로부터 압축력이 작용하거나, 상기 제2마찰부로부터 상기 탄소 시트를 향하는 방향으로 외부로부터 압축력이 작용하여 상기 탄소 시트와 상기 제2마찰부가 접촉함으로써 상기 탄소 시트가 압축 변형이 되고, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가해

진 압축력을 계산하며,

외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되면 마찰전기가 발생되어서 상기 제1부재 및 상기 제2부재를 통하여 흐르면, 상기 마찰전기를 수집하는 에너지 생성 및 센싱 장치를 제조하는 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 제1마찰부는,

상기 돌출부들이 형성되어 있는 상기 탄소 시트를 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane)에 딥핑(dipping)하는 단계;

상기 폴리디메틸실록산에 딥핑한 상기 탄소 시트를 건조시키는 단계; 및

상기 건조된 탄소 시트를 상기 폴리디메틸실록산으로 스핀 코팅(spin coating) 하는 단계를 포함하여 형성되는 에너지 생성 및 센싱 장치를 제조하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 생성 및 센싱 장치와 이를 제조하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 마찰대전에 의해 에너지를 생성하고, 탄소 시트에 가해진 외력에 의한 저항변화를 측정하여 센싱을 하는 에너지 생성 및 센싱 장치와 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 변형 센서(strain sensor)는 센서에 가해지는 인장, 굽힘 또는 뒤틀림 등의 물리적 변화를 감지하는 센서를 말하며, 이러한 물리적 변화를 감지하는 특성을 이용하는 다양한 산업적 응용이 가능하다. 종래의 변형 센서로는 금속 박막을 이용한 센서가 있으며, 이는 금속에 가해지는 물리적 변화에 의해 발생하는 저항변화를 측정하여 변형을 감지할 수 있는 센서이다. 금속 박막을 이용한 변형 센서는 특성상 대면적 구현이 어렵고 낮은 민감도 때문에 인간 움직임 탐지기로 활용하기 어려운 불편이 따른다.

[0003] 또한 기존의 센서들은 센싱을 위한 에너지원을 외부에서 별도로 공급해야 하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1500840호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 마찰대전에 의해 에너지를 생성하고, 탄소 시트에 가해진 외력에 의한 저항변화를 측정하여 센싱을 하는 에너지 생성 및 센싱 장치와 이를 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 시트 형상을 가지며, 탄소물질을 포함하고, 상기 시트가 연장되는 방향으로 신축성을 가지는 탄소 시트, 상기 탄소 시트의 일 면 상에 돌출되도록 형성되는 복수 개의 돌출부들, 상기 돌출부들 및 상기 탄소 시트를 덮도록 형성되며, 신축성을 가지는 제1마찰부, 상기 제1마찰부로부터 이격되어 배치되되, 상기 제1마찰부를 대향하는 부분이 상기 제1마찰부와 상이한 마찰전기 시리즈(triboelectric series) 값을 가지는 제2 마찰부 및 상기 제2마찰부와 전기적으로 연결되는 전극부, 상기 탄소 시트에 외력이 가해져서 상기 탄소 시트가 연장되는 방향으로 변형되면, 상기 탄소 시트의 저항변화를 측정하여 스트레인 또는 상기 가

해진 외력을 계산하는 제어부를 포함하고, 외력에 의해서 상기 제1마찰부와 상기 제2마찰부의 접촉과 분리가 반복되면 마찰전기가 발생되어서 상기 탄소 시트, 상기 제1마찰부, 상기 제2마찰부 및 상기 전극부를 통하여 흐르면, 상기 마찰전기를 수집하는 에너지 생성 및 센싱 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치와 이를 제조하는 방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0008] 첫째, 마찰부를 이용한 마찰에너지 생성 뿐만아니라 외력에 의해서 저항이 변화하는 탄소 시트를 이용하여 센싱도 할 수 있는 장점이 있다.

[0009] 둘째, 탄소 시트 상에 돌출부가 형성되어 있어서, 탄소 시트가 평평한 경우보다 마찰 시 접촉 면적이 더 넓어져서 더 많은 마찰에너지를 생성할 수 있다.

[0010] 셋째, 탄소 시트가 도전성으로 전극 역할을 할 수 있는바, 제1마찰부에 전기적으로 연결되는 별도의 전극을 필요로 하지 않아서, 장치의 제작이 용이하고 구조가 간단한 장점이 있다.

[0011] 넷째, 마찰부에서 발생한 마찰에너지를 탄소 시트를 이용한 센싱의 자가 동력원으로 이용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치가 도시된 사시도이다.

도 2는 도 1에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치의 Ⅱ-Ⅱ선을 취한 단면도이다.

도 3은 도 1에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치에서 제1마찰부를 확대하여 도시한 확대도이다.

도 4는 도 2에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치의 에너지 생성을 위한 작동모습을 나타낸 모식도이다.

도 5는 도 2에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치의 센싱을 위한 작동모습을 나타낸 모식도이다.

도 6은 도 4에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치의 시간 변화에 따른 전압변화를 나타내는 실험 자료이다.

도 7은 도 5에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치의 스트레인의 변화에 따른 저항의 변화율을 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 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 생성 및 센싱 장치(100)는 탄소 시트(110), 돌출부들(111), 제1마찰부(112), 제2마찰부(120), 전극부(130), 마찰전기 수집부(140) 및 제어부(150)를 포함한다.

[0015] 상기 탄소 시트(110)는 탄소섬유로 형성된다. 상기 탄소 시트(110)는 탄소물질을 포함하고 직조된 구조의 시트 형상을 갖는다. 상기 탄소 시트(110)는 직조된 구조로 형성될 때 표면에 굴곡이 생기면서 거친 표면을 갖는다. 따라서 상기 탄소 시트(110)는 상기 돌출부들(111)을 상기 탄소 시트(110)의 표면에 형성시킬 때, 상기 탄소 시트(110)의 표면이 평평한 경우보다 더 많은 상기 돌출부들(111)을 형성시킬 수 있다. 그러므로 상기 제1마찰부(112)를 상기 탄소 시트(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 형성하면 상기 제1마찰부(112)의 표면적이 넓어지는 효과가 있다.

[0016] 상기 탄소 시트(110)는 탄소섬유로 형성되어서 도전성을 갖고, 상기 시트가 연장되는 방향으로 신축성을 갖는다. 또한 상기 탄소 시트는 탄소물질을 함침시키는 수지를 포함하는 탄소 복합체로 형성될 수도 있다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 도전성 및 신축성을 갖는 다른 탄소 시트 또는 탄소 복합체로 변경이 가능하다.

[0017] 상기 탄소 시트(110)가 외력에 의해 신축되는 경우 저항 변화를 측정 가능하다. 상기 탄소 시트(110)의 신축은 상기 탄소 시트(110)의 길이 및 폭 방향 모두에서 가능하다. 그러므로 외력에 의해 상기 탄소 시트(110)가 변형되어 저항이 변화되면 상기 저항 변화를 측정하여 스트레인 또는 외력을 계산할 수 있다. 상기 외력은 주로 장력에 의한 것이다. 하지만, 본 발명은 장력이 아닌 다른 힘에 의한 스트레인 또는 외력의 계산이 가능할 수 있다. 즉 상기 탄소 시트(110)는 다양한 힘에 대한 스트레인 센서의 기능을 할 수 있다.

[0018] 또한 상기 탄소 시트(110)는 도전성이므로 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰에 의해 발생되는

에너지를 수집하는 경우 전극 역할을 한다. 따라서 상기 제1마찰부(112)에는 별도의 전극을 부착할 필요가 없다. 하지만 별도의 전극을 부착하여 에너지 수집 시에 이용하는 것도 물론 가능하다. 즉 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)는 마찰에너지 수집 시에 상기 제1마찰부(112)와 전기적으로 연결되는 전극을 반드시 필요로 하는 것은 아니기 때문에 제작이 용이하고 구조가 간단한 장점이 있다.

[0019] 상기 탄소 시트(110)의 일면 상에는 돌출되도록 구조화된 돌출부들(111)이 형성된다. 동일한 넓이를 가지는 평면상에서 표면적이 가장 좁은 경우는 평면상에 어떠한 굴곡도 없는 경우이다. 따라서 상기 돌출부들(111)은 상기 탄소 시트(110)의 표면에 돌출되어 굴곡을 형성하므로 상기 돌출부들(111)이 없을 때보다 상기 탄소 시트(110)의 표면적을 넓히는 역할을 한다. 상기 돌출부들(111)은 복수 개로 형성된다. 즉, 이하에서 설명할 상기 제1마찰부(112) 및 상기 제2마찰부(120)의 마찰에 의한 마찰 에너지 생성 시 상기 돌출부들(111)은 상기 제1마찰부(112)의 표면적 증가를 통해서 마찰 에너지 생성량을 증가시킨다.

[0020] 상기 돌출부들(111)은 나노로드들(nano rods)의 구조를 가진다. 상기 나노로드들은 상기 탄소 시트(110)의 표면에서 성장되어 형성된다. 상기 나노로드들은 산화아연(ZnO)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 소재의 나노로드들로 변경이 가능하다.

[0021] 상기 제1마찰부(112)는 상기 돌출부들(111) 및 상기 탄소 시트(110)를 덮도록 형성된다. 즉 상기 제1마찰부(112)는 상기 돌출부들(111) 및 상기 탄소 시트(110)가 상기 제2마찰부(120)와 접촉이 가능한 표면에 형성된다. 하지만, 상기 제1마찰부(112)는 상기 탄소 시트(110)의 전체 표면과 상기 돌출부들(111)의 표면 전부에 형성될 수도 있다.

[0022] 상기 제1마찰부(112)는 폴리디메틸실록산(PDMS, Polydimethylsiloxane)으로 형성된다. 이하에서 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)의 제조 방법을 자세히 설명하겠지만, 상기 돌출부들(111)이 형성되어 있는 상기 탄소 시트(110)를 상기 폴리디메틸실록산에 딥핑(dipping)한 후 스핀코팅 함으로써 상기 탄소 시트(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 마이크로 구조를 가지는 상기 제1마찰부(112)를 형성한다. 따라서 상기 돌출부들(111)은 나노 구조를 가지고, 상기 제1마찰부(112)는 마이크로 구조를 가짐으로써 상기 제2마찰부(120)와 접촉하는 상기 제1마찰부(112)의 표면적이 증가하는 효과가 있다.

[0023] 도 3을 참조하면, (a)의 세 개의 사진은 상기 돌출부들(111)이 형성되어 있는 상기 탄소 시트(110)를 상기 폴리디메틸실록산에 딥핑하고 스핀 코팅 한 후 상기 탄소 시트(110)의 표면을 확대한 것이다. 또한 (b)의 세 개의 사진은 상기 (a)의 사진을 더 확대한 것이다. 상기 (a)에 따르면 상기 탄소 시트(110)는 씨실110(a)과 날실(110b)로 형성된다. 상기 씨실(110a)은 가로로 형성된 것을 의미하고, 상기 날실(110b)은 세로로 형성된 것을 의미한다. (a)의 최상단 도면을 참조하면 상기 씨실(110a)의 일부를 확대한 것이 (b)의 최상단 도면이다. 상기 씨실(110b)에는 주름진 구조(Wavy structure)로 탄소 토우(tow)들이 상기 씨실의 폭방향을 따라 퍼지도록 배열되어 복수 개로 형성되어 있다. 상기 탄소 토우들은 날실에도 폭방향을 따라 복수 개로 형성되어 있다. (a)의 최상단 도면에서 하얀색으로 나타나는 부분은 상기 씨실(110a)의 상기 토우들에 상기 돌출부들(111)이 형성되어 있는 부분이다. (b)에 따르면 상기 씨실 및 날실의 토우에는 상기 돌출부들(111)이 빽빽하게 형성되어 있다. 또한 상기 돌출부들(111)의 표면도 상기 제1마찰부(112)가 스핀 코팅되어 평평하지 않고 굴곡지고 주름지게 된다. 따라서 상기 제1마찰부(112)의 표면적은 스핀 코팅을 하기 전보다 더욱 더 증가하게 되어 마찰전기 발생 시 효율성을 높여준다.

[0024] 상기 제1마찰부(112)는 신축성이 있어서 외력이 작용할 때 변형이 쉽게 되므로 상기 제2마찰부(120)와의 마찰 시에 효율적인 마찰에너지 생성을 가능하게 한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 신축성 있는 다른 소재로 상기 제1마찰부(112)를 변경할 수도 있고, 스핀 코팅이 아닌 다른 방법으로 상기 제1마찰부(112)를 형성할 수도 있다.

[0025] 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(112)로부터 이격되어 배치된다. 상기 제2마찰부(120)는 신축성을 갖는다. 상기 제2마찰부(120)에 외력이 가해져서 상기 제1마찰부(112)와 접촉과 분리를 반복하기 위해서 상기 제2마찰부(120)는 신축성이 있는 소재일 것을 요한다. 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(112)를 대향하는 부분이 상기 제1마찰부(112)와 상이한 마찰전기 시리즈 값을 갖는다. 하지만 상기 제2마찰부(120) 전체가 상기 제1마찰부(112)와 다른 마찰전기 시리즈 값을 가지도록 형성될 수도 있다.

[0026] 상기 제2마찰부(120)는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2마찰부(120)는 상기 제1마찰부(112)와 다른 마찰전기 시리즈 값을 갖는 소재이면 변경이 가능하다.

[0027] 상기 전극부(130)는 상기 제2마찰부(120)와 전기적으로 연결된다. 상기 전극부는 상기 제2마찰부(120)가 상기 제1마찰부(112)와 대향하는 부분의 반대면에 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1마찰부(112)의 다양한 부분에 상기 전극부(130)가 형성될 수 있다. 상기 전극부(130)는 ITO(indium tinoxide)로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 종류의 전극으로 변경이 가능하다. 상기 전극부(130)는 투명한 특성을 가지는 바, 본 발명은 투광성이 요구되는 대상물에 적용될 수 있다.

[0028] 상기 전극부(130)는 상기 제2마찰부(120)의 표면적과 동일한 표면적을 갖도록 형성된다. 이는 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)를 이용한 에너지 생성 시에 발생되는 에너지를 효율적으로 수집하기 위함이다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 형태나 크기의 전극으로 변경이 가능하다.

[0029] 상기 전극부(130)의 일 단은 상기 마찰전기 수집부(140)와 전기적으로 연결된다. 따라서 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)를 이용해서 발생한 마찰 에너지가 상기 전극부(130)와 상기 마찰전기 수집부(140) 사이를 이동할 수 있다.

[0030] 도 4를 참조하면, 상기 마찰전기 수집부(140)의 일 단은 상기 전극부(130)와 연결되고, 타 단은 상기 탄소 시트(110)와 연결된다. 외력에 의해서 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 대전 현상이 발생한다. 따라서 상기 대전 현상에 의한 전기적 흐름이 상기 탄소 시트(110), 상기 제1마찰부(112), 상기 제2마찰부(120) 및 상기 전극부(130)를 통해 발생한다. 상기 마찰전기 수집부(140)는 이렇게 발생한 마찰 에너지를 수집하는 역할을 한다.

[0031] 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)는 상기 마찰전기 수집부(140)에 수집된 마찰에너지를 상기 탄소 시트(110)를 이용한 센싱의 동력원으로 이용할 수 있다. 즉 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰에 의해 발생한 마찰 에너지를 마찰전기 수집부(140)에 수집하여 상기 제어부(150)를 구동하기 위한 에너지로 사용할 수 있다. 따라서 별도의 동력원을 구비하지 않고도 자가 동력을 이용한 센싱이 가능한 장점이 있다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 별도의 동력원을 구비하여 상기 탄소 시트(110)를 이용한 센싱을 할 수도 있다.

[0032] 도 5를 참조하면, 상기 제어부(150)의 양 단은 각각 상기 탄소 시트(110)의 양 단과 연결된다. 상기 탄소 시트(110)에 외력이 가해져서 상기 탄소 시트(110)가 연장되는 방향으로 변형되면, 상기 탄소 시트(110)는 길이 및 두께의 변화로 인하여 저항이 변화한다. 이때 상기 저항의 변화를 측정함으로써 스트레인 또는 가해진 외력의 크기를 계산할 수 있다. 만일 외력이 가해져서 상기 탄소 시트(110)가 잡아 당겨지면, 상기 탄소 시트(110)의 길이는 증가하는 반면, 두께는 감소한다. 이 경우, 상기 탄소 시트(110)의 저항은 증가한다. 이러한 관계로부터, 상기 저항을 측정하면, 상기 탄소 시트(110)에 가해지는 외력이나, 상기 탄소 시트(110)의 스트레인을 도출할 수 있다.

[0033] 도 6을 참조하면, 도 6은 외력이 가해진 시간의 변화에 따른 전압의 변화를 나타낸다. 즉 도 3의 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)가 외력에 의해 분리 상태에서 접촉상태로, 접촉상태에서 분리 상태로 변화한다. 이때 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 마찰전기 시리즈 값의 차이 때문에 대전 현상이 생기고 전압의 차이가 발생한다. 즉 도 5는 상기 제1마찰부(112)와 상기 제2마찰부(120)의 접촉과 분리에 따른 마찰전기 에너지의 발생량을 도시한다.

[0034] 도 7을 참조하면, 도 7의 (a)는 시간의 흐름에 따른 인장력의 크기를 나타내는 그래프이다. 도 6에 따르면 15초에서 20초 사이의 변곡점까지는 인장력이 일정하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 도 4의 탄성체인 탄소 시트(110)가 탄성 한계점까지 외력을 받는 동안 일정한 비율로 상기 외력에 비례하는 변형이 발생한 것으로 볼 수 있다. 하지만, 상기 변곡점에서부터는 상기 탄소 시트(110)가 탄성 한계를 넘어 변형율이 감소한 것으로 볼 수 있다.

[0035] 도 7의 (b)를 참조하면, 도 7의 (b)는 도 1의 탄소 시트(110)의 변형율과 저항 변화율의 관계를 나타낸다. 그래프에서 GF는 상기 탄소 시트(110)의 단위길이 변화량에 대한 저항의 변화량을 의미한다. 이에 따르면 상기 탄소 시트(110)의 변형율이 약 2.0%일 때가지 GF는 17.5에 해당하다가, 상기 탄소 시트(110)의 변형율이 약 2.5%일 때부터는 250으로 급격하게 증가한다. 상기 그래프에서 GF가 높다는 것은 센서가 민감하다는 의미이다. 따라서 상기 GF가 250인 구간은 상기 탄소 시트(110)가 탄성 한계점을 넘어서서 약간의 길이 변화에도 저항이 급격하게 증가한다는 것으로 볼 수 있다.

[0036] 도 7의 (c)를 참조하면, 도 7의 (c)는 시간의 변화에 따른 도 5의 탄소 시트(110)에 대한 인장력과 저항 변화율의 관계를 나타낸다. 빨간색 부분은 저항변화이고 파란색 부분은 인장 변화를 나타낸다. 이에 따르면 반복적으

로 인장력이 증감하는 것에 따라 저항도 반복적으로 증감하는 것을 알 수 있다. 즉 도 5의 탄소 시트(110)는 스트레인 센서로서 반복적인 외력에도 안정적으로 센서로서 기능을 할 수 있음을 알 수 있다.

[0037] 이하에서는 도 1을 참조하여 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)의 제조 방법을 설명한다.

[0038] 먼저 상기 탄소 시트(110)를 준비한다. 상기 탄소 시트(110)는 시트 형상이고 탄소 물질을 포함한다. 또한 상기 탄소 시트(110)는 상기 탄소 시트(11)가 연장되는 방향으로 신축성을 가진다.

[0039] 그리고 상기 탄소 시트(110)의 일 면 상에 돌출부들(111)을 형성한다. 상기 돌출부들(111)은 산화아연(ZnO)을 상기 탄소 시트(110)에 성장시킴으로써 형성된다. 또한 상기 탄소 시트(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 상기 제1마찰부(112)를 형성한다. 상기 제1마찰부(112)는 상기 돌출부들(111)이 형성되어 있는 상기 탄소 시트(110)를 폴리디메틸실록산에 딥핑(dipping)하는 단계, 상기 폴리디메틸실록산에 딥핑한 상기 탄소 시트(110)를 건조시키는 단계 및 상기 건조된 탄소 시트(110)를 상기 폴리디메틸실록산으로 스핀 코팅(spin coating) 하는 단계를 포함하여 형성된다. 이 때 건조시키는 단계의 시간은 50분 내지 70분으로 한다. 또한 상기 스핀 코팅하는 시간은 25초 내지 35초로 한다. 즉 상기 탄소 시트(110) 상에 상기 돌출부들(111)을 형성하고, 상기 탄소 시트(110) 및 상기 돌출부들(111) 상에 상기 제1마찰부(112)를 형성함으로써 제1부재를 준비한다. 상기 제1부재의 제조는 상기 설명한 순서대로 진행되나, 동시에 진행될 수도 있다.

[0040] 다음으로 상기 제1마찰부(112)와 상이한 마찰전기 시리즈 값을 갖는 상기 제2마찰부(120)를 상기 전극부(130)와 연결하여 제2부재를 준비한다. 상기 제2부재 또한 상기 제1마찰부(112)와 상기 전극부(130)를 순차적으로 제조할 수도 있고, 동시에 제조할 수도 있다.

[0041] 끝으로 상기 제어부(150)를 상기 탄소 시트(110)에 전기적으로 연결하고, 상기 에너지 수집부(140)를 상기 제1부재와 상기 제2부재에 각각 연결함으로써 상기 에너지 생성 및 센싱 장치(100)의 제조를 완료한다. 다만, 제1부재, 상기 제2부재, 상기 에너지 수집부(140) 및 상기 제어부(150) 각각의 제조 순서나 연결 순서는 변경될 수 있다.

[0042] 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.

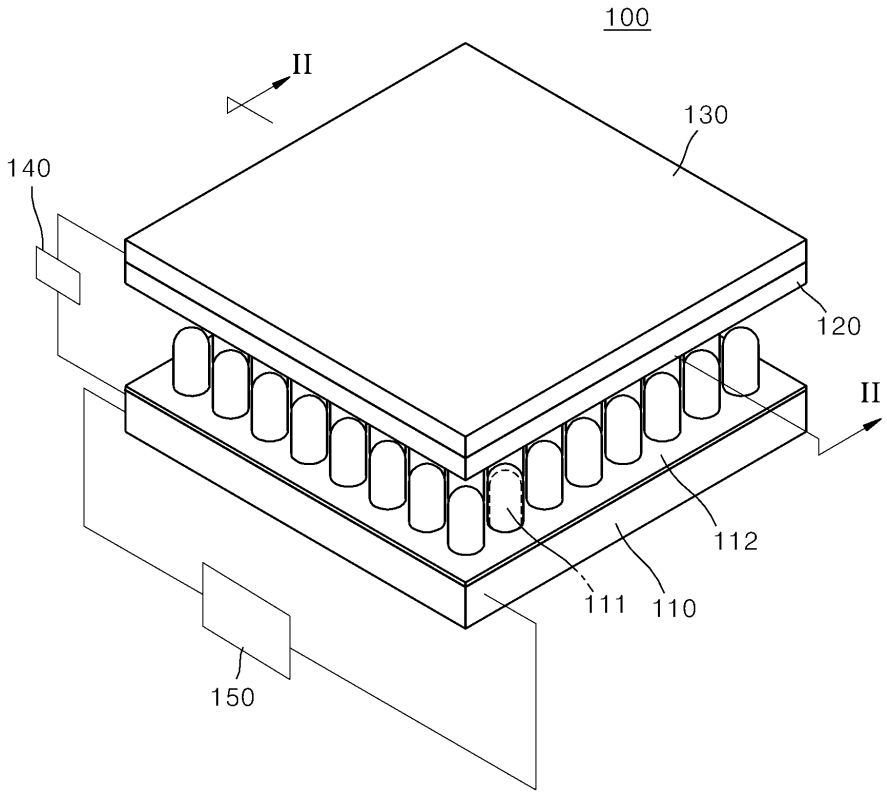
부호의 설명

[0043]

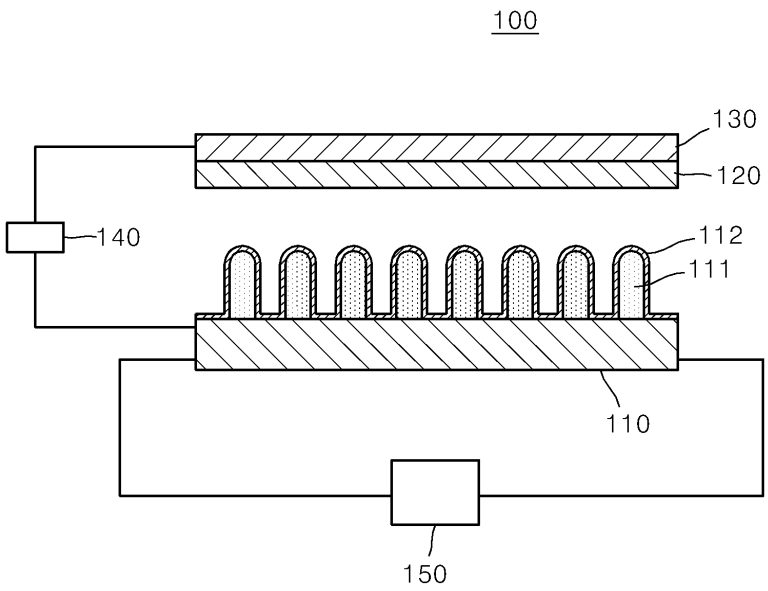
100: 에너지 생성 및 센싱 장치	110: 탄소 시트
110a: 씨실	110b: 날실
111: 돌출부들	112: 제1마찰부
120: 제2마찰부	130: 전극부
140: 마찰전기 수집부	150: 제어부

도면

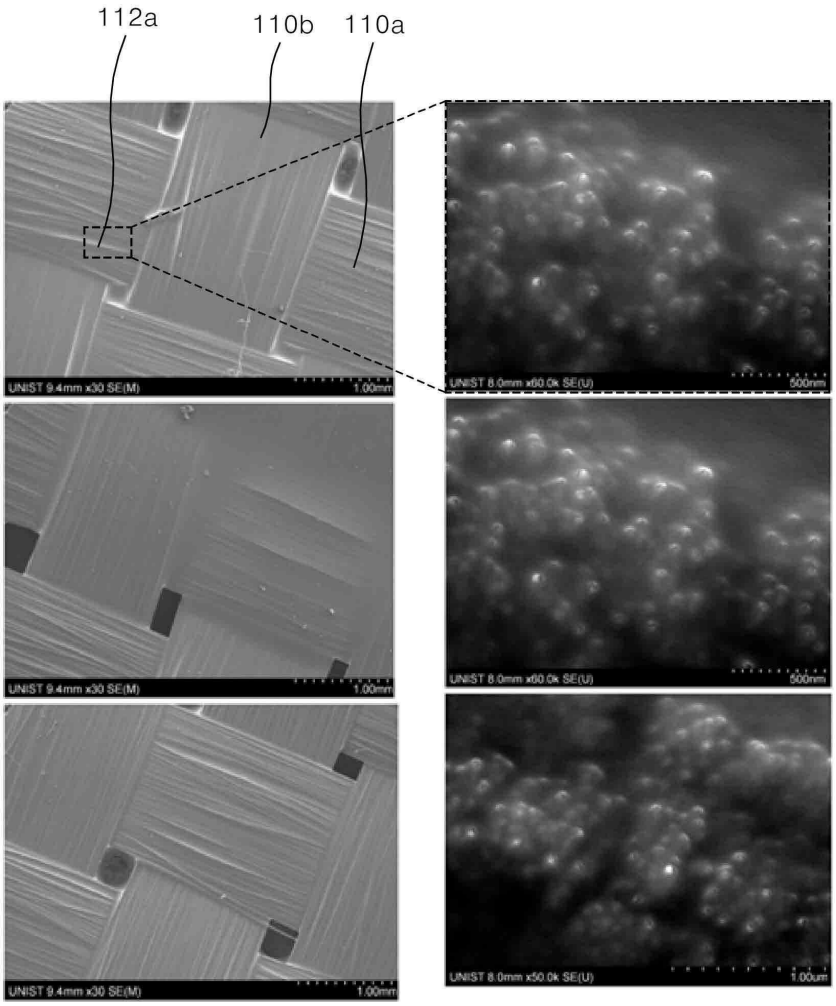
도면1


100
II
130
140
120
II
112
111
110
150

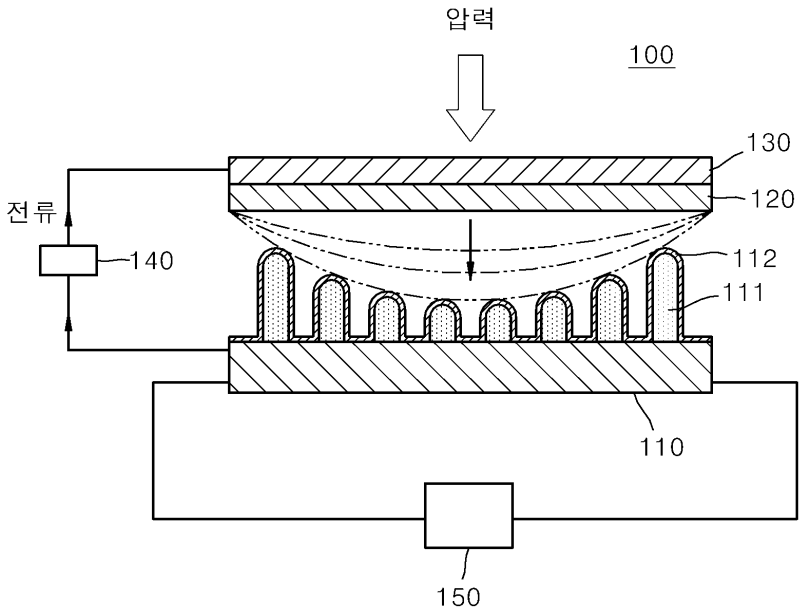
도면2


100
130
120
140
112
111
110
150

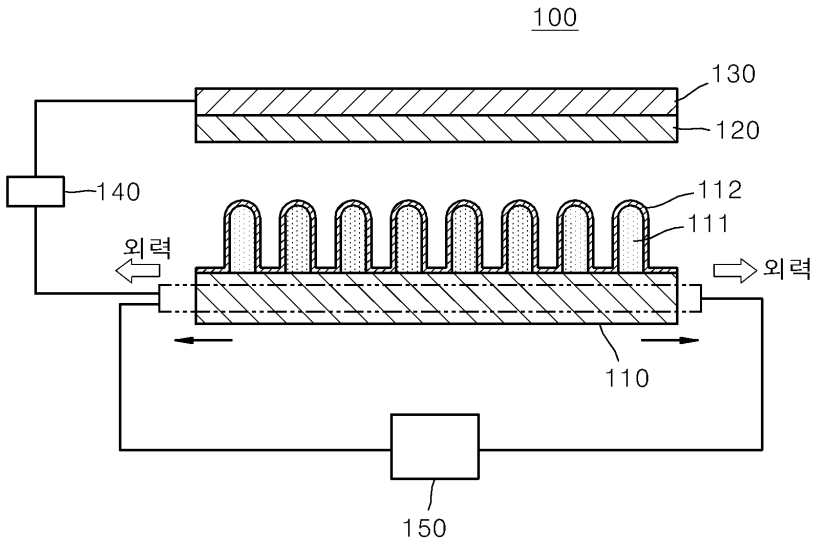
도면3


112a
110b
110a
UNIST 9.4mm x30 SE(M)
1.00mm
UNIST 8.0mm x60.0k SE(U)
500nm
UNIST 8.0mm x50.0k SE(U)
1.00um
(a)
(b)

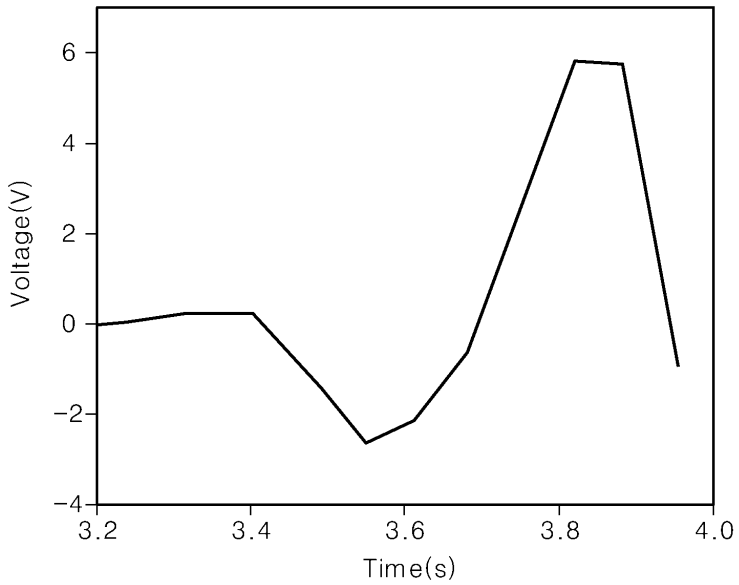
도면4


압력
100
130
120
전류
140
112
111
110
150

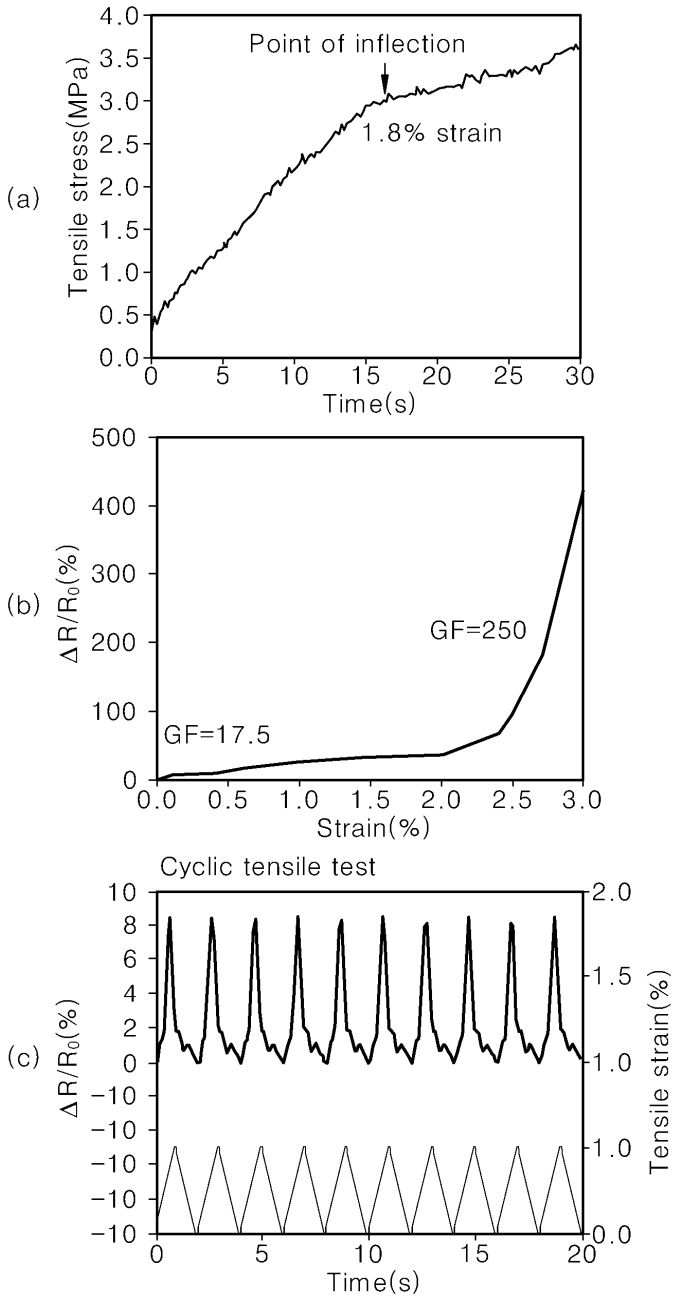
도면5


100
130
120
140
112
111
외력
외력
110
150

도면6


6
4
2
0
-2
-4
Voltage(V)
3.2
3.4
3.6
3.8
4.0
Time(s)

도면7


(a)
Tensile stress(MPa)
Point of inflection
1.8% strain
Time(s)
(b)
ΔR/R0(%)
GF=250
GF=17.5
Strain(%)
(c)
Cyclic tensile test
ΔR/R0(%)
Tensile strain(%)
Time(s)