



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월20일
(11) 등록번호 10-1658308
(24) 등록일자 2016년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/08 (2006.01) H01L 41/047 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 41/08 (2013.01)
H01L 41/047 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0038586
(22) 출원일자 2015년03월20일
심사청구일자 2015년03월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR101350916 B1
KR101282848 B1
JP2002203996 A
KR1020140092182 A

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
윤광석
서울특별시 서초구 신반포로23길 41 (신반포2차아파트) 109동 106호
안용호
서울특별시 성북구 길음로 33 길음뉴타운8단지아파트 815동 1302호
(74) 대리인
신진현

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 노영철

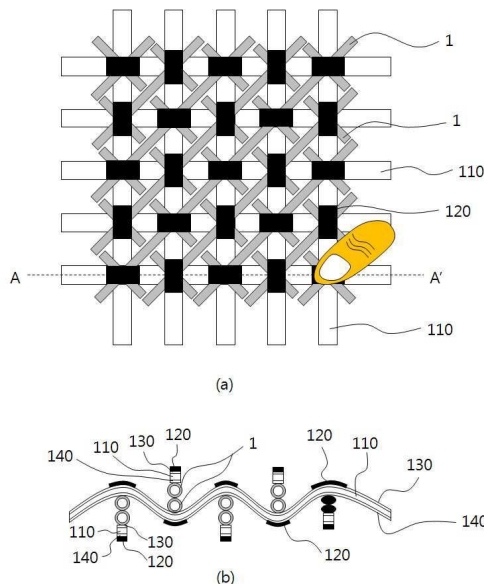
(54) 발명의 명칭 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서

(57) 요약

압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서가 개시(disclosure)된다. 일 실시 예에 있어서, 상기 자가발전형 정전용량 직물 센서는 압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물, 중공사(hollow fiber)를 제2씨실 및 제2날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 기본구

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



조물 및 상기 기본구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 중공사의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함한다. 상기 압전섬유는 상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극 및 상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함한다. 상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1널실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가진다. 상기 기본구조물은 상기 제2씨실 및 상기 제2널실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제2교차점을 가진다. 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1널실이 상기 제2씨실, 상기 제2널실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 사이에 두고 서로 교차되어 형성됨으로써 상기 센서구조물과 상기 기본구조물이 서로 연결된다.

다른 실시 예에 있어서, 상기 자가발전형 정전용량 직물 센서는 압전섬유를 제1씨실 및 제1널실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물, 신축성을 가지며, 내부에 복수의 구멍들을 가지는 신축성구조물 및 상기 신축성구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 신축성구조물의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함한다. 상기 압전섬유는 상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극 및 상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함한다. 상기 센서구조물은 상기 복수의 구멍들 중 적어도 하나의 구멍을 관통하는 압전섬유를 제1씨실 및 제1널실로 하여 서로 교차하여 형성된다. 상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1널실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가진다. 상기 제1교차점을 형성하는 상기 제1씨실 및 상기 제1널실은 상기 제1교차점에서 상기 신축성구조물을 사이에 두고 서로 마주보게 직조된다.

(52) CPC특허분류

H01L 41/081 (2013.01)

H01L 41/22 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물;

중공사(hollow fiber)를 제2씨실 및 제2날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 기본구조물; 및

상기 기본구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 중공사의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함하되,

상기 압전섬유는

상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극; 및

상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함하며,

상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가지며,

상기 기본구조물은 상기 제2씨실 및 상기 제2날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제2교차점을 가지며,

상기 제1교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 상기 제2씨실, 상기 제2날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 사이에 두고 서로 교차되어 형성됨으로써 상기 센서구조물과 상기 기본구조물이 서로 연결되는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압력센서는 상기 제1씨실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1날실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제1센서전극이라 함-과 연결되고, 상기 제1날실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제2센서전극이라 함-과 연결되며,

상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점에서의 상기 중공사의 상기 변형에 따른 상기 제1센서전극 및 상기 제2센서전극 사이의 정전용량(capacitance)의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 각각 상기 기본구조물의 상기 제2교차점의 일측 및 상기 제2교차점의 상기 일측에 대응되는 타측을 경유하여 서로 교차됨으로써, 상기 제2교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 상기 제2씨실 및 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 형성되는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 압력센서는 상기 제1씨실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제2교차점의 상기 일측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제3센서전극이라 함-과 연결되고, 상기 제1날실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제2교차점의 상기 타측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제4센서전극이라 함-과 연결되며,

상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제2교차점에서의 상기 중공사의 상기 변형에 따른 상기 제3센서전극 및 상기 제4센서전극 사이의 정전용량(capacitance)의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 센서구조물에 배치되는 지지층을 더 포함하되,

상기 제1교차점에서 서로 교차되는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 구부러진 형상을 가지며,

상기 지지층은 상기 제1씨실, 상기 제1날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나-이하 발전압전섬유라 함-의 상기 구부러진 형상을 가지는 표면 중 적어도 일부에 배치되되,

상기 지지층은 상기 발전압전섬유에 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 변형되는 상기 발전압전섬유의 곡률을 변화시키거나, 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유의 길이가 변형되지 아니하는 중심면 또는 중심선이 상기 지지층 방향으로 이동되도록 하여 상기 외력에 의해 변형되는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 전하의 분극을 향상시키는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 압전섬유의 상기 제1전극 및 상기 제2전극과 전기적으로 연결되며, 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유가 생성하는 전기에너지를 저장하는 저장회로를 더 포함하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 압력센서는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 상기 전하의 분극으로부터 생성되는 전기에너지를 사용하여 상기 외력을 측정하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 8

압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물;

신축성을 가지며, 내부에 복수의 구멍들을 가지는 신축성구조물; 및

상기 신축성구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 신축성구조물의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함하되,

상기 압전섬유는

상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극; 및

상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함하며,

상기 센서구조물은 상기 복수의 구멍들 중 적어도 하나의 구멍을 관통하는 압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되며,

상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가지며,

상기 제1교차점을 형성하는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 상기 신축성구조물을 사이에 두고 서로 마주보게 직조되는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 압력센서는 상기 제1씨실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1날실에 대하여 배치되는 전극-이하 제5센서전극이라 함-과 연결되고, 상기 제1날실의 상기 제1전극 및 상기 제2전극 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실에 대하여 배치되는 전극-이하 제6센서전극이라 함-과 연결되며,

상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점에서의 상기 신축성구조물의 상기 변형에 따른 상기 제5센서

전극 및 상기 제6센서전극 사이의 정전용량의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 센서구조물에 배치되는 지지층을 더 포함하되,

상기 제1교차점에서 서로 교차되는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 구부러진 형상을 가지며,

상기 지지층은 상기 제1씨실, 상기 제1날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나-이하 발전압전섬유라 함-의 상기 구부러진 형상을 가지는 표면 중 적어도 일부에 배치되되,

상기 지지층은 상기 발전압전섬유에 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 변형되는 상기 발전압전섬유의 곡률을 변화시키거나, 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유의 길이가 변형되지 아니하는 중심면 또는 중심선이 상기 지지층 방향으로 이동되도록 하여 상기 외력에 의해 변형되는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 전하의 분극을 향상시키는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 압전섬유의 상기 제1전극 및 상기 제2전극과 전기적으로 연결되며, 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유가 생성하는 전기에너지를 저장하는 저장회로를 더 포함하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 압력센서는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 상기 전하의 분극으로부터 생성되는 전기에너지를 사용하여 상기 외력을 측정하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 대체로 직물 센서에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서에 관한 것이다.

[0002] 본 연구는 한국연구재단을 통해 미래창조과학부의 미래유망 융합기술 파이오니어사업(과제번호: 2010-0019313)과 미래창조과학부의 재원(과제번호: 2013R1A2A2A0301648)으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다.

배경 기술

[0003] 최근 유틸리티 환경 영향 하에 휴대용 전자기기 기술의 비약적 발전에 반하여, 이를 구동하여 주는 전원공급 매체의 더딘 발전속도는 전원공급 기기의 지속적인 교체 필요성과 이에 따른 유지비용의 증가라는 문제를 야기시키며 문제로 지적되고 있다. 따라서 외부전원 또는 교환이 필요한 건전지 등의 사용 없이, 휴대용 전자기기 등에 영구적인 에너지를 공급하기 위하여 에너지 포집(Energy Harvesting) 기술이 필요하다.

[0004] 휴대용 전자기기의 발달과 함께 wearable computer, smart wear 등과 같은 인간의 의복 또는 착용 가능한 전자 기기에 대한 수요와 연구가 증가하고 있다. 인체의 움직임에서 발생하는 에너지를 이용한 에너지 포집 기술로 전자기기에 전원공급을 한다면 시간과 공간에 제약받지 않는 지속적 에너지 공급원으로서 기존의 전원공급 매체의 문제점을 해결 및 관련 분야의 기술발달에 기여할 수 있다. 또한 의복 또는 착용 가능한 에너지 수확 소자의 경우 착용성이 높고 무의식적인 에너지 수확이 가능하다는 장점이 있다.

[0005] 압전섬유를 이용하여 인체의 움직임에서 발생하는 에너지를 활용한 예가 출원특허 10-2010-0014229, ‘압전 직

물, 및 그를 이용한 마이크로 동력 에너지 수확 시스템'에서 제안된 바 있으나, 인용발명은 압전층, 상기 압전층의 하부에 형성되는 하부 전극층 및 상기 압전층의 상부에 형성되는 상부 전극층으로 구성되는 압전소자의 일반적인 구조를 직물에 단순 적용한 것으로 이를 통해서도 효율적인 에너지 포집이 어렵다. 또한, 인용발명은 본 명세서에서 개시하는 정전용량 직물 센서가 가지는 촉각센서 기능에 대하여는 개시하고 있지 않다.

발명의 내용

[0006] 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서가 개시(disclosure)된다. 일 실시 예에 있어서, 상기 자가발전형 정전용량 직물 센서는 압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물, 중공사(hollow fiber)를 제2씨실 및 제2날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 기본구조물 및 상기 기본구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 중공사의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함한다. 상기 압전섬유는 상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극 및 상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함한다. 상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가진다. 상기 기본구조물은 상기 제2씨실 및 상기 제2날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제2교차점을 가진다. 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 상기 제2씨실, 상기 제2날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 사이에 두고 서로 교차되어 형성됨으로써 상기 센서구조물과 상기 기본구조물이 서로 연결된다.

[0007] 다른 실시 예에 있어서, 상기 자가발전형 정전용량 직물 센서는 압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 센서구조물, 신축성을 가지며, 내부에 복수의 구멍들을 가지는 신축성구조물 및 상기 신축성구조물에 인가되는 외력에 의한 상기 신축성구조물의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정하는 압력센서를 포함한다. 상기 압전섬유는 상기 압전섬유의 일면에 배치되는 제1전극 및 상기 압전섬유의 타면에 배치되는 제2전극을 포함한다. 상기 센서구조물은 상기 복수의 구멍들 중 적어도 하나의 구멍을 관통하는 압전섬유를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성된다. 상기 센서구조물은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가진다. 상기 제1교차점을 형성하는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 상기 신축성구조물을 사이에 두고 서로 마주보게 직조된다.

[0008] 전술한 내용은 이후 보다 자세하게 기술되는 사항에 대해 간략화된 형태로 선택적인 개념만을 제공한다. 본 내용은 특허 청구 범위의 주요 특징 또는 필수적 특징을 한정하거나, 특허청구범위의 범위를 제한할 의도로 제공되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 자가발전의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서에 적용되는 기본구조물의 개념도이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 개념도를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 자가발전을 설명하기 위한 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 정전용량 센서 기능을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 다른 실시 예에 따른 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 개념도를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 인체 적용 예를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 명세서에 개시된 실시 예들을 도면을 참조하여 상세하게 설명하고 자 한다. 본문에서 달리 명시하지 않는 한, 도면의 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다. 상세한 설명, 도면들 및 청구항들에서 상

술하는 예시적인 실시 예들은 한정을 위한 것이 아니며, 다른 실시 예들이 이용될 수 있으며, 여기서 개시되는 기술의 사상이나 범주를 벗어나지 않는 한 다른 변경들도 가능하다. 당업자는 본 개시의 구성요소들, 즉 여기서 일반적으로 기술되고, 도면에 기재되는 구성요소들을 다양하게 다른 구성으로 배열, 구성, 결합, 도안할 수 있으며, 이것들의 모두는 명백하게 고안되어지며, 본 개시의 일부를 형성하고 있음을 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 도면에서 여러 층(또는 막), 영역 및 형상을 명확하게 표현하기 위하여 구성요소의 폭, 길이, 두께 또는 형상 등은 과장되어 표현될 수도 있다.

- [0011] 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 배치" 이라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접 배치되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다.
- [0012] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시 예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시 예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니된다. 즉, 실시 예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0013] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결” 이라고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 “~사이에” 와 “바로 ~사이에” 등도 마찬가지로 이해되어야 한다.
- [0014] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 여기서 사용된 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0016] 도 1은 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 자가발전을 설명하기 위한 도면이다. 도 1의 (a)는 압전현상을 설명하기 위한 도면이다. 도 1의 (b) 및 (c)는 지지층의 기능을 설명하기 위한 도면이다.
- [0017] 도 1의 (a)는 외력에 의한 변형에 의하여 전기에너지를 생성하는 압전섬유(110)를 보여준다. 압전섬유(110)로서 다양한 종류의 섬유가 사용될 수 있다. 압전섬유(110)는 예로서 압전물질 단독으로부터 얻어지는 압전섬유, 압전물질(piezoelectric material)이 코팅된 섬유 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 도면에는 압전섬유(110)로서 압전물질 단독으로부터 얻어지는 압전섬유가 예로서 표현되어 있다. 다른 실시 예로서, 도면에 도시된 바와 달리, 압전섬유(110)로서 압전물질이 코팅된 일반적인 섬유 또는 압전물질 단독으로부터 얻어지는 압전섬유와 압전물질이 코팅된 일반적인 섬유가 조합된 섬유가 사용될 수도 있다. 상기 압전물질은 예로서 PVDF(polyvinylidene fluoride), PZT(lead zirconate titanate) 등일 수 있다. 압전물질이 코팅된 상기 섬유는 일반적으로 사용되는 다양한 섬유일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로도 상기한 예시 이외에도 다양한 재료가 사용될 수 있다.
- [0018] 압전물질은 기계적인 변형에 의하여 전하의 분극 현상이 생성되거나, 반대로 전기장에 의하여 기계적인 변형이 생기는 물질을 말한다. 기계적인 변형에 의하여 전하의 분극 현상이 생성되거나, 반대로 전기장에 의하여 기계적인 변형이 생기는 현상을 압전 효과라고 한다. 일례로, 도면에 도시된 바와 같이, Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)의 극성(polarization)을 가지는 압전물질은 외력에 의하여 길이가 신장되면, 상부와 하부에 각각 음의 전하와 양의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 또한, 상기 압전물질이 외력에 의하여 길이가 압축되면 상기 압전물질의 상부와 하부에는 각각 양의 전하와 음의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 즉, 압전물질에 인장과 압축이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질에 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.
- [0019] 길이의 신장과 압축이 반복되는 물체의 표면에 압전물질을 배치하는 경우에 상기 길이의 변화에 따라 상기 물체의 상기 표면에 배치된 압전물질은 기계적 변형을 겪을 수 있다. 상기 기계적 변형에 의하여 압전물질에는 전하

의 분극 현상이 발생될 수 있다. 다시 말하면, 상기 물체의 상기 표면에 압전물질층을 배치하고 상기 물체를 반복하여 신장하거나 압축하는 경우, 상기 물체의 상기 표면에 배치된 압전물질층은 인장과 압축을 반복적으로 경험하게 된다. 압전물질층에 인장과 압축이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질층에서 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질층은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0020] 최근에 인체의 움직임에서 발생하는 에너지를 이용하여 휴대용 전자기기 등에 영구적인 에너지를 공급하기 위한 에너지 포집(energy harvesting) 기술에 관한 여러 연구들이 활발히 진행되고 있다. 본 명세서에서는 압전물질층을 활용하여 직물을 직조하여 이를 통해 인체의 움직임에서 발생하는 에너지를 포집하는 기술을 개시하고자 한다. 또한, 본 명세서에서는 중공사(hollow fiber)를 이용하여 외력을 측정하는 센서 기술을 아울러 개시하고자 한다.

[0021] 도 1의 (b)를 참조하면, 압전섬유(110)를 사용하여 직물을 직조하는 경우 압전섬유(110)들은 서로 교차되어 굴곡면을 형성할 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 압전섬유(110)는 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112) 또는 중심선(112)을 중심으로 상부(114)와 하부(116)로 그 영역을 구분할 수 있다. 이 경우, 압전섬유(110)에 외력으로서 인장력이 인가되면, 상부(114)는 길이가 늘어나게 되며, 하부(116)는 길이가 수축하게 된다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 압전섬유(110)에 외력으로서 압축력이 인가되면, 상부(114)는 길이가 수축되게 되며, 하부(116)는 길이가 늘어나게 된다. 이는 상기 외력에 의하여 압전섬유(110)가 변형되더라도 압전섬유(110)의 체적은 일정하게 유지된다는 점에 기인한다. 상기 인장력 또는 상기 압축력에 의하여 상부(114)와 하부(116)에서 생성되는 전하의 분극 현상은 서로 반대 극성을 가지게 된다. 상기 인장력 또는 상기 압축력에 의하여 상기 굴곡면에서 생성되는 서로 반대 극성의 전하의 분극 현상은 서로 상쇄되어 소멸되거나 그 세기가 약화될 수 있다. 따라서, 압전섬유(110)만으로 직물을 직조하는 경우에는 효과적으로 전기에너지를 생성하기 힘들다. 이 경우, 상기 굴곡면 상에 두께를 가지는 지지층(120)을 배치할 경우에, 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112)이 압전섬유(110)의 중심에서 지지층(120) 방향으로 이동하게 된다. 지지층(120)은 상기 굴곡면 전체 영역에 배치될 수도 있고, 굴곡면의 표면 중 적어도 일부에 배치될 수도 있다.

[0022] 일 실시 예로서, 도면에 도시된 바와 같이, 압전섬유(110)의 굴곡면의 볼록한 부분에 두께를 가지는 지지층(120)을 배치할 수 있다. 이 경우, 압전섬유(110)에 외력으로서 인장력이 인가되면, 중심면(112)이 지지층(120) 방향으로 이동하므로, 압전섬유(110)의 평균적인 변형은 압축이므로 상부와 하부에는 각각 양의 전하와 음의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 압전섬유(110)에 외력으로서 압축력이 인가되면, 중심면(112)이 지지층(120) 방향으로 이동하므로, 압전섬유(110)의 평균적인 변형은 인장이므로 상부와 하부에는 각각 음의 전하와 양의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 즉, 압전섬유(110)에 인장력과 압축력이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질층에 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질층은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0023] 다른 실시 예로서, 도면에 도시된 바와 달리, 지지층(120)은 압전섬유(110)의 굴곡면의 오목한 부분에 배치될 수 있다. 이 경우, 압전섬유(110)에 외력으로서 인장력이 인가되면, 중심면(112)이 지지층(120) 방향으로 이동하므로, 압전섬유(110)의 평균적인 변형은 인장이므로 상부와 하부에는 각각 음의 전하와 양의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 압전섬유(110)에 외력으로서 압축력이 인가되면, 중심면(112)이 지지층(120) 방향으로 이동하므로, 압전섬유(110)의 평균적인 변형은 압축이므로 상부와 하부에는 각각 양의 전하와 음의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 즉, 압전섬유(110)에 인장력과 압축력이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질층에 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질층은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0024] 지지층(120)으로서 다양한 종류의 재료가 사용될 수 있다. 지지층(120)의 재료는 예로서 폴리머일 수 있다. 지지층(120)은 일례로 폴리에스터 필름일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로도 상기한 예시 이외에도 다양한 재료가 사용될 수 있다. 압전섬유(110)의 중심면(112)을 지지층(120) 방향으로 이동할 수 있는 한 지지층(120)의 재료에는 제한이 없다.

[0025] 도 1의 (c)는 압전섬유(110)를 사용하여 직물을 직조하는 경우 압전섬유(110)들이 서로 교차되어 나타날 수 있는 굴곡면을 보여주는 도면이다. 도면에 도시된 바와 같이, 압전섬유(110)에 인장력이 인가될 경우에 압전섬유(110)는 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112)을 중심으로 상부(114)와 하부(116)로 그 영역을 구분할 수 있다. Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면에서는 압전섬유(110)의 상부(114)는 길이가 늘어나게 되며, 하부(116)는 길이가 수축하게 된다. -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면에서는 압전섬유(110)의 상부(114)는 길이가 수축되게 되며, 하부(116)는 길이가 늘어나게 된다. 다른 예로, 도면에

도시된 바와 달리, 압전섬유(110)에 압축력이 인가될 경우에 Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면에서는 압전섬유(110)의 상부(114)는 길이가 수축하게 되며, 하부(116)는 길이가 늘어나게 된다. -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면에서는 압전섬유(110)의 상부(114)는 길이가 늘어나게 되며, 하부(116)는 길이가 수축하게 된다. 상기 인장력 또는 상기 압축력에 의하여 상부(114)와 하부(116)에서 생성되는 전하의 분극 현상은 서로 반대 극성을 가지게 된다. 따라서, 압전섬유(110)만으로 직물을 직조하는 경우에는 효과적으로 전기에너지를 생성하기 힘들다. 이 경우, 상기 굴곡면 상에 두께를 가지는 지지층(120)을 배치할 경우에, 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112)이 압전섬유(110)의 중심에서 지지층(120) 방향으로 이동하게 된다.

[0026] 일 실시 예로서, 도면에 도시된 바와 같이, 지지층(120)은 압전섬유(110)의 굴곡면의 볼록한 부분에 배치될 수 있다. 이 경우, 압전섬유(110)에 외력으로서 인장력이 인가되면, 지지층(120) 및 압전섬유(110)의 곡률이 감소하게 되므로, 압전섬유(110)은 평균적인 변형은 압축이므로 상부와 하부에는 각각 양의 전하와 음의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 이러한 현상은 Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면과 -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면 모두에서 동시에 일어난다. 한편, 압전섬유(110)에 외력으로서 압축력이 인가되면, 지지층(120) 및 압전섬유(110)의 곡률이 증가하게 되므로, 압전섬유(110)은 평균적인 변형은 인장이므로 상부와 하부에는 각각 음의 전하와 양의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 이러한 현상은 Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면과 -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면 모두에서 동시에 일어난다. 즉, 압전섬유(110)에 인장력과 압축력이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질에 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0027] 다른 실시 예로서, 도면에 도시된 바와 달리, 지지층(120)은 압전섬유(110)의 굴곡면의 오목한 부분에 배치될 수 있다. 이 경우, 압전섬유(110)에 외력으로서 인장력이 인가되면, 지지층(120) 및 압전섬유(110)의 곡률이 감소하게 되므로, 압전섬유(110)은 평균적인 변형은 인장이므로 상부와 하부에는 각각 음의 전하와 양의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 이러한 현상은 Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면과 -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면 모두에서 동시에 일어난다. 한편, 압전섬유(110)에 외력으로서 압축력이 인가되면, 지지층(120) 및 압전섬유(110)의 곡률이 증가하게 되므로, 압전섬유(110)은 평균적인 변형은 압축이므로 상부와 하부에는 각각 양의 전하와 음의 전하가 유도되는 전하의 분극현상이 나타난다. 이러한 현상은 Z축 방향(또는 도면 상에서 위 방향)으로 굴곡된 굴곡면과 -Z축 방향(또는 도면 상에서 아래 방향)으로 굴곡된 굴곡면 모두에서 동시에 일어난다. 즉, 압전섬유(110)에 인장력과 압축력이 반복적으로 가해지는 경우 압전물질에 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0028] 간결하게 기술하기 위하여, 이하에서는 압전섬유(110)로서 압전물질 단독으로부터 얻어지는 압전섬유를 사용하여 설명하기로 한다. 이 경우, 상기 압전물질로서 PVDF를 사용하여 설명하기로 한다. 또한, 지지층(120)으로서 압전섬유(110)의 굴곡면의 볼록한 부분에 배치된 지지층(120)을 사용하여 설명하기로 한다. 하지만, 이러한 설명이 압전섬유(110), 압전물질 또는 지지층(120)을 특정한 유형들이나 특정한 섬유에 한정하는 것은 아니다.

[0029] 도 2는 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서에 적용되는 기본구조물의 개념도를 나타내는 도면이다. 도 3의 (a)는 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 개념도를 나타내는 도면이다. 도 3의 (b)는 A-A' 선에 따른 단면도이다. 도 4의 (a)는 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 자가발전을 설명하기 위한 도면이다. 도 4의 (b)는 A-A' 선에 따른 단면도이다.

[0030] 도면을 참조하면, 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)는 기본구조물(10), 센서 구조물(20), 제1전극(130), 제2전극(140) 및 압력센서(미도시)를 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)는 선택적으로(optionally) 지지층(120)을 더 포함할 수 있다. 몇몇 또 다른 실시 예들에 있어서, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)는 선택적으로 저장회로(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0031] 기본구조물(10)은 중공사(1, hollow fiber)를 제2씨실 및 제2날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 구조를 가진다. 중공사(1)는 속이 비어있는 섬유를 말하며, 소재에는 제한이 없다. 한편, 중공사(1)는 탄성소재로 제작될 수 있다. 탄성소재로 제작되는 중공사(1)는 외부 압력에 의하여 변형되었다가 상기 외부 압력이 사라지면 원래의 형상으로 복원될 수 있다. 도 2에는 중공사(1)를 상기 제2씨실 및 상기 제2날실로 하여 반복적으로

교차 직조된 직물형상의 구조를 가지는 기본구조물(10)이 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리 기본구조물(10)은 상기 제2씨실 및 상기 제2날실을 소정의 횟수만큼 건너뛰면서 교차 직조하여 형성될 수도 있다.

[0032] 센서구조물(20)은 압전섬유(110)를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성되는 직물형상의 구조를 가진다. 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가진다. 직물형상의 구조를 가지는 기본구조물(10)을 형성하는 과정에서 상기 제2씨실 및 상기 제2날실은 서로 교차하여 적어도 하나의 제2교차점을 형성할 수 있다. 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 상기 제2씨실, 상기 제2날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 사이에 두고 서로 교차되어 형성됨으로써 센서구조물(20)과 기본구조물(10)은 서로 연결될 수 있다. 일례로, 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 각각 기본구조물(10)의 상기 제2교차점의 일측 및 상기 제2교차점의 상기 일측에 대응되는 타측을 경유하여 서로 교차됨으로써, 상기 제2교차점에서 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 상기 제2씨실 및 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 형성될 수 있다. 다르게는, 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 기본구조물(10)의 상기 제2씨실 또는 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 형성될 수도 있다.

[0033] 다시 말하면, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)는 다음의 과정을 통하여 형성될 수 있다. 먼저, 중공사(1)를 상기 제2씨실과 상기 제2날실의 형태로 서로 교차하면서 직물형상의 기본구조물(10)을 만든다. 다음으로, 압전섬유(110)를 상기 제1씨실과 상기 제1날실의 형태로 직물형상의 기본구조물(10)의 사이사이를 통과하면서 교차시켜 직물형상의 센서구조물(20)을 만든다. 이 과정에서 기본구조물(10)과 센서구조물(20)은 하나의 직물형상의 구조물을 형성하며, 이를 통하여 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)를 형성할 수 있다.

[0034] 도면에는 중공사(1)와 압전섬유(110)가 약 45°의 각도를 이루며 교차 직조된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)가 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 압전섬유(110)가 상기 제2씨실 및 상기 제2날실이 형성하는 상기 제2교차점을 경유하거나, 상기 제2씨실 또는 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 직물형상의 구조를 형성할 수 있는 한 중공사(1)와 압전섬유(110)가 이루는 각도에는 그 제한이 없다.

[0035] 제1전극(130)은 압전섬유(110)의 일면에 배치되며, 제2전극(140)은 압전섬유(110)의 타면에 배치된다. 제1전극(130) 및 제2전극(140)으로서 다양한 전도성 재료가 사용될 수 있다. 상기 전도성 재료는 예로서 금속, 전도성 폴리머 등일 수 있다. 제1전극(130)과 제2전극(140)은 압전섬유(110)에 의해 생성되는 상기 전기에너지를 외부 회로에 제공할 수 있는 한 다양한 형태로 압전섬유(110) 표면에 배치될 수 있다.

[0036] 압력센서(미도시)는 기본구조물(10)에 인가되는 외력에 의한 중공사(1)의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 상기 압력센서는 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1날실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제1센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1날실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제2센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 이를 통하여, 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점에서의 중공사(1)의 상기 변형에 따른 상기 제1센서전극 및 상기 제2센서전극 사이의 정전용량(capacitance)의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

[0037] 다른 실시 예에 있어서, 상기 압력센서는 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제2교차점의 상기 일측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제3센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1날실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제2교차점의 상기 타측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제4센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 이를 통하여, 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제2교차점에서의 중공사(1)의 상기 변형에 따른 상기 제3센서전극 및 상기 제4센서전극 사이의 정전용량(capacitance)의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

[0038] 상기 압력센서가 상기 외력을 측정하는 과정은 이하 도 5 및 도 6과 관련한 설명에서 상술하기로 한다.

[0039] 지지층(120)은 센서구조물(20)에 배치될 수 있다. 앞서 상술한 바와 같이, 센서구조물(20)은 도면에 도시된 바와 같이, 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 각각 상기 제2교차점의 상기 일측 및 상기 제2교차점의 상기 일측에 대응되는 상기 타측을 경유하여 서로 교차되어 형성될 수 있다. 다르게는, 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 기본구조물(10)의 상기 제2씨실 또는 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 형성될 수도 있다. 이 경우, 상기 제1교차점에서 서로 교차되는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 구부러진 형상을 가질 수 있다.

[0040] 지지층(120)은 상기 제1씨실, 상기 제1날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나-이하 발전압전섬

유라 함-의 상기 구부러진 형상을 가지는 표면 중 적어도 일부에 배치될 수 있다. 도 1과 관련하여 상술한 바와 같이, 지지층(120)은 상기 발전압전섬유에 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 변형되는 상기 발전압전섬유의 곡률을 변화시키거나, 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유의 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112) 또는 중심선(112)이 지지층(120) 방향으로 이동되도록 하여 상기 외력에 의해 변형되는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 전하의 분극을 향상시키는 기능을 수행할 수 있다. 따라서, 센서구조물(20)에 상기 외력이 인가될 때, 지지층(120)에 의한 상기 발전압전섬유의 상기 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112) 또는 중심선(112)의 상기 이동 또는 상기 발전압전섬유의 상기 곡률의 변화에 의하여 지지층(120)이 배치되는 상기 발전압전섬유에서 전하의 분극현상이 발생하여 전기에너지가 생성될 수 있다. 일례로, 상기 발전압전섬유에 상기 외력으로서 횡방향의 인장력과 압축력이 반복적으로 가해지는 경우, 도 1과 관련하여 상술한 바와 같이, 상기 발전압전섬유에서 발생하는 상기 전하의 분극 현상은 극성이 반복적으로 바뀌게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 상기 발전압전섬유는 교류 전기에너지를 생성할 수 있다. 생성되는 상기 전기에너지는 제1전극(130) 및 제2전극(140)을 통하여 외부로 제공될 수 있다. 다른 예로, 상기 발전압전섬유에 상기 외력으로서 종방향의 압축력이 단속적으로 가해질 수 있다. 상기 발전압전섬유는 상기 압축력에 의하여 형태가 변형되며, 상기 압축력이 제거되면 상기 발전압전섬유의 상기 구부러진 형상에 기인하는 복원력 또는 중공사(1)의 복원력에 의하여 상기 발전압전섬유의 형태는 복원될 수 있다. 이를 통하여 상기 발전압전섬유는 교류 전기에너지를 생성할 수 있다. 생성되는 상기 전기에너지는 제1전극(130) 및 제2전극(140)을 통하여 외부로 제공될 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 발전압전섬유에 인가되는 상기 외력은 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)에 가해지는 외력(F1(인장력), F2(압축력))에 기인할 수 있다.

[0041] 저장회로(미도시)는 압전섬유(110)의 제1전극(130) 및 제2전극(140)과 전기적으로 연결되며, 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유가 생성하는 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 상기 저장회로는 예로서 상기 발전압전섬유에 의하여 생성되는 전류를 수신하는 적어도 하나의 다이오드(미도시) 및 상기 다이오드로부터 출력되는 전류를 저장하는 적어도 하나의 축전기(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 다이오드는 상기 발전압전섬유가 생성하는 상기 교류 전기 신호를 정류하여 상기 축전기에 제공하며, 상기 축전기는 정류된 전기 신호로부터 전기에너지를 저장할 수 있다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 전기에너지를 이용하는 무선 센서 네트워크 등과 같은 회로에서 교류 전기 신호를 직접 이용하는 경우에는 상기 축전기는 생략될 수 있다.

[0042] 도 5 및 도 6은 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 정전용량 센서 기능을 설명하기 위한 도면이다. 도 5의 (a)는 평면도이며, (b)는 A-A' 선에 따른 단면도이다. 도 6의 (a)는 교차점에서의 중공사(1) 및 전극들(130, 140)을 보여주는 도면이며, (b)는 등가회로를 보여주는 도면이다.

[0043] 도 5를 참조하면, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)의 소정의 부위에 상기 외력이 가해질 수 있다. 상기 외력은 중공사(1)의 변형을 야기한다. 상기 압력센서는 기본구조물(10)에 인가되어 중공사(1)의 상기 변형을 야기하는 상기 외력에 의한 중공사(1)의 상기 변형을 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

[0044] 일 실시 예에 있어서, 직물형상의 구조를 가지는 기본구조물(10)을 형성하는 과정에서 상기 제2씨실 및 상기 제2날실은 서로 교차하여 적어도 하나의 제2교차점을 형성할 수 있다. 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 각각 상기 제2교차점의 일측 및 상기 제2교차점의 상기 일측에 대응되는 타측을 경유하여 서로 교차되어 형성될 수 있다. 다르게는, 센서구조물(20)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 기본구조물(10)의 상기 제2씨실 또는 상기 제2날실을 사이에 두고 서로 교차되어 형성될 수도 있다. 상기 압력센서는 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1날실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제1센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1날실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실과 대향하여 배치되는 전극-이하 제2센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점에서의 중공사(1)의 상기 변형에 따른 상기 제1센서전극 및 상기 제2센서전극 사이의 정전용량의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

[0045] 다르게는, 상기 압력센서는 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제2교차점의 상기 일측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제3센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1날실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제2교차점의 상기 타측에 대향하여 배치되는 전극-이하 제4센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 이를 통하여, 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제2교차점에서의 중공사(1)의 상기 변형에 따른 상기 제3센서전극 및 상기 제4센서전극 사이의 정전용량의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

[0046] 다시 말하면, 상기 제1교차점의 위치에 따라 상기 제1센서전극과 상기 제2센서전극 또는 상기 제3센서전극과 상

기 제4센서전극은 각각 상기 제1씨실의 제2전극(140) 및 상기 제1날실의 제1전극(130)에 대응되거나, 각각 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 상기 제1날실의 제2전극(140)에 대응될 수 있다. 이를 통하여 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점 또는 상기 제2교차점에서의 중공사(1)의 상기 변형에 따라 상기 제1센서전극 및 상기 제2센서전극 사이 또는 또는 상기 제3센서전극 및 상기 제4센서전극 사이의 정전용량의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다. 도 5를 참조하면, 도면에는 상기 외력으로서 상기 제2교차점에 인가되는 사람의 손가락 힘을 예로서 표현하고 있다. 상기 외력이 상기 제2교차점에 인가되면, 상기 제2교차점을 형성하는 기본구조물(10)의 상기 제2씨실 및 상기 제2날실은 변형된다. 다시 말하면, 상기 외력이 인가되는 상기 제2교차점을 경유하는 센서구조물(20)의 상기 제1씨실 및 상기 제1날실 사이의 간격이 변화한다. 즉, 상기 제3센서전극과 상기 제4센서전극 사이의 거리가 변화하게 된다. 상기 제1센서전극과 상기 제2센서전극 사이의 거리변화도 동일한 과정으로 이해될 수 있다.

[0047] 도 6의 (a)는 상기 외력이 인가되는 제2교차점의 형상을 예로서 표현하고 있으며, (b)는 상기 외력이 인가되는 상기 제2교차점의 등가회로를 예로서 표현하고 있다. 중공사(1)가 가지는 탄성은 스프링으로 모델링 가능하며, 상기 제3센서전극과 상기 제4센서전극은 상기 스프링 양단에 배치되는 전극으로 모델링 가능하다. 도 6의 (b)를 활용하여 정전용량의 변화를 설명하면 다음과 같다.

$$\text{정전용량(capacitance)} \propto \frac{\text{전극의 면적}}{\text{전극 사이 간격}}$$

[0048]

[0049] 상기 제2교차점에 상기 외력이 인가되면, 상기 제3센서전극과 상기 제4센서전극의 간격은 d0에서 d0-△d로 변화하게 된다. 이에 따라 정전용량이 변화하게 되며, 상기 압력센서는 상기 외력이 인가되기 전에 측정된 정전용량과 상기 외력이 인가된 후에 측정된 정전용량을 비교하여 상기 외력의 인가여부를 감지할 수 있다. 또한, 상기 외력의 세기에 따른 정전용량의 값에 대한 데이터가 별도의 데이터베이스를 통하여 저장되어 있을 경우, 상기 압력센서는 상기 데이터베이스에 저장된 데이터를 참조하여 측정된 상기 정전용량으로부터 상기 제2교차점에 가해지는 상기 외력의 크기를 알 수도 있다. 한편, 상기 압력센서는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 상기 전하의 분극으로부터 생성되는 상기 전기에너지를 사용하여 상기 외력을 측정할 수 있다. 따라서, 상기 압력센서는 별도의 전원 없이 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)에서 자가발전되는 전기에너지를 에너지원으로 활용할 수 있다.

[0050] 도 7은 다른 실시 예에 따른 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서의 개념도를 나타내는 도면이다. 도 7의 (a)는 신축성구조물을 보여주는 도면이며, (b)는 센서구조물과 신축성구조물이 서로 직조된 모습을 보여주는 도면이며, (c)는 B-B' 선에 따른 단면도이다.

[0051] 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 신축성구조물(11), 센서구조물(20a) 및 압력센서(미도시)를 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 선택적으로 지지층(120)을 더 포함할 수 있다. 몇몇 또 다른 실시 예들에 있어서, 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 선택적으로 저장회로(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0052] 센서구조물(20a)은 압전섬유(110)를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 직물형상으로 형성된다. 신축성구조물(11)은 신축성을 가지며, 내부에 복수의 구멍들(11a)을 가진다. 상기 압력센서는 신축성구조물(11)에 인가되는 외력에 의한 신축성구조물(11)의 변형을 감지하여 상기 외력을 측정한다. 압전섬유(110)는 압전섬유(110)의 일면에 배치되는 제1전극(130) 및 압전섬유(110)의 타면에 배치되는 제2전극(140)을 포함한다. 센서구조물(20a)은 복수의 구멍들(11a) 중 적어도 하나의 구멍을 관통하는 압전섬유(110)를 제1씨실 및 제1날실로 하여 서로 교차하여 형성된다. 센서구조물(20a)은 상기 제1씨실 및 상기 제1날실이 서로 교차하는 적어도 하나의 제1교차점을 가지며, 상기 제1교차점을 형성하는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 신축성구조물(11)을 사이에 두고 서로 마주보게 직조된다.

[0053] 상기 압력센서는 상기 제1씨실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1날실에 대향하여 배치되는 전극-이하 제5센서전극이라 함-과 연결되고, 상기 제1날실의 제1전극(130) 및 제2전극(140) 중에서 상기 제1교차점에서 상기 제1씨실에 대향하여 배치되는 전극-이하 제6센서전극이라 함-과 연결될 수 있다. 상기 압력센서는 상기 외력에 의한 상기 제1교차점에서의 신축성구조물(11)의 상기 변형에 따른 상기 제5센서전극 및 상기 제6센서전극 사이의 정전용량의 변화를 감지하여 상기 외력을 측정할 수 있다.

- [0054] 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 센서구조물(20a)에 배치되는 지지층(120)을 더 포함할 수 있다. 상기 제1교차점에서 서로 교차되는 상기 제1씨실 및 상기 제1날실은 상기 제1교차점에서 구부러진 형상을 가질 수 있다. 지지층(120)은 상기 제1씨실, 상기 제1날실 및 이들의 조합 중에서 선택되는 적어도 어느 하나-이하 발전압전섬유라 함-의 상기 구부러진 형상을 가지는 표면 중 적어도 일부에 배치될 수 있다. 지지층(120)은 상기 발전압전섬유에 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 변형되는 상기 발전압전섬유의 곡률을 변화시키거나, 상기 외력이 인가될 때 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유의 길이가 변형되지 아니하는 중심면(112) 또는 중심선(112)이 지지층(120) 방향으로 이동되도록 하여 상기 외력에 의해 변형되는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 전하의 분극을 향상시킬 수 있다. 상기 발전압전섬유에 상기 외력이 주기적으로 또는 단속적으로 인가될 경우, 상기 발전압전섬유는 상기 상기 외력에 의하여 형태가 변형되며, 상기 외력이 제거되면 신축성구조물(11)의 신축성에 의하여 상기 발전압전섬유의 형태는 복원될 수 있다. 이를 통하여 상기 발전압전섬유는 교류 전기에너지를 생성할 수 있다. 생성되는 상기 전기에너지는 제1전극(130) 및 제2전극(140)을 통하여 외부로 제공될 수 있다.
- [0055] 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 압전섬유(110)의 제1전극(130) 및 제2전극(140)과 전기적으로 연결되며, 상기 외력에 의하여 상기 발전압전섬유가 생성하는 전기에너지를 저장하는 저장회로(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 압력센서는 상기 발전압전섬유에서 생성되는 상기 전하의 분극으로부터 생성되는 상기 전기에너지를 사용하여 상기 외력을 측정할 수 있다.
- [0056] 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)를 통한 상기 외력의 감지와 상기 외력을 통한 상기 전기에너지의 생성과 저장은 앞서 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)에 대하여 상술한 내용으로부터 충분히 유추가능하므로 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략하기로 한다. 탄성을 가지며, 상술한 과정을 진행하는데 지장이 없는 한 신축성구조물(11)의 소재에는 제한이 없다.
- [0057] 상술한 바와 같이, 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100)는 중공사(1)를 이용한 기본구조물(10)을 통하여 압력을 감지할 수 있으며, 지지층(120)을 포함하는 센서구조물(20)을 통하여 전기에너지를 수확할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100a)는 서로 직조되는 신축성구조물(11) 및 센서구조물(20a)을 통하여 압력을 감지하고 전기에너지를 수확할 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 본 명세서에서 개시하는 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서(100, 100a)를 팔꿈치나 무릎 등의 신체에 부착하여 관절이 구부러질 때 의복이 당겨지는 stress로 에너지를 수확하고, 이 에너지를 이용하여 신체에 가해지는 압력을 감지하는 센서를 구동시킬 수 있을 것이다. 대면적으로 제작하면, 착용형 센서로써 실제 의복처럼 착용하여 실시간 진단, 스포츠 동작 모니터링, 오락 등의 용도로 사용할 수 있을 것이다.
- [0058] 상기로부터, 본 개시의 다양한 실시 예들이 예시를 위해 기술되었으며, 아울러 본 개시의 범주 및 사상으로부터 벗어나지 않고 가능한 다양한 변형 예들이 존재함을 이해할 수 있을 것이다. 그리고 개시되고 있는 상기 다양한 실시 예들은 본 개시된 사상을 한정하기 위한 것이 아니며, 진정한 사상 및 범주는 하기의 청구항으로부터 제시될 것이다.

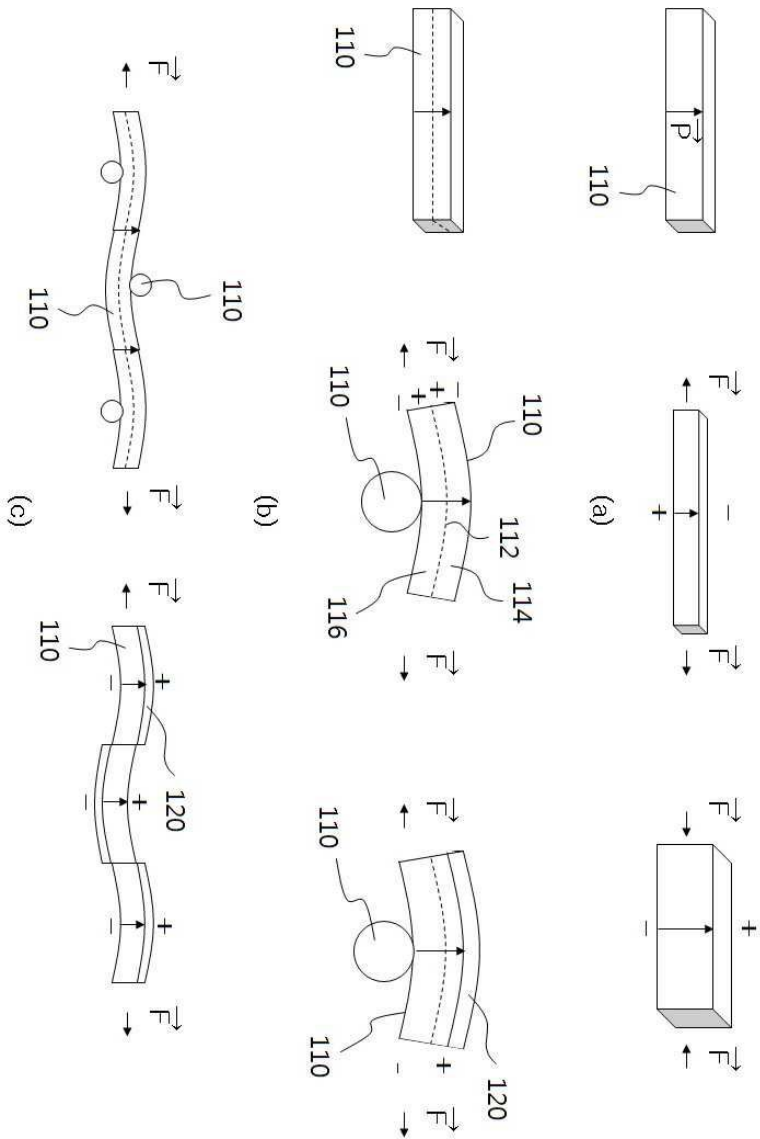
부호의 설명

- [0059] 1 : 중공사
10 : 기본구조물
11 : 복수의 구멍들을 가지는 신축성구조물
11a : 복수의 구멍들
20, 20a : 센서구조물
100, 100a : 압전 에너지 수확소자가 집적된 자가발전형 정전용량 직물 센서
110: 압전섬유
112 : 중심선 또는 중심면
114 : 상부

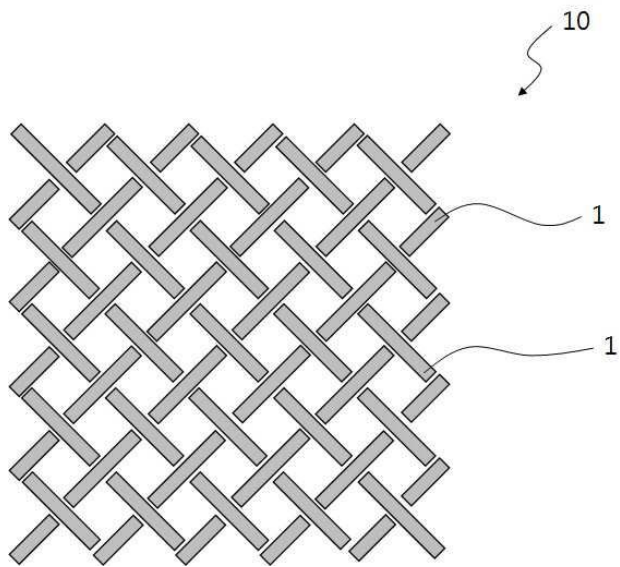
- 116 : 하부
- 120 : 지지층
- 130 : 제1전극
- 140 : 제2전극

도면

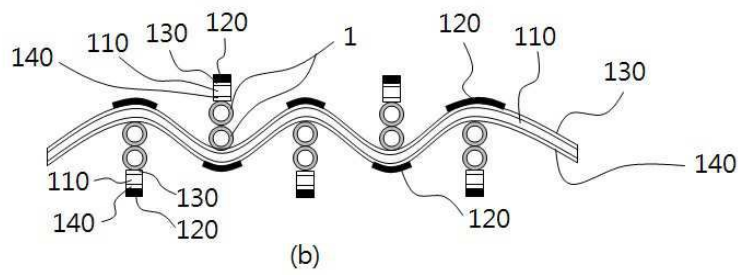
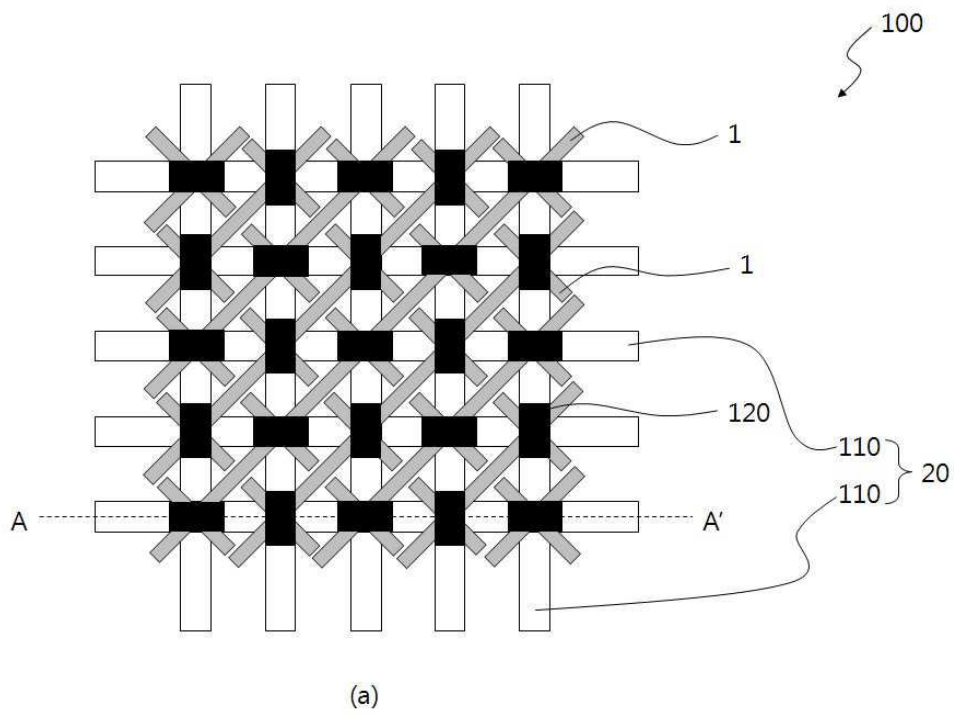
도면1



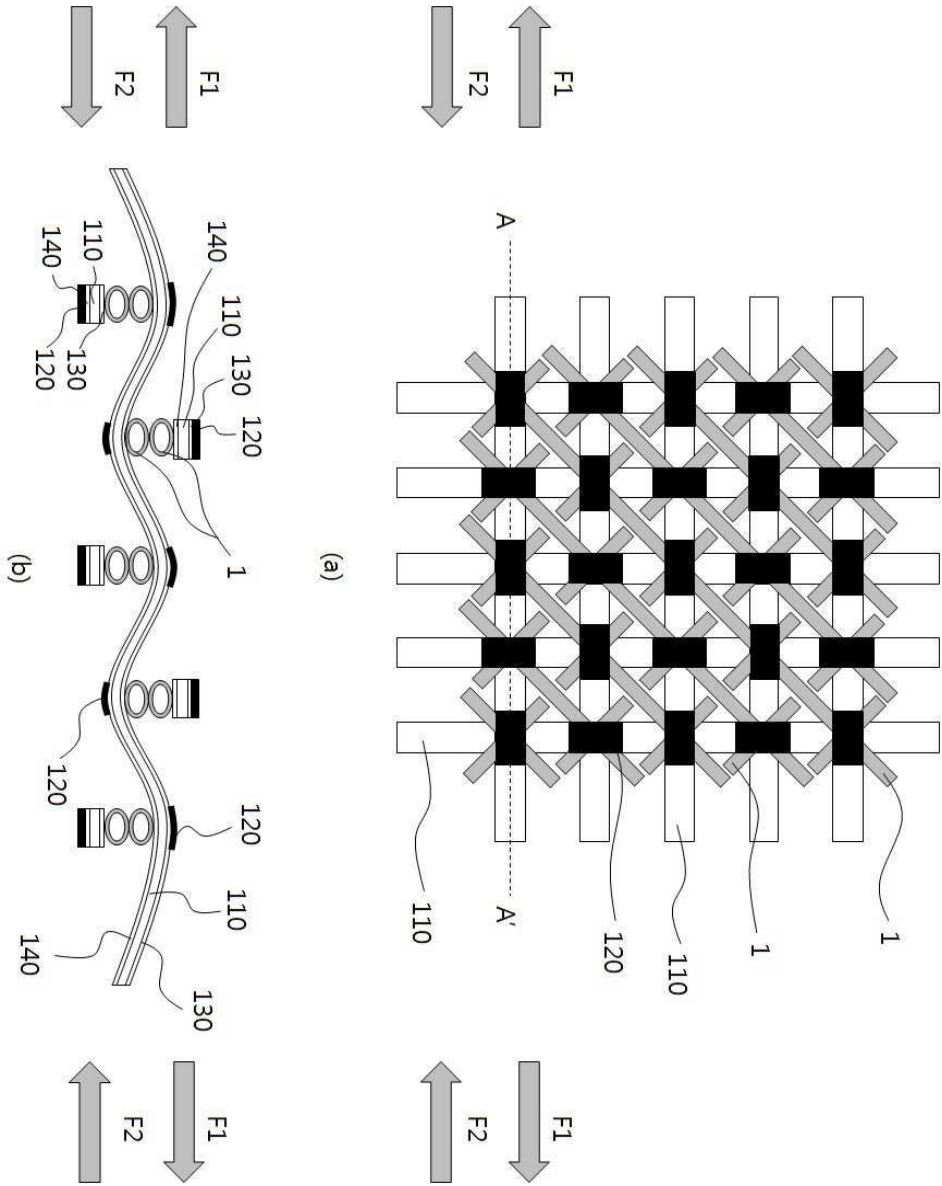
도면2



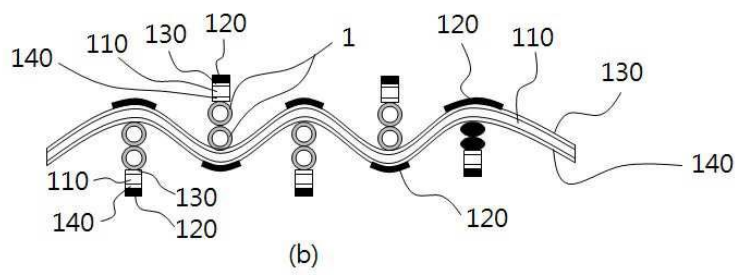
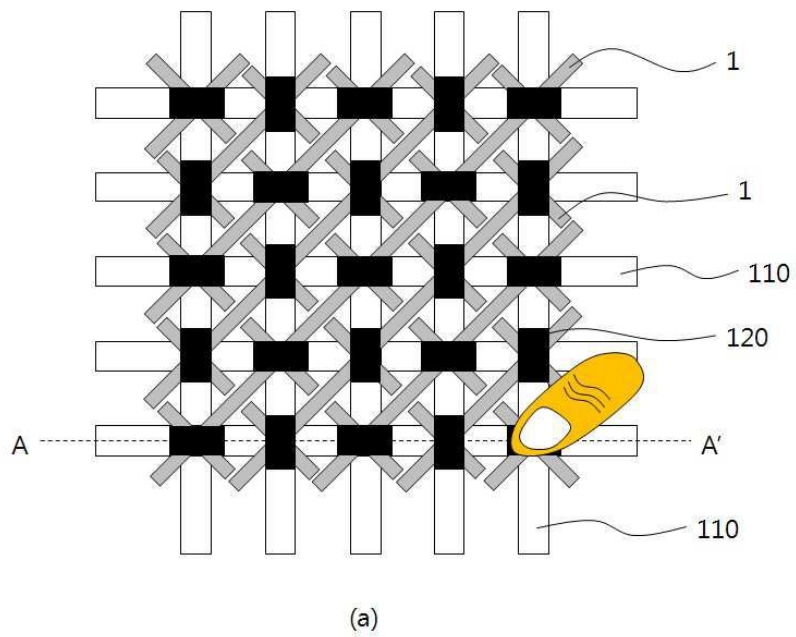
도면3



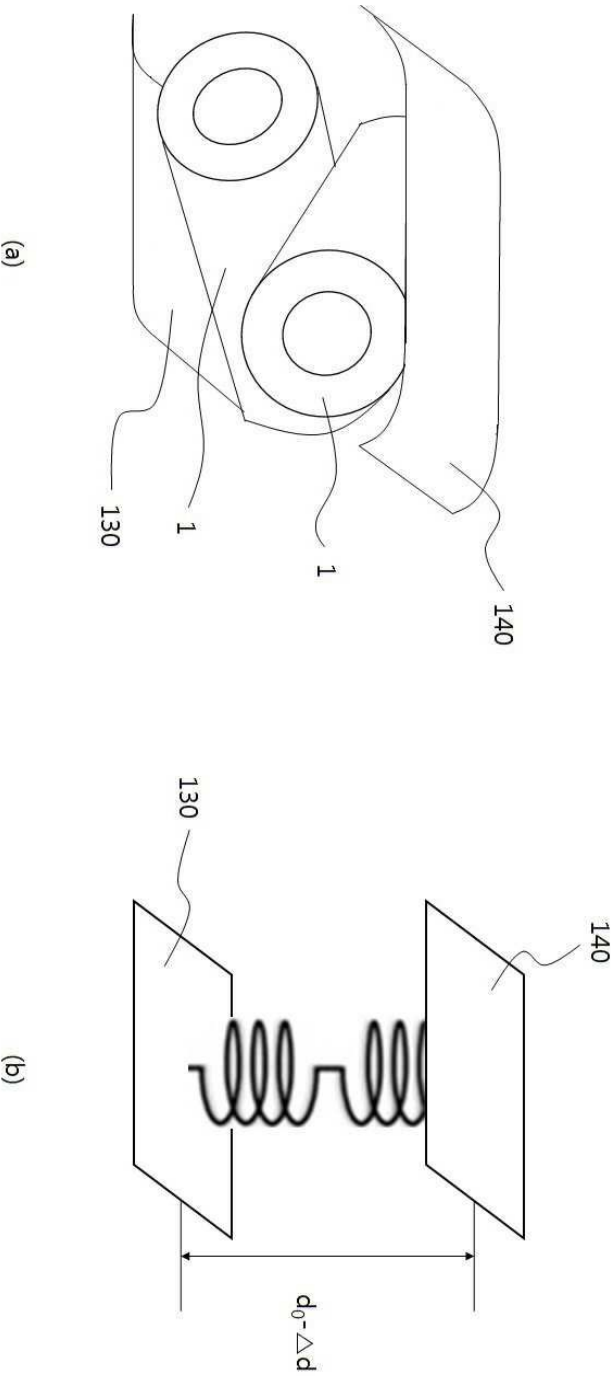
도면4



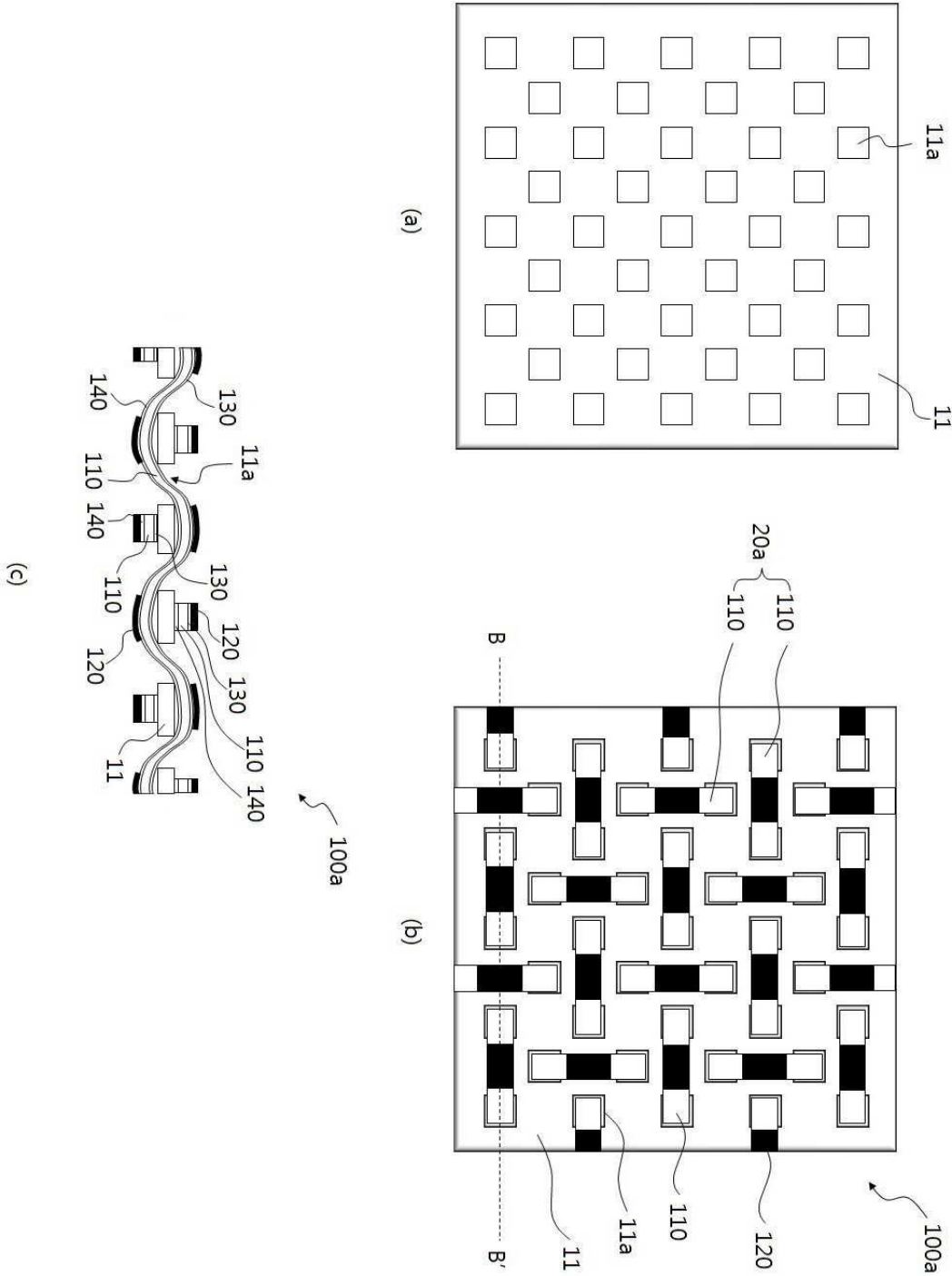
도면5



도면6



도면7



도면8

