



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월30일

(11) 등록번호 10-2233550

(24) 등록일자 2021년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0024534

(22) 출원일자 2019년03월04일

심사청구일자 2019년03월04일

(65) 공개번호 10-2020-0106264

(43) 공개일자 2020년09월14일

(56) 선행기술조사문헌

“Versatile core-sheath yarn for sustainable biomechanical energy harvesting and real-time human-interactive sensing”, Dong K, Adv Energy Mater. 2018 (2018.06.14. 공개)

US20080024297 A1

KR101545000 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김종백

경기도 고양시 일산동구 노루목로 79 호수마을4단지아파트 403동 201호

고희진

서울특별시 은평구 진흥로16길 7-9, 201호

권대성

서울특별시 양천구 월정로 8, 101동 203호 (신월동, 목동M타운)

(74) 대리인

특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 15 항

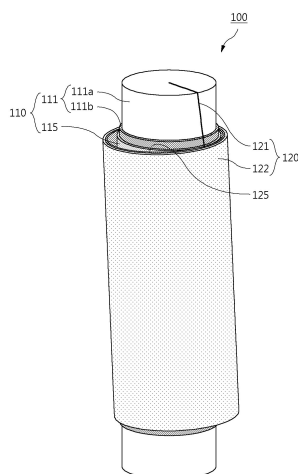
심사관 : 장성진

(54) 발명의 명칭 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터

(57) 요약

본 발명은 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터에 관한 것으로, 본 발명의 목적은, 원주 및 이를 둘러싸는 필름 형태의 단순한 구조로 이루어짐으로써, 대면적 및 어레이 제작이 용이하고, 다양한 방향 및 낮은 풍속의 바람에도 원활하게 에너지를 수확할 수 있는, 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터를 제공함에 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018R1A4A1025986
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구실육성사업
연구과제명	다중모드 햅틱 인터페이스 연구실(1/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2018.06.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

외면에 유전체층(115)이 형성되는 고정부(110);

유연 재질의 필름 형태로 형성되며, 단면이 상기 고정부(110) 직경보다 큰 직경을 가지고 상기 고정부(110)를 둘러싸도록 배치되는 이동부(120);

를 포함하며,

상기 이동부(120)가 바람에 의해 이동 및 형상변형되어 상기 고정부(110) 및 상기 이동부(120) 간의 접촉면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지를 생성하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 고정부(110)가, 수직으로 연장되는 원주 형태로 형성되며, 내부에 전극물체(111)가 형성되고,

상기 이동부(120)가, 단면이 폐곡선 형태로 형성되며, 내면에 전도체층(125)이 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 전극물체(111) 및 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(130);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 5

제 2항에 있어서, 상기 이동부(120)는,

일단은 상기 고정부(110) 상단과 연결되고, 타단은 상기 이동부(120)의 상단 일점과 연결되는 연결선(121)

을 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 전극물체(111) 및 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(130);

를 포함하며,

상기 충전부(130)는,

일단은 상기 전극몸체(111)와 전기적으로 연결되며,

타단은 상기 연결선(121)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 7

제 2항에 있어서, 상기 고정부(110)는,

상기 전극몸체(111) 하단을 둘러싸는 형태로 형성되는 별도전극(112),

상기 전극몸체(111) 및 상기 별도전극(112) 사이에 개재되는 절연필름(113)

을 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 전극몸체(111) 및 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(130);

를 포함하며,

상기 충전부(130)는,

일단은 상기 전극몸체(111)와 전기적으로 연결되며,

타단은 상기 별도전극(112)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 별도전극(112)은,

상기 이동부(120) 하단이 상기 고정부(110) 하단에 접촉하는 위치 범위 내에 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 10

제 1항에 있어서, 상기 이동부(120)는,

전도체 재질의 필름 형태로 형성되거나,

지지필름(122) 내면에 전도체층(125)이 도포된 필름 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 이동부(120)는,

직경이 상기 고정부(110)의 직경보다 큰 원통 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 12

제 1항에 있어서, 상기 이동부(120)는,

최소직경이 상기 고정부(110)의 직경보다 크되 상단에 최소직경이 형성되는 원뿔대 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 이동부(120)는,

상기 이동부(120) 외면으로부터 돌출 형성되는 복수 개의 공기저항체(123)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 공기저항체(123)는,

상기 이동부(120) 일부가 절단 및 절곡되어 형성되는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 15

제 2항에 있어서, 상기 전극몸체(111)는,

수직으로 연장되는 원주 형태의 몸체(111a),

상기 몸체(111a)의 외면에 형성되는 전극층(111b)

을 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

청구항 16

제 4항에 있어서, 상기 충전부(130)는,

부하(135),

상기 부하(135)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(131)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 원주형 마찰대전 에너지 하베스터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스터에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 세계적으로 신재생 에너지 연구에 대한 관심이 높아져 가고 있는 이 때, 자연계에 존재하는 다양한 에너지 원을 사람이 사용할 수 있는 유용한 에너지로 바꾸어 사용하고자 하는 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 연구의 일환인 기술의 하나로서, 진동, 음파, 열, 운동, 위치에너지 등 일상생활에서 쉽게 버려지거나 사용하지 않는 작은 에너지를 수확하여 사용가능한 전기에너지로 변환하는 기술을 에너지 하베스팅(energy harvesting)이라 하며, 이러한 장치를 에너지 하베스터(energy harvester)라고 한다.

[0003] 에너지 하베스터는 수확하고자 하는 에너지의 종류에 따라 장치 구성 역시 다양하게 달라진다. 광전효과를 이용하여 태양광 발전을 하거나, 압전효과를 이용하여 가스레인지나 라이터에서 스파크를 발생시키거나, 열전효과를 이용하여 신체에 착용하는 스마트밴드의 전원을 사람의 체온으로부터 얻는 등과 같이, 현재 다양한 형태의 에너

지 하베스터들이 개시되어 사용되고 있다.

[0004] 이처럼 다양한 에너지 하베스팅 기술의 하나로, 마찰대전을 이용한 에너지 하베스팅 기술이 있다. 마찰대전(triboelectrification)이란 서로 다른 재료의 물체를 마찰 시 접촉면에서의 상호 간섭에 의해 각각의 물체에 반대 부호의 전하가 기계적으로 나뉘는 것을 말한다. 이 때 각각의 물체가 양극 또는 음극 중 어느 극으로 대전되는가는 대전(서)열에 의해 결정된다. 일반적으로 잘 알려진 물체들의 대전열의 예를 들자면, 털가죽 - 상아 - 유리 - 명주 - 나무 - 고무 - 플라스틱 - 에보나이트 순으로, 앞쪽에 있을수록 양(+)으로 대전되기 쉽다. 즉 동일한 유리라 할지라도, 유리가 털가죽과 마찰되면 유리는 음(-)으로 대전되고, 유리가 나무와 마찰되면 유리는 양(+)으로 대전되는 것이다.

[0005] 이러한 물체들의 접촉면의 반대쪽에 전극을 부착하고 이들을 서로 연결하거나 또는 접지(ground)에 연결하여 두면 다음과 같은 원리로 전류를 얻을 수 있다. 접촉된 상태에서 물체 내 평형이 이루어지면, 마찰면에는 어떠한 극성의 전하가 대전되어 있는 상태가 되고, 전극에는 마찰면에 대전된 극성에 대한 보상전하가 대전되어 있는 상태가 된다. 이 때 마찰에 의해 대전된 물체들이 서로 분리되는 순간, 전극을 통해 전하가 이동하면서 전류를 발생시키게 된다(잘 알려진 바와 같이 전하의 이동 방향과 전류 방향은 반대이다). 이러한 원리를 이용한 것이 바로 마찰대전 에너지 하베스터이다.

[0006] 마찰대전 에너지 하베스터는 대전열이 다른 한 쌍의 물체가 접촉 및 분리되는 형태로만 이루어진다면 어떤 형태이든 가능하기 때문에, 상당히 다양한 형태의 기술이 활발히 연구되고 있다. 그 중 한 분야로서, 바람을 이용하여 물체들 간의 빈번한 접촉을 유발하고, 이를 통해 마찰대전 에너지를 수확하는 기술이 있다. 한 예로써, 한국특허등록 제0949146호("마찰전기를 이용한 발전장치", 2010.03.16., 특허문헌 1)에는, 실이나 직조물과 같이 바람에 흩날리는 재질로 이루어지는 물체들을 접촉시킴으로써 마찰대전 에너지를 수확하는 장치가 개시된다. 그 외에도 단일 방향 하베스터의 배열을 이용하거나(비특허문헌 1), 깃발과 같은 구조를 활용하거나(비특허문헌 2), 원형 디스크 구조를 사용하는(비특허문헌 3) 등 다양한 구조의 장치들이 개시된다. 그러나 상기 선행기술문헌에 개시되는 장치들은, 전방향의 바람에 대응하기 어렵다는 한계와, 장치 구조가 복잡하거나 또는 차지하는 면적 또는 구동에 필요한 공간이 넓다는 한계를 가진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 한국특허등록 제0949146호("마찰전기를 이용한 발전장치", 2010.03.16.)

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) 1. M.-L. Seol, et al., "Vertically stacked thin triboelectric nanogenerator for wind energy harvesting", Nano Energy, vol. 14, pp. 201-208, 2015

(비특허문헌 0002) 2. Z. Zhao, et al., "Freestanding flag-type triboelectric nanogenerator for harvesting high-altitude wind energy for arbitrary directions", ACS Nano, vol. 10, pp. 1780-1787, 2016

(비특허문헌 0003) 3. S.-J. Park, et al., "Self-sustainable wind speed sensor system with omnidirectional wind based triboelectric generator", Nano Energy, vol. 55, pp. 115-122, 2019

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 원주 및 이를 둘러싸는 필름 형태의 단순한 구조로 이루어짐으로써, 대면적 및 어레이 제작이 용이하고, 다양한 방향 및 낮은 풍속의 바람에도 원활하게 에너지를 수확할 수 있는, 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 외면에 유전체층(115)이 형성되는 고정부(110); 를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 고정부(110)가, 수직으로 연장되는 원주 형태로 형성되며, 내부에 전극도체(111)가 형성되고, 상기 이동부(120)가, 폐곡선인 유연 재질의 필름 형태로 형성되며, 내면에 전도체층(125)이 형성될 수 있다. 또한 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 바람에 의해 이동되어 상기 유전체층(115) 및 상기 전도체층(125) 간의 접촉면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지를 생성할 수 있다. 더불어 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 전극도체(111) 및 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(130); 를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한 상기 이동부(120)는, 일단은 상기 고정부(110) 상단과 연결되고, 타단은 상기 이동부(120)의 상단 일점과 연결되는 연결선(121)을 포함할 수 있다. 이 때 상기 충전부(130)는, 일단은 상기 전극도체(111)와 전기적으로 연결되며, 타단은 상기 연결선(121)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0012] 또한 상기 고정부(110)는, 상기 전극도체(111) 하단을 둘러싸는 형태로 형성되는 별도전극(112), 상기 전극도체(111) 및 상기 별도전극(112) 사이에 개재되는 절연필름(113)을 포함할 수 있다. 이 때 상기 충전부(130)는, 일단은 상기 전극도체(111)와 전기적으로 연결되며, 타단은 상기 별도전극(112)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결될 수 있다. 또한 이 때 상기 별도전극(112)은, 상기 이동부(120) 하단이 상기 고정부(110) 하단에 접촉하는 위치 범위 내에 형성될 수 있다.
- [0013] 또한 상기 이동부(120)는, 전도체 재질의 필름 형태로 형성되거나, 지지필름(122) 내면에 상기 전도체층(125)이 도포된 필름 형태로 형성될 수 있다.
- [0014] 또한 상기 이동부(120)는, 직경이 상기 고정부(110)의 직경보다 큰 원통 형태로 형성될 수 있다. 또는 상기 이동부(120)는, 최소직경이 상기 고정부(110)의 직경보다 크되 상단에 최소직경이 형성되는 원뿔대 형태로 형성될 수 있다.
- [0015] 또한 상기 이동부(120)는, 상기 이동부(120) 외면으로부터 돌출 형성되는 복수 개의 공기저항체(123)를 포함할 수 있다. 이 때 상기 공기저항체(123)는, 상기 이동부(120) 일부가 절단 및 절곡되어 형성될 수 있다.
- [0016] 또한 상기 전극도체(111)는, 수직으로 연장되는 원주 형태의 몸체(111a), 상기 몸체(111a)의 외면에 형성되는 전극층(111b)을 포함할 수 있다.
- [0017] 또한 상기 충전부(130)는, 부하(135), 상기 부하(135)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(131)를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 의하면, 에너지 하베스터 자체가 단순한 구조로 이루어짐으로써 제작 및 설치에 드는 시간, 인력, 비용 등의 자원이 크게 절감된다는 효과가 있다. 또한 이러한 구조의 단순성으로 인하여 대면적 형태나 어레이 형태의 제작이 용이하다는 효과 또한 있다.
- [0019] 또한 본 발명에 의하면, 에너지 하베스터 자체의 구조에 의하여 전방향에 대하여 바람에너지의 수확이 가능하다는 효과가 있다. 뿐만 아니라 본 발명에 의하면, 기존에 비해 훨씬 낮은 풍속범위에서도 상당히 높은 효율로 에너지를 수확할 수 있다는 큰 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 마찰대전 에너지 하베스터의 원리.
- 도 2는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 사시도.
- 도 3은 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 단면도.
- 도 4는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 작동원리 설명도.
- 도 5는 유전체층 및 전도체층 간의 전기적 연결 제1실시예의 단면도.
- 도 6은 유전체층 및 전도체층 간의 전기적 연결 제2실시예의 단면도.
- 도 7은 이동부 형상 제1, 2실시예.

도 8은 이동부 형상 제1, 2실시예의 작동상태도.

도 9 및 도 10은 이동부 형상 제1실시예 및 제2실시예에서의 전기에너지 수확 비교 결과.

도 11은 공기저항체 실시예.

도 12는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예 사진.

도 13은 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예에서의 풍향에 따른 출력 전압 측정 결과.

도 14는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예에서의 풍속에 따른 출력 전압 측정 결과.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 전방향 바람에너지 수확이 가능한 원주형 마찰대전 에너지 하베스터를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0022] [1] 마찰대전 에너지 하베스터의 원리

[0023] 도 1은 마찰대전 에너지 하베스터의 원리를 설명하기 위한 도면이다. 도 1 좌측에는 마찰대전 에너지 하베스터의 개념적인 구성이 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 마찰대전 에너지 하베스터는 제1전극, 상기 제1전극 상면에 배치되는 유전체, 상기 유전체 상측으로 이격 배치되는 제2전극, 제1전극 및 제2전극 사이에 연결되는 부하를 포함한다.

[0024] 먼저 도 1①에 도시된 바와 같이, 외부에서 힘을 인가하여 유전체와 제2전극이 접촉 및 마찰하면, 금속으로 된 제2전극으로부터 유전체로 전자가 이동하여, 마찰면 부근에서 유전체에 (-) / 제2전극에 (+)가 대전된다. 이 때에는 유전체 및 제2전극의 마찰면에서 직접 전자의 이동이 일어나기 때문에 부하에는 전류가 흐르지 않는다.

[0025] 다음으로 도 1②에 도시된 바와 같이, 유전체와 제2전극이 약간 멀어지면, 정전기 유도 현상에 의한 물질의 극성이 전극에 미치는 영향의 변화로 인하여 전극이 다시 평형상태로 돌아가기 위해 제1전극에서 제2전극으로 자유전자가 이동한다. 즉 이 때 전류는 제2전극에서 제1전극으로 흐르게 된다.

[0026] 다음으로 도 1③에 도시된 바와 같이, 유전체와 제2전극이 아주 멀어져 서로에 대한 영향범위에서 벗어나면, 유전체 및 제1전극의 결합체 내에서는, 유전체의 마찰면 쪽에는 (-)가 대전되고 이에 대한 보상으로 제1전극 쪽에는 (+)가 대전된 상태, 즉 평형상태를 이룬다.

[0027] 다음으로 도 1④에 도시된 바와 같이, 다시 유전체와 제2전극이 접근하면, 제2전극 쪽에 (+)가 대전되도록 제2전극에서 제1전극으로 자유전자가 이동한다. 즉 이 때 전류는 제1전극에서 제2전극으로 흐르게 된다.

[0028] 유전체 및 제1전극의 결합체와 제2전극이 지속적으로 접촉(마찰) 및 분리를 반복하면, 상술한 바와 같은 도 1①~④와 같은 과정이 순환 반복되면서 지속적인 전류를 생산할 수 있다.

[0029] [2] 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 구성

[0030] 2-1. 전체구성

[0031] 도 2는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 사시도를, 도 3은 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 단면도를 각각 도시하고 있다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 고정부(110), 이동부(120), 충전부(130)를 포함할 수 있다. 이하에서 각부에 대하여 보다 상세히 설명한다.

[0032] 상기 고정부(110)는, 도시된 바와 같이 수직으로 연장되는 원주 형태로 형성된다. 또한 상기 고정부(110)는, 내부에 전극몸체(111) 및 외면에 유전체층(115)이 형성된다. 상기 전극몸체(111)는 그 자체가 금속과 같은 전도체로 이루어져 전극 역할을 하게 할 수도 있지만, 상기 전극몸체(111) 전체가 전극이 되도록 할 경우 불필요하게 전기저항이 증가하는 등의 문제가 있을 수 있다. 따라서 상기 전극몸체(111)는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 수직으로 연장되는 원주 형태의 몸체(111a) 및 상기 몸체(111a)의 외면에 형성되는 전극층(111b)을 포함하여 이루어지게 하는 것이 바람직하다. 즉 장치 전체를 지지하는 역할은 상기 몸체(111a)가 수행하고, 전기적인 연결 등의 역할은 상기 전극층(111b)이 수행하게 하는 것이다. 이처럼 상기 전극몸체(111)가 상기 몸체(111a) 및 상기 전극층(111b)으로 이루어지는 경우, 이하에서 상기 전극몸체(111)에 어떠한 전기적인 연결이 이루어진다고 기술하는 것은 당연히 상기 전극층(111b)에 전기적인 연결이 이루어지는 것이라고 이해하면 된다.

- [0033] 상기 이동부(120)는, 단면이 상기 고정부(110) 직경보다 큰 직경을 가지는 폐곡선으로 형성되는데(여기에서 '단면'이란, 상기 고정부(110)의 축방향에 수직한 방향으로의 단면을 말한다), 대략 원통 형태라고 할 수 있으나 원통 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한 상기 이동부(120)는 유연 재질의 필름 형태로 형성되어, 도시된 바와 같이 상기 고정부(110)를 둘러싸도록 배치된다. 이와 같은 형상 및 구조에 따라, 상기 이동부(120)는 바람에 의해 용이하게 이동될 수 있으며, 즉 바람에 의해 상기 이동부(120) 내면 및 상기 고정부(110) 외면 간의 무작위적인 마찰, 접촉 및 분리가 빈번하게 일어날 수 있다.
- [0034] 부연하자면, 도면 상에서는 상기 이동부(120)가 연결선(121)에 의하여 상기 고정부(110)와 연결되어 있는 것으로 도시되어 있으나, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 상기 연결선(121)은 생략되어도 무방하다. 이에 대해서는 이후 전기적 연결에 대한 상세구성 설명에서 보다 상세히 설명한다.
- [0035] 또한 상기 이동부(120)의 내면에는 전도체층(125)이 형성된다. 이 때 상기 이동부(120)는, 금속 박판 등과 같이 그 자체가 전도체 재질의 필름 형태로 형성될 수도 있다. 이 경우 상기 이동부(120) 전체가 전도체 재질로 이루어지므로 당연히 내면은 전도체 재질이며, 따라서 상기 이동부(120)의 내면이 바로 상기 전도체층(125) 역할을 하게 된다. 또는 상기 이동부(120)는, 별도의 지지필름(122) 내면에 상기 전도체층(125)이 도포된 필름 형태로 형성될 수도 있다.
- [0036] 여기에서, 상기 고정부(110)의 상기 전극몸체(111)(또는 상기 전극층(111b))가 도 1에서의 제1전극에 해당하고, 상기 유전체층(115)이 도 1에서의 유전체에 해당한다. 또한 상기 이동부(120)의 상기 전도체층(125)이 도 1에서의 제2전극에 해당한다. 즉 상술한 바와 같이, 상기 이동부(120)가 바람에 의해 이동되면, 상기 유전체층(115) 및 상기 전도체층(125) 간의 접촉면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지가 생성된다.
- [0037] 상기 충전부(130)는 상기 전극몸체(111) 및 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 역할을 한다. 이 때 상기 충전부(130)는, 도 3에 도시된 바와 같이 부하(135) 및 상기 부하(135)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(131)를 포함할 수 있다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 작동원리를 설명하기 위한 도면으로, 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)를 상측에서 바라본 도면이다.
- [0039] 도 4(A)에 도시된 바와 같이 바람이 불지 않을 때에는, 상술한 바와 같이 상기 이동부(120)는 상단 일점이 상기 고정부(110)와 상기 연결선(121)에 의해 연결되어 있으므로, 대략 상기 연결선(121) 부분 근처의 상단이 상기 고정부(110)에 접촉되어 걸쳐진 형태로 멈추어 있게 된다. 이 상태에서 바람이 불어오면, 도 4(B) 또는 도 4(C)에 도시된 바와 같이 상기 이동부(120)가 이동하게 되는데, 특히 앞서 설명한 바와 같이 상기 이동부(120)는 유연 재질로 되어 있으므로, 풍속에 따라 단면 형상이 대략 타원이 되도록 유연하고 무작위적으로 변화한다.
- [0040] 원래 원주 정면으로부터 바람이 불어오면 원주 주변에 반복적인 와류(vortex)가 형성되는데, 상술한 바와 같이 상기 이동부(120)의 위치 및 형상도 바람에 따라 유연하고 무작위적으로 변화하기 때문에, 이러한 와류의 영향은 보다 강화된다. 따라서 상기 이동부(120)가 상기 고정부(110)와 접촉한 상태로 진동을 하게 되며, 이러한 상기 이동부(120)의 반복적인 진동을 통해 상기 고정부(110) 및 상기 이동부(120) 간에 마찰이 발생하면서 접촉면적이 반복적이고 무작위적으로 변화한다. 이에 따라 앞서 설명한 마찰대전 에너지 하베스팅 원리에 따라 전기에너지의 수확이 이루어질 수 있다.
- [0041] 도 4로부터 직관적으로 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 원주 형태라는 특성상 바람이 어떤 방향에서 불어오는지에 전혀 무관하게 구동이 가능하다. 이에 따라 종래에 장치 형상 및 구조에 의하여 구동 가능한 바람의 방향이 제한되던 것과는 달리, 본 발명은 전방향의 바람에 대해 구동이 가능하다는 큰 장점이 있다.
- [0042] 더불어 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상당히 단순한 구조로 이루어짐으로써 제작 및 설치에 드는 시간, 인력, 비용 등의 자원이 크게 절감될 수 있다. 또한 이러한 구조의 단순성으로 인하여 종래와는 달리 대면적 형태나 어레이 형태의 제작이 용이하다.
- [0043] **2-2. 상세구성: 전기적 연결**
- [0044] 이하에서는 상기 전극몸체(111) 및 상기 전도체층(125) 간의 전기적 연결의 여러 실시예에 대하여 설명한다.
- [0045] 도 5는 유전체층 및 전도체층 간의 전기적 연결 제1실시예의 단면도를 도시하고 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 전기적 연결 제1실시예에서는 상기 이동부(120)에 추가적인 구성이 더 포함된다. 즉 이 때 상기 이동부(120)는, 일단은 상기 고정부(110) 상단과 연결되고, 타단은 상기 이동부(120)의 상단 일점과 연결되는 연결선

(121)을 더 포함한다. 앞서도 설명한 바와 같이, 도 2, 3 등에 상기 연결선(121)이 도시되어 있으나, 상기 연결선(121)이 반드시 포함되어야 하는 구성은 아니며 이하 설명될 제2실시예에서는 상기 연결선(121)이 존재하지 않아도 무방하다. 또한 도면 상에서는 이해를 돕기 위하여 상기 고정부(110) 및 상기 이동부(120)가 멀리 이격되어 있는 형태로 도시하였으나, 실제로는 바람이 어떻게 부느냐에 따라 상기 이동부(120)가 매우 다양하게 이동하기 때문에 도 5로 배치가 한정되는 것은 아니다. 구체적으로 설명하자면, 상기 연결선(121)이 연결된 위치에서 상기 이동부(120)가 도시된 바와 같이 상기 고정부(110)로부터 이격되어 있을 수도 있고, 상기 이동부(120)가 상기 고정부(110)에 비스듬하게 접촉해 있을 수도 있고, 상기 이동부(120)가 상기 고정부(110)에 수직 방향 전체가 접촉해 있을 수도 있는 등, 실제로 상기 고정부(110)에 대한 상기 이동부(120)의 배치는 다양하게 변경될 수 있다. 다만 상기 연결선(121)은 전기적 연결과 더불어 상기 이동부(120)의 수직 위치를 잡아주는 역할도 하는데, 이에 따라 상기 유전체층(115) 및 상기 전도체층(125) 간의 접촉이 보다 원활하게 이루어질 수 있다.

[0046] 이러한 추가구성과 더불어, 제1실시예에 따른 상기 충전부(130)는, 일단은 상기 전극몸체(111)와 전기적으로 연결되며, 타단은 상기 연결선(121)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결된다. 상기 전극몸체(111)에는 직접 전기적 연결을 구현하기가 매우 용이한 반면, 상기 전도체층(125)은 실질적으로 매우 얇은 층으로 형성되는 것인데다가 상기 이동부(120)의 구동 특성상 계속 움직이고 있기 때문에, 상기 전도체층(125)에 직접 전기적 연결을 구현하기는 조금 난해하다. 이 때 상기 연결선(121)은 상기 전도체층(125)과 연결되도록 구현하기가 용이하며, 상기 연결선(121)을 금속 와이어와 같은 전도체 재료로 형성되게 하면, 상기 충전부(130)의 타단이 상기 연결선(121)과 물리적으로 연결되도록 함으로써, 결과적으로 상기 연결선(121)을 타고 상기 전도체층(125)과의 전기적 연결을 실현할 수 있게 된다.

[0047] 도면 상에서는 상기 충전부(130)의 타단이 상기 연결선(121) 중간에 연결되는 것으로 도시하였으나 이는 단지 회로 도시를 용이하게 하기 위한 것일 뿐으로, 이로써 본 발명의 구성이 한정되는 것은 아니다. 실제 구현 시에는, 상기 고정부(121)에 고정되어 있는 상기 연결선(121) 끝단을 상기 충전부(130) 타단의 전기적 연결점으로 잡는 등 편의에 따라 다양하게 변경 실시할 수 있음은 당연하다.

[0048] 이러한 전기적 연결 제1실시예의 구성은, 매우 간단한 구조로 전기적 연결을 용이하게 실현할 수 있다는 장점이 있다. 다만 이 경우 상기 연결선(121)의 재질이 금속 와이어와 같은 전도체 재료로 한정되어야 하며, 상기 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)가 설치되는 환경 특성상 외부 습기 등에 노출되어 상기 연결선(121)이 노후화되어 단선되거나 또는 녹, 이물질 등이 누적되어 전기전도성이 저하되는 등의 문제가 생길 수 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있도록, 다른 추가적인 부품들을 더하되 보다 안정적인 전기적 연결을 이룰 수 있는 전기적 연결 제2실시예를 이하에서 설명한다.

[0049] 도 6은 유전체층 및 전도체층 간의 전기적 연결 제2실시예의 단면도를 도시하고 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 전기적 연결 제2실시예에서는 상기 고정부(110)에 추가적인 구성이 더 포함된다. 즉 이 때 상기 고정부(110)는, 상기 전극몸체(111) 하단을 둘러싸는 형태로 형성되는 별도전극(112), 상기 전극몸체(111) 및 상기 별도전극(112) 사이에 개재되어 상기 전극몸체(111) 및 상기 별도전극(112) 간 절연을 수행하는 절연필름(113)을 더 포함한다. 한편 도면 상에서는 각부의 배치를 명확하게 표현하기 위하여 상기 유전체층(115) 및 상기 전도체층(125)이 이격되어 있는 것으로 도시하였으나, 실제로는 상기 이동부(120)가 유연 재료로 이루어지므로 형상 변형이 용이하며, 풍압 또는 상기 유전체층(115) 및 상기 전도체층(125) 간에 정전기에 의한 인력 등의 영향에 의하여, 상기 전도체층(125)이 하측에서는 상기 별도전극(112)과 접촉해 있으면서 동시에 상측에서는 상기 유전체층(115)과 접촉해 있을 수 있다.

[0050] 이러한 추가구성과 더불어, 제2실시예에 따른 상기 충전부(130)는, 일단은 상기 전극몸체(111)와 전기적으로 연결되며, 타단은 상기 별도전극(112)을 통해 상기 전도체층(125)과 전기적으로 연결된다. 즉 전기적 연결 제2실시예에서는, 상기 이동부(120)의 하단이 상기 별도전극(112)과 물리적으로 접촉되어 있지만 하면, 상기 충전부(130)의 타단이 상기 별도전극(112)과 물리적으로 연결되도록 함으로써, 결과적으로 상기 별도전극(112)을 타고 상기 전도체층(125)과의 전기적 연결을 실현할 수 있게 된다. 물론 이러한 구조를 구현하기 위해서는, 상기 별도전극(112)은, 상기 이동부(120) 하단이 상기 고정부(110) 하단에 접촉하는 위치 범위 내에 형성되게 하여야 한다.

[0051] 도 2 등에 도시된 바와 같이 상기 이동부(120)는 상기 고정부(110)보다 약간 직경이 큰 형태로 되어 있으나, 바람이 불면 도 4에 도시된 바와 같이 상기 이동부가 바람에 밀리게 되며, 따라서 바람이 불 때는 상기 이동부(120) 내면의 적어도 어느 한 점은 반드시 상기 고정부(110)와 접촉하게 된다. 이 때 상기 별도전극(112)은 상

기 고정부(110)의 외면을 둘러싸는 형태로 형성되므로, 즉 바람이 불 때 상기 이동부(120)는 상기 별도전극(112)의 적어도 어느 한 점에서는 반드시 물리적으로 접촉되며, 따라서 (전기적 연결 제1실시예에서의 상기 연결선(121) 구성 없이도) 원활하게 전기에너지의 수확이 가능하다.

[0052] 2-3. 상세구성: 이동부 형상

[0053] 이하에서는 상기 이동부(120) 형상의 여러 실시예에 대하여 설명한다.

[0054] 도 7은 이동부 형상 제1, 2실시예를, 도 8은 이동부 형상 제1, 2실시예의 작동상태도를 각각 도시하고 있다. 보다 상세하게는, 도 7(A) 및 도 8(A)는 이동부 형상 제1실시예의 형상 및 작동상태를, 도 7(B) 및 도 8(B)는 이동부 형상 제2실시예의 형상 및 작동상태를 도시하고 있다.

[0055] 제1실시예에 따른 상기 이동부(120)는, 도 7(A) 및 도 8(A)에 도시된 바와 같이, 직경이 상기 고정부(110), 보다 구체적으로는 상기 전극몸체(111)의 직경보다 큰 원통 형태로 형성된다. 이러한 형상은 가장 단순하고 제작하기 용이하다는 장점이 있으며, 특히 전기적 연결 제1실시예와의 조합에서 좋은 성능을 낼 수 있다. 그런데 이동부 형상 제1실시예 및 전기적 연결 제2실시예를 조합할 경우 다음과 같은 문제가 발생할 수 있다. 앞서도 설명한 바와 같이 전기적 연결 제2실시예에서는 상기 연결선(121)이 존재하지 않는다. 즉 상기 이동부(120)의 수직 위치를 잡아주는 역할을 하는 상기 연결선(121)이 없으면, 도 8(A)의 상태에서 상기 이동부(120)가 상하 방향으로 이동할 수 있다. 이에 따라 상기 이동부(120) 하단이 지면에 접촉하여 끌리듯이 마찰이 발생할 수 있는데, 이는 상기 이동부(120) 및 상기 고정부(110) 간의 진동을 상당히 방해하게 된다. 앞서 설명한 바와 같이 난류에 의해 상기 이동부(120)가 상기 고정부(110)와 접촉한 상태에서 진동함에 따라 상기 전도체층(125)과 상기 유전체층(115)의 접촉면적이 변화됨으로써 마찰대전에 의한 전기에너지 수확이 일어나게 되는데, 이처럼 상기 이동부(120)의 진동이 방해되면 결과적으로 전기에너지 수확이 원활하게 이루어지지 못할 수 있다.

[0056] 제2실시예에 따른 상기 이동부(120)는, 도 7(B) 및 도 8(B)에 도시된 바와 같이, 최소직경이 상기 고정부(110), 보다 구체적으로는 상기 전극몸체(111)의 직경보다 크되 상단에 최소직경이 형성되는 원뿔대 형태로 형성된다. 이러한 이동부 형상 제2실시예 및 전기적 연결 제2실시예를 조합할 경우, 도 8(B)에 도시된 바와 같이, 바람이 불면 원뿔대 형태의 상기 이동부(120)가 기울어지면서, 상기 이동부(120)의 바람이 불어오는 쪽의 면 전체가 상기 고정부(110)와 접촉하게 된다. 이러한 이동부 형상 제2실시예 및 전기적 연결 제2실시예를 조합할 경우, 도 8(B)에 도시된 바와 같이 바람이 불어오는 쪽(전방)에서는 상기 이동부(120) 하단이 지면과 접촉한다 하더라도, 후방에서는 상기 이동부(120) 하단이 반드시 들려올라감으로써 지면과의 접촉이 원천적으로 배제된다. 이에 따라 상술한 바와 같은 지면과의 접촉에 의한 진동 방해 현상이 나타나지 않으며, 따라서 상기 연결선(121)이 없이도 매우 원활하게 전기에너지의 수확이 이루어질 수 있다. 도 9 및 도 10은 이동부 형상 제1실시예(원통 형태, 도 9, 10에서 "Flat"으로 표시됨) 및 제2실시예(원뿔대 형태, 도 9, 10에서 "Tapered"로 표시됨)에서의 전기에너지 수확 비교 결과로, 이동부 형상 제2실시예의 경우 상기 연결선(121)이 없다 해도 매우 우수하게 전기에너지를 수확할 수 있음이 입증된다.

[0057] 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)에서는, 상기 이동부(120)가 바람에 의하여 이동됨에 따라 전기에너지를 수확하기 때문에, 상기 이동부(120)가 보다 바람의 영향을 잘 받을 수 있는 형태로 구성되는 것이 바람직하다. 이를 위하여, 상기 이동부(120)에는 공기저항을 높이기 위해, 상기 이동부(120) 외면으로부터 돌출 형성되는 복수 개의 공기저항체(123)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0058] 이러한 상기 공기저항체(123)는, 상기 이동부(120)의 외면에 별도의 구조물을 부착하는 형태로 구현될 수도 있겠으나, 이와 같이 할 경우 상기 이동부(120)의 중량이 증가하여 낮은 풍속의 바람에 대응하기에 오히려 악영향을 줄 수도 있다. 도 11의 공기저항체 실시예는 바로 이러한 점을 고려하여 설계된 것으로서, 도 11의 실시예에 따른 상기 공기저항체(123)는, 상기 이동부(120) 일부가 절단 및 절곡되어 형성된다. 이와 같이 함으로써 상기 이동부(120)의 중량을 불필요하게 증가시키지 않으면서도 효과적으로 공기저항을 높일 수 있다.

[0059] [3] 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험 결과

[0060] 이하에서 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예를 통해 실험을 수행한 결과를 설명한다.

[0061] 도 12는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예 사진으로, 도시된 바와 같이 상기 고정부(110)의 상기 전극몸체(111)가 상기 몸체(111a) 및 상기 전극층(111b)로 이루어지며, 상기 연결선(121)은 Ag 와 이어로 이루어지고(전기적 연결 제1실시예), 상기 이동부(120)는 그 자체가 전도체 재질의 필름 형태로 형성되며 또한 원통 형태로 형성되는(이동부 형상 제1실시예) 형태로 제작하였다. 상기 고정부(110) 직경은 25mm, 상

기 이동부(120) 높이 50mm로 제작하되, 상기 이동부(120) 직경은 30, 35, 40mm로 다양하게 제작하였다.

[0062] 도 13은 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예에서의 풍향에 따른 출력 전압 측정 결과로, 30도 간격으로 12방향에서 바람이 불 때 측정을 수행하였다. 상기 이동부(120) 직경이 커질수록 전반적인 출력 전압이 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 또한 전방향의 바람에 대해 상당히 일정한 출력 전압이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0063] 도 14는 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터의 실험용 실시예에서의 풍속에 따른 출력 전압 측정 결과로, 역시 마찬가지로 상기 이동부(120) 직경이 커질수록 전반적인 출력 전압이 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 또한 특히 2m/s 정도의 매우 저속인 풍속에서도 출력 전압이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

[0064] 이처럼 본 발명의 원주형 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 종래의 바람을 이용한 에너지 하베스터들에 비해, 전방향 및 극저속의 바람에 효과적으로 대응하여 전기에너지를 수확할 수 있음을 실험을 통해 확인하였다.

[0065] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

[0066] 100: 원주형 에너지 하베스터

110: 고정부 111: 전극몸체

111a: 몸체 111b: 전극층

112: 별도전극 113: 절연필름

115: 유전체층

120: 이동부 121: 연결선

122: 지지필름 123: 공기저항체

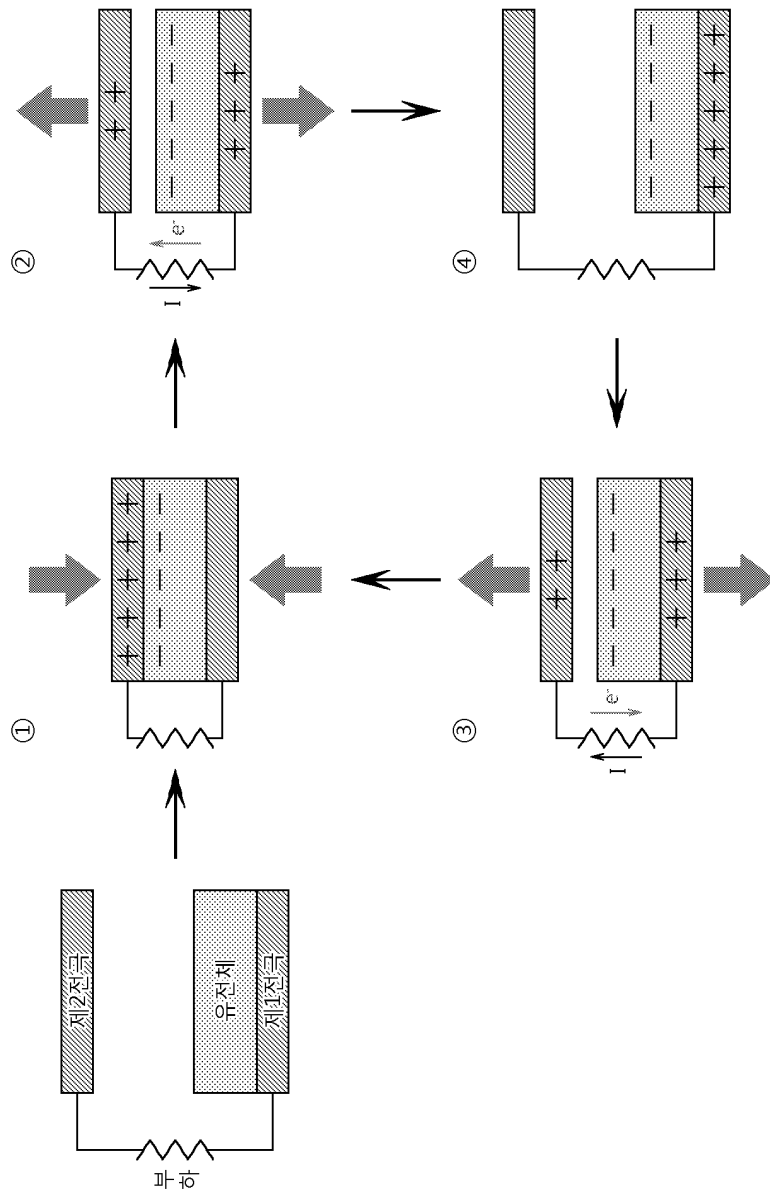
125: 전도체층

130: 충전부 131: 정류자

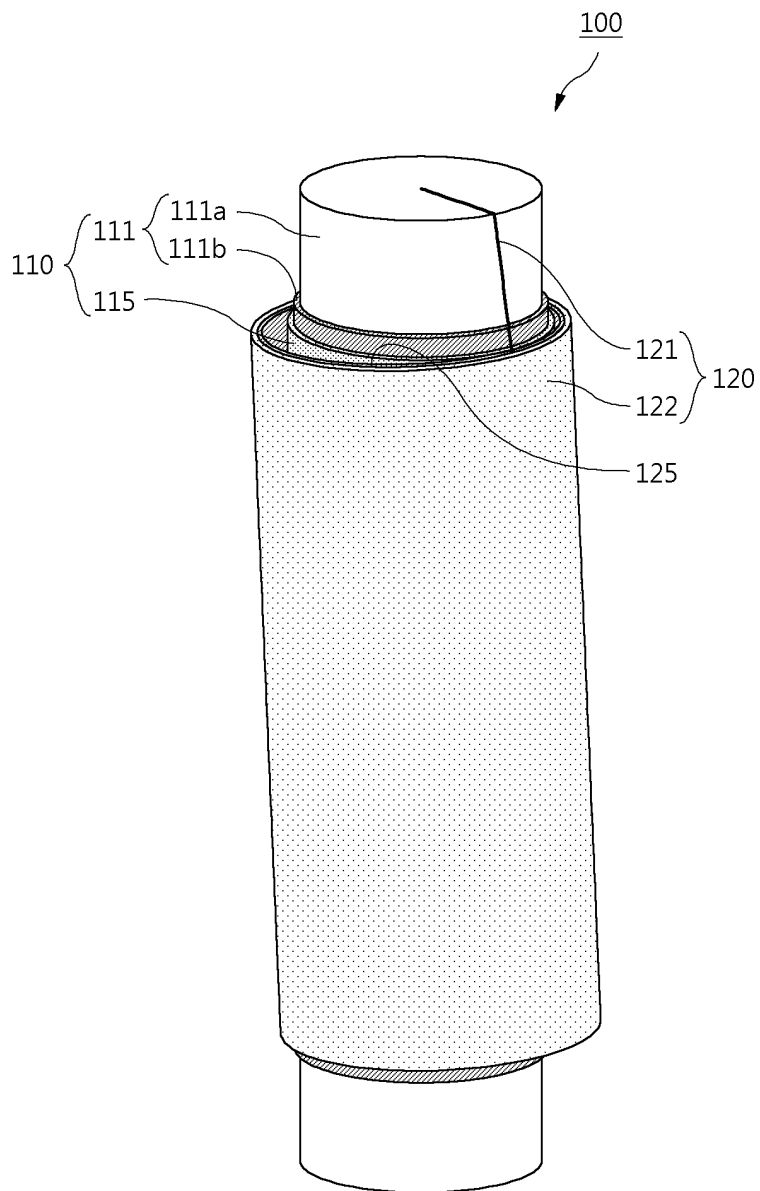
135: 부하

도면

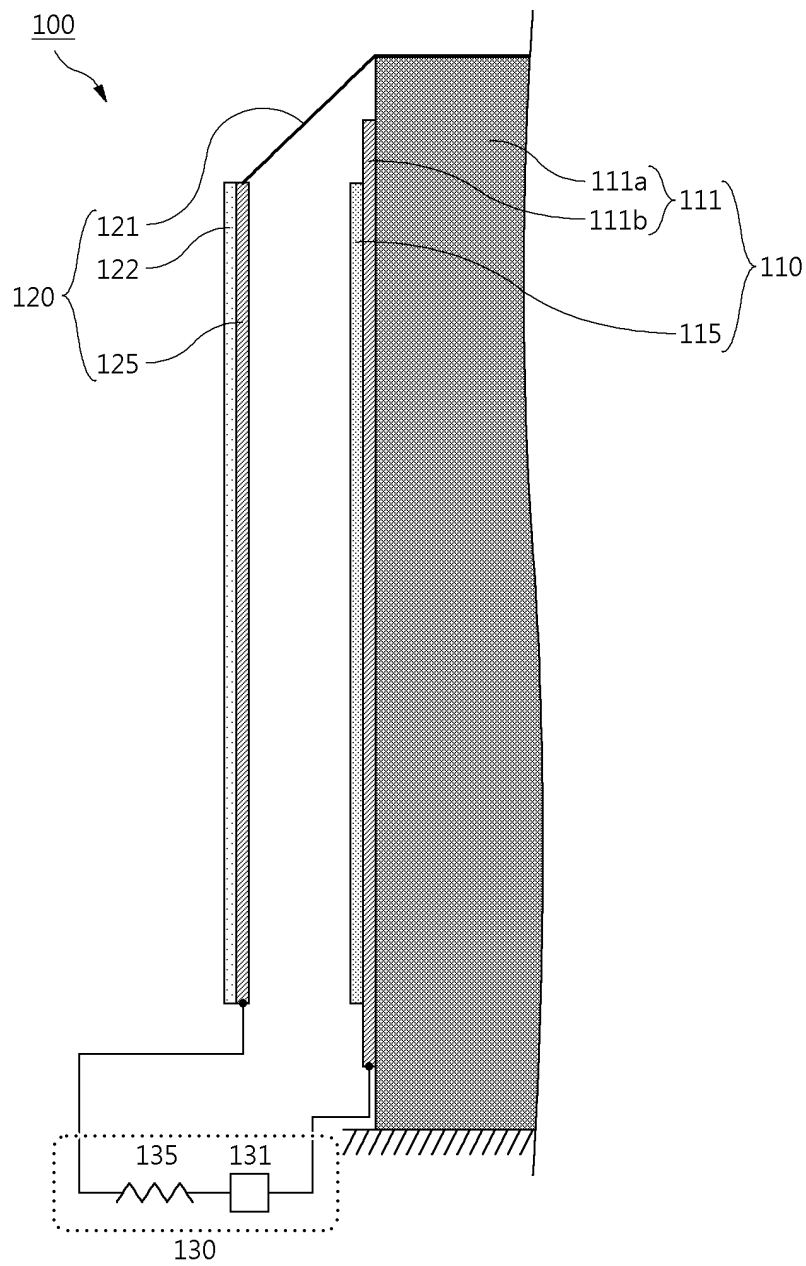
도면1



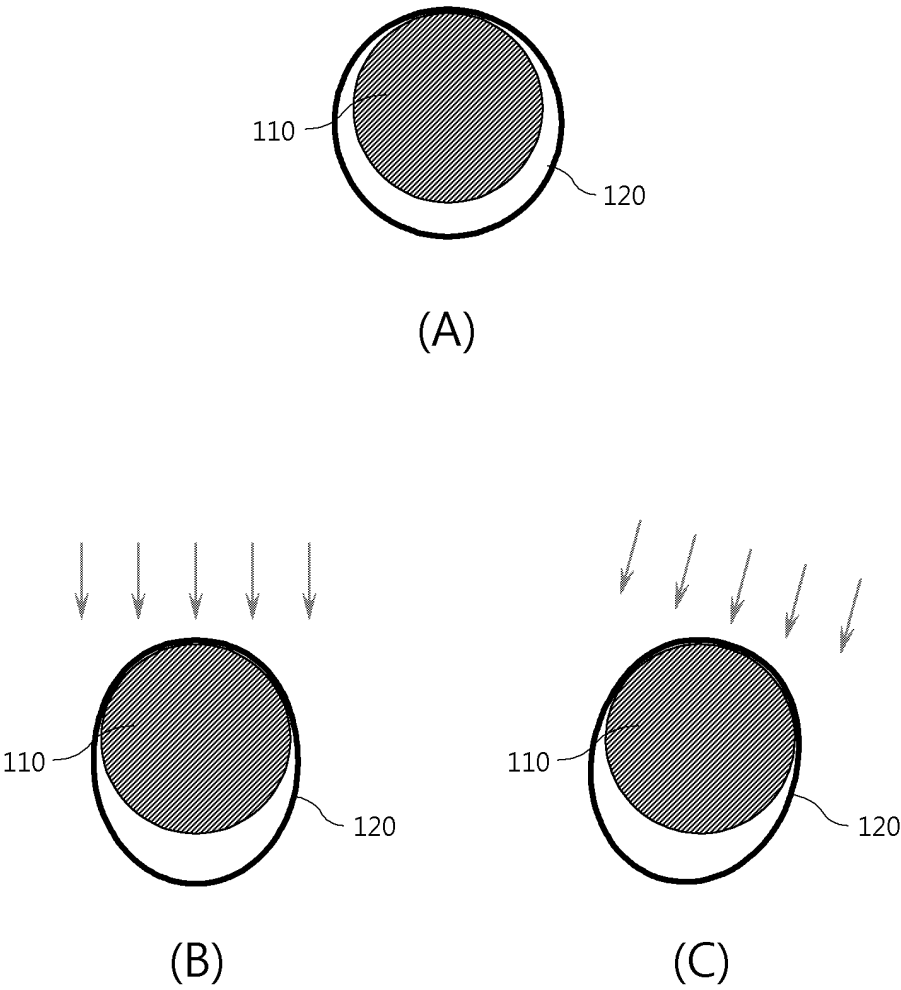
도면2



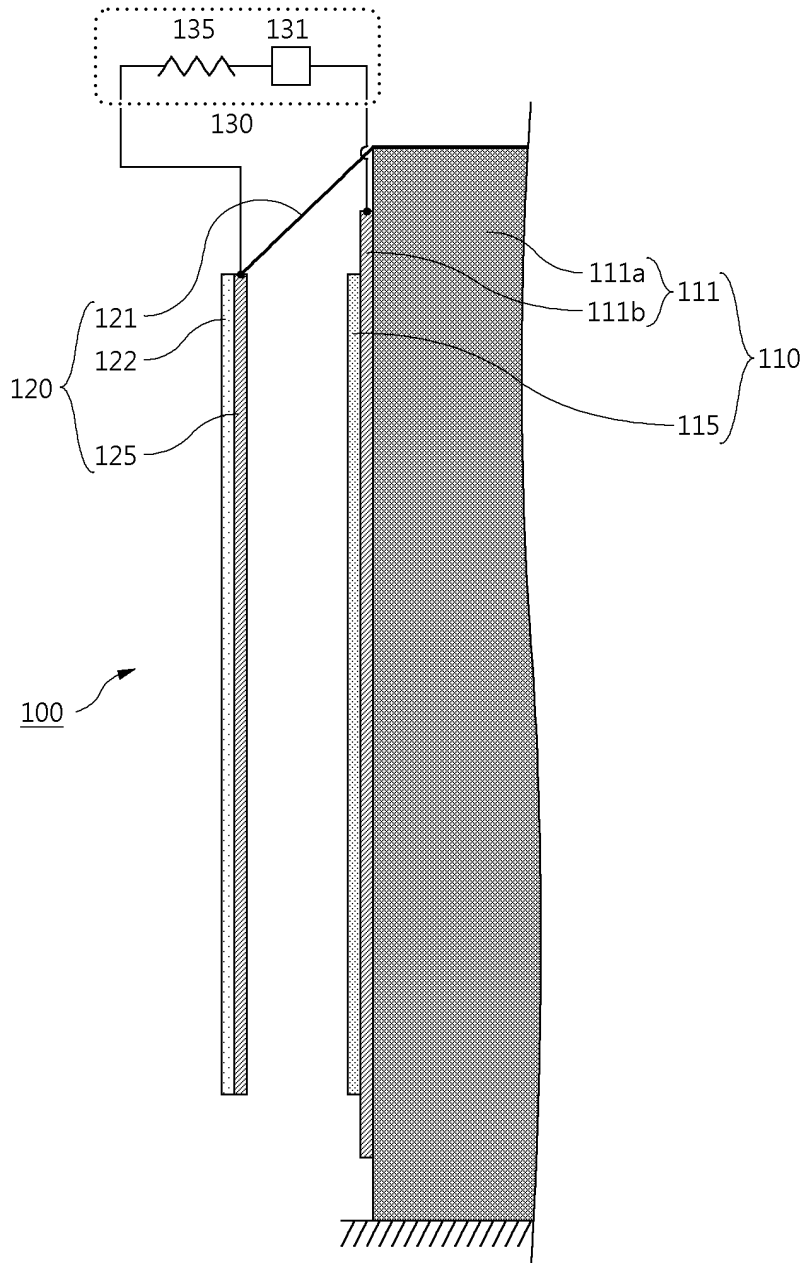
도면3



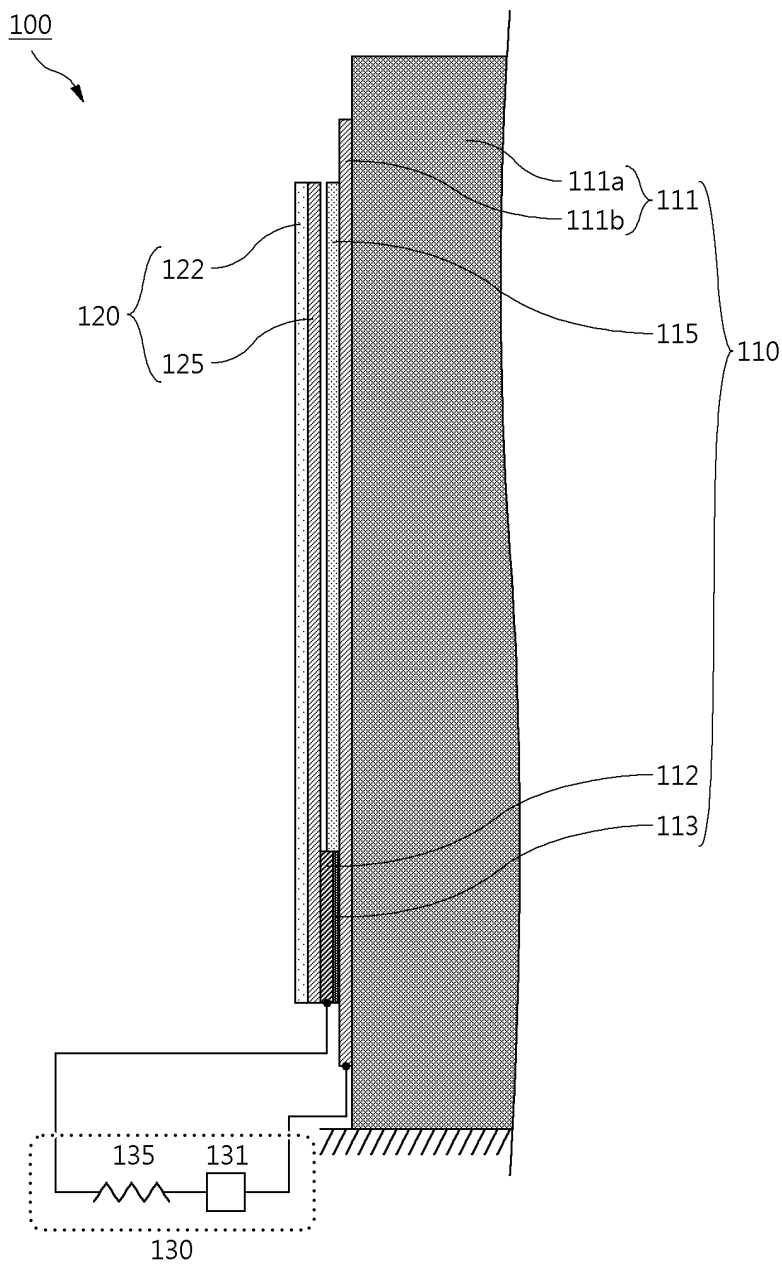
도면4



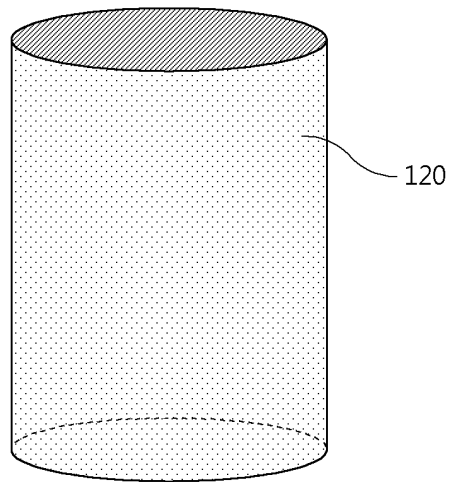
도면5



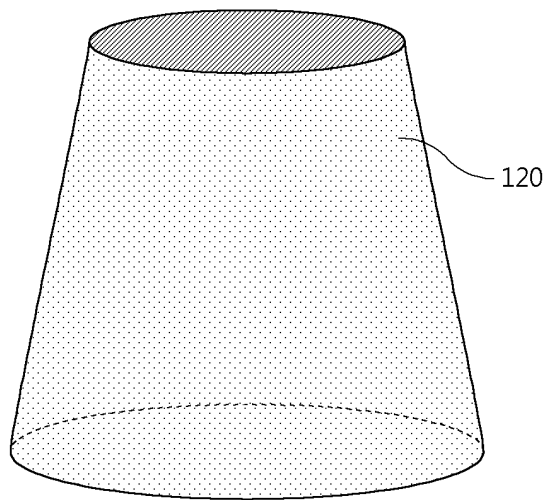
도면6



도면7

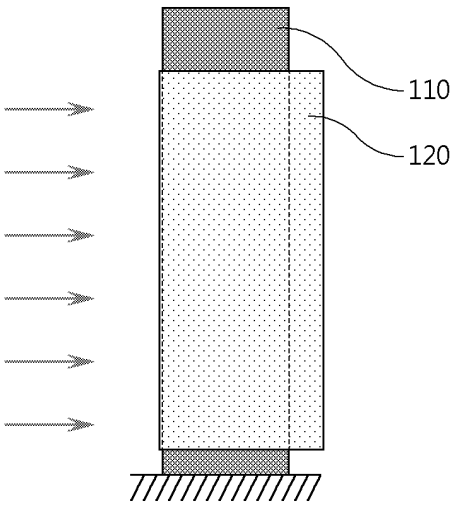


(A)

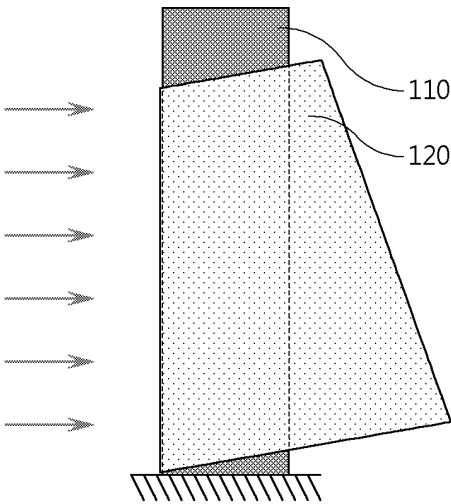


(B)

도면8

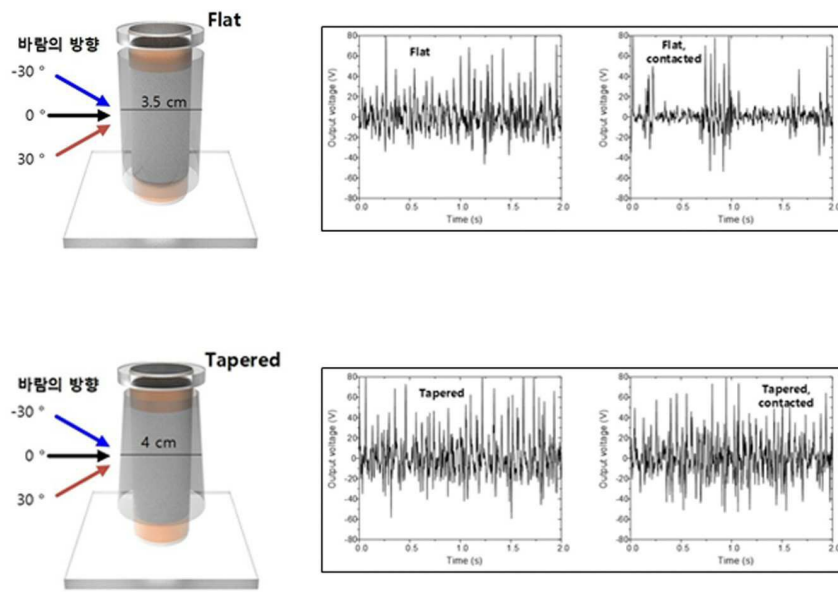


(A)

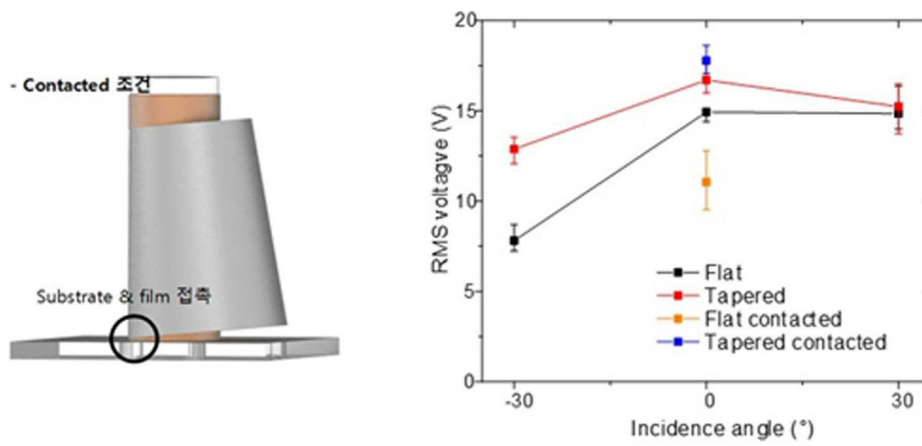


(B)

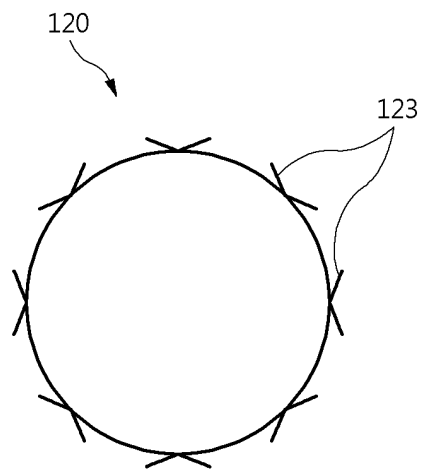
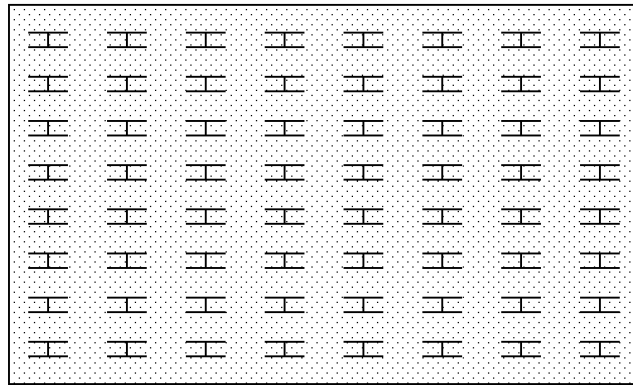
도면9



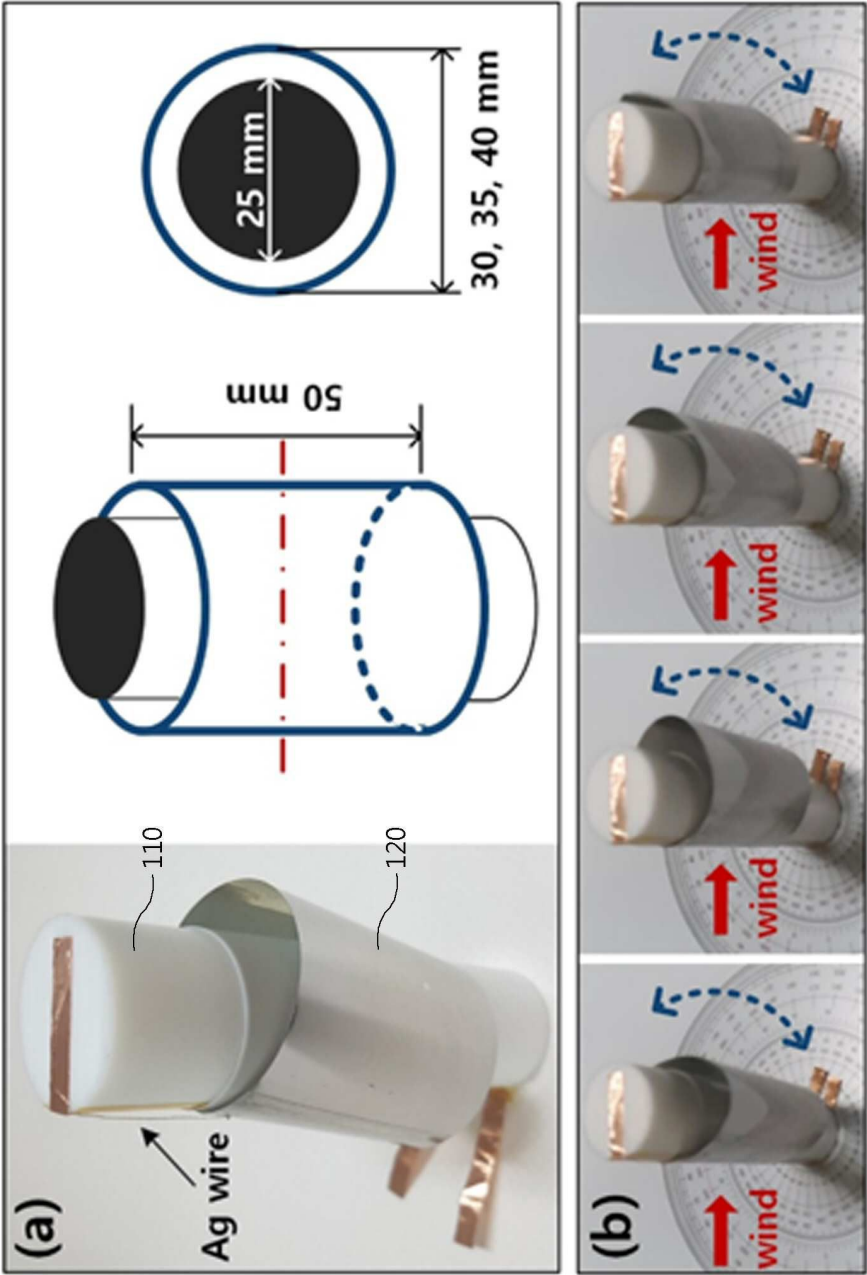
도면10



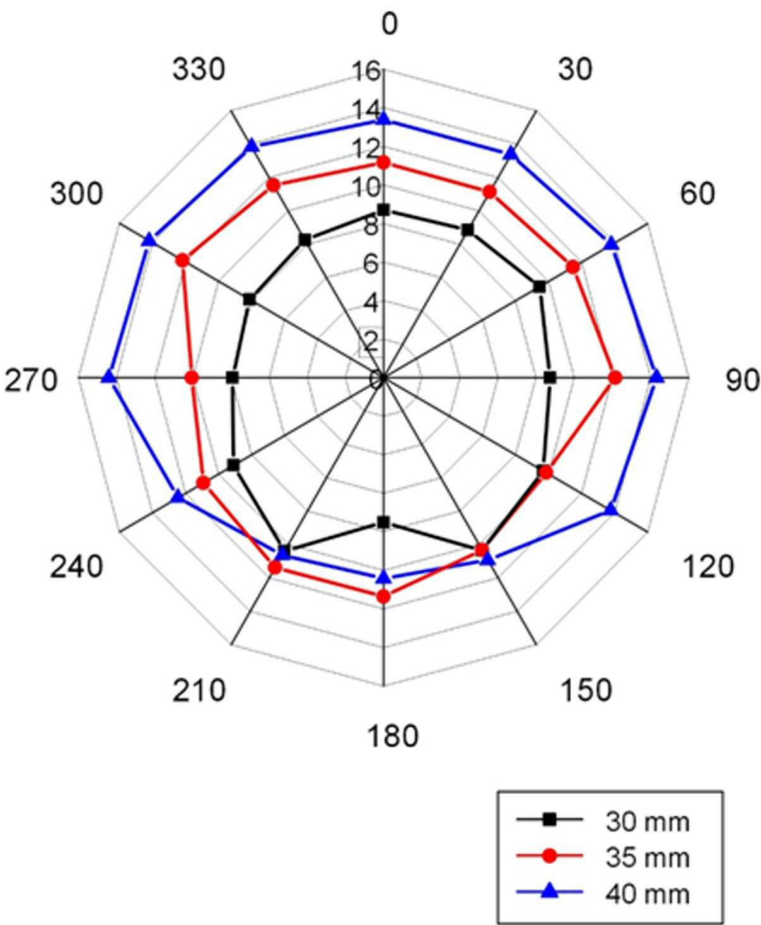
도면11



도면12



도면13



도면14

