



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0113952  
(43) 공개일자 2020년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
H02N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0034922

(22) 출원일자 2019년03월27일

심사청구일자 2019년03월27일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김중백

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

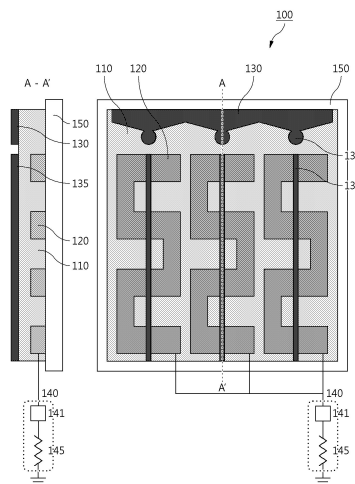
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 액적 트랩을 이용한 액적 마찰대전 에너지 하베스터

### (57) 요약

본 발명은 액적 트랩을 이용한 액적 마찰대전 에너지 하베스터에 관한 것으로, 본 발명의 목적은, 빗방울이 흘러 내리는 자연 현상을 이용하여 에너지를 수확하는 에너지 하베스터로서, 특히 액적 트랩을 이용하여 액적(빗방울)을 확대시켜 줌으로써 에너지 수확량을 증대시키는, 액적 트랩을 이용한 액적 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

유전체 재질로 형성되는 기반판(110);

상기 기반판(110) 후면에 전도체 재질로 형성되는 전극판(120);

상기 기반판(110) 상부에 형성되어 액적을 수집 및 확대하며, 확대된 액적이 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내리도록 배출하는 트랩부(130);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 트랩부(130)에 수집 및 확대된 액적이 배출되어 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내림으로써 액적 및 상기 전극판(120) 간의 접촉면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지를 생성하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 전극판(120) 및 집지 사이에 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(140);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 기반판(110)이 유전체 및 소수성 재질로 형성되며,

상기 트랩부(130)가 친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 상부에 코팅된 박막 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 트랩부(130)가 상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 트랩부(130)는,

전방에서 후방으로 갈수록 상방에서 하방으로 향하는 경사가 형성되는 단차 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 7

제 4항 또는 제 5항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,  
상기 트랩부(130)에서 흘러내리는 액적을 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 안내부(135);  
를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 안내부(135)는,  
친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 일부에 코팅된 박막 형태로 형성되거나,  
상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 트랩부(130)는,  
전면에서 보았을 때,  
하측이 평평한 하나의 변으로 형성되는 도형 형태이거나,  
하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태인 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 트랩부(130)는,  
전면에서 보았을 때,  
액적이 수집 및 확대되도록, 하측의 적어도 하나의 지점에 하방으로 돌출되며 원 또는 타원 형태로 형성되는 확대부(131)를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 확대부(131)는,  
상기 트랩부(130)가 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 경우,  
상기 꼭지점 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

#### 청구항 12

제 9항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,  
상기 트랩부(130)에서 흘러내리는 액적을 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 안내부(135);  
를 포함하되,  
상기 안내부(135)는 상기 트랩부(130)의 수직 하방으로 연장된 적어도 하나의 직선 형태로 형성되는 것을 특징

으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 13

제 12항에 있어서, 상기 안내부(135)는,

상기 트랩부(130)가 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 경우,

상기 꼭지점 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 14

제 1항에 있어서, 상기 전극판(120)은,

적어도 하나의 수평으로 연장되는 바 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 전극판(120)은,

복수 개의 서로 독립적인 바들이 상하 방향으로 배열된 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 16

제 14항에 있어서, 상기 전극판(120)은,

복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되되, 각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 연결되어 복수 개의 바들이 일체화된 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 전극판(120)은,

각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 교번되게 연결되어, 전체적으로 사행 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 18

제 15항 또는 제 16항에 있어서, 상기 전극판(120)은,

복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되어 이루어지는 바 세트가, 좌우 방향으로 복수 개 배열된 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

### 청구항 19

제 15항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 전극판(120)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(140);

를 포함하되,

복수 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 하나씩 연결된 형태로 형성되거나,

단일 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 한꺼번에 연결된 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

## 청구항 20

제 3항에 있어서, 상기 충전부(140)는,

부하(145),

상기 부하(145)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(141)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

## 청구항 21

제 1항에 있어서, 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는,

상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120) 후면에 배치되어 상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120)을 지지하는 지지판(150);

을 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 마찰대전 에너지 하베스터.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스터에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 액적 트랩을 이용한 액적 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 하나로써, 진동, 음파, 열, 운동, 위치에너지 등 일상생활에서 쉽게 버려지거나 사용하지 않는 작은 에너지를 수확하여 사용가능한 전기에너지로 변환하는 기술을 에너지 하베스팅(energy haverting)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 에너지 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, 전도성을 가지며 무작위적으로 이동하는 액적의 접촉을 이용하여 마찰대전 에너지를 수확하는 기술이 있다. 한 예로써, 한국특허등록 제1737523호("기포를 이용한 전기발생장치 및 이를 이용한 조명 시스템", 2017.05.12., 특허문헌 1)에는, 기포를 포함하는 액체를 수용하는 용기 내부에 수용되는 기관 상에, 기포와 접하는 전극들 및 상기 전극들을 덮는 소수성 막이 형성되며, 액체와 소수성 막 사이의 접촉면의 양이온들을 기포가 밀어내도록 하여 전기를 발생시키는 장치가 개시된다. 상기 선행문헌에 개시되는 장치는 액체 내에 기포가 반드시 형성되어야 작동할 수 있다는 일부 제한이 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 1. 한국특허등록 제1737523호("기포를 이용한 전기발생장치 및 이를 이용한 조명 시스템", 2017.05.12.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 빗방울이 흘러내리는 자연 현상을 이용하여 에너지를 수확하는 에너지 하베스터로서, 특히 액적 트랩을 이용하여 액적(빗방울)을 확대시켜 줌으로써 에너지 수확량을 증대시키는, 액적 트랩을 이용한 액적 마찰대전 에너지 하베스터를 제공함에 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 액적 트랩을 이용한 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 유전체 재질로 형성되는 기반판(110); 상기 기반판(110) 후면에 전도체 재질로 형성되는 전극판(120); 상기 기반판(110) 상부에 형성되어 액적을 수집 및 확대하며, 확대된 액적이 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내리도록 배출하는 트랩부(130); 를 포함할 수 있다.
- [0010] 이 때 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 트랩부(130)에 수집 및 확대된 액적이 배출되어 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내림으로써 액적 및 상기 전극판(120) 간의 겹침면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0011] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 전극판(120) 및 접지 사이에 전기적으로 연결되어 전기 에너지를 축적하는 충전부(140); 를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 기반판(110)이 유전체 및 소수성 재질로 형성되며, 상기 트랩부(130)가 친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 상부에 코팅된 박막 형태로 형성될 수 있다.
- [0013] 또는 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 트랩부(130)가 상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성될 수 있다. 이 때 상기 트랩부(130)는, 전방에서 후방으로 갈수록 상방에서 하방으로 향하는 경사가 형성되는 단차 형태로 형성될 수 있다.
- [0014] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 트랩부(130)에서 흘러내리는 액적을 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 안내부(135); 를 포함할 수 있다.
- [0015] 이 때 상기 안내부(135)는, 친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 일부에 코팅된 박막 형태로 형성되거나, 상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성될 수 있다.
- [0016] 또한 상기 트랩부(130)는, 전면에서 보았을 때, 하측이 평평한 하나의 변으로 형성되는 도형 형태이거나, 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 수 있다.

- [0017] 또한 상기 트랩부(130)는, 전면에서 보았을 때, 액적이 수집 및 확대되도록, 하측의 적어도 하나의 지점에 하방으로 돌출되며 원 또는 타원 형태로 형성되는 확대부(131)를 포함할 수 있다. 이 때 상기 확대부(131)는, 상기 트랩부(130)가 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 경우, 상기 꼭지점 위치에 형성될 수 있다.
- [0018] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 트랩부(130)에서 흘러내리는 액적을 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 안내부(135); 를 포함하되, 상기 안내부(135)는 상기 트랩부(130)의 수직 하방으로 연장된 적어도 하나의 직선 형태로 형성될 수 있다. 이 때 상기 안내부(135)는, 상기 트랩부(130)가 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 경우, 상기 꼭지점 위치에 형성될 수 있다.
- [0019] 또한 상기 전극판(120)은, 적어도 하나의 수평으로 연장되는 바 형태로 형성될 수 있다.
- [0020] 이 때 상기 전극판(120)은, 복수 개의 서로 독립적인 바들이 상하 방향으로 배열된 형태로 형성될 수 있다.
- [0021] 또는 상기 전극판(120)은, 복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되되, 각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 연결되어 복수 개의 바들이 일체화된 형태로 형성될 수 있다. 이 때 상기 전극판(120)은, 각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 교번되게 연결되어, 전체적으로 사행 형태로 형성될 수 있다.
- [0022] 또한 상기 전극판(120)은, 복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되어 이루어지는 바 세트가, 좌우 방향으로 복수 개 배열된 형태로 형성될 수 있다.
- [0023] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 전극판(120)과 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 충전부(140); 를 포함하되, 복수 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 하나씩 연결된 형태로 형성되거나, 단일 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 한꺼번에 연결된 형태로 형성될 수 있다.
- [0024] 또한 상기 충전부(140)는, 부하(145), 상기 부하(145)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(141)를 포함할 수 있다.
- [0025] 또한 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120) 후면에 배치되어 상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120)을 지지하는 지지판(150); 을 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0026] 본 발명에 의하면, 빗방울이 흘러내리는 자연 현상을 이용하여 에너지를 수확하되, 특히 액적 트랩을 이용하여 액적(빗방울)을 확대시켜 줌으로써 에너지 수확량을 증대시키는 큰 효과가 있다. 구체적으로 설명하자면, 본 발명에서는 액적 트랩을 이용하여 액적이 곧바로 표면을 따라 흐르는 것이 아니라 충분히 부피가 커질 때까지 모였다가 흘러내리게 함으로써, 실제 마찰대전에 사용되는 액적의 크기를 원활하게 확대할 수 있다. 이처럼 액적의 크기가 확대됨에 따라, 한 번에 흘러내리는 액적에서 수확되는 마찰대전에 의한 전기에너지가 증대되어, 기존보다 훨씬 효율적인 에너지 하베스팅이 이루어질 수 있게 하는 효과가 있는 것이다.
- [0027] 더불어 본 발명에 의하면, 장치의 구조가 상당히 간단하여 대면적에서의 제작이 매우 용이하다는 장점이 있다. 본 발명을 실생활에 응용할 경우, 단지 우천 시의 빗방울뿐만 아니라, 외기의 온도 변화로 수증기가 응결하여 발생하는 액적을 이용할 수도 있는 등 다양한 경우에 활용할 수 있다. 또한 전극판을 투명 전극으로 제작할 경우 에너지 하베스팅 창문으로 활용할 수 있는 등, 다양한 활용이 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 마찰대전 에너지 하베스터의 원리.
- 도 2는 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 실시예.
- 도 3은 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 작동원리 설명도.
- 도 4는 트랩부 구조의 여러 실시예.
- 도 5는 트랩부 형상의 여러 실시예.
- 도 6은 전극판 형상의 여러 실시예.
- 도 7은 전극판 및 충전부 간 연결의 여러 실시예.



도 8은 트랩부가 없는 종래의 액적 마찰대전 에너지 하베스터에서의 출력 전압 개형.

도 9는 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터에서의 출력 전압 개형.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 액적 트랩을 이용한 액적 마찰대전 에너지 하베스터를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0030] [1] 마찰대전 에너지 하베스터의 원리
- [0031] 도 1은 마찰대전 에너지 하베스터의 원리를 설명하기 위한 도면이다. 도시된 바와 같이, 마찰대전 에너지 하베스터는 제1전극, 상기 제1전극 상면에 배치되는 유전체, 상기 유전체 상면으로 이동하면서 접촉면적이 변화되는 제2전극, 제1전극 및 접지 사이에 연결되는 부하를 포함한다.
- [0032] 먼저 도 1①에 도시된 바와 같이, 제2전극이 접촉하지 않은 상태일 때에는 제1전극 및 유전체가 전하를 띠지 않으므로, 부하에는 전류가 흐르지 않는다.
- [0033] 다음으로 도 1②에 도시된 바와 같이, 제2전극이 유전체 상면으로 슬라이딩 이동하여 들어오면서 접촉 및 마찰하면, 금속으로 된 제2전극으로부터 유전체로 전자가 이동하여, 유전체와 제2전극이 접촉 및 마찰된 면적 부분의 마찰면 부근에서 유전체에 (-) / 제2전극에 (+)가 대전된다. 이후 제2전극이 수평 방향으로 이동하면서 유전체와의 접촉면적이 점점 커지면서 변화하게 되면 정전기 유도 효과의 범위가 달라지며, 이에 따라 유전체 및 제1전극의 결합체에서 평형 상태를 유지하기 위해 접지로부터 제1전극으로 전자가 이동한다. 즉 이 때 전류는 제1전극에서 접지로 흐르게 된다.
- [0034] 다음으로 도 1③에 도시된 바와 같이, 유전체와 제2전극의 접촉면적이 유전체의 전체면적이 되는 순간에는, 유전체 및 제1전극의 결합체 내에서는, 마찰면 쪽에는 (-)가 대전되고 이에 대한 보상으로 제1전극 쪽에는 (+)가 대전된 상태, 즉 평형상태를 이룬다.
- [0035] 다음으로 도 1④에 도시된 바와 같이, 제2전극이 유전체 상면으로 슬라이딩 이동하여 나가면서 접촉 및 마찰하면, 도 1②에서와의 반대의 원리로, 제1전극에서 접지로 전자가 이동한다. 즉 이 때 전류는 접지에서 제1전극으로 흐르게 된다.
- [0036] 유전체 및 제1전극의 결합체와 제2전극이 지속적으로 접촉면적의 변화를 반복하면, 상술한 바와 같은 도 1①~④와 같은 과정이 순환 반복되면서 지속적인 전류를 생산할 수 있다.
- [0037] [2] 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 구성
- [0038] 2-1. 전체구성
- [0039] 도 2는 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 실시예를 도시하고 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 기반판(110), 전극판(120), 트랩부(130)를 포함할 수 있으며, 여기에 더불어 충전부(140), 지지판(150)을 더 포함할 수 있다. 이하에서 각부에 대하여 보다 상세히 설명한다.
- [0040] 상기 기반판(110)은 유전체 재질로서 도시된 바와 같은 판 형태로 형성되며, 상기 전극판(120)은 상기 기반판(110) 후면에 전도체 재질로서 역시 도시된 바와 같은 판 형태로 형성된다. 이 때 상기 기반판(110)만으로는 충분한 강성을 확보하기 어려울 수 있으므로, 상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120) 후면에 배치되어 상기 기반판(110) 및 상기 전극판(120)을 지지하는 상기 지지판(150)이 더 포함될 수 있다. 실제로 본 발명을 구현할 경우, 상기 지지판(150)은 일반적으로 액적이 잘 발생할 수 있는 환경인 실외와 면하는 유리창 등이 될 수 있다. 더불어 상기 기반판(110)의 재질, 상기 전극판(120)의 구조 및 형상 등에 있어서 다양한 변경 실시가 가능한데, 이에 대해서는 이후 상세구성 설명에서 보다 상세히 설명한다.
- [0041] 상기 트랩부(130)는, 상기 기반판(110) 상부에 형성되어 액적을 수집 및 확대하며, 확대된 액적이 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내리도록 배출하는 역할을 한다. 상기 트랩부(130) 역시 도 2에 도시된 형태로 한정되지 않고 다양한 변경 실시가 가능한데, 이에 대해서는 이후 상세구성 설명에서 보다 상세히 설명한다.
- [0042] 상기 충전부(140)는 상기 전극판(120) 및 접지 사이에 전기적으로 연결되어 전기에너지를 축적하는 역할을 한다. 이 때 상기 충전부(140)는, 도 2에 도시된 바와 같이 부하(145) 및 상기 부하(145)의 전단 또는 후단에 구비되어 전류를 정류하는 정류자(141)를 포함할 수 있다.

- [0043] 도 3은 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 작동원리를 설명하기 위한 도면으로, 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)를 전면에서 바라본 도면이다.
- [0044] 도 3(A)에 도시된 바와 같이 액적이 상기 트랩부(130)에 수집되는 동안에는, 상기 기반판(110) 전면으로 액적이 흘러내리지 않는다. 이 상태는 앞서의 마찰대전 에너지 하베스터 원리를 설명한 도 1에서의 도 1①의 상태(즉 유전체와 제2전극이 아직 접촉하지 않은 상태)에 해당하며, 이 때에는 당연히 전류가 흐르지 않는다. 이 때 아직 수집되어 확대되기 전, 즉 작은 크기의 액적들은 역시 작은 크기의 (+)를 가진다.
- [0045] 적절한 시간이 흐르는 동안 액적이 상기 트랩부(130)에 수집되면, 상기 트랩부(130) 내의 액적이 점점 확대되어, 도 3(B)에 도시된 바와 같이 확대된 액적이 상기 트랩부(130)로부터 넘쳐나와 비로소 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내리게 된다. 이 때에는 충분히 확대되어 큰 크기를 가지는 액적이 흘러내리게 되며, 이 때의 액적은 도 3에 표시된 바와 같이 수집 전의 작은 액적들에 비해 당연히 큰 크기의 (+)를 가진다.
- [0046] 액적이 상측에서 하측으로 흘러내리는 과정에서, 상기 기반판(110) 전면에서 볼 때 액적이 상기 전극판(120)에 해당하는 면적으로 진입할 때를 나타낸 것이 도 3(C)이며, 이 상태는 도 1에서의 도 1②의 상태(즉 유전체로 제2전극이 슬라이딩 이동하여 들어오면서 접촉면적이 점점 커지는 상태)에 해당한다. 이 때에는 도 1②에서 설명한 바와 같은 원리로 접지로부터 상기 전극판(120)으로 전자가 이동하며, 전류는 상기 전극판(120)에서 접지로 흐르게 된다.
- [0047] 액적이 상기 전극판(120)에 해당하는 면적 안에서 이동하는 동안에는, 실질적으로 액적(도 1에서의 제2전극에 해당) 및 기반판(도 1에서의 유전체에 해당) 간의 접촉면적, 즉 액적 및 전극판(도 1에서의 제1전극에 해당) 간의 겹침면적이 변화하지 않는다. 따라서 도 1③에서 설명한 바와 같은 원리로 이 때에는 전류가 흐르지 않는다.
- [0048] 액적이 계속 흘러내림에 따라 액적이 상기 전극판(120)에 해당하는 면적에서 진출할 때를 나타낸 것이 도 3(D)이며, 이 상태는 도 1에서의 도 1④의 상태(즉 유전체로부터 제2전극이 슬라이딩 이동하여 나가면서 접촉면적이 점점 작아지는 상태)에 해당한다. 이 때에는 도 1④에서 설명한 바와 같은 원리로 상기 전극판(120)으로부터 접지로 전자가 이동하며, 전류는 접지에서 상기 전극판(120)으로 흐르게 된다.
- [0049] 즉 요약하자면, 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)에서는, 상기 트랩부(130)에 수집 및 확대된 액적이 배출되어 상기 기반판(110) 전면으로 흘러내림으로써 액적 및 상기 전극판(120) 간의 겹침면적이 변화됨에 따라 발생하는 마찰대전에 의한 전기에너지를 생성하게 된다.
- [0050] 종래에도 이러한 원리의 에너지 하베스터가 연구되었으나, 종래에는 장치 표면에 형성된 액적이 그대로 흘러내리게 하였기 때문에, 작은 크기의 액적들이 흘러내리게 되었다. 이러한 작은 크기의 액적들은 당연히 작은 크기의 (+)를 가질 뿐으로, 따라서 에너지 하베스터에서 발생하는 출력 전압의 피크는 보다 빈번하기는 하되 크기가 상당히 작아, 노이즈와의 구분이 어려운 수준이었다. 따라서 종래에는 실질적으로 효과적인 에너지 수확이 원활하게 이루어지지 못하는 문제가 있었다.
- [0051] 그러나 본 발명에서는, 장치 표면에 형성된 액적이 그대로 흘러내리게 하는 것이 아니라, 도 3(A), (B)의 과정에서 보이는 바와 같이, 상기 트랩부(130)를 이용하여 액적을 수집하여 충분히 확대시킨 후 흘러내리게 한다. 이에 따라 충분히 큰 크기의 액적들이 충분히 큰 크기의 (+)를 가지며, 따라서 에너지 하베스터에서 발생하는 출력 전압의 피크는 (종래에 비해 조금 덜 빈번하기는 하겠으나) 충분히 크기가 커서 노이즈와 확연히 구분될 수 있다. 이에 따라 본 발명에 의하면, 종래에 비해 훨씬 효과적으로 원활하게 에너지 수확을 실현할 수 있다.
- [0052] 더불어 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는 다음과 같은 장점을 더 가진다. 액적이 (+)로 대전되어 있고 유전체가 (-)로 대전되어 있는 경우에 액적과 유전체 사이에 정전기력이 발생하여 액적이 유전체에 달라붙어서 굴러 떨어지지 않을 수 있다. 이 경우 정전기력이 면에 대하여 수직력으로 작용하여 마찰력이 증가하는 것으로 여겨진다. 그러나 본 발명에서는 액적을 트랩시킨 후 떨어뜨리게 되면 상대적으로 중력의 영향이 커지기 때문에 작은 액적의 경우보다 더 빠른 속도로 떨어지게 되며, 이는 결국 출력의 증가를 가져올 수 있다.
- [0053] 한편 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)를 창문과 같은 대면적에 적용하는 경우, 매우 많은 쌍의 에너지 하베스터로 구성이 될 수 있다. 이 때 작은 액적들이 무차별적으로 이동하게 된다면, 액적들이 일부는 전극으로 진입하나, 일부는 전극에서 빠져나오게 되어 전압이 서로 상쇄(cancellation)가 발생할 우려가 있다. 모든 개별 전극에서 각각 정류하는 경우에는 정류기에 의한 일부 전압강하가 있고 나머지는 모두 저장할 수 있으나, 전극쌍이 매우 많은 경우에는 이것이 불가능하게 된다. 따라서 액적을 모아서 떨어지는 액적의 개수 자체를 줄임으로써 이러한 상쇄 현상 또한 감소시킬 수 있다.

[0054] 2-2. 상세구성 : 트랩부

[0055] 이하에서는 상기 트랩부(130)의 구조 및 형상의 여러 실시예에 대하여 설명한다.

[0056] 도 4는 트랩부 구조의 여러 실시예를 도시하고 있다. 도 4(A)는 친수성 및 소수성 표면을 이용한 트랩부 구조이며, 도 4(B)는 단차를 이용한 트랩부 구조이다. 도 4에서는 도면을 간략화하기 위해 상기 충전부(140)에 상기 부하(145)만을 도시하였으나, 물론 상기 정류자(141)가 더 포함되어도 무방함은 당연하다. 각각에 대하여 설명하면 다음과 같다.

[0057] 도 4(A)의 실시예에서는, 상기 기반판(110)이 유전체 재질임과 동시에 소수성 재질로 형성되게 한다. 더불어 상기 트랩부(130)가, 친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 상부에 코팅된 박막 형태로 형성되게 한다. 이 때 친수성/소수성은 상대적으로 나뉘는 것이므로, 상기 트랩부(130)의 재질이 상기 기반판(110)의 재질보다 더 친수성을 띠지만 하면 되며, 굳이 상기 기반판(110)의 재질이 한정지어질 필요는 없다. 이와 같이 상기 트랩부(130)가 상기 기반판(110)에 비하여 친수성을 띠도록 함으로써, 액적이 상기 트랩부(130) 부분에 집중적으로 모여 맺히게 되며, 따라서 액적의 수집 및 확대가 원활하게 이루어질 수 있다.

[0058] 도 4(B)의 실시예에서는, 상기 기반판(110) 등의 재질에는 제한이 없으며, 대신 상기 트랩부(130)의 물리적 형태로서 액적의 수집을 수행한다. 즉 이 때의 실시예에서는 상기 트랩부(130)가, 상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성되게 한다. 이 때 상기 트랩부(130)로서 형성되는 단차는, 도 4(B) 좌측의 측면도에 보이는 바와 같이, 전방에서 후방으로 갈수록 상방에서 하방으로 향하는 경사가 형성되도록 하는 것이 더욱 바람직하다. 이와 같이 상기 트랩부(130)가 단차진 형태를 가지도록 함으로써, 역시 액적이 상기 트랩부(130) 부분에 집중적으로 모여 맺힐 수 있게 된다.

[0059] 더불어 상기 액적 마찰대전 에너지 하베스터(100)는, 상기 트랩부(130)에서 흘러내리는 액적을 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 안내부(135)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 이 때 상기 안내부(135) 역시 상기 트랩부(130)와 유사하게, 친수성 재질로 형성되어 상기 기반판(110) 전면 일부에 코팅된 박막 형태로 형성되거나, 상기 기반판(110) 전면 상부가 후방으로 함몰된 단차 형태로 형성될 수 있다. 도 4에서는 상기 트랩부(130)가 친수성+소수성 형태인 경우에 상기 안내부(135)도 친수성+소수성 형태이도록 하고(도 4(A)), 상기 트랩부(130)가 단차 형태인 경우에 상기 안내부(135)도 단차 형태이도록 한 것(도 4(B))으로 도시되었으나, 물론 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 즉 서로 뒤바꾸어 형성할 수도 있는 등 필요에 따라 [상기 트랩부(130) / 상기 안내부(135)]가 [친수성+소수성 형태 / 단차 형태]가 되게 하거나 또는 그 반대로 하는 등과 같이 하여도 무방하다. 다만 제작 편의성 등을 고려할 때 상기 트랩부(130) 및 상기 안내부(135)가 동일한 형태인 것이 좀더 바람직하다.

[0060] 더불어 상기 트랩부(130) 및 상기 안내부(135)의 구조는 상술한 형태에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 취지에 따라 액적을 효과적으로 수집 및 확대할 수 있는 구조라면 어떤 것으로 변경 실시되어도 무방하다.

[0061] 도 5는 트랩부 형상의 여러 실시예를 도시하고 있는데, 모두 전면에서 본 형상을 도시하고 있다.

[0062] 도 5(A)에서는, 상기 트랩부(130)가, 하측이 평평한 하나의 변으로 형성되는 도형 형태이거나(도 5(A) 좌측), 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태(도 5(A) 우측)인 예시를 도시하고 있다. 도 5(A) 좌측 형상은 물론 가장 제작하기 용이하며, 액적이 수집되었다가 흘러내리는 위치가 무작위적으로 형성될 수 있다. 도 5(A) 우측 형상 역시 상당히 단순한 형상으로 제작이 용이할뿐더러, 꼭지점 위치에 액적이 보다 잘 모이게 되므로 액적이 흘러내리는 위치를 원하는 대로 설정할 수 있다.

[0063] 도 5(B)에서는, 상기 트랩부(130)가, 액적의 수집 및 확대를 보다 원활하게 수행하기 위하여, 하측의 적어도 하나의 지점에 하방으로 돌출되며 원 또는 타원 형태로 형성되는 확대부(131)를 포함하는 예시를 도시하고 있다. 이 때 상기 트랩부(130) 형상이 도 5(A) 우측 형상과 같이 꼭지점을 가지는 도형일 경우, 상기 확대부(131)는 도 5(B) 우측 형상에 도시된 바와 같이 상기 꼭지점 위치에 형성되는 것이 바람직하다.

[0064] 도 5(C)에서는, 상기 트랩부(130)가, 상술한 바와 같은 형상들이 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태인 예시를 도시하고 있다. 이와 같이 함으로써 액적이 여러 위치에서 흘러내릴 수 있게 되며, 특히 (이후 보다 상세히 설명하겠지만) 상기 전극판(120)이 복수 개가 좌우로 배열되어 있는 경우에 도 5(C)와 같은 형태의 상기 트랩부(130)와 조합하는 것이 좋다.

[0065] 한편 상기 안내부(135)가 미리 결정된 궤적 형태로 안내하는 역할을 한다고 설명하였는데, 이 때 상기 안내부(135)가 형성하는 궤적은, 상기 트랩부(130)의 수직 하방으로 연장된 적어도 하나의 직선 형태인 것이 바람직하다.

다. 특히, 상기 트랩부(130)가 하방으로 돌출된 꼭지점 및 상기 꼭지점을 향해 마주보게 경사진 한 쌍의 변을 포함하는 형태가 하나 또는 좌우로 복수 개가 배열된 도형 형태일 경우(도 5(A), (B), (C) 각각의 좌측 형상), 상기 확대부(131)와 마찬가지로, 상기 안내부(135)는 상기 꼭지점 위치에 형성되는 것이 바람직하다.

## [0066] 2-3. 상세구성 : 전극판

[0067] 이하에서는 상기 전극판(120)의 형상 및 충전부와 연결의 여러 실시예에 대하여 설명한다.

[0068] 도 6은 전극판 형상의 여러 실시예를 도시하고 있다. 도 6에서는 도면을 간략화하기 위해 상기 안내부(135), 상기 충전부(140) 등을 생략하여 도시하였다.

[0069] 앞서도 설명한 바와 같이 상기 전극판(120) 위치로 액적이 진입 또는 진출할 때 피크 전압이 발생한다. 이 때 액적이 흘러내리는 궤적이 대략 수직 하방으로 연장된 직선 형태이기 때문에, 이에 가장 효과적으로 대응할 수 있도록 상기 전극판(120)은 수평으로 연장되는 바 형태로 형성되는 것이 바람직하다. 이 때 도 6(A)에 도시된 바와 같이 상기 전극판(120)이 단일 개의 바로 이루어질 수도 있고, 또는 도 6(B)에 도시된 바와 같이 복수 개의 서로 독립적인 바들이 상하 방향으로 배열된 형태로 형성될 수도 있다.

[0070] 한편 도 6(C)의 형상은 도 6(B)의 형상이 좀더 발전된 형상으로서, 상기 전극판(120)이, 복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되되, 각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 연결되어 복수 개의 바들이 일체화된 형태로 형성된다. 이 때 양단이 모두 연결되어 일자 같은 형태를 이루게 할 수도 있으나, 도시된 바와 같이 각각의 바의 좌측 또는 우측 끝단이 교번되게 연결되어, 전체적으로 사행 형태로 형성되게 하는 것이 바람직하다.

[0071] 또한 도 6(D)의 형상은, 복수 개의 바들이 상하 방향으로 배열되어 이루어지는 바 세트가, 좌우 방향으로 복수 개 배열된 형태로 형성되는 예시를 도시하고 있다. 특히 장치가 대면적으로 형성되는 경우 도 6(D)와 같은 형상을 적용하는 것이 바람직하다. 더불어, 앞서 상기 확대부(131)에 대하여 설명하면서, 상기 확대부(131)에 의해 액적이 흘러내리는 위치를 미리 결정할 수 있다고 기술하였다. 따라서 도 6(D)에 도시된 바와 같이 상기 확대부(131)도 복수 개 배열되게 하되 각각의 바 세트 및 각각의 상기 확대부(131)가 짝지어 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0072] 도 7은 전극판 및 충전부 간 연결의 여러 실시예를 도시하고 있는데, 특히 상기 전극판(120)이 도 6(B)에 도시된 바와 같이 복수 개의 서로 독립적인 바들이 상하 방향으로 배열된 형태로 형성된 경우에 대한 연결 실시예들을 도시한다. 도 6(A) 또는 도 6(C)의 실시예에서는 상기 전극판(120)이 단일 개의 몸체로 되어 있어 상기 충전부(140)와의 연결이 직관적으로 자명하므로 별도의 실시예를 설명하지 않는다. 더불어, 도 7에서는 도면을 간략화하기 위해 상기 충전부(140)에 상기 부하(145)만을 도시하였으나, 물론 상기 정류자(141)가 더 포함되어도 무방함은 당연하다.

[0073] 도 7(A)에서는, 복수 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 하나씩 연결된 형태로 형성되는 예시를 도시하고 있다. 이와 같은 전기적 연결은 직관적으로 구현이 용이하기는 하나, 불필요하게 부피가 많아지게 될 수 있다. 도 7(B)에서는, 단일 개의 상기 충전부(140)가 복수 개의 바 각각에 한꺼번에 연결된 형태로 형성되는 예시를 도시하고 있다. 이와 같이 구성할 경우 장치를 보다 컴팩트하게 구성할 수 있다.

## [0074] [3] 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터의 실험 결과

[0075] 도 8은 트랩부가 없는 종래의 액적 마찰대전 에너지 하베스터에서의 출력 전압 개형을, 도 9는 본 발명의 액적 마찰대전 에너지 하베스터에서의 출력 전압 개형을 각각 도시하고 있다.

[0076] 종래에는 본 발명의 상기 트랩부(130)에 해당하는 부분이 없었기 때문에, 다수의 작은 액적이 보다 빈번하게 흘러내리면서 에너지 수확이 수행된다. 따라서 도 8에 도시된 바와 같이 출력 전압에서 명확한 피크가 나타나지 않으며, 이에 따라 에너지 수확이 효과적으로 이루어지지 못한다.

[0077] 반면 본 발명의 경우 액적의 부피를 확실히 확대(실험예의 경우 종래보다 단일 액적의 부피가 2.5배 확대)시켜 흘러내리게 한다. 따라서 도 9에 도시된 바와 같이 출력 전압에서 명확한 피크가 나타나며, 이에 따라 종래에 비해 훨씬 효과적인 에너지 수확을 실현할 수 있다.

[0078] 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.

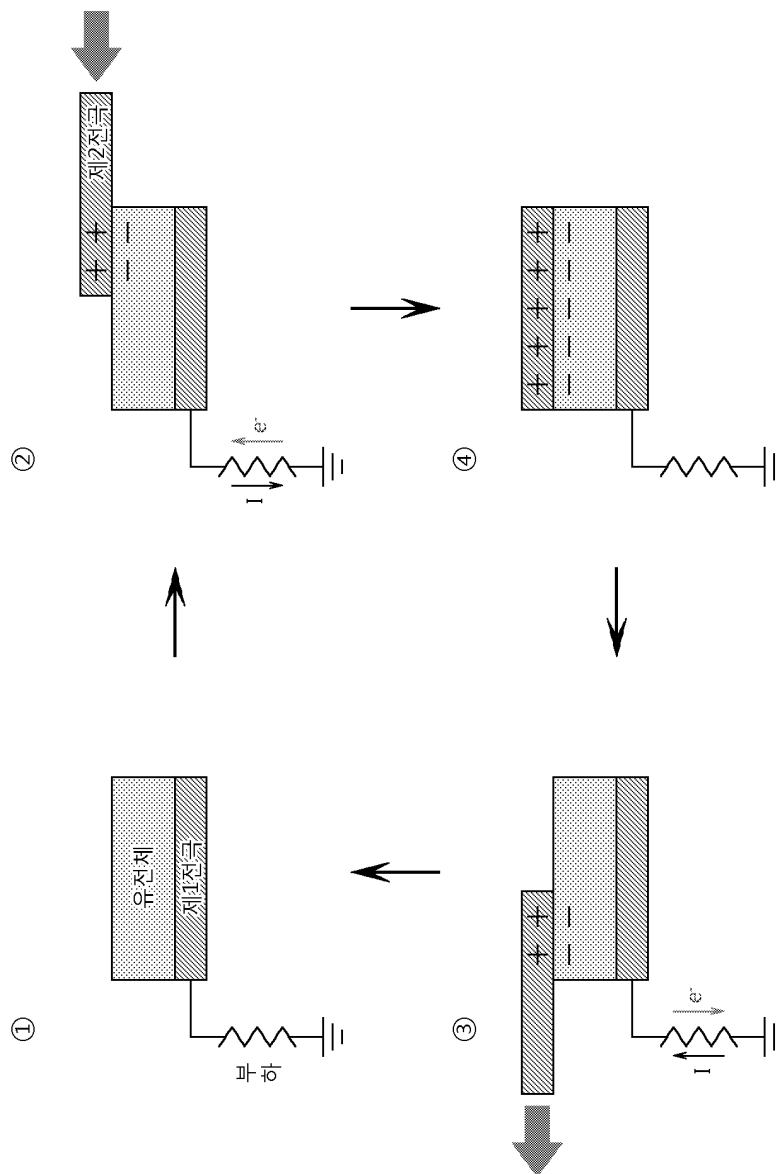
# 부호의 설명

[0079]

100: 액적 에너지 하베스터  
 110: 기반판 120: 전극판  
 130: 트랩부 131: 확대부  
 135: 안내부  
 140: 충전부 141: 정류자  
 145: 부하  
 150: 지지판

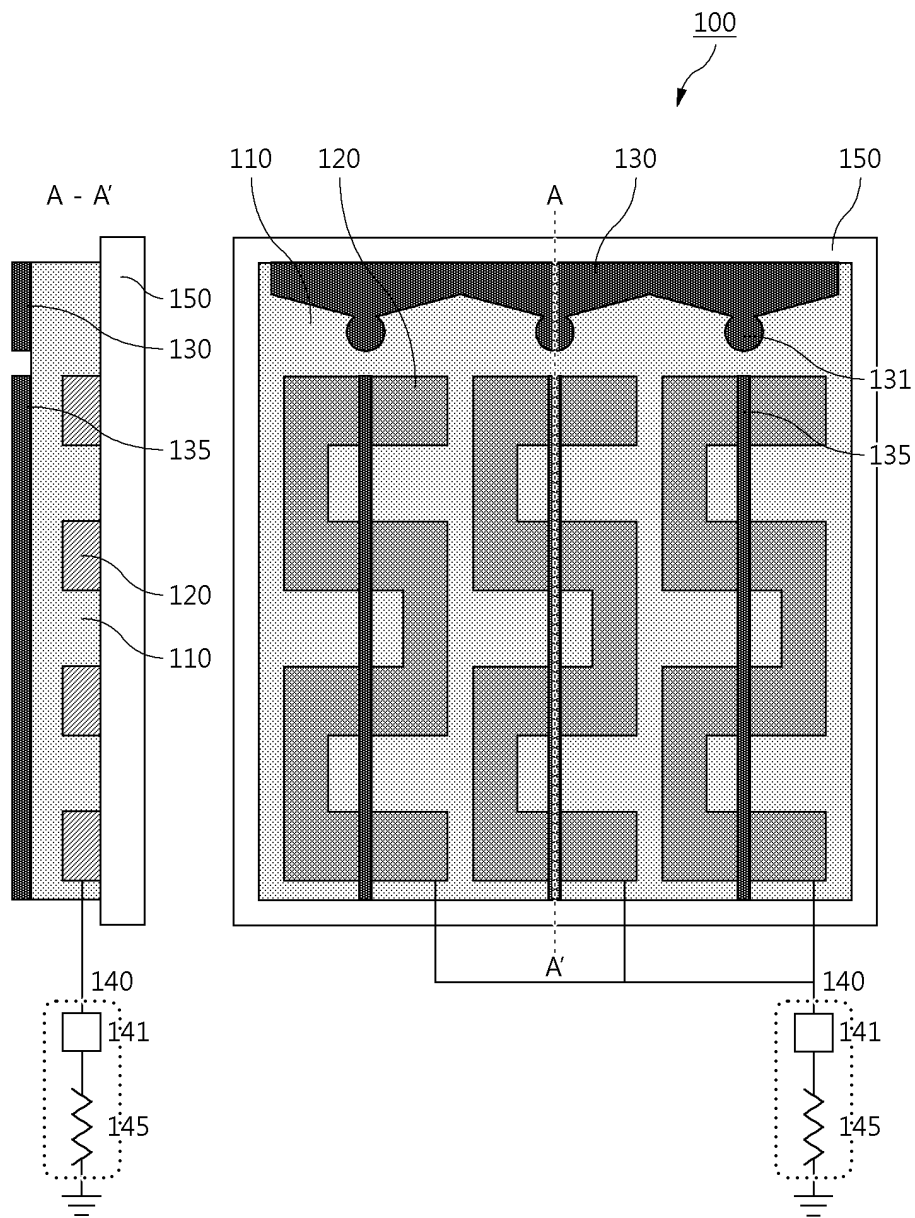
# 도면

## 도면1

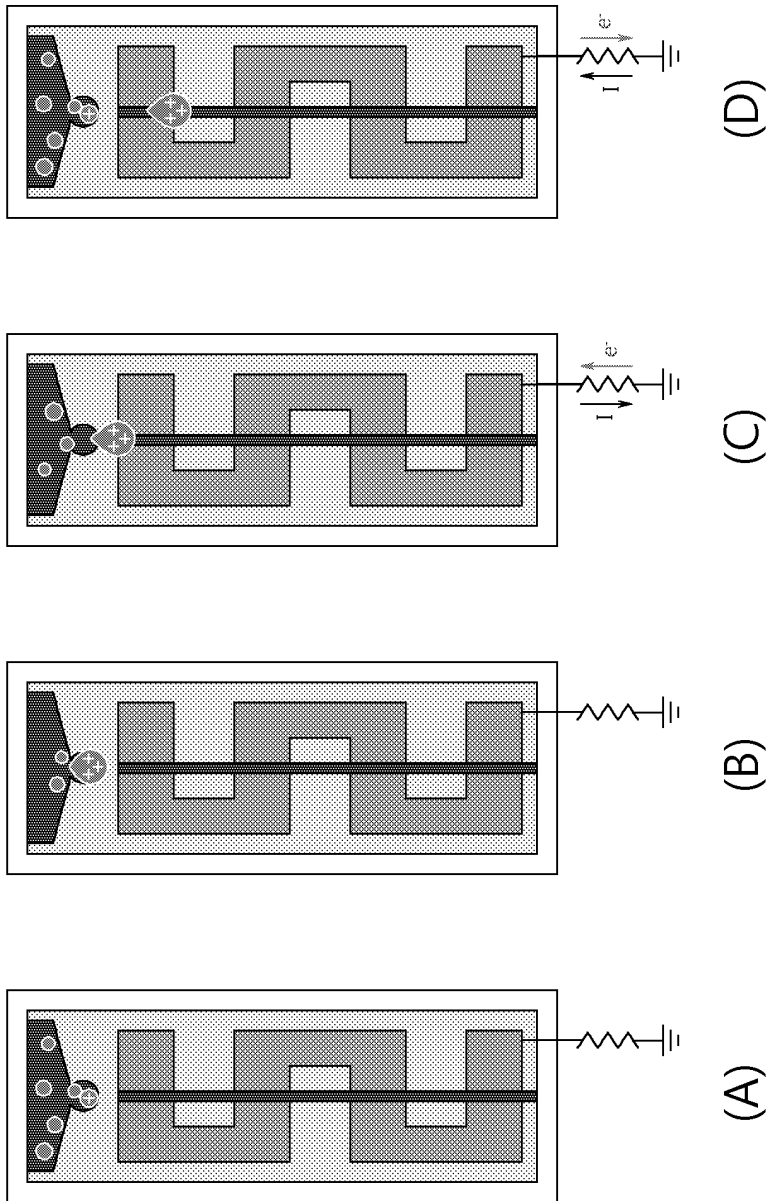




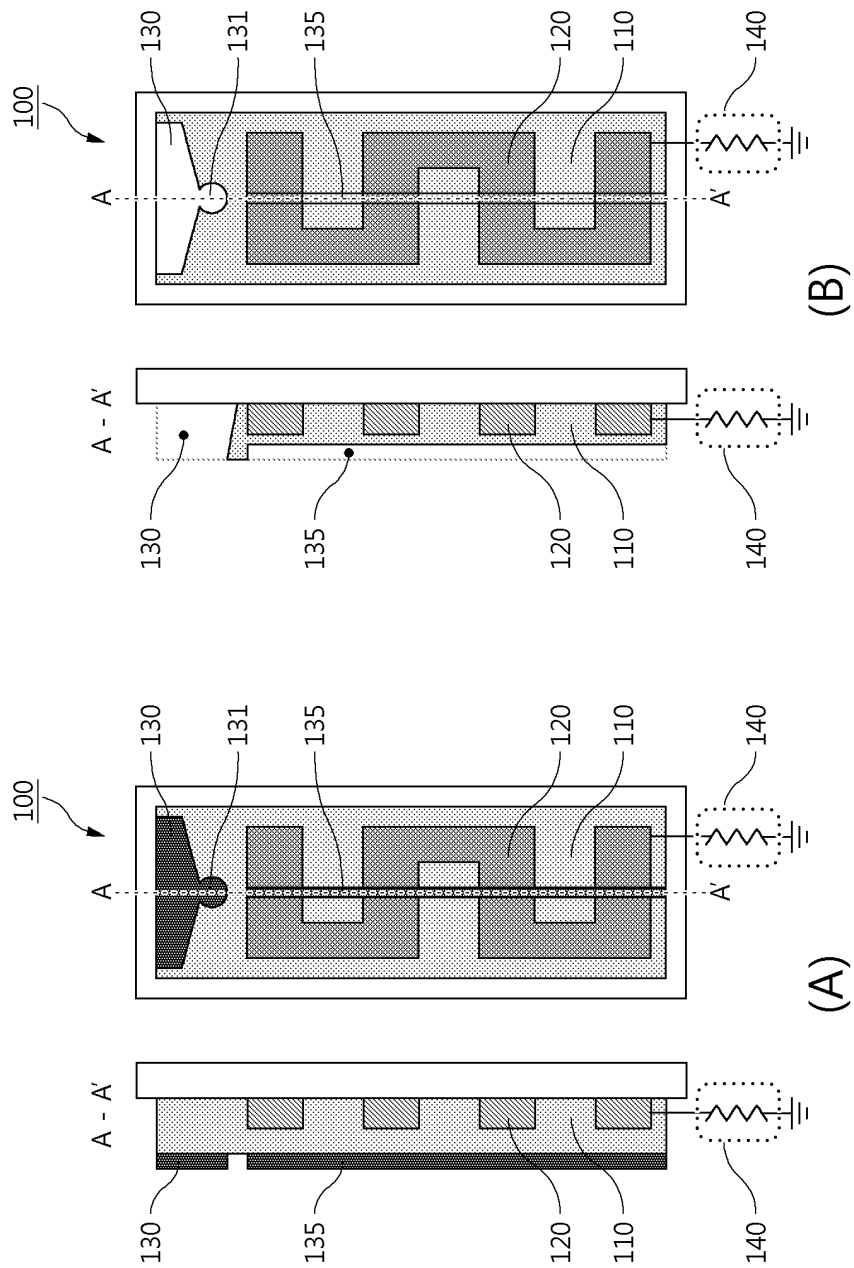
도면2



도면3

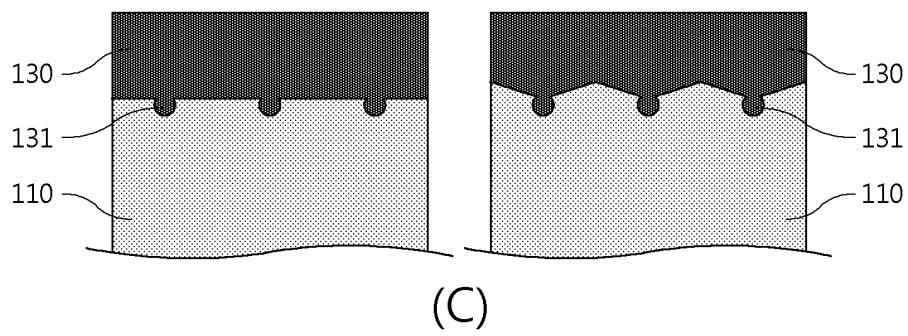
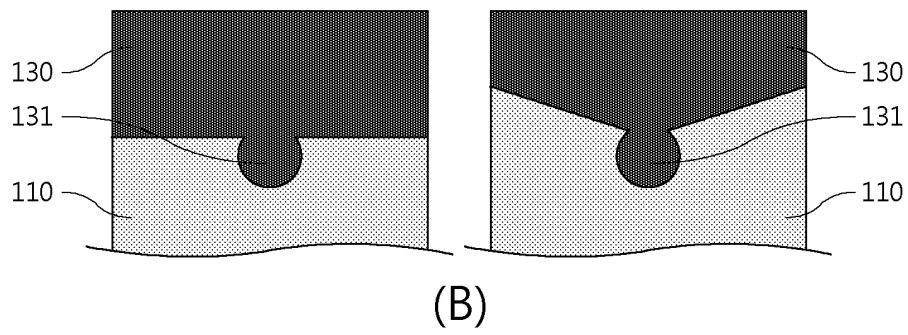
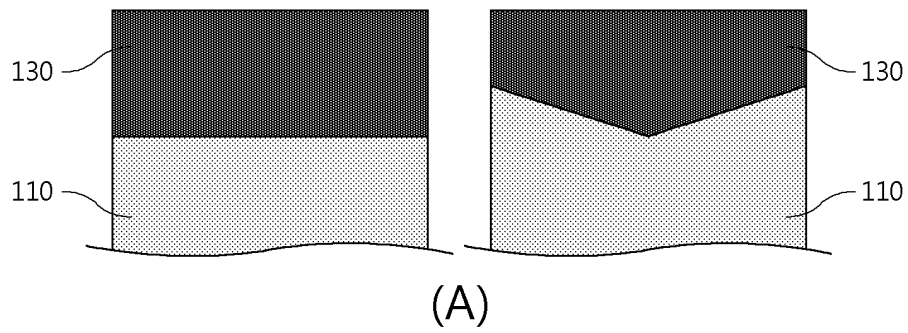


도면4

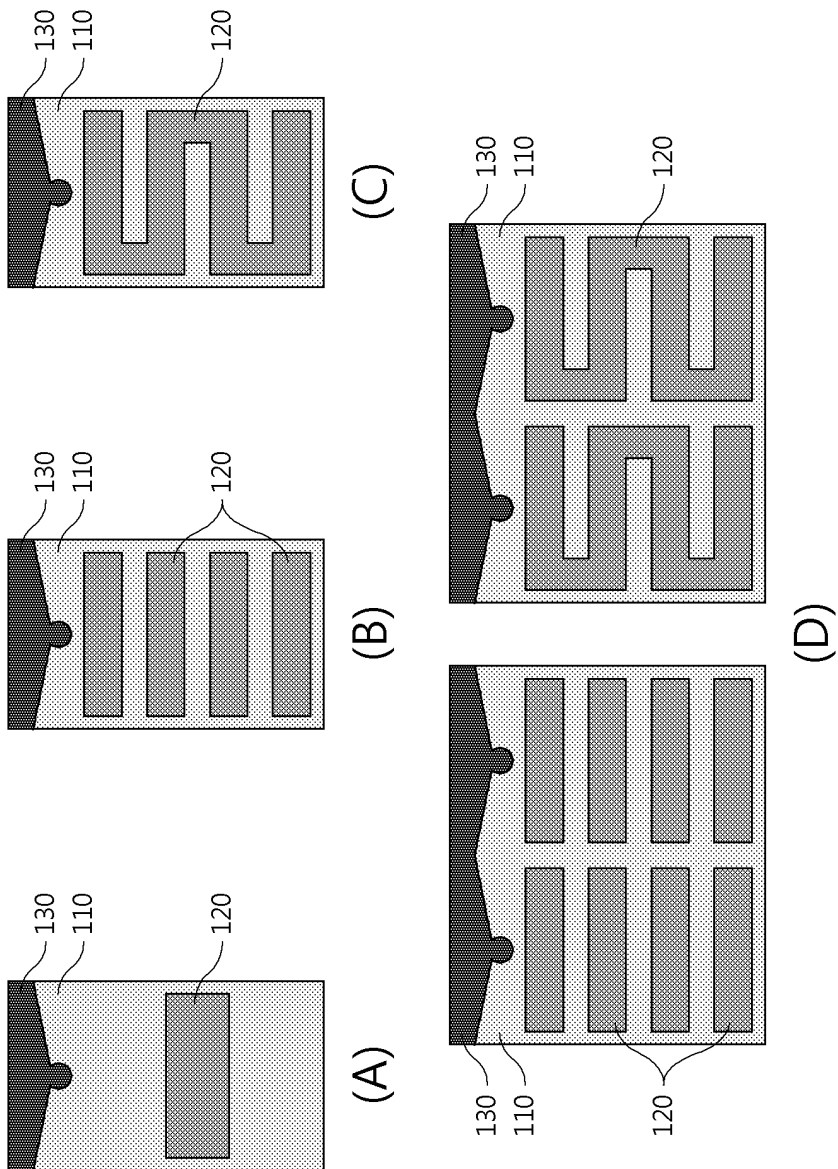




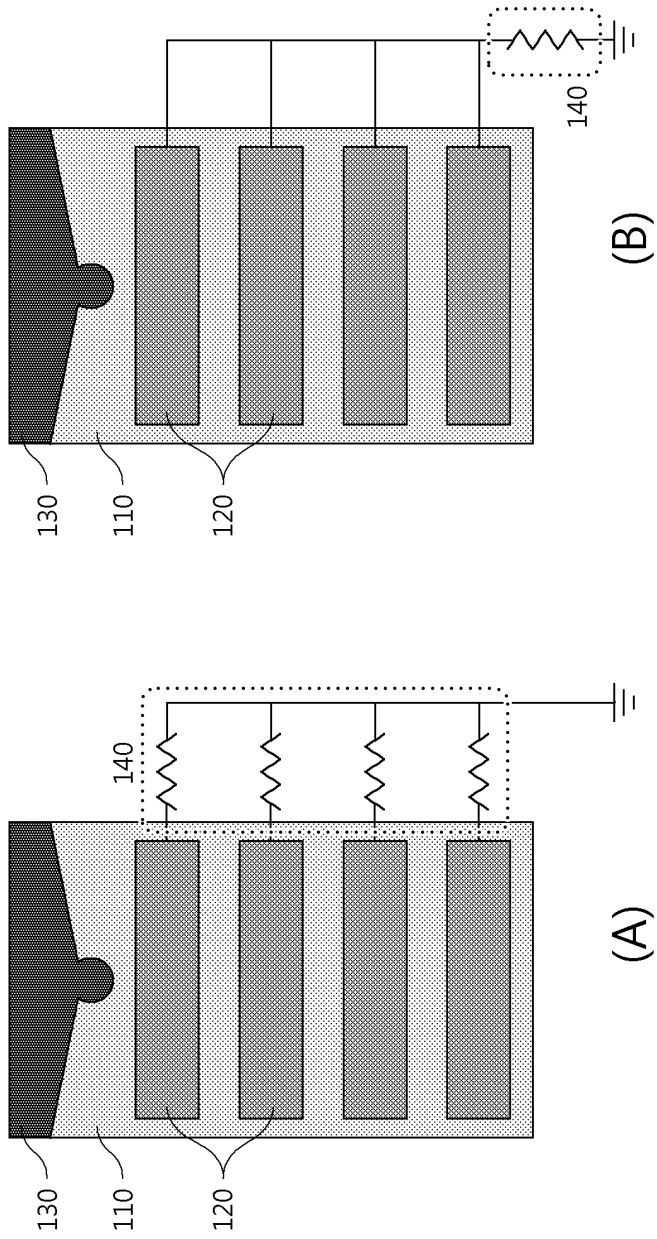
도면5



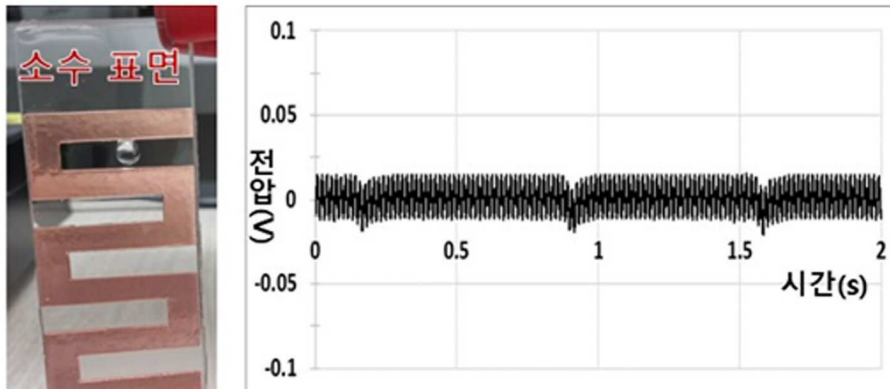
도면6



도면7



도면8



도면9

