



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0056811
(43) 공개일자 2016년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 1/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02N 1/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0157097

(22) 출원일자 2015년11월10일

심사청구일자 2015년11월10일

(30) 우선권주장

1020140156070 2014년11월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

백정민

울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-25번(동문굿모닝힐 103동605호)

천진성

서울 은평구 증산로15길 11, 삼성부동산 (증산동)

예병욱

대구광역시 서구 중리동 중리광명아파트 B동 606호

(74) 대리인

리엔목특허법인, 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 19 항

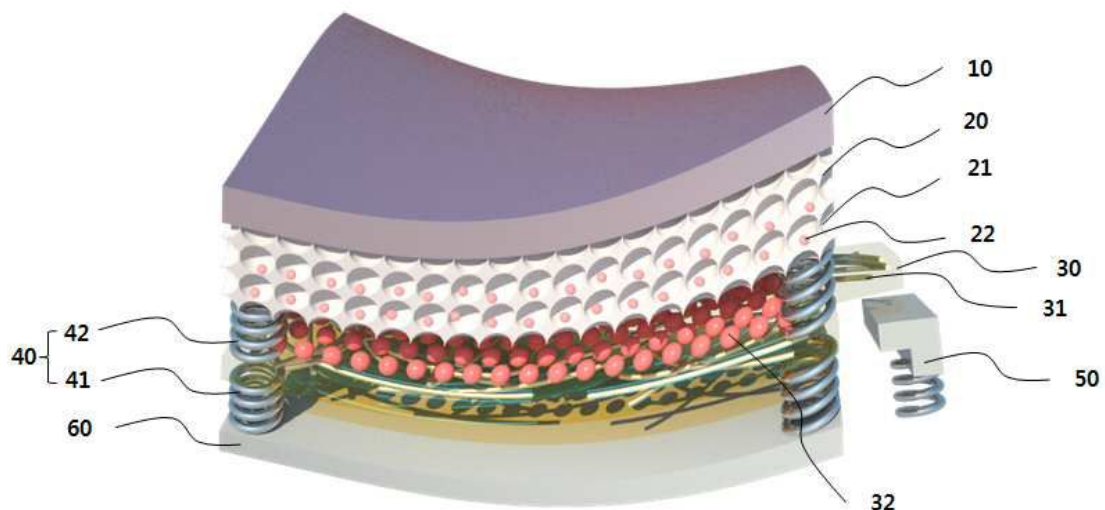
(54) 발명의 명칭 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법은 (a) 준비된 기판에 제2 전극을 형성시키는 단계; (b) 제2 전극의 하부에 스펀지 구조의 음전하 대전체를 형성시키는 단계; (c) 음전하 대전체에서 톨루엔(toluene)용액을 이용하여 폴리머 구형 입자를 제거하는 단계; (d) 음전하 대전체 내부에 금속입자르 침투시키는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단계 (e) 전하 생성을 위해 음전하 대전체 하부로 소정 거리만큼 이격된 위치에 양전하 대전체를 형성시키는 단계; (f) 양전하 대전체 표면을 나노 구조화 하는 단계; (g) 나노 구조화된 양전하 대전체 표면을 제2 금속입자로 코팅하는 단계; (h) 양전하 대전체의 일측 하방으로 일정 거리 유지하여 전하분리를 위한 접지층을 형성시키는 단계; 및 (i) 양전하 대전체 하부로 일정거리만큼 이격된 위치에 전하의 축적을 위한 제1 전극을 형성시키는 단계;를 포함하여 소형화가 가능하고, 바람, 진동, 소리와 같은 미세한 에너지에 의해 고효율 에너지 생산이 가능하고, 에너지 수집에 따른 비용발생을 현저하게 절감시킬 수 있는 효과가 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전극(60);

상기 제1 전극(60)과 이격되어 설치된 양전하 대전체(30);

상기 양전하 대전체(30)와 상기 제1 전극(60)의 반대방향으로 이격되어 설치된 음전하 대전체(20);

상기 음전하 대전체(20)와 일부 접촉하여 설치된 제2 전극(10);

상기 제1 전극(60)과 상기 양전하 대전체(30) 사이에 형성된 제1 탄성 지지부(41);

상기 양전하 대전체(30)와 상기 제2 전극(10) 사이에 형성된 제2 탄성 지지부(42); 및

상기 양전하 대전체(30)와 단속적으로 접촉하도록 상기 양전하 대전체(30)와 소정 거리만큼 이격되어 형성된 접지층(50);을 포함하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 외부 하중이 가해짐에 따라, 상기 양전하 대전체(30) 하부의 음전하들이 상기 제1 전극(60) 표면에 양전하를 유도하여, 상기 제2 전극(10)에서 제1 전극(60)으로 전자들이 이동함에 따라 출력 전류를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1 탄성 지지부(41)와 상기 제2 탄성 지지부(42)는 상이한 스프링 상수(k)를 갖는 스프링으로 이루어진 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 외부 하중이 지속적으로 가해지는 경우, 상기 제2 탄성 지지부(42)가 상기 제1 탄성 지지부(41)보다 먼저 수축되고, 상기 외부 하중이 제거되는 경우 상기 제2 탄성 지지부(42)와 상기 제1 탄성 지지부(41)가 동시에 이완되는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 접지층(50)은

금속, 세라믹 또는 폴리머 물질로 구성되고, 접지에 의해 상기 양전하 대전체(30)내에 존재하는 음전하를 선택적으로 제거하여, 양전하만 대전된 상기 양전하 대전체(30)가 정전기 유도방식으로 상기 제1 전극(60)에 전하를 축적하도록 하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 음전하 대전체(20)는

0.1 μ m 내지 30 μ m의 기공(21)이 다수 형성된 스펀지 구조를 포함하는 나노 구조화된 표면을 갖는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기.

청구항 7

(a) 준비된 기판에 제2 전극(10)을 형성시키는 단계;

(b) 상기 제2 전극(10)의 하부에 음전하 대전체(20)를 형성시키는 단계;

(c) 전하 생성을 위해 상기 음전하 대전체(20) 하부로 소정 거리만큼 이격된 위치에 양전하 대전체(30)를 형성시키는 단계;

(d) 상기 양전하 대전체(30) 표면을 나노 구조화하는 단계;

(e) 나노 구조화된 상기 양전하 대전체(30) 표면을 제2 금속입자(32)로 코팅하는 단계;

(f) 상기 양전하 대전체(30)의 일측 하방으로 일정 거리 유지하여 전하분리를 위한 접지층(50)을 형성시키는 단계; 및

(g) 상기 양전하 대전체(30) 하부로 일정거리만큼 이격된 위치에 전하의 축적을 위한 제1 전극(60)을 형성시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 (b)단계는

(b-1) 액체와 혼합된 폴리머 구형 입자들을 배열시키는 단계;

(b-2) 대기 중에서의 건조를 통해 상기 액체를 제거하는 단계; 및

(b-3) 상기 액체가 제거된 폴리머 구형 입자들에 액체상태의 음전하를 채워 넣는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 (b)단계 이후에

(c) 상기 음전하 대전체(20)에서 톨루엔(toluene)용액을 이용하여 상기 폴리머 구형 입자를 제거하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 (c)단계 이후에

(d) 상기 음전하 대전체(20) 내부에 제1 금속입자(22)를 침투시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 11

제 7항에 있어서,

상기 (f) 단계는

(f-1) 실리콘 기판위에 포토리소그래피를 이용하여 패터닝을 하는 단계;

(f-2) 상기 패터닝이 완료되면 Buffered Oxide Etchant(BOE)를 이용하여 옥사이드 층을 제거하는 단계;

(f-3) KOH 용액을 이용하여 상기 실리콘을 에칭하여 상기 패터닝된 패턴 형태에 따라 라인, 큐브, 피라미드 형태로 파여진 몰드를 제작하는 단계;

(f-4) 제작된 상기 몰드 위에 경화전의 Ag 나노선과 폴리머 복합체를 스핀코팅하는 단계;

(f-5) 진공상태에서 상기 스핀코팅시 발생한 기포를 제거한 뒤, 자외선(ultraviolet) 노출을 통해 상기 Ag 나노선과 폴리머 복합체인 Ag 나노선 폴리머를 경화시키는 단계; 및

(f-6) 경화된 상기 Ag 나노선 폴리머를 상기 실리콘 몰드로부터 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 12

제 7항에 있어서,

상기 접지층(50)은

금속, 세라믹 또는 폴리머 물질로 구성되고, 접지에 의해 상기 양전하 대전체(30)내에 존재하는 음전하를 선택적으로 제거하여, 양전하만 대전된 상기 양전하 대전체(30)가 정전기 유도방식으로 상기 제1 전극(60)에 전하를 축적하도록 하는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 13

제 7항에 있어서,

상기 외부 하중이 가해짐에 따라, 상기 양전하 대전체(30) 하부의 음전하들이 상기 제1 전극(60) 표면에 양전하를 유도하여, 상기 제2 전극(10)에서 제1 전극(60)으로 전자들이 이동함에 따라 출력 전류를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 14

제 7항에 있어서,

상기 제1 전극(60)과 상기 양전하 대전체(30) 사이에 제1 탄성 지지부(41)가 개재되어 있고, 상기 양전하 대전체(30)와 상기 제2 전극(10) 사이에 제2 탄성 지지부(42)가 개재되어 있는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제1 탄성 지지부(41)와 상기 제2 탄성 지지부(42)는 상이한 스프링 상수(k)를 갖는 스프링으로 이루어진 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 16

제 7항에 있어서,

상기 음전하 대전체(20)는

0.1 μ m 내지 30 μ m의 기공(21)이 다수 형성된 스펀지 구조를 포함하는 나노 구조화된 표면을 갖는 것을 특징으로 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법.

청구항 17

전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 음전하 대전체 제조방법에 있어서,

(A1) 폴리머 구형 입자(Polystyrene, silica, PMMA 등)를 액체와 혼합하는 단계;

(A2) 상기 액체가 혼합된 상기 폴리머 구형 입자(Polystyrene, silica, PMMA 등)들을 배열시키는 단계;

(A3) 대기 중에서의 건조를 통해 상기 액체를 제거하는 단계;

(A4) 상기 폴리머 구형 입자에 액체상태의 음전하를 혼합하는 단계; 및

(A5) 상기 폴리머 구형 입자에 액체상태의 음전하를 채워 넣는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 음전하 대전체 제조방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 액체는

제1 금속입자(22: Au, Ag, Al, Ni, Pt)들을 포함하되, 상기 제1 금속입자(22)들이 상기 음전하 대전체의 기공(21)에 침투하는 것을 특징으로 하는 음전하 대전체 제조방법.

청구항 19

전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 양전하 대전체 제조방법에 있어서,

(B1) 스펀코팅 방법을 이용하여 Ag 나노선(31)을 평평한 기판 위에 고르게 분산 시키는 단계;

(B2) 신축성이 있는 에폭시계 폴리머를 분산된 상기 Ag 나노선(31)에 코팅하여 복합체를 형성하는 단계; 및

(B3) 상기 Ag 나노선(31) 상부 표면에 제2 금속입자(32)를 코팅하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 양전하 대전체 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 번개 생성 원리를 신개념인 ‘전하펌프(전하생성기, 전하분리기, 그리고 전하축적기를 통합한 시스템)’로 재해석하여 기존 연구의 단위기술 확보에만 중점을 두지 않고 전하펌프 시스템 설계를 위한 대전체 신소재 개발, 소자 설계, 그리고 시스템 설계의 통합시스템 구현함으로써 고출력 인공 번개 발전기를 구현하고자 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은 효과적인 전하 분리를 위해 정전기 유도현상 기반의 접지층과 도체간의 전하 분포 형상을 이용한 전하 축적기를 도입하고 진동구조 모델링에 기반을 둔 소자 구조를 설계하며 외부에너지의 효율적 전달을 위

한 시스템 설계 및 신뢰성 확보를 통해 향후 지속 가능한 친환경 고출력의 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 자연에서 만들어지는 번개는 한번 방출 시 대략 10억 줄(Joule) 이상의 에너지를 지표면으로 전달하는데, 이를 에너지화 시킨다면 청정에너지원으로 큰 전력생산이 가능할 것이다.
- [0004] 하지만 고가의 lightning tower를 건설해야 하고 출력 방출 시간이 매우 짧아 수확 및 충전 효율이 낮은 등 현실적인 문제점이 있다.
- [0005] 번개의 생성 원리는 번개구름(적란운) 내에 존재하는 수증기 분자가 얼음 결정과의 마찰에 의한 것으로 마찰에 의해 생긴 양음전하가 얼음 결정의 밀도에 따라 효과적으로 분리되어 구름 상하부에 축적되고 이에 생긴 큰 포텐셜에 의해 다량의 전하를 방출하는 것이다. 이러한 원리를 손바닥만한 크기에서 구현이 가능하다면 다양한 종류의 휴대용 전자제품에 적용이 가능하며 보조 배터리 원 등으로 제작할 수 있다.
- [0006] 마찰에 의한 전력 생성 방식은 두 대전체의 마찰 시 나타나는 물질 간 전하 이동 현상에 의한 것으로 다른 미소 에너지의 전력 변환 시스템 보다 에너지 변환 효율이 높아 작은 외부 응력에 의해서도 높은 출력을 얻을 수 있다. 열, 태양 등 다른 미소에너지에 비해 시간적, 공간적 제약이 없다. 또한 물질 내부의 변형(strain)에 의해 에너지를 생산하는 기존 압전(piezoelectric)소재를 이용한 에너지 하베스팅 기술에서의 근본적인 문제인 피로도(fatigue)현상이 없어 지속적인 에너지 생산에도 매우 유리하다.
- [0007] 하지만 두 대전체 간의 제한된 전하 이동으로 인해 대전된 표면에서의 전하 분포가 균일하지 않고, 소자 내에서 생성된 전하의 Loss가 많아 출력 전류가 낮으며, 낮은 진동수에서는 출력 특성이 급격히 저하되는 문제점이 있다.
- [0008] 또한, 지금까지 대부분의 연구가 이미 만들어진 실리콘 계열 (PDMS) 등의 소재로 진행되어 기존의 플랫폼을 바꿀만한 혁신적인 신소재 및 구조 설계가 필수적인 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-0433327호 (2004. 05. 18)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 번개 생성 원리를 신개념인 ‘전하펌프(전하생성기, 전하 분리기, 그리고 전하축적기를 통합한 시스템)’로 재해석하여 기존 연구의 단위기술 확보에만 중점을 두지 않고 전하펌프 시스템 설계를 위한 대전체 신소재 개발, 소자 설계, 그리고 시스템 설계의 통합시스템 구현함으로써 고출력 인공 번개 발전기를 구현하고자 하는 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법의 제공을 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 효과적인 전하 분리를 위해 정전기 유도현상 기반의 접지층과 도체간의 전하 분포 형상을 이용한 전하 축적기를 도입하고 진동구조 모델링에 기반을 둔 소자 구조를 설계하며 외부에너지의 효율적 전달을 위한 시스템 설계 및 신뢰성 확보를 통해 향후 지속 가능한 친환경 고출력의 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법은 (a) 준비된 기판에 제2 전극을 형성시키는 단계; (b) 제2 전극의 하부에 스펀지 구조의 음전하 대전체를 형성시키는 단계; (c) 음전하 대전체에서 톨루엔(toluene)용액을 이용하여 폴리머 구형 입자를 제거하는 단계; (d) 음전하 대전체 내부에 제1 금속입자를 침투시키는 단계 (e) 전하 생성을 위해 음전하 대전체 하부로 소정 거리만큼 이격된 위치에 양전하 대전체를 형성시키는 단계; (f) 양전하 대전체 표면을 나노 구조화 하는 단계; (g) 나노 구조화된 양전하 대전체 표면을 제2 금속입자로 코팅하는 단계; (h) 양전하 대전체의 일측 하방으로 일정 거리 유지하여 전하분리를 위한 접지층을 형성시키는 단계; 및 (i) 양전하 대전체 하부로 일정거리만큼 이격된 위치에 전하의 축적을 위한 제1 전극을 형성시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법은 소형화가 가능하고, 바람, 진동, 소리와 같은 미세한 에너지에 의해 고출력 에너지 생산이 가능하고, 에너지 수집에 따른 비용발생을 현저하게 절감시킬 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법은 대전체 신소재 개발을 통해 재료에 대한 원천 기술 및 전하펌프의 신개념 기반의 소자 구조 및 전하펌프 시스템에 대한 원천 특허 확보도 가능해 이로 인한 경제 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 개념도,
 도 2는 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 단면도,
 도 3은 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 양전하 대전체 제조공정도,
 도 4는 발명에 따른 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 음전하 대전체 제조공정도,
 도 5는 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법을 설명하기 위한 도면, 및
 도 6은 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 구동방법 및 원리를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0017] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시 예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법의 개념도 이고, 도 2는 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법의 단면도 이다.

[0019] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법은 제2 전극(10), 음전하 대전체(20), 양전하 대전체(30), 지지부(40), 접지층(50) 및 제1 전극(60)을 포함한다.

[0020] 상기 제2 전극(10)은 폴리에스테르(PET), 폴리에스테르설폰(PES), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 캡톤(Kapton) 등과 같은 도시되지 않은 유연한 기판위에 Al, Ni, Cr, Pt, Au 또는 ITO 중 적어도 하나를 포함하는 하나의 층 또는 복수의 층으로 이루어져 구성된다.

[0021] 상기 음전하 대전체(20)는 상기 제2 전극(10)하부에 형성되되, 상기 지지부(40)의 지지를 받아 후술된 상기 양전하 대전체(30)와 소정의 거리만큼 이격되게 형성된다.

- [0022] 특히, 상기 음전하 대전체(20)는 스펀지 구조의 폴리머로 이루어져 있는데, 상기 스펀지 구조의 폴리머는 구형 입자(Polystyrene, silica, PMMA 등)의 크기 및 증류수(DI:Distilled water)의 양에 의해 스펀지 구조 내부의 기공(21) 크기가 결정되며, 대체로 0.1 μ m~100 μ m크기의 원형으로 이루어진다.
- [0023] 한편, 스펀지 구조의 상기 음전하 대전체(20)는 유기 폴리머(organic polymer : PMMA, PET, PEEK, PS, PE, COC) 또는 무기 폴리머(inorganic polymer : PDMS, ORMOCER) 등으로 이루어질 수 있다.
- [0024] 한편, 상기 제2 전극(10)과 상기 음전하 대전체(20)는 하부에 위치한 상기 양전하 대전체(30)와 소정 거리만큼 이격되어 형성되며, 외부 자극이나 하중에 의해 전류 및 전압을 발생시킨다.
- [0025] 상기 양전하 대전체(30)는 상기 음전하 대전체(20) 하부로 형성되며, 상기 지지부(40)의 지지를 받아 상기 음전하 대전체(20)와 소정의 거리만큼 이격되게 형성된다.
- [0026] 이때, 상기 양전하 대전체(30)는 플렉시블한 소재의 전극이 사용되고, Ag나노선(31)을 이용한 복합소재 형태의 전극이 사용되며, 전하 생성을 향상시키기 위해 제2 금속(Au, Ag, Al, Ni, Pt 등)입자(32)가 코팅되어 있다.
- [0027] 보다 구체적으로, 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 양전하 대전체 제조공정에 대하여 간단히 설명한다.
- [0028] 상기 양전하 대전체(30)로 사용되는 상기 Ag 나노선(31)을 이용한 복합소재 형태의 전극은 도 3a에 도시된 바와 같이 스펀지코팅 방법을 이용하여 상기 Ag 나노선(31)을 평평한 기판 위에 고르게 분산 시키고, 도 3b에 도시된 바와 같이 신축성이 있는 에폭시계 폴리머를 분산된 상기 Ag 나노선(31)에 코팅하여 복합체를 형성하고, 이때 도 3c와 도 3d에 도시된 바와 같이 상기 Ag 나노선(31) 상부표면에 전하 생성을 향상시키기 위해 제2 금속(Au, Ag, Al, Ni, Pt 등)입자(32)가 코팅되어 있다.
- [0029] 상기 제1 전극(60)은 상기 제2 전극(10)과 마찬가지로 폴리에스테르(PET), 폴리에스테르설폰(PES), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 캡톤(Kapton) 등과 같은 도시되지 않은 유연한 기판위에 Al, Ni, Cr, Pt, Au 또는 ITO 중 적어도 하나를 포함하는 하나의 층 또는 복수의 층으로 구성된다.
- [0030] 상기 지지부(40)는 제1 탄성 지지부(41)와 제2 탄성 지지부(42)로 구성되어 있는데, 상기 제1 탄성 지지부(41)는 상기 제1 전극(60) 4곳의 꼭지부분에서 기립되어 상기 하부 전극(60)과 상기 양전하 대전체(30) 사이에 개재되고, 상기 제2 탄성 지지부(42)는 상기 양전하 대전체(30) 4곳의 꼭지부분에서 기립되어 상기 양전하 대전체(30)와 상기 제2 전극(10) 사이에 개재된다.
- [0031] 상술한, 상기 제1 탄성 지지부(41)와 상기 제2 탄성 지지부(42)는 탄성체, 대표적으로 스프링으로 이루어져 외부 자극이나 하중에 민감하게 반응함으로써, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 및 그 제조방법에서의 전류 및 전압의 발생을 용이하게 한다.
- [0032] 이때, 상기 제1 탄성 지지부(41)와 상기 제2 탄성 지지부(42)는 외부하중, 진동의 크기 및 진폭을 제어할 수 있도록 상이한 스프링 상수(k)를 갖는 스프링으로 구성되는 것이 바람직 하다.
- [0033] 보다 구체적으로, 상기 제2 탄성 지지부(42)의 스프링 상수는 380N/m이고, 단일 하중에 의한 연속적인 마찰을 발생시키기 위해 상기 제1 탄성 지지부(41)의 스프링 상수는 780N/m인 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 접지층(50)은 상기 제1 전극(60)과 전하 생성층(음전하 대전체와 양전하 대전체) 사이에 배치되어, 접지에 의해 상기 양전하 대전체(30) 내에 존재하는 음전하를 선택적으로 제거하고, 양전하만 대전되어 있는 상기 양전하 대전체(30)를 정전기 유도방식으로 상기 제1 전극(60)에 효율적으로 전하를 축적할 수 있도록 한다.
- [0035] 또한, 상기 접지층(50)은 상술한 바와 같이 선택적으로 전하를 분리하기 위해 삽입된 층으로, 한 개 또는 복수 개의 층으로 이루어지고, 대지 또는 외부에 연결되어 선택적 전하를 분리할 수 있는 금속, 세라믹, 폴리머 등의 물질로 제작될 수 있다.
- [0036] 이때, 상기 접지층(50)의 하부에 구비된 탄성체인 스프링은 하강하는 상기 양전하 대전체(30)에 가해지는 외부 하중을 흡수하면서 안정적으로 상기 접지층(50)과 상기 양전하 대전체(30)가 접촉할 수 있도록 한다.
- [0037] 이하에서, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 제조방법에 대하여 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한다.
- [0038] 먼저, 도면에는 도시되지 않은 기판을 준비하는 단계를 수행한다(S100).

- [0039] 참고로, 상술한 바와 같이 상기 기판은 폴리에스테르(PET), 폴리에스테르설폰(PES), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 캡톤(Kapton) 등과 같은 유연한 기판 등이 해당된다.
- [0040] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 기판 상에 Al, Ni, Cr, Pt, Au 또는 ITO 중 적어도 하나를 포함하는 하나의 층 또는 복수의 층으로 이루어진 상기 제2 전극(10)을 형성시키는 단계를 수행한다(S200).
- [0041] 도 5a에 도시된 바와 같은 상기 제2 전극(10)에 상기 음전하 대전체(20)를 형성시키는 단계를 수행한다(S300).
- [0042] 도 4를 참조하여 음전하 대전체 형성단계에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0043] 상기 음전하 대전체(20) 형성단계(S300)는 도 4a에 도시된 바와 같이, 폴리머 구형 입자(Polystyrene, silica, PMMA 등)를 액체와 혼합하는 단계(S310), 도 4b에 도시된 바와 같이, 혼합된 폴리머 구형 입자(Polystyrene, silica, PMMA 등)들을 배열 시키는 단계(S320), 도 4c에 도시된 바와 같이 대기 중에서의 건조를 통해 상기 액체를 제거하는 단계(S330), 도 4d에 도시된 바와 같이 상기 폴리머 구형 입자들에 액체상태의 음전하를 혼합하는 단계(S340), 및 도 4e에 도시된 바와 같이 상기 폴리머 구형 입자들에 액체상태의 음전하를 채워 넣는 단계(S350)로 구성된다.
- [0044] 이때, 상기 음전하 대전체(20)를 구성하는 폴리머는 이미 언급한 바와 같이 유기 폴리머(organic polymer : PMMA, PET, PEEK, PS, PE, COC) 또는 무기 폴리머 (inorganic polymer : PDMS, ORMOCER) 등으로 이루어질 수 있으며, 스핀 코팅을 통해 균일한 층을 적층할 수 있고, 진공상태를 유지하여 폴리머 구형 입자들 사이에 폴리머 용액이 침투할 수 있게 할 수 있다.
- [0045] 액체 상태의 상기 폴리머는 90℃에서 열처리 되어 유연한 교체상태의 폴리머 구형 입자들과 폴리머를 가지고 있는 구조로 만들 수 있다.
- [0046] 이후, 기판 상에서 분리된 폴리머 구형입자를 포함하는 상기 음전하 대전체(20)에서 톨루엔(toluene)용액을 이용하여 상기 폴리머 구형 입자를 제거하는 단계를 수행한다(S400).
- [0047] 이때, 상기 S400 단계에서 상기 폴리머 구형 입자들을 완벽하게 제거하기 위해 8시간에서 24시간동안 톨루엔(toluene)용액을 이용하여 상기 폴리머 구형 입자를 제거함으로써 상기 음전하 대전체(20)가 스펀지 구조를 가질 수 있도록 한다.
- [0048] 그리고, 스펀지 구조의 상기 음전하 대전체(20) 내부에 제1 금속입자(22: Au, Ag, Al, Ni, Pt 등)들을 형성시키는 단계를 수행한다(S500).
- [0049] 이때, 상기 제1 금속입자(22)들은 상기 액체와 혼합되어 사용되며, 진공 상태에서 상기 스펀지 구조를 갖는 상기 음전하 대전체(20)의 기공(21)에 액체와 함께 상기 제1 금속입자(22)들이 침투할 수 있다.
- [0050] 상기 기공(21)에 액체와 함께 상기 제1 금속입자(22)가 침투하면, 90℃에서 열처리를 통해 액체만 선택적으로 제거함으로써, 기공 내부에 상기 제1 금속입자(22)들이 형성된 스펀지 구조의 음전하 대전체(20)를 만들게 된다.
- [0051] 이후, 상기 음전하 대전체(20) 하부로 일정한 거리만큼 이격된 위치에, 도 5b에 도시된 바와 같은 양전하 대전체(30)를 형성시키는 단계를 수행한다(S600).
- [0052] 상기 양전하 대전체(30)는 플렉시블한 소재의 전극이 사용되며, 상기 Ag나노선(31)을 이용한 복합소재 형태의 전극이 사용된다.
- [0053] 상기 양전하 대전체(30) 표면을 나노 구조화 하는 단계를 수행한다(S700).
- [0054] 상기 양전하 대전체(30) 표면을 나노 구조화 하는 단계는 실리콘 기판위에 포토리소그래피를 이용하여 패터닝을 하는 단계(S710)가 수행되고, 상기 패터닝이 완료되면 Buffered Oxide Etchant(BOE)를 이용하여 옥사이드 층을 제거 하는 단계(S720); 하는 단계가 수행되고, KOH 용액을 이용하여 상기 실리콘을 에칭하여 상기 패터닝된 패턴 형태에 따라 라인, 큐브, 피라미드 형태로 파여진 몰드를 제작하는 단계(S730)를 수행하고, 제작된 상기 몰드 위에 경화전의 Ag 나노선과 폴리머 복합체를 스핀코팅하는 단계(S740)를 수행하고, 진공상태에서 상기 스핀코팅 시 발생한 기포를 제거한 뒤, 자외선(ultraviolet) 노출을 통해 경화를 시키는 단계(S750)를 수행하고, 상기 단계에서 경화된 Ag 나노선 폴리머를 상기 실리콘 몰드로부터 제거하는 단계(S760)를 포함하여, 나노 구조화된 피라미드 형태의 표면구조를 제작할 수 있다.
- [0055] 상기 나노구조화된 상기 양전하 대전체(30) 표면에 전하 생성 향상을 위해 제2 금속(Au, Ag, Al, Ni, Pt 등)입

자(32)를 코팅하는 단계를 수행한다(S800).

- [0056] 상기 양전하 대전체(30)의 일측 하방으로 일정 거리 유지하여, 도 5c에 도시된 접지층(50)을 형성시키는 단계를 수행한다(S900).
- [0057] 이때, 상기 접지층(50)은 Al, Ni, Cr, Pt, Au 또는 ITO 중 적어도 하나를 포함하는 하나의 층 또는 복수의 층으로 이루어질 수 있다.
- [0058] 마지막으로, 상기 양전하 대전체(30) 하부로 일정거리만큼 이격된 위치에, 도 5c에 도시된 축적층 또는 제1 전극(60)을 형성시키는 단계를 수행한다(S1000).
- [0059] 상술한 바와 같은 S100 내지 S1000공정을 통해 도 5d에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기가 제작되게 된다.
- [0060] 도 6을 참조하여 상술한 구성을 갖고 상술한 공정으로 제조된 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기의 구동방법 및 원리에 대하여 설명한다.
- [0061] 도 6a에 도시된 바와 같이, 초기 상태에는 상기 음전하 대전체(20)가 음전하를 띄우고 있고, 상기 양전하 대전체(30)가 상부와 하부에 분리된 양전하와 음전하들의 결합으로 중성을 이루고 있으며, 상기 제2 전극(10)이 음전하 대전체(20)의 음전하에 의한 정전유도(Electrostatic induction)로 인해 상대적으로 전자를 잃게 되어 양전하로 유도되어 있고, 제1 전극(60)이 음전하로 유도되어 있다.
- [0062] 상술한 초기 상태에서, 도 6b에 도시된 바와 같이, 외부 하중이 본 발명에 따른 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기에 작용하게 되면, 상이한 스프링 상수로 인해, 상기 제2 탄성 지지부(42)가 선 수축되어, 상기 음전하 대전체(20)와 상기 양전하 대전체(30)가 먼저 마찰을 하게된다.
- [0063] 이때, 상기 양전하 대전체(30)는 상기 음전하 대전체(20)의 음전하로 인해 상부가 양전하, 하부가 음전하로 분리 현상이 일어나며, 상기 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기는 내부의 전하 평형이 이루어진 상태이므로 외부 회로로 전자의 이동이 없는 상태이다.
- [0064] 이후, 외부 하중이 지속적으로 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기에 작용하게 되면, 도 6c에 도시된 바와 같이, 상기 양전하 대전체(30) 하부의 음전하들은 상기 제1 전극(60) 표면에 양전하를 유도하여 상기 제2 전극(10)에서 제1 전극(60)으로 전자들이 이동하여 출력 전류를 발생하고, 상기 제1 탄성 지지부(41)의 후 수축으로 인해, 도 6d에 도시된 바와 같이, 상기 양전하 대전체(30)의 하부가 상기 접지층(50)과 마찰을 하여, 상대적으로 음전하를 많이 띄고 있는 상부층들(제2 전극(10), 음전하 대전체(20), 양전하 대전체(30))의 음전하들은 상기 접지층(50)을 통해 선택적으로 분리될 수 있다.
- [0065] 최종적으로, 도 6e에 도시된 바와 같이, 모든 층이 마찰을 하게 되고 이때 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기 내부의 전하 평형으로 인해 전하 및 전자의 이동은 없다.
- [0066] 이후, 도 6f에 도시된 바와 같이, 외부 하중이 제거되면, 상기 제1 탄성 지지부(41)와 상기 제2 탄성 지지부(42)를 구성하는 스프링이 거의 동시에 이완되어, 이에 따라, 극히 작은 시간차로 상기 양전하 대전체(30)와 상기 제2 전극(10) 사이에 개재된 상기 제2 탄성 지지부(42)의 스프링이 선 이완되고, 상기 양전하 대전체(30)와 상기 제1 전극(60) 사이에 개재된 상기 제1 탄성 지지부(41)의 스프링이 후 이완된다.
- [0067] 상기 제1 탄성 지지부(41)의 스프링이 후 이완됨에 따라, 상기 양전하 대전체(30) 상부 표면의 양전하들은 하부 표면에 음전하를 유도하여 상기 접지층(50)으로부터 전자를 주입받게 되고, 도 6g에 도시된 바와 같이, 상기 음전하 대전체(20)의 음전하들은 상기 제2 전극(10)에 양전하를 유도하여 상기 제1 전극(60)으로 전자를 전달하게 된다.
- [0068] 결과적으로, 상기 외부 하중이 제거된 후 전하펌프 기반의 인공 번개 발전기는 내부의 전하 평형으로 인해 전하 및 전자의 이동은 없으며, 상기 양전하 대전체(30)의 분리된 양/음전하들은 결합하여 중성을 이루게 되어, 도 6a에 도시된 바와 같이, 초기상태로 복귀되며, 반복적인 외부 하중에 의해 위와 같은 연속적인 구동 및 전하 이동에 의해 출력을 발생하게 된다.
- [0069] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 하기에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

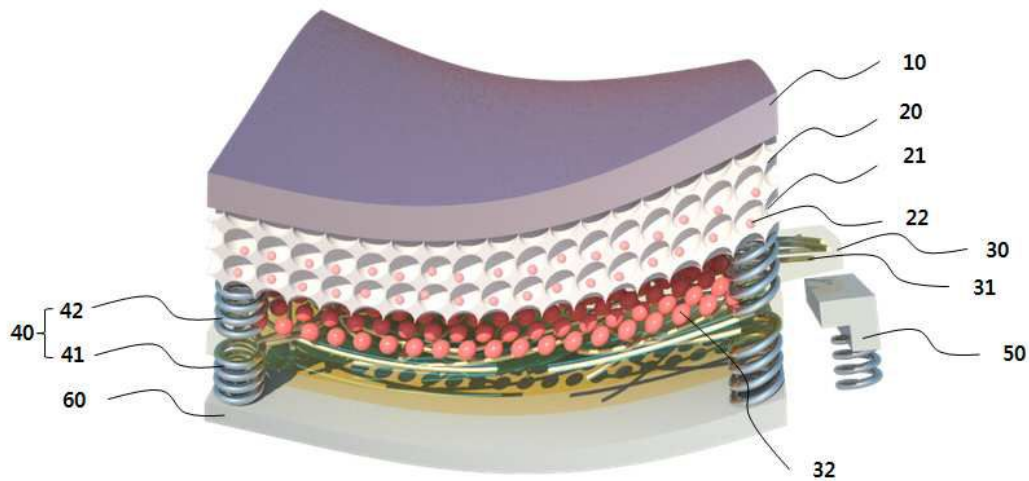
부호의 설명

[0070]

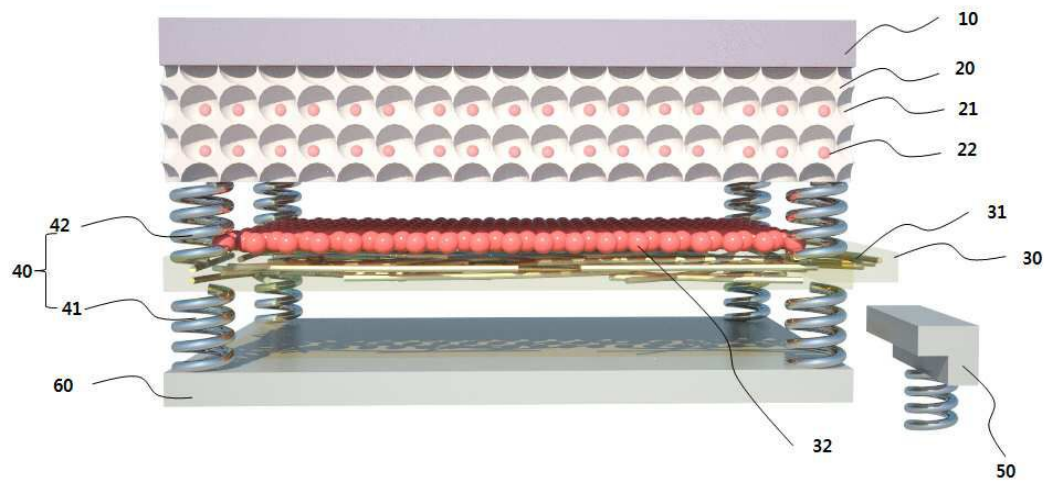
- 10 : 제2 전극
- 20 : 음전하 대전체
- 21 : 기공
- 22 : 제1 금속입자
- 30 : 양전하 대전체
- 31 : Ag 나노선
- 32 : 제2 금속입자
- 40 : 지지부
- 41 : 제1 탄성 지지부
- 42 : 제2 탄성 지지부
- 50 : 접지층
- 60 : 제1 전극

도면

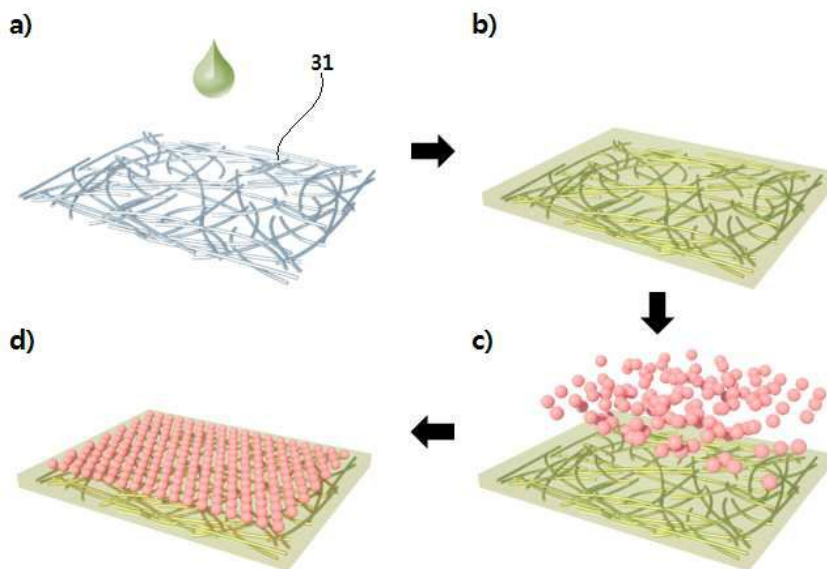
도면1



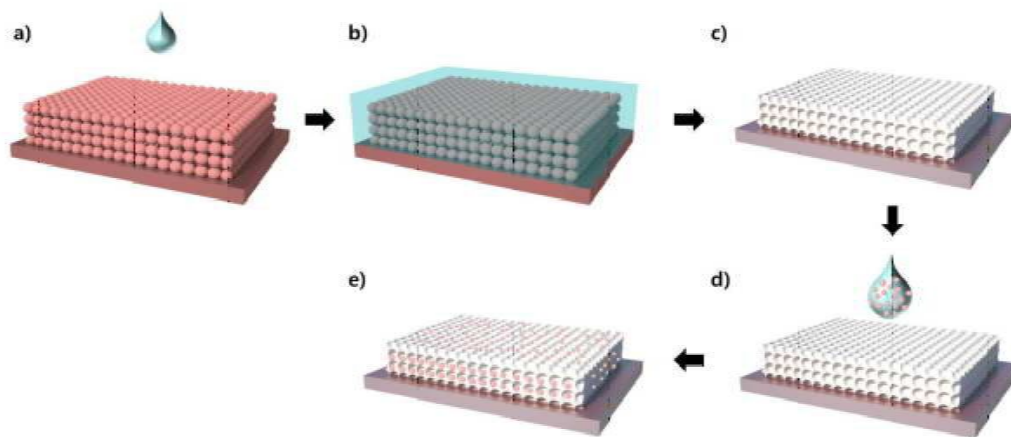
도면2



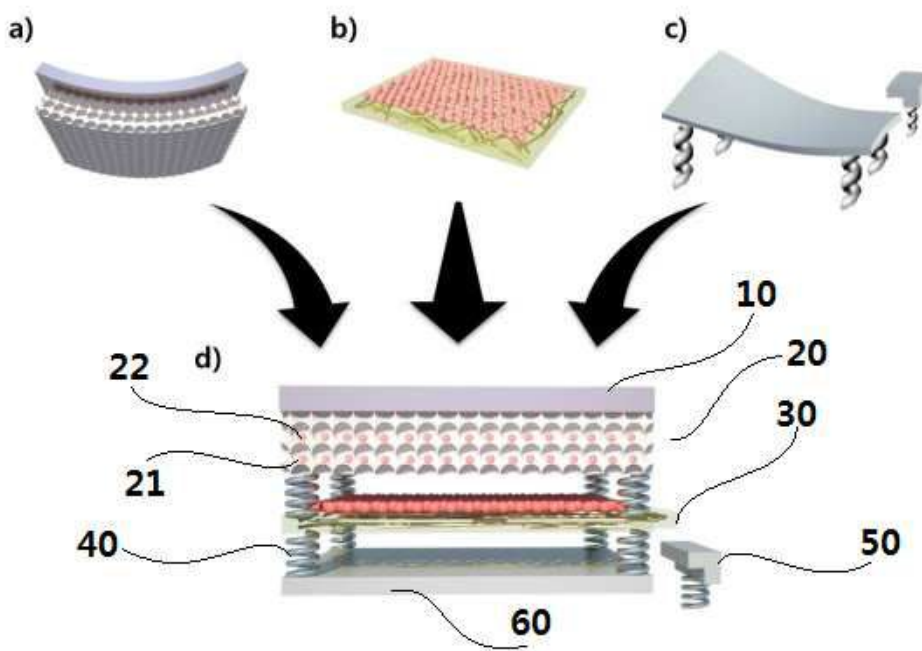
도면3



도면4



도면5



도면6

