



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0085496
(43) 공개일자 2023년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) B82Y 99/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
B82Y 99/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0173709
(22) 출원일자 2021년12월07일
심사청구일자 2021년12월07일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
유재수
서울특별시 강남구 역삼로 438, 103동 603호 (대치동, 풍림아이원아파트)
손타이아나 아도니자 그라함
경기도 수원시 영통구 청명로59번길 48, B02호 (영통동)
(74) 대리인
김중선, 이형석

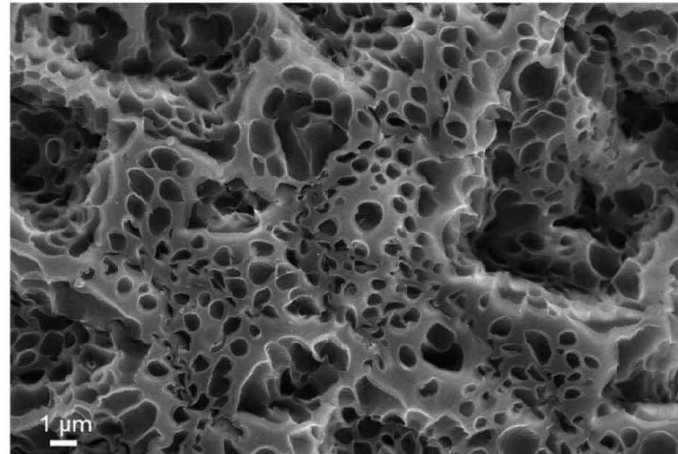
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 마찰전기 나노 발전기

(57) 요약

본 발명은 마찰전기 나노 발전기에 관한 것으로, 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되며 다공성 폴리아미드를 포함하는 제 1 마찰층; 상기 제 1 마찰층의 상부에 이격되어 배치되는 제 2 전극; 및 상기 제 2 전극 상에 형성되는 제 2 마찰층;을 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 다공성 폴리아미드는 기공과 미세 패턴이 응집된 구조를 가지고 있어 표면적이 크기 때문에 종래의 폴리아미드 보다 많은 양의 전하를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 마찰전기 나노 발전기의 전기적 성능이 향상된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711131710
과제번호	2017H1D8A2031138
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	인재활용확산지원(R&D)
연구과제명	미래청정 SMART 에너지 플랫폼연구 차세대 공학연구자 육성 사업단
기 여 율	30/100
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2017.05.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332280
과제번호	2018R1A6A1A03025708
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	융복합 에너지 자율형 다기능 센서 플랫폼 연구 2단계
기 여 율	40/100
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2021.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711130980
과제번호	2020R1A2B5B01002318
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	저차원 TMDC 및 금속-유기구조체 (MOF)기반 인체부착형 에너지 발전-저장 소자기술

개발

기 여 율	30/100
과제수행기관명	경희대학교(국제캠퍼스)
연구기간	2020.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 전극;

상기 제 1 전극 상에 형성되며 다공성 폴리아미드를 포함하는 제 1 마찰층;

상기 제 1 마찰층의 상부에 이격되어 배치되는 제 2 전극; 및

상기 제 2 전극 상에 형성되는 제 2 마찰층;을 포함하는, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다공성 폴리아미드의 기공의 직경은 $0.1\ \mu\text{m}$ 내지 $0.5\ \mu\text{m}$ 인 것인, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 다공성 폴리아미드의 기공의 면적은 $0.2\ \mu\text{m}^2$ 내지 $0.3\ \mu\text{m}^2$ 인 것인, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 마찰층은 폴리염화비닐(polyvinylchloride, PVC)를 포함하는 것인, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 기재 상에 형성되고,

상기 기재는 테니스공을 포함하는 것인, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 마찰전기 나노 발전기의 전하 밀도는 $50\ \mu\text{C}/\text{m}^2$ 내지 $150\ \mu\text{C}/\text{m}^2$ 인 것인, 마찰전기 나노 발전기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 마찰전기 나노 발전기는 수직 접촉 작동 모드 또는 측면 슬라이딩 작동 모드로 작동되는 것인, 마찰전기

나노 발전기.

청구항 8

기재에 마이크로 패턴을 형성하는 단계;

상기 마이크로 패턴이 형성된 기재 상에 폴리아미드 용액을 코팅하는 단계; 및

상기 기재를 제거하여 다공성 폴리아미드 필름을 수득하는 단계;를 포함하는, 마찰전기 나노 발전기용 마찰층의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 폴리아미드 용액의 농도는 5 wt% 내지 20 wt%인 것인, 마찰전기 나노 발전기용 마찰층의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 마찰전기 나노 발전기를 포함하는, 풍력 발전기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰전기 나노 발전기에 관한 것이다. 구체적으로, 기공과 미세 패턴이 응집된 구조를 가진 폴리아미드를 마찰층으로서 개시하여 전압, 전류, 전하밀도 등의 전기적 성능과 안정성이 향상된 마찰전기 나노 발전기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마찰전기 나노발전기(triboelectric nanogenerator, TENG)는 주변에서 발생하는 미세한 진동이나 운동시 발생하는 소모성 기계적 에너지를 전기에너지로 추출할 수 있다. 이러한 마찰전기 나노발전기는 높은 에너지 전환 효율, 낮은 제조 단가, 간단하면서 구부릴 수 있는 구조, 그리고 다양한 물질로 제작 가능하다는 점에서 활발한 연구가 이루어지고 있다.

[0003] 마찰전기 나노발전기는 마찰 대전 특성이 서로 다른 두 물체 사이의 상호 접촉과 분리를 이용하여 발전하는 것이다. 일반적으로 마찰전기 나노발전기의 성능을 개선하기 위해서는 두 가지 방법이 적용되고 있다. 첫 번째는 확연히 다른 극성을 갖는 적절한 마찰 물질을 사용하여 마찰 과정에서 생성되는 전하량을 증가시키는 방법이다. 두 번째는 마찰층을 마이크로 또는 나노구조를 갖는 표면으로 만들거나 나노 스케일로 표면 개질하는 것이다.

[0004] 한편, PVDF(poly(vinylidene fluoride)) 또는 PVDF와 TrFE(trifluoroethylene)와의 공중합체 PVDF-TrFE(poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene))같은 강유전성 고분자는 비휘발성 메모리, 커패시터 등에 적용되고 있다. PVDF-TrFE 박막의 강유전적 물성을 충분히 이용하기 위해서는 전기장에 대하여 유효 배향 결정을 갖는 결정화도를 최대화하는 것이 필요하다. 하지만 불소계 고분자는 불소의 독성으로 인해 사용에 한계가 있는 문제점이 있다.

[0005] 이러한 불소계 고분자를 대체할 수 있는 물질로서 나일론11이 거론되고 있다. 나일론 11의 보자력 전압(coercive voltage), 포화 및 잔류 분극과 같은 강유전성 성능은 불소 기반의 강유전성 고분자 보다 낮지만 비용이 저렴하고 환경친화적인 공정으로 수득할 수 있는 장점이 있다. 이러한 나일론의 전기 효율을 높이기 위해 관능기 접목, 단분자막 자가조립, 자외선 오존 조사, 이온 주입, 유전 특성 제어 등 다양한 방법으로 표면적을 개선하는 방법을 시도하고 있다. 하지만 이러한 방법은 비용이 많이 들고 제조 방법이 까다로우며 대규모 산업 생산에서는 신뢰할 수 없는 문제점이 있다.

[0006] 한국 공개특허 제10-2010-0071284호에서는 PTFE(polytetrafluoroethylene) 기판 상에 PVDF-TrFE 박막이 에피택셜 성장하는 것을 개시하고 있다. 다만, 상기 PVDF-TrFE 박막이 상기 PTFE 기판 상에서 에피택셜 성장할 경우, 결정화도가 70% 정도이기 때문에 성능 저하가 발생하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허공보 KR 제10-1630052호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 마찰전기 나노 발전기에 관한 것으로서, 역임프린팅, 스핀 코팅 등 간단한 방법으로 다공성 및 미세패턴이 응집된 폴리 아미드 마찰층을 형성하여 전기적 성질 및 안정성을 향상시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 마찰전기 나노 발전기는 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되며 다공성 폴리아미드를 포함하는 제 1 마찰층; 상기 제 1 마찰층의 상부에 이격되어 배치되는 제 2 전극; 및 상기 제 2 전극 상에 형성되는 제 2 마찰층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 다공성 폴리아미드의 기공의 직경은 $0.1 \mu\text{m}$ 내지 $0.5 \mu\text{m}$ 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0011] 상기 다공성 폴리아미드의 기공의 면적은 $0.2 \mu\text{m}^2$ 내지 $0.3 \mu\text{m}^2$ 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0012] 상기 제 2 마찰층은 폴리염화비닐(polyvinylchloride, PVC)를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0013] 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 기재 상에 형성되고, 상기 기재는 테니스공을 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0014] 상기 마찰전기 나노 발전기의 전하 밀도는 $50 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 내지 $150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0015] 상기 마찰전기 나노 발전기는 수직 접촉 작동 모드 또는 측면 슬라이딩 작동 모드로 작동되는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0016] 본 발명의 마찰전기 나노 발전기용 마찰층의 제조 방법은 기재에 마이크로 패턴을 형성하는 단계; 상기 마이크로 패턴이 형성된 기재 상에 폴리아미드 용액을 코팅하는 단계; 및 상기 기재를 제거하여 다공성 폴리아미드 필름을 수득하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 폴리아미드 용액의 농도는 5 wt% 내지 20 wt%인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0018] 본 발명의 풍력 발전기는 상기 마찰전기 나노 발전기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0021] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 본원에 따른 마찰전기 나노 발전기는 마찰층으로서 다공성 폴리아미드를 적용하며, 상기 다공성 폴리아미드는 기공과 미세 패턴이 응집된 구조를 가지고 있어 표면적이 크기 때문에 종래의 폴리아미드 보다 많은 양의 전하를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 마찰전기 나노 발전기의 전기적 성능이 향상된다.

[0022] 본원의 마찰전기 나노 발전기는 풍력 발전기, 자체 동력 지능형 운송 시스템 등에 응용될 수 있다.

[0023] 본원의 마찰전기 나노 발전기는 역 임프린팅, 코팅 등 간단한 방법으로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름의 SEM(canning Electron Microscope) 이미지이다.

도 2는 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름의 Image-J 소프트웨어로 분석한 결과로서 도2의 (a)는 패턴 길이, 도 2의 (b)는 패턴 면적, 도 2의 (c)는 기공 크기, 도 2의 (d)는 기공 면적을 나타낸 그래프이다.

도 3의 (a)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전압, (b)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전류, (c)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 4는 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기를 7N의 일정한 힘 하에서 주파수의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 5는 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기를 5Hz의 일정한 주파수 하에서 힘의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 6는 제조예 2의 마찰전기 나노 발전기를 5N의 일정한 힘의 하에서 주파수의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

도 7은 제조예 1에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 35분 동안 10,000회 반복하여 측정했을 때의 전압의 크기를 나타낸 그래프이다.

도 8은 제조예 2에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 풍력 발전기 날개의 속도에 따른 (a) 전압, (b) 전류 그래프이다.

도 9는 제조예 2에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 6 m/s 속도로 60,000회 반복하여 측정했을 때의 (a) 전압, (b) 전류 그래프이다.

도 10은 제조예 1에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 차량 움직임의 센서로서 적용했을 때 차량의 위치에 따른 전압의 크기를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0027] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0028] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

[0029] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인

의미로 해석되지 않아야 한다.

- [0030] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0031] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0032] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~ 하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0033] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0034] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B" 의 기재는, "A 또는 B", 또는, "A 및 B" 를 의미한다.
- [0035] 이하에서는 본원의 마찰전기 나노 발전기에 대하여 구현예 및 실시예와 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본원이 이러한 구현예 및 실시예와 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 본원은, 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되며 다공성 폴리아미드를 포함하는 제 1 마찰층; 상기 제 1 마찰층의 상부에 이격되어 배치되는 제 2 전극; 및 상기 제 2 전극 상에 형성되는 제 2 마찰층;을 포함하는 마찰전기 나노 발전기에 관한 것이다.
- [0038] 상기 다공성 폴리아미드는 기공과 미세 패턴이 응집된 구조를 가지고 있어 표면적이 크기 때문에 종래의 폴리아미드 보다 많은 양의 전하를 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 마찰전기 나노 발전기의 전기적 성능이 향상된다.
- [0039] 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 금속, 전도성 고분자, 탄소물질 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 물질을 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0040] 상기 금속은 Al, Pt, Cu, Ni, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 금속을 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0041] 상기 전도성 고분자는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜) (PEDOT), 폴리(3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜) 폴리스티렌 설포네이트 (PEDOT:PSS), 폴리아세틸렌, 폴리피롤, 폴리아이오펜, 폴리아닐린, 폴리페닐렌, 폴리페닐렌설파이드, 폴리풀러렌 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 물질을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0042] 상기 탄소물질은 탄소나노튜브, 그래핀, 풀러렌, 카본나노섬유 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 탄소물질을 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0043] 상기 다공성 폴리아미드의 기공의 직경은 0.1 μm 내지 0.5 μm 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 상기 다공성 폴리아미드의 기공의 면적은 0.2 μm^2 내지 0.3 μm^2 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 상기 제 1 마찰층은 음의 마찰층이고, 상기 제 2 마찰층은 양의 마찰층인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0046] 상기 제 2 마찰층은 폴리염화비닐(polyvinylchloride, PVC)를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0047] 상기 제 1 마찰층과 상기 제 2 마찰층은 서로 대면하여 형성되어 있는 것 일 수 있다.

- [0048] 상기 제 1 마찰층과 상기 제 2 마찰층은 이격되어 배치되어 있으며, 상기 제 1 마찰층과 상기 제 2 마찰층이 접촉했을 때 전하가 이동되어 전류가 흐르는 것 일 수 있다.
- [0049] 상기 마찰전기 나노 발전기의 전하 밀도는 $50 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 내지 $150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 상기 제 1 전극 및 제 2 전극은 기재 상에 형성되고, 상기 기재는 테니스공을 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0051] 상기 기재로서 테니스공을 사용할 때, 테니스공을 관통하여 구멍을 형성하고, 구멍이 형성된 테니스공의 내부 상면에 제 1 전극 및 제 1 마찰층을 형성하고, 구멍이 형성된 테니스공의 내부 하면에 제 1 전극 및 제 2 마찰층을 형성하는 것 일 수 있다. 이에 따라, 상기 테니스공에 힘이 가해져 상기 제 1 마찰층과 제 2 마찰층이 접촉될 때 전류가 흐르는 것일 수 있다.
- [0052] 세계적으로 버려지는 테니스공의 숫자가 늘어나는 가운데, 이러한 테니스공의 분해는 400년 이상이 걸린다. 이러한 폐 테니스공을 마찰전기 나노 발전기에 적용하여 에너지를 수확하는 데 응용함으로써 부가적인 이윤을 취할 수 있다.
- [0053] 상기 마찰전기 나노 발전기는 수직 접촉 작동 모드 또는 측면 슬라이딩 작동 모드로 작동되는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0054] 수직 접촉 작동 모드는 이격되어 배치되어 있는 제 1 마찰층 및 제 2 마찰층이 외부 압력에 의해 접촉될 때 전류가 흐름으로써 작동되는 것 일 수 있다.
- [0055] 측면 슬라이딩 작동 모드는 제 1 마찰층 및 제 2 마찰층이 맞닿은 상태에서 슬라이딩함으로써 전류의 변화를 검출하여 작동되는 것 일 수 있다.
- [0057] 본원 발명은 기재에 마이크로 패턴을 형성하는 단계; 상기 마이크로 패턴이 형성된 기재 상에 폴리아미드 용액을 코팅하는 단계; 및 상기 기재를 제거하여 다공성 폴리이미드 필름을 수득하는 단계;를 포함하는 마찰전기 나노 발전기용 마찰층의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0058] 상기 기재는 금속, 유리, 고분자, 세라믹 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 기재를 포함하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 상기 기재는 고분자 필름의 사용 목적에 따라 다양하게 조절될 수 있다.
- [0060] 상기 마이크로 패턴을 형성하는 단계는 식각 공정에 의해 수행되는 것 일 수 있다.
- [0061] 상기 코팅은 스핀 코팅법, 캐스트법, 랑뮤어-블로젯 (Langmuir-Blodgett, LB)법, 잉크젯 프린팅법, 노즐 프린팅법, 슬롯 다이 코팅법, 닥터블레이드 코팅법, 스크린 프린팅법, 딥 코팅법, 그래비아 프린팅법, 리버스 오프셋 프린팅법, 스프레이 코팅법, 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 방법에 의해 수행되는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0062] 본원 발명의 마찰전기 나노 발전기용 마찰층의 제조 방법은 역 임프린팅 및 코팅 등 간단한 방법으로 제조할 수 있다.
- [0063] 상기 폴리아미드 용액의 농도는 5 wt% 내지 20 wt%인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0064] 상기 폴리아미드 용액의 농도는 상기 농도범위에 한정되지 않으며, 사용 목적에 따라 조절될 수 있다.
- [0065] 상기 폴리아미드 용액은 포름산, 아세트, 헥사플루오로이소프로판올, 이소프로판올, 메탄올, 에탄올, 디메틸포름아마이드, 톨루엔, 다이클로메테인, 테트라하이드로퓨란, 클로로벤젠, 아세트나이트릴, 에틸에테르, 부탄올 및 이들의 조합들로 이루어진 군에서 선택된 용매를 포함하는 것 일 수 있다.
- [0066] 상기 마찰전기 나노 발전기용 마찰층은 상기 기재를 제거함으로써 단독으로 형성된 고분자 필름 형태로 수득할 수 있다. 이에 따라 플렉서블하고 투명하고 습도 및 온도 등에 내구성이 강하여 웨어러블 디바이스, 바이오 센서 등에 활용될 수 있다.
- [0067] 본 발명의 풍력 발전기는 상기 마찰전기 나노 발전기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0068] 상기 풍력 발전기는 측면 슬라이딩 작동 모드로 작동되는 것 일 수 있다.
- [0069] 상기 마찰전기 나노 발전기는 자체 동력 지능형 운송 시스템으로 응용될 수 있다. 상기 마찰전기 나노 발전기를 과속 방지턱과 통합하여 사용할 때 차량 운동 에너지가 수직 접촉 작동모드에 의해 수확되어 주행 차량의 움직임과 가속도를 파악할 수 있다.
- [0071] 이하 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본원의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.
- [0072] [실시예 1]
- [0073] 먼저, 실리콘 기판을 10:5 wt%의 KOH:이소프로판알코올 용액에 15분동안 담가두어 마이크로 패턴을 형성하였다. 상기 마이크로 패턴이 형성된 실리콘 기판 상에 폴리아미드 용액(용매로서 포름산을 사용한 10wt% 용액)을 스핀 코팅하였다. 상기 폴리아미드 용액이 코팅된 기판을 빠르게 물에 담가 상기 기판으로부터 폴리아미드 필름을 수득하였다.
- [0074] [비교예 1]
- [0075] 유리 페트리 디쉬 상에 폴리아미드 용액(용매로서 포름산을 사용한 10wt% 용액)을 코팅한 후 건조하여 폴리아미드 필름을 수득하였다.
- [0076] [제조예 1]
- [0077] 테니스 공을 관통하여 구멍을 형성하고, 구멍이 형성된 테니스공의 내부 상면에 알루미늄 및 상기 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름을 차례로 형성하였다. 이어서, 상기 구멍이 형성된 테니스공의 내부 하면에 알루미늄 및 PVC를 차례로 형성하여 마찰전기 나노 발전기를 제조하였다.
- [0078] [제조예 2]
- [0079] 풍력 발전기의 날개의 일면에 알루미늄 및 상기 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름을 차례로 형성하였다. 이어서, 상기 날개가 구비되는 엔진의 내부에 알루미늄 및 PVC를 차례로 형성하여 마찰전기 나노 발전기를 제조하였다.
- [0080] [비교 제조예 1]
- [0081] 상기 비교예 1에서 제조한 폴리아미드를 적용하는 것을 제외하고 상기 제조예 1과 동일한 방식으로 마찰전기 나노 발전기를 제조하였다.
- [0082] [비교 제조예 2]
- [0083] 상기 비교예 1에서 제조한 폴리아미드를 적용하는 것을 제외하고 상기 제조예 2와 동일한 방식으로 마찰전기 나노 발전기를 제조하였다.
- [0085] [평가]
- [0086] **1. 폴리아미드 필름의 특성 분석**
- [0087] 상기 실시예 1 에서 제조한 폴리아미드 필름의 특성을 분석하였고 그 결과를 도 1 및 도 2로서 나타내었다
- [0088] 도 1은 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름의 SEM(canning Electron Microscope) 이미지이다.
- [0089] 도 1을 확인하면, 실시예 1의 폴리아미드는 마이크로 패턴과 기공이 많이 형성된 것을 확인할 수 있다.
- [0090] 도 2는 실시예 1에서 제조한 폴리아미드 필름의 Image-J 소프트웨어로 분석한 결과로서 도2의 (a)는 패턴 길이, 도 2의 (b)는 패턴 면적, 도 2의 (c)는 기공 크기, 도 2의 (d)는 기공 면적을 나타낸 그래프이다.
- [0091] 도 2에 나타난 결과에 따르면, 실시예 1의 폴리아미드 필름의 패턴의 평균 길이는 $6\mu\text{m}$ 정도이고 면적은 $15\mu\text{m}^2$ 정도이다. 또한, 기공의 평균 직경은 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 기공의 평균 면적은 $0.25\mu\text{m}^2$ 이다.
- [0092] 이처럼, 본원의 실시예 1에서 제조한 폴리아미드는 기공 및 미세패턴이 응집되어 있어 마찰전기 나노 발전기에

마찰층으로서 적용했을 때 이동할 수 있는 전하량이 증가하여 전기적 성질이 향상되는 것으로 볼 수 있다.

[0094] 2. 마찰전기 나노 발전기의 전기적 특성 분석

[0095] 제조예 1 및 2, 비교 제조예 1 및 2에서 제조한 마찰전기 나노 발전기의 전기적 특성을 분석하고 이를 도 3 내지 10으로서 나타내었다.

[0096] 도 3의 (a)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전압, (b)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전류, (c)는 제조예 1 및 비교 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기의 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

[0097] 구체적으로, 도 3은 5N의 힘 및 5Hz의 주파수 하에서 측정되었다.

[0098] 도 3에 나타난 결과에 따르면, 비교 제조예 1의 전압, 전류 및 전류 밀도는 각각 100 V, 5 μ A 및 40 μ C/m²인 것으로 나타났다. 반면에, 제조예 1의 전압, 전류 및 전류 밀도는 각각 300 V, 15 μ A 및 100 μ C/m²인 것으로 나타났다. 이는, 실시예 1에서 제조한 폴리아미드의 기공 및 미세패턴으로 이동할 수 있는 전하량이 늘어났기 때문에 전기적 특성이 향상된 것으로 볼 수 있다.

[0099] 도 4는 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기를 7N의 일정한 힘 하에서 주파수의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

[0100] 도 4에 나타난 결과에 따르면, 전압 및 전류 밀도는 주파수의 변화에 따라 큰 변화가 나타나지 않는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 전류는 주파수 크기가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 마찰전기 나노 발전기는 주파수의 크기에 따라 전류가 비례하여 증가한다. 이를 이용하여 자동차의 스피드를 측정할 수 있다.

[0101] 도 5는 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기를 5Hz의 일정한 주파수 하에서 힘의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

[0102] 도 5에 나타난 결과에 따르면, 마찰전기 나노 발전기는 가하여지는 힘의 크기에 비례하여 전압, 전류 및 전류 밀도가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0103] 도 6는 제조예 2의 마찰전기 나노 발전기를 5N의 일정한 힘의 하에서 주파수의 변화에 따른 (a) 전압, (b) 전류, (c) 전류 밀도를 나타낸 그래프이다.

[0104] 도 6에 나타난 결과에 따르면, 제조예 2의 마찰전기 나노 발전기는 주파수의 변화에 따라 전압 80 V, 전류밀도 65 μ C/m²로 일정하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0105] 도 7은 제조예 1에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 35분 동안 10,000회 반복하여 측정했을 때의 전압의 크기를 나타낸 그래프이다.

[0106] 도 7에 나타난 결과에 따르면, 제조예 1의 마찰전기 나노 발전기는 10,000회 이상 반복 측정했을 때에도 전압의 크기가 일정한 것을 확인할 수 있다.

[0107] 도 8은 제조예 2에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 풍력 발전기 날개의 속도에 따른 (a) 전압, (b) 전류 그래프이다.

[0108] 도 8에 나타난 결과에 따르면, 마찰전기 나노 발전기의 전압 및 전류는 속도에 비례하여 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 속도가 증가함에 따라 활성물질 간의 접촉 (마찰층 간의 접촉)이 증가하여 전하량이 증가하기 때문인 것으로 볼 수 있다.

[0109] 도 9는 제조예 2에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 6 m/s 속도로 60,000회 반복하여 측정했을 때의 (a) 전압, (b) 전류 그래프이다.

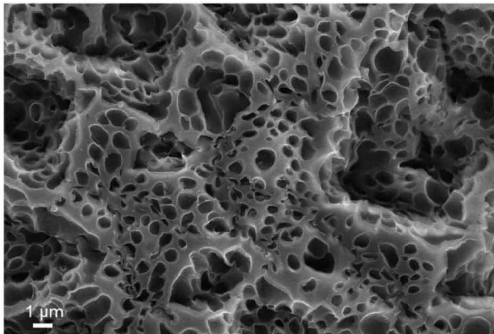
[0110] 도 9에 나타난 결과에 따르면, 마찰전기 나노 발전기는 60,000회 이상 반복 측정했을 때에도 전압의 크기가 일정한 것을 확인할 수 있다.

[0111] 도 10은 제조예 1에서 제조한 마찰전기 나노 발전기를 차량 움직임의 센서로서 적용했을 때 차량의 위치에 따른 전압의 크기를 나타낸 그래프이다.

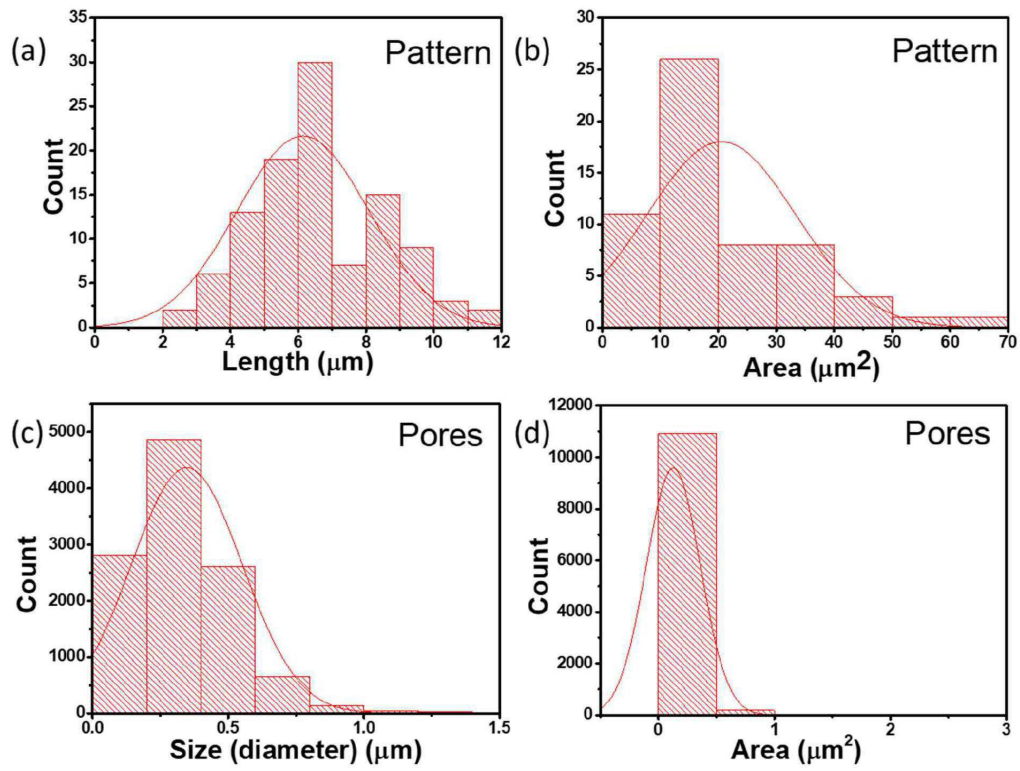
- [0112] 도 10에 나타난 결과에 따르면, 차가 움직이기 전(i)에는 전압이 0인 반면, 차량이 센서 위에 있을 때(ii, iv)는 음의 전압, 센서를 지나간 후에는 양의 전압(iii, v)을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 차량의 위치를 파악할 수 있다. 또한, 차량의 속도에 따라 전압의 크기가 다르며, 차량의 속도가 증가할수록 전압의 크기가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 차량의 속도를 파악할 수 있다.
- [0113] 본원의 마찰전기 나노 발전기를 자체 동력 지능형 운송 시스템, 풍력 발전기 등에 응용하여 사용할 수 있다.
- [0115] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0116] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

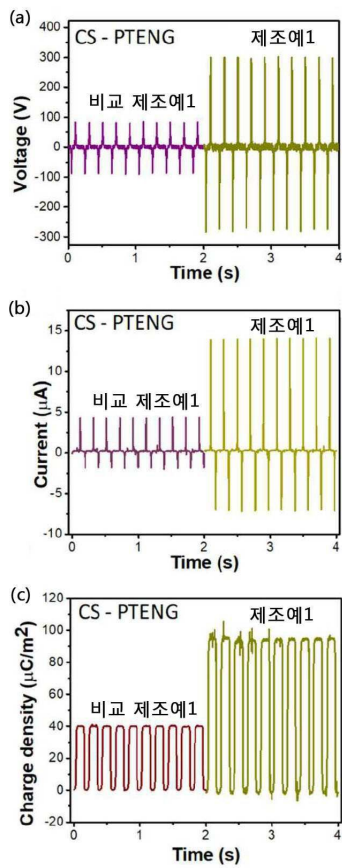
도면1



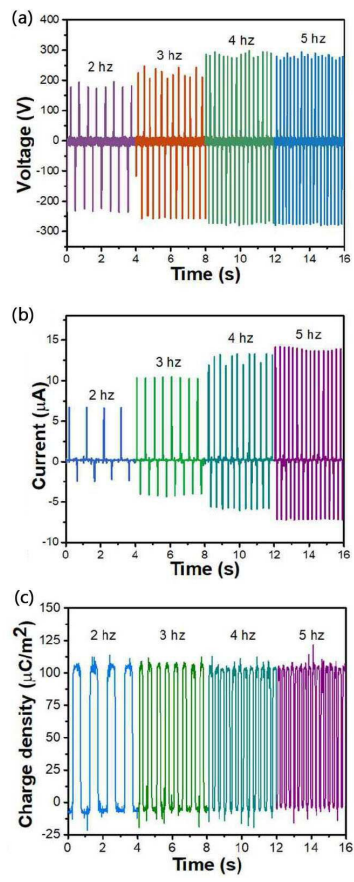
도면2



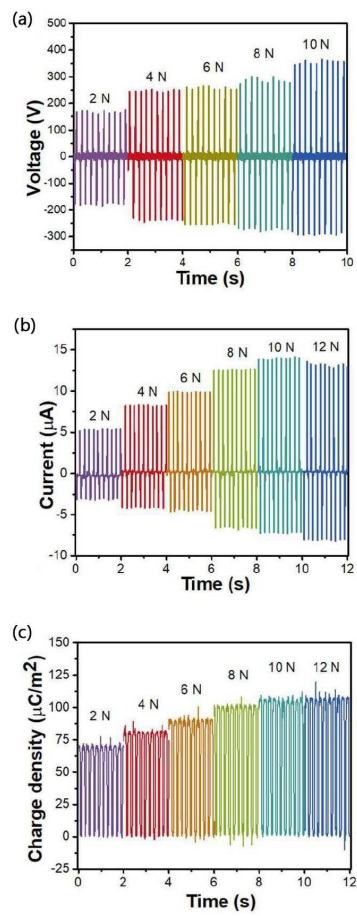
도면3



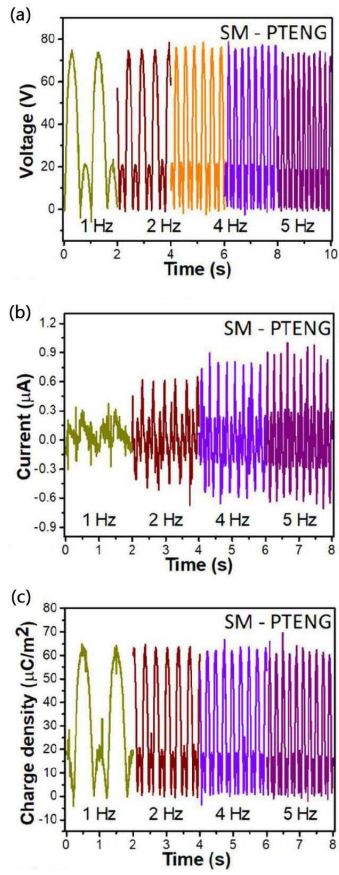
도면4



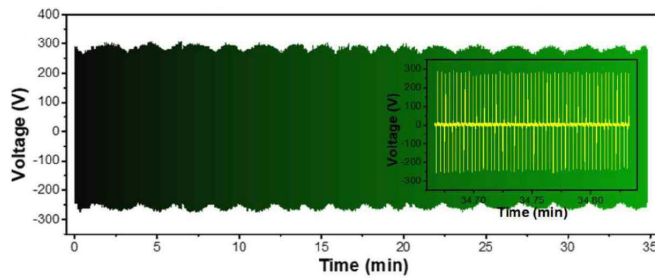
도면5



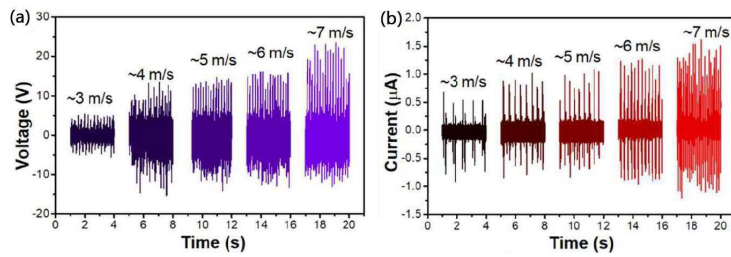
도면6



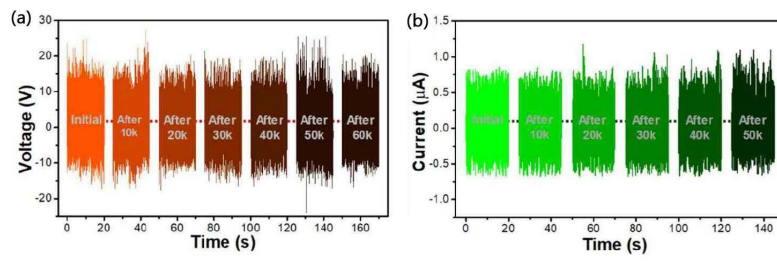
도면7



도면8



도면9



도면10

