(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0142809
(43) 공개일자 2015년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/047 (2006.01) *H01L 41/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0071015
(22) 출원일자 2014년06월11일
심사청구일자 2014년06월11일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
유재수
서울 강남구 봉은사로81길 8, 우림루미아트 202호 (삼성동)
고영환
경기 수원시 영통구 봉영로1517번길 27, 904동 1404호 (영통동, 벽적골9단지주공아파트)
(74) 대리인
서재승

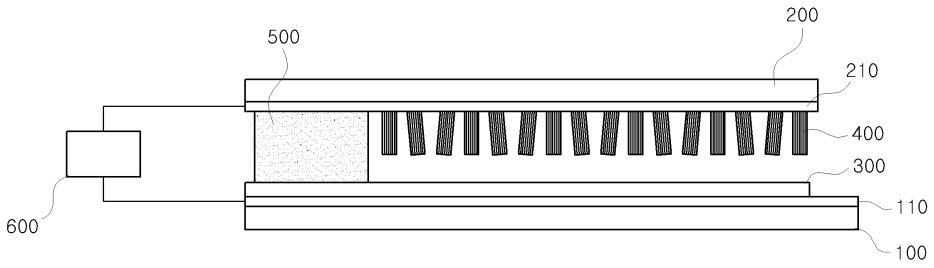
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛**

(57) 요 약

본 발명은 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛에 관한 것으로, 투명 전극이 코팅된 2개의 투명 기판에 각각 마찰 대전층과 나노 로드를 형성하여 상호 마찰 접촉하도록 함으로써, 2개의 투명 기판의 마찰 접촉에 의해 발생한 전기를 2개의 투명 기판에 대한 전기 회로를 구성하여 회수할 수 있고, 나노 로드를 통해 투명 기판에 대한 투과도를 향상시켜 전체 소자에 대한 투명성을 향상시킬 수 있으며, 제 1 투명 기판의 마찰 대전층으로 미세 나노 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태 그대로의 폴리디메틸실록산을 사용함과 동시에 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성함으로써, 나노 로드의 불연속적인 표면 특성에 의해 폴리디메틸실록산과의 접착력을 약화시켜 2개의 투명 기판의 접촉 및 이격을 원활하게 하여 마찰 전기 생성을 위한 동작이 안정적으로 이루어질 수 있고, 제작 공정을 단순화할 수 있는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛을 제공한다.

대 표 도 - 도2



명 세 서

청구범위

청구항 1

일면에 투명 전극이 형성되는 제 1 투명 기판;

상기 제 1 투명 기판과 이격되게 배치되며 상기 제 1 투명 기판에 대향되는 면에 투명 전극이 형성되는 제 2 투명 기판;

상기 제 1 투명 기판의 투명 전극 표면에 형성되는 마찰 대전층; 및

상기 제 2 투명 기판의 투명 전극 표면에 형성되는 나노 로드

를 포함하고, 상기 제 1 투명 기판 및 제 2 투명 기판은 외부 가압력에 의해 상기 마찰 대전층과 상기 나노 로드가 상호 접촉 가능하도록 배치되며, 상기 제 1 투명 기판 및 제 2 투명 기판의 투명 전극이 상호 전기적으로 연결되어 상기 마찰 대전층과 상기 나노 로드가 접촉 및 이격됨에 따라 마찰 전기가 생성되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판은 PET 필름으로 형성되고, 상기 투명 전극은 ITO 물질로 적용되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 마찰 대전층은 폴리디메틸실록산(PDMS: polydimethylsiloxane) 용액을 단순 경화시키는 방식으로 별도의 미세 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태로 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 나노 로드는 상기 투명 전극의 표면에 산화아연(Zno) 나노 로드를 성장시키는 방식으로 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 투명 기판과 상기 제 2 투명 기판은 탄성력이 있는 재질로 형성되어 외부 가압력이 해제된 경우 이격된 상태로 원상 복귀되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 투명 기판과 상기 제 2 투명 기판 사이에는 별도의 스페이서 블록이 삽입 배치되며, 상기 스페이서 블록을 통해 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판이 상호 이격되게 배치되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 스페이서 블록은 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판의 일측단부에 배치되고, 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판의 타측단부는 자유단 상태로 탄성력에 의해 상호 이격되게 위치하는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 스페이서 블록은 스펀지 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자.

청구항 9

제 5 항에 기재된 투명 마찰 전기 나노 발전 소자; 및

상기 마찰 전기 나노 발전 소자로부터 생성되는 마찰 전기를 저장할 수 있도록 상기 제 1 마찰 몸체 및 제 2 마찰 몸체에 전기적으로 연결되는 축전지

를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰 전기 나노 발전 유닛.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛에 관한 것이다. 보다 상세하게는 투명 전극이 코팅된 2개의 투명 기판에 각각 마찰 대전층과 나노 로드를 형성하여 상호 마찰 접촉하도록 함으로써, 2개의 투명 기판의 마찰 접촉에 의해 발생한 전기를 2개의 투명 기판에 대한 전기 회로를 구성하여 회수할 수 있고, 나노 로드를 통해 투명 기판에 대한 투과도를 향상시켜 전체 소자에 대한 투명성을 향상시킬 수 있으며, 제 1 투명 기판의 마찰 대전층으로 미세 나노 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태 그대로의 폴리디메틸실록산을 사용함과 동시에 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성함으로써, 나노 로드의 불연속적인 표면 특성에 의해 폴리디메틸실록산과의 접착력을 약화시켜 2개의 투명 기판의 접촉 및 이격을 원활하게 하여 마찰 전기 생성을 위한 동작이 안정적으로 이루어질 수 있고, 제작 공정을 단순화할 수 있는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근래에는 에너지 자원의 부족에 따라 다양한 에너지 생산 방법들이 연구되고 있는데, 특히, 최근에는 에너지 하베스트(energy harvest)라는 개념으로 일상 생활에서 버려지는 에너지를 회수하는 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 에너지 하베스트는 진동, 빛, 열, 전자파 등 일상 생활에서 버려지는 에너지를 모아 사용 가능한 전기 에너지로 변환하는 기술을 의미하는데, 이러한 에너지 하베스트는 매우 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 이러한 에너지 하베스트 기술의 한 종류로서, 최근 나노 와이어의 압전 효과를 이용한 기술이 개발되고 있는데,

이는 인간의 발걸음과 같이 반복적으로 전달되는 압력을 전기 에너지로 변환하는 기술로서, 나노 와이어가 압력에 의해 변형되는 과정에서 발생되는 전기를 수집하는 방식으로 구성된다.

[0005] 이러한 압전 효과를 이용한 기술 이외에도 일상 생활에서는 마찰에 의해 발생하는 전기가 매우 많이 발생하고 있다. 따라서, 최근에는 인간 주변의 움직임으로부터 소량의 전기를 수확하는 방법으로 2개의 다른 물체가 마찰될 때 발생하는 전자를 포획하는 기술이 연구되고 있다.

[0006] 그러나, 아직까지 마찰 전기를 회수하여 전기 에너지로 변환하는 기술은 매우 초보적인 수준이거나 그 효율이 매우 낮아 널리 사용되지 못하고 있는 실정이다. 특히, 마찰 전기 발생 효율이 높은 물질로서 폴리디메틸실록산(PDMS: polydimethylsiloxane) 물질을 이용한 마찰 전기 발전 소자에 대한 개발이 이루어지고 있는데, 폴리디메틸실록산의 표면에 미세 나노 패턴을 형성하는 등 그 제조 방법이 반도체 공정이 요구될 뿐만 아니라 고가의 제조 장비가 요구되는 등 제조 공정이 복잡하고 어렵다는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국내특허공개 제10-2012-0092466호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 투명 전극이 코팅된 2개의 투명 기판에 각각 마찰 대전층과 나노 로드를 형성하여 상호 마찰 접촉하도록 함으로써, 2개의 투명 기판의 마찰 접촉에 의해 발생한 전기를 2개의 투명 기판에 대한 전기 회로를 구성하여 회수할 수 있고, 나노 로드를 통해 투명 기판에 대한 투과도를 향상시켜 전체 소자에 대한 투명성을 향상시킬 수 있는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 제 1 투명 기판의 마찰 대전층으로 미세 나노 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태 그대로의 폴리디메틸실록산을 사용함과 동시에 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성함으로써, 나노 로드의 불연속적인 표면 특성에 의해 폴리디메틸실록산과의 접착력을 약화시켜 2개의 투명 기판의 접촉 및 이격을 원활하게 하여 마찰 전기 생성을 위한 동작이 안정적으로 이루어질 수 있고, 제작 공정을 단순화할 수 있는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자 및 이를 이용한 발전 유닛을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은, 일면에 투명 전극이 형성되는 제 1 투명 기판; 상기 제 1 투명 기판과 이격되게 배치되며 상기 제 1 투명 기판에 대향되는 면에 투명 전극이 형성되는 제 2 투명 기판; 상기 제 1 투명 기판의 투명 전극 표면에 형성되는 마찰 대전층; 및 상기 제 2 투명 기판의 투명 전극 표면에 형성되는 나노 로드를 포함하고, 상기 제 1 투명 기판 및 제 2 투명 기판은 외부 가압력에 의해 상기 마찰 대전층과 상기 나노 로드가 상호 접촉 가능하도록 배치되며, 상기 제 1 투명 기판 및 제 2 투명 기판의 투명 전극이 상호 전기적으로 연결되어 상기 마찰 대전층과 상기 나노 로드가 접촉 및 이격됨에 따라 마찰 전기가 생성되는 것을 특징으로 하는 투명 마찰 전기 나노 발전 소자를 제공한다.

[0011] 이때, 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판은 PET 필름으로 형성되고, 상기 투명 전극은 ITO 물질로 적용될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 마찰 대전층은 폴리디메틸실록산(PDMS: polydimethylsiloxane) 용액을 단순 경화시키는 방식으로 별도의 미세 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태로 형성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 나노 로드는 상기 투명 전극의 표면에 산화아연(Zno) 나노 로드를 성장시키는 방식으로 형성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제 1 투명 기판과 상기 제 2 투명 기판은 탄성력이 있는 재질로 형성되어 외부 가압력이 해제된 경우 이격된 상태로 원상 복귀될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제 1 투명 기판과 상기 제 2 투명 기판 사이에는 별도의 스페이서 블록이 삽입 배치되며, 상기 스페이서 블록을 통해 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판이 상호 이격되게 배치될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 스페이서 블록은 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판의 일측단부에 배치되고, 상기 제 1 투명 기판과 제 2 투명 기판의 타측단부는 자유단 상태로 탄성력에 의해 상호 이격되게 위치할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 스페이서 블록은 스펀지 재질로 형성될 수 있다.

[0018] 한편, 본 발명은, 상기 투명 마찰 전기 나노 발전 소자; 및 상기 마찰 전기 나노 발전 소자로부터 생성되는 마찰 전기를 저장할 수 있도록 상기 제 1 마찰 몸체 및 제 2 마찰 몸체에 전기적으로 연결되는 축전지를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰 전기 나노 발전 유닛을 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 투명 전극이 코팅된 2개의 투명 기판에 각각 마찰 대전층과 나노 로드를 형성하여 상호 마찰 접촉하도록 함으로써, 2개의 투명 기판의 마찰 접촉에 의해 발생한 전기를 2개의 투명 기판에 대한 전기 회로를 구성하여 회수할 수 있고, 나노 로드를 통해 투명 기판에 대한 투과도를 향상시켜 전체 소자에 대한 투명성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 제 1 투명 기판의 마찰 대전층으로 미세 나노 패턴을 추가 형성하지 않은 원형 상태 그대로의 폴리디메틸실록산을 사용함과 동시에 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성함으로써, 나노 로드의 불연속적인 표면 특성에 의해 폴리디메틸실록산과의 접착력을 약화시켜 2개의 투명 기판의 접촉 및 이격을 원활하게 하여 마찰 전기 생성을 위한 동작이 안정적으로 이루어질 수 있고, 제작 공정을 단순화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 구성을 개략적으로 도시한 사시도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 구성을 개략적으로 도시한 단면도,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 작동 방식을 개략적으로 도시한 도면,

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 성능을 테스트한 결과를 그래프화하여 도시한 도면,

도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성하는 방법을 개념적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 구성을 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 구성을 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 작동 방식을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 성능을 테스트한 결과를 그래프화하여 도시한 도면이다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자는 2개의 투명한 재질의 물체를 마찰시켜 전기를 생

산하는 장치로서, 제 1 투명 기판(100), 제 2 투명 기판(200), 마찰 대전층(300) 및 나노 로드(400)를 포함하여 구성된다.

[0025] 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)은 마찰을 일으키기 위한 2개의 물체로서, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 서로 대향되는 형태로 이격되게 배치된다. 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)은 투명 재질로 형성되도록 서로 대향되는 면에 투명 전극(110,210)이 형성된다.

[0026] 즉, 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)은 각각 투명한 재질의 PET 필름에 투명 전극(110,210)이 각각 증착되는 형태로 형성될 수 있으며, 이때, 투명 전극은 ITO(Indium Tin Oxide, 인듐주석산화물)이 적용될 수 있다. 최근들어 각종 디스플레이 기기들에 터치 스크린 패널 등이 널리 사용됨에 따라 이와 같은 투명 전극 기판이 널리 사용되고 있으며, 이와 관련된 기술 또한 매우 빠르게 성장하고 있는바, PET 필름에 ITO와 같은 투명 전극이 증착된 투명 기판은 그 자체로 양산품으로 널리 판매되고 있으므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)은 이러한 양산품을 구매하여 손쉽게 제작할 수 있다.

[0027] 이와 같이 마찰 대상인 2개의 물체를 투명 기판으로 적용함으로써, 터치 스크린 패널이 적용된 디스플레이 장치 등에 능동 센서로서 적용될 수 있을 것이다.

[0028] 마찰 대전층(300)은 제 1 투명 기판(100)의 투명 전극(110) 표면에 형성되며, 나노 로드(400)는 제 2 투명 기판(200)의 투명 전극(210) 표면에 성장 형성된다.

[0029] 마찰 대전층(300)은 다른 물체와의 마찰시 대전이 쉽게 일어나는 물질로 형성되는 것이 바람직한데, 일상 생활에서 마찰 전기가 쉽게 발생하는 헝겊, 플라스틱, 머리카락 등을 마찬가지 개념으로 생각할 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에서는 이러한 마찰 대전층(300)으로 폴리디메틸실록산(PDMS: polydimethylsiloxane) 물질이 적용된다.

[0030] 폴리디메틸실록산은 배경 기술에서 설명한 바와 같이 마찰 전기 발생 효율이 높아 마찰 전기 나노 발전 소자로서 활용 가치가 높은 물질인데, 이러한 폴리디메틸실록산은 금속이나 플라스틱과 접촉시 쉽게 떨어지지 않고 부착된 상태를 유지하는 특성을 갖는다. 즉, 폴리디메틸실록산은 금속이나 플라스틱에 쉽게 부착되는 특성을 갖는다. 따라서, 이러한 폴리디메틸실록산을 마찰 전기 나노 발전 소자로 이용하는 경우, 폴리디메틸실록산의 표면에 미세 나노 패턴을 형성하는 등 별도의 가공 공정을 거치는 등의 제조 공정이 필요하며, 이에 따라 제조 비용 및 공정 시간이 증가하는 등의 문제가 있었다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에서는 폴리디메틸실록산에 별도의 미세 나노 패턴을 형성하지 않고, 원형 상태 그대로 사용한다. 즉, 폴리디메틸실록산 용액을 일정 온도에서 경화시키는 방식으로 형성된 원형 상태 그대로 사용한다.

[0031] 나노 로드(400)는 제 2 투명 기판(200)의 투명 전극(210) 표면에 성장시키는 방식으로 형성되는데, 산화아연(ZnO) 물질로 형성될 수 있다. 이러한 나노 로드(400)는 수열합성법 또는 전기화학 증착법 등을 이용하여 형성시킬 수 있는데, 제 2 투명 기판(200)의 일면으로부터 수직한 방향, 즉, 하향 돌출되는 방향으로 성장 형성된다.

[0032] 이와 같은 구조에 따라 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)에 대해 상호 접촉하는 방향으로 외부 가압력이 작용하면, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)이 상호 접촉하게 된다. 좀더 구체적으로는, 제 2 투명 기판(200)에 형성된 나노 로드(400)와 제 1 투명 기판(100)에 형성된 마찰 대전층(300)이 상호 접촉하게 된다. 이와 같이 접촉하게 되면, 마찰 대전층(300)과 나노 로드(400)에서는 마찰에 의해 각각 음극과 양극으로 대전된다. 이와 같이 음극과 양극으로 대전된 상태에서 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)이 서로 분리 이탈되면, 즉, 마찰 대전층(300)과 나노 로드(400)가 분리 이탈되면, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)은 각각 음극 및 양극 전원으로 작용할 수 있게 된다.

[0033] 이때, 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)은 각각 투명 전극(110,210)이 형성되어 있기 때문에, 별도의 전기 회로를 통해 전기적으로 연결될 수 있으며, 이 경우, 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)이 각각 음극 및 양극으로 작용하여 전류가 흐르게 된다.

[0034] 이와 같이 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)이 상호 접촉 및 이격을 반복적으로 수행함에 따라 반복적으로 계속해서 마찰 전기가 발생하게 되고, 마찬가지 원리로 전류가 흐르게 된다. 이러한 과정을 통해 발생하는 전기를 저장하기 위해 별도의 축전지(600)가 전기 회로를 통해 연결될 수 있다. 즉, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 제 1 투명 기판(100)의 투명 전극(110)과 제 2 투명 기판(200)의 투명 전극(210)에 전기 배선이 연결되고, 전기 배선 상에 축전지(600)가 연결되면, 각각 마찰 대전층(300)과 나노 로드(400)에 의해 대전된 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)을 통해 전류가 흘러 축전지(600)에 저장된다. 이와 같이 저장된 전기는

사용자의 필요에 따라 다양한 형태로 활용될 수 있다.

[0035] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰 대전층(300)은 전술한 바와 같이 폴리디메틸실록산이 미세 나노 패턴 없이 원형 그대로 사용되는데, 이 경우 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)이 접촉하게 되면, 폴리디메틸실록산의 특성에 의해 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)이 접촉 및 이격되지 않고 계속 접촉된 상태로 유지될 수 있다. 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 제 2 투명 기판(200)에는 마찰 대전층(300)과 접촉하는 부위에 나노 로드(400)가 형성되기 때문에, 전술한 폴리디메틸실록산의 접착 특성을 약화시킬 수 있어 접촉 및 이격이 원활하게 이루어질 수 있다.

[0036] 즉, 나노 로드(400)는 그 성장 특성상 그 끝단면에서 불규칙한 표면 특성을 갖게 되므로, 마찰 대전층(300)과 나노 로드(400)가 상호 접촉하더라도 다시 쉽게 이격될 수 있다. 다시 말하면, 종래 기술에서는 폴리디메틸실록산의 표면에 미세 나노 패턴을 형성하였는데, 이는 제조 공정을 복잡하게 하는 불편함이 있었고, 본 발명에서는 마찰 대전층(300)의 폴리디메틸실록산 표면에 미세 나노 패턴을 형성하지 않고 단순히 제 2 투명 기판(200)의 표면에 나노 로드(400)를 성장시킴으로써, 더욱 단순한 공정으로 제작이 가능하며, 우수한 마찰 전기 발전 효율을 유지시킬 수 있다.

[0037] 한편, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)은 전술한 바와 같이 외부 가압력에 의해 상호 접촉한 상태에서, 외부 가압력이 해제되면 다시 이격된 상태로 원상 복귀해야 하므로, 탄성력이 있는 재질로 형성되는 것이 바람직하며, 전술한 바와 같이 PET 재질을 이용하게 되면, 충분한 탄성력을 가질 수 있을 것이다.

[0038] 또한, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)은 기준 상태에서 상호 이격되게 배치되는데, 이러한 이격 공간을 위해 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200) 사이에는 별도의 스페이서 블록(500)이 삽입 배치될 수 있다. 이러한 스페이서 블록(500)은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)의 일측단부에 배치되고, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)의 타측단부는 자유단 상태로 탄성력에 의해 상호 이격되게 위치할 수 있다.

[0039] 따라서, 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)에 외부 가압력이 작용하면, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이 제 2 투명 기판(200)의 일측단부는 스페이서 블록(500)에 의해 제 1 투명 기판(100)과 이격된 상태를 유지하고, 타측단부가 탄성 변형하며 제 1 투명 기판(100)에 탄성 접촉할 수 있다.

[0040] 또한, 스페이서 블록(500)은 탄성력이 있는 재질, 예를 들면, 스펀지 재질로 형성될 수 있는데, 이 경우에는 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)에 외부 가압력이 작용할 때, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이 스페이서 블록(500) 자체가 탄성 변형하며 제 1 투명 기판(100)과 제 2 투명 기판(200)이 접촉할 수 있다.

[0041] 한편, 제 2 투명 기판(200)에 형성되는 나노 로드(400)는 전술한 바와 같이 불연속적인 표면 특성으로 인해 마찰 대전층(300)과의 접촉 이탈이 용이할 뿐만 아니라 제 2 투명 기판(200)에 대한 투명성을 향상시킬 수 있다. 즉, 투명 전극(210)이 형성된 투명 기판에 나노 로드(400)를 성장시킬 경우, 투명 기판은 빛에 대한 투과율이 향상되는 특성을 나타내므로, 결과적으로 마찰 전기 나노 발전 소자의 투명성을 향상시킬 수 있다.

[0042] 이러한 나노 로드(400)의 투과도는 도 4에 실험 결과 그래프에 나타나는데, 단순히 PET 필름에 ITO가 증착된 경우와 비교하여 빛의 전체적인 파장대에서 나노 로드(400)가 형성된 경우 투과도는 향상되고 반사도는 낮아짐을 알 수 있다.

[0043] 또한, 도 5에는 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰 전기 나노 발전 소자의 성능 특성이 나타나는데, 제 1 투명 기판(100) 및 제 2 투명 기판(200)에 대한 외부 가압력의 크기가 1.35kgf, 3.75kgf, 5.65kgf로 증가함에 따라 더욱 높은 전압이 생성됨을 알 수 있고, 외부 가압력의 반복 주기를 의미하는 주파수가 1/2Hz, 1Hz, 2Hz 로 증가함에 따라 더욱 높은 전압이 생성됨을 알 수 있다.

[0044] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰 전기 나노 발전 소자는 외부 가압력의 크기가 세고 반복 주기가 짧아질수록 더 높은 전압이 생성됨을 알 수 있다.

[0045] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 투명 마찰 전기 나노 발전 소자의 제 2 투명 기판에 나노 로드를 형성하는 방법을 개념적으로 도시한 도면이다.

[0046] 제 2 투명 기판(200)에 나노 로드를 형성하는 방법은, 먼저, 제 2 투명 기판(200)에 시드층을 형성하고, 시드층 표면에 나노 로드를 형성하는 방식으로 진행된다. 시드층 표면에 나노 로드를 형성하는 방식은 수열 합성법 및

전기화학 증착법을 이용할 수 있다. 먼저, 도 6을 참고로 시드층 형성 방법을 살펴보고, 도 7 및 도 8을 참고로 수열 합성법 및 전기화학 증착법에 의한 나노 로드 형성 방법을 살펴본다.

[0047] 도 6은 본 발명에 따른 에너지 발생 장치의 시드층을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 (6)a를 참고로 전도성 섬유에 성장 용액을 딥코팅(Dip coating)법으로 코팅하는 단계를 보다 구체적으로 살펴보면, 금속 산화물 시드 용액(43)이 담겨진 코팅수조(41)에 제 2 투명 기판(200)을 담근다. 성장 용액은 성장시키고자 하는 금속 성분이 포함되어 있다. 예를 들어, ZnO의 나노 로드를 성장시키고자 하는 경우 시드 용액(43)은 50mL의 물과 10mM의 아연 아세테이트 디하이드레이트(zinc acetate dehydrate, $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$)을 상온에서 교반하여 혼합한다. 시드 용액의 양은 코팅하고자 하는 전도성 섬유의 크기에 비례하여 위와 같은 농도의 비율로 제조 가능하다.

[0049] 바람직하게, 코팅수조(41)의 하면에는 초음파 진동자(47)가 구비되어 있는데, 초음파 진동자(47)는 생성한 초음파를 시드 용액(43)으로 인가하여 제 2 투명 기판(200)와 시드 용액(43)을 용이하게 혼합시킨다. 초음파는 심한 압축력과 감압력을 시드 용액(43)에 가하며, 시드 용액(43)에 가해진 압축력과 감압력은 시드 용액(43)의 제 2 투명 기판(200)에 전달되어 제 2 투명 기판(200)의 내부까지 시드 용액(43)으로 코팅시킨다.

[0050] 도 5(b)를 참고로 시드층을 형성하는 단계를 보다 구체적으로 살펴보면, 시드 용액을 코팅한 제 2 투명 기판(200)를 열처리 유닛(50)의 내부 하우징(53)에 배치되어 있는 가열판(55)에 올려 놓은 후, 코팅한 제 2 투명 기판(200)을 열처리한다. 열처리를 통해 코팅된 시드 용액은 산소와 결합하여 금속 산화물로 변환되며 제 2 투명 기판(200) 표면에 금속 산화물 시드층(120)을 형성한다.

[0051] 바람직하게, 입력 밸브(51)를 통해 산소를 주입하며 제 2 투명 기판(200)을 열처리함으로써, 단결정의 금속 산화물의 시드층을 보다 균일하게 형성할 수 있다. 열처리 조건을 살펴보면, 높은 열을 가할수록 균일한 양질의 금속 산화물 시드층을 형성할 수 있는데 섬유 몸체의 재질에 따라 섬유 몸체가 열에 의해 변형이 일어나지 않는 범위까지 열처리 온도를 조절할 수 있다.

[0052] 도 7은 본 발명에 따른 에너지 발생 장치에서 수열 합성법으로 나노 구조물을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0053] 도 7을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 성장수조(71)에 담겨진 성장 용액(73)에 시드층이 형성된 제 2 투명 기판(210')을 담근다. 가열판(75)으로 성장 용액(73)을 가열시키며 시드층의 표면에 나노 로드(400)를 성장시킨다.

[0054] ZnO의 나노 로드를 성장시키는 예를 보다 구체적으로 살펴보면, ZnO는 투명 전도성 산화물 반도체로써, 매장량이 풍부하기 때문에 가격이 저렴하며, 화학적 열적으로 안정하며 전기적 광학적 특성이 우수하기 때문에 광소자 분야에 널리 사용되고 있다. 특히, 1차원 구조의 ZnO 나노 로드는 고품질의 결정성과 전자의 짧은 이동 경로를 가지고 있어, 광학적·전기적으로 매우 우수하여 각종 태양전지나 광센서 등에 매우 유용하게 적용되고 있다.

[0055] 시드층이 형성된 전도성 섬유(110')를 78℃~90℃의 성장용액(73)에 5~12시간 침지시킨다. 성장용액(73)은 질산아연(zinc nitrate, $Zn(NO_3)_2$) 분말가루와 헥사메틸렌테트라아민(hexamethylene tetramine, $(CH_2)_6N_4$)분말 가루를 같은 농도로 초순수(deionized water)에 혼합하여 생성한다.

[0056] 이러한 성장용액(73)에 시드층이 형성된 섬유소를 침지시키면, 성장용액(73) 속에 생성된 OH^-기와 Zn^{2+} 이온이 시드층과 화학반응을 일으켜 시드층 표면에 1차원 구조의 ZnO 결정이 형성된다. 이때, 1차원 구조의 ZnO의 성장 방향은 시드층의 표면에 c-plane축 방향이며, c-plane축 방향으로 ZnO 나노 로드가 성장한다. c-plane은 ZnO 또는 AZO의 원자 구조(Wurzite 구조)에서의 c축을 의미한다.

[0057] 성장용액(73) 속에서 시드층 표면에 ZnO 나노 로드가 성장할 때의 화학 반응식은 다음과 같다.

[0058] $(CH_2)_6N_4 + 6H_2O \Rightarrow 6CHOH + 4NH_3$

[0059] $NH_3 + H_2O \Rightarrow NH_4^+ + OH^-$

[0060] $Zn(NO_3)_2 + H_2O \Rightarrow Zn^{2+} + 2HNO_3$

[0061] $2OH^- + Zn^{2+} \Rightarrow ZnO + H_2O$

[0062] 이와 같이, 수열 합성법을 통해 나노 로드를 성장시킴에 있어서, 나노 로드를 구성하는 물질이 함유된 성장용액의 농도, 기판을 성장용액에 침지해 두는 시간, 성장용액의 온도를 조절함으로써, 기판 위에 성장되는 나노 로드의 두께와 길이를 조절할 수 있다.

[0063] 도 8은 본 발명에 따른 에너지 발생 장치에서 전기증착법으로 나노 구조물을 형성하는 단계를 설명하기 위한 도면이다.

[0064] 도 8을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 시드층이 형성된 제 2 투명 기판(210')을 작동전극(working electrode, 81)에 결합하여 성장용액(80)에 침지시킨 후, 전원공급장치(83)로 작동전극(81)에 -전압을 가하고 상대전극(counter electrode, 82)에 +전압을 인가하여 성장용액(80)에 전기장를 형성함으로써 전도성 섬유(110')과 성장용액(80)의 화학 반응을 촉진시키는 방법이다. 성장용액(80)은 질산아연(zinc nitrate, $Zn(NO_3)_2$), 헥사메틸렌테트라아민(hexamethylene tetramine, $(CH_2)_6N_4$) 및 염화칼륨(KCL)이 혼합된 것이다.

[0065] 시드층이 형성된 제 2 투명 기판(210')에 ZnO 나노 로드가 성장할 때의 화학 반응식은 다음과 같다.

[0066] $Zn(NO_3)_2 \Leftrightarrow Zn^{2+} + 2NO_3^-$

[0067] $NO_3^- + H_2O + 2e^- \Leftrightarrow NO_2^- + 2OH^-$

[0068] $Zn^{2+} + 2OH^- \Leftrightarrow Zn(OH)_2$

[0069] $Zn(OH)_2 \Leftrightarrow ZnO + H_2O$

[0070] 이러한 전기 증착법은 수열 합성법으로 나노 로드를 성장시킬 때보다 약 2 ~ 5시간 정도로 빠르다는 장점이 있다.

[0071] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0072] 100: 제 1 투명 기판 110: 투명 전극

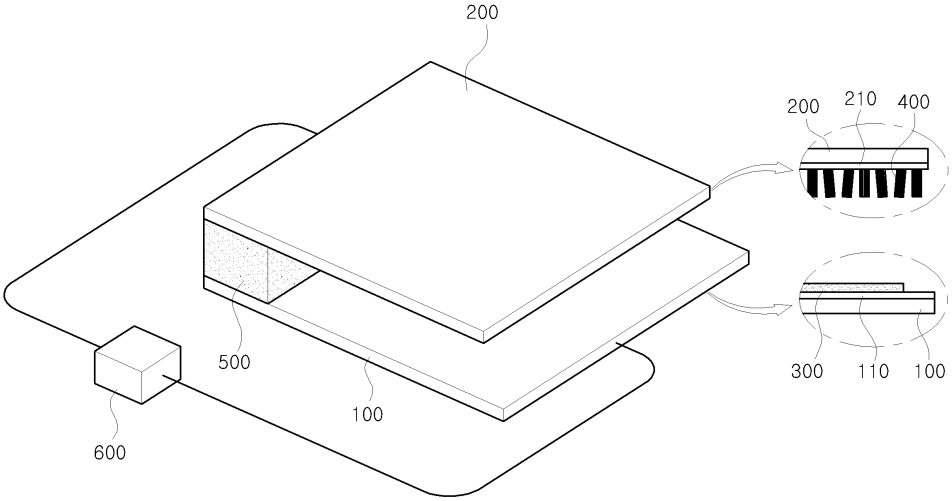
200: 제 2 투명 기판 210: 투명 전극

300: 마찰 대전층 400: 나노 로드

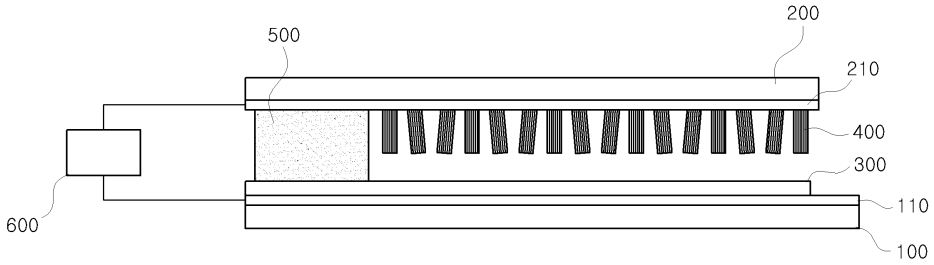
500: 스페이서 블록 600: 축전지

도면

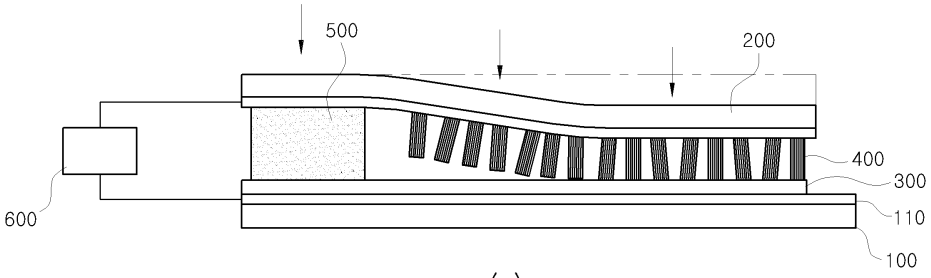
도면1


200
200
210
400
500
100
300
110
100
600

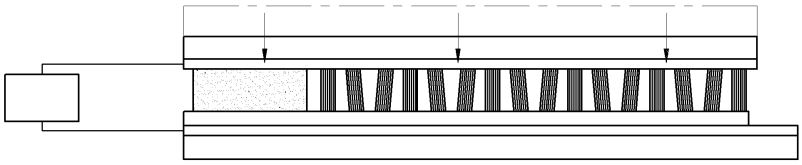
도면2


500
200
210
400
300
110
100
600

도면3

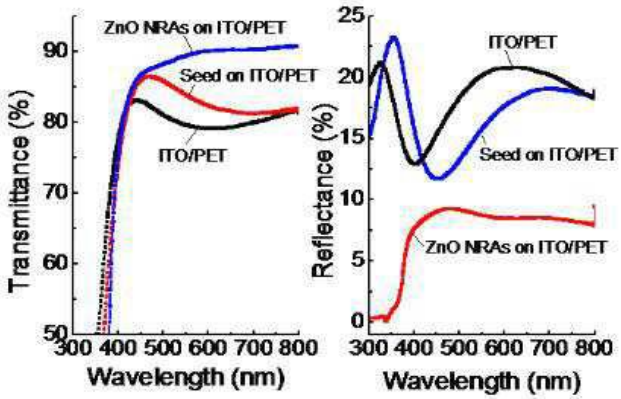

500
200
400
300
110
100
600

(a)

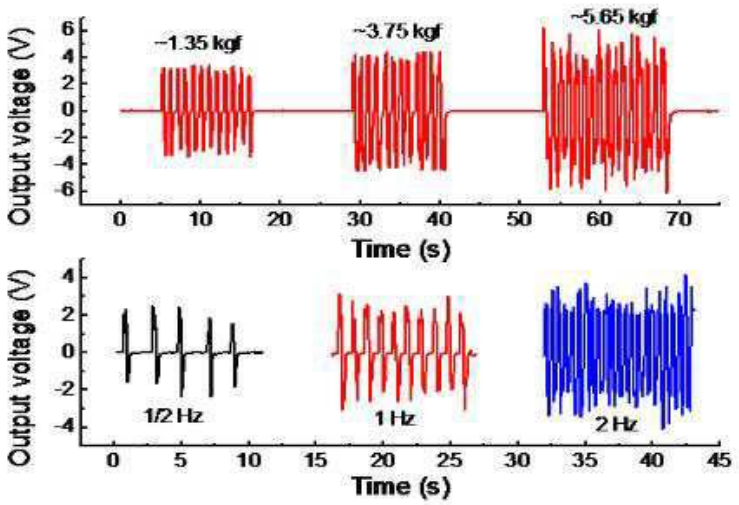


(b)

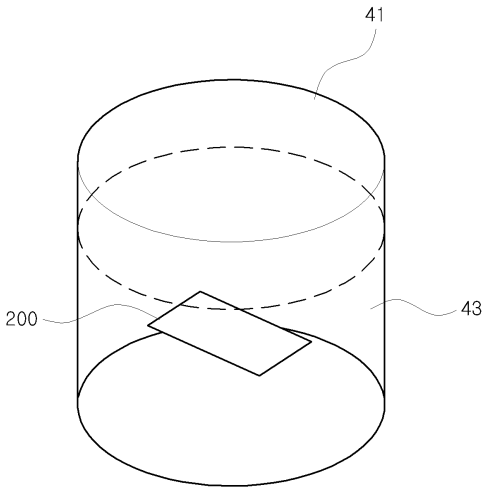
도면4


ZnO NRAs on ITO/PET
Seed on ITO/PET
ITO/PET
Transmittance (%)
Wavelength (nm)
ITO/PET
Seed on ITO/PET
ZnO NRAs on ITO/PET
Reflectance (%)
Wavelength (nm)

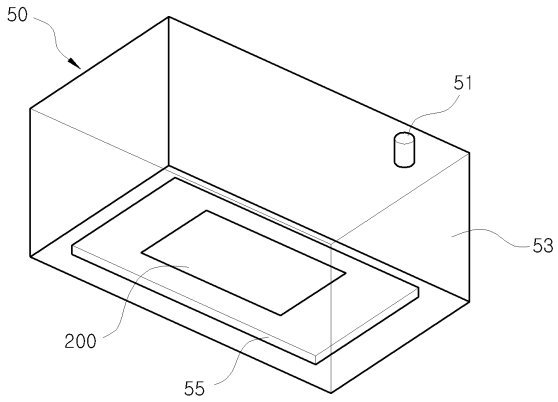
도면5


~1.35 kgf
~3.75 kgf
~5.65 kgf
Output voltage (V)
Time (s)
1/2 Hz
1 Hz
2 Hz
Output voltage (V)
Time (s)

도면6

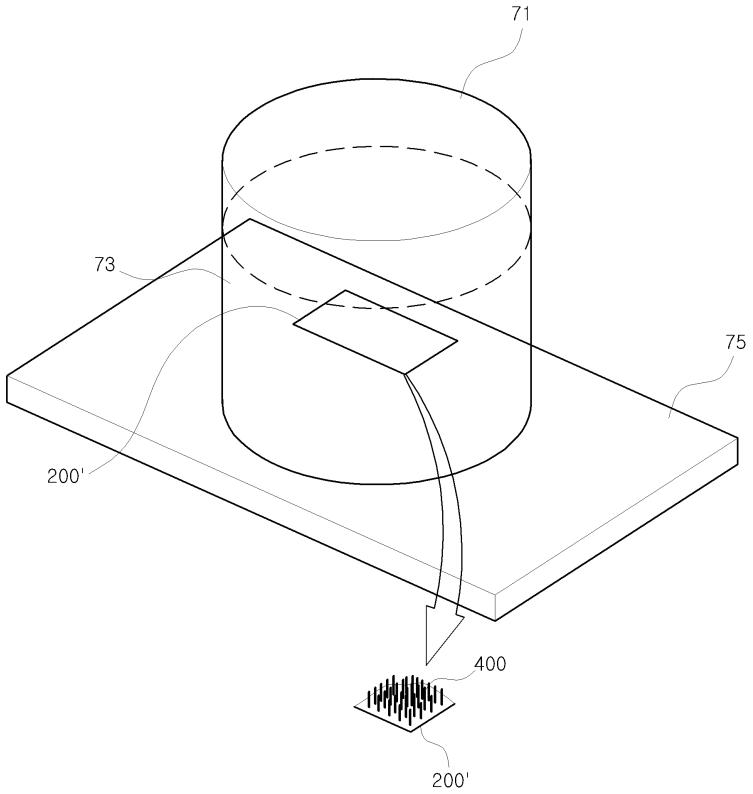


(a)

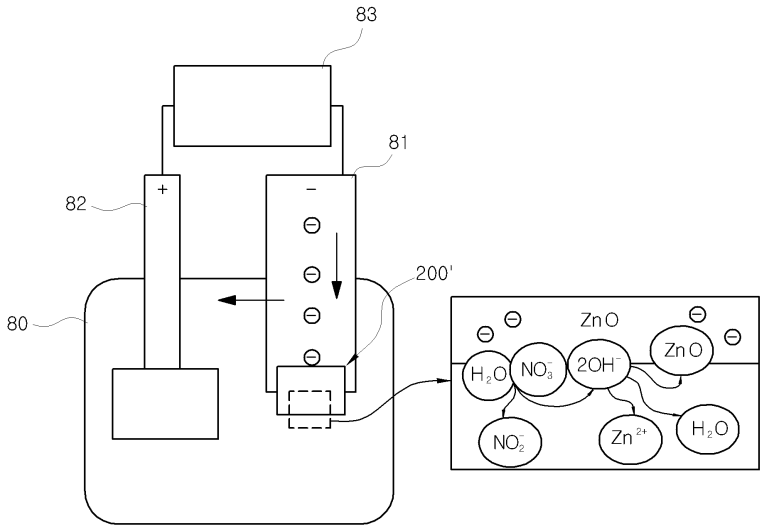


(b)

도면7


71
73
75
200'
400
200'

도면8


83
81
82
80
200'
ZnO
ZnO
H_2O
NO_3^-
$2OH^-$
NO_2^-
Zn^{2+}
H_2O