



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월11일

(11) 등록번호 10-1767151

(24) 등록일자 2017년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 1/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04N 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0063892

(22) 출원일자 2015년05월07일

심사청구일자 2015년05월07일

(65) 공개번호 10-2016-0132225

(43) 공개일자 2016년11월17일

(56) 선행기술조사문현

CN103752357 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

최영만

대전광역시 유성구 지족북로 60 한화꿈에그린 2단  
지 206동 501호

장윤석

대전광역시 서구 도안동로 183 도안 아이파크  
1507동 1901호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김동진

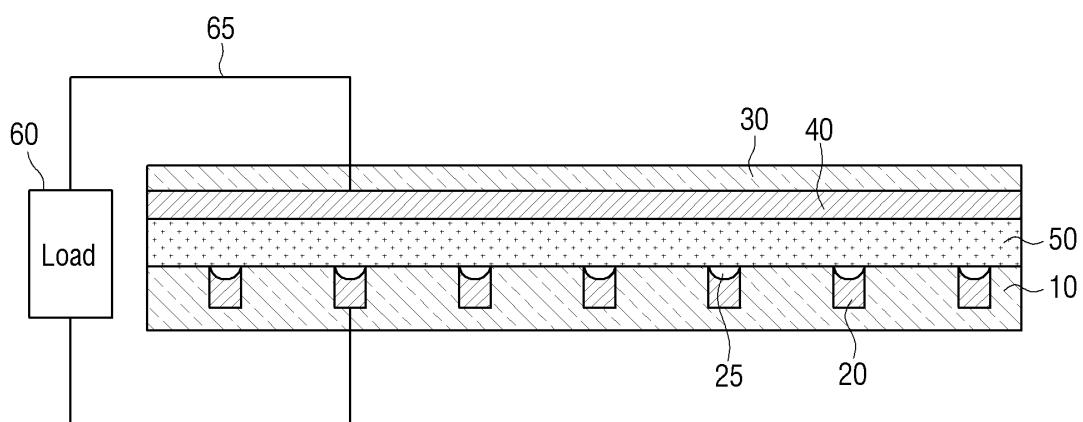
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 임베디드 전극을 포함하는 마찰대전 발전소자

**(57) 요 약**

본 발명의 일 실시예에 따르면, 마찰대전 발전소자에 있어서, 임베디드된 제1 전극층을 포함하는 제1 기판; 상기 제1 기판의 제1 표면에 적층된 폴리머층; 상기 폴리머층에 적층된 제2 전극층; 및 상기 제2 전극층에 적층된 제2 기판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자를 제공한다.

**대 표 도 - 도2**

(72) 발명자

**우규희**

경기도 고양시 일산동구 위시티4로 79 블루밍 아파트 313동 1201호

**김광영**

경상남도 창원시 성산구 원이대로 495 트리비앙아파트 208동 704호

**조정대**

대전광역시 유성구 배울1로 13 201동 1601호 (관평동, 대우푸르지오)

(56) 선행기술조사문헌

KR100656357 B1

KR101474980 B1\*

KR101476742 B1

US20130049531 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC1050

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 인쇄전자소자(PEMS) 연속생산 시스템 Test Bed 기반구축사업 (4/5)

기여율 1/1

주관기관 기계연구원

연구기간 2015.01.01 ~ 2015.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

마찰대전 발전소자에 있어서,  
임베디드된 제1 전극층(20)을 포함하는 제1 기판(10);  
상기 제1 기판의 제1 표면에 적층된 폴리머층(50);  
상기 폴리머층에 적층된 제2 전극층(40); 및  
상기 제2 전극층에 적층된 제2 기판(30);을 포함하고,  
상기 제1 전극층(20)이, 상기 제1 기판의 제1 표면에 음각으로 형성된 소정 패턴 내에 형성되고, 상기 제1 전극층과 상기 폴리머층 사이에 공간이 존재하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
상기 마찰대전 발전소자에 외부의 압력이 가해지지 않은 상태에서 상기 폴리머층과 상기 제1 전극층이 전기적으로 접촉하지 않고, 외부의 압력이 가해지면 상기 폴리머층과 상기 제1 전극층이 전기적으로 접촉하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
상기 제1 전극층이 메쉬 형상의 패턴으로 상기 제1 기판에 임베디드된 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,  
상기 제1 기판 또는 제2 기판 중 적어도 하나가, 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET), 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리우레탄(PUA), 폴리이미드 (polyimide), SU-8 폴리머, 플라스틱 필름, 직물(textile), 섬유(fiber), 웨이퍼, 및 글래스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
상기 폴리머층, 폴리이미드 또는 폴리이미드를 포함하는 공중합체, 폴리아크릴산 또는 폴리아크릴산을 포함하는 공중합체, 폴리스티렌 또는 폴리스티렌을 포함하는 공중합체, 폴리설파이트 또는 폴리설파이트를 포함하는 공중합체, 폴리아믹산 또는 폴리아믹산을 포함하는 공중합체, 폴리아민 또는 폴리아민을 포함하는 공중합체, 폴리비닐 알콜, 폴리 알릴아민, 폴리아크릴산, 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), SU-8 폴리머, 및 폴리우레탄(PUA)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자.

#### 청구항 7

마찰대전 발전소자를 제조하는 방법에 있어서,

제1 기판(10)의 제1 표면에 소정 패턴을 음각 형성하는 단계;

상기 음각 형성된 패턴 내에 제1 전극층(20)을 형성하는 단계; 및

제2 전극층(40)과 폴리머층(50)이 차례로 적층된 제2 기판(30)을, 상기 폴리머층이 상기 제1 기판의 제1 표면과 접하도록 하여, 상기 제1 기판(10)과 부착하는 단계;를 포함하고,

상기 제1 전극층의 표면이 상기 제1 기판의 제1 표면 보다 낮은 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 기판에 소정 패턴을 음각 형성하고 제1 전극층을 형성하는 단계가, 열형 롤 임프린팅, 핫 앰보싱, 나노임프린트 리소그래피, UV 임프린팅, 몰딩, 및 레이저 스크라이빙 중 어느 하나의 방법을 이용하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제1 기판 또는 제2 기판 중 적어도 하나가, 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET), 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리우레탄(PUA), 폴리이미드 (polyimide), SU-8 폴리머, 플라스틱 필름, 직물(textile), 섬유(fiber), 웨이퍼, 및 글래스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 폴리머층이, 폴리이미드 또는 폴리이미드를 포함하는 공중합체, 폴리아크릴산 또는 폴리아크릴산을 포함하는 공중합체, 폴리스티렌 또는 폴리스티렌을 포함하는 공중합체, 폴리설파이트 또는 폴리설파이트를 포함하는 공중합체, 폴리아믹산 또는 폴리아믹산을 포함하는 공중합체, 폴리아민 또는 폴리아민을 포함하는 공중합체, 폴리비닐 알콜, 폴리 알릴아민, 폴리아크릴산, 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), SU-8 폴리머, 및 폴리우레탄(PUA)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

### 청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 마찰대전 발전소자에 외부의 압력이 가해지면 상기 폴리머층과 상기 제1 전극층이 전기적으로 접촉하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

### 청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 음각 형성된 패턴이 메쉬 형상의 패턴인 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰대전 발전소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 임베디드 전극을 포함하는 마찰대전 발전소자에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 나노 발전기의 한 종류로서 마찰전기를 이용한 마찰대전 발전소자가 연구되고 있다. 마찰대전 발전소자는

도1에 도시한 바와 같이 상부 기판(1), 상부 기판의 하면에 증착된 상부 전극(2), 하부 기판(3), 하부 기판의 상면에 차례로 적층된 하부 전극(4)과 폴리머층(5)으로 구성된다. 폴리머층(5)과 상부 전극(2)은 물리적으로 소정 간격 이격되어 있어야 하고 이를 위해 일정 거리마다 스페이서 또는 스프링과 같은 구조물(6)이 설치된다.

[0003] 마찰대전 발전소자에 구부러짐 등의 외력이 작용하면 폴리머층(5)과 상부 전극(2)이 접촉하거나 분리하면서 정전기가 발생하게 되고, 이때 발생하는 정전기가 상부 전극(2)과 하부 전극(4)을 통해 외부의 부하(예컨대 전기 회로 또는 축전지 등)에 전달되어 발전이 이루어지게 된다.

[0004] 그러나 이러한 종래의 마찰대전 발전소자에서는 폴리머층과 전극의 접촉과 분리를 위해 폴리머층과 전극 사이에 일정 간격을 띄어주기 위한 스페이서나 스프링 등의 구조물(6)이 필요하기 때문에 제조가 용이하지 않고 발전소자로서 유연하고 콤팩트한 응용에 적합하지 않다는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 미국 공개특허공보 제2013-0049531호 (2013.02.28 공개)

(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 미국 공개특허공보 제2014-0084748호 (2014.03.27 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극과 폴리머층 사이에 스페이서나 스프링과 같은 구조물이 필요없고 기판, 전극, 및 폴리머층을 단일 필름 형태로 구성할 수 있는 마찰대전 발전소자를 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마찰대전 발전소자에 있어서, 임베디드된 제1 전극층을 포함하는 제1 기판; 상기 제1 기판의 제1 표면에 적층된 폴리머층; 상기 폴리머층에 적층된 제2 전극층; 및 상기 제2 전극층에 적층된 제2 기판;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자를 제공한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마찰대전 발전소자를 제조하는 방법에 있어서, 제1 기판의 제1 표면에 소정 패턴을 음각 형성하는 단계; 상기 음각 형성된 패턴 내에 제1 전극층을 형성하는 단계; 및 제2 전극층과 폴리머층이 차례로 적층된 제2 기판을, 상기 폴리머층이 상기 제1 기판의 제1 표면과 접하도록 하여, 상기 제1 기판과 부착하는 단계;를 포함하고, 상기 제1 전극층의 표면이 상기 제1 기판의 제1 표면 보다 낮은 것을 특징으로 하는 마찰대전 발전소자의 제조방법을 제공한다.

## 발명의 효과

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극을 기판에 임베디드 형태로 형성함으로써 별도의 스페이서나 스프링 구조가 필요없고 기판과 폴리머층을 직접 접합시킬 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전극과 폴리머층 사이에 별도의 구조물이 필요없기 때문에 기판, 전극, 및 폴리머층이 모두 일체로 적층된 단일 필름 형태로 제작될 수 있으므로 마찰대전 발전소자로서 유연한 구성이 가능함이 점이 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0011] 도1은 종래의 마찰대전 발전소자를 설명하기 위한 도면,

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자의 단면도,

도3은 일 실시예에 따라 제1 기판에 음각 패턴을 형성하는 단계를 설명하는 도면,

도4는 일 실시예에 따라 제1 기판의 음각 패턴에 제1 전극층을 형성하는 단계를 설명하는 도면,

도5는 일 실시예에 따라 롤 임프린팅 방식으로 제1 기판에 음각 패턴 및 제1 전극층을 형성하는 방법을 설명하

기 위한 도면,

도6은 일 실시예에 따라 제2 기판에 제2 전극층과 폴리머층을 적층하는 과정을 설명하기 위한 도면,  
도7은 일 실시예에 따라 제1 기판과 제2 기판을 부착하여 마찰대전 발전소자를 형성하는 단계를 설명하는 도면,  
도8은 외부 압력에 의해 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자가 마찰대전 발전을 하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0013]

본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소의 '위'(또는 '아래', '오른쪽', 또는 '왼쪽')에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소의 위(또는 아래, 오른쪽, 또는 왼쪽)에 직접 위치될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 길이, 폭, 두께 등의 수치는 기술 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0014]

또한 본 명세서에서 구성요소간의 위치 관계를 설명하기 위해 사용되는 '위', '아래', '좌측', '우측', '전면', '후면' 등의 표현은 절대적 기준으로서의 방향이나 위치를 의미하지 않으며 각 도면을 참조하여 본 발명을 설명할 때 해당 도면을 기준으로 설명의 편의를 위해 사용되는 상대적 표현이다.

[0015]

본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0016]

본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0017]

이하에서 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돋기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0018]

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자의 단면도이다. 도면을 참조하면, 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자는 제1 기판(10), 제1 전극층(20), 제2 기판(30), 제2 전극층(40), 및 폴리머층(50)을 포함한다.

[0019]

제1 기판(10)은 도면상에서 가장 아래쪽에 배치된다. 제1 전극층(20)은 제1 기판(10) 내에 임베디드(embedded)되어 형성된다. 즉 제1 기판(10)의 상부 표면에 음각으로 형성된 패턴 내에 제1 전극층(20)이 형성될 수 있다.

[0020]

제1 기판(10)의 상부 표면에는 폴리머층(50)이 적층되어 있다. 폴리머층(50)의 위에 제2 전극층(40)이 적층되고, 제2 전극층(40)의 위에 제2 기판(30)이 적층된다. 그 후 마찰대전 발전소자에 의해 생성된 전기를 사용(또는 충전)하기 위한 부하(60)가 도선(65)에 의해 제1 전극층(20)과 제2 전극층(40)에 전기적으로 연결된다.

[0021]

이 때 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 제1 기판(10)의 표면의 음각 패턴 내에 형성된 제1 전극층(20)의 표면이 제1 기판(10)의 표면 보다 낮도록 형성한다. 즉 도면에 도시한 것처럼 제1 전극층(20)과 폴리머층(50) 사이에 공간(25)이 존재하는 구조를 갖는다. 이에 따라, 마찰대전 발전소자에 외부의 압력이 가해지지 않은 상태에서(즉 도2에 도시한 상태에서) 제1 전극층(20)과 폴리머층(50)이 전기적으로 접촉하지 않고, 외부에서 압력이 가해지면 제1 전극층(20)과 폴리머층(50)이 전기적으로 접촉하게 되면서 도선(65)에 전류가 흐르게 된다.

[0022]

이러한 마찰대전 발전소자를 제조하는 예시적인 방법으로서, 제1 전극층(20)이 임베디드된 제1 기판(10)을 형성하고, 제2 전극층(40)과 폴리머층(50)이 적층된 제2 기판(30)을 형성하고, 제1 기판(10)의 상부 표면에 폴리머층(50)이 접하도록 하여 제1 기판(10)과 제2 기판(30)을 접착함으로써 도시한 것과 같은 마찰대전 발전소자를 제조할 수 있다. 또한 다른 예시적 방법으로서, 예를 들어 가장 아래쪽의 제1 기판(10) 위에 제1 전극층(20),

폴리머층(50), 제2 전극층(40), 및 제2 기판(30)을 순차적으로 적층하여 마찰대전 발전소자를 제조할 수도 있으며, 본 발명은 이러한 구체적 제조 방법에 제한되지 않는다.

[0023] 도시한 마찰대전 발전소자의 구체적 치수는 실시예에 따라 다르게 설계될 수 있다. 일 예로서, 제1 기판(10)과 제2 기판(30)이 각각 대략 125 마이크로미터(μm), 제1 전극층(20)이 대략 1μm, 그리고 폴리머층(50)이 대략 100μm의 두께를 가져서 마찰대전 발전소자의 전체 두께가 대략 350μm인 유연한 필름 형태를 가질 수 있다. 그러나 이러한 수치는 하나의 예시에 불과하고, 발전소자의 실제 응용예에 따라 각 층의 두께가 다양하게 설계되고 구현될 수 있음을 물론이다.

[0024] 이제 도3 내지 도7을 참조하여 일 실시예에 따라 마찰대전 발전소자를 제조하는 방법을 설명하기로 한다.

[0025] 도3은 일 실시예에 따라 제1 기판에 음각 패턴이 형성된 상태를 나타내는 도면으로 도3(a)는 제1 기판(10)의 측단면을 도식적으로 나타내고 도3(b)는 제1 기판(10)의 사시도이다.

[0026] 도면을 참조하면, 제1 기판(10)의 상부 표면에 소정 패턴(11)을 음각 형성한다. 도시한 일 실시예에서 소정 패턴은 예컨대 메쉬(mesh) 형상이다. 다른 대안적 실시예에서 이 음각 패턴(11)은 임의의 형상일 수 있다. 이 음각 패턴은 패턴 전체적으로 연결되어 있는 것이 바람직하다. 즉 패턴이 전체적으로 연결되어 있다면 음각 패턴은 어떤 임의의 형상이어도 무방하다.

[0027] 일 실시예에서 제1 기판(10)은 유연한(flexible) 기판인 것이 바람직하다. 예를 들어 제1 기판은 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET), 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트 (PMMA), 폴리우레탄(PUA), 폴리이미드(polyimide), SU-8 폴리머, 플라스틱 필름, 직물(textile), 섬유(fiber), 웨이퍼, 및 글래스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 재료로 만들어질 수 있다.

[0028] 도4는 일 실시예에 따라 제1 기판(10)의 음각 패턴(11)에 제1 전극층(20)이 형성된 모습을 나타내는 도면이다. 도4(a)는 음각 패턴(11)에 제1 전극층(20)이 채워진 제1 기판(10)의 측단면을 도식적으로 나타내고 도4(b)는 이 때의 제1 기판(10)의 사시도이다.

[0029] 도면을 참조하면, 예를 들어 도3과 같은 제1 기판(10)의 음각 패턴(11)이 형성된 후 이 음각 패턴(11)에 전도성 잉크 또는 전도성 페이스트를 충진하여 도4(a) 및 도4(b)와 같이 제1 전극층(20)이 형성될 수 있다. 도시한 실시예에서 음각 패턴(11)이 메쉬 형상으로 패터닝되었으므로, 제2 전극층(20)도 메쉬 형상의 패턴으로 제1 기판(10)에 임베디드된다. 음각 패턴(11)이 전체적으로 연결되어 있으므로 제2 전극층(20)이 전체 메쉬 형상에 걸쳐 전기적으로 일체로 연결되어 있다.

[0030] 도4(c)는 제2 전극층(20)이 형성된 제1 기판(10)을 소결한 후의 모습을 도식적으로 나타낸다. 제2 전극층으로서 전도성 잉크를 사용하는 경우, 제2 전극층(20)이 형성된 기판을 열 또는 자외선으로 소결하면 잉크 고형분 사이의 공극이 사라져서 전극층의 부피가 줄어들게 되어 도4(c)에 도시한 것처럼 표면이 움푹 패인 형태를 갖게 된다. 이에 따라 제1 전극층(20)의 표면이 제1 기판(10)의 표면 보다 낮아진다.

[0031] 일 실시예에서 제1 전극층(20)에 사용되는 전극용 잉크 또는 전도성 페이스트는 임의의 금속을 함유한 조성물일 수 있다. 예를 들어 제1 전극층(20)은 Fe, Ag, Au, Cu, Cr, W, Al, Mo, Zn, Ni, Pt, Pd, Co, In, Mn, Si, Ta, Ti, Sn, Pb, V, Ru, Ir, Zr, Rh 및 Mg로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 잉크 또는 페이스트 조성물일 수 있다. 한편 도3 및 도4를 참조하여 설명한 공정, 즉 제1 기판(10)에 소정 패턴을 음각 형성하고 이 음각 패턴(11)에 제1 전극층(20)을 형성하는 공정은 공지의 방법 중 하나를 이용하여 수행될 수 있다. 예를 들어 이러한 공정이 열형 룰 임프린팅, 핫 엠보싱, 나노임프린트 리소그래피, UV(자외선) 임프린팅, 몰딩(molding), 및 레이저 스크라이빙(laser scribing) 중 어느 하나의 방법을 이용하여 수행될 수 있다.

[0032] 이와 관련하여 도5는 일 예로서 룰 임프린팅 방식으로 제1 기판(10)에 음각 패턴(11)과 제1 전극층(20)을 형성하는 방법을 설명하는 도면이다.

[0033] 도시한 일 실시예에 따른 룰 임프린팅 장치는 히팅롤(110), 압입롤(120), 및 닥터 블레이드(130)를 포함할 수 있다. 히팅롤(110)의 표면에는 제1 기판(10)에 임프린팅 할 소정 패턴(P)을 구비한 임프린팅 스템프가 장착된다. 압입롤(120)은 히팅롤(110)의 아래쪽에 히팅롤(110)과 나란히 위치하여, 제1 기판(10)이 히팅롤(110)과 압입롤(120) 사이를 통과할 수 있도록 배치된다. 제1 기판(10)이 두 개의 룰(110, 120) 사이를 통과할 때 패턴(P) 형상에 따라 제1 기판(10)의 상부 표면에 음각 패턴(11)이 임프린트되어 형성된다.

[0034] 그 후 잉크 디스펜서(도시 생략)가 제1 기판(10)의 표면 위에 전도성 잉크(21)를 분사하고 전도성 잉크(21)가 닥터 블레이드(130)에 의해 음각 패턴(11)에 골고루 채워짐으로써 제2 전극층(20)이 형성되고, 열 또는 자외선

으로 소결하여 도4(c)와 같이 제1 전극층(20)의 표면이 제1 기판(10)의 표면 보다 낮아진 형상의 임베디드된 제1 전극층(20)을 얻는다.

[0035] 이제 제2 기판(30) 위에 제2 전극층(40)과 폴리머층(50)을 형성하는 예시적 방법을 도6을 참조하여 설명한다.

[0036] 우선 도6(a)와 같이 제2 기판(30)을 준비한다. 제2 기판(30)은 제1 기판과 동일 또는 유사한 재료로 만들어질 수 있다. 일 실시예에서, 제2 기판(30)은 폴리에틸렌 테레프타레이트(PET), 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리우레탄 (PUA), 폴리이미드(polyimide), SU-8 폴리머, 플라스틱 필름, 직물(textile), 섬유(fiber), 웨이퍼, 및 글래스로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 재료로 만들어질 수 있다.

[0037] 그 후 도6(b)에서와 같이 제2 기판(30)의 상부 표면에 제2 전극층(40)을 적층한다. 제2 전극층(40)은 전기 전도성을 갖는 임의의 재료로 만들어질 수 있다. 일 실시예에서 제2 전극층(40)은 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), GZO(Ga-doped ZnO), 금 나노 와이어(Au nanowire), 은 나노 와이어(Ag nanowire), 은 페이스트(Ag paste), DMD (Dielectric/Metal/Dielectric), 그래핀(graphene), 탄소나노튜브(carbon nanotube), 및 전도성 폴리머로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 재료를 포함할 수 있다. 제2 전극층(40)은 스프레이 코팅, 롤 코팅, 진공 증착 등 다양한 증착방법 중 하나를 사용하여 적층될 수 있다.

[0038] 다음으로, 제2 기판(30)에 제2 전극층(40)을 적층한 후 도6(c)에 도시한 것처럼 제2 전극층(40) 위에 폴리머층(50)을 적층한다. 일 실시예에서 폴리머층(50)은, 폴리이미드 또는 폴리이미드를 포함하는 공중합체, 폴리아크릴산 또는 폴리아크릴산을 포함하는 공중합체, 폴리스티렌 또는 폴리스티렌을 포함하는 공중합체, 폴리설파이트 또는 폴리설파이트를 포함하는 공중합체, 폴리아믹산 또는 폴리아믹산을 포함하는 공중합체, 폴리아민 또는 폴리아민을 포함하는 공중합체, 폴리비닐 알콜, 폴리 알릴아민, 폴리아크릴산, 폴리다이메틸실록세인(PDMS), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), SU-8 폴리머, 및 폴리우레탄(PUA)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 재료로 만들어질 수 있다.

[0039] 폴리머층(50)은 기존의 임의의 적층 방법에 의해 적층될 수 있다. 일 실시예에서 폴리머층(50)의 적층을 위해 바 코팅(bar coating)법, 스프레이 코팅(spray coating)법, 프린팅법, 닉터 블레이드 코팅(doctor blade coating)법, 슬롯 다이코팅(slot die coating)법, 스판코팅(spin coating)법, 드롭 코팅(drop coating)법, 열 증착법, 전자선 증착법, 스퍼터링(sputtering)법 중 어느 하나의 방법이 사용될 수 있다.

[0040] 도3 내지 도5에서와 같이 제1 전극층(20)이 임베디드된 제1 기판(10)을 형성하고 도6에서와 같이 제2 전극층(40)과 폴리머층(50)이 적층된 제2 기판(30)을 형성한 후, 폴리머층(50)이 제1 기판(10)의 상부 표면과 접하도록 하여 제2 기판(30)을 제1 기판(10)에 부착한다. 이에 따라 도7에 도시한 것처럼, 제1 전극층(20)이 임베디드된 제1 기판(10), 폴리머층(50), 제2 전극층(40), 및 제2 기판(30)의 순서로 적층된 마찰대전 발전소자가 제조된다. 이 때 임베디드된 제1 전극층(20)의 표면이 제1 기판(10)의 표면보다 낮기 때문에 제1 전극층(20)과 폴리머층(50) 사이에 공간(25)이 형성되고 제1 전극층(10)과 폴리머층(50)이 전기적으로 접촉하지 않는 상태가 된다.

[0041] 도8은 외부 압력에 의해 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자가 마찰대전 발전을 하는 모습을 도식적으로 나타낸다. 전기회로나 축전기와 같은 임의의 부하(60)가 도선(65)에 의해 제1 전극층(20)과 제2 전극층(40)에 전기적으로 연결되어 있다고 가정한다.

[0042] 외부에서 압력이 가해지지 않는 상태에서는 도7에 도시한 것처럼 제1 전극층(20)과 폴리머층(50) 사이에 공간(25)이 존재하고 이들이 전기적으로 접촉하지 않는다. 도8에서 화살표로 표시한 것처럼 외부에서 압력이 가해지면, 폴리머층(50)이 변형하면서 임베디드 전극과 폴리머층 사이의 공간(25)이 메워지면서 제1 전극층(20)과 폴리머층(50)이 접촉(27)하게 되고, 폴리머층(50)에 대전되었던 전하에 의해 임베디드된 제1 전극층(20)에서 제2 전극층(40)으로 전하가 이동함으로써 전류가 흐르게 된다.

[0043] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰대전 발전소자는 제1 전극층(20)을 제1 기판(10) 내에 임베디드 형태로 형성하였기 때문에 제1 기판(10)과 폴리머층(50) 사이에 종래와 같은 물리적 간격이 불필요하고, 이에 따라 마찰대전 발전소자를 하나의 단일 필름 형태로 구성할 수 있으므로 콤팩트하고 유연한 구조가 요구되는 응용에 적합하게 사용될 수 있다.

[0044] 상기와 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상술한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특

허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

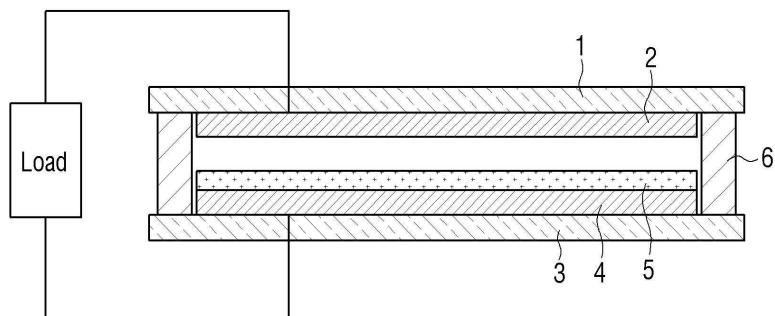
### 부호의 설명

[0045]

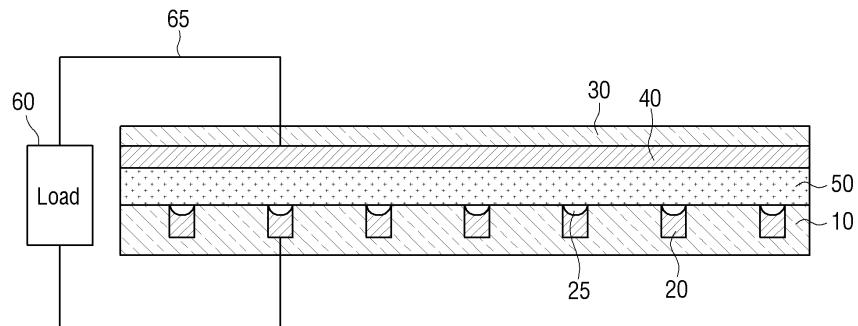
- 10: 제1 기판
- 20: 제1 전극층
- 30: 제2 기판
- 40: 제2 전극층
- 50: 폴리머층

### 도면

#### 도면1

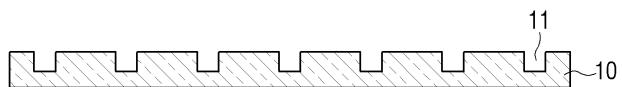


#### 도면2

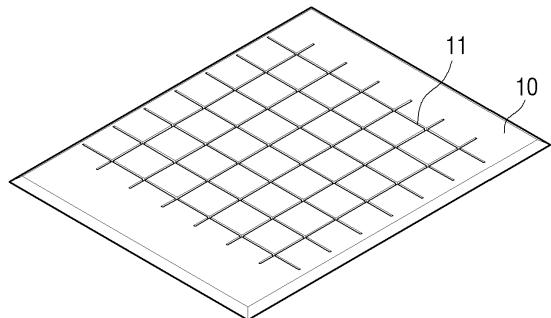


도면3

(a)

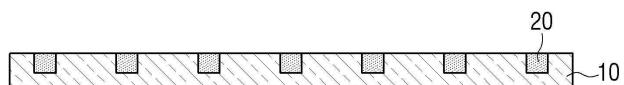


(b)

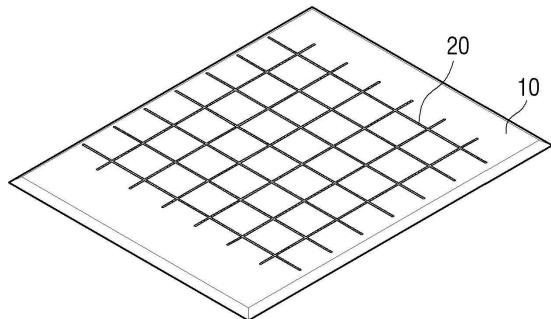


도면4

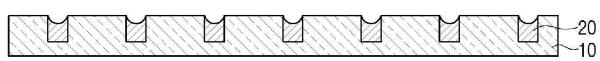
(a)



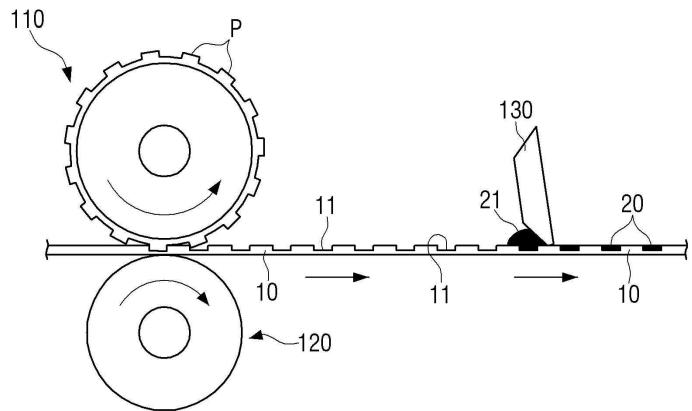
(b)



(c)

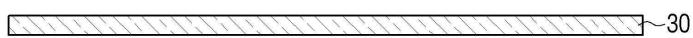


도면5

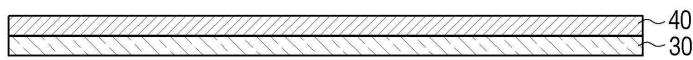


도면6

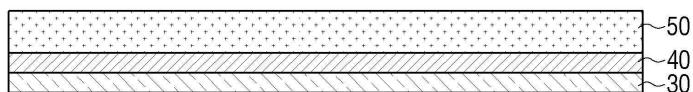
(a)



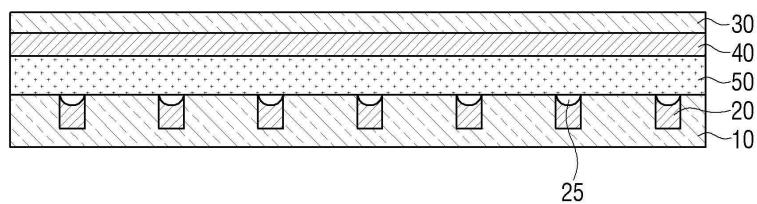
(b)



(c)



도면7



도면8

