



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월31일
(11) 등록번호 10-1984865
(24) 등록일자 2019년05월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0027441
(22) 출원일자 2018년03월08일
심사청구일자 2018년03월08일
(56) 선행기술조사문헌
“Recent Progress on Flexible Triboelectric Nanogenerators for Self Powered Electronics”, Ronan Hinchet, ChemSusChem 2015, 8, 2327-2344 (2015.07.06. 공개)*
“Highly conductive and transparent Ag honeycomb mesh fabricated using a monolayer of polystyrene spheres”, Namyong Kwon, Nanotechnology 24 (2013.05.15. 공개)*
“Transparent Triboelectric Nanogenerators and Self-Powered Pressure Sensors Based on Micropatterned Plastic Films”, Feng-Ru Fan, Nano Lett. 2012, 12, 3109-3114 (2012.05.11. 공개)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박준규
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
주 쿼타오
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 남배인

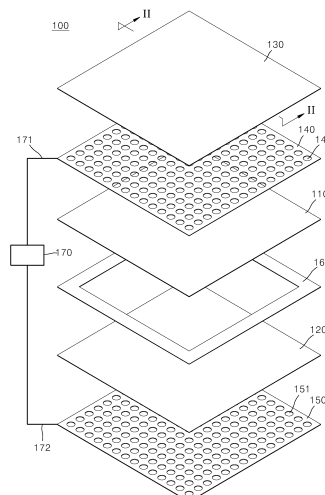
(54) 발명의 명칭 마찰전기를 이용한 발전장치 및 그 발전장치의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 마찰전기를 이용한 발전장치에 있어서, 제1유전체로 형성된 제1필름, 상기 제1필름의 하부에 대향하도록 배치되며, 상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2유전체로 형성된 제2필름, 상기 제1필름과 상기 제2필름 사이의 이격거리를 한정하는 스페이서, 상기 제1필름의 상면 상에 배치되며, 제1도

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀들이 형성되어 있는 제1전극시트, 상기 제2필름의 하면 상에 배치되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2전극시트 및 상기 제1전극시트의 상면 상에 배치되며, 상기 제1전극시트보다 광투과율이 높은 소재로 형성되는 보호 필름을 포함하며, 외력이 가해져서, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트, 상기 제1필름, 상기 제2필름, 상기 제2전극시트를 통하여 흐르는 마찰전기를 이용한 발전장치를 제공한다.

따라서 마찰전기를 생성할 수 있을 뿐만 아니라, 제1전극시트에 형성된 관통 홀들에 의하여 광투과율이 높기 때문에, 디스플레이를 포함하는 다양한 장치에 활용성이 높다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711057428
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	급속·정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실
기 여 율	1/2
주관기관	울산과학기술원
연구기간	2017.06.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711058654
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(미래부)
연구과제명	나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	울산과학기술원
연구기간	2017.09.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제1유전체로 형성된 제1필름을 준비하는 단계;

제1도전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀들이 형성되어 있는 제1전극시트와, 상기 제1전극시트의 상면 상에 일체로 형성되며 상기 제1전극시트보다 광투과율이 높은 소재로 형성되는 보호필름을 포함하는 제1기재를 준비하는 단계;

상기 제1필름의 상면 상에 상기 제1기재를 적층하는 단계;

상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2유전체로 형성된 제2필름과, 상기 제2필름의 하면 상에 일체로 형성되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2 전극시트를 포함하는 제2기재를 준비하는 단계; 및

상기 적층된 상기 제1기재 및 상기 제1필름을 스페이서를 사이에 두고 상기 제2기재와 적층하는 단계를 포함하고,

상기 제1필름은,

다공성 구조를 가지고, 상기 제2필름과 접촉하는 면에 형성되는 복수 개의 돌출부들을 포함하되,

상기 돌출부들은 종단면이 피라미드 형상을 가지며,

상기 돌출부들은 상기 제1필름으로부터 돌출된 높이가 5 마이크로미터(μm) 보다 크고 15 마이크로미터(μm) 보다 작게 형성되며,

상기 제1필름을 준비하는 단계는,

포토 리소그래피법을 이용하여, 상기 제2필름과 접촉하는 상기 제1필름의 표면에 상기 복수 개의 돌출부들을 형성하되,

상기 복수 개의 돌출부들은 나노 입자 현탁액을 포토레지스트 그리드 위에 떨어뜨린 후, 상기 현탁액을 유리 슬라이드로 닦아서 균일하게 퍼뜨림으로써 형성하며,

상기 제1기재를 준비하는 단계는,

디메틸포름아미드(DF)에 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)를 용해시킨 용액을 준비하고, 상기 용액을 상기 제1전극 시트 상에 분사하여 상기 관통 홀들을 형성하기 위한 패턴을 인쇄하되, 상기 용액을 분사하는 장치에 20볼트 내지 25볼트의 저전압을 인가하여 패턴들을 형성하는 단계;

상기 복수 개의 패턴들이 형성된 상기 제1전극시트 상에 제1도전성 물질로 도포하는 단계; 및

상기 패턴을 박리하는 단계를 포함하며,

외력이 가해져서, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트 및 상기 제2전극시트를 통하여 흐르는, 마찰전기를 이용한 발전장치를 제조하는 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰전기를 이용한 발전장치 및 그 발전장치의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광투과율이 향상된 전극시트의 활용을 통한 마찰전기를 이용한 발전장치 및 그 발전장치의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마찰전기를 이용한 발전장치는 기계에너지를 전기 에너지로 변환한다. 이러한 마찰전기를 이용한 발전장치는 우리의 일상생활에서 발생하는 여러 가지 기계 에너지를 전기 에너지로 변환함으로써 휴대폰이나 스마트 시계 등의 자가 동력원으로 활용될 수 있는 장점이 있다.

[0003] 그런데 마찰전기를 이용한 발전기가 이러한 휴대폰이나 스마트 기계 등에 활용되기 위해서는 디스플레이 화면의 투과성을 일정 수준 이상으로 유지하는 것이 필요하다. 하지만, 종래의 이러한 마찰전기를 이용한 발전기는 자가 발전을 위한 동력원으로서의 기능에만 충실할 뿐 디스플레이 화면의 선명함을 보장하지는 못하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허10-2014-0126607호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 광투과율이 향상된 전극시트의 활용을 통한 마찰전기를 이용한 발전장치 및 그 발전장치의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 마찰전기를 이용한 발전장치에 있어서, 제1유전체로 형성된 제1필름, 상기 제1필름의 하부에 대향하도록 배치되며, 상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2유전체로 형성된 제2필름, 상기 제1필름과 상기 제2필름 사이의 이격거리를 한정하는 스페이서, 상기 제1필름의 상면 상에 배치되며, 제1도전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀들이 형성되어 있는 제1전극시트, 상기 제2필름의 하면 상에 배치되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2전극시트 및 상기 제1전극시트의 상면 상에 배치되며, 상기 제1전극시트보다 광투과율이 높은 소재로 형성되는 보호 필름을 포함하며, 외력이 가해져서, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트, 상기 제1필름, 상기 제2필름, 상기 제2전극시트를 통하여 흐르는 마찰전기를 이용한 발전장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 제1유전체로 형성된 제1필름을 준비하는 단계, 제1도전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀들이 형성되어 있는 제1전극시트와, 상기 제1전극시트의 상면 상에 일체로 형성되며 상기 제1전극시트보다 광투과율이 높은 소재로 형성되는 보호필름을 포함하는 제1기재를 준비하는 단계, 상기 제1필름의 상면 상에 상기 제1기재를 적층하는 단계, 상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2유전체로 형성된 제2필름과, 상기 제2필름의 하면 상에 일체로 형성되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2 전극시트를 포함하는 제2기재를 준비하는 단계 및 상기 적층된 상기 제1기재 및 상기 제1필름을 스페이서를 사이에 두고 상기 제2기재와 적층하는 단계를 포함하고, 외력이 가해져서, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트, 상기 제1필름, 상기 제2필름, 상기 제2전극시트를 통하여 흐르는, 마찰전기를 이용한 발전장치를 제조하는 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은, 마찰전기를 이용한 발전장치에 있어서, 제1유전체로 형성되는 제1필름과, 상기 제1필름의 상면 상에 배치되며, 제1도전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀들이 형성되어 있는 제1전극시트를 포함하는 제1시트 및 상기 제1필름의 하부에 대향하도록 배치되며, 상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값이 다른 제2유전체로 형성되고, 서로 이격되어 배치되는 제2필름과, 상기 제2필름의 하면 상에 배치되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2전극시트를 포함하는 제2시트를 포함하고, 상기 제1시트 및 상기 제2시트 중 하나 또는 모두는 플렉서블하며, 외력이 상기 제1시트 또는 상기 제2시트에 가해져서, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름과 상기 제2필름의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트, 상기 제1필름, 상기 제2필름, 상기 제2전극시트를 통하여 흐르는 마찰전기를 이용한 발전장치를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따른 마찰전기를 이용한 발전장치 및 그 발전장치의 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0010] 첫째, 마찰전기를 생성할 수 있을 뿐만 아니라, 제1전극시트에 형성된 관통 홀들에 의하여 광투과율이 높기 때문에, 디스플레이를 포함하는 다양한 장치에 활용성이 높다.

[0011] 둘째, 제1유전체의 피라미드 형상에 의한 마찰 표면적의 확대로 마찰전기 생성 효율이 높다.

[0012] 셋째, 잉크젯 프린터 및 리소그래피 방법을 이용하여 제1유전체를 제작함으로써 제조방법이 간단하다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰전기를 이용한 발전장치의 분해 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 마찰전기를 이용한 발전장치의 II-II선을 취한 단면도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 제1필름의 확대도이다.
- 도 4는 도 1의 제1필름에 형성된 돌출부들의 형태에 따른 전류 및 전압 밀도의 변화를 도시하는 실험 자료이다.
- 도 5의 (a)는 도 4에 도시된 피라미드 형상의 돌출부를 가지는 제1필름에서, 그 피라미드 형상의 높이 변화에 따른 전류 및 전압 밀도의 변화를 도시하는 실험 자료이고, (b)는 피라미드 형상의 높이 변화에 따른 전하 밀도의 변화를 도시하는 실험 자료이다.
- 도 6은 도 1에 도시된 마찰전기를 이용한 발전장치를 휴대폰의 디스플레이부에 적용한 모식도이다.
- 도 7은 도 6에 도시된 휴대폰의 디스플레이부를 터치펜으로 눌렀을 때의 출력 전압과 출력전류인데, (b)는 제1필름에 형성된 돌출부들이 다공성 피라미드 구조를 갖는 폴리디메틸실록산일 때의 실험 자료이고, (c)는 제1필름에 형성된 돌출부들이 평평한 형태의 폴리디메틸실록산일 때의 실험 자료이다.
- 도 8의 (a)는 도 1의 발전 장치의 구성을 도시하고, (b)는 도 1의 제1전극시트의 관통 홀을 형성하는 방법을 도시하며, (c)는 도 1의 제1필름의 다공성 피라미드 형상을 형성하는 방법을 도시하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0015] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰전기를 이용한 발전 장치는(100) 제1필름(110), 제2필름(120), 보호필름(130), 제1전극시트(140), 제2전극시트(150), 스페이서(160) 및 에너지 수집부(170)를 포함한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제1필름(110)과 상기 제1전극시트(140)를 포함하는 제1시트 및 상기 제2필름(120)과 상기 제2전극시트(150)를 포함하는 제2시트만으로 형성될 수도 있다.
- [0016] 상기 제1필름(110)은 플렉서블한 제1유전체로 형성된다. 상기 제1필름(110)은 폴리디메틸실록산(PDMS)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 플렉서블한 소재로 변경이 가능하다. 상기 제1필름(110)은 사각형의 플레이트 형상을 갖는다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 형태로 변경이 가능하다. 상기 제1필름(110)은 상기 제2필름(120)과 접촉하는 면에 형성되며 서로 이격되어 배치되는 복수 개의 돌출부(111)를 포함한다. 도 3을 참조하면, 상기 돌출부(111)는 다공성의 피라미드 형상을 갖는다. 상기 다공성 구조 및 피라미드 형상은 마찰전기 생성 시, 상기 제2필름(120)과 접촉하는 접촉면적을 넓히는 역할을 함으로써 마찰전기 발생 효율을 향상시킨다. 하지만 상기 돌출부(111)는 다른 형상으로 변경될 수 있다.
- [0017] 상기 제1필름(110)은 상기 스페이서(160)의 상면 및 제1전극시트(140)의 하면 상에 형성된다. 상기 제1필름(110)은 외력에 의해 상기 제2필름(120)과 접촉과 분리를 반복하면서 마찰전기를 발생시킨다. 이를 위해 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)은 상이한 마찰전기 시리즈(Triboelectric series) 값을 갖고, 상기 스페이서(160)에 의해 외력이 없을 때는 일정간격 이격되어 있다가 외력이 가해지면 접촉하고, 외력이 제거되면 분리된다.
- [0018] 상기 제2필름(120)은 플렉서블한 제2유전체로 형성된다. 상기 제2필름(120)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 플렉서블한 소재로 변경이 가능하다. 상기 제2필름(120)은 사각형의 플레이트 형상을 갖는다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 형태로 변경이 가능하다. 상기 제2필름(120)은 상기 제1필름(110)에 대향하도록 배치되며, 상기 스페이서(160)의 하면 및 상기 제2전극시트(150)의 상면 상에 배치된다. 상기 제2필름(120)은 상기 보호필름(130)과 동일한 소재이다. 하지만 상기 제2필름(120)과 상기 보호필름(130)은 다른 소재로 각각 형성될 수도 있다. 상기 제2필름(120)은 상기 제2필름(120)의 하면에 형성되는 상기 제2전극시트(150)보다 광투과율이 높다.
- [0019] 상기 보호필름(130)은 외력을 잘 수용할 수 있도록 하기 위해 플렉서블한 폴리에틸렌 테레프탈레이트로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 변경이 가능하다. 상기 보호필름(130)의 하면 상에는 상기 제1전극시트(140)가 형성된다. 상기 보호필름(130)은 상기 제1전극시트(140)보다 광투과율이 높다. 상기 보호필름(130)은 상기 보호필름(130)의 하면 상에 형성되는 상기 제1전극시트(140)가 외부와의 접촉으로 인해 손상되는 것

을 막는다.

- [0020] 상기 제1전극시트(140)는 상기 제1필름(110)의 상면 및 상기 보호필름(130)의 하면 상에 형성된다. 상기 제1전극시트(140)는 제1도전성 물질인 은(Ag) 필름으로 형성된다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 구리나 그 외 도전성이 있는 소재로 변경이 가능하다. 상기 제1전극시트(140)는 상기 제1전극시트(140)의 상면과 하면을 관통하는 관통 홀(141)을 포함한다. 상기 관통 홀(141)은 광투과율을 향상시키기 위하여 형성된 것이다. 상기 관통 홀(141)은 원형이다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 타원형이나 그 외 다른 형태의 관통 홀을 가질 수 있다.
- [0021] 상기 제1전극시트(140)는 제1도전성 라인(171)과 전기적으로 연결된다. 상기 제1전극시트(140)는 상기 제1도전성 라인(171), 상기 에너지 수집부(170), 제2도전성 라인(172) 및 상기 제2전극시트(150)와 함께 전기적 네트워크를 형성한다. 상기 은(Ag) 필름으로 형성된 상기 제1전극시트(140)는 구리를 이용한 경우보다 도전성이 우수하고, 상기 관통 홀(141)이 동일한 크기로 다수 형성되어 있어서 투과율까지 높아, 디스플레이부를 포함하는 다양한 기기에 적용할 수 있는 장점이 있다. 상기 제1전극시트(140)는 상기 제2전극시트(150)와 동일한 소재로 형성된다.
- [0022] 상기 제2전극시트(150)는 상기 제2유전체(120)의 하면 상에 형성된다. 상기 제2전극시트(150)는 제2도전성 물질인 은(Ag) 필름으로 형성된다. 상기 제2전극시트(150)는 상기 제2도전성 라인(172)의 일단과 전기적으로 연결된다. 상기 제2전극시트(150) 상기 제1전극시트(150)와 물리적, 화학적 성질 및 형태가 유사한바 설명을 생략한다.
- [0023] 상기 스페이서(160)는 플렉서블한 폴리에틸렌 테레프탈레이트로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 소재로 변경이 가능하다. 상기 스페이스(160)는 가운데 부분이 관통된 폐쇄형 고리 구조로 형성되어서 빛이 잘 통과한다. 하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 형태의 스페이서로 변경될 수 있다. 상기 스페이서(160)는 상기 제1필름(110)의 하면 및 상기 제2필름(120)의 상면 상에 형성된다.
- [0024] 상기 스페이서(160)는 외력의 작용이 없을 때에는 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)을 일정간격 이격되도록 하는 역할을 한다. 하지만 외력이 가해져서 상기 제1필름(110)의 상면에 압력이 가해지면 플렉서블한 상기 제1필름(110)이 휘면서 상기 스페이서(160)의 관통된 부분을 통해 상기 제2필름(120)의 상면과 접촉한다. 이 때 상기 스페이서(160)의 폐쇄형 고리 부분에서는 상기 제1필름(110) 및 상기 제2필름(120)과 접촉되지 않는다. 상기 외력이 제거되면 상기 제1필름(110)의 휘어진 부분은 복원력에 의해 상기 외력이 가해지기 전의 위치로 복원되므로 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)의 접촉은 해제된다.
- [0025] 상기 에너지 수집부(170)는 상기 제1필름(110) 및 상기 제2필름(120)의 마찰로 인해 발생한 마찰전기를 모으는 역할을 한다. 상기 에너지 수집부(170)는 상기 제1전극시트(140)와 전기적으로 연결된 제1도전성 라인(171) 및 상기 제2전극시트(150)와 전기적으로 연결된 제2도전성 라인(172)과 전기적으로 각각 연결된다. 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)의 접촉과 분리가 반복되면, 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)의 마찰전기 시리즈 값의 차이로 인해 발생하는 마찰전기가 상기 제1전극시트(140) 및 상기 제2전극시트(150)를 통하여 흐르고, 상기 에너지 수집부(170)가 상기 발생된 마찰전기를 수집한다.
- [0026] 도 4는 도 1에 도시된 상기 제1유전체(110)에 형성되어 있는 돌출부의 형상에 따라 변화하는 전압 및 전류밀도를 도시하는 실험 자료이다. 도 4를 참조하면, 네 가지 돌출부 형태가 도시되어 있다. 0 내지 2초 부분은 돌출부 형태가 상기 제1필름(110)의 일면 전체에 형성된 육면체 형태일 때를 나타낸다. 그리고 2 내지 4초 부분은 돌출부 형태가 상기 제1필름(110)의 일면 중 일부에 형성된 육면체 형태일 때를 나타낸다. 그리고 4 내지 6초 부분은 돌출부 형태가 상기 제1필름(110)의 일면 중 일부에 동일한 4개의 육면체가 형성된 형태일 때를 나타낸다. 끝으로 6 내지 8초 부분은 돌출부 형태가 상기 제1필름(110)의 일면 중 일부에 동일한 4개의 다공성 피라미드 형상이 형성된 때를 나타낸다. 이 때 돌출부를 포함하는 제1필름(110)의 단면적은 동일하다.
- [0027] 전류 밀도와 전압 변화 그래프를 보면 0 내지 2초에서 보다 2 내지 4초에서 더 높은 전류 밀도 및 전압을 나타내는 것을 알 수 있다. 또한 2 내지 4초에서 보다 4 내지 6초에서 더 높은 전류 밀도 및 전압을 나타내는 것을 알 수 있다. 즉, 마찰전기 발생을 위한 마찰 면들의 접촉 시 동일한 면적인 마찰면에 입체적 형상이 형성될 때, 상기 입체적 형상의 크기가 감소함에 따라 전류 밀도와 전압이 모두 높아진다는 것을 알 수 있다. 또한 6 내지 8초 사이, 즉 상기 제1유전체(110)에 피라미드 형상이 포함된 경우는 다른 형상이 포함된 경우에 비해 월등하게 높은 전류 밀도 및 전압을 나타낸다. 따라서, 상기 다공성 피라미드 형상이 다른 형상에 비해 마찰면의 접촉 시 마찰대전 효율을 크게 상승시키는 것을 알 수 있다.

- [0028] 도 5는 도 4의 피라미드 형상의 높이 변화에 따른 전압 및 전류 밀도의 변화를 도시한다. 도 5의 (a)을 참조하면, 상기 피라미드 형상의 높이가 $5\mu\text{m}$ 일 때는 상기 피라미드 형상의 높이가 $10\mu\text{m}$ 일 때보다 전압 및 전류밀도가 낮다. 이것은 상기 제1필름(110)의 표면적이 감소하고 상기 제1필름(110)과 상기 제2필름(120)의 표면 사이의 상호 작용이 낮기 때문이다. 그러나 상기 피라미드 형상의 높이를 더 높은 $15\mu\text{m}$ 로 했을 경우에는 상기 피라미드 형상의 높이를 $10\mu\text{m}$ 로 했을 때보다 오히려 전압 및 전류 밀도가 낮은 것을 볼 수 있다. 이것은 상기 제1유전체(110)의 표면적은 증가했지만 상기 피라미드 형상의 높이가 높아지면서, 상기 피라미드 형상과 상기 제2유전체(120)의 표면 상호 작용이 원활하게 이루어지지 않았기 때문이다.
- [0029] 도 5의 (b)는 상기 피라미드 형상의 높이를 달리 했을 때, 시간의 흐름에 따른 전류 밀도의 변화를 나타낸다. 도 5의 (b)를 참조하면 상기 피라미드 형상의 높이가 $10\mu\text{m}$ 일 때 가장 전류 밀도가 높은 것을 알 수 있다. 이는 상기 도 5의 (a)에서 상기 피라미드 형상의 높이가 $10\mu\text{m}$ 일 때 전압 및 전류 밀도가 가장 높았던 실험 자료를 뒷받침한다.
- [0030] 도 6을 참조하면, 도 6은 도 1의 발전 장치(100)를 휴대폰(180)의 디스플레이부에 적용한 모습을 도시한다. 상기 발전 장치(100)는 투과성이 좋은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 PDMS와 복수개의 관통 홀을 형성하여 투과성이 높아지게 한 도전성 전극시트를 포함함으로써 휴대폰 또는 그 외 디스플레이부를 포함하는 전자장치의 디스플레이 전면에 부착하여 사용할 수 있다. 이하 상기 발전 장치(100)를 상기 휴대폰(180) 디스플레이에 적용하여 작동한 결과를 통해 상기 발전 장치(100)의 효율성을 설명한다.
- [0031] 도 7을 참조하면, 도 7은 도 1의 발전장치(100)를 휴대폰(180) 디스플레이에 적용하여 터치펜으로 압력을 가했을 때, 시간의 흐름에 따른 전압 및 전류의 변화를 나타낸다. 도 7의 (a)는 터치펜으로 상기 발전장치(100)를 누르는 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 도 7의 (b)는 상기 발전장치(100)의 상기 제1필름(110)에 포함된 돌출부가 피라미드 형태일 때, 시간의 흐름에 따른 전압 및 전류의 변화를 나타내는 실험 자료이다. 또한 도 7의 (c)는 상기 발전장치(100)의 상기 제1필름(110)에 포함된 돌출부가 육면체 형태일 때, 시간의 흐름에 따른 전압 및 전류의 변화를 나타내는 실험 자료이다.
- [0032] 두 그래프를 비교하면 돌출부의 형태가 피라미드 형태일 때가 육면체 형태일 때보다 최고 전압 값은 4배, 최고 전류 값은 2배 정도 높은 것을 알 있다. 이는 피라미드 형태의 뾰족한 끝부분으로 인해 평평한 육면체 구조보다 피라미드 구조가 날카로운 점 충격에 더 효율적으로 반응한다는 것을 보여준다. 따라서 피라미드 구조를 포함하는 상기 발전장치(100)는 터치펜을 사용하여 작동하는 휴대폰이나 전자장치에도 우수한 성능을 보일 수 있다.
- [0033] 도 1에 도시된 발전 장치(100)는 성능면의 우수함뿐만 아니라 제조 방법 또한 간편한 장점이 있다. 도 8을 참조하여 이하 상기 발전장치(100)의 제조 방법을 설명한다.
- [0034] 도 8의 (c)를 참조하면, 제1유전체로 형성된 제1필름(110)을 준비한다. 이 때 상기 제1필름(110)의 돌출부(111)는 피라미드 형태로 형성한다. 상기 피라미드 형태의 제조는 도 8의 (c)에 도시된 포토 리소그래피법을 이용한다. 1500 내지 3000rpm의 회전을 통해서 포토레지스트 그리드를 형성한다. 폴리스티렌 나노 입자 현탁액을 상기 포토레지스트 그리드 위에 떨어뜨린 후, 상기 현탁액은 유리 슬라이드를 천천히 닦아서 기판 상에 균일하게 퍼뜨린다. 다음으로 시료의 자연증발을 위해 실온(24°C)에서 30분간 방치 한 다음 70°C 오븐에서 30분간 완전히 건조시켜 폴리스티렌 나노 입자의 완전한 자가 조립을 촉진 시킨다. 끝으로 샘플을 진공 용기 내에서 1시간 동안 트리클로로실란으로 처리한 다음 상기 샘플을 소프트 리소그래피용 주형으로 사용하여 피라미드 형상을 제조한다. 상기 피라미드 형상의 제조는, 기존의 반복적인 포토 리소그래피를 요하는 방식이나, 사각뿔 형상을 제조하기 위해 많은 시간과 노력이 필요하던 방식과 달리 한 번에 상기 피라미드 형상을 제조할 수 있는 장점이 있다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 방법으로 상기 피라미드 형상을 제조할 수도 있다.
- [0035] 다음으로 제1도전성 물질로 형성되고, 광투과율을 향상시키기 위하여 관통 홀(141)들이 형성되어 있는 제1전극시트(140)와, 상기 제1전극시트(140)의 상면 상에 일체로 형성되며 상기 제1전극시트(140)보다 광투과율이 높은 소재로 형성되는 보호필름(130)을 포함하는 제1기재를 준비한다. 상기 제1기재의 제조는 다음의 방법으로 한다.
- [0036] 도 8의 (b)를 참조하면, 먼저 0.08g/mL 농도로 디메틸 포름 아미드(DMF)에 폴리 메틸메타 크릴레이트(PMMA)를 용해시킨 다음, 상기 보호필름(130) 상에 복수 개의 상기 PMMA 패틴을 인쇄한다. 이 때 분사 노즐에 저전압(23V)을 인가하면 규칙적으로 분리된 PMMA 패틴이 얻어지고, 고전압(35V)을 인가하면 타원형의 PMMA 패틴이 얻어진다. 그 후, 은(Ag) 막을 상기 PMMA 패틴화된 상기 보호필름(130) 상에 15nm 의 두께까지 스퍼터링 한다. 끝으로 상기 복수 개의 패틴들을 제거하도록 상기 PMMA 패틴을 25분 내지 30분 동안 메틸 벤젠에 용해시킨 후 상기 PMMA 패틴이 인쇄된 부분을 박리하여, 상기 관통 홀(141)을 포함하는 상기 제1전극시트(140)를 상기 보호필

름(130) 상에 형성한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 방법으로 상기 제1기재의 제조를 할 수도 있다. 그리고 상기 제1필름(110)의 상면 상에 상기 제1기재를 적층한다.

[0037] 다음으로 상기 제1유전체와 마찰전기 시리즈 값이 다른 제2유전체로 형성된 제2필름(120)과, 상기 제2필름(120)의 하면 상에 일체로 형성되며, 제2도전성 물질로 형성되는 제2전극시트(150)를 포함하는 제2기재를 준비한다. 상기 제2기재의 제조는 상기 제1기재의 제조방법과 유사한바 설명을 생략한다. 그리고 상기 적층된 상기 제1기재 및 상기 제1필름(110)을 스페이서(160)를 사이에 두고 상기 제2기재와 적층한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 방법으로 상기 발전 장치(100)를 제조할 수도 있다.

[0038] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

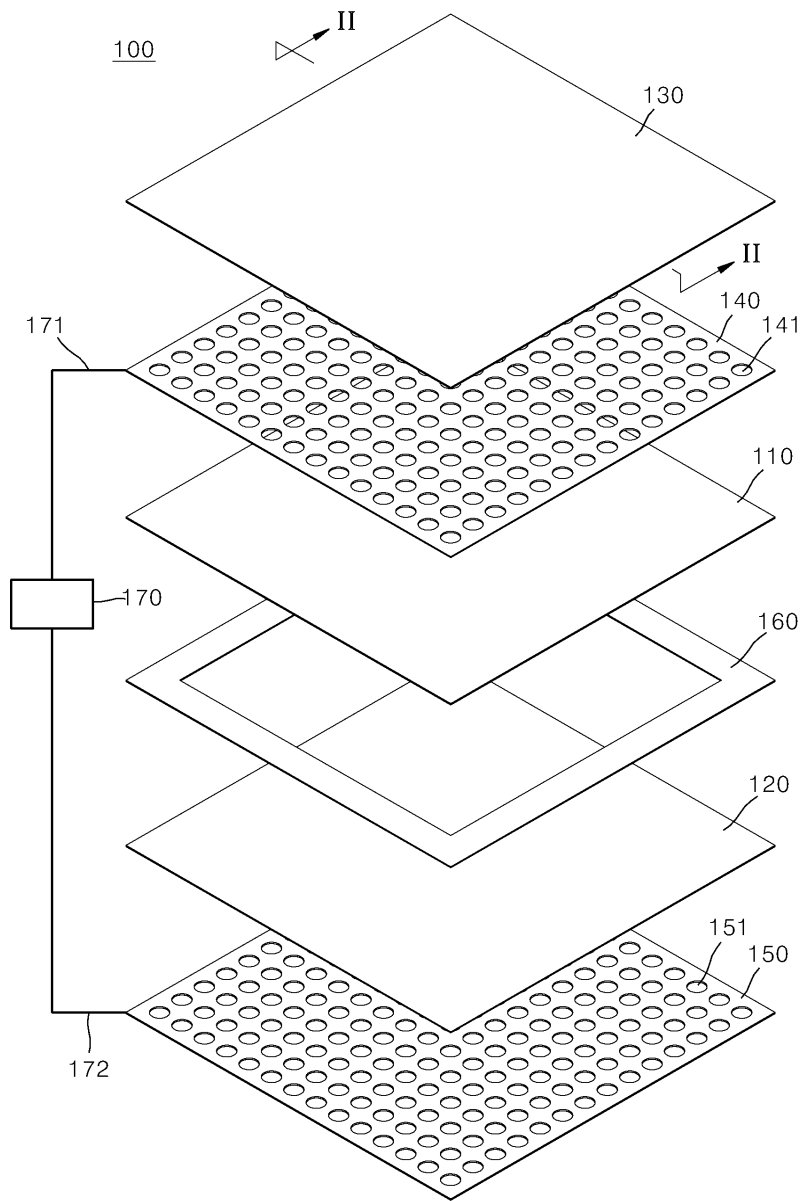
부호의 설명

[0039]

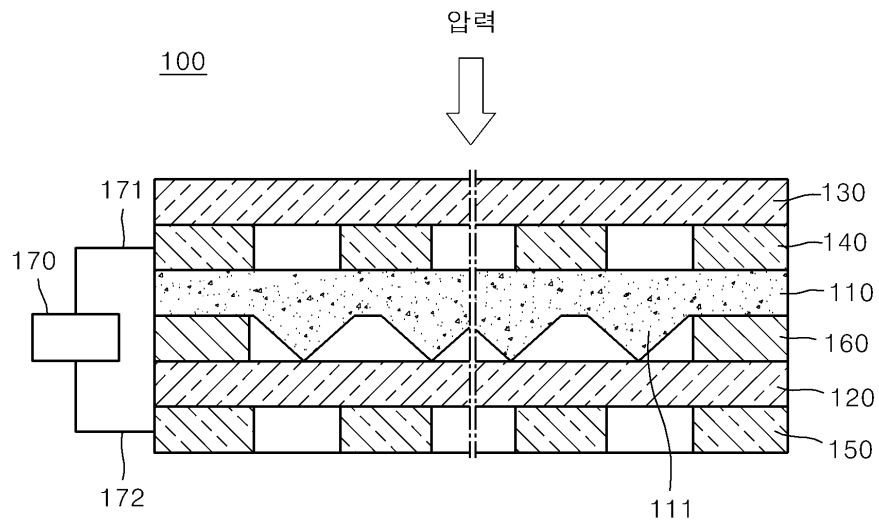
110: 제1필름	111: 돌출부	
120: 제2필름	130: 보호필름	140: 제1전극시트
141: 관통 홀	150: 제2전극시트	160:
스페이서	170: 에너지 수집부	171: 제1도전성 라인
172: 제2도전성 라인	180: 휴대폰	

도면

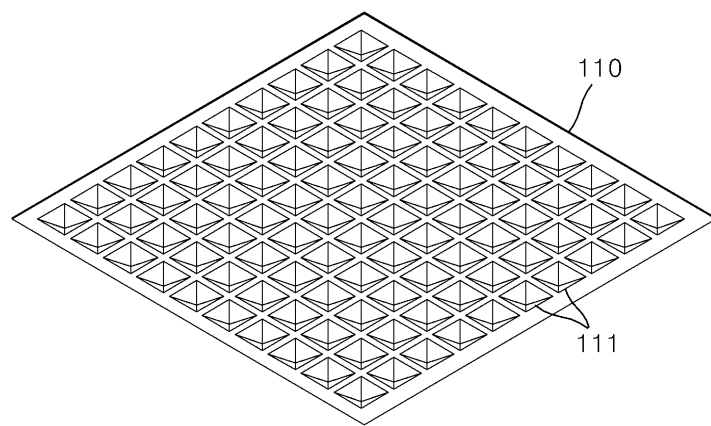
도면1



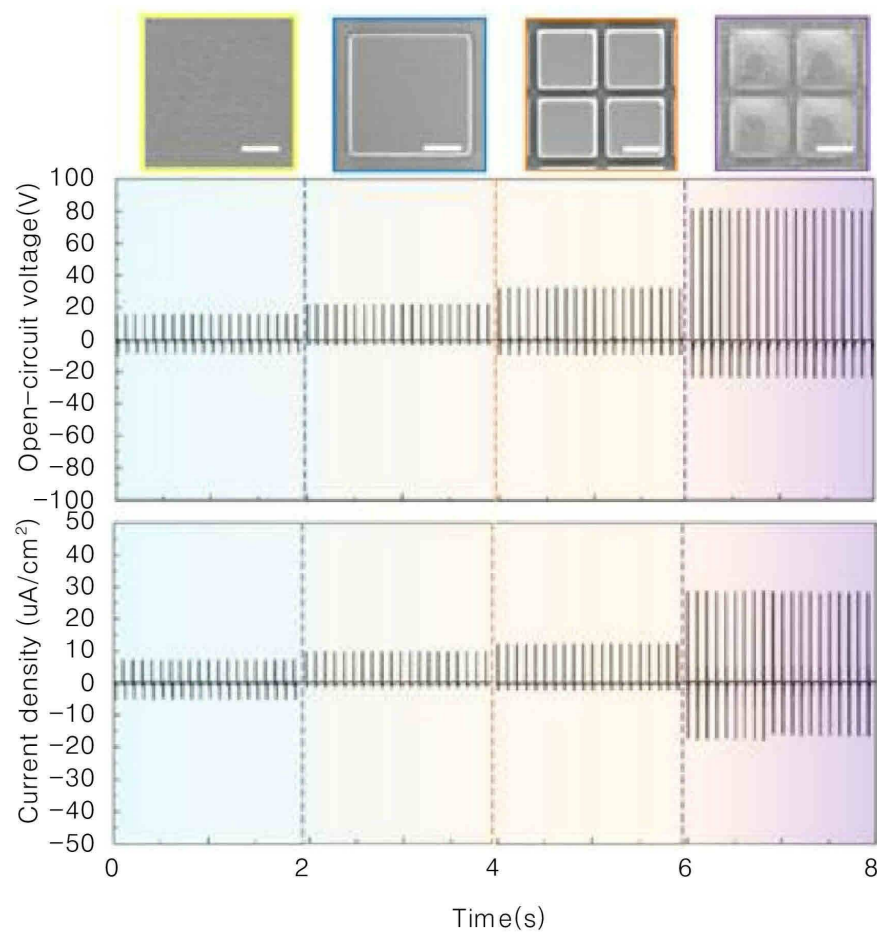
도면2



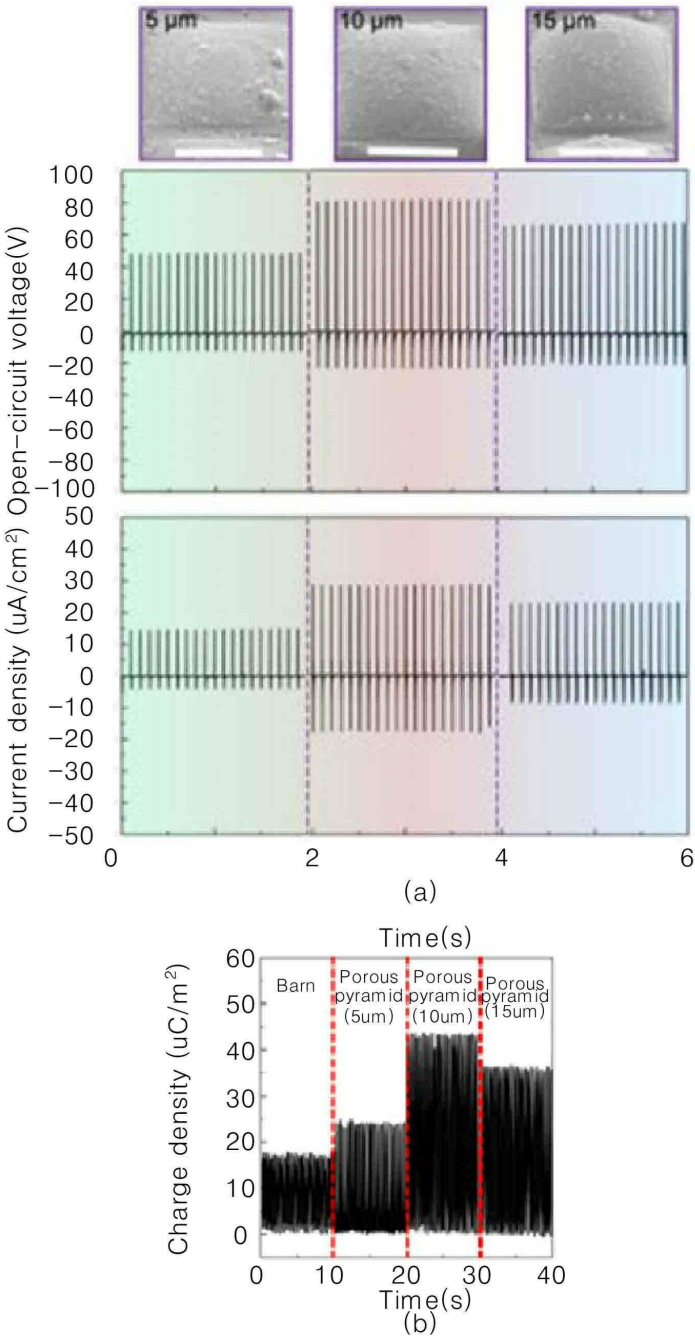
도면3



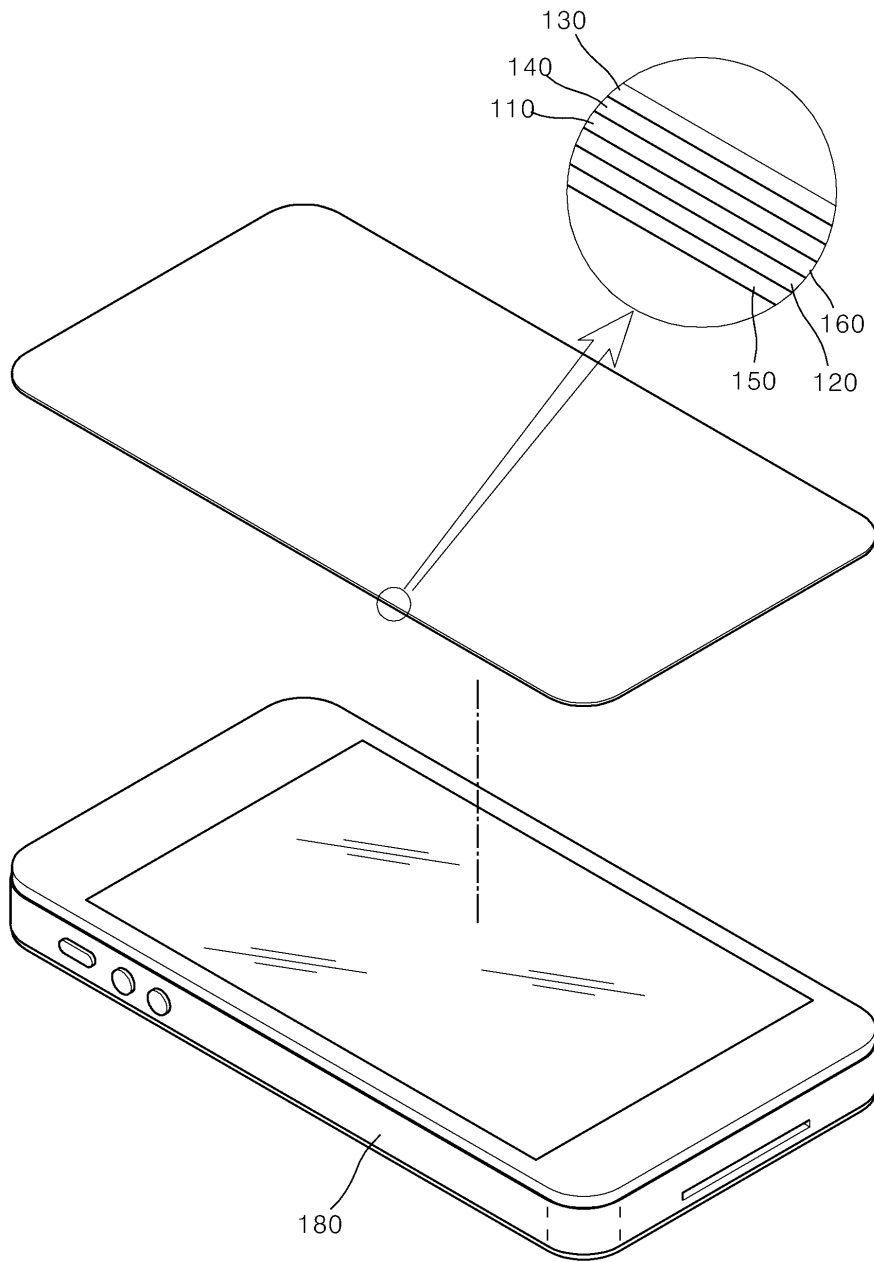
도면4



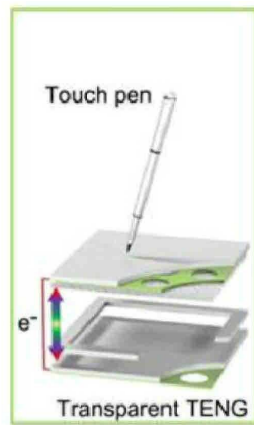
도면5



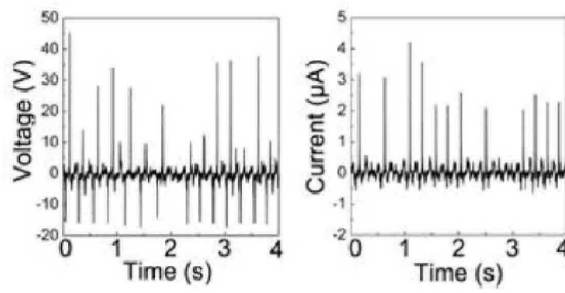
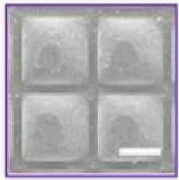
도면6



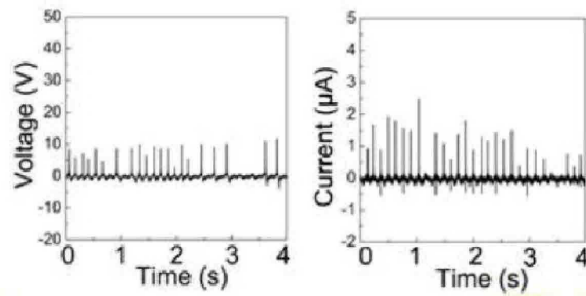
도면7



(a)



(b)



(c)

도면8

