



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월17일  
(11) 등록번호 10-1472437  
(24) 등록일자 2014년12월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/04 (2014.01) H01L 31/18 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0069653  
(22) 출원일자 2013년06월18일  
심사청구일자 2013년06월18일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100046447 A  
JP2010225798 A  
KR1020110068508 A  
KR1020120034968 A

(73) 특허권자  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
(72) 발명자  
백연경  
경상남도 창원시 성산구 가음정동 재료연구소 아파트  
김영국  
경남 창원시 마산회원구 양덕서로 30, 114동 340  
4호 (양덕동, 메트로시티)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인가산

전체 청구항 수 : 총 5 항

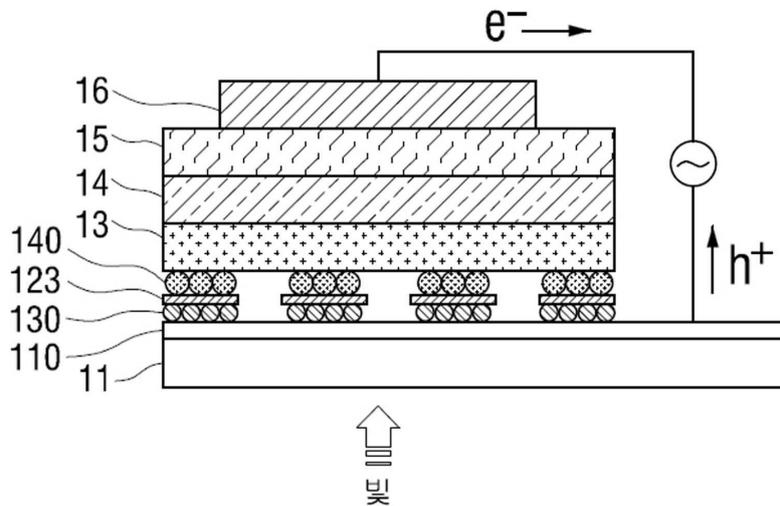
심사관 : 천대식

(54) 발명의 명칭 **패턴을 포함하는 태양전지 및 이의 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 서로 대향 배치되는 제1전극과 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치하는 광활성층; 및 상기 제1전극과 상기 광활성층의 사이에 위치하는 일정 패턴을 포함하고, 상기 일정 패턴은, 제1금속패턴층, 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 포함하는 태양전지에 관한 것으로, 투명전극인 제1전극의 상부에 일정 패턴을 형성함으로써, 유기 태양전지의 광흡수능을 증가시킬 수 있다.

대표도 - 도1b



(72) 발명자

**이정구**

경남 창원시 성산구 원이대로 774, 307동 404호 (상남동, 성원아파트)

**김민지**

경남 창원시 성산구 삼동로128번길 24, 108동 202호 (내동, 창원월드메르디앙웨스턴에비뉴)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 PNK3280

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 습식공정 기반 고효율 Hybrid 광활성 핵심소재기술 개발(2/3)

기여율 1/1

주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

서로 대향 배치되는 제1전극과 제2전극;

상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치하는 광활성층; 및

상기 제1전극과 상기 광활성층의 사이에 위치하는 일정 패턴을 포함하고,

상기 일정 패턴은, 제1금속패턴층, 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 포함하는 태양전지.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 제1금속패턴층은 은(Ag) 입자층이고, 상기 제2금속패턴층은 금(Au) 입자층이며, 상기 유전체층 패턴은 키토산 재질인 것을 특징으로 하는 태양전지.

**청구항 3**

요(凹)부 및 철(凸)부를 포함하는 몰드용 기판을 제공하는 단계;

상기 몰드용 기판의 전(全)면에 유전체층을 형성하는 단계;

제1금속패턴층을 포함하는 제1전극을 제공하는 단계;

상기 유전체층의 일면에 상기 제1금속패턴층을 부착하는 단계;

상기 제1금속패턴층으로부터 상기 유전체층을 포함하는 상기 몰드용 기판을 분리하여, 상기 제1금속패턴층의 상부에 유전체층 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 유전체층 패턴의 상부에 제2금속패턴층을 부착하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,

상기 유전체층 패턴의 상부에 제2금속패턴층을 부착하는 단계 이후,

상기 제2금속패턴층을 성장시켜, 상기 유전체층 패턴 상에 성장된 제2금속패턴층을 위치시키는 단계를 더 포함하는 태양전지의 제조방법.

**청구항 5**

제 3 항에 있어서,

상기 유전체층의 일면에 상기 제1금속패턴층을 부착하는 단계는,

상기 유전체층의 철(凸)부가 상기 제1금속패턴층에 접촉한 상태로 상기 유전체층과 상기 제1금속패턴층이 부착되는 것을 특징으로 하는 태양전지의 제조방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 패턴을 포함하는 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광활성층에서의 광흡수율을 향상시켜, 전체적인 효율을 향상시킬 수 있는 패턴을 포함하는 태양 전지에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 전자산업 분야와 대체 에너지 분야의 기술 개발 요구에 따라 디스플레이 장치나 태양전지 등의 분야에 이

용될 수 있는 발광재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 유기발광 고분자는 빛이나 전기와 같은 외부의 자극에 의하여 빛 에너지를 방출하는 재료로서, 무기발광 물질에 비하여 생산성이 높고, 유기 저분자 발광물질에 비하여 기계적 강도가 높고 열에 의한 열화 현상이 적다는 유리한 점을 가지고 있다.

- [0003] 최근에는 광흡수 효율을 향상시키기 위하여 나노 단위의 입자 크기를 가지는 고분자 물질이나, 여러 물질이 결합되어 복합구조를 가지는 나노 복합체에 대한 연구가 진행 중이다.
- [0004] 나노 복합체에 대한 연구는 무기 반도체 및 금속과 유기 고분자와의 복합 구조를 이루는 새로운 형태의 입자를 제조하여 기존의 유기 입자가 가지고 있는 특성보다 우수한 특성을 보이는 재료를 개발하는 방향으로 이루어지고 있다.
- [0005] 한편, 최근 석유나 석탄과 같은 기존 에너지 자원의 고갈이 예측되면서 이들을 대체할 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 에너지 자원이 풍부하고 환경오염에 대한 문제점이 없어, 특히 주목 받고 있다.
- [0006] 태양전지에는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는데 필요한 증기를 발생시키는 태양열 전지와, 반도체의 성질을 이용하여 태양광(photons)을 전기 에너지로 변환시키는 태양광 전지가 있으며, 태양전지라고 하면 일반적으로 태양광 전지(이하 태양전지라 한다.)를 일컫는다.
- [0007] 새로운 에너지의 하나로서 주목을 받으면서 실용화되고 있는 태양전지의 대부분은 단결정 실리콘, 다결정 실리콘, 무정형 실리콘과 같은 무기물을 이용한 무기태양전지이다.
- [0008] 그러나, 이러한 무기 태양전지는 제조 프로세스가 복잡하여 제조비용이 높아 일반 가정용으로 보급되기에는 부적합하기 때문에 무기 태양전지의 제조 프로세스에 비해 상대적으로 간단한 제조 프로세스를 통하여 제조비용이 적게 드는 유기 태양전지의 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0009] 상기 유기 태양전지는 이중 결합이 교대로 되어 있는 폴리파라페닐렌비닐렌(PPV) 등의 공액 고분자(conjugated polymer)와 CuPc, 페릴렌, 펜타센 등의 감광성 저분자, (6,6)-페닐-C61-부티릭에시드 메틸에스테르(PCBM) 등의 유기 반도체 재료를 활용하는 구조의 태양 전지이다.
- [0010] 상기 유기 반도체 재료는 디자인이 가능하고, 다양하게 합성하는 것이 가능하여 상기 유기 태양 전지는 무한한 발전의 가능성을 가지고 있다.
- [0011] 상기 유기 태양 전지는 기본적으로 박막형 구조를 가지고 있으며, 주로 투명 전극인 주석도핑 산화인듐(ITO: tin-doped indium oxide)을 양극으로, 낮은 일함수를 갖는 알루미늄(Al) 등의 금속 전극을 음극으로 사용하며, 광활성층은 100nm 정도의 두께로 정공수용체(hole acceptor)와 전자수용체(electron acceptor)가 혼재되어 있는 벌크 이중 접합 구조를 가지고 있다.
- [0012] 상기 유기 태양전지는 손쉬운 가공성 및 저렴한 가격으로 대량생산이 가능하며, 롤투롤(roll-to-roll) 방식에 의한 박막 제작이 가능하므로 유연성을 가지는 대면적 전자소자의 제작이 가능하다는 장점이 있다.
- [0013] 그러나, 상기와 같은 기술적, 경제적 유리함에도 불구하고 낮은 효율로 인해 실용화에 어려움을 겪고 있으며, 따라서, 유기 태양전지 분야에서는 효율 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0014] 현재까지 효율 관련 연구로는 흡수한 빛을 효과적으로 활용하기 위한 광활성층 또는 전자전달층 및 정공전달층의 원료 선정이나 제조 공정 그리고 낮은 전하 이동도를 극복하기 위한 유기 박막의 형태, 구조 그리고 결정성 증가 등에 집중되고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0015] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2012-0034968

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0016] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상술된 종래 기술의 문제를 해결하기 위한 것으로서, 광활성층에서의 광 흡수율을 향상시켜, 전체적인 효율을 향상시킬 수 있는 태양 전지를 제공하는데 있다.

[0017] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0018] 상기 지적된 문제점을 해결하기 위해서 본 발명은 서로 대향 배치되는 제1전극과 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극의 사이에 위치하는 광활성층; 및 상기 제1전극과 상기 광활성층의 사이에 위치하는 일정 패턴을 포함하고, 상기 일정 패턴은, 제1금속패턴층, 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 포함하는 태양전지를 제공한다.

[0019] 또한, 본 발명은 요(凹)부 및 철(凸)부를 포함하는 몰드용 기판을 제공하는 단계; 상기 몰드용 기판의 전(全)면에 유전체층을 형성하는 단계; 제1금속패턴층을 포함하는 제1전극을 제공하는 단계; 상기 유전체층의 일면에 상기 제1금속패턴층을 부착하는 단계; 상기 제1금속패턴층으로부터 상기 유전체층을 포함하는 상기 몰드용 기판을 분리하여, 상기 제1금속패턴층의 상부에 유전체층 패턴을 형성하는 단계; 및 상기 유전체층 패턴의 상부에 제2금속패턴층을 부착하는 단계를 포함하는 태양전지의 제조방법을 제공한다.

**발명의 효과**

[0020] 상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 투명전극인 제1전극의 상부에 일정 패턴을 형성함으로써, 유기 태양전지의 광흡수능을 증가시킬 수 있다.

[0021] 또한, 금속 나노입자의 크기를 조절함으로써 흡광영역의 조절이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1a는 일반적인 구조의 태양전지를 도시한 개략적인 단면도이다.

도 1b는 본 발명에 따른 유기 태양전지를 도시한 개략적인 단면도이다.

도 2 내지 도 8은 본 발명에 따른 패턴을 제조하는 공정을 도시한 개략적인 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 제1금속패턴층(은 입자층) 상에 전사된 키토산 패턴을 도시한 실사진이다.

도 10a는 금 나노입자 용액의 흡광도 변화를 도시한 그래프이고, 도 10b는 은 입자층의 흡광도 변화를 도시한 그래프이며, 도 10c는 키토산 패턴의 흡광도 변화를 도시한 그래프이고, 도 10d는 본 발명에 따른 패턴의 흡광도 변화를 도시한 그래프이다.

도 11은 실시예 및 비교예의 라만신호 세기를 도시한 그래프이다.

도 12는 실시예 및 비교예 1의 흡광도를 도시한 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0024] 아래 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 상세히 설명한다. 도면에 관계없이 동일한 부재번호는 동일한 구성요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0025] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

- [0026] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0027] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0028] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소와 다른 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)"또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.
- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 먼저, 일반적인 구조의 유기 태양전지와 본 발명에 따른 유기 태양전지의 차이점을 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1a는 일반적인 구조의 태양전지를 도시한 개략적인 단면도이다.
- [0032] 도 1a를 참조하면, 일반적인 구조의 유기 태양전지(10)는 서로 대향 배치되는 제1전극(12) 및 제2전극(16)을 포함한다. 이때, 상기 제1전극은 양극이고, 상기 제2전극은 음극일 수 있으며, 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 제1전극은 양극으로, 제2전극은 음극으로 명명하기로 한다.
- [0033] 이때, 상기 양극(12) 및 음극(16)은 기판(11) 위에 위치할 수 있다.
- [0034] 상기 기판(11)은 투명성을 갖는 것이라면 특별히 한정되지 않으며, 석영 또는 유리와 같은 투명 무기 기판이거나, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 폴리스티렌(PS), 폴리프로필렌(PP), 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌설포네이트(PES), 폴리옥시메틸렌(POM), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에테르설포네이트(PES) 및 폴리에테르이미드(PEI)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 투명 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.
- [0035] 특히, 상기 투명 플라스틱기판은 플렉서블(flexible)하면서도 높은 화학적 안정성, 기계적 강도 및 투명도를 가지는 것을 바람직하게 사용할 수 있으며, 약 380 내지 780nm의 가시광 파장에서 적어도 70% 이상, 바람직하게는 80% 이상의 투과율을 갖는 것이 바람직하다.
- [0036] 상기 음극(16)은 일함수가 낮은 물질로 이루어지는 것이 바람직하며, 음극 형성 물질은 구체적으로 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 티타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 알루미늄, 은, 주석, 납, 스테인레스 스틸, 구리, 텅스텐 및 실리콘으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 양극(12)은 상기 기판(11)을 통과한 빛이 광활성층(14)에 도달할 수 있도록 하는 경로가 될 수 있도록, 높은 투명도를 갖는 물질을 사용하는 것이 바람직하며, 약 4.5eV 이상의 높은 일함수, 낮은 저항을 갖는 전도성 물질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0038] 상기 양극(12)을 형성하는 양극 형성 물질의 구체적인 예로는 주석도핑 산화인듐(ITO: tin-doped indium oxide), 불소도핑 산화주석(FTO: fluorine-doped tin oxide), ZnO-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 투명산화물, 또는 전도성 고분자, 그래핀(graphene) 박막, 그래핀 산화물(graphene oxide) 박막, 탄소나노튜브 박막과 같은 유기 투명전극, 금속이 결합된 탄소나노 튜브 박막과 같은 유-무기 결합 투명전극 등을 사용할 수 있다.
- [0039] 계속해서 도 1a를 참조하면, 일반적인 구조의 유기 태양전지(10)는 상기 양극(12) 및 상기 음극(16)의 사이에 위치하는 광활성층(14)을 포함한다.

- [0040] 또한, 상기 유기 태양전지(10)는 상기 양극(12)과 상기 광활성층(14) 사이에 정공전달층(13)을 더 포함할 수 있으며, 상기 음극(16)과 상기 광활성층(14) 사이에 전자전달층(15)을 더 포함할 수 있다.
- [0041] 이때, 상기 광활성층, 정공전달층 및 전자전달층은 당업계에서 자명한 사항이므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0042] 이와 같은 유기 태양전지는 다음과 같은 원리에 의해 작동할 수 있다.
- [0043] 먼저, 외부 광원으로부터 빛은 상기 양극(12)으로부터 상기 광활성층(14)에 입사된다.
- [0044] 상기 입사된 빛을 이루는 광자는 상기 광활성층(14)의 전자수용체에 존재하는 가전자대의 전자와 충돌한다. 가전자대의 전자는 충돌한 광자로부터 광자의 파장에 해당하는 에너지를 받아 전도대로 도약하게 된다. 가전자대의 전자가 전도대로 도약함에 따라 가전자대에는 정공이 남게 된다.
- [0045] 한편, 상기 전자수용체에 남겨진 정공은 상기 정공전달층(13)을 지나 상기 양극(12)으로 이동하게 되고, 전도대의 전자는 상기 전자전달층(15)을 지나 상기 음극(16)으로 이동하게 된다.
- [0046] 각 전극으로 이동된 전자와 정공에 의해 상기 유기 태양 전지(10)는 기전력을 갖게 되어 전원으로 동작할 수 있다.
- [0047] 다음으로, 도 1b는 본 발명에 따른 유기 태양전지를 도시한 개략적인 단면도이다. 이하, 다른 구성은 일반적인 유기 태양전지와 동일하므로, 차이점만을 설명하기로 한다.
- [0048] 도 1b를 참조하면, 본 발명에 따른 유기 태양전지(20)는 제1전극(110)인 양극과 광활성층(14)의 사이에 일정 패턴을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 상기 일정 패턴은 제1금속패턴층(130), 상기 제1금속패턴층(130) 상에 위치하는 유전체층 패턴(123) 및 상기 유전체층 패턴(123) 상에 위치하는 제2금속패턴층(140)을 포함한다.
- [0050] 이때, 도 1b에서는 상기 일정 패턴이 제1전극(110)과 정공전달층(13)의 사이에 위치하는 것으로 도시되어 있으나, 유기 태양전지에서 상기 정공전달층은 생략될 수 있으며, 이 경우, 상기 일정 패턴은 제1전극(110)과 광활성층(14)의 사이에 위치할 수 있다.
- [0051] 즉, 본 발명에서 상기 일정 패턴은 제1전극(110)의 상부에 위치하면서, 상기 제1전극(110)과 상기 광활성층(14)의 사이에 위치할 수 있다.
- [0052] 이하에서는 본 발명에 따른 유기 태양전지를 상술하기로 하며, 구체적으로 상기 일정 패턴 및 이를 형성하는 방법에 대해 상술하기로 한다.
- [0053] 도 2 내지 도 8은 본 발명에 따른 일정 패턴을 제조하는 공정을 도시한 개략적인 도면이다. 이때, 도 2 내지 도 8에서 a도는 사시도이고, b도는 단면도이다.
- [0054] 먼저, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 발명에 따른 일정 패턴을 제조하는 공정은 몰드용 기관(100)을 제공한다.
- [0055] 상기 몰드용 기관(100)은 후술하는 본 발명에 따른 일정 패턴을 제조하기 위한 베이스 기관에 해당하는 것으로, 본 발명에서 상기 몰드용 기관의 제공 여부를 제한하는 것은 아니다.
- [0056] 상기 몰드용 기관(100)은 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)를 포함하며, 상기 몰드용 기관(100)에 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)를 형성하는 것은 최초 몰드용 기관을 제조할 때부터 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)를 포함하도록 제조할 수 있으며, 이와는 달리, 평판의 몰드용 기관을 공지된 식각방법을 통하여 식각함으로써, 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)를 형성할 수 있다.
- [0057] 이때, 상기 몰드용 기관(100)은 폴리다이메틸실론세인(PDMS), 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 셀폰(PES), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리이미드(PI), 에틸렌비닐아세테이트(EVA), 아몰포스폴리에틸렌테레프탈레이트(APET), 폴리프로필렌테레프탈레이트(PPT), 폴리에틸렌테레프탈레이트글리세롤(PETG), 폴리사이클로헥실렌디메틸렌테레프탈레이트(PCTG), 변성트리아세틸셀룰로스(TAC), 사이클로올레핀고분자(COP), 사이클로올레핀코고분자(COC), 디시클로펜타디엔고분자(DCPD), 시클로펜타디엔고분자(CPD), 폴리아릴레이트(PAR), 폴리테트라에틸렌(PEI), 실리콘수지, 불소수지 및 변성에폭시수지로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나를 이용할 수 있으며, 다만, 본 발명에서 상기 몰드용 기관의 재질을 제한하는 것은 아니다.

- [0058] 다음으로, 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)를 포함하는 상기 몰드용 기관(100)의 전(全)면에 유전체층(122)을 형성한다.
- [0059] 상기 유전체층(122)은 공지된 화학 기상 증착법(CVD:Chemical Vapor Deposition) 또는 물리 기상 증착법(PVD:Physical Vapor Deposition) 등의 다양한 방법을 이용하여 형성할 수 있으며, 다만, 본 발명에서 상기 유전체층의 형성방법을 제한하는 것은 아니다.
- [0060] 이때, 상기 유전체층(122)은 후술하는 제1금속패턴층 및 제2금속패턴층을 부착할 수 있는 재질이면 무방하며, 키토산, 셀룰로오스 유도체, 전분 유도체, 당류 유도체, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리비닐 알코올, 카라기난, 알기네이트, 카라야 고무, 잔탄 고무, 구아 고무, 젤라틴, 알긴, 트래거캔스, 아크릴아미드 중합체, 카보폴, 폴리아민, 다중사차(polyquaternary) 화합물, 폴리비닐피롤리돈, 폴리하이드록시 화합물, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나의 물질을 사용할 수 있다.
- [0061] 또한, 이와는 달리, 상기 유전체층(122)은 금속산화물로 이루어 질 수 있으며, 예를 들어, ZnO<sub>2</sub> 또는 TiO<sub>x</sub>와 같은 반도체성 물질로 형성하는 것도 가능하며, 다만, 본 발명에서 상기 유전체층(122)의 재질을 제한하는 것은 아니다.
- [0062] 또한, 상기 몰드용 기관(100)의 전(全)면에 형성된 유전체층(122)은 상기 몰드용 기관(100)의 요(凹)부(111) 및 철(凸)부(112)의 형상에 따라, 유전체층(122)의 요(凹)부(121) 및 철(凸)부(122)를 포함한다.
- [0063] 다음으로, 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 상기 몰드용 기관과는 별도로, 제1금속패턴층(130)을 포함하는 제1전극(110)을 제공한다.
- [0064] 상기 제1전극(110)은 상술한 도 1b의 유기 태양전지의 구성의 일부로써, 주석도핑 산화인듐(ITO: tin-doped indium oxide), 불소도핑 산화주석(FTO: fluorine-doped tin oxide), ZnO-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 투명산화물, 또는 전도성 고분자, 그래핀(graphene) 박막, 그래핀 산화물(graphene oxide) 박막, 탄소나노튜브 박막과 같은 유기 투명전극, 금속이 결합된 탄소나노 튜브 박막과 같은 유-무기 결합 투명전극 등을 사용할 수 있다.
- [0065] 상기 제1금속패턴층(130)은 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 이들의 복합체로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있으며, 또한, 상기 제1금속패턴층은 박막 형태이거나, 입자층 형태일 수 있고, 바람직하게는 은(Ag) 입자층일 수 있다.
- [0066] 한편, 상기 은 입자층의 의미는 본 발명에서 상기 제1금속패턴층은 2~20nm로 매우 얇게 형성되게 되는데, 이 경우, 제1금속패턴층을 형성함에 있어서, 입자가 성장하여 박막의 형태로 되지 않고, 분산된 입자의 형태로 층을 형성함을 의미할 수 있다.
- [0067] 상기 제1금속패턴층(130)은 금속층을 형성한 후, 공지된 식각공정에 의해 패턴화할 수 있으며, 이와는 달리, 마스크를 통한 증착공정을 통해 패턴화할 수 있다.
- [0068] 따라서, 본 발명에서 상기 제1금속패턴층의 형성방법을 제한하는 것은 아니나, 다만, 상기 제1금속패턴층(130)은 상술한 도 3a 및 도 3b의 유전체층(122)의 철(凸)부(122)에 대응되는 형상으로 패턴화될 수 있다.
- [0069] 한편, 도면에는 도시하지 않았으나, 공정의 편의를 위하여, 베이스 기관(미도시)을 제공하고, 상기 베이스 기관의 상부에 제1전극(110)을 형성할 수 있으며, 이때, 상기 베이스 기관은 상술한 도 1a 및 도 1b의 유기 태양전지의 구성의 일부로써 기능할 수 있다.
- [0070] 따라서, 상기 베이스 기관은 석영 또는 유리와 같은 무기 기관이거나, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리카보네이트(PC), 폴리스티렌(PS), 폴리프로필렌(PP), 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌 설포네이트(PES), 폴리옥시메틸렌(POM), 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에테르설포네이트(PES) 및 폴리에테르이미드(PEI)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 플라스틱 기관을 사용할 수 있으며, 따라서, 본 발명에서 상기 베이스 기관의 재질을 제한하는 것은 아니다.
- [0071] 다음으로, 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 상기 유전체층(120)의 일면에 제1금속패턴층(130)을 부착시킨다. 이때, 도면에서는 상기 유전체층(122)의 하부면에 제1금속패턴층(130)을 부착시키는 것으로 도시하고 있으나, 이와는 달리, 도 3a 및 도 3b를 180도 회전시키는 경우, 상기 유전체층(122)의 상부면에 제1금속패턴층(130)을 부착시키는 것으로도 정의할 수 있다.

- [0072] 한편, 상술한 바와 같이, 상기 유전체층(120)은 요(凹)부(121) 및 철(凸)부(122)를 포함하는데, 상기 유전체층의 철(凸)부(122)가 상기 제1금속패턴층(130)에 접촉한 상태로 상기 유전체층(122)과 상기 제1금속패턴층(130)이 부착될 수 있다.
- [0073] 다음으로, 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 상기 제1금속패턴층(130)으로부터 상기 유전체층(120)을 포함하는 몰드용 기관(100)을 분리한다.
- [0074] 이때, 상술한 바와 같이, 상기 유전체층의 철(凸)부(122)가 상기 제1금속패턴층(130)에 접촉한 상태로 상기 유전체층(120)과 상기 제1금속패턴층(130)이 부착될 수 있다.
- [0075] 이때, 본 발명에서 상기 유전체층(120)은 상기 제1금속패턴층(130)과 부착될 수 있는 재질이므로, 상기 제1금속패턴층(130)으로부터 상기 유전체층(120)을 포함하는 몰드용 기관(100)을 분리함에 있어서, 상기 유전체층의 철(凸)부(122)는 상기 제1금속패턴층(130)과 부착된 상태로 상기 몰드용 기관(100)이 분리되게 된다.
- [0076] 즉, 상기 유전체층(120)의 철(凸)부(122)는 상기 제1금속패턴층(130)과 부착된 상태로 상기 제1금속패턴층(130)의 상부에 잔존하게 되며, 상기 유전체층(120)의 요(凹)부(121)는 상기 몰드용 기관(100)에 잔존한 상태로 상기 몰드용 기관(100)이 분리되게 되며, 이로써, 도 6a 및 도 6b에 도시된 바와 같이, 상기 제1금속패턴층(130)의 상부에 형성되는 유전체층 패턴(123)을 형성할 수 있다.
- [0077] 미설명 부호 124는 제1금속패턴층과 유전체층 패턴이 형성되지 않은 영역으로, 즉, 본 발명에 따른 일정 패턴은 상기 제1금속패턴층(130) 상에 형성된 유전체층 패턴(123)을 포함하며, 또한, 본 발명에 따른 일정 패턴은 제1금속패턴층과 유전체층 패턴이 형성되지 않은 영역(124)을 포함한다.
- [0078] 다음으로, 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 상기 유전체층 패턴(123)의 상부에 제2금속패턴층(140)을 부착한다.
- [0079] 상기 제2금속패턴층(140)은 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 이들의 복합체로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있으며, 또한, 상기 제1금속패턴층은 박막 형태이거나, 입자층 형태일 수 있고, 바람직하게는 금(Au) 입자층일 수 있다.
- [0080] 한편, 상기 금 입자층의 의미는 본 발명에서 상기 제2금속패턴층은 수나노 내지 수백나노로 매우 얇게 형성되게 되는데, 이 경우, 제2금속패턴층을 형성함에 있어서, 입자가 성장하여 박막의 형태로 되지 않고, 분산된 입자의 형태로 층을 형성함을 의미할 수 있다. 이때, 상기 제2금속패턴층의 직경(d1)은 수나노 내지 수십나노 일 수 있다.
- [0081] 상기 유전체층 패턴(123)의 상부에 제2금속패턴층(140)을 부착하는 것은 공지된 침지법을 통해 부착시킬 수 있으며, 예를 들면, 상기 유전체층 패턴(123)의 상부에 금(Au) 입자를 부착하는 경우, 금(Au) 입자를 포함하는 용액에 상기 유전체층 패턴을 포함하는 제1전극(110)을 침지시킴으로써, 상기 유전체층 패턴(123)의 상부에 제2금속패턴층(140)을 부착시킬 수 있다.
- [0082] 이때, 상술한 바와 같이, 본 발명에서 상기 유전체층 패턴(123)은 상기 제2금속패턴층(140)과 부착될 수 있는 재질이므로, 상기 유전체층 패턴(123)의 상부에는 제2금속패턴층이 부착되나, 상기 유전체층 패턴이 형성되지 않은 영역(124)에는 제2금속패턴층이 부착되지 않을 수 있다.
- [0083] 이로써, 본 발명에 따른 본 발명에 따른 일정 패턴을 제조할 수 있으며, 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 본 발명에 따른 일정 패턴은 제1금속패턴층(130), 상기 제1금속패턴층(130)의 제1면 상에 위치하는 유전체층 패턴(123) 및 상기 유전체층 패턴(123) 상에 위치하는 제2금속패턴층(140)을 포함한다.
- [0084] 이때, 상기 유전체층 패턴(123)은 키토산, 셀룰로오스 유도체, 전분 유도체, 당류 유도체, 폴리에틸렌 옥사이드, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리비닐 알코올, 카라기난, 알기네이트, 카라야 고무, 잔탄 고무, 구아 고무, 젤라틴, 알긴, 트래거캔스, 아크릴아미드 중합체, 카보폴, 폴리아민, 다중사차(polyquaternary) 화합물, 폴리비닐피롤리돈, 폴리하이드록시 화합물, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 어느 하나의 물질을 사용할 수 있으며, 또한, 상기 유전체층 패턴(123)은 금속산화물로 이루어 질 수 있으며, 예를 들어, ZnO<sub>2</sub> 또는 TiO<sub>x</sub>와 같은 반도체성 물질로 형성하는 것도 가능하며, 바람직하게는 키토산일 수 있다.
- [0085] 또한, 상기 제1금속패턴층(130) 및 상기 제2금속패턴층(140)은 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 니켈(Ni) 및 이들의 복합체로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 상기 제1금속패턴층(130)은 은(Ag) 입자층일 수 있고, 상기 제2금속패턴층(140)은 금(Au) 입자층일 수 있다.

- [0086] 또한, 상기 제1금속패턴층(130)의 제2면 상에 위치하는 제1전극(110)을 포함하며, 상기 제1전극(110)은 유기 태양전지의 양극으로 작용할 수 있다.
- [0087] 한편, 상술한 바와 같이, 상기 제2금속패턴층(140)의 직경(d1)은 수나노 내지 수십나노 일 수 있으며, 바람직하게는 상기 제2금속패턴층, 예를 들면, 금 입자층(140)의 입자를 수십나노 내지 수백나노의 직경으로 성장시킬 수 있다.
- [0088] 즉, 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 본 발명에서는 상기 제2금속패턴층을 성장시켜, 상기 유전체층 패턴(123) 상에 성장된 제2금속패턴층(141)을 위치시킬 수 있다.
- [0089] 상기 제2금속패턴층을 성장시키는 것은 각 금속 나노입자의 소스 용액과 화학적 환원제를 통한 금속나노입자의 성장 단계일 수 있다.
- [0090] 예를 들어, 금 이온(Au<sup>3+</sup>) 소스로 염화금 전구체 (HAuCl<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O) 용액을 사용할 수 있고, 환원제로 테트라키스(히드록시메틸)포스포늄염화물 (tetrakis-hydroxymethyl phosphonium chloride), 수소화붕소나트륨 (NaBH<sub>4</sub>), 구연산 (Citric acid), 아스코르빅산(Ascorbic acid) 및 포름알데히드 (HCHO) 용액을 사용할 수 있으며, 이들 용액에 상기 제2금속패턴층(140)을 포함하는 제1전극(110)을 침지시킴으로써, 상기 제2금속패턴층(141)을 성장시켜, 수십나노 내지 수백나노의 직경(d2)의 성장된 제2금속패턴층(141)을 형성할 수 있다.
- [0091] 상기 금 이온(Au<sup>3+</sup>) 소스의 종류 및 농도와 상기 환원제의 종류 및 농도는 입자 크기에 따라 적절하게 선택할 수 있고, 상기 농도는 각각 0.001M 내지 10 M 범위일 수 있으며, 상기 범위를 초과하는 경우 균일한 크기의 금 나노입자가 형성되지 않으며, 상기 범위 미만인 경우는 금 나노입자가 형성되지 않을 수 있다. 다만, 본 발명에서 이들 종류와 농도를 제한하는 것은 아니다.
- [0092] 이로써, 본 발명에 따른 일정 패턴을 제조할 수 있으며, 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 본 발명에 따른 일정 패턴은 제1금속패턴층(130), 상기 제1금속패턴층(130)의 제1면 상에 위치하는 유전체층 패턴(123) 및 상기 유전체층 패턴(123) 상에 위치하는 성장된 제2금속패턴층(141)을 포함하며, 이때, 상기 성장된 제2금속패턴층, 예를 들면, 금 입자층(141)의 입자의 직경은 수십나노 내지 수백나노일 수 있다.
- [0093] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예 및 비교예를 통해 본 발명을 설명하기로 하며, 다만, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 제한되는 것은 아니다.
- [0094] [실시예 1]
- [0095] <몰드용 기관 제조>
- [0096] 요(凹)부 및 철(凸)부를 포함하는 실리콘 몰드 (패턴면적: 1×1cm<sup>2</sup>)에 경성 PDMS(polydimethylsiloxane)를 제작하기 위해 trimethylsiloxy-terminated vinylmethylsiloxane-dimethylsiloxane copolymers, methylhydrosiloxane-dimethylsiloxane 모노머들과, 촉매인 Pt-divinyltetramethylsiloxane 및 경화제인 2,4,6,8-tetramethyl tetravinylcyclotetrasiloxane의 혼합용액을 스펀코팅한 후 경화를 시키고, 이어 연성 PDMS를 제작하기 위한 Sylgard 184 A(DOW corning, US) 및 Sylgard 184 B(DOW corning, US) (a mixture of vinyl-terminated PDMS와 trimethylsiloxyterminated poly(methylhydro-siloxane) polymers) 를 혼합한 용액을 연성 PDMS 몰드 위로 경화되도록 주입한 다음, 경화처리하여 연성 PDMS와 경성 PDMS 복합체 몰드용 기관을 제조하였다.
- [0097] <유전체층을 몰드용 기관에 도포>
- [0098] 사용한 유전체층 물질로, 키토산 고분자 (분자량 50~190 kDa)를 사용하고, 염산 또는 아세트산을 이용하여 희석한 용액에 0.1~ 5 wt% 비율로 키토산을 용해하였다. PDMS 복합체 몰드용 기관을 산소를 이용한 반응성 이온 식각을 통하여 음각패턴(요(凹)부) 표면을 처리 후에 키토산 용액에 일정시간 담근 후, 표면의 잔여액을 제거하였다.
- [0099] <제1금속패턴층을 포함하는 제1전극에 몰드용 기관을 부착 및 유전체층 패턴을 전사>
- [0100] 제1전극인 투명전극(ITO) 위에 라인 패턴된 마스크를 올리고 e-beam evaporator를 이용하여 2~20 nm 두께의 은 입자층을 형성하였다.
- [0101] 은 입자층이 증착된 제1전극 위에, 키토산이 코팅된 PDMS 복합체 몰드용 기관 패턴이 있는 표면을 기관에 접촉

시키고, 일정 온도 하에서(50~150℃), 일정 시간 동안(10~90분) 일정 범위의 압력(5~100psi)을 가할 수 있다. 상온으로 식힌 후 몰드용 기관을 분리함으로써, 도 6a 및 도 6b와 같은, 유전체층 패턴(키토산 패턴)이 제1금속 패턴층 상에 전사되었다.

- [0102] 도 9a 및 도 9b는 제1금속패턴층(은 입자층) 상에 전사된 키토산 패턴을 도시한 실사진이다.
- [0103] <금속나노입자 부착 및 금속나노입자의 성장>
- [0104] 금속나노입자로 금(Au)를 사용하였으며, 금 나노입자 용액은 상온에서 금 이온 소스를 일정 농도(0.025M)로 용해 후 0.2M 수산화나트륨 용액과 THPC 용액 또는 구연산 용액을 도입하여 2시간 동안 교반하여 제조하였으며, 이때, 상기 금 나노입자의 크기는 2~5 nm이다. 이때, 금 이온(Au<sup>3+</sup>) 소스로서의 염화금 전구체 (HAuCl<sub>4</sub> 3H<sub>2</sub>O) 용액을 사용하였다.
- [0105] 상기에서 제조한 금 용액에 키토산 패턴이 전사된 은 입자층을 포함하는 제1기관을 담근 후 일정시간 (10분~2시간) 동안 담가둠으로써, 금속나노입자 부착을 진행하였으며, 이후, 증류수로 표면을 워싱하여 상온에서 건조시켰다.
- [0106] 이때 키토산의 아민기가 금속나노입자와 결합하여 키토산 패턴에만 부착이 되었다. 상기 부착된 금 나노입자의 크기 조절은 상기 제조된 기관을 금 이온 소스 용액에 넣은 후 환원 시간 조절을 통해 성장시켰다.
- [0107] <유기 태양전지의 제조>
- [0108] 유리기관에 산화인듐주석(ITO)을 코팅하여 제1전극층을 형성시키고, 제1전극층의 상부에 상술한 일정 패턴, 즉, 제1금속패턴층, 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 형성하였다. 이후, 정공수송층(PEDOT/PSS)을 형성하고, 그 상부에 광활성층(P3HT/PCBM)을 형성하였으며, 알루미늄을 기상증착하여 제2전극층을 형성하였다.
- [0109] [비교예 1]
- [0110] 일정 패턴, 즉, 제1금속패턴층, 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 포함하지 않은 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0111] [비교예 2]
- [0112] 제1금속패턴층을 포함하지 않은 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0113] 즉, 제1전극층의 상부에 유전체층 패턴 및 상기 유전체층 패턴 상에 위치하는 제2금속패턴층을 형성하였다.
- [0114] [비교예 3]
- [0115] 유전체층 패턴을 포함하지 않은 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0116] 즉, 제1전극층의 상부에 제1금속패턴층 및 상기 제1금속패턴층 상에 위치하는 제2금속패턴층을 형성하였다.
- [0117] 도 10a는 금 나노입자 용액의 흡광도 변화를 도시한 그래프이고, 도 10b는 은 입자층의 흡광도 변화를 도시한 그래프이며, 도 10c는 키토산 패턴의 흡광도 변화를 도시한 그래프이고, 도 10d는 본 발명에 따른 일정 패턴의 흡광도 변화를 도시한 그래프이다.
- [0118] 도 10a 및 도 10c에서는 가시광에서 근적외선 영역 사이에서 광흡수가 없음을 확인할 수 있고, 도 10b에서는 520 nm 부근에서 광흡수가 일어남을 확인할 수 있다. 하지만, 도 10d에서는 가시광에서 근적외선 영역까지 광흡수 영역이 넓어짐을 알 수 있고, 즉, 부착된 금속나노입자의 크기, 환원공정의 시간 등을 조절하여, 광흡수 영역의 조절이 가능함을 확인할 수 있다.
- [0119] 도 11은 실시예 및 비교예의 라만신호 세기를 도시한 그래프이다. 이때, 도 11에서 Reference는 비교예 1을 나타내고, AuNP-Chitosan-Si는 비교예 2를 나타내며, AuNP-AgNP는 비교예 3을, AuNP-Chitosan-AgNP는 실시예를 각각 나타낸다.
- [0120] 도 11을 참조하면, 본 발명의 실시예의 경우가 P3HT의 C=C 스트레칭 모드를 나타내는 1448 cm<sup>-1</sup>의 Raman 산란신호가 제일 강하였으며, 비교예 2 및 3의 경우보다 높은 라만신호강도를 보였다.
- [0121] 실시예의 높은 라만신호강도는 두 종류의 금속의 복합 플라즈몬 공명효과에 의한 것으로, 이 같은 표면플라즈몬

의 전자기적 여기가 유전체 층을 통하여 금속나노입자로부터 다른 금속 나노입자로 이동하면서 나타나는 증강효과인 것으로 여겨진다 (Langmuir 2009, 25, 11844-11848/ J. Phys. Chem. C 2007, 111, 3836). 비교예 3이 실시예에 비하여 낮은 신호강도를 보임이 그 증거라 할 수 있다.

[0122] 또한, 비교예 3이 비교예 2의 경우 보다 높은 라만신호강도를 나타내고 있는데, 이는 단일 금속입자보다 2중 금속나노입자로 인한 전자기장 증강 현상이 더 효과적인 것으로 사료된다.

[0123] 도 12는 실시예 및 비교예 1의 흡광도를 도시한 그래프이다.

[0124] 도 12에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 일정 패턴을 포함하는 실시예의 경우, 그렇지 않은 비교예 1에 비하여, 400 ~ 600 nm 범위의 영역에서 흡광도가 증가함을 알 수 있다.

[0125] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 본 발명에서는 제1전극의 상부에 일정 패턴을 형성함으로써, 유기 태양전지의 광흡수능을 증가시킬 수 있다.

[0126] 또한, 금속 나노입자의 크기를 조절함으로써 흡광영역의 조절이 가능함을 확인할 수 있다.

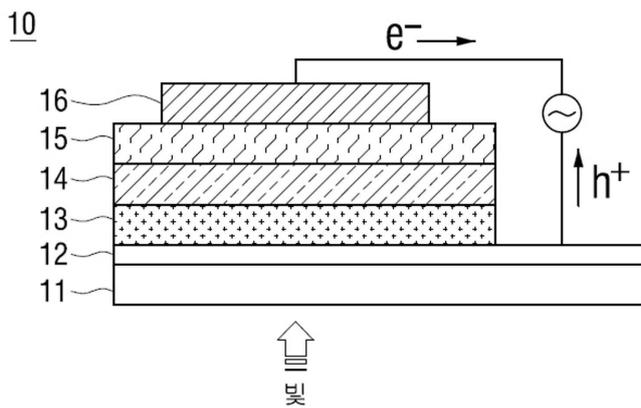
[0127] 이상과 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

**부호의 설명**

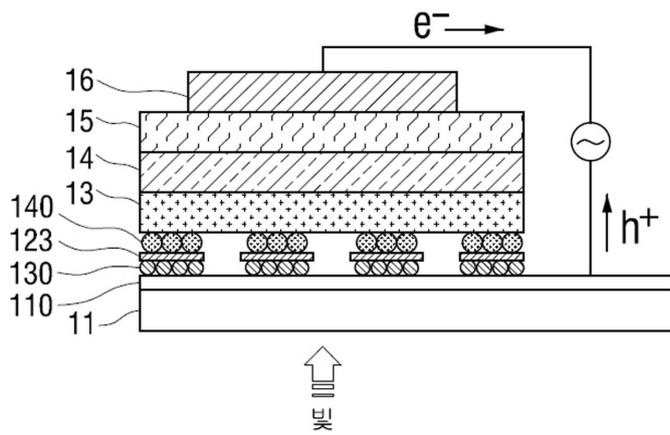
- [0128] 100 : 몰드용 기관      111 : 요(凹)부      112 : 철(凸)부
- 122 : 유전체층              123 : 유전체층 패턴
- 130 : 제1금속패턴층      140 : 제2금속패턴층
- 141 : 성장된 제2금속패턴층

**도면**

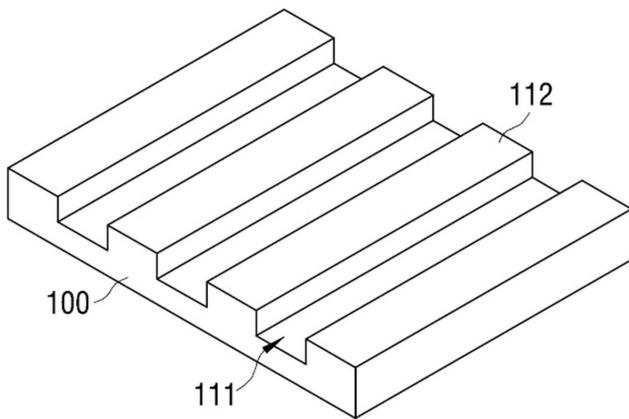
**도면1a**



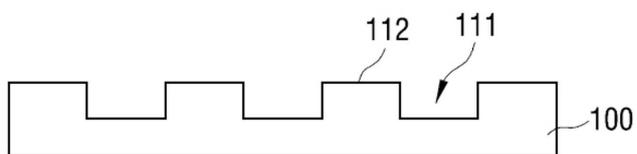
도면1b



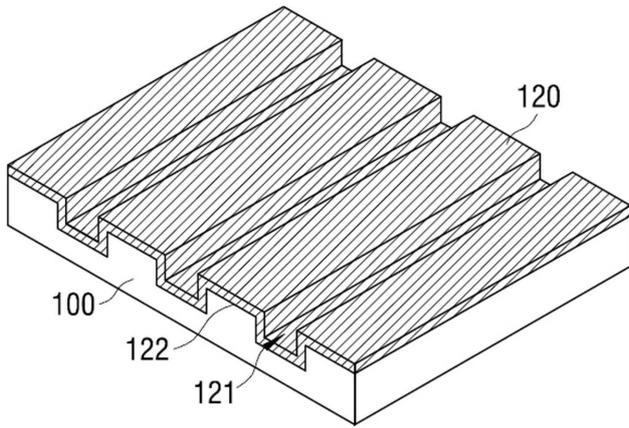
도면2a



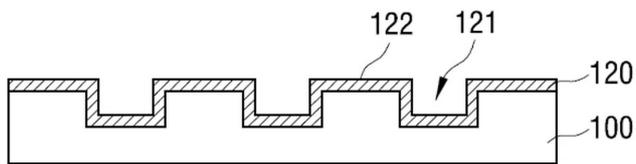
도면2b



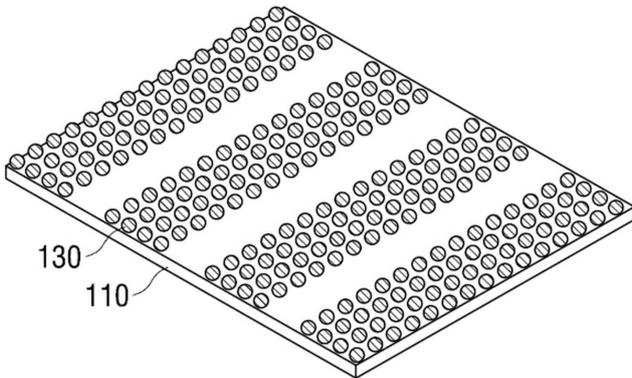
도면3a



도면3b



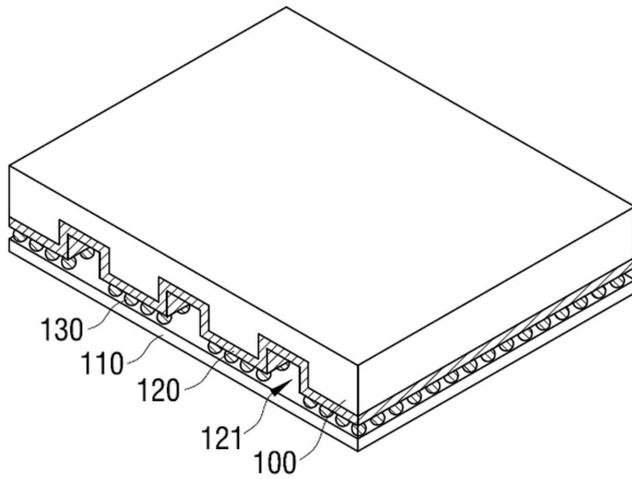
도면4a



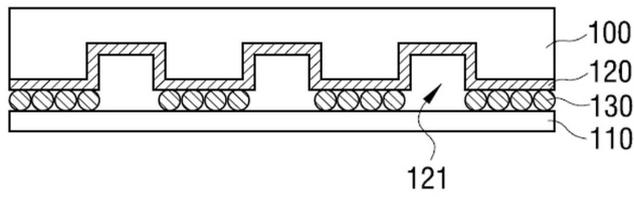
도면4b



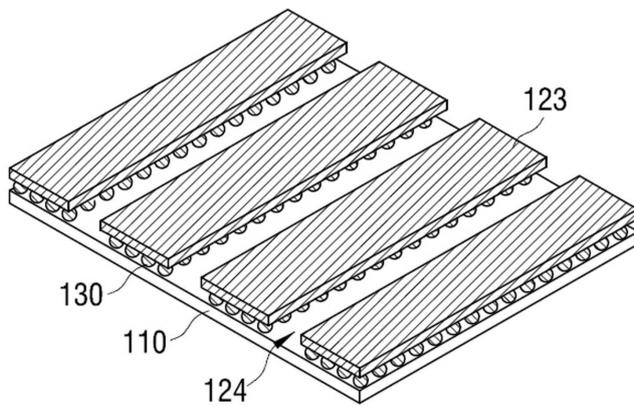
도면5a



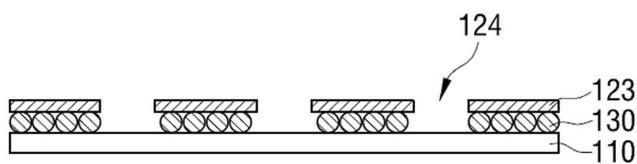
도면5b



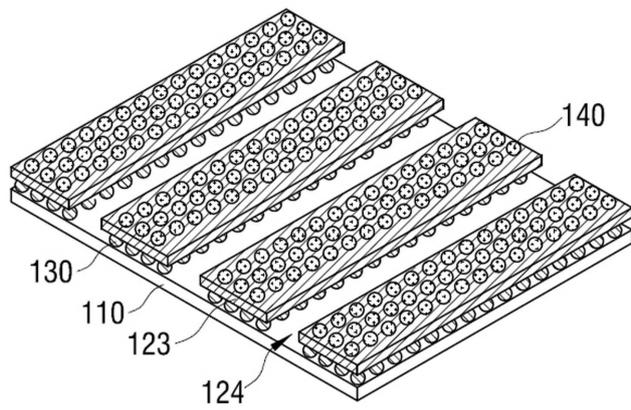
도면6a



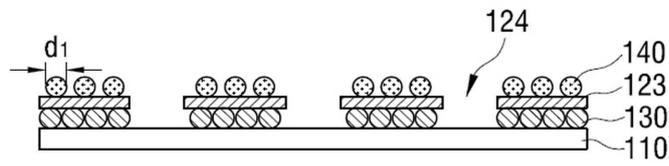
도면6b



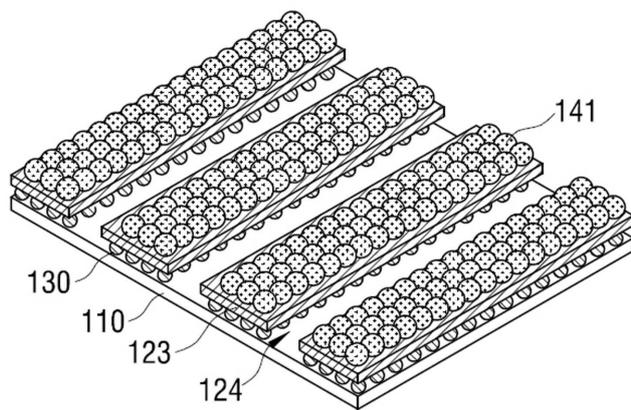
도면7a



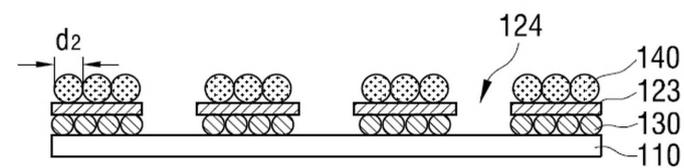
도면7b



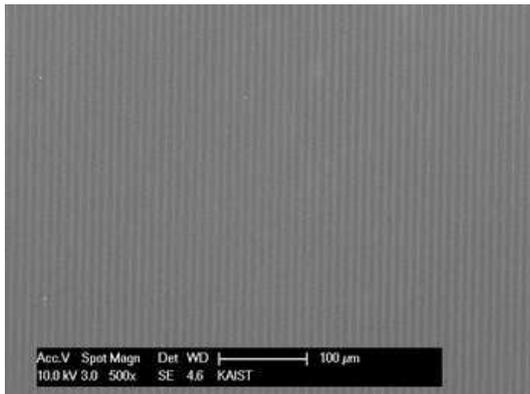
도면8a



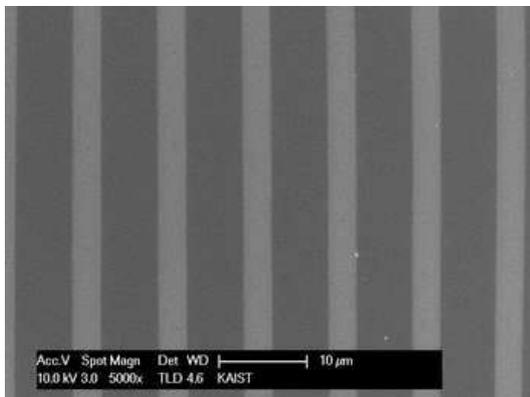
도면8b



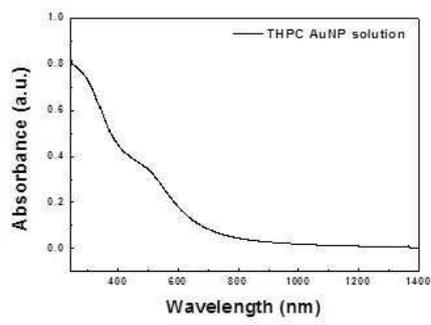
도면9a



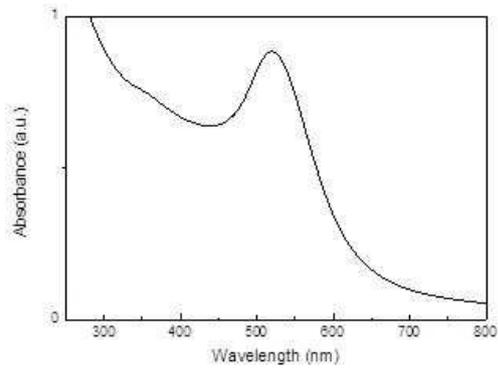
도면9b



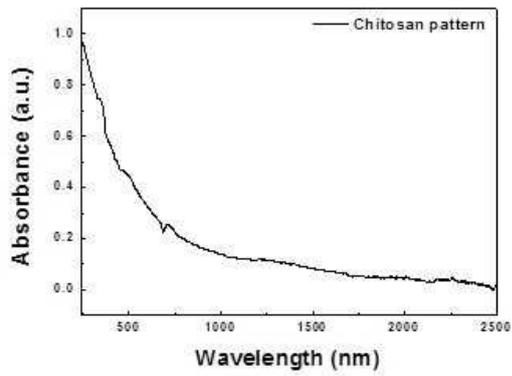
도면10a



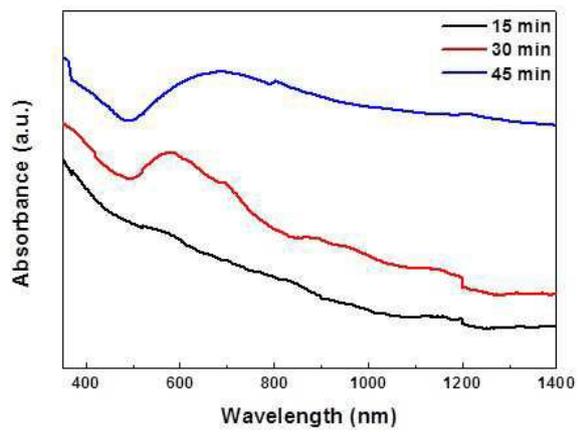
도면10b



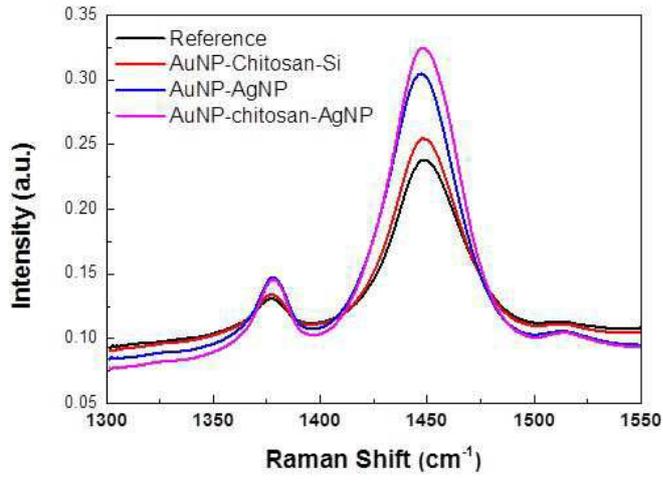
도면10c



도면10d



도면11



도면12

