(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0000688
(43) 공개일자 2015년01월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0073124
(22) 출원일자 2013년06월25일
심사청구일자 2013년06월25일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이헌
서울 서초구 동광로22길 23, 그랑시엘방배 302호 (방배동)
최학종
서울 동대문구 약령시로2길 45, 1층 4호 (제기동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이동건

전체 청구항 수 : 총 11 항

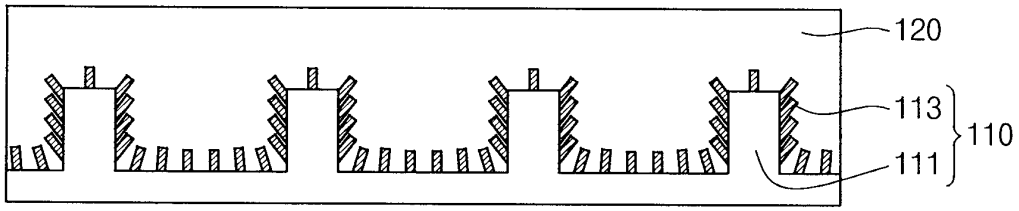
(54) 발명의 명칭 **광활성층 구조물, 이의 형성 방법 및 이를 포함하는 유기 태양 전지**

(57) 요 약

광활성층 구조물은 제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층 및 상기 제1 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제1 전하에 반대되는 제2 전하를 수용하도록 구비된 제2 전하 수용층을 포함한다.

대 표 도 - 도1

100



(72) 발명자

최제홍

서울특별시 동대문구 안암로26길 9 205호

추소영

서울특별시 구로구 새말로 93 신도림태영타운아파트 105동 902호

특허청구의 범위

청구항 1

제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층; 및

상기 제1 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제1 전하에 반대되는 제2 전하를 수용하도록 구비된 제2 전하 수용층을 포함하는 광 활성층 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 나노 패턴은 덴드라이트 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 나노 패턴은 필러 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2 반도체 박막은 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 상분리 공정을 통하여 상기 제1 반도체 박막의 상부 표면에서 형성된 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물.

청구항 5

제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 전하 수용층 상에 상기 제1 전하에 대응되는 제2 전하 수용층을 형성하는 단계를 포함하는 광 활성층 구조물의 형성 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 전하 수용층을 형성하는 단계는,

대상체 상에 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 블렌딩 고분자층을 형성하는 단계;

상기 제1 나노 패턴에 대응되는 요철이 형성되는 몰드를 이용하여 상기 블렌딩 고분자층에 대하여 임프린팅 공정 및 상분리 공정을 수행하여, 상기 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제1 반도체 박막 및 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물의 형성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 몰드 및 상기 제2형 반도체 물질은 상호 대응되는 표면 에너지를 갖고, 상기 제1형 반도체 물질 및 상기 대상체는 상호 대응되는 표면 에너지를 갖는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물의 형성 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 제1 및 제2 전하 수용층들을 형성하는 단계는,

대상체 상에 제1형 반도체 물질들이 해리된 유기 용액으로 코팅하여 제1 예비 반도체 박막을 형성하는 단계;

상기 제1 예비 반도체 박막에 대하여 상기 제1 나노 패턴에 대응되는 요철이 형성되는 몰드로 임프린팅 공정을 수행하여, 상기 제1 나노 패턴이 상부에 형성된 제1 반도체 박막을 형성하는 단계;

상기 제1 반도체 박막 상에 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 블렌딩 고분자층을 형성하는 단계;

상기 블렌딩 고분자층에 대하여 상분리 공정을 수행하여, 상기 제1 반도체 박막 상에 상기 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막 및 상기 제2 반도체 박막 상에 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 전하 수용층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물의 형성 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 블렌딩층을 상분리시키는 단계는, 상기 제2형 반도체 물질에 대응되는 표면 에너지를 갖는 템플릿을 이용하여 상기 블렌딩 고분자층을 열압착하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 광 활성층 구조물의 형성 방법.

청구항 10

기판 상에 제1 전하를 수송하는 제1 전하 수송층;

상기 제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층 및 상기 제1 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제1 전하에 대응되는 제2 전하를 수용하도록 구비된 제2 전하 수용층을 구비한 광활성층 구조물; 및

상기 제2 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제2 전하를 수송하는 제2 전하 수송층을 포함하는 유기태양전지.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제2 나노 패턴은 덴드라이트 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 유기태양전지.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광활성층층 구조물, 이의 형성 방법 및 이를 포함하는 유기 태양전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 입사된 광에 의하여 전자-정공 쌍을 생성하고 전자 또는 정공과 같은 전하가 이동하여 상기 전하를 수용하는 전하 수용층을 포함하는 광활성층 구조물 및 상기 광활성층 구조물의 형성 방법 및 상기 광활성층 구조물을 포함하는 유기 태양 전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 태양 전지는 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 광전 변환소자로서, 차세대 신재생 에너지원으로 각광받고 있다.

[0003] 특히, 유기 태양 전지는 소량의 유기 반도체의 p-n 접합을 이용하여, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하는 소자이다. 이때, 상기 유기 태양 전지는 소량의 유기 반도체 사용에 따른 소재 비용 절감이 가능하며 용액 공정이 가능하므로 공정이 단순한 장점을 가질 수 있다.

[0004] 한편, 상기 유기 태양 전지는 광활성층의 구조에 따라 다층(multi-layer) p-n 접합형 유기 태양 전지 및 벌크 이종 접합형(Bulk heterojunction; BHJ) 유기 태양전지로 구분될 수 있다.

[0005] 상기 다층 p-n 접합형 유기 태양 전지는 p형 반도체 박막과 n형 반도체 박막이 적층된 광활성층을 포함한다. 한편, 상기 벌크 이종 접합형 유기 태양 전지는 p형 반도체와 n형 반도체가 블렌딩된 광활성층을 포함할 수 있다.

[0006] 그러나, 상기 유기 태양 전지는 상대적으로 얇은 박막을 갖도록 구비됨으로써 전체적인 광흡수 효율이 낮으며, 유기 반도체 자체에서 형성된 전자-정공 쌍의 확산거리(diffusion length)가 매우 짧아서 전하로 분리되기 전에 상기 전자-정공 쌍이 재결합(recombination)이 발생하여 상기 전자-정공 쌍이 소멸함에 따라 광전 변환 효율이 악화되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 개선된 광흡수 효율 및 재결합율을 가질 수 있는 광활성층 구조물을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 일 목적은 개선된 광흡수 효율 및 재결합율을 가질 수 있는 광활성층 구조물의 형성 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 일 목적은 개선된 광흡수 효율, 재결합율 및 광전 변환 효율을 가질 수 있는 유기 태양 전지를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물은 제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층 및 상기 제1 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제1 전하에 반대되는 제2 전하를 수용하도록 구비된 제2 전하 수용층을 포함한다. 여기서, 상기 제2 나노 패턴은 덴드라이트 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 제1 나노 패턴은 필러 구조를 가질 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 반도체 박막은 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 상분리 공정을 통하여 상기 제1 반도체 박막의 상부 표면에서 형성될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법에 있어서, 제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층을 형성한다. 이어서, 상기 제1 전하 수용층 상에 상기 제1 전하에 대응되는 제2 전하 수용층을 형성한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전하 수용층은 대상체 상에 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 블렌딩 고분자층을 형성하고, 상기 제1 나노 패턴에 대응되는 요철이 형성되는 몰드를 이용하여 상기 블렌딩 고분자층에 대하여 임프린팅 공정 및 상분리 공정을 수행하여, 상기 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제1 반도체 박막 및 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막을 형성할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 몰드 및 상기 제2형 반도체 물질은 상호 대응되는 표면 에너지를 갖고, 상기 제1형 반도체 물질 및 상기 대상체는 상호 대응되는 표면 에너지를 가질 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 제1 및 제2 전하 수용층들을 형성하기 위하여, 대상체 상에 제1형 반도체 물질들이 해리된 유기 용액으로 코팅하여 제1 예비 반도체 박막을 형성하고, 상기 제1 예비 반도체 박막에 대하여 상기 제1 나노 패턴에 대응되는 요철이 형성되는 몰드로 임프린팅 공정을 수행하여, 상기 제1 나노 패턴이 상부에 형성된 제1 반도체 박막을 형성한다. 상기 제1 반도체 박막 상에 제1형 및 제2형 반도체 물질들이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 블렌딩 고분자층을 형성하고, 상기 블렌딩 고분자층에 대하여 상분리 공정을 수행하여, 상기 제1 반도체 박막 상에 상기 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막 및 상기 제2 반도체 박막 상에 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 전하 수용층을 형성한다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 블렌딩층을 상분리시키기 위하여, 상기 제2형 반도체 물질에 대응되는 표면 에너지를 갖는 템플릿을 이용하여 상기 블렌딩 고분자층을 열압착하는 하는 공정이 수행될 수 있다.

[0017] 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지는 기판 상에 제1 전하를 수송하는 제1 전하 수송층, 상기 제1 전하를 수용하도록 구비되며, 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막 및 상기 제1 반도체 박막 상에 형성되며 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 구비하는 제1 전하 수용층 및 상기 제1 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제1 전하에 대응되는 제2 전하를 수용하도록 구비된 제2 전하 수용층을 구비한 광활성층 구조물 및 상기 제2 전하 수용층 상에 배치되며, 상기 제2 전하를 수송하는 제2 전하 수송층을 포함한다. 여기서, 상기 제2 나노 패턴은 덴드라이트 구조를 가질 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들에 따른 광활성층 구조물, 이의 형성 방법 및 유기 태양전지에 따르면, 나노 계층 구조를 갖는 제1 전하 수용층이 구비됨에 따라, 나노 단일 구조에 비하여 제1 전하 수용층 및 제2 전하 수용층 사이에 증대된 면적의 계면을 가진다. 전자-정공 쌍의 전하 분리가 발생하는 상기 계면의 면적이 증대됨에 따라 상기 광활성층 구조물은 전자-정공 쌍의 전하 분리가 용이하게 발생할 수 있다. 또한, 상기 제1 및 2 반도체 박막들이

각각 나노 패턴을 가짐에 따라 광 산란을 촉진시켜 광활성층 구조물이 증대된 광흡수도를 가질 수 있다. 나아가, 일반적으로 제1 반도체가 제2 반도체 안에 고립되어 재결합이 발생할 수 있는 벌크 이종접합구조를 갖는 유기 태양 전지에 비하여 상기 전하 수용층 구조물은 감소된 재결합율을 가질 수 있다. 결과적으로 유기 태양 전지는 개선된 광전 변환 효율을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 6 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지를 설명하기 위한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.

[0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0022] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 한편, 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 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] 광활성층 구조물

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물(100)은 제1 전하 수용층(110) 및 제2 전하 수용층(120)을 포함한다. 상기 광활성층 구조물(100)은 P-N 접합을 형성함으로써 유기 태양 전지와 같은 광전 변환 소자에 적용될 수 있다.

[0027] 상기 제1 전하 수용층(110)은 제1 전하를 수용하도록 구비된다. 상기 제1 전하는 예를 들면, 정공에 해당할 수 있다. 이와 다르게, 상기 제1 전하는 전자에 해당할 수 있다.

[0028] 이하, 상기 제1 전하는 정공에 해당하며, 후술하는 제2 전하는 전자에 해당함을 기준으로 설명하기로 한다. 따라서, 상기 제1 전하 수용층은 전자 주개(donor)로서 정공을 수용할 수 있다.

[0029] 상기 제1 전하 수용층(110)은 n형 반도체 물질 및 용매를 포함하는 유기 용액을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 n형 반도체 물질의 예로는 poly(3-hexylthiophen)(이하, P3HT 라 함), 폴리파라페닐렌비닐렌(PPV), 펜타센, 금속프탈로시아니(MPc), 금속테트라페닐포르피린(MTPP), PCB7, P3HDTTT, PCPDTBT, PCDTBT, PSBTBT, PBDTDTBT, PPPDPP, PBDTTT-CF, PBDTTT-C-T 을 들 수 있다. 또한, 상기 용매는 예를 들면, 오르토다이클로로벤젠, 벤젠,

톨루엔, 자일렌 등과 같은 방향족 용매, 클로로 벤젠, 브로모 벤젠, 다이클로로벤젠, 다이클로로에탄,트리클로로에탄 등과 같은 할로겐화 방향족 용매, 할로겐화 지방족 용매 등을 포함할 수 있다.

[0030] 상기 제1 전하 수용층(110)은 제1 나노 패턴을 구비한 제1 반도체 박막(111) 및 상기 제1 반도체 박막(111) 상에 형성된 제2 반도체 박막(113)을 포함한다. 따라서, 상기 제1 전하 수용층(110)은 제1 반도체 박막(111) 및 제2 반도체 박막(113)이 적층된 나노 계층 구조를 가질 수 있다.

[0031] 상기 제1 반도체 박막(111)은 나노 크기의 필러(pillar) 구조를 가질 수 있다. 이로써 제1 반도체 박막(111)을 포함하는 제1 전하 수용층(110) 및 상기 제2 전하 수용층(120) 사이의 계면이 증대될 수 있다.

[0032] 상기 제2 반도체 박막(120)은 상기 제1 반도체 박막(110)의 상부 표면에 형성된다. 상기 제2 반도체 박막(120)은 덴드라이트 구조를 가질 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 반도체 박막들(111, 113)을 포함하는 제1 전하 수용층(110) 및 상기 제2 전하 수용층(120) 사이의 계면이 이루는 면적이 증대될 수 있다.

[0033] 이로써, 상기 제1 전하 수용층(110)은 나노 단일 구조에 비하여 제2 전하 수용층(120) 사이에 이르는 계면의 면적이 증대된다. 즉, 전자-정공 쌍의 전하 분리가 발생하는 상기 계면의 면적이 증대되어 전자-정공 쌍의 전하 분리가 용이하게 발생할 수 있다. 또한, 상기 제1 및 2 반도체 박막들(111, 113)이 각각 나노 패턴을 가짐에 따라 광 산란을 촉진시켜 광활성층 구조물이 증대된 광흡수도를 가질 수 있다.

[0034] 제2 전하 수용층(120)은 제1 전하 수용층(110) 상에 배치된다. 예를 들면, 상기 제2 전하 수용층(120)은 제2 반도체 박막(113) 상에 형성될 수 있다. 상기 제2 전하 수용층(120)은 상기 제1 전하 수용층(110)을 덮도록 형성될 수 있다. 상기 제2 전하 수용층(120)은 균일한 상부 표면을 갖도록 형성될 수 있다.

[0035] 상기 제2 전하 수용층(120)은 제2 전하를 수용하도록 구비된다. 예를 들면, 상기 제2 전하는 전자에 해당할 수 있다. 이로써 상기 제2 전하 수용층(120)은 전자 받개(acceptor)로서 기능할 수 있다.

[0036] 상기 제2 전하 수용층(120)은 p형 반도체 물질 및 용매를 포함하는 유기 용액을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 p형 반도체 물질의 예로는 [6,6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester (PCBM), 페릴렌(Perylene), 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic-bis-benzimidazole (PTCBI), polybenzimidazole (PBI), ICBA, ICMA 를 들 수 있다. 또한, 상기 용매는 예를 들면, 오르토다이클로로벤젠, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등과 같은 방향족 용매, 클로로 벤젠, 브로모 벤젠, 다이클로로벤젠, 다이클로로에탄,트리클로로에탄 등과 같은 할로겐화 방향족 용매, 할로겐화 지방족 용매 등을 포함할 수 있다.

[0037] 상기 제2 반도체 박막(113)은 제1형 반도체 물질 및 제2형 반도체 물질이 블렌딩된 유기 용액을 이용하여 상분리 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물(100)은 나노 계층 구조를 갖는 제1 전하 수용층(110)을 구비함에 따라, 나노 단일 구조에 비하여 제2 전하 수용층(120)과 이루는 계면의 면적이 증대된다. 전자-정공 쌍의 전하 분리가 발생하는 상기 계면의 면적이 증대됨에 따라 상기 광활성층 구조물(100)은 전자-정공 쌍의 전하 분리가 용이하게 발생할 수 있다. 또한, 상기 제1 및 2 반도체 박막들(111, 113)이 각각 나노 패턴을 가짐에 따라 광 산란을 촉진시켜 광활성층 구조물이 증대된 광흡수도를 가질 수 있다. 나아가, 일반적으로 제1형 반도체가 제2형 반도체 안에 고립되어 재결합이 발생할 수 있는 벌크 이종접합구조를 갖는 유기 태양 전지에 비하여 상기 전하 수용층 구조물(100)은 감소된 재결합율을 가질 수 있다.

[0039] 광활성층 구조물의 형성 방법

[0040] 도 2 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0041] 도 2를 참조하면, 먼저, 대상체(10)를 제1형 반도체 물질 및 제2형 반도체 물질이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 상기 대상체(10) 상에 블렌딩 고분자층(105)을 형성한다.

[0042] 상기 유기 용액은 제1형 반도체 물질로서 n형 반도체 물질, 제2형 반도체 물질로서 p형 반도체 물질 및 용매를 포함할 수 있다.

[0043] 상기 n형 반도체 물질의 예로는 poly(3-hexylthiophen)(이하, P3HT 라 함), 폴리파라페닐렌비닐렌(PPV), 펜타센, 금속프탈로시아니(MPc) 금속테트라페닐포르피린(MTPP), PCB7, P3HDTTT, PCPDTBT, PCDTBT, PSBTBT, PBDTDTBT, PPPDPP, PBDTTT-CF, PBDTTT-C-T을 들 수 있다.

[0044] 상기 p형 반도체 물질의 예로는 [6,6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester (PCBM), 페릴렌(Perylene), 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic-bis-benzimidazole (PTCBI), polybenzimidazole (PBI), ICBA, ICMA를 들 수 있다.

[0045] 또한, 상기 용매는 예를 들면, 오르토다이클로로벤젠, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등과 같은 방향족 용매, 클로로 벤젠, 브로모 벤젠, 다이클로로벤젠, 다이클로로에탄,트리클로로에탄 등과 같은 할로겐화 방향족 용매, 할로겐화 지방족 용매 등을 포함할 수 있다.

[0046] 상기 블렌딩 고분자층(105)을 형성하기 위하여 스핀 코팅 공정이 수행될 수 있다. 이때, 상기 유기 용액의 점도 및 제1 및 제2형 반도체 물질의 농도에 따라 회전 속도는 조절될 수 있다.

[0047] 도 3 및 도4를 참조하면, 요철이 형성된 몰드(20)를 이용하여 상기 블렌딩 고분자층(105)에 대하여 임프린팅 공정 및 상분리 공정을 수행하여, 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제1 반도체 박막(111) 및 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막(113)을 형성한다. 이로써 제1 및 제2 반도체 박막들(111, 113)을 포함하는 제1 전하 수용층(110)이 상기 대상체(10) 상에 형성된다.

[0048] 한편, 상기 몰드(20)는 레이저 간섭 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 또는 광학적 리소그래피 등과 같은 리소그래피 기술을 이용하여 제작될 수 있다. 상기 몰드(20)에 형성된 요철은 제1 나노 패턴에 대응되는 형상을 가질 수 있다.

[0049] 상기 임프린팅 공정 및 상기 상분리 공정은 상기 몰드(20)를 이용하여 열처리함으로써 수행될 수 있다. 예를 들면, 상기 임프린팅 공정 및 상기 상분리 공정은 동시에 수행될 수 있다.

[0050] 즉, 상기 임프린팅 공정에 있어서, 상기 몰드(20)를 상기 블렌딩 고분자층(105)에 열가압함으로써 상기 몰드(20)에 형성된 요철에 대응하여 상기 제1형 반도체 물질로 이루어지고 제1 나노 패턴을 갖도록 제1 반도체 박막(111)이 형성될 있다. 이때 상기 제1 나노 패턴은 필러 구조를 가질 수 있다.

[0051] 또한 상기 상분리 공정에 있어서, 상기 제1 반도체 물질 및 상기 대상체(10)는 상호 대응되는, 즉 서로 유사한 표면 에너지를 가질 수 있다. 이로써 상기 임프린팅 공정 중에 상기 제1형 반도체 물질은 대상체를 향하여 이동한다.

[0052] 한편, 상기 몰드(20) 및 상기 제2형 반도체 물질은 상호 대응되는 표면 에너지를 가질 수 있다. 즉, 상기 몰드(20) 및 상기 제2형 반도체 물질은 서로 유사한 표면 에너지를 갖는다. 이로써, 상기 제2형 반도체 물질은 상기 몰드를 향하여 이동함으로써 상분리 공정이 용이하게 진행될 수 있다. 결과적으로 제2 반도체 박막은 제2 나노 패턴을 가질 수 있다. 상기 제2 나노 패턴의 예로는 덴드라이트 구조를 포함할 수 있다.

[0053] 도 5를 참조하면, 상기 몰드(20)를 상기 제1 전하 수용층(110)의 상부 표면으로 제거한 후, 상기 제1 전하 수용층(110) 상에 제2 전하 수용층(120)을 형성한다. 예를 들면, 상기 제2 전하 수용층(120)은 스핀 코팅 공정을 통하여 형성될 수 있다.

[0054] 상기 제2 전하 수용층(120)은 예를 들면, 제2형 반도체 물질 및 용매를 포함하는 유기 용액을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 제2형 반도체 물질은 예를 들면 p형 반도체 물질에 해당한다. 상기 p형 반도체 물질의 예로는 [6,6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester (PCBM), 페릴렌(Perylene), 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic-bis-benzimidazole (PTCBI), polybenzimidazole (PBI), ICBA, ICMA를 들 수 있다.

[0055] 이로써 상기 제1 및 제2 전하 수용층들(110, 120)을 포함하는 광활성층 구조물(100)이 형성된다.

[0056] 본 발명의 실시예들에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법에 따르면, 임프린팅 공정 및 상분리 공정이 동시에 수행됨에 따라 제1 나노 패턴을 갖는 제1 반도체 박막 및 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 포함하는 제1 전하 수용층이 용이하게 형성될 수 있다. 상기 제1 전하 수용층이 나노 계층 구조를 가짐에 따라 광활성층 구조물의 광전 변환 효율이 개선될 수 있다.

[0057] 도 6 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

[0058] 도 6을 참조하면, 먼저, 대상체(10)를 제1형 반도체 물질을 갖는 유기 용액으로 코팅하여 상기 대상체(10) 상에 제1 예비 반도체 박막(107)을 형성한다.

[0059] 상기 유기 용액은 제1형 반도체 물질로서 n형 반도체 물질 및 용매를 포함할 수 있다.

[0060] 상기 n형 반도체 물질의 예로는 poly(3-hexylthiophen)(이하, P3HT 라 함), 폴리파라페닐렌비닐렌(PPV), 펜타센, 금속프탈로시아니(MPc), 금속테트라페닐포르피린(MTPP), PCB7, P3HDTTT, PCPDTBT, PCDTBT, PSBTBT, PBDTDTBT, PPPDPP, PBDTTT-CF, PBDTTT-C-T을 들 수 있다. 또한, 상기 용매는 예를 들면, 오르토다이클로로벤젠, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등과 같은 방향족 용매, 클로로 벤젠, 브로모 벤젠, 다이클로로벤젠, 다이클로로에탄,트리클로로에탄 등과 같은 할로겐화 방향족 용매, 할로겐화 지방족 용매 등을 포함할 수 있다.

[0061] 상기 예비 반도체 박막(107)을 형성하기 위하여 스핀 코팅 공정이 수행될 수 있다. 이때, 상기 유기 용액의 점도 및 제1 및 제2형 반도체 물질의 농도에 따라 회전 속도는 조절될 수 있다.

[0062] 도 7을 참조하면, 요철이 형성된 몰드(20)를 이용하여 상기 제1 예비 반도체 박막(107, 도 6 참조)에 대하여 임프린팅 공정을 수행하여, 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제1 반도체 박막(111)을 형성한다. 상기 임프린팅 공정은 상기 몰드(20)를 이용하여 가열함으로써 수행될 수 있다. 즉, 상기 임프린팅 공정에 있어서, 상기 몰드(20)를 상기 제1 예비 반도체 박막(107)에 대하여 열가압함으로써 상기 몰드에 형성된 요철에 대응하여 상기 제1형 반도체 물질로 이루어지고 제1 나노 패턴을 갖도록 제1 반도체 박막이 형성될 있다. 이때, 제1 나노 패턴은 필러 구조를 가질 수 있다.

[0063] 도 8 및 도 9를 참조하면, 상기 몰드(20)를 상기 제1 반도체 박막(111)으로부터 제거한 후, 제1형 반도체 물질 및 제2형 반도체 물질이 혼합된 유기 용액으로 코팅하여 상기 제1 반도체 박막(111) 상에 블렌딩 고분자층(105)을 형성한다. 상기 블렌딩 고분자층(105)을 형성하기 위하여 스핀 코팅 공정이 수행될 수 있다.

[0064] 상기 유기 용액은 제1형 반도체 물질로서 n형 반도체 물질, 제2형 반도체 물질로서 p형 반도체 물질 및 용매를 포함할 수 있다.

[0065] 상기 n형 반도체 물질의 예로는 poly(3-hexylthiophen)(이하, P3HT 라 함), 폴리파라페닐렌비닐렌(PPV), 펜타센, 금속프탈로시아니(MPc), 금속테트라페닐포르피린(MTPP), PCB7, P3HDTTT, PCPDTBT, PCDTBT, PSBTBT, PBDTDTBT, PPPDPP, PBDTTT-CF, PBDTTT-C-T을 들 수 있다. 상기 p형 반도체 물질의 예로는 [6,6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester (PCBM), 페릴렌(Perylene), 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic-bis-benzimidazole (PTCBI), polybenzimidazole (PBI), ICBA, ICMA를 들 수 있다. 또한, 상기 용매는 예를 들면, 오르토다이클로로벤젠, 벤젠, 톨루엔, 자일렌 등과 같은 방향족 용매, 클로로 벤젠, 브로모 벤젠, 다이클로로벤젠, 다이클로로에탄,트리클로로에탄 등과 같은 할로겐화 방향족 용매, 할로겐화 지방족 용매 등을 포함할 수 있다.

[0066] 도 10을 참조하면, 상기 블렌딩 고분자층(105)에 대하여 상분리 공정을 수행하여, 상기 제1 반도체 박막(111) 상에 상기 제1형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 반도체 박막(113) 및 상기 제2 반도체 박막(113) 상에 상기 제2형 반도체 물질로 이루어진 상기 제2 전하 수용층(120)을 형성한다. 상기 제2 반도체 박막(113)은 상기 제1 반도체 박막(111)과 함께 제1 전하 수용층(110)을 형성한다.

[0067] 상기 상분리 공정에 있어서, 상기 제2형 반도체 물질에 대응되는 표면 에너지를 갖는 템플릿(30)을 이용하여 상기 블렌딩 고분자층(105)을 열압착할 수 있다. 즉 상기 템플릿(30)은 제2형 반도체 물질과 유사한 표면에너지를 가질 수 있다. 이로써 상기 블렌딩 고분자층(105)에 포함된 상기 제2형 반도체 물질은 상기 템플릿(30)을 향하여 이동할 수 있다.

[0068] 이때 제2 반도체 박막(113)은 제2 나노 패턴을 가질 수 있다. 상기 제2 나노 패턴의 예로는 덴드라이트 구조를 포함할 수 있다. 따라서, 상기 제2 반도체 박막(113) 및 상기 제1 반도체 박막(111)은 나노 계층 구조를 갖는 제1 전사 수송층(110)을 형성할 수 있다.

[0069] 본 발명의 실시예들에 따른 광활성층 구조물의 형성 방법에 따르면, 임프린팅 공정 및 상분리 공정이 각각 수행됨에 따라 제1 나노 패턴을 갖는 제1 반도체 박막 및 제2 나노 패턴을 갖는 제2 반도체 박막을 포함하는 제1 전하 수용층이 용이하게 형성될 수 있다. 상기 제1 전하 수용층이 나노 계층 구조를 가짐에 따라 광활성층 구조물의 광전 변환 효율이 개선될 수 있다.

[0070] 유기 태양 전지

[0071] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지를 설명하기 위한 단면도이다.

[0072] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지(200)는 제1 전하 수송층(220), 제1 전하 수용층(230)과 제2 전하

수용층(240)로 이루어진 광활성층 구조물 및 제2 전하 수송층(250)을 포함한다.

[0073] 상기 제1 전하 수송층(220)은 기판(205) 상부에 배치된다. 상기 제1 전하 수송층(220)은 제1 전하를 수송한다. 상기 제1 전하는 예를 들면 정공에 해당할 수 있다.

[0074] 상기 기판(205)은 유리 기판, 또는 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리 메틸 메타크릴레이트(polymethyl methacrylate), 폴리이미드(polyimide) 등의 투명 수지 기판 등과 같은 광투과율이 높은 기판이 사용된다.

[0075] 상기 제1 전하 수송층(220)은 전기 전도성을 갖는 물질이며, 폴리-3,4-에틸렌 디옥시티오펜(PEDOT; Poly-3,4-Ethylenedioxythiophene) 등과 같은 물질로 구성될 수 있다.

[0076] 상기 광활성층 구조물은 제1 전하 수용층(230) 및 제2 전하 수용층(240)을 구비한다. 상기 제1 전하 수용층(230)은 제1 반도체 박막(211) 및 제2 반도체 박막(213)을 갖는다. 상기 제1 전하 수용층(230)은 전술한 바와 같이 나노 계층 구조를 가진다. 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0077] 상기 제2 전하 수송층(250)은 상기 광활성층 구조물 상에 배치된다. 특히, 상기 제2 전하 수송층(250)은 상기 제2 전하 수용층(240) 상에 배치된다. 상기 제2 전하 수송층(250)은 상기 제2 전하를 수송할 수 있다.

[0078] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 태양 전지(200)는 기판(205) 및 제1 전하 수송층(220) 사이에 형성된 제1 전극(210) 및 상기 제2 전하 수송층(250) 상에 형성된 제2 전극(260)을 포함할 수 있다. 상기 제1 전극(210)은 ITO와 같은 투명 전도성 물질을 이용하여 형성될 수 있다. 상기 제2 전극(260)은 전자를 효과적으로 수집할 수 있는 층으로서, 일함수가 낮은 금속, 합금, 전도성 화합물로 이루어질 수 있다.

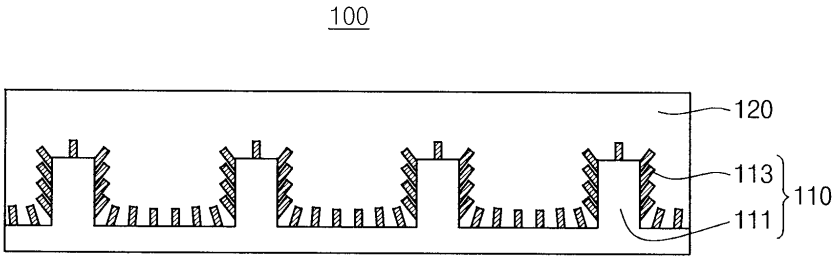
[0079] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

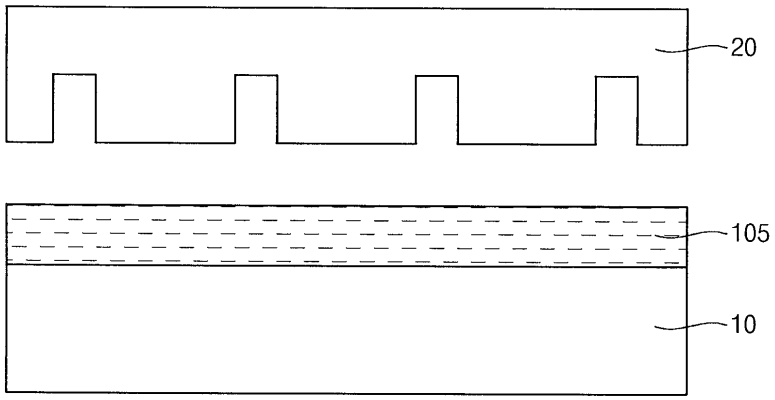
[0080] 본 발명의 실시예들은 유기 태양 전지에 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명의 실시예들은 P-N 접합 구조를 태양 전지에도 적용될 수 있을 것이다.

도면

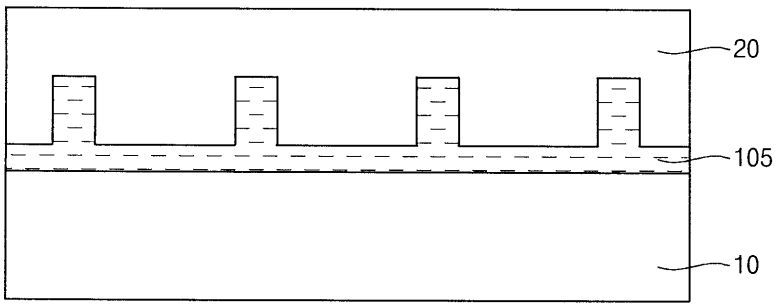
도면1



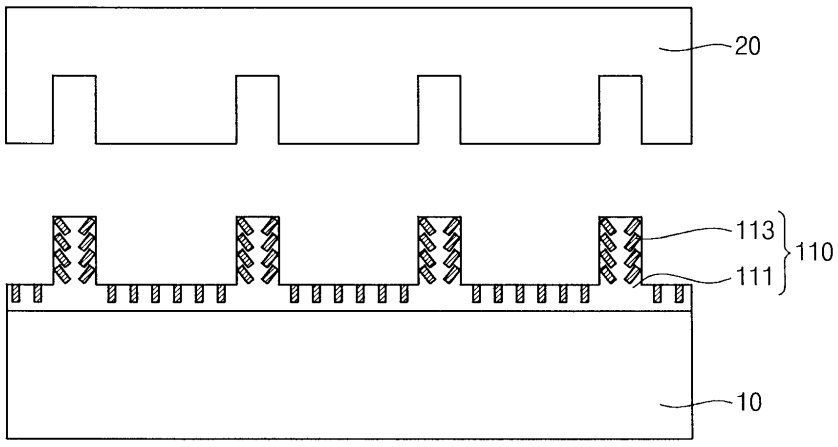
도면2



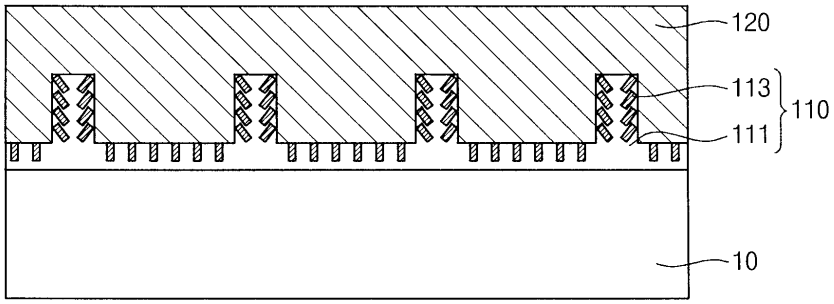
도면3



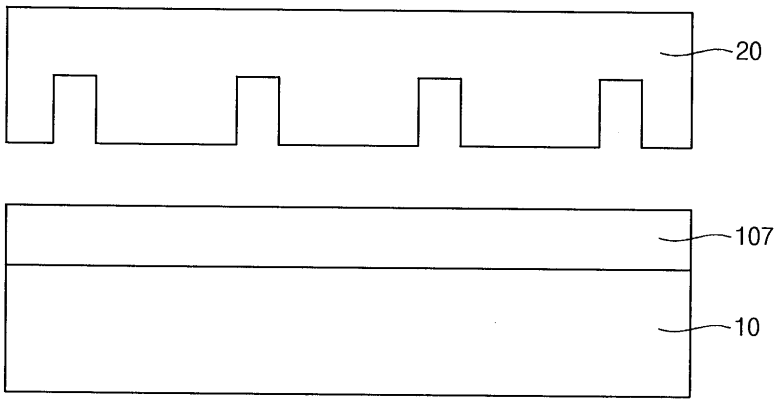
도면4



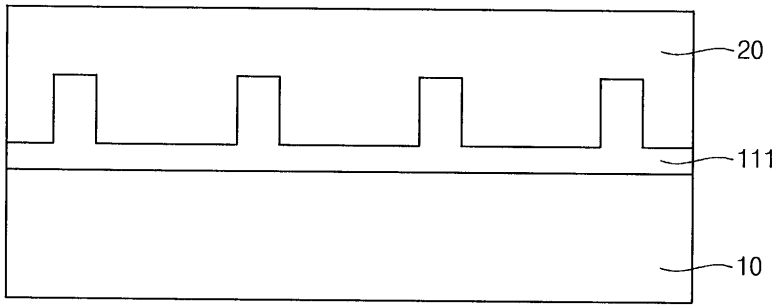
도면5



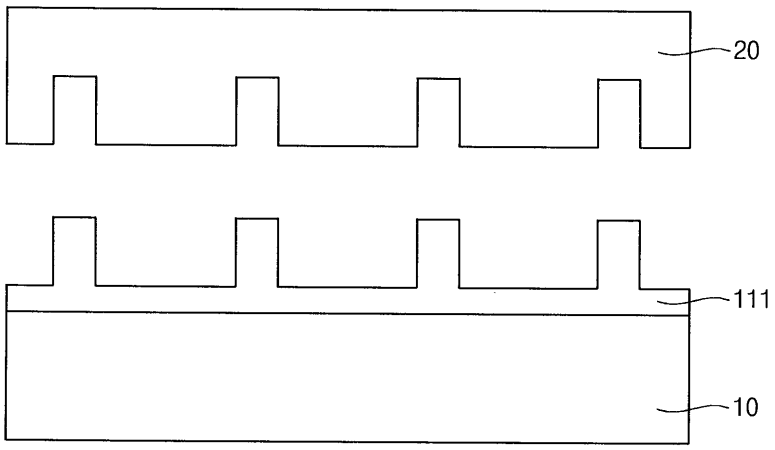
도면6



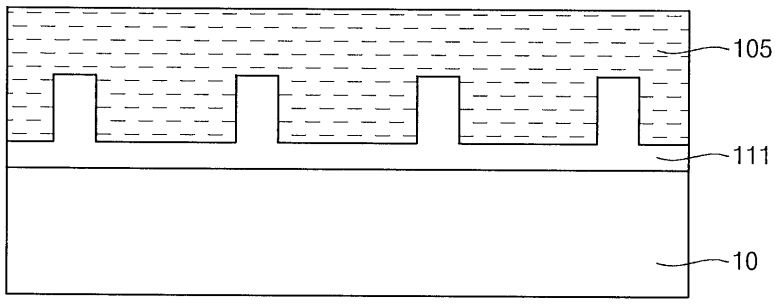
도면7



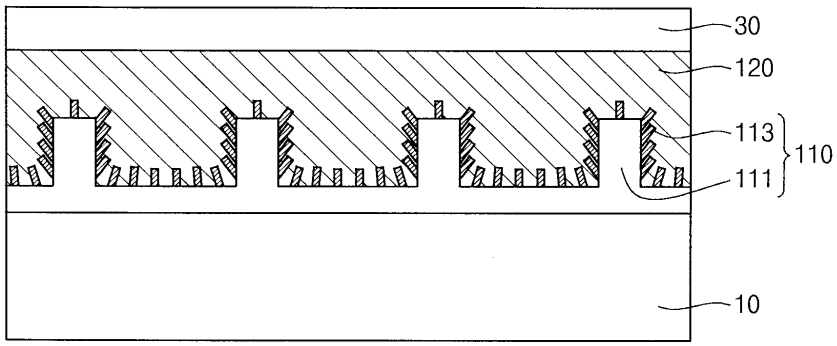
도면8



도면9



도면10



도면11

