

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0130071 (43) 공개일자 2010년12월10일
(51) Int. Cl. <i>H01L 31/042</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2009-0048733 (22) 출원일자 2009년06월02일 심사청구일자 2009년06월02일	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1 (72) 발명자 이현 서울 노원구 월계동 그랑빌아파트 122-1205 한강수 서울 도봉구 방학3동 732 신동아아파트 116-502 (74) 대리인 특허법인이지	

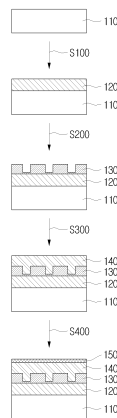
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 나노구조로 패터닝된 접합면을 가지는 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 유무기 이종접합 태양전지

(57) 요약

나노구조로 패터닝된 접합면을 가지는 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 유무기 이종접합 태양전지가 개시된다. 투명 기판 위에 투명 제1 전극을 형성하는 단계; 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 상기 제1 전극 위에 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계; 상기 패터닝된 n-타입 무기 반도체층 위에 p-타입 유기 고분자층을 형성하는 단계; 및 상기 p-타입 유기 고분자층 위에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법에 의하면, 유무기 접합면에 용이하고 저렴하게 나노 패턴을 도입할 수 있어, 접합면의 면적을 증가시키고, 캐리어와 전극 사이의 이동거리를 줄여 태양전지의 효율을 높이는 것이 가능하다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007NPV08P0200002007

부처명 에너지관리공단

연구관리전문기관

연구사업명 신재생에너지기술개발사업

연구과제명 유연 폴리머 기판을 사용한 유-무기 복합 태양전지의 제작

기여율

주관기관 고려대학교 공학기술연구소

연구기간 2008년 06월 29일 ~ 2009년 06월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

투명 기판 위에 투명 제1 전극을 형성하는 단계;

나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 상기 제1 전극 위에 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계;

상기 패터닝된 n-타입 무기 반도체층 위에 p-타입 유기 고분자층을 형성하는 단계; 및

상기 p-타입 유기 고분자층 위에 제2 전극을 형성하는 단계

를 포함하는 유기기 이중접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는,

상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계; 및

상기 n-타입 무기 반도체층이 증착된 면 쪽에 n-타입 반도체 층을 추가로 증착하여 노출된 제1 전극 표면을 덮는 단계

를 포함하는 것인 유기기 이중접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는,

상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계;

상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계; 및

상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계

를 포함하는 것인 유기기 이중접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는,

상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계;

상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계;

상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계;
 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 노출되는 n-타입 무기 반도체층을 식각하는 단계; 및
 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계
 를 포함하는 것인 유기 이종접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는,
 상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계;
 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계;
 상기 고분자 패턴 마스크 위로 금속을 증착하는 단계;
 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하여 금속 마스크를 형성하는 단계;
 상기 금속 마스크 사이에 노출되는 상기 제1 전극 층을 식각하는 단계;
 상기 금속 마스크를 제거하는 단계; 및
 상기 제1 전극 층 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계
 를 포함하는 것인 유기 이종접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 투명 기판은 PET(Polyethyleneterephthalate), PES(Polyethersulphone), PC(Polycarbonate), PI(Polyimide) 및 PEN(Polyethylene Naphthalate), PAR(Polyarylate)으로 이루어진 군에서 선택되는 고분자 기판인 것을 특징으로 하는 유기 이종접합 태양전지의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조된 유기 이종접합 태양전지.

청구항 8

투명 기판;
 상기 투명 기판 위에 배치된 투명 제1 전극;
 상기 투명 제1 전극 위에 배치된 n-타입 무기 반도체층;
 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 배치된 p-타입 유기 고분자층; 및
 상기 p-타입 유기 고분자층 위에 배치된 제2 전극
 을 포함하고,
 상기 n-타입 무기 반도체층과 상기 p-타입 유기 고분자층 사이의 접합면이 나노구조로 패터닝된 것을 특징으로 하는 유기 이종접합 태양전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 나노구조 패터닝된 상기 n-타입 무기 반도체층과 상기 p-타입 유기 고분자층 사이의 접합면은 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 형성된 것을 특징으로 하는 것인 유무기 이종접합 태양전지.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노구조로 패터닝된 접합면을 가지는 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 유무기 이종접합 태양전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 석유나 석탄과 같은 기존 화석 에너지 자원의 고갈이 예측되고, 환경에 대한 관심이 높아지면서 이들을 대체할 대체 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중에서도 태양전지는 에너지 자원이 무한하고 환경오염에 대한 문제점이 없어 특히 주목 받고 있다. 태양전지에는 태양열을 이용하여 터빈을 회전시키는데 필요한 증기를 발생시키는 태양열 전지와, 반도체의 성질을 이용하여 태양빛(photons)을 전기에너지로 변환시키는 태양광 전지가 있으며, 태양전지라고 하면 일반적으로 태양광 전지(이하 태양전지라 한다)를 일컫는다.

[0003] 태양전지는 주로 실리콘 기반 제작 기술이 주를 이루며, 이외에도 염료감응형 태양전지, 화합물 태양전지 및 고분자 태양전지 등이 있다. 현재는 가격대 발전량이 우수한 실리콘 기반 태양전지가 시장의 우위를 점하고 있지만, 반도체 산업의 폭발적인 성장으로 인한 실리콘 원자재 가격의 상승, 높은 공정비용에의 대안으로 태양전지의 가격 경쟁력 제고를 위하여 최근 고분자 박막으로 태양전지를 제작하는 연구가 활발히 이뤄지고 있다.

[0004] 고분자 소재는 광흡수계수가 10^5 cm^{-1} 이상이기 때문에 나노급의 얇은 두께로도(100nm) 입사광 대부분을 흡수할 수 있으며, 공정상에서도 진공 장비가 필요하지 않아 상온에서 대면적 기판에 스핀 코팅을 할 수 있는 등의 장점이 있다. 이와 같은 장점에도 불구하고, i) 고분자 물질 내에서의 전자 이동은 호핑(hopping) 메커니즘에 의해 일어나며, 물질 특성상 trap이 많기 때문에 이동도가 $10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 정도로 매우 낮고, ii) 광 흡수시 고분자 내에서 생성된 엑시톤(exiton)의 결합이 끊어져야 자유 전자가 얻어지는데 이때 ~100meV 정도의 큰 결합 에너지를 극복해야 하지만 사실상 상온에서 충분한 에너지를 공급할 수 없기 때문에 자유전자의 획득이 어렵다는 단점들 때문에 태양전지로서의 제작시 에너지 변환 효율이 낮은 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명자들에 의하여 안출된 것으로서, 전도성 고분자와 나노 임프린트 기술을 사용하여 제작한 화합물 반도체를 이용하여 나노복합 구조를 제작함으로써 저가의 효율이 개선된 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 유무기 이종접합 태양전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 투명 기판 위에 투명 제1 전극을 형성하는 단계; 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 상기 제1 전극 위에 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계; 상기 패터닝된 n-타입 무기 반도체층 위에 p-타입 유기 고분자층을 형성하는 단계; 및 상기 p-타입 유기

고분자층 위에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법이 제공된다.

- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는, 상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계; 및 상기 n-타입 무기 반도체층이 증착된 면 쪽에 n-타입 반도체 층을 추가로 증착하여 노출된 제1 전극 표면을 덮는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는, 상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계; 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계; 및 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는, 상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계; 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 노출되는 n-타입 무기 반도체층을 식각하는 단계; 및 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는, 상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계; 상기 고분자 패턴 마스크 위로 금속을 증착하는 단계; 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하여 금속 마스크를 형성하는 단계; 상기 금속 마스크 사이에 노출되는 상기 제1 전극 층을 식각하는 단계; 상기 금속 마스크를 제거하는 단계; 및 상기 제1 전극 층 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 전술한 방법에 따라 제조된 유무기 이종접합 태양전지가 제공된다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 투명 기판; 상기 투명 기판 위에 배치된 투명 제1 전극; 상기 투명 제1 전극 위에 배치된 n-타입 무기 반도체층; 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 배치된 p-타입 유기 고분자층; 및 상기 p-타입 유기 고분자층 위에 배치된 제2 전극을 포함하고, 상기 n-타입 무기 반도체층과 상기 p-타입 유기 고분자층 사이의 접합면이 나노구조로 패터닝된 것을 특징으로 하는 유무기 이종접합 태양전지가 제공된다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 나노구조 패터닝된 상기 n-타입 무기 반도체층과 상기 p-타입 유기 고분자층 사이의 접합면은 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 형성된 것일 수 있다.

효 과

- [0014] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, P-N 접합면에 나노 임프린트 공정을 도입하여 나노패턴을 형성함으로써, 기존의 실리콘 기반의 벌크 태양전지와 비교할 때 다음과 같은 장점이 있다.
- [0015] i) 광 리소그래피와는 달리 나노 임프린트 리소그래피는 비평면, 유연 기판에 적용이 가능할 수 있다. ii) 임프린트 공정을 이용하여 적은 공정비용으로 대량 생산이 가능할 수 있다. iii) 전자가 나노 패턴의 전도대(conduction band)에서 이동하므로 이동도가 향상될 수 있다. iv) 캐리어 생성 위치와 전극 사이의 이동 거리를 줄여 재결합에 의한 손실이 감소될 수 있다. v) 반도체/고분자 접합 계면의 표면적 증가, 계면의 에너지 장벽으로 인한 전자-정공의 분해 촉진으로 자유전자 생성이 용이할 수 있다. vi) 나노 패턴의 표면에서 고분자로 인한 패시베이션(passivation) 역할을 할 수 있다. vii) 나노 막대의 지름이 엑시톤 보어(Bohr) 반경 이하를 갖는 경우 캐리어들의 전도가 1차원으로 제한되므로 산란에 의한 손실이 감소하게 되어 캐리어 수집 효율이 증가할 수 있다. viii) 양자 크기 효과(Quantum size effect)에 의해 나노 막대의 광학적 밴드갭(optical bandgap) 에너지를 나노 와이어의 지름을 조절함으로써 제어 가능할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 나노임프린트 공정뿐만 아니라, 리프트오프(lift-off) 및 전기 도금법을 사용하여 패턴의 깊이가 보장되는 한 n-타입 무기 반도체층의 높이를 자유롭게 조절하는 것이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하에서는, 본 발명에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조방법에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조방법을 개략적으로 도시한 순서도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조방법은 투명 기판(110) 위에 투명 제1 전극(120)을 형성하는 단계(S100); 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크(210)를 이용하여 상기 제1 전극 위에 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층(130)을 형성하는 단계(S200); 상기 패터닝된 n-타입 무기 반도체층 위에 p-타입 유기 고분자층(140)을 형성하는 단계(S300); 및 상기 p-타입 유기 고분자층 위에 제2 전극(150)을 형성하는 단계(S400)를 포함한다.
- [0019] 상기 투명 기판(110)은 투명 제1 전극이 그 위에 형성될 수 있고, 태양광이 투과될 수 있는 통상적인 태양전지용 기판이면 어느 것이나 가능하다. 예컨대, 유리, 종이, PET(Polyethyleneterephthalate), PES(Polyethersulphone), PC(Polycarbonate), PI(Polyimide), PEN(Polyethylene Naphthalate), PAR(Polyarylate) 등의 플라스틱 기판이 사용될 수 있다. PET, PES, PC, PI, PEN, PAR 등의 고분자 기판을 사용하는 경우 태양전지에 가요성(flexibility)을 도입할 수 있다. 가요성 태양전지를 위해서 바람직하게는 PET 기판을 사용할 수 있다.
- [0020] 상기 투명 제1 전극(120)은 광투과성이 높은 전극으로서, 예컨대, ITO(Indium tin oxide), FTO(fluorine-doped tin oxide), AZO(Al-doped Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), ZnO, SnO:F 등의 통상적인 투명 전극이 사용될 수 있다. 상기 투명 제1 전극은 상기 투명 기판 상에 스퍼터링(sputtering)법 등에 의하여 코팅되는 방법을 형성될 수 있다.
- [0021] 상기 n-타입 무기 반도체층(130)은 CdS, CdSe, CdTe, ZnSe 등의 무기물을 이용하여 형성할 수 있으며, 바람직하게는 CdS를 사용하는 것이다. 상기 n-타입 무기 반도체층 상기 무기물을 상기 투명 제1 전극 위에 증착하여 형성할 수 있다. 예컨대, CdS를 이용하는 경우, 전기 도금법 또는 화학적 용액성장법(Chemical bath deposition, 통칭 dip coating)으로 n-타입 무기 반도체층을 형성할 수 있다.
- [0022] 상기 p-타입 유기 고분자층(140)을 형성하기 위한 물질로는 P3HT(poly(3-hexylthiophene)), P3OT(poly(3-octylthiophene)), MEH-PPV(poly-[2-methoxy, 5-(2'-ethyl-hexyloxy) phenylene vinylene]), PEDOT(poly(3,4-ethylenedioxythiophene)) 등의 전도성 폴리머가 포함되며, 밴드 다이어그램(band diagram)에서 전위차를 형성할 수 있도록 개선된 전도성 고분자가 포함된다. 바람직하게는 상기 p-타입 유기 고분자층으로 P3HT를 이용할 수 있다.
- [0023] 상기 제2 전극은 전자를 효율적으로 수집하기 위한 층으로서, 일함수가 작은 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 또는 이들의 혼합물로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 Al, Ag, Au 등의 금속 전극이 이용될 수 있다. 이러한 제2 전극층은 진공증착, 이온 도금, 스퍼터링, 프린팅 등의 다양한 방법으로 형성이 가능하다.
- [0024] 상기 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크(210)는 특정 용액으로 제거 가능한 수지(removable resin)를 이용하여 형성될 수 있으며, 여기서 나노임프린트법은 나노 구조가 형성되어 있는 몰드(스탬프)로 임프린팅하여 나노 패턴을 형성할 수 있는 방법을 말하며, 열 임프린트 공정, UV 임프린트 공정 등이 이용될 수 있다. 상기 제거 가능한 수지는 통상의 임프린트용 수지를 사용하는 것이 가능하며, 예컨대, BMA(benzyl methacrylate) 계열의 수지를 사용하는 경우, 경화 후에 아세톤 등에 의하여 용이하게 제거하는 것이 가능하다. 이러한 몰드(스탬프)의 제조방법 및 나노임프린팅의 일반적인 방법에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0025] 이하에서는 전술한 본 발명에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조방법에 있어서, 상기 나노 임프린트법으로 형성된 고분자 나노 패턴 마스크를 이용하여 상기 제1 전극 위에 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층(130)을 형성하는 단계(S200)를 보다 구체적으로 설명한다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계(S200)는 도 2에 도시한 바와 같이, 상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크(210)를 형성하는 단계(S211); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계(S212); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계(S213); 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계(S214); 및 상기 n-타입 무기 반도체층이 증착된 면 쪽에 n-타입 반도체 층을 추가로 증착하여 노출된 제1 전극

표면을 덮는 단계(S215)를 포함할 수 있다.

- [0027] 여기서, 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계(S212)는 나노임프린트 공정 후에, 형성된 패턴 사이에 약간의 잔여층(통상 10 nm 이하의 두께)이 잔존하는 경우가 있어 이를 제거하기 위한 것으로서, 예컨대 O₂ RIE(Reactive Ion Etching) 등을 통해 수행될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는 도 3에 개략적으로 도시한 바와 같이, 상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계(S221); 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계(S222); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계(S223); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 n-타입 무기 반도체 층을 증착하는 단계(S224); 및 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계(S225)를 포함할 수 있다.
- [0029] 이는 전술한 실시예의 변형으로서, 투명 제1 전극이 형성된 기판 위에 CdS 박막을 먼저 형성시킨 후 임프린트된 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하여, 다시 CdS를 전기도금법 등으로 전착시켜 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 것이다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는 도 4에 개략적으로 도시한 바와 같이, 상기 제1 전극 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계(S231); 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계(S232); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계(S233); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이에 노출되는 n-타입 무기 반도체층을 식각하는 단계(S234); 및 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하는 단계(S235)를 포함할 수 있다.
- [0031] 이는 전술한 실시예의 또 다른 변형으로서, 투명전극이 형성된 기판위에 CdS등의 무기 반도체층을 전착한 후, 임프린트 패턴을 마스크로 식각하여 CdS 등의 나노 구조물을 형성하는 방법이다. 여기서, CdS 등의 식각 방법으로는 건식 및 습식 식각법을 포함할 수 있다.
- [0032] 또한, 고분자 패턴을 대신하여 크롬 등의 금속 물질을 증착한 후, 고분자 패턴을 제거하여 금속 마스크를 사용할 수 있으며 크롬은 전용 제거용액으로 제거 가능하다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계는 도 5에 개략적으로 도시한 바와 같이, 상기 제1 전극 위에 나노 임프린트법으로 고분자 나노 패턴 마스크를 형성하는 단계(S241); 상기 고분자 나노 패턴 마스크 사이의 잔여 고분자 층을 제거하는 단계(S242); 상기 고분자 패턴 마스크 위로 금속을 증착하는 단계(S243); 상기 고분자 나노 패턴 마스크를 제거하여 금속 마스크를 형성하는 단계(S244); 상기 금속 마스크 사이에 노출되는 상기 제1 전극 층을 식각하는 단계(S245); 상기 금속 마스크를 제거하는 단계(S246); 및 상기 제1 전극 층 위에 n-타입 무기 반도체층을 증착하는 단계(S247)를 포함할 수 있다.
- [0034] 이는 임프린트를 사용하여 형성된 고분자 패턴 위에 Cr 등의 금속을 증착 후, 고분자 패턴을 제거(lift-off 공정 등을 이용)하여 금속 마스크를 제작하고, 이러한 금속 마스크를 사용하여 투명전극을 식각한 후, 식각으로 인해 형성된 투명전극 패턴위에 CdS 등의 무기 반도체층 및 전도성 유기 고분자층을 형성하는 방법이다.
- [0035] 전술한 방법에 의하여 제조되는 유무기 이종접합 태양전지는, 투명 기판; 상기 투명 기판 위에 배치된 투명 제1 전극; 상기 투명 제1 전극 위에 배치된 n-타입 무기 반도체층; 상기 n-타입 무기 반도체층 위에 배치된 p-타입 유기 고분자층; 상기 p-타입 유기 고분자층 위에 배치된 제2 전극을 포함하고, 상기 n-타입 무기 반도체층과 상기 p-타입 유기 고분자층 사이의 접합면이 나노구조로 패터닝된 것일 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제조된 유무기 이종접합 태양전지에서 각 층의 두께는 사용되는 재료에 따라 상이할 수 있으나, n-타입 무기 반도체층(예컨대 CdS 층)은 약 30 nm 내외의 두께가 바람직하고, p-타입 유기 고분자층(예컨대, P3HT 층)은 100 nm 이상이 바람직하다. 또한, 형성된 나노패턴의 폭 및 높이는 다양하게 적용될 수 있으며, 예를들면, 패턴의 폭 및 간격이 약 50 nm, 패턴의 높이는 약 50~150 nm로 형성될 수 있다.
- [0037] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라

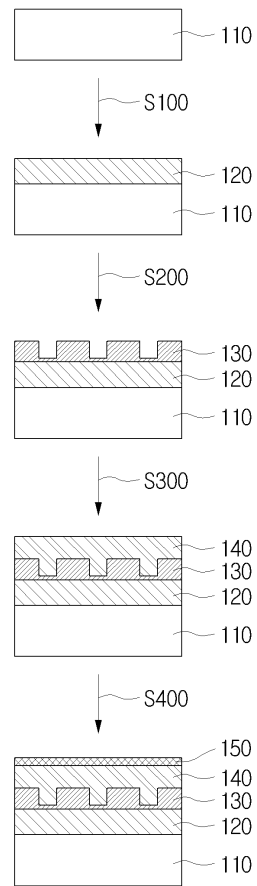
면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 전술한 실시예 외의 많은 실시예들이 본 발명의 특허청구범위 내에 존재한다.

도면의 간단한 설명

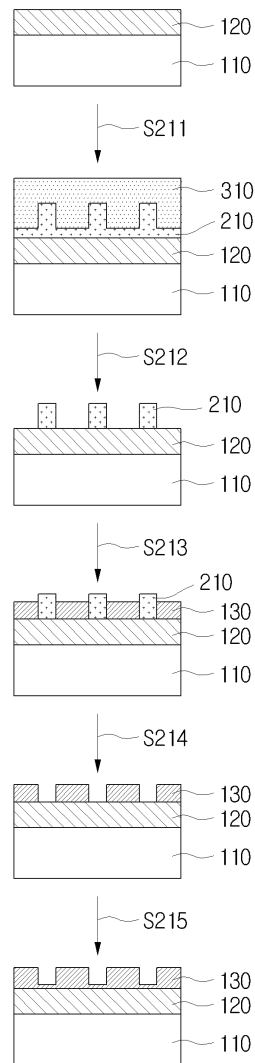
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법에 있어서, 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계(S200)를 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0040] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법에 있어서, 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계(S200)를 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법에 있어서, 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계(S200)를 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 역시 또 다른 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 방법에 있어서, 나노 구조로 패터닝된 n-타입 무기 반도체층을 형성하는 단계(S200)를 개략적으로 나타낸 순서도이다.
- [0043] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 과정 중에 형성된 중간체에 대한 개략도 및 사진이다.
- [0044] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 과정 중에 형성된 중간체에 대한 개략도 및 사진이다.
- [0045] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 과정 중에 형성된 중간체에 대한 개략도 및 사진이다.
- [0046] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 유무기 이종접합 태양전지의 제조 과정 중에 형성된 중간체에 대한 개략도 및 사진이다.
- [0047] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- [0048] 110: 투명 기관
- [0049] 120: 투명 제1 전극
- [0050] 130: n-타입 무기 반도체층
- [0051] 140: p-타입 유기 고분자층
- [0052] 150: 제2 전극
- [0053] 210: 고분자 나노 패턴 마스크
- [0054] 310: 나노 패턴을 가지는 주형(mold)
- [0055] 410: 금속 마스크

도면

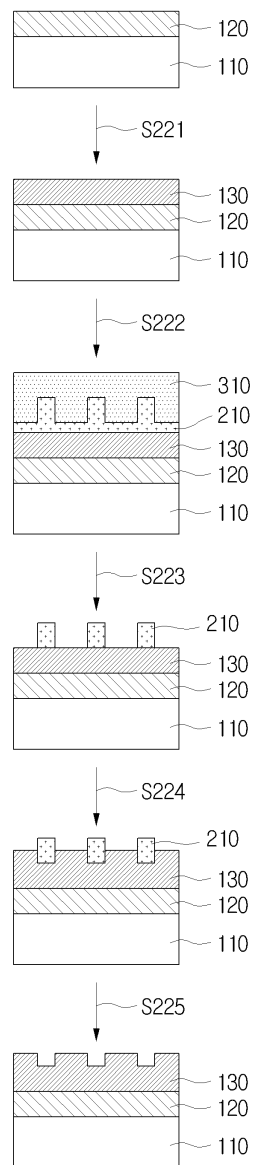
도면1



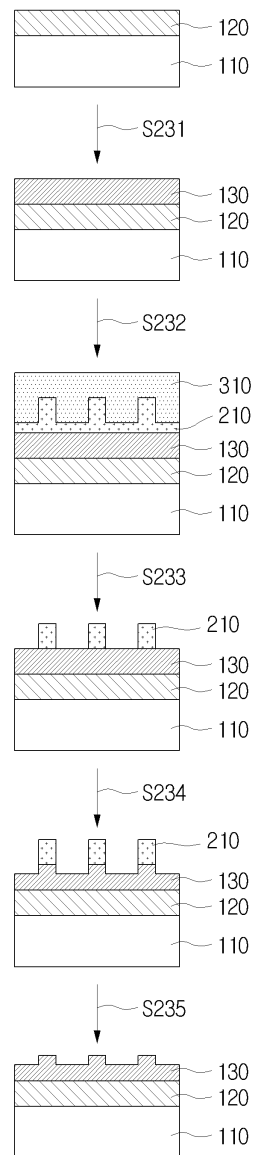
도면2



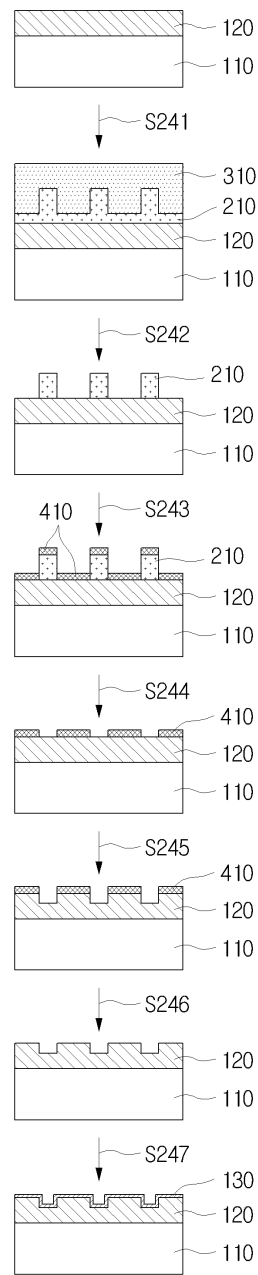
도면3



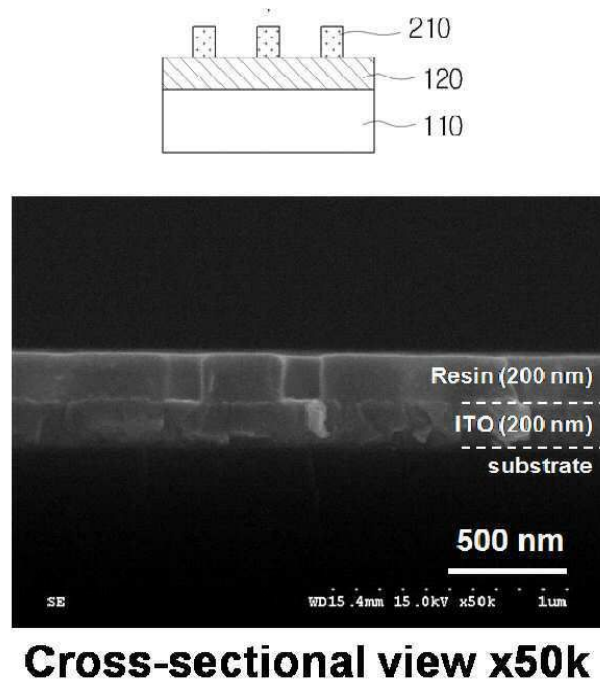
도면4



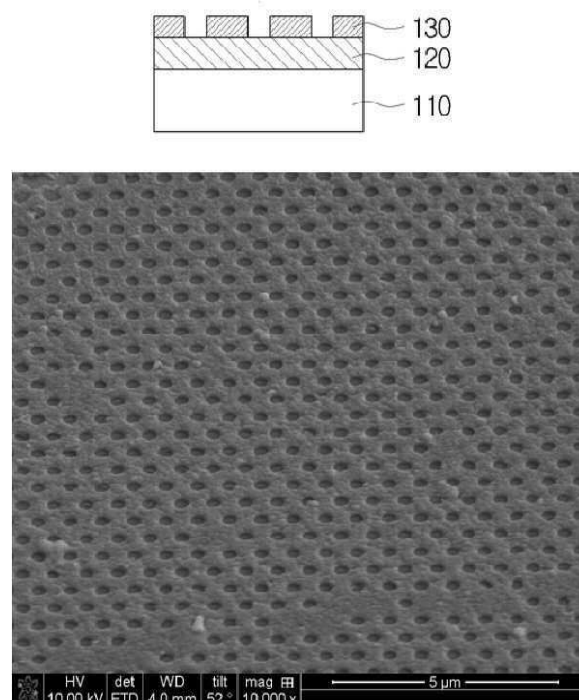
도면5



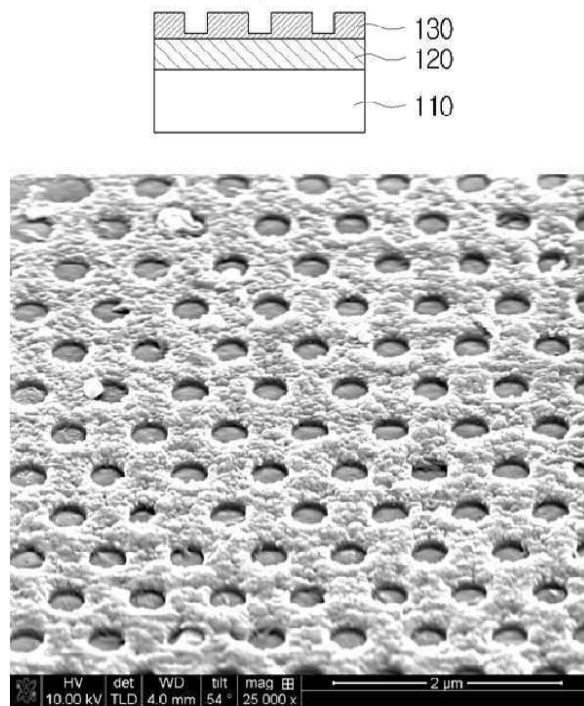
도면6



도면7



도면8



도면9

