



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년11월07일  
 (11) 등록번호 10-1672648  
 (24) 등록일자 2016년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 31/0216 (2014.01) H01L 31/0236 (2006.01)  
 H01L 31/0392 (2006.01) H01L 31/04 (2014.01)  
 H01L 31/08 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H01L 31/02168 (2013.01)  
 H01L 31/02366 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0119147  
 (22) 출원일자 2015년08월24일  
 심사청구일자 2015년08월24일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US08941001 B1\*  
 US20150162459 A1\*  
 KR1020100109307 A  
 KR1020120029235 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 울산과학기술원  
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50  
 (72) 발명자  
 원상혁  
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 학생기숙사 308동 1205호  
 최경진  
 충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명3로 87 504동 1702호 (연제리,모아미래도아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 이규재

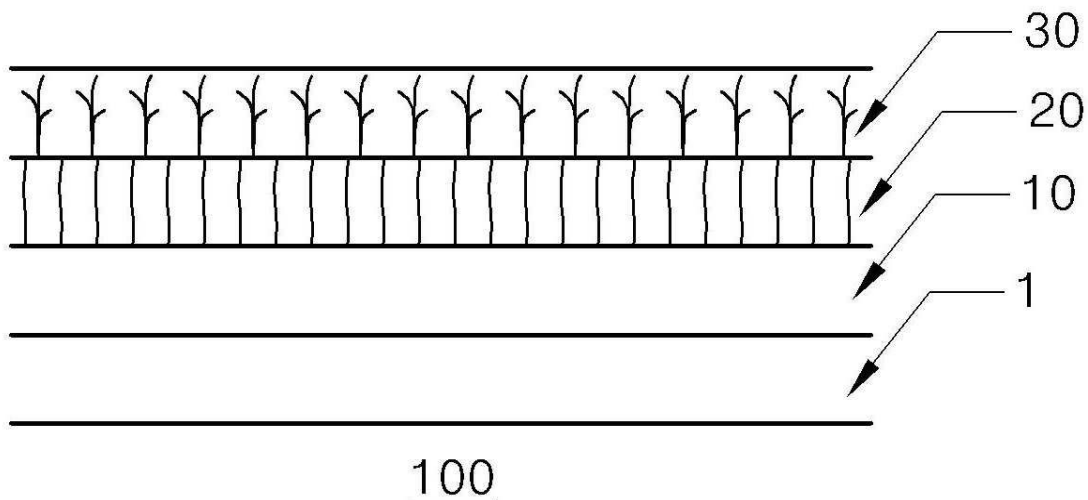
(54) 발명의 명칭 **나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 제조 비용이 저렴하고, 나노 구조체의 밀도 조절을 통하여 표면 반사율이 낮은 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 태양 전지판 표면에 형성되는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막에 있어서, 상기 태양 전지판 표면에 형성되는 박막층; 상기 박막층 상단에 형성되며, 조밀한 나노구조체를 포함하는 제1나노구조체층; 및 상기 제1나노구조체층 상단에 형성되며, 다공성 나노구조체를 포함하는 제2나노구조체층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**대표도** - 도1



- (52) CPC특허분류
  - H01L 31/0392* (2013.01)
  - H01L 31/04* (2013.01)
  - H01L 31/08* (2013.01)
  - Y02E 10/50* (2013.01)

**강성범**

부산광역시 북구 함박봉로140번길 16, 201동 706호

- (72) 발명자

**박민주**

울산광역시 울주군 구영리 모두박길 14-13, 201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711030411
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원
연구과제명	실리콘 나노선-폴리머 복합체 기반 플렉시블 태양전지 개발
기 여 율	1/1
주관기관	울산과학기술원
연구기간	2015.11.01 ~ 2016.10.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

태양 전지판 표면에 형성되는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막에 있어서,  
 상기 태양 전지판 표면에 형성되는 박막층;  
 상기 박막층 상단에 형성되며, 조밀한 나노구조체를 포함하는 제1나노구조체층; 및  
 상기 제1나노구조체층 상단에 형성되며, 다공성 나노구조체를 포함하는 제2나노구조체층;을 포함하고,  
 상기 제1나노구조체층과 제2나노구조체층은 상기 박막층과 동일한 재질로 구성되고,  
 상기 제1나노구조체층의 밀도는 80 내지 90%이고 상기 제2나노구조체층의 밀도는 10 내지 30%이고,  
 상기 밀도는 각 층의 전체 부피 대비 나노구조체가 차지하는 부피비의 백분율인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 박막층의 두께는 50nm 내지 500nm인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 박막층의 재질은 ITO인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 제1나노구조체층의 두께는 100nm 내지 500nm이며, 상기 제2나노구조체층의 두께는 10nm 내지 10 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 제2나노구조체층은 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식에 추가하여 Oblique angle deposition 방법을 적용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막.

#### 청구항 7

나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막의 제조 방법에 있어서,  
 표면에 반사방지막 형성을 위한 태양 전지판을 준비하는 태양 전지판 준비 단계;

상기 태양 전지판 표면에 박막층을 형성하는 박막층 형성 단계;  
 상기 박막층 상단에 제1나노구조체층을 형성하는 제1나노구조체층 형성 단계; 및  
 상기 제1나노구조체층 상단에 상기 제1나노구조체층과 다른 밀도를 갖는 제2나노구조체층 형성 단계;를 포함하  
 고,  
 상기 제1나노구조체층과 제2나노구조체층은 상기 박막층과 동일한 재질로 구성되고,  
 상기 제1나노구조체층의 밀도는 80 내지 90%이고 상기 제2나노구조체층의 밀도는 10 내지 30%이고,  
 상기 밀도는 각 층의 전체 부피 대비 나노구조체가 차지하는 부피비의 백분율이며,  
 상기 제1나노구조체층 형성단계는 Self catalyst Vapor-Liquid-Solid (VLS)방식에 의하여 나노구조체를 형성  
 하고,  
 상기 제2 나노구조체층 형성 단계는 Self catalyst Vapor-Liquid-Solid (VLS)방식에 추가하여 Oblique angle  
 deposition 방법을 적용하여 나노구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 태양 전지용 반사방지막의 제조 방법.

**청구항 8**

청구항 7에 있어서, 상기 박막층의 두께는 50nm 내지 500nm인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전  
 지용 반사방지막의 제조 방법.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서, 상기 박막층의 재질은 ITO인 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방  
 지막의 제조 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 태양  
 전지의 빛 반사율을 낮추면서 빛 투과율을 높이는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막 및 그 제조 방  
 법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 세계적으로 화석연료에 대한 의존도를 줄이기 위해, 환경에 악영향을 끼치지 않으면서도 고갈될 염려도 없는 새  
 로운 에너지원인 대체에너지 및 청정에너지에 대한 연구 및 개발이 활발히 진행 중이다.

[0003] 한때, 원자력발전이 현실성 있는 대체에너지로 개발되어 높은 기여도를 보이기도 하였지만, 불안정성과 사고로  
 인한 심각한 피해 등의 문제가 제기됨으로써, 점차 이에 대한 의존도를 줄이는 추세이며, 그 대신 청정의 무한  
 한 에너지원이라는 측면에서 태양 전지(solar cell)를 이용한 태양에너지를 전기적으로 변환하는 발전이 현실적

으로 활용할 수 있는 방안으로 더욱 각광받고 있다.

- [0004] 태양 전지는 태양광 에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 반도체 소자로서, p형 반도체와 n형 반도체의 접합 형태를 가지며 그 기본구조는 다이오드와 유사하며, 다양한 구조들에 제안되고 활용되고 있다.
- [0005] 예를 들면, 등록특허 제1541657호에는 선택 에미터 구조를 갖는 태양 전지에 있어서 전극 바로 아래의 n 형 불순물 농도가 높은 n+형 확산층과 전극 사이의 위치 어긋남을 억제하는 것을 목적으로 하며, n 형 확산층과, 상기 n 형 확산층보다 n 형 불순물 농도가 높은 n+형 확산층을 갖고, 상기 n+형 확산층의 표면이 오목부를 갖는 태양전지 소자의 구성이 개시되어 있다.
- [0006] 또한, 공개특허 제2014-0057189호에는 질화붕소와, 분산매와, 무기 바인더를 함유하는 p 형 확산층 형성 조성물, p 형 확산층을 갖는 태양전지 소자의 제조방법이 개시되어 있다.
- [0007] 또한, 등록특허 제1149768호에는 실리콘 기판 기반의 III-V 화합물 태양 전지의 제조 방법으로서, a) 표면을 에칭한 후 유기금속화학증착 반응관에서 미리 설정된 임의의 온도로 가열하여 자연 산화막을 제거한 결정성을 갖는 실리콘 기판을 제공하는 단계; b) 상기 a) 단계에서 제공된 실리콘 기판상에 III-V 화합물의 시드층을 형성한 후 그 위에 금속재의 전극 및 유전체 층을 증착시키고, 상기 증착된 전극 및 유전체 층을 패터닝 한 후 상기 유기금속화학증착 반응관의 온도, 압력 가스량을 조절하여 상기 III-V 화합물을 막대 형상의 태양 전지셀로 성장시키는 단계; 및 c) 상기 b) 단계에서의 패터닝에 따라 수직형 막대로 선택적으로 성장한 III-V 화합물의 태양 전지셀 외부에 시드층이 감소되도록 투명 전극을 형성하는 단계를 포함하여 구성되는 태양전지 제조 방법이 개시되어 있다.
- [0008] 상기와 같은 소자 자체의 특성을 강화시키는 구성 이외에 태양 전지 소자 표면의 반사율을 낮추어 전체 효율을 증가시키기 위한 구성은 반사방지막을 들 수 있다. 종래 반사방지막은 단층의 절연체 박막을 이용하고, 이때 박막의 두께 조절을 통해 목표하는 단일 파장에 국한된 반사 방지막을 형성하는 것이 일반적이었으나, 상기 방식은 목표하는 단일 파장의 빛에 대해서만 특성을 나타내는 한계가 있다.
- [0009] 또한, 종래 반사방지막 생성 기술 중, 나노패터닝을 이용하여 다양한 파장에 대한 특성을 향상시키는 방법도 제시되어 있으나, 상기 방식은 고가의 패터닝 공정이 추가되어 가격적으로 매우 불리하며, 또한 표면 에칭에 따른 표면 재결합이 발생하는 단점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 단점을 극복하기 위하여 안출된 것으로, 제조 비용이 저렴하고, 나노 구조체의 밀도 조절을 통하여 표면 반사율이 낮은 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 제조 비용이 저렴한 태양 전지용 반사방지막의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 태양 전지판 표면에 형성되는 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막에 있어서, 상기 태양 전지판 표면에 형성되는 박막층; 상기 박막층 상단에 형성되며, 조밀한 나노구조체를 포함하는 제1나노구조체층; 및 상기 제1나노구조체층 상단에 형성되며, 다공성 나노구조체를 포함하는 제2나노구조체층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 박막층의 두께는 50nm 내지 500nm인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 더욱 바람직하게는, 상기 박막층의 재질은 ITO인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 더욱 바람직하게는, 상기 제1나노구조체층과 제2나노구조체층은 상기 박막층과 동일한 재질로 구성되고, 상기 제1나노구조체층의 밀도는 80 내지 90%이고 상기 제2나노구조체층의 밀도는 10 내지 30%인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 더욱 바람직하게는, 상기 제1나노구조체층의 두께는 100nm 내지 500nm이며, 상기 제2나노구조체층의 두께는 10nm 내지 10 $\mu$ m인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 더욱 바람직하게는, 상기 제2나노구조체층은 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식에 추가하여

Oblique angle deposition 방법을 적용하여 형성하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 또한, 본 발명은 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막의 제조 방법에 있어서, 표면에 반사방지막 형성을 위한 태양 전지판을 준비하는 태양 전지판 준비 단계; 상기 태양 전지판 표면에 박막층을 형성하는 박막층 형성 단계; 상기 박막층 상단에 제1나노구조체층을 형성하는 제1나노구조체층 형성 단계; 및 상기 제1나노구조체층 상단에 상기 제1나노구조체층과 다른 밀도를 갖는 제2나노구조체층 형성 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 박막층의 두께는 50nm 내지 500nm인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 더욱 바람직하게는, 상기 박막층의 재질은 ITO인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 더욱 바람직하게는, 상기 제1나노구조체층과 제2나노구조체층은 상기 박막층과 동일한 재질로 구성되고, 상기 제1나노구조체층의 밀도는 80 내지 90%이고 상기 제2나노구조체층의 밀도는 10 내지 30%인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 더욱 바람직하게는, 상기 제1나노구조체층은 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식에 의하여 나노구조체를 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 제2나노구조체층은 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식에 추가하여 Oblique angle deposition 방법을 적용하여 형성하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0024] 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막은 태양 전지 표면에 형성되며, 박막층, 상기 박막층 상단에 형성되는 제1나노구조체층 및 상기 제1나노구조체층 상단에 형성되는 제2나노구조체층을 포함하여 구성되며, 상기 제1나노구조체층과 제2나노구조체층은 다른 밀도로 구성하여 외부에서 방사되는 빛의 반사율을 극히 낮추는 동시에 태양 전지로 투과율을 높여 태양 전지의 효율을 증가시키는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막의 단면도이며,
- 도 2는 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막의 제조 방법 절차도이며,
- 도 3은 도 2에 도시된 태양 전지판 준비 단계의 모식도이며,
- 도 4는 도 2에 도시된 박막층 형성 단계의 모식도이며,
- 도 5는 도 2에 도시된 제1나노구조체층 형성 단계의 모식도이며,
- 도 6은 도 2에 도시된 제2나노구조체층 형성 단계의 모식도이며,
- 도 7은 실시예에 형성된 반사방지막의 XRD 및 HR-TEM 그래프이며,
- 도 8은 실시예에 형성된 반사방지막의 투과율 및 반사율 그래프이며,
- 도 9은 실시예에 형성된 반사방지막의 각도별 파장별 투과율 그래프이며,
- 도 10은 나노구조물 형성 전후의 태양 전지의 I-V 곡선이며,
- 도 11은 나노구조물 형성 전후의 태양 전지의 파라미터이며,
- 도 12는 빛의 입사 각도에 따른 태양전지 효율 측정 그래프, 2014년도 서울의 남중고도에 따른 일간 출력 전력 그래프 및 연간 출력 전력 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0026] 이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0027] 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막(100)은 도 1에 도시된 바와 같이, 태양 전지판(1)의 표면에 형성되며, 상기 태양 전지판(1) 상단에 형성되는 박막층(10), 상기 박막층(10) 상단에 형성되는 제1나노구조체층(20), 상기 제1나노구조체층(20) 상단에 형성되는 제2나노구조체층(30)을 포함하여 구성된다.
- [0028] 먼저 상기 태양 전지판(1)은 통상의 재질로 구성된다. 예를 들면, 실리콘, III-V 화합물 반도체, CIGS, Glass,

금속 기판 등이 적용된다.

- [0029] 본 발명은 상기와 같은 재질의 태양 전지판(1)에 적용되며, 필요한 경우 다른 재질의 태양 전지판(1)에도 형성 가능하다.
- [0030] 상기 박막층(10)은 상기 제1나노구조체층(20)과 제2나노구조체층(30) 형성을 위한 기초층의 역할을 하며, 박막층(10), 제1나노구조체층(20) 및 제2나노구조체층(30)은 동일한 재질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0031] 그리고 상기 박막층(10)의 재질은 IT0가 바람직하다.
- [0032] 또한, 상기 박막층(10)은 화학기상 증착법 및 물리기상증착법, 졸-겔법에 의하여 형성하며, 특히 태양 전지판(1)에 영향을 미치지 않는 150℃ 이상 600℃ 이하에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0033] 이때, 상기 박막층(10)의 두께는 50nm 이상 500nm 이하로 설정하는 것이 반사방지막에 유리하며 50nm미만 또는 500nm를 초과하는 경우 경우 반사방지막 특성을 저해한다.
- [0034] 그리고, 공정조건은 6 torr의 진공 분위기에서 아무런 반응 가스(Reactive Gas)를 삽입하지 않은 상태에서 플럭스(Flux) 입사 각도를 90도로 설정하여 수행하는 것이 바람직하다.
- [0035] 한편, 상기 제1나노구조체층(20)은 통상의 조밀한 나노구조체 형태로 형성된다.
- [0036] 이때 제1나노구조체층(20)에 형성되는 나노구조체(나노와이어)는 직경이 1 내지 100nm이고, 길이는 100nm 내지 10 $\mu$ m로 형성하는 것이 바람직하며, 상기 범위에서 적절한 특성을 나타낸다.
- [0037] 또한 상기 제1나노구조체층(20)의 두께는 100nm 내지 500nm이내로 형성하는 것이 바람직하다. 이때 상기 두께가 100nm미만 또는 500nm를 초과하는 경우에는 반사 방지 특성이 미미하거나, 공정적으로 불리한 단점이 있다.
- [0038] 그리고 상기 제1나노구조체층(20) 역시 상기 박막층(10)과 동일한 재질로 구성된다. 즉, IT0로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0039] 이때 상기 제1나노구조체층(20) 역시 상기 박막층(10)과 동일한 방식으로 형성하나, 공정조건에서 차이를 나타낸다. 즉, 화학기상 증착법 및 물리기상증착법, 졸-겔법에 의하여 형성하며, 특히 태양 전지판(1)에 영향을 미치지 않는 600℃ 이하에서 수행되는 것이 바람직하며, 이때 공정 조건은 6 torr의 진공 분위기에서 아무런 반응 가스(Reactive Gas)를 삽입하지 않은 상태에서 플럭스(Flux) 입사 각도를 2도 이상 40미만으로 설정하여 수행하는 것이 바람직하다.
- [0040] 특히 상기 제1나노구조체층(20)은 별도의 촉매가 필요하지 않는 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식을 적용하여 생성한다.
- [0041] 상기 제1나노구조체층(20)은 조밀한 나노구조체가 형성된 것으로 나노구조체의 밀도는 80 내지 90%로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0042] 여기서 밀도(부피비율)는 전체부피 대비 나노구조체가 차지하는 부피비의 백분율을 의미한다.
- [0043] 상기 제2나노구조체층(30)은 다공성의 나노구조체가 형성된 것으로 제1나노구조체층(20)과는 나노구조체의 밀도에서 차이를 나타낸다.
- [0044] 상기 제2나노구조체층(30)은 상기 박막층(10)과 동일한 재질로 이루어지며, 역시 동일한 공정으로 통하여 생성되나, 공정 조건에서 차이가 있다. 이때 공정조건은 6 torr의 진공 분위기에서 아무런 반응 가스(Reactive Gas)를 삽입하지 않은 상태에서 플럭스(Flux) 입사 각도를 40도 이상 90도 이하로 설정하여 수행하는 것이 바람직하다.
- [0045] 이때 상기 제2나노구조체층(30)은 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid (VLS) 방식에 추가하여 Oblique angle deposition 방법을 적용하여 제1나노구조체층(30)과 다른 밀도를 갖는 나노구조체를 형성한다.
- [0046] 상기 제2나노구조체층(30)은 다공성의 나노구조체가 형성된 것으로 밀도는 10 내지 30%로 설정하는 것이 바람직하며, 상기 비율에서 제2나노구조체층(30)으로 입사되는 빛이 반사되지 않고, 제1나노구조체층(20)으로 투과되는 비율이 높아진다.
- [0047] 또한, 상기 제2나노구조체층(30)의 나노구조체는 직경이 10nm 내지 1 $\mu$ m 길이는 10nm 내지 10 $\mu$ m로 구성하는 것이 바람직하며, 상기 범위에서 상기 밀도로 제조하기에 유리하다.

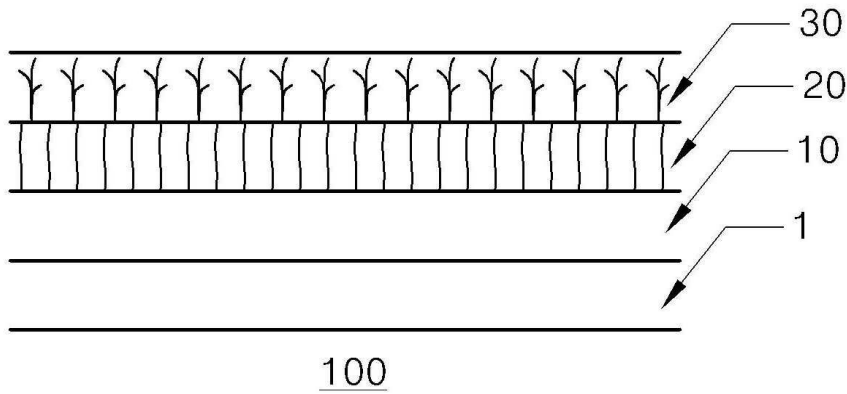
- [0048] 또한 상기 제2나노구조체층(30)의 두께는 10nm 내지 10 $\mu$ m로 구성하는 것이 바람직하며, 역시 상기 두께 범위에서 우수한 광특성을 나타낸다.
- [0050] 다음은 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0051] 본 발명에 따른 나노구조체를 이용한 태양 전지용 반사방지막 제조 방법은 도 2에 도시된 바와 같이, 태양 전지판 준비 단계(S1), 박막층 형성 단계(S2), 제1나노구조체층 형성 단계(S3) 및 제2나노구조체층 형성 단계(S4)를 포함하여 구성된다.
- [0052] 이하 각 단계에 대하여 설명한다.
- [0054] **태양 전지판 준비 단계(S1)**
- [0055] 태양 전지판 준비 단계(S1)는 도 3에 도시된 바와 같이, 표면에 반사방지막 생성을 위한 태양 전지판(1)을 준비하는 단계이다.
- [0056] 상기 태양 전지판(1)은 실리콘, III-V 화합물 반도체, CIGS, Glass, 금속 기판 등을 이용하여 제조되는 것이며, 기타 다른 재질의 태양 전지판(1)도 반사방지막을 생성할 수 있다.
- [0058] **박막층 형성 단계(S1)**
- [0059] 박막층 형성 단계(S1)는 도 4에 도시된 바와 같이, 태양 전지판(1) 표면에 박막층(10)을 형성하는 단계이다.
- [0060] 상기 박막층(10)의 재질은 ITO 이다.
- [0061] 또한, 상기 박막층(10)은 화학기상 증착법 및 물리기상증착법, 졸-겔법에 의하여 형성하며, 특히 태양 전지판(1)에 영향을 미치지 않는 150 $^{\circ}$ C 이상 600 $^{\circ}$ C 이하에서 수행되는 것이 바람직하다. 이때 공정조건은 6 torr의 진공 분위기에서 아무런 반응 가스(Reactive Gas)를 삽입하지 않은 상태에서 플럭스(Flux) 입사 각도를 90도로 설정하여 수행하는 것이 바람직하다.
- [0062] 그리고 상기 박막층(10) 두께는 50nm 내지 500nm로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0064] **제1나노구조체층 형성 단계(S3)**
- [0065] 제1나노구조체층 형성 단계(S3)는 도 5에 도시된 바와 같이, 박막층(10) 상단에 조밀한 나노구조체를 형성하는 단계이다.
- [0066] 상기 나노구조체는 통상의 나노구조체로 상방향으로 기립된 형태로 형성되어 높은 밀도 특성을 나타낸다.
- [0067] 상기 제1나노구조체층(20)의 재질은 상기 박막층(10)의 재질과 동일한게 구성하는 것이 바람직하다.
- [0068] 또한 상기 제1나노구조체층(20)의 나노구조체는 나노구조체는 직경이 1 내지 100nm이고, 길이는 100nm 내지 10 $\mu$ m로 형성하는 것이 바람직하며, 상기 범위에서 적절한 특성을 나타낸다.
- [0069] 또한 상기 제1나노구조체층(20)의 두께는 100nm 내지 500nm로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0070] 한편, 상기 제1나노구조체층(20)의 형성 방법은 화학기상 증착법 및 물리기상증착법, 졸-겔법등에 의하여 형성하며, 특히 태양 전지판(1)에 영향을 미치지 않는 150 $^{\circ}$ C 이상 600 $^{\circ}$ C 이하에서 수행되는 것이 바람직하며, 이때 공정 조건은 6 torr의 진공 분위기에서 아무런 반응 가스(Reactive Gas)를 삽입하지 않은 상태에서 플럭스(Flux) 입사 각도를 2도 이상 40도 이하로 설정하여 수행하는 것이 바람직하다.
- [0071] 또한, 별도의 촉매가 필요하지 않는 Self catalyst Vapor-Liquid -Solid(VLS) 방식으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0073] **제2나노구조체층 형성 단계(S4)**
- [0074] 제2나노구조체층 형성 단계(S4)는 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제1나노구조체층(20) 상단에 추가의 나노구조체층을 형성하는 것으로 상기 제2나노구조체층(30)은 상기 제1나노구조체층(20)에 형성되는 나노구조체와 다른 특성을 가지며, 다공성 형태로 구성한다.
- [0075] 따라서, 두개의 층은 내부에 포함된 나노구조체에 의하여 밀도 차이가 있으며, 상기 밀도 차이에 의하여 빛의 반사를 방지하는 효과를 나타낸다.
- [0076] 이때 상기 제2나노구조체층(30)은 상기 제1나노구조체층(20)과 동일한 재질로 구성되는, 나노구조체의 형상에서



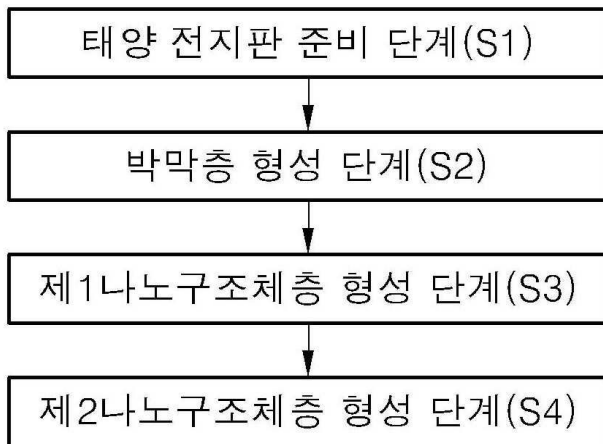
- 20: 제1나노구조체층                      30: 제2나노구조체층
- 100: 반사방지막
- S1: 태양 전지판 준비 단계              S2: 박막층 형성 단계
- S3: 제1나노구조체층 형성 단계        S4: 제2나노구조체층 형성 단계

도면

도면1



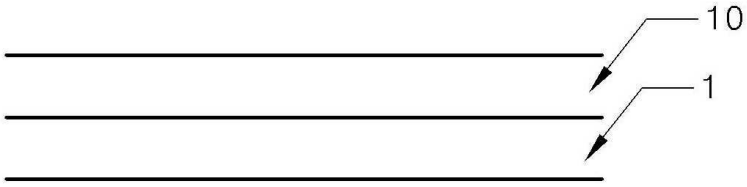
도면2



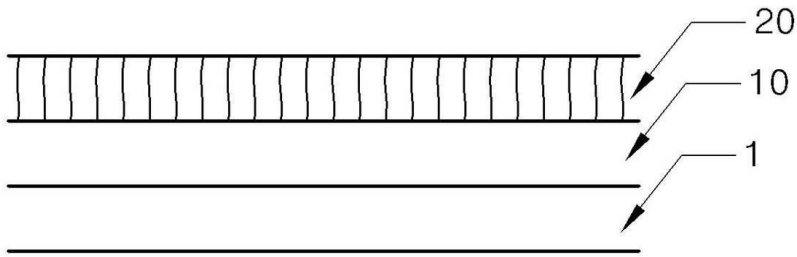
도면3



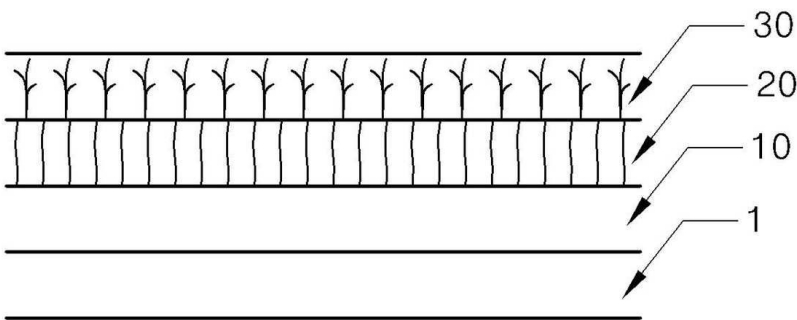
도면4



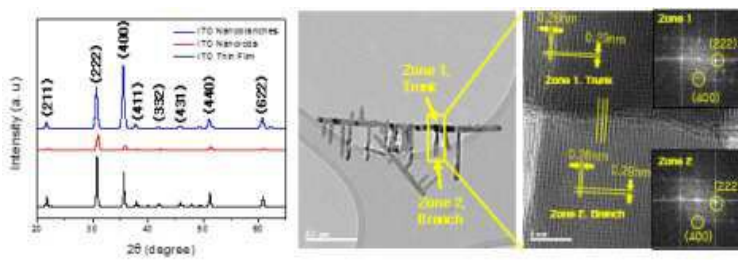
도면5



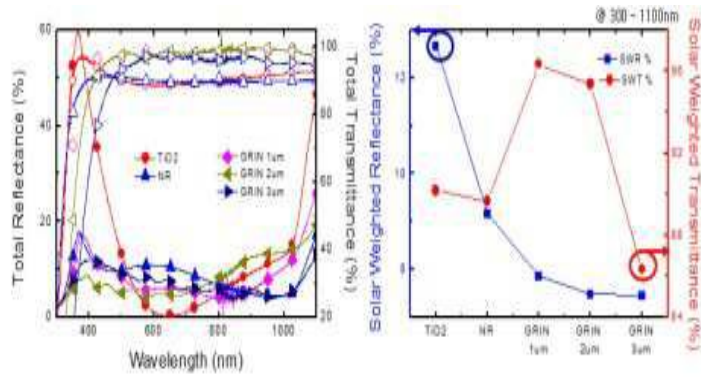
도면6



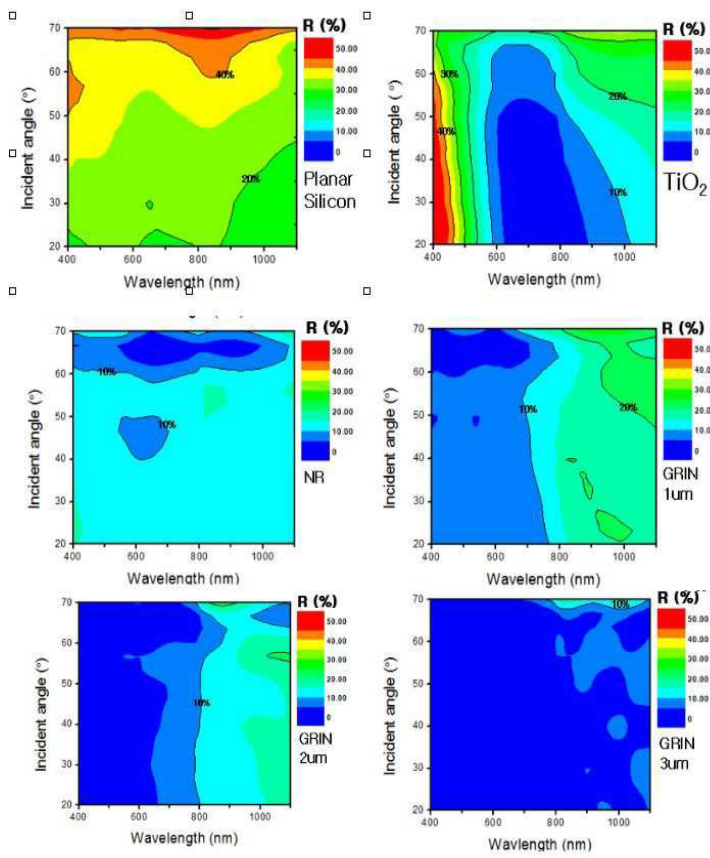
도면7



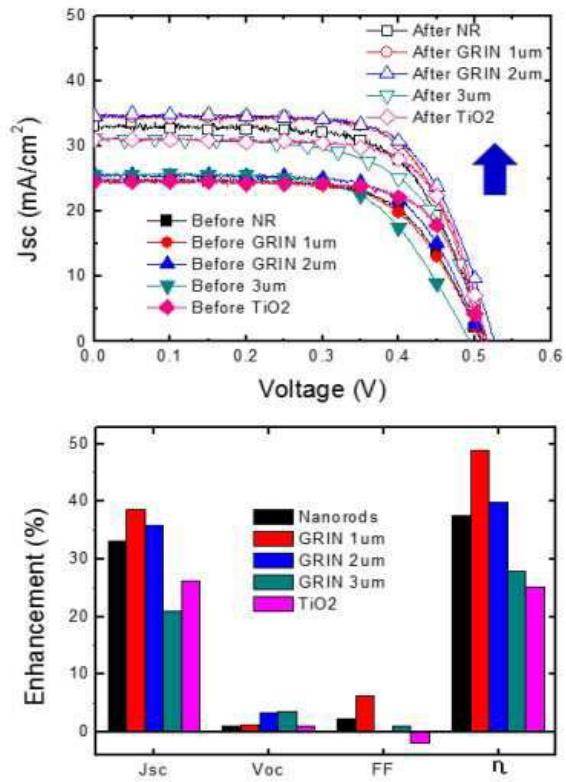
도면8



도면9



도면10



도면11

*Before coating*

	$J_{sc}$ ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	$V_{oc}$ (V)	FF (%)	$\eta$ (%)
NR	24.8	0.50	65.7	8.3
GRIN 1 $\mu\text{m}$	24.8	0.50	65.0	8.2
GRIN 2 $\mu\text{m}$	25.4	0.50	68.1	8.8
GRIN 3 $\mu\text{m}$	25.7	0.49	62.3	7.9
$\text{TiO}_2$	24.6	0.51	72.0	9.0

*After coating*

	$J_{sc}$ ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	$V_{oc}$ (V)	FF (%)	$\eta$ (%)
NR	33.1	0.51	67.2	11.4
GRIN 1 $\mu\text{m}$	34.3	0.51	69.0	12.2
GRIN 2 $\mu\text{m}$	34.57	0.52	68.2	12.3
GRIN 3 $\mu\text{m}$	31.1	0.51	63.0	10.1
$\text{TiO}_2$	31.08	0.51	70.6	11.3

도면12

