



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월12일
(11) 등록번호 10-1543657
(24) 등록일자 2015년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/055 (2014.01)

(21) 출원번호 10-2013-0114894
(22) 출원일자 2013년09월27일
심사청구일자 2013년09월27일
(65) 공개번호 10-2015-0034923
(43) 공개일자 2015년04월06일

(56) 선행기술조사문헌
KR1020100115691 A*
KR1020120010919 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(72) 발명자
이승윤
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 7 항

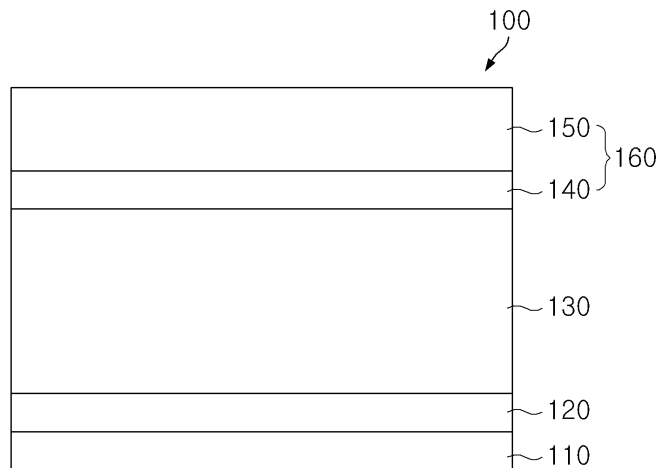
심사관 : 유병철

(54) 발명의 명칭 투명 컬러 태양전지

(57) 요약

본 발명은 투명도 및 특정 컬러를 가지면서 광전 변환효율을 최대한 증가시킬 수 있는 투명 컬러 태양전지에 관한 것으로, 투명기판 및 제1투명전극 상부에 형성된 광 흡수층, 상기 광 흡수층 상부에 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선은 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 파장선택 다층구조를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 파장선택 다층구조를 투과한 가시광선에 의해 투명도 및 특정 컬러가 구현되며, 파장선택 다층구조에서 반사된 가시광선 및 적외선이 광 흡수층에서 광전 변환에 활용됨에 따라 광전 변환효율을 최대한 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

투명기관;

상기 투명기관 상부에 형성된 제1투명전극;

상기 제1투명전극 상부에 형성된 광 흡수층;

상기 광 흡수층 상부에 형성되어 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 파장선택 다층구조를 포함하고,

상기 파장선택 다층구조는,

광 흡수층 상부에 형성되어 금속 나노입자의 표면 플라즈몬 스퀘터링 현상에 의해 특정 파장영역의 가시광선을 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 금속 나노입자층 및 상기 금속 나노입자층 상부에 형성되어 상기 금속 나노입자층을 투과한 가시광선은 투과시키고 적외선은 반사시키는 선택적 투과막을 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 특정 파장영역은 금속 나노입자층의 기하메트리(geometry)에 의존하는 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선택적 투과막은 굴절률이 다른 두 층 이상의 박막이 적층된 다층구조인 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 굴절률이 다른 두 층 이상의 박막 중 적어도 일부는,

삼원계 물질이거나, 외부 에너지 입력에 따라 상(phase)이 변화되는 특성을 갖는 칼코겐화물인 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광 흡수층은 비정질 실리콘으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광 흡수층은 실리콘-게르마늄(SiGe)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

청구항 10

광 흡수층 상부에 형성되어 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 파장선택 다층구조를 포함하는 투명 컬러 태양전지로서,

상기 파장선택 다층구조는 금속 나노입자의 표면 플라즈몬 스퀘터링 현상에 의해 특정 파장영역의 가시광선을 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 금속 나노입자층과, 상기 금속 나노입자층을 투과한 가시광선은 투과시키고 적외선은 반사시키는 선택적 투과막을 포함하여 구성되며,

상기 선택적 투과막은 굴절률이 다른 적어도 두 층의 박막이 적층된 다층구조이고,

상기 파장선택 다층구조는 400~800nm 파장 범위의 가시광선 영역에서 90% 이상의 최대 투과율, 800~1400nm 파장 범위의 적외선 영역에서는 30% 이상의 최대 반사율을 보이며,

상기 파장선택 다층구조의 적어도 일부는 전극으로 활용되는 것을 특징으로 하는 투명 컬러 태양전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 컬러를 가진 투명 태양전지로서, 특히 특정 파장 범위의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 반사하여 변환효율을 증가시키는 투명 컬러 태양전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지(Solar Cell)는 태양으로부터 방출되는 빛 에너지를 전기에너지로 변환시키는 소자로서, 에너지 부족 문제가 점점 심각해짐에 따라 그 활용이 늘어나는 추세이다. 특히 최근에는 건물의 외벽 마감재나 유리창에 태양전지 모듈을 사용함으로써 건설비용을 줄이고 건물의 가치를 높이는 건물일체형 태양광발전(BIPV; Building Integrated Photovoltaic) 시스템도 주목 받고 있다.

[0003] 건물 등의 유리창에 태양전지를 적용하기 위해서는 태양전지가 투명해야 하는데, 투명한 태양전지로는 패터닝을 이용하여 광 흡수층과 후면전극을 동시에 개방하는 개방형 투명 태양전지나 광 흡수층을 얇은 박막으로 형성하고 투명전극을 사용하는 투과형 투명 태양전지가 있다. 그런데 이들 투명 태양전지들은 가시광선의 투과율을 확보할 수는 있으나 태양전지의 유효 면적이 감소하거나 광 흡수층에서 흡수되지 않고 투과된 빛을 활용하지 못하므로 광전 변환효율 측면에서는 단점이 있었다. 또한 태양전지의 광흡수층 뒤에 반사도가 높은 후면전극이나 고 반사막을 위치시켜서 광 흡수층에서 흡수되지 않고 투과된 빛을 광 흡수층으로 재반사시킴으로써 광전 변환효율을 높이는 방안도 있으나, 이러한 방식은 가시광선의 투과 자체를 막게 되므로 투명 태양전지에는 적용할 수 없는 방식이었다.

[0004] 또한 근래에는 태양전지 자체를 건물이나 자동차의 유리창 등에 적용하여 디자인적인 요소로 활용하기 위하여 투명도 및 우수한 광전 변환효율 특성도 만족하면서 특정한 컬러를 가지도록 하는 기술도 요구되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 가시광선의 투과율 손실은 최소화하면서 광전 변환효율은 최대화하는 투명 컬러 태양전지를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

[0006] 또한 본 발명은 특정한 컬러를 가지는 투명 컬러 태양전지를 제공하는 데에 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 투명 컬러 태양전지는, 투명기판, 상기 투명기판 상부에 형성된 제1투명전극, 상기 제1투명전극 상부에 형성된 광 흡수층, 상기 광 흡수층 상부에 형성되어 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 파장선택 다층구조를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 여기서 상기 파장선택 다층구조는 광 흡수층 상부에 형성된 금속 나노입자층 및 상기 금속 나노입자층 상부에 형성된 선택적 투과막을 포함하는데, 상기 금속 나노입자층은 금속 나노입자의 표면 플라즈몬 스퀘터링 현상에 의해 특정 파장영역의 가시광선을 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하며, 상기 특정 파장영역은 금속 나노입자층의 지오메트리(geometry)에 의존할 수 있다. 또한, 상기 선택적 투과막은 상기 금속 나노입자층을 투과한 가시광선은 투과시키고 적외선은 반사시키는 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 선택적 투과막은 굴절률이 다른 두 층 이상의 박막이 적층된 다층구조일 수 있으며, 상기 굴절률이 다른 두 층 이상의 박막 중 적어도 일부는 삼원계 물질이거나, 외부 에너지 입력에 따라 상(phase)이 변화되는 특성을 갖는 칼코겐화물일 수 있다.

[0009] 또한, 상기 광 흡수층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있으며, 실리콘-게르마늄(SiGe)을 더 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 측면에 따른 투명 컬러 태양전지는, 광 흡수층 상부에 형성되어 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 파장선택 다층구조를 포함하는 투명 컬러 태양전지로서, 상기 파장선택 다층구조는 금속 나노입자의 표면 플라즈몬 스퀘터링 현상에 의해 특정 파장영역의 가시광선을 반사하고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과하는 금속 나노입자층과, 상기 금속 나노입자층을 투과한 가시광선은 투과시키고 적외선은 반사시키는 선택적 투과막을 포함하여 구성되며, 상기 선택적 투과막은 굴절률이 다른 적어도 두 층의 박막이 적층된 다층구조이고, 상기 파장선택 다층구조는 400~800nm 파장 범위의 가시광선 영역에서 90% 이상의 최대 투과율, 800~1400nm 파장 범위의 적외선 영역에서는 30% 이상의 최대 반사율을 보이는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 의한 투명 컬러 태양전지에 따르면, 광 흡수층 상부에 금속 나노입자층 및 선택적 투과막을 포함하는 파장선택 다층구조를 구비함으로써, 일부 파장 범위의 가시광선 및 적외선을 광 흡수층으로 재반사시켜 투명하면서도 광전 변환효율을 최대화할 수 있는 효과가 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 의한 투명 컬러 태양전지에 따르면, 금속 나노입자의 지오메트리(geometry)에 따라 반사 파장이 변화하는 금속 나노입자층을 사용함으로써 투명하면서도 원하는 컬러를 가지도록 할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지의 개략적인 단면도

도 2는 구리(Cu) 박막 리플로우 공정을 통해 나노 입자들이 형성된 표면의 주사전자현미경 사진

도 3은 본 발명에 따른 바람직한 선택적 투과막의 파장에 따른 반사율 특성을 나타낸 그래프

도 4는 AlTiO 박막의 반사율 특성을 나타내는 그래프

도 5는 본 발명에 따른 파장선택 다층구조(160)의 기능을 개념적으로 도시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예들에 의해 한정되거나 제한되는 것은 아니다.

[0015] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지의 개략적인 단면도이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지(100)는, 투명기판(110), 상기 투명기판(110) 상부에 형성된 제1투명전극(120), 상기 제1투명전극(120) 상부에 형성된 광 흡수층(130) 및 상기 광 흡수층(130) 상부에 적층된 파장선택 다층구조(160)를

포함하여 구성된다.

- [0017] 투명기관(110)은 태양전지(100) 전체를 지지하면서 태양광이 투과할 수 있도록 투명한 재질로 형성된 구성으로, 투명한 재질이면 특별히 한정하는 것은 아니나 유리 또는 투명한 고분자 재질로 형성하는 것이 바람직하다. 투명기관(110)은 외부의 태양광을 최대한 광 흡수층(130) 쪽으로 투과시키는 것이 광전 변환효율 측면에서 유리하므로 전 파장 대역의 가시광선은 물론 적외선까지 투과시키는 것이 바람직하다. 또한 곡면의 건물 외벽이나 유리창 등에 적용될 수 있도록 플렉서블(flexible)한 기관일 수 있다.
- [0018] 제1투명전극(120)은 광 흡수층(130)의 일면에 형성되어 광 흡수층에서 발생한 전기를 외부로 인출하기 위한 구성이며, 투명한 전기전도성 재질이면 특별히 한정하는 것은 아니나 ITO(Indium Tin Oxide), ZnO, SnO₂ 등의 투명한 금속산화물 전극이 사용될 수 있다.
- [0019] 광 흡수층(130)은 제1투명전극(120)의 상부에 형성되어 투명기관(110) 및 제1투명전극(120)을 투과한 태양광을 흡수하여 전기에너지로 변환하는 층으로, p-형 실리콘(Si) 반도체 및 n-형 실리콘 반도체를 기반으로 하는 박막의 적층으로 이루어질 수 있다. 이때 실리콘 반도체는 결정질 또는 비정질일 수 있으나, 비정질 실리콘이 불규칙한 배열로 인해 광 흡수계수가 단결정 실리콘에 비해 약 40배 큰 특성이 있어 단결정 또는 다결정 실리콘의 경우에 비해 광 흡수층의 두께를 얇게 만드는 것이 가능하므로, 광 흡수층(130)은 비정질 실리콘 기반으로 형성하는 것이 바람직하다. 물론 광 흡수층(130)의 재질은 실리콘으로 한정되는 것은 아니며, InP, CIGS, CdTe 재질 기반의 광 흡수층을 사용할 수도 있다. 또한, 후술하는 파장선택 다층구조(160)에서 반사되어 광 흡수층(130)으로 재입사되는 적외선을 효율적으로 광전 변환에 이용할 수 있도록 하기 위하여 실리콘에 비해 밴드갭(band gap)이 작은 실리콘-게르마늄(SiGe) 합금을 광 흡수층에 포함시켜 Si/SiGe 이종접합 형태의 흡수층을 사용할 수 있다. 태양전지의 광 흡수층 구조에 대해서는 널리 알려져 있으므로 더 이상의 상세한 설명은 생략하나, 본 발명의 기술사상에 반하지 않는 범위 내에서 어떠한 형태의 광 흡수층도 사용될 수 있음은 통상의 기술자에게는 자명할 것이다.
- [0020] 광 흡수층(130) 상부에 구비되는 파장선택 다층구조(160)는 광 흡수층(130)을 투과한 일부 파장영역의 가시광선 및 적외선은 광 흡수층(130)으로 다시 반사시키고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과시키는 구성으로, 금속 나노입자층(140) 및 선택적 투과막(150)을 포함하여 구성된다. 이중에서 금속 나노입자층(140)은 일부 파장영역의 가시광선을 광 흡수층(130)으로 다시 반사시키고 나머지 파장영역의 가시광선은 투과시키는 기능을 하는 구성으로, 그 원리는 금속 나노입자의 표면 플라즈몬(surface plasmon)에 의한 산란(scattering) 현상을 이용하는 것이다. 즉, 금속이 나노입자 형태인 경우에는 여기된 자유전자의 집단적인 진동인 표면 플라즈몬(surface plasmon)이 특정 공진 주파수를 가지고 국부화되어(localized) 입사된 빛을 산란시키는 소형 쌍극자(miniature dipole)로 작용하게 되는데, 이로 인해 특정 파장 영역의 가시광선의 반사가 일어나게 된다.
- [0021] 여기서 금속 나노입자층(140)의 나노입자 크기, 형상 등 지오메트리(geometry)를 조절함에 의해서 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지(100)의 컬러를 조절해줄 수 있다. S. Pillai 등에 의해 2010년 발표된 “Plasmonics for photovoltaic applications” 논문(Solid Energy Materials & Solar Cells 저널 94호 1481페이지)에 개시된 내용에 의하면, 금속 나노입자 크기에 따른 산란단면적(scattering cross-section)을 조사한 결과 매질에 따라서 차이가 있으나 금속 나노입자의 크기가 20~200nm로 변환에 따라 최대 산란이 일어나는 파장이 변함을 알 수 있다. 이는 금속 나노입자층(140)의 나노입자 크기 등 지오메트리(geometry)를 조절하게 되면 표면 플라즈몬 산란 현상에 의해 광 흡수층(130)으로 다시 반사되는 파장을 조절할 수 있다는 의미가 되며, 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지(100)는 이러한 특성을 이용하여 컬러를 조절할 수 있다. 예를 들어 녹색 파장을 광 흡수층(130)으로 산란시키는 경우에는 빨간색과 파란색이 혼합된 보라색 컬러의 투명 태양전지를 만들 수 있으며, 파란색 파장을 광 흡수층(130)으로 산란시키는 경우에는 노란색 컬러의 투명 태양전지를 만들 수 있다. 특히 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지(100)는 가시광선 영역 중 일부 파장 영역의 가시광선만 투과시키고 나머지는 표면 플라즈몬 산란 현상에 의해 광 흡수층(130)으로 반사시키므로, 투명도 및 컬러 특성을 동시에 구현할 수 있음은 물론, 재반사된 가시광선을 활용하여 광전 변환효율을 증가시킬 수 있는 효과가 있다. 본 발명에서 금속 나노입자의 지오메트리(geometry)라고 함은 금속 나노입자의 크기, 형상 등 표면 플라즈몬 산란 현상에 영향을 미치는 기하학적인 구조를 통칭하는 의미로 사용된 것임을 이해하여야 한다.
- [0022] 금속 나노입자층(140)을 이루는 나노입자의 재료로는 표면 플라즈몬 효과가 큰 금속으로 알려져 있는 은(Ag), 금(Au), 구리(Cu) 등을 사용하는 것이 바람직하며, 나노입자의 크기는 구현하고자 하는 컬러 및 매질 등에 따라 달라질 수 있으나 10~500nm 범위일 수 있다.
- [0023] 금속 나노입자층(140)을 형성하는 방법은 특별히 한정하는 것은 아니나 예를 들어 용액공정 또는 리플로우

(reflow) 공정을 사용할 수 있다. 용액공정은 금속 나노입자를 용매에 분산시킨 후 스핀 코팅(spin coating) 등의 방법으로 광 흡수층(130) 상부에 코팅하고 열처리 등을 통해 용매를 건조시키는 방법이며, 리플로우 공정은 광 흡수층(130) 상부에 금속 박막을 증착한 후 소정 온도에서 열처리함으로써 금속 박막의 응집(agglomeration) 현상에 의해 수 내지 수백 나노미터 수준의 금속 나노입자들이 형성되도록 하는 공정을 말한다. 이때 금속 박막의 두께, 열처리 온도, 열처리 분위기 등을 조절함으로써 최종 응집되는 금속 나노입자의 크기 등 지오메트리를 조절할 수 있다. 도 2는 구리(Cu) 박막을 증착한 후 리플로우 공정을 진행하여 응집 현상에 의해 나노 입자들이 형성된 금속 나노입자층의 표면을 보여주는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope) 사진으로서, 약 80nm의 평균 입자 크기를 가지는 금속 나노입자층이 형성된 것을 확인할 수 있다. 이러한 리플로우 공정에 의하면 금속 나노입자를 별도로 제조할 필요없이 박막 증착 후 열처리를 통해 금속 나노입자층을 형성할 수 있으므로, 공정이 매우 간단하다는 장점이 있다.

[0024] 도 1에는 금속 나노입자층(140)을 광 흡수층(130)과 선택적 투과막(150) 사이에 삽입된 연속적인 층으로 도시하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 도 2와 같이 금속 나노입자들이 불연속적으로 형성되어 있는 불연속 층일 수 있음을 이해하여야 한다.

[0025] 금속 나노입자층(140)의 상부에는 선택적 투과막(150)이 형성되는데, 선택적 투과막(150)은 가시광선은 투과시키고 적외선은 반사시키는 기능을 하는 구성이다. 즉, 선택적 투과막(150)은 금속 나노입자층(140)을 투과한 일부 파장 범위의 가시광선을 그대로 투과시킴으로써 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지(100)는 특정 컬러 및 투명한 특성을 가지게 되는데, 선택적 투과막(150)은 가시광선은 투과시키지만 적외선은 광 흡수층(130)으로 다시 반사시키는 특성을 가지고 있어 적외선을 광전 변환에 다시 활용할 수 있게 되므로 태양전지의 광전 변환효율을 향상시키는데 기여하게 된다.

[0026] 선택적 투과막(150)은 800~1400nm 파장의 적외선 영역에서는 약 30% 이상의 최대 반사율을 보이고 400~800nm 파장의 가시광선 영역에서는 약 90% 이상의 최대 투과율을 보이는 것이 바람직하다. 도 3은 본 발명에 따른 바람직한 선택적 투과막의 파장에 따른 반사율 특성을 나타낸 그래프로서, 적외선 영역에서는 30% 이상의 반사율을 나타내고 있으며 약 400~800nm 파장 범위의 가시광선 영역에서는 10% 이하의 낮은 반사율, 즉 90% 이상의 높은 투과율 특성을 나타낸다. 물론 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지는 모든 파장의 가시광선을 투과시킬 필요는 없으며 금속 나노입자층(140)을 투과한 파장 영역의 가시광선만을 투과시킬 수 있으면 건물일체형 태양광발전 시스템 등에 활용 가능한 정도의 투명도는 확보할 수 있게 되므로, 도 3과 같이 광대역의 가시광선 투과 특성이 반드시 필요한 것은 아니다.

[0027] 본 발명의 발명자는 연구를 통해 AlTiO 박막이 본 발명의 선택적 투과막(150)에 적합한 특성을 가지고 있다는 것을 발견하였으며, 도 4는 이러한 AlTiO 박막의 반사율 특성을 나타내는 그래프이다. 도 4에서 확인되는 바와 같이, 약 400nm 파장 근방의 가시광선에 대해서는 약 10% 정도의 낮은 반사율, 즉 약 90% 정도의 높은 투과율을 나타내며, 적외선 영역에서는 약 30% 이상의 높은 반사율 특성을 보임을 알 수 있다.

[0028] 적외선 영역에서의 높은 반사율 및 원하는 파장 대역의 가시광선에 대한 높은 투과율이라는 선택적 투과막 특성을 얻기 위해서는 서로 광학적 특성이 다른 2층 이상의 박막이 적층된 다층구조의 선택적 투과막을 사용하는 것이 바람직하다. 박막 광학 시스템에서 반사율(R)은 입사되는 빛의 파장과 시스템을 구성하는 박막의 두께(t) 및 굴절률(n)의 함수이므로, 원하는 형태의 반사율 특성을 얻기 위해서는 박막의 두께(t) 및 굴절률(n)을 변화시켜 최적화된 값을 얻어야 하며, 선택적 투과막을 여러 층의 박막이 적층된 다층 구조로 형성하게 되면 반사율에 영향을 미치는 두께(t₁, t₂, ...) 및 굴절률(n₁, n₂, ...) 변수의 수가 증가하므로 단일 박막을 사용하는 경우에 비하여 용이하게 원하는 반사율 특성을 얻을 수 있다. 예를 들어 도 4의 AlTiO 박막과 두께 및 굴절률이 다른 박막들을 적층한 구조의 선택적 투과막을 사용함으로써 적외선 영역의 반사율은 30% 이상으로 높게 유지하면서 90% 이상의 높은 투과율을 보이는 가시광선 파장대역은 원하는 컬러에 맞도록 조절할 수 있다.

[0029] 선택적 투과막을 구성하는 박막들의 재료로는 일반적인 반사방지막 재료인 실리콘(Si), 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 마그네슘(Mg)계 박막, AlTiO 등의 삼원계 물질 박막, 칼코겐화물(chalcogenide) 박막, 산화아연(ZnO) 등의 전이금속계 박막 등을 사용할 수 있다. 특히 AlTiO와 같은 삼원계 물질의 경우 금속 원소의 조성을 변화시켜 광학적 특성을 용이하게 조절할 수 있다는 장점이 있으며, 칼코겐화물의 일부 물질은 에너지 입력에 따라 상(phase)이 변하는 특성을 가지고 있어 상(phase) 조절을 통해 광학적 특성을 용이하게 조절할 수 있는 효과가 있다.

[0030] 한편 도 1에는 태양전지의 제2투명전극은 도시하지 않았으나, 제2투명전극이 광 흡수층(130) 상부의 적절한 위치에 삽입될 수 있음은 통상의 기술자에게 자명하며, 특히 금속 나노입자층(140)이나 선택적 투과막(150)이 전

극으로 사용할 수 있는 정도의 전기전도도를 가지는 경우에는 파장선택 다층구조(160)의 적어도 일부를 제2투명 전극으로 활용하는 것이 바람직하다.

[0031] 도 5는 본 발명에 따른 파장선택 다층구조(160)의 기능을 개념적으로 도시한 도면이다. 도 5로부터 이해되는 바와 같이, 파장선택 다층구조(160)로 입사되는 가시광선(210, 220) 중 일부 파장 영역의 가시광선(210)은 파장선택 다층구조(160)를 투과하여 본 발명에 따른 태양전지의 투명도 및 컬러 구현에 기여하게 되며 나머지 파장 영역의 가시광선(220)은 금속 나노입자층(140)의 표면 플라즈몬 스퀘터링 효과에 의해 광 흡수층으로 다시 반사되어 광전 변환효율 증가에 기여하게 된다. 또한, 파장선택 다층구조(160)로 입사되는 적외선(300)은 선택적 투과막(150)에 의해 광 흡수층으로 다시 반사되어 광전 변환효율 증가에 기여하게 된다. 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지는 이러한 원리에 의해 투명도를 유지하면서도 광전 변환효율을 최대한 증가시킬 수 있으며, 특히 금속 나노입자층의 지오메트리 변화에 의해 반사되는 가시광선 파장영역을 조절함으로써 원하는 컬러를 용이하게 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0032] 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지는 건물일체형 태양광발전 시스템에 유용하게 활용될 수 있는데, 예를 들어 일반 건축물의 유리창에 적용함으로써 태양광을 이용한 전기 발전에 따른 에너지 확보와 더불어 외관을 미려하게 하는 효과를 얻을 수 있다. 또한 적외선이 건물 내부로 투과하는 것을 막아 여름철에 건물 내부 온도가 과도하게 상승하는 것을 억제할 수 있어 에너지 절감 측면에서 더욱 유용하다.

[0033] 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지는 식물 재배를 위한 온실에도 유용하게 활용할 수 있는데, 온실의 창에 본 발명에 따른 투명 컬러 태양전지를 적용하게 되면 온실 내부 온도만 상승시킬 뿐 작물 재배에는 도움을 주지 못하는 근적외선을 온실로 투과시키지 않고 광전 변환에 활용함으로써 에너지 절감 측면에서 더욱 유리한 효과를 얻을 수 있다.

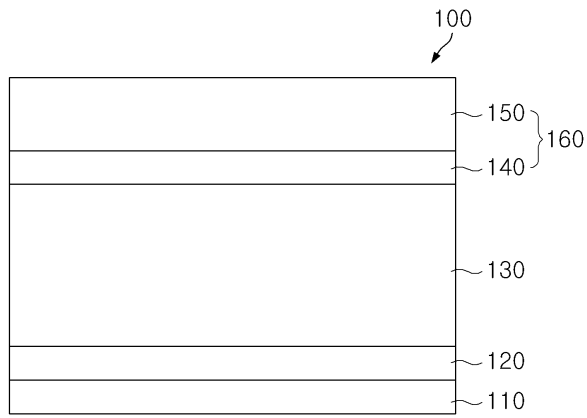
[0034] 이상 한정된 실시예 및 도면을 참조하여 설명하였으나, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 다양한 변형 실시가 가능하다는 점은 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 특허청구범위의 기재 및 그 균등 범위에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

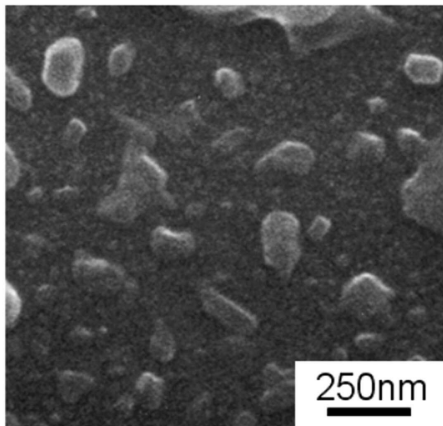
- [0035] 100: 투명 컬러 태양전지
- 110: 투명기관
- 120: 제1투명전극
- 130: 광 흡수층
- 140: 금속 나노입자층
- 150: 선택적 투과막
- 160: 파장선택 다층구조
- 210, 220: 가시광선
- 300: 적외선

도면

도면1

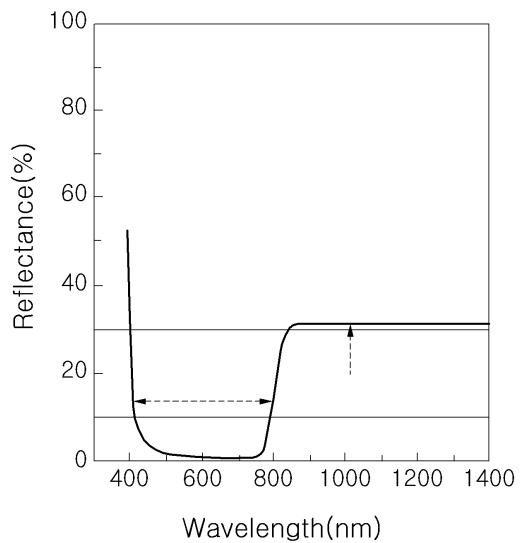


도면2

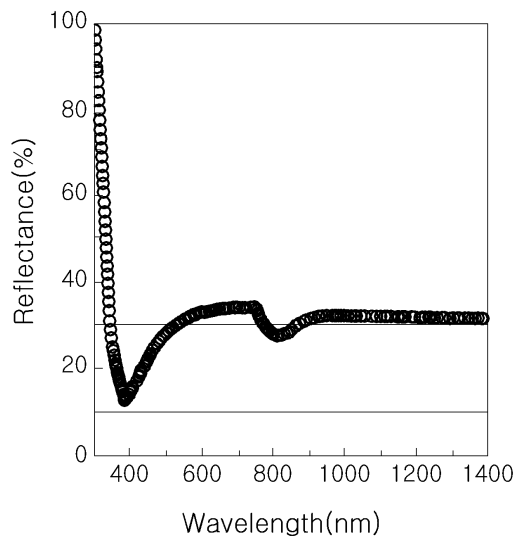


Average particle size: 80nm

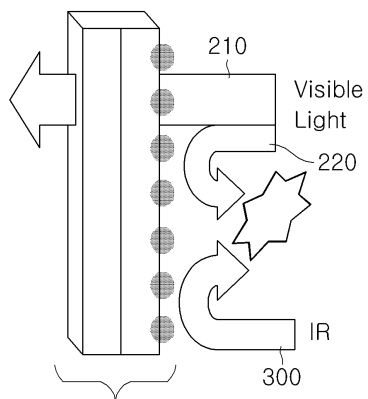
도면3



도면4



도면5



파장선택 다층구조
=나노입자+선택적 투과막