



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0143743
(43) 공개일자 2019년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/0445 (2014.01) H01L 31/0224 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 31/0445 (2015.01)

H01L 31/022425 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0071646

(22) 출원일자 2018년06월21일

심사청구일자 2018년06월21일

(71) 출원인

(주)프런티어에너지솔루션

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 제1공학관104동 804-1호(울산과학기술대학교)

(72) 발명자

김동제

경기도 성남시 분당구 정자로 143, 201동 201호 (정자동, 한솔마을LG아파트)

강동우

울산광역시 남구 남부순환도로 25, 303호 (무거동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

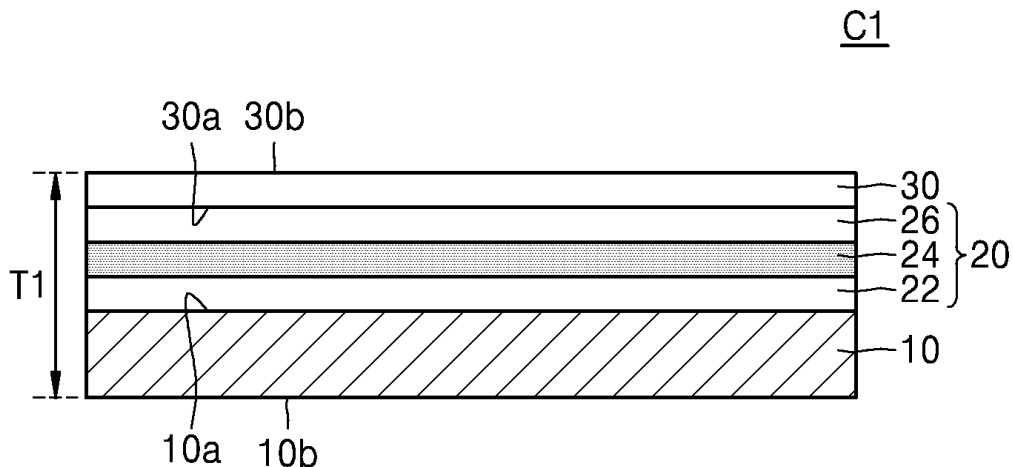
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 금속 기판을 전극으로 활용함으로써 두께를 줄이고 제조과정을 단순화시킨 태양전지 및 이의 제조방법을 위하여, 금속재 기판을 포함하고, 서로 대향된 제1 면 및 제2 면을 가지며, 제1 전극을 포함하는 기판, 상기 제1 면과 대향되게 위치하고, 태양광이 투과 가능하도록 구비된 제2 전극, 상기 제1 면과 제2 전극의 사이에 위치하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는, 광활성층, 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되는, 전자수송층, 및 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되고, 상기 광활성층을 중심으로 상기 전자수송층과 대향되게 위치하는 정공수송층을 포함하는, 페로브스카이트 태양전지를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 31/18 (2013.01)

Y02E 10/50 (2013.01)

(72) 발명자

노성호

울산광역시 중구 남외1길 105, 109동 1004호 (남외
동, 일신 에일린의 뜰 아파트)

석상일

울산광역시 동구 화진길 100, 109동 2303호 (화정
동, 엠코타운 이스턴베이)

명세서

청구범위

청구항 1

금속재 기판을 포함하고, 서로 대향된 제1 면 및 제2 면을 가지며, 제1 전극을 포함하는 기판;
 상기 제1 면과 대향되게 위치하고, 태양광이 투과 가능하도록 구비된 제2 전극;
 상기 제1 면과 제2 전극의 사이에 위치하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는, 광활성층;
 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되는, 전자수송층; 및
 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되고, 상기 광활성층을 중심으로 상기 전자수송층과 대향되게 위치하는 정공수송층;을 포함하는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 제1 전극은 상기 금속재 기판과 일체로 구비되는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 제1 전극 또는 제2 전극은 상기 금속재 기판과 전기적으로 연결되는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 기판은 절연성 소재로 구비된 버퍼층을 더 포함하는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 버퍼층은 상기 제1 전극과 기판의 사이에 개재되는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 6

제3항에 있어서,
 상기 버퍼층은 상기 금속재 기판의 적어도 일부를 노출하는 컨택홀을 가지고, 상기 제2 전극은 상기 컨택홀을 통해 상기 금속재 기판과 전기적으로 연결되는, 페로브스카이트 태양전지.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 기판은 알루미늄, 철, 크롬, 니켈, 탄소, 또는 망간 중 적어도 하나를 포함하는, 페로브스카이트 태양전지.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 금속 기판을 구비하여 태양전지 자체의 두께를 줄이고 제조과정을 단순화시킨 태양전지 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 일반적으로 태양전지는 태양에너지를 전기에너지로 변환하는 장치로서, 태양에너지를 흡수하여 전자와 전공을 발생하는 광기전 효과를 이용하여 전류-전압을 생성한다. 이러한 태양전지는 자원의 고갈 및 환경문제에 직면한 화석 에너지의 대체 에너지로 세계적인 관심을 받고 있다. 다만, 태양전지는 고효율화를 위해 매우 순도가 높은 소재를 사용해야 하므로, 원소재의 정제에 많은 에너지가 소모된다. 또한, 원소재를 이용하여 단결정 혹은 박막화하는 과정에서 고가의 공정 장비가 사용되므로, 태양전지의 제조에 상당한 비용이 소요되고, 이는 태양전지의 활용에 장애요인으로 작용하고 있다.
- [0003] 이러한 태양전지의 제조비용을 낮추기 위해서 고안된 것 중 하나가 페로브스카이트 태양전지이다. 페로브스카이트 태양전지는 페로브스카이트 결정 구조를 가지는 소재를 활용한 태양전지이다. 이러한 태양전지에 사용되는 페로브스카이트는 부도체·반도체·도체 성질과 함께 초전도 현상까지 보이는 매우 특별한 구조를 갖는다.
- [0004] 페로브스카이트 태양전지는 제조비용이 저렴하고 용액공정으로 박막제작이 가능하므로, 다양한 분야에 응용될 수 있어 차세대 박막 태양전지로 각광받고 있다. 이와 같은 종래의 페로브스카이트 태양전지에 있어서, 투명 전극으로 사용되는 ITO 및 FTO는 고가의 가격으로 인해 제조단가가 높아지고, 400℃ 이상의 높은 열처리를 통하여 광학적, 전기적 특성을 나타내므로 글라스재의 기판만을 사용할 수 밖에 없는 문제점이 있었다. 또한, 이러한 글라스재 기판으로는 유연 태양전지를 형성하기 힘들고, 태양전지 전체의 두께도 증가하는 문제점이 있었다.
- [0005] 따라서, 종래 페로브스카이트 태양전지의 문제점을 해결하기 위한 방안이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 금속 기판을 전극으로 활용함으로써 두께를 줄이고 제조과정을 단순화시킨 태양전지 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 관점에 따르면, 금속재 기판을 포함하고, 서로 대향된 제1 면 및 제2 면을 가지며, 제1 전극을 포함하는 기판; 상기 제1 면과 대향되게 위치하고, 태양광이 투과 가능하도록 구비된 제2 전극; 상기 제1 면과 제2 전극의 사이에 위치하고, 페로브스카이트 물질을 포함하는, 광활성층; 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되는, 전자수송층; 및 상기 제1 면 또는 제2 전극과 상기 광활성층의 사이에 개재되고, 상기 광활성층을 중심으로 상기 전자수송층과 대향되게 위치하는 정공수송층;을 포함하는, 페로브스카이트 태양전지가 제공된다.
- [0008] 본 실시예에 따르면, 상기 제1 전극은 상기 금속재 기판과 일체로 구비될 수 있다.
- [0009] 본 실시예에 따르면, 상기 제1 전극 또는 제2 전극은 상기 금속재 기판과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0010] 본 실시예에 따르면, 상기 기판은 절연성 소재로 구비된 버퍼층을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 본 실시예에 따르면, 상기 버퍼층은 상기 제1 전극과 기판의 사이에 개재될 수 있다.
- [0012] 본 실시예에 따르면, 상기 버퍼층은 상기 금속재 기판의 적어도 일부를 노출하는 콘택홀을 가지고, 상기 제2 전극은 상기 콘택홀을 통해 상기 금속재 기판과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0013] 본 실시예에 따르면, 상기 기판은 알루미늄, 철, 크롬, 니켈, 탄소, 또는 망간 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0014] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.
- [0015] 이러한 일반적이고 구체적인 측면이 시스템, 방법, 컴퓨터 프로그램, 또는 어떠한 시스템, 방법, 컴퓨터 프로그램의 조합을 사용하여 실시될 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 금속 기관을 전극으로 활용함으로써 두께를 줄이고 제조과정을 단순화시킨 태양전지 및 이의 제조방법을 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 2는 본 발명의 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 3은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
 도 9는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0020] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다. 또한, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0021] 한편, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다. 또한, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 다른 부분의 "바로 위에" 또는 "바로 상에" 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0022] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0023] x축, y축 및 z축은 직교 좌표계 상의 세 축으로 한정되지 않고, 이를 포함하는 넓은 의미로 해석될 수 있다. 예를 들어, x축, y축 및 z축은 서로 직교할 수도 있지만, 서로 직교하지 않는 서로 다른 방향을 지칭할 수도 있다.
- [0024] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지를 개략적으로 도시하는 단면도이고, 도 2는 도 1의 페로브스카이트 태양전지를 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지(C1)는 기관(10), 기관 상에 배치되며 전자수송층(22), 페로브스카이트 물질을 포함하는 광활성층(24), 정공수송층(26)을 포함하는 중간층(20) 및 상

부전극(30)을 포함한다.

- [0027] 기판(10)은 금속제 기판을 포함할 수 있는 데, 금속제 기판은 금속 호일로서 단층(single layer)으로 구비될 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 복수의 금속제 호일의 적층체일 수 있다. 및/또는 금속제 호일과 폴리머제의 복합체일 수 있다. 금속제 호일은, 예컨대, 스테인레스 스틸, Ti, Mo, Invar 합금, Inconel 합금, 및 Kovar 합금 등으로 구비될 수 있다. 이 경우, 기판(10)은 알루미늄, 철, 크롬, 니켈, 탄소, 망간 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0028] 이러한 기판(10)은 그 표면을 세정한 후 평탄화 처리할 수 있는 데, 평탄화 처리는 화학적-기계적 폴리싱(CMP) 방법을 사용할 수 있다. 이 외에도 표면에 유전체 물질을 스핀 코팅해 형성한 층을 더 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 기판(10)은 도전성 층을 포함할 수 있는 데, 일 실시예에 따르면, 상기 기판(10) 자체가 도전성을 가질 수 있다.
- [0030] 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지(C1)에서는 기판(10)을 직접 제1전극으로 활용할 수 있으며, 플렉서블한 금속제 호일로 형성되어, 유연성 있는 페로브스카이트 태양전지(C1) 및/또는 곡면 구조의 페로브스카이트 태양전지(C1)를 구현할 수 있다. 이렇게 기판(10)은 박판 금속 호일로 형성할 경우, 롤투롤 공정을 진행할 수 있기 때문에 공정 전체의 효율이 향상될 수 있고, 플렉시블한 곡면을 구비한 설비에 장착하기 용이하다. 뿐만 아니라 금속제 기판(10)의 표면에서 광이 반사되어 효율을 더욱 증대시킬 수 있다.
- [0031] 평탄화 처리된 기판(10) 상에는 전자수송층(22), 광활성층(24) 및 정공수송층(26)을 포함하는 중간층(20)이 배치될 수 있다.
- [0032] 전자수송층(22)은 기판(10) 상에 위치하고, 광활성층(24)에서 생성된 전자가 하부전극의 역할을 하는 기판(10)으로 용이하게 전달되도록 하는 기능을 할 수 있다. 전자수송층(22)은 금속 산화물을 포함할 수 있으며, 예컨대 Ti 산화물, Zn 산화물, In 산화물, Sn 산화물, W 산화물, Nb 산화물, Mo 산화물, Mg 산화물, Zr 산화물, Sr 산화물, Yr 산화물, La 산화물, V 산화물, Al 산화물, Y 산화물, Sc 산화물, Sm 산화물, Ga 산화물, SrTi 산화물 등이 사용될 수 있다. 본 실시예에서 전자수송층(22)은 컴팩트한 구조의 TiO_2 , SnO_2 , WO_3 또는 $TiSrO_3$ 등을 포함할 수도 있다. 이러한 전자수송층(22)은 필요에 따라 n형 또는 p형 도펀트를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 전자수송층(22) 상에는 광활성층(24)이 배치될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C1)에서는, 태양광을 흡수하여 광전자-광정공 쌍을 생성하는 광활성 물질로 페로브스카이트 화합물을 채택하였다. 페로브스카이트는 직접형 밴드갭(direct band gap)을 가지면서 광흡수계수가 550nm에서 $1.5 \times 10^4 cm^{-1}$ 정도로 높고, 전하 이동 특성이 우수하며 결함에 대한 내성이 뛰어나다는 장점이 있다.
- [0034] 또한, 페로브스카이트 화합물은 용액의 도포 및 건조라는 극히 간단하고 용이하며 저가의 단순한 공정을 통해 광활성층(24)을 이루는 광흡수체를 형성할 수 있는 장점이 있고, 도포된 용액의 건조에 의해 자발적으로 결정화가 이루어져 조대 결정립의 광흡수체 형성이 가능하며, 특히 전자와 정공 모두에 대한 전도도가 우수하다.
- [0035] 이러한 페로브스카이트 화합물은 하기의 화학식1의 구조로 표시될 수 있다.
- [0036] [화학식1]
- [0037] ABX_3
- [0038] (여기서, A는 1가의 유기 암모늄 양이온 또는 금속 양이온, B는 2가의 금속 금속 양이온, X는 할로젠 음이온을 의미한다)
- [0039] 페로브스카이트 화합물은 예컨대, $CH_3NH_3PbI_3$, $CH_3NH_3PbI_xCl_{3-x}$, $MAPbI_3$, $CH_3NH_3PbI_xBr_{3-x}$, $CH_3NH_3PbCl_xBr_{3-x}$, $HC(NH_2)_2PbI_3$, $HC(NH_2)_2PbI_xCl_{3-x}$, $HC(NH_2)_2PbI_xBr_{3-x}$, $HC(NH_2)_2PbCl_xBr_{3-x}$, $(CH_3NH_3)(HC(NH_2)_2)_{1-y}PbI_3$, $(CH_3NH_3)(HC(NH_2)_2)_{1-y}PbI_xCl_{3-x}$, $(CH_3NH_3)(HC(NH_2)_2)_{1-y}PbI_xBr_{3-x}$, $(CH_3NH_3)(HC(NH_2)_2)_{1-y}PbCl_xBr_{3-x}$ 등이 사용될 수 있다. ($0 \leq x, y \leq 1$) 또한, ABX_3 의 A에 Cs가 일부 도핑된 화합물도 사용될 수 있다.
- [0040] 광활성층(24) 상에는 정공수송층(26)이 배치될 수 있다. 정공수송층(26)을 통해 광활성층(24)에서 발생한 홀(정공)을 상부전극(30)으로 전달할 수 있다. 정공수송층(26)은 전도성 고분자를 포함할 수 있으며, 예컨대 폴리아닐린, 폴리피롤, 폴리싸이오펜, 폴리-3,4-에틸렌다이옥시싸이오펜-폴리스타이렌설폰네이트(PEDOT-PSS), 폴리-[비스(4-페닐)(2,4,6-트리메틸페닐)아민](PTAA), 스파이로-미오타드(Spiro-MeOTAD: 2,2',7'-tetrakis-(N,N-di-

p-methoxyphenyl-amine)-9,9'spirobifluorene), 폴리아닐린-캄포설폰산(PANI-CSA) 등이 사용될 수 있다. 이러한 정공수송층(26)은 필요에 따라 n형 또는 p형 도펀트를 더 포함할 수 있다.

[0041] 상기와 같은 중간층(20)은 전술한 층간 구조 및/또는 물질 이외에도 페로브스카이트 전지를 구성하는 다양한 층 구조 및 물질이 적용될 수 있음은 물론이다.

[0042] 이러한 중간층(20) 상에는 제2 전극(30)이 배치될 수 있다. 제2 전극(30)은 투광성을 갖는 도전성 소재로 형성될 수 있다. 투광성을 갖는 도전성 소재는, 예컨대 투명 전도성 산화물, 탄소질 전도성 소재 및 금속성 소재 등을 포함할 수 있다. 투명 전도성 산화물로는, 예컨대 ITO(Indium Tin Oxide), ICO(Indium Cerium Oxide), IWO(Indium Tungsten Oxide), ZITO(Zinc Indium Tin Oxide), ZIO(Zinc Indium Oxide), ZTO(Zinc Tin Oxide), GITO(Gallium Indium Tin Oxide), GIO(Gallium Indium Oxide), GZO(Gallium Zinc Oxide), AZO(Aluminum doped Zinc Oxide), FTO(Fluorine Tin Oxide), ZnO 등이 사용될 수 있다. 탄소질 전도성 소재로는, 예컨대 그래핀 또는 카본나노튜브 등이 사용될 수 있으며, 금속성 소재로는, 예컨대 금속(Ag) 나노 와이어, Au/Ag/Cu/Mg/Mo/Ti와 같은 다층 구조의 금속 박막이 사용될 수 있다. 본 명세서에서 투명이라는 용어는 빛을 일정 정도 이상 투과할 수 있는 것을 말하며, 반드시 완전한 투명성을 의미하는 것으로 해석되지 않는다.

[0043] 이상 설명한 물질들은 반드시 위에 설명한 실시예들에 한정되는 것은 아니고 다양한 재질로 형성될 수 있으며, 그 구조 또한 단층 또는 다층이 될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0044] 한편, 도시되지는 않았으나, 제2 전극(30) 상에는 제2 전극(30)의 저항을 낮추고 전하의 전달을 더욱 용이하게 하기 위하여 버스전극(미도시)이 더 배치될 수도 있다. 상기 버스 전극은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및/또는 이들의 화합물 등으로 형성될 수 있다.

[0046] 상기 기관(10)은 서로 대향된 제1 면(10a) 및 제2 면(10b)을 가질 수 있으며, 중간층(20) 및 제2 전극(30)은 기관(10)의 제1 면(10a) 상에 배치될 수 있다. 제2 전극(30)은 정공수송층(26)을 향해 위치한 하면(30a) 및 하면(30a)에 반대되는 상면(30b)을 갖는다.

[0047] 본 실시예에서, 상기 도전성 기관(10)의 제2 면(10b)으로부터 제2 전극(30)의 상면(30b)까지의 거리는 약 0.5 μ m 내지 2 μ m일 수 있으며, 구체적으로는 1 μ m 이하일 수 있다. 비교예로서, 결정질 실리콘을 기반으로 하는 태양전지의 경우 그 두께가 약 150 μ m 내지 250 μ m인 반면, 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C1)는 실리콘재 또는 글라스재 등의 기관을 필요로 하지 않아, 그 두께를 약 1 μ m이하로 현저히 감소시킬 수 있다.

[0048] 한편, 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 제2 전극(30)을 덮도록 밀봉용 기관이 더 구비될 수 있는 데, 밀봉용 기관은 상기 기관(10)과 접합되어 그 내부의 태양전지(C1)를 보호할 수 있다. 밀봉용 기관은 태양광이 투과될 수 있는 투명한 글래스, 플라스틱 필름 등이 사용될 수 있다. 이러한 밀봉 구조는 본 명세서의 모든 실시예에 동일하게 적용될 수 있다.

[0050] 도 2는 다른 일 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C1)를 도시한 것이다.

[0051] 전술한 바와 같이 기관(10)을 금속재로 형성함에 따라, 이 기관(10)에 방열용 히트 싱크(40)를 바로 결합할 수 있다. 상기 방열용 히트 싱크(40)는 열전도성 접촉층(42)을 개재하여 기관(10)과 접합될 수 있는 데, 이에 따라 태양 전지(C1)에서 발생된 열을 히트 싱크(40)를 통해 배출할 수 있다. 이러한 히트 싱크의 결합 구조는 본 명세서의 모든 실시예에 동일하게 적용될 수 있다.

[0053] 도 3은 또 다른 일 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C1)를 도시한 것이다.

[0054] 또 다른 일 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C1)는 금속재로 형성된 기관(10)이 제1 전극(11)을 더 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 기관(10) 상에 제1 전극(11)이 더 형성되고, 제1 전극(11) 상으로 중간층(20) 및 제2 전극(30)이 순차 형성될 수 있다.

[0055] 기관(10)과 제1 전극(11)은 서로 직접적으로 접촉되도록 구비될 수 있는 데, 이에 따라 금속재인 기관(10)에 의해 제1 전극(11)의 저항이 줄어드는 효과를 얻을 수 있다. 이러한 제1 전극(11)의 저항 저감 효과는 기관(10)의 면적이 증대될 경우 더욱 효과적이다.

- [0056] 예컨대 도 4에서 볼 수 있듯이, 복수의 페로브스카이트 태양전지(C1)를 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈(M1)을 구성할 때에, 각각의 페로브스카이트 태양전지(C1)의 제1 전극(11)은 기판(10)에 전기적으로 연결될 수 있기 때문에 대면적 페로브스카이트 태양전지 모듈(M1)을 형성한 경우라 하더라도 제1 전극(11)의 저항을 줄일 수 있다.
- [0057] 이러한 구조에서 선택적으로, 상기 제1 전극(11)은 복수의 페로브스카이트 태양전지(C1)에 모두 연결되도록 하나의 단일 전극으로 형성될 수도 있다.
- [0058] 이러한 구조는 본 명세서의 모든 실시예들에 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0060] 도 5는 또 다른 일 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈(M1)을 도시한 것이다.
- [0061] 도 5를 참조하면, 기판(10)은 제2 면(10b)에 위치하는 제2 기판(13)을 더 포함할 수 있다. 상기 제2 기판(13)은 절연성 소재로 구비된 기판일 수 있는 데, 글래스 기판, 및/또는 플라스틱 기판이 사용될 수 있다.
- [0062] 이러한 기판(10)에는 복수의 홀(G1)이 형성되어 있으며, 이 홀(G1)에 의해 각 단위 셀 영역(CA)들이 구획될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 이러한 홀(G1)은 일 방향으로 형성된 슬릿이 될 수 있다.
- [0063] 각 셀 영역(CA)의 기판(10) 상에는 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C1)들이 배치된다. 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C1)들은 소정간격으로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0064] 각각의 페로브스카이트 태양전지(C1)는 제2 전극(30)을 포함할 수 있는데, 제2 전극(30)은 중간층(20)을 관통하도록 패터닝된 컨택홀(CNT1)을 통해 기판(10)과 전기적으로 연결될 수 있다. 즉, 하나의 셀 영역(CA)에 위치하는 제2 전극(30)은 컨택홀(CNT1)을 통해 인접한 셀 영역(CA)의 기판(10)과 컨택될 수 있다. 따라서 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈(M1)은 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C1)들을 직렬로 연결한 것과 같은 효과가 있다.
- [0065] 도 5에 도시된 것과 같이, 기판(10), 중간층(20) 및 제2 전극(30)이 동시에 중첩되는 영역은 활성영역(AA)으로 작동하고, 나머지 영역은 비활성영역(NAA)일 수 있다. 본 실시예에서, 중간층(20)에 형성된 컨택홀(CNT1)을 통해 기판(10)이 노출되는 영역은 비활성영역(NAA)보다 작게 형성될 수 있다.
- [0066] 각각의 페로브스카이트 태양전지(C1)는 도 1에 도시된 구조에 한정되는 것은 아니고, 도 3에 도시된 구조도 적용될 수 있다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지(C2)를 개략적으로 도시하는 단면도이고, 도 7은 도 6의 페로브스카이트 태양전지(C2)를 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈(M2)을 개략적으로 도시하는 단면도이며, 도 8은 도 7의 일부를 확대하여 도시한 단면도이다.
- [0069] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C2)는 버퍼층(12)을 더 포함할 수 있다. 버퍼층(12)은 기판(10) 상에 배치되는 데, 즉 기판(10)과 전자수송층(22) 사이에 개재될 수 있다. 버퍼층(12)은 기판(10)의 제1 면(10a) 상에 전면(前面)에 구비될 수 있다. 따라서, 본 실시예에서 전자수송층(22)은 버퍼층(12) 상에 배치되고, 전자 수송층(22)과 버퍼층(12)의 사이에 제1 전극(11)이 개재된다.
- [0070] 본 실시예에서 버퍼층(12)은 기판(10)으로부터 확산되어 나올 가능성이 있는 금속 원소들, 기판(10)에 포함되어 있을 수 있는 알루미늄, 철, 크롬, 니켈, 탄소, 망간 등의 금속 원소를 차단하고, 기판(10)의 표면을 평탄화하는 역할을 할 수 있다.
- [0071] 이러한 버퍼층(12)은 유기절연막, 무기절연막 또는 유기-무기 하이브리드막으로 형성될 수 있으며, 이들의 단일 구조 또는 다층 구조로 이루어질 수 있다. 유기 절연막으로서는 폴리머재를 사용할 수 있는 데, 그 예로서, 일반 범용고분자(PMMA, PS), phenol그룹을 갖는 고분자 유도체, 아크릴계 고분자, 이미드계 고분자, 아릴에테르계 고분자, 아마이드계 고분자, 불소계고분자, p-자일리렌계 고분자, 비닐알콜계 고분자 및 이들의 블렌드 등이 가능하다. 무기 절연막으로서는, SiO₂, SiNx, SiON, Al₂O₃, TiO₂, Ta₂O₅, HfO₂, ZrO₂, BST, 및 PZT 등이 가능하다.
- [0072] 한편 도 7를 참조하면, 기판(10) 상에 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C2)들이 배치된다. 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C2)들은 소정간격으로 이격되어 배치될 수 있다.

- [0073] 본 실시예에서, 버퍼층(12) 상에 형성되는 제1 전극(11)은 복수의 홀(G2)에 의해 서로 이격되도록 패터닝되고, 복수의 제1 전극(11)을 덮도록 중간층(20)이 형성된다. 중간층(20) 상에는 제2 전극(30)이 위치할 수 있는 데, 제2 전극(30)은 중간층(20)과 버퍼층(12)에 형성된 컨택홀(CNT2)을 통해 기판(10)과 전기적으로 연결될 수 있다. 즉, 컨택홀(CNT2)을 통해 기판(10)의 적어도 일부가 노출될 수 있으며, 제2 전극(30)은 이러한 기판(10)에 직접 또는 전기적으로 컨택될 수 있다.
- [0074] 이와 같이 본 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지(C2) 및 이를 포함하는 모듈(M2)은 제2 전극(30)이 도전성을 갖는 기판(10)과 전기적으로 연결되도록 함으로써, 투명전극 물질로 형성되는 제2 전극(30)의 저항을 줄일 수 있다.
- [0075] 이러한 컨택홀(CNT2)은 버퍼층(12)을 형성하는 과정에서 형성될 수도 있고, 버퍼층(12) 상에 중간층(20)을 형성한 후, 중간층(20)의 컨택홀(CNT1)을 형성하는 과정에서 동시에 형성될 수도 있다. 컨택홀(CNT2)을 통해 도전성 기판(10)의 적어도 일부가 외부로 노출되는 개구영역이 구비될 수 있다.
- [0076] 도 7에 도시된 것과 같이, 제1 전극(11)에 형성된 홀(G2)의 너비는 컨택홀(CNT2)의 너비보다 크게 형성될 수 있다. 그리고 상기 홀(G2)이 형성되는 영역 내에 컨택홀(CNT2)이 위치하도록 할 수 있다. 이에 따라 제2 전극(30)이 제1 전극(11)과의 컨택 없이 기판(10)과 컨택될 수 있다. 도 7과 같은 구조의 페로브스카이트 태양전지 모듈(M2)은 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C2)들을 병렬로 연결한 것과 같은 효과가 있다.
- [0078] 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 관한 페로브스카이트 태양전지(C3)를 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈(M3)을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0079] 도 8을 참조하면, 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C3)는 기판(10) 상에 배치된 버퍼층(12) 및 버퍼층(12) 상에 배치된 제1 전극(11)을 더 포함할 수 있다. 이러한 제1 전극(11)은 서로 이격되도록 패터닝될 수 있다.
- [0080] 본 실시예에서 일 페로브스카이트 태양전지(C3)의 제2 전극(30)은 최인접한 다른 페로브스카이트 태양전지(C3)의 제1 전극(11)과 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지 모듈(M3)은 복수개의 페로브스카이트 태양전지(C3)들을 직렬로 연결한 것과 같은 효과가 있다.
- [0081] 본 실시예에서, 일 페로브스카이트 태양전지(C3)의 제2 전극(30)은 최인접한 다른 페로브스카이트 태양전지(C3)의 제1 전극(11)에 전기적으로 연결되는 바, 중간층(20)에 형성된 컨택홀(CNT1)의 오픈영역(CA1)은 최인접한 다른 페로브스카이트 태양전지(C3)의 제1 전극(11)의 적어도 일부를 노출시킬 수 있다. 제2 전극(30)은 이러한 오픈영역(CA1)을 통해 노출된 제1 전극(11)과 컨택될 수 있다.
- [0082] 또한 본 실시예에서, 제1 전극(11)에 형성된 컨택홀(CNT3)의 오픈영역(CA3)을 통해 버퍼층(12)의 적어도 일부가 노출될 수 있으며, 중간층(20)은 이러한 버퍼층(12)에 직접 컨택될 수 있다. 본 실시예에서는 중간층(20)의 전자수송층(22)이 컨택될 수 있으나, 다른 실시예로 중간층(20)의 광활성층(24) 또는 정공수송층(24)이 컨택될 수도 있다.
- [0083] 상술한 것과 같이, 본 실시예에서는 기판(10)을 직접 전극으로 활용하지 않고 버퍼층(12) 상에 별도의 제1 전극(14)을 구비하는 것에서 전술한 실시예들과 차이가 있다. 다만, 이 경우에도 실리콘재 또는 글라스재 기판을 사용하지 않고 금속재의 기판(10)을 활용함으로써 유연성 있는 페로브스카이트 태양전지(C3)를 구현할 수 있다. 이 경우, 도 8에 도시된 것과 같이, 제1 전극(11), 중간층(20) 및 제2 전극(30)이 동시에 증착되는 영역은 활성영역(AA)으로 작동하고, 나머지 영역은 비활성영역(NAA)일 수 있다.
- [0084] 상기와 같은 실시예는 도면에 도시된 실시예에 한정되는 것은 아니며, 전술한 다양한 실시예들과의 조합이 가능할 것임은 물론이다.
- [0085] 이러한 기판(10)은 도 9에 도시된 것과 같이, 반사층으로 활용할 수 있다. 이는 본 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 기판(10)을 구비한 전술한 실시예들에도 적용될 수 있다.
- [0086] 즉, 제2 전극(30)에서 제1 전극(11) 방향으로 입사된 태양광(IL)의 일부는 기판(10)을 통해 다시 광활성층(24) 측으로 반사될 수 있으며, 이러한 반사광(RL)을 통해 본 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지(C3)의 광전 변환 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0087] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상

의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

C1, C2, C3: 페로브스카이트 태양전지

M1, M2, M3: 포함하는 페로브스카이트 태양전지 모듈

10: 기판

11: 제1 전극

12: 버퍼층

20: 중간층

22: 전자수송층

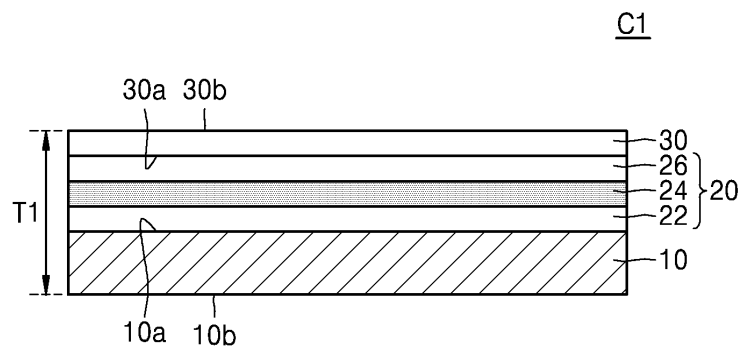
24: 광활성층

26: 정공수송층

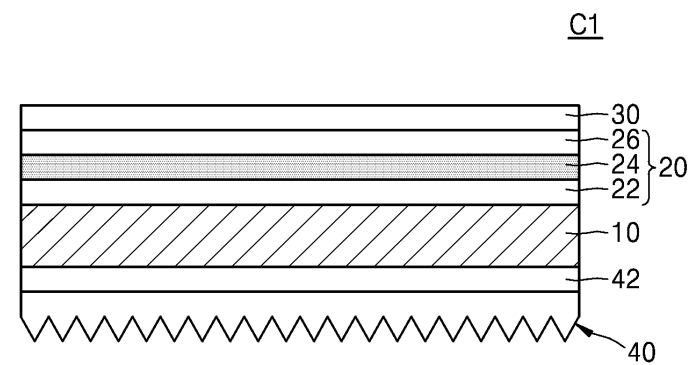
30: 제2 전극

도면

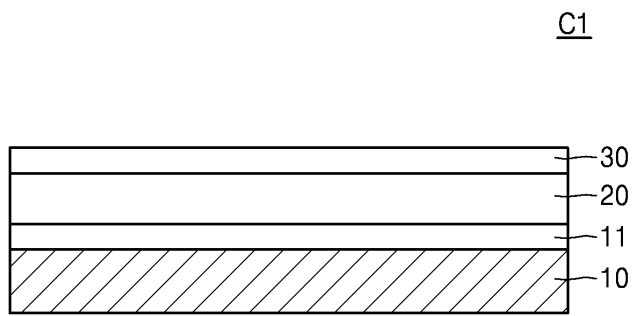
도면1



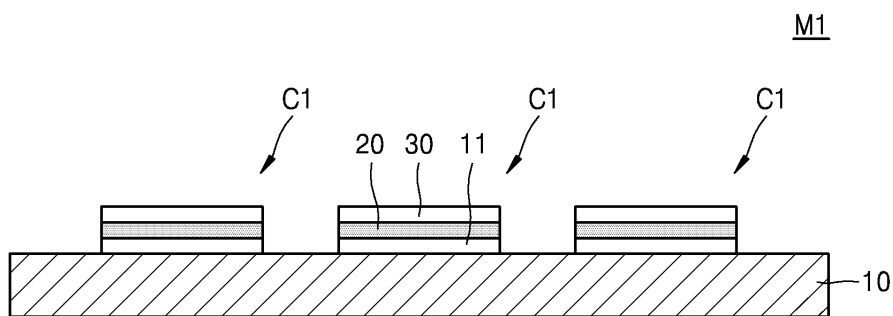
도면2



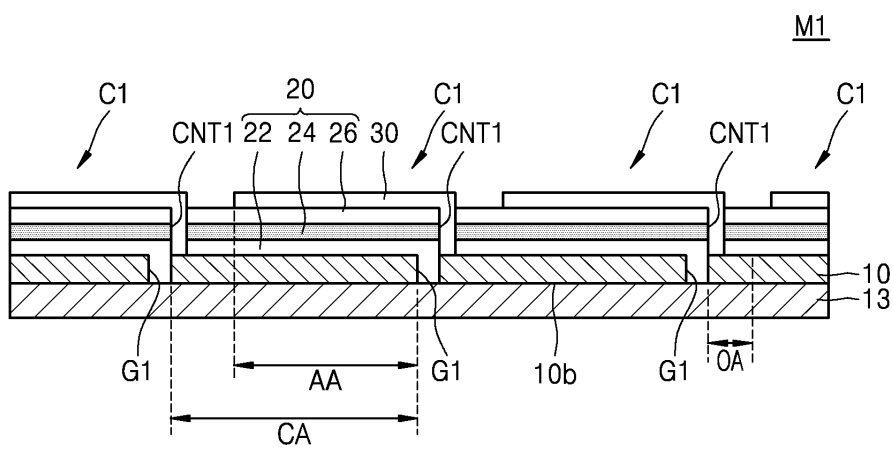
도면3



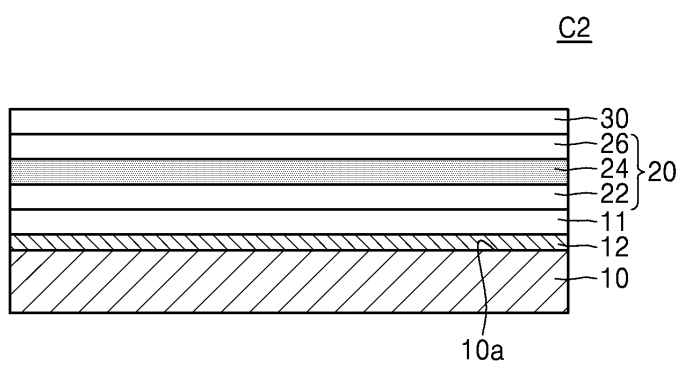
도면4



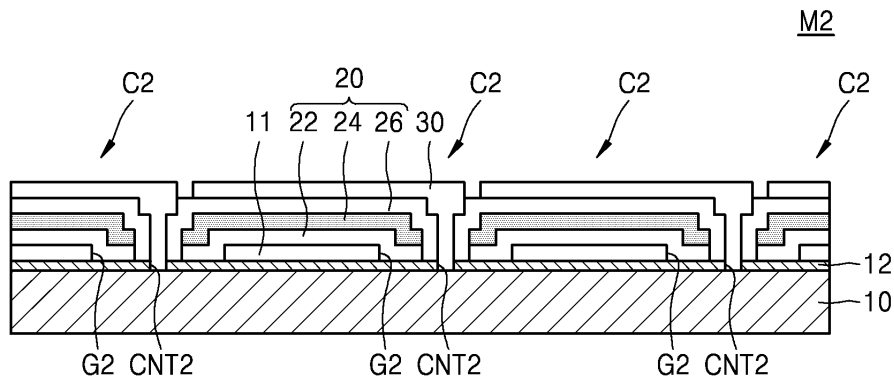
도면5



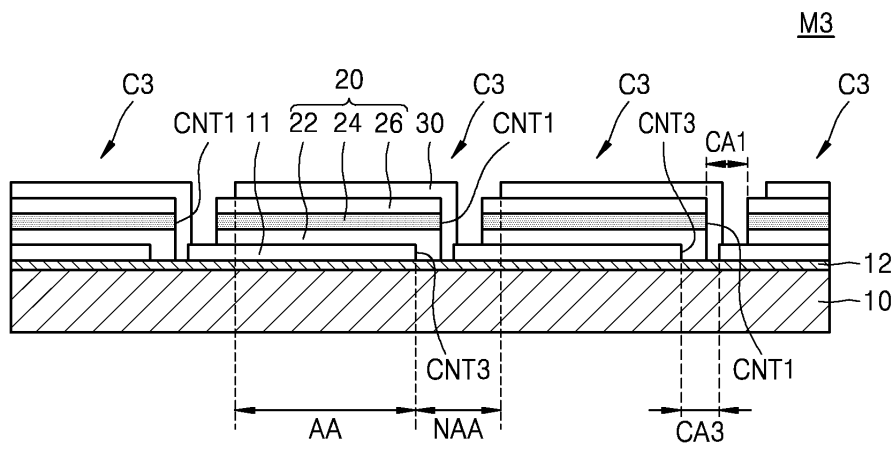
도면6



도면7



도면8



도면9

