



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0085113
(43) 공개일자 2020년07월14일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/44 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)
H01L 31/032 (2006.01) H01L 31/0445 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 51/442 (2013.01)
H01L 31/022466 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0001242</p> <p>(22) 출원일자 2019년01월04일
심사청구일자 2019년01월04일</p> | <p>(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)</p> <p>(72) 발명자
김한기
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 성균관대학교
김수경
대전광역시 유성구 문지로 105 한국전력공사 전력
연구원
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
한양특허법인</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 13 항

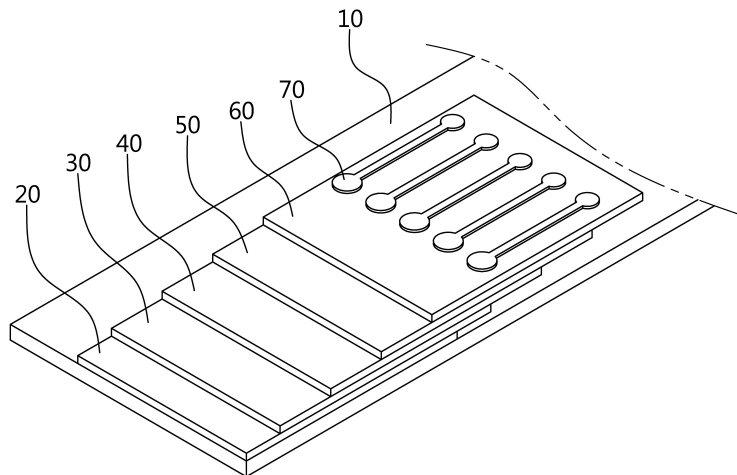
(54) 발명의 명칭 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지는, 페로브스카이트 태양전지에 있어서, 기판 상에 스퍼터링 공정을 통해 형성되는 투명전극; 페로브스카이트(perovskite)가 코팅되는 광활성층; 및 제1 산화물과 제2 산화물에 대한 동시 스퍼터링(co-sputtering) 공정을 통해 상기 투명전극과 상기 광활성층 사이에 버퍼층으로 형성되는 버퍼 일체형 투명전극;을 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

H01L 31/032 (2013.01)

H01L 31/0445 (2015.01)

H01L 51/4213 (2013.01)

Y10S 977/812 (2013.01)

(72) 발명자

최동혁

대전광역시 유성구 문지로 105 한국전력공사 전력
연구원

김도형

대전광역시 유성구 문지로 105 한국전력공사 전력
연구원

서형진

경기도 수원시 장안구 서부로 2066 성균관대학교

소준영

대전광역시 유성구 문지로 105 한국전력공사 전력
연구원

이유선

대전광역시 유성구 문지로 105 한국전력공사 전력
연구원

명세서

청구범위

청구항 1

페로브스카이트 태양전지에 있어서,

기관 상에 스퍼터링 공정을 통해 형성되는 투명전극;

페로브스카이트(perovskite)가 코팅되는 광활성층; 및

제1 산화물과 제2 산화물에 대한 동시 스퍼터링(co-sputtering) 공정을 통해 상기 투명전극과 상기 광활성층 사이에 버퍼층으로 형성되는 버퍼 일체형 투명전극;

을 포함하는 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 산화물은, 인듐 주석 산화물(ITO)이고,

상기 제2 산화물은, 안티모니구리산화물(ACO)인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, DC 파워 100W가 인가되고,

상기 제2 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, RF 파워 210W가 인가되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는,

증착시간을 조절하여 결정되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는,

1:9 중량% 또는 2:8 중량%의 비율로 결정되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광활성층에 형성되는 전자수송층;을 더 포함하되,

상기 전자수송층은, 상기 광활성층 상에 PCBM(Phenyl-C61-Butyric acid Methyl ester)이 코팅되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전자수송층에 형성되어 전자를 전달하면서 정공의 유출을 방지하는 BCP; 및

상기 BCP 상에 형성되는 금속전극;을 더 포함하되.

상기 금속전극은, 음극으로서, 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 마그네슘(Mg) 중 어느 하나의 재질인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기판은,

유리 기판, 플라스틱 기판, 플렉서블 기판 중 어느 하나인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지.

청구항 9

페로브스카이트 태양전지의 제조 방법으로서,

기판 상에 스퍼터링 공정을 통해 투명전극을 형성하는 단계;

페로브스카이트(perovskite)가 코팅되는 광활성층을 형성하는 단계; 및

제1 산화물과 제2 산화물에 대한 동시 스퍼터링 공정을 통해 상기 투명전극과 상기 광활성층 사이에 버퍼층으로 버퍼 일체형 투명전극을 형성하는 단계;

를 포함하는 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제1 산화물은, 인듐 주석 산화물(ITO)이고,

상기 제2 산화물은, 안티모니구리산화물(ACO)인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제1 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, DC 파워 100W가 인가되고,

상기 제2 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, RF 파워 210W가 인가되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는,

증착시간을 조절하여 결정되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는,

1:9 중량% 또는 2:8 중량%의 비율로 결정되는 것인 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 양극 기능과 정공 추출 기능을 제공하는 버퍼 일체형 투명전극을 구비함으로써 투명전극과 정공수송층을 한차례 공정으로 형성하여 추가적인 정공수송층을 제조하지 않을 뿐 아니라, 광활성층과 투명전극 사이의 에너지 밴드갭 차이를 줄여 정공 이동을 향상시키기 위한, 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근에는 친환경 에너지원을 활용하는 다양한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 중, 태양광을 이용하는 광전지 기술은 최근 10년간 미래에 지속 가능한 가장 실현 가능한 기술 중 하나로 집중받고 있다.

[0004] 특히, 페로브스카이트 태양전지(Perovskite solar cell)는 최근 몇 년간 실리콘 태양전지, 박막 태양전지와 비교하여 월등히 빠른 성장세를 보이고 있다. 여기서, 페로브스카이트는 결정구조가 티탄산칼슘(CaTiO_3)과 동일한 구조를 가진 물질을 일컫는다. 일반적으로, 페로브스카이트 구조는 ABX_3 (A와 B는 양이온, X는 이들을 결합하고 있는 음이온)의 결정구조를 갖는다.

[0005] 이러한 페로브스카이트 태양전지는 페로브스카이트를 광활성층으로 사용하는데, 높은 효율, 낮은 가격 및 저온 용액 공정이 가능하다는 장점으로 차세대 태양전지로서 각광받고 있다.

[0006] 초창기 페로브스카이트 물질은 대부분 산화물로 연구가 활발하였지만, 2차원 구조의 유무기 복합 페로브스카이트 물질의 전도성이 유기물 체인의 변화로 인해 조절될 수 있다는 연구 결과가 발표되면서 유무기 복합 페로브스카이트 물질에 대한 연구가 비약적으로 증가하였다.

[0007] 페로브스카이트 물질은 3차원 구조의 물질로서, 밴드갭 에너지가 낮음에도 불구하고 태양전지의 흡광물질로서의 가능성을 지니고 있다.

[0008] 한편, 페로브스카이트 물질에 대한 대부분 연구는 페로브스카이트 태양전지의 광전변화 효율을 증가시키기 위해 광활성층의 구조적 변화 혹은 물질 변화에 집중하고 있다.

[0009] 페로브스카이트 태양전지의 투명전극 및 정공수송층(Hole Transfer Layer, HTL)은 광전변화 효율에 큰 영향을 미친다. 투명전극 및 정공수송층을 투과한 빛은 광활성층에서 엑시톤(exciton)을 생성하게 되며, 생성된 엑시톤은 계면에서 정공 및 전자를 정공수송층 및 전자수송층으로 이동시키게 된다. 이때, 엑시톤은 투명전극 및 정공수송층을 투과한 빛의 양이 많을수록 보다 많이 생성된다. 좋은 전도성을 보이는 투명전극과 정공수송층은 광전변화 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0010] 따라서, 최근에는 페로브스카이트 태양전지에 광전변화 효율을 증가시키는 중요한 구성 요건 중 하나인 정공수송층에 대한 다양한 물질개발에 대해 지속적인 연구가 이루어지고 있다.
- [0011] 대부분의 정공수송층은 저온 및 용액 공정을 기반으로 하여 다양한 금속 산화물(예, Cu_2O , NiO , MoO_3 등)과 고분자 물질(예, PCBM, Spiro-OMeTAD 등)을 이용하여 생성되고 있다.
- [0012] 그런데, 이와 같은 용액공정을 통해 페로브스카이트 태양전지의 정공수송층을 박막으로 제작할 경우에는, 박막의 표면 균일도가 낮고, 대면적에 적용하기 쉽지 않다.
- [0013] 따라서, 페로브스카이트 태양전지는 정공수송층을 박막으로 제작하더라도 박막의 표면 균일도가 높고 대면적에 적용하기 용이한 방안이 마련될 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0015] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2018-0106894호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명의 목적은 양극 기능과 정공 추출 기능을 제공하는 버퍼 일체형 투명전극을 구비함으로써 투명전극과 정공수송층을 한차례 공정으로 형성하여 추가적인 정공수송층을 제조하지 않을 뿐 아니라, 광활성층과 투명전극 사이의 에너지 밴드갭 차이를 줄여 정공 이동을 향상시키기 위한, 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지 및 이의 제조 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지는, 페로브스카이트 태양전지에 있어서, 기판 상에 스퍼터링 공정을 통해 형성되는 투명전극; 페로브스카이트(perovskite)가 코팅되는 광활성층; 및 제1 산화물과 제2 산화물에 대한 동시 스퍼터링(co-sputtering) 공정을 통해 상기 투명전극과 상기 광활성층 사이에 버퍼층으로 형성되는 버퍼 일체형 투명전극;을 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 산화물은, 인듐 주석 산화물(ITO)이고, 상기 제2 산화물은, 안티모니구리산화물(ACO)일 수 있다.
- [0020] 상기 제1 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, DC 파워 100W가 인가되고, 상기 제2 산화물의 타겟에 인가되는 파워는, RF 파워 210W가 인가되는 것일 수 있다.
- [0021] 상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는, 증착시간을 조절하여 결정되는 것일 수 있다.
- [0022] 상기 제1 산화물 및 상기 제2 산화물의 증착두께는, 1:9 중량% 또는 2:8 중량%의 비율로 결정되는 것일 수 있다.
- [0023] 실시예에 따르면, 상기 광활성층에 형성되는 전자수송층;을 더 포함하되, 상기 전자수송층은, 상기 광활성층 상에 PCBM(Phenyl-C61-Butyric acid Methyl ester)이 코팅되는 것일 수 있다.
- [0024] 실시예에 따르면, 상기 전자수송층에 형성되어 전자를 전달하면서 정공의 유출을 방지하는 BCP; 및 상기 BCP 상에 형성되는 금속전극;을 더 포함하되, 상기 금속전극은, 음극으로서, 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 마그네슘(Mg) 중 어느 하나의 재질일 수 있다.
- [0025] 상기 기판은, 유리 기판, 플라스틱 기판, 플렉서블 기판 중 어느 하나일 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법으로서, 기판 상에 스퍼터링 공정을 통해 투명전극을 형성하는 단계; 페로브스카이트(perovskite)가 코팅되는 광활성층을 형성하는 단계; 및 제1 산화물

과 제2 산화물에 대한 동시 스퍼터링 공정을 통해 상기 투명전극과 상기 광활성층 사이에 버퍼층으로 버퍼 일체형 투명전극을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명은 양극 기능과 정공 추출 기능을 제공하는 버퍼 일체형 투명전극을 구비함으로써 투명전극과 정공수송층을 한차례 공정으로 형성하여 추가적인 정공수송층을 제조하지 않을 뿐 아니라, 광활성층과 투명전극 사이의 에너지 밴드갭 차이를 줄여 정공 이동을 향상시킬 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명은 정공수송층에 해당하는 버퍼 일체형 투명전극을 스퍼터링 공정으로 제작함에 따라 표면의 균일도를 향상시키고, 대면적 태양전지를 제조할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명은 버퍼 일체형 투명전극으로 페로브스카이트 태양전지, 유기발광 다이오드(OLED), 투명전자 소자용 전극으로 활용할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명은 용액 공정이 아닌 진공 증착 공정을 통해 투명전극과 정공수송층을 분리하지 않는 안정적인 면서 단순하게 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지를 나타낸 도면,
 도 2 및 도 3은 버퍼 일체형 투명전극의 증착두께 증가에 따른 전기적 특성을 나타낸 도면,
 도 4는 버퍼 일체형 투명전극의 증착두께에 따른 광학특성을 나타낸 도면,
 도 5는 예상 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면,
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다.
- [0035] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위한 용어로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0036] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0037] 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 본 발명은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되어지지 않는다.
- [0038] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0039] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한

것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0040] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0042] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지를 나타낸 도면이다.
- [0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지(이하 '태양전지'라 함, 100)는, 양극 기능과 정공 추출 기능을 제공하는 버퍼 일체형 투명전극(30)을 구비함으로써 투명전극과 정공수송층을 한차례 공정으로 형성하여 추가적인 정공수송층을 제조하지 않을 뿐 아니라, 광활성층(40)과 투명전극(20) 사이의 에너지 밴드갭 차이를 줄여 정공 이동을 향상시킬 수 있다.
- [0044] 이러한 태양전지(100)는 도 1에 도시된 아래부터 기판(10), 투명전극(20), 버퍼 일체형 투명전극(30), 광활성층(40), 전자수송층(50), BCP(60), 금속전극(70)을 적층하여 구성한다.
- [0045] 먼저, 기판(10)은 유리 기판, 플라스틱 기판, 플렉서블 기판 등이 이용될 수 있다. 여기서, 플라스틱 기판은 예를 들어, PET(polyethylene terephthalate), PEN(polyethylenenaphthelate), PP(polypropylene), PI(polyamide), TAC(tri acetyl cellulose), PES(polyethersulfone) 중 어느 하나의 재질로 이루어지는 기판이고, 플렉서블 기판은 알루미늄 포일(aluminum foil), 스테인리스강 포일(stainless steel foil) 중 어느 하나의 재질로 이루어지는 기판이다.
- [0046] 다음, 투명전극(20)은 스퍼터링(sputtering) 공정을 통해 기판(10) 상에 얇게 형성한다. 여기서, 투명전극(20)은 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, ITO), 투명 전도성 산화물(Transparent Conducting Oxide, TCO), 은나노와이어(silver nanowire), 탄소나노튜브(Carbon NanoTube, CNT), 그래핀(graphene), 전도성 고분자(conducting polymer) 중 어느 하나일 수 있으나, 여기서는 인듐 주석 산화물(이하 'ITO'라 함)을 적용하여 설명하기로 한다.
- [0047] 특히, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 투명전극(20)을 형성한 다음, 연속적으로 투명전극(20) 상에 형성된다.
- [0048] 이때, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 ITO와 안티모니 구리 산화물(Antimony doped Copper Oxide, ACO)(이하 'ACO'라 함)에 대한 동시 스퍼터링(co-sputtering) 공정을 통해 투명전극(20) 상에 동시 증착된다.
- [0049] 여기서, 동시 스퍼터링 공정은 ITO와 ACO 2개의 타겟(target)에 파워를 인가하여 기판(10)에 진공 증착하는 방식이다. 예를 들어, ITO의 타겟에 인가되는 파워는 DC 파워 100W가 인가되고, ACO에 인가되는 파워는 RF 파워 210W가 인가된다.
- [0050] 그리고, ITO 및 ACO 각각에 인가되는 파워는 일정하게 유지되는데, ITO 및 ACO 각각의 최적 증착두께는 증착시간을 조절하여 결정된다. 이때, ACO와 ITO의 증착두께는 1:9 중량% 또는 2:8 중량%의 비율로 결정되는 것이 바람직하다.
- [0051] 이와 같이, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 ITO와 ACO의 동시 증착 공정에 의해 형성되는 박막으로서, ITO의 기능에 의해 우수한 전기적 특성을 나타내는 양극 기능뿐만 아니라, ACO 기능에 의해 정공 이동을 원활하게 하는 정공 추출 기능을 나타낸다.
- [0052] 여기서, ACO는 안티모니 이온(Sb^{3+})과 구리산화 이온(Cu^{2+})을 서로 치환 고용시켜 형성함에 따라 정공수송층으로 기능하게 된다. 그에 따라, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 투명전극(20)과 광활성층(40) 사이의 에너지 밴드 레벨을 조절해주어 정공의 이동을 용이하게 한다.
- [0053] 또한, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 76% 정도의 높은 투과율(transmittance)을 나타내며, 11.5 Ohm/square의 낮은 면저항을 나타낸다(후술할 도 3 참조).
- [0054] 이상에서 살펴본 바와 같이, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 용액 공정이 아닌 동시 스퍼터링 공정을 통해 형성함에 따라, 대면적으로 박막의 높은 균일도를 가진 버퍼층으로 형성할 수 있다.
- [0055] 한편, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 RF/DC 마그네트론 스퍼터 시스템(RF/DC magnetron sputter system)을 사용

하여 형성한다. 즉, RF/DC 마그네트론 스퍼터 시스템은 ITO의 타겟에 인가되는 DC 파워 100W를 유지하고, ACO의 타겟에 인가되는 RF 파워 210W를 유지하여 동시에 진공 증착하는 방법으로 버퍼 일체형 투명전극(30)을 형성한다.

- [0056] 아울러, ACO 단일 박막과 버퍼 일체형 투명전극(30)의 증착두께 증가에 따른 전기적 특성[저항(resistivity) 및 캐리어농도(carrier concentration)]은 도 2 및 도 3과 같다. 도 2 및 도 3은 버퍼 일체형 투명전극의 증착두께 증가에 따른 전기적 특성을 나타낸 도면이다.
- [0057] 도 2의 (a)는 ACO 단일 박막의 증착두께 증가에 따른 저항 변화를 나타내고, 도 2의 (b)는 버퍼 일체형 투명전극(30)의 증착두께 증가에 따른 저항 변화를 나타낸다. 그리고, 도 3의 (a)는 ACO 단일 박막의 증착두께 증가에 따른 캐리어농도 변화를 나타내고, 도 3의 (b)는 버퍼 일체형 투명전극(30)의 증착두께 증가에 따른 캐리어농도 변화를 나타낸다.
- [0058] 도 2 및 도 3을 참조하면, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 단일 ACO에 비해 우수한 전기적 특성을 나타내고, 증착두께가 증가할수록 전기적 특성이 좋아진다.
- [0059] 또한, ACO 단일 박막과 버퍼 일체형 투명전극(30)의 증착두께에 따른 광학특성(파장별 투과율)은 도 4와 같다. 도 4는 버퍼 일체형 투명전극의 증착두께에 따른 광학특성을 나타낸 도면이다.
- [0060] 도 4의 (a)는 ACO 단일 박막의 증착두께에 따른 파장별 투과율 변화를 나타내고, 도 4의 (b)는 버퍼 일체형 투명전극(30)의 증착두께에 따른 파장별 투과율 변화를 나타낸다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 ACO 단일 박막에 비해 동일한 증착두께에 대해 투과율이 우수한 특성을 나타낸다.
- [0062] 또한, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 태양전지(100)에 적용할 경우에 예상 에너지 밴드 다이어그램은 도 5와 같다. 도 5는 예상 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸 도면이다.
- [0063] 도 5를 참조하면, 버퍼 일체형 투명전극(30)은 광활성층(40)과 투명전극(20) 사이의 에너지 밴드갭 차이를 줄여 주기 때문에 정공 이동을 활성화시켜 준다.
- [0064] 다시 도 1을 참조하면, 광활성층(40)은 버퍼 일체형 투명전극(30) 상에 페로브스카이트($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$)가 코팅된다. 이러한 광활성층(40)은 투과된 빛에 의해 엑시톤(exiton)을 생성하고, 생성된 엑시톤을 계면에서 정공 및 전자를 정공수송층 및 전자수송층으로 이동시킨다.
- [0065] 이때, 페로브스카이트는 요오드화메틸암모늄($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$)과 요오드화납(PbI_2)이 N,N-다이메틸폼아마이드(N,N-dimethylformamide, DMF)에 분산된 용액을 버퍼 일체형 투명전극(30) 상에 코팅되어 형성된다. 여기서, 광활성층(40)에 사용하는 유/무기물질과 그 유도체는 비제한적으로 사용될 수 있다.
- [0066] 다음, 전자수송층(50)은 광활성층(40)으로부터 전자 추출을 위해, 광활성층(40) 상에 PCBM(Phenyl-C61-Butyric acid Methyl ester)이 코팅된다.
- [0067] 다음, BCP(60)는 bathocuproine로서, 전자를 전달하면서 정공의 유출을 막는 기능을 수행한다.
- [0068] 다음, 금속전극(70)은 예를 들어, 은(Ag), 알루미늄(Al), 금(Au), 마그네슘(Mg) 등으로서, 음극을 성막하여 완성하게 된다. 한편, 양극은 진공 증착 공정에 의하여 고진공 상태에서 증착되어 형성되거나, 용액 또는 페이스트 공정을 통해 형성될 수 있다.
- [0069] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 버퍼 일체형 투명전극을 구비한 페로브스카이트 태양전지의 제조 방법을 나타낸 도면이다.
- [0070] 투명전극(20)은 스퍼터 공정을 통해 기판(10) 상에 형성된다(S1). 이때, 버퍼 일체형 투명기판(10)은 ITO와 ACO의 동시 스퍼터링 공정을 통해 투명전극(20) 상에 형성된다(S2). 여기서, 버퍼 일체형 투명기판(10)은 양극 또는 정공수송층으로 기능하게 된다.
- [0071] 이후, 광활성층(40)은 버퍼 일체형 투명기판(10) 상에 형성되고(S3), 전자수송층(50)은 광활성층(40) 상에 형성된다(S4).
- [0072] 그리고, BCP(60)는 전자수송층(50) 상에 형성되고(S5), 금속전극(70)은 BCP(60) 상에 형성된다(S6).
- [0073] 비록 상기 설명이 다양한 실시예들에 적용되는 본 발명의 신규한 특징들에 초점을 맞추어 설명되었지만, 본 기

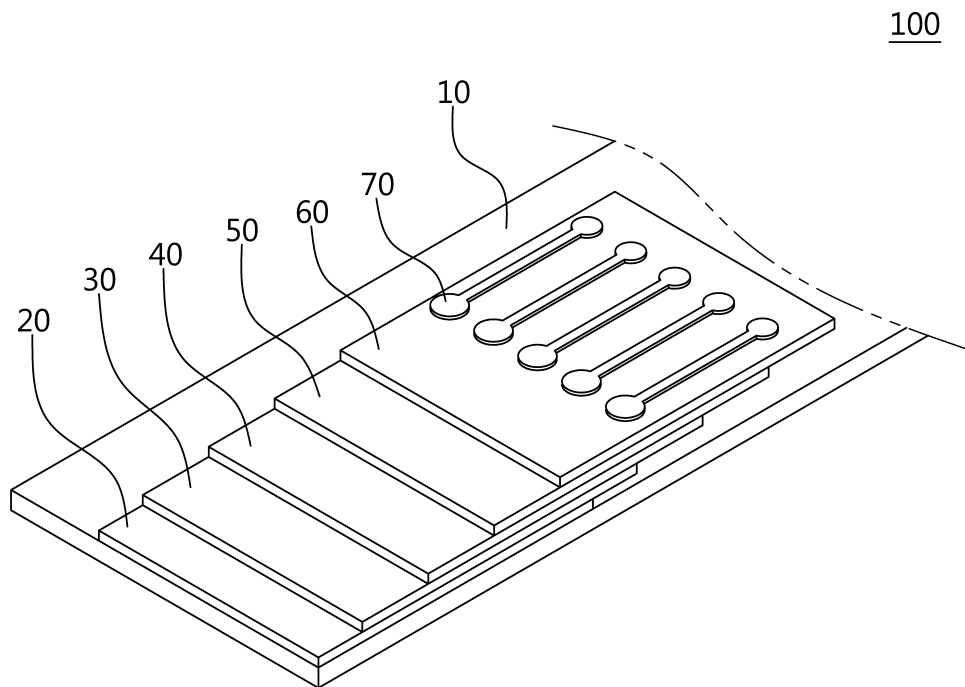
술 분야에 속달된 기술을 가진 사람은 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 상기 설명된 장치 및 방법의 형태 및 세부 사항에서 다양한 삭제, 대체, 및 변경이 가능함을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상기 설명에서보다는 첨부된 특허청구범위에 의해 정의된다. 특허청구범위의 균등 범위 안의 모든 변형은 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

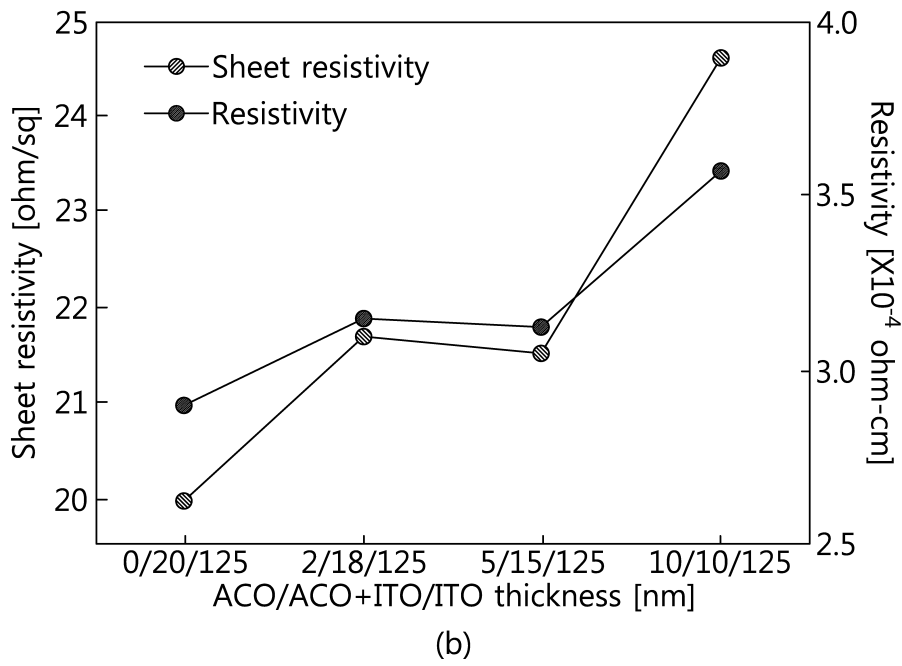
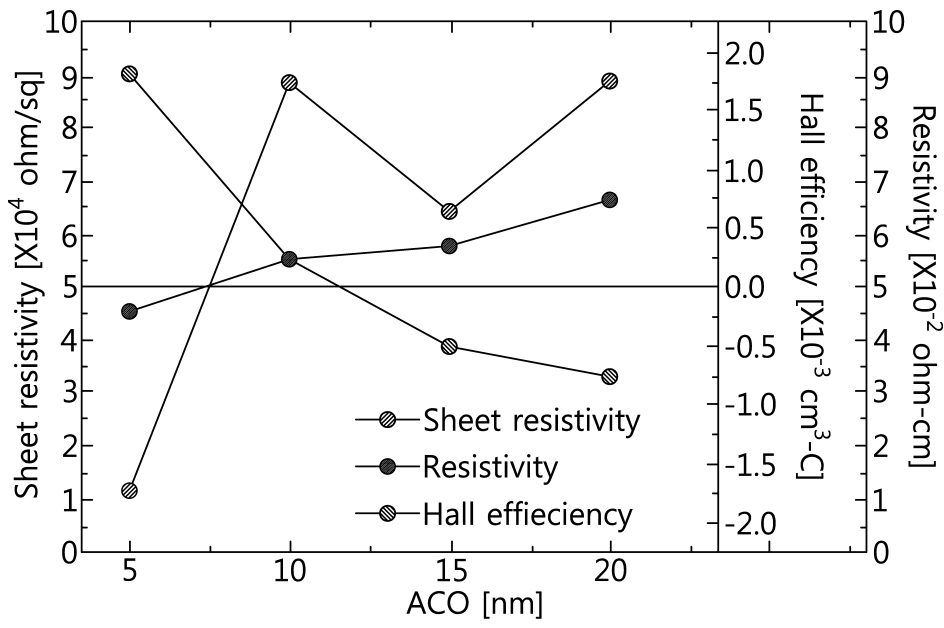
[0075] 10 ; 기판 20 ; 투명기판
30 ; 버퍼 일체형 투명기판 40 ; 광활성층
50 ; 전자수송층 60 ; BCP
70 ; 금속전극

도면

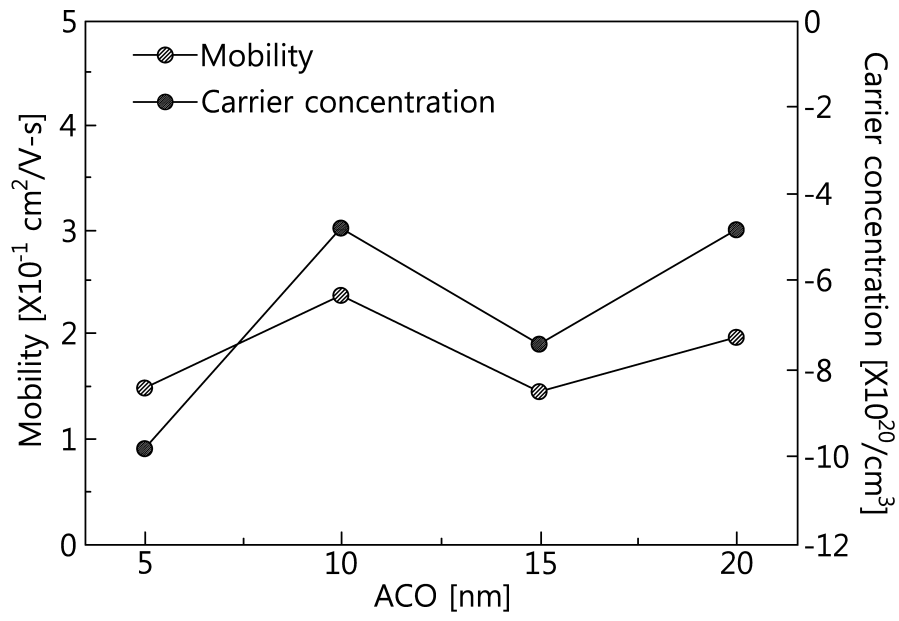
도면1



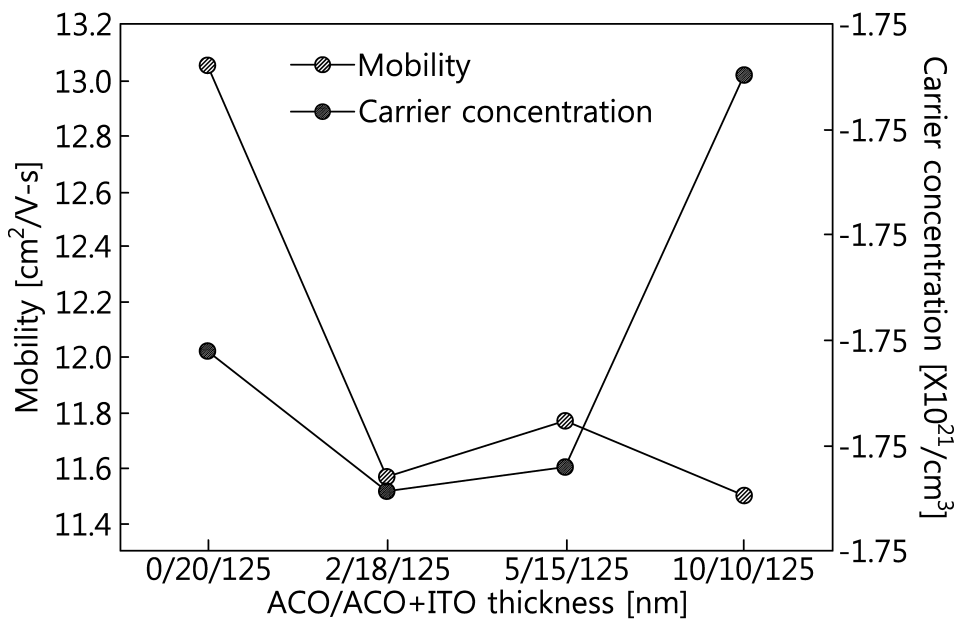
도면2



도면3

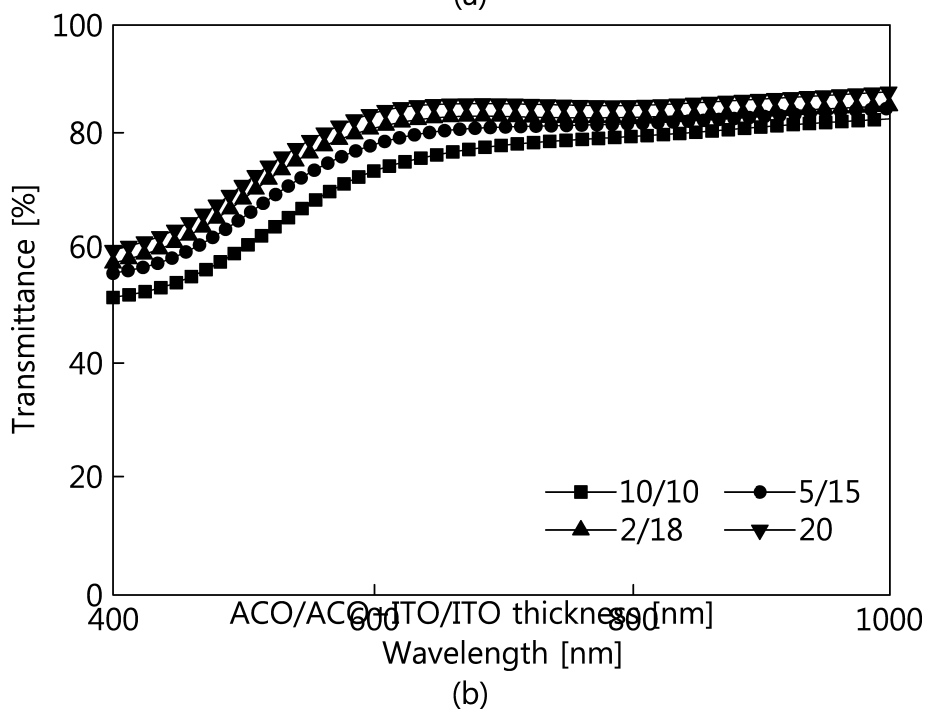
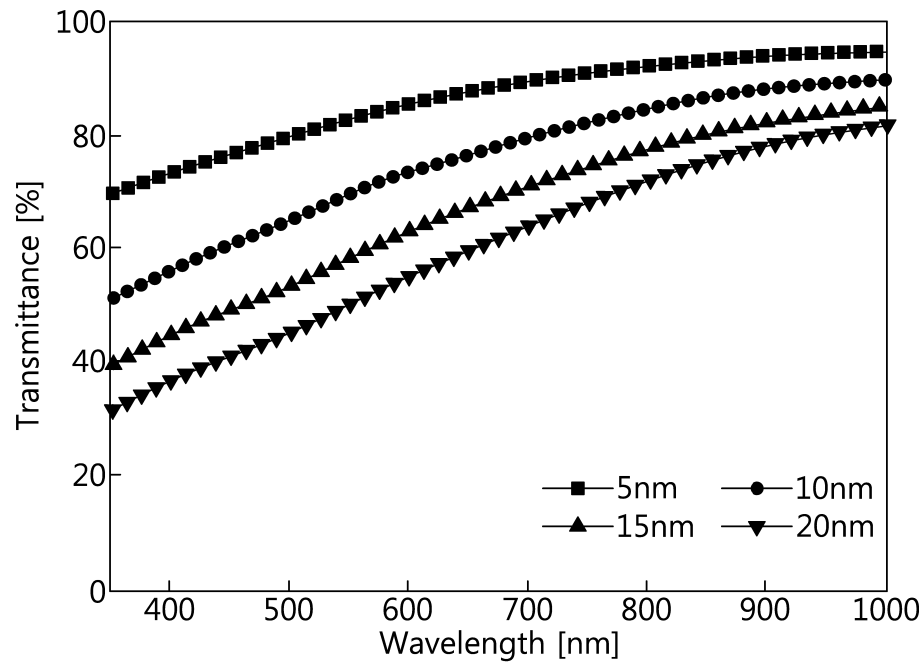


(a)

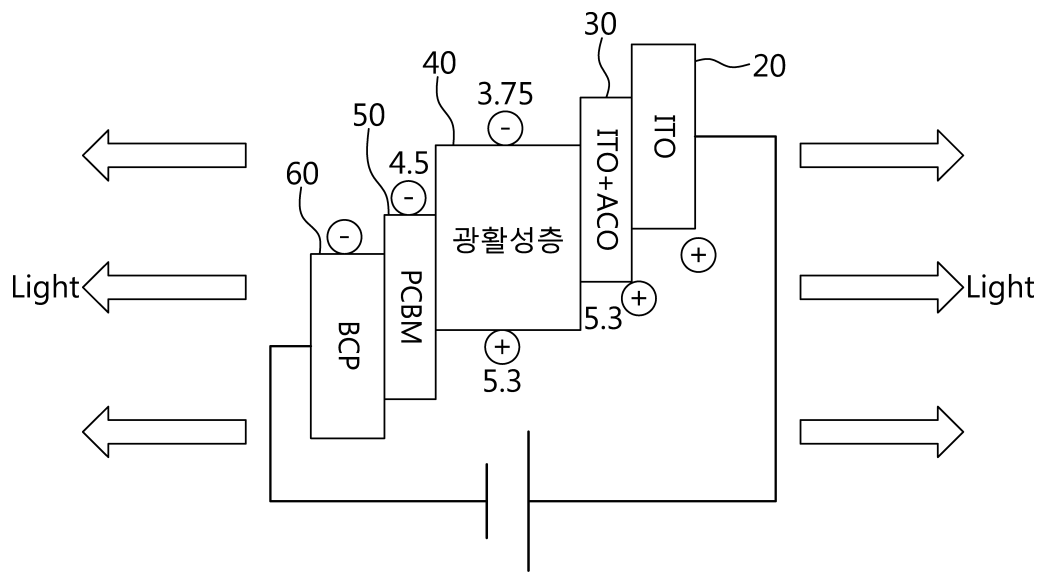


(b)

도면4



도면5



도면6

