(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0103192
(43) 공개일자 2024년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/078 (2006.01) *H01L 31/0216* (2014.01)
H01L 31/0224 (2006.01) *H01L 31/028* (2024.01)
H01L 31/032 (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/078 (2013.01)
H01L 31/02167 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0185140
(22) 출원일자 2022년12월27일
심사청구일자 2022년12월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이해석
서울특별시 송파구 위례광장로 170, 101동 1202호
김동환
경기도 양평군 서종면 당목뿌리길 54
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인시공

전체 청구항 수 : 총 10 항

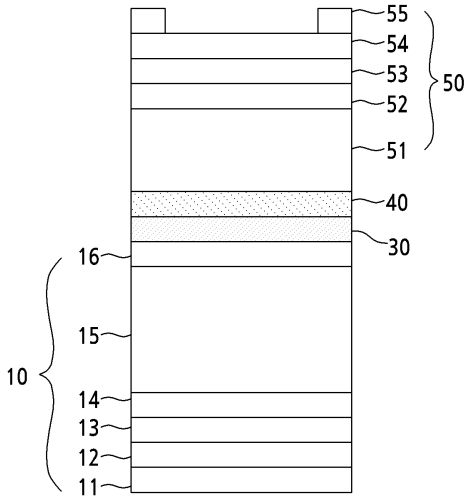
(54) 발명의 명칭 **다중접합 태양전지 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명의 실시예에 따른 다중접합 태양전지는 하부 셀을 형성하는 단계; 상기 하부 셀의 상에 금속박막층을 증착시키는 단계; 상기 금속박막층을 열처리하여, 재결합층 및 상부 제1전하수송층을 형성시키는 단계; 및 상기 상부 제1전하수송층 상에 상부 셀을 형성시키는 단계;를 포함한다.

본 발명의 실시예에 따르면, 하부 셀의 상단에 금속 박막을 증착한 후, 증착한 금속 박막을 고온 열처리함으로써, 금속 박막과 하부 셀의 계면에서는 금속 박막의 금속 원자가 하부 셀의 상단으로 확산되어 실리사이드의 재결합층이 형성되는 동시에, 금속 박막 표면에서는 산소 원자가 금속 박막으로 확산되어 금속산화물(전하수송층)이 형성될 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 31/022425 (2013.01)
H01L 31/028 (2024.01)
H01L 31/032 (2013.01)
H01L 31/1864 (2013.01)
(72) 발명자
강윤묵
서울특별시 성북구 보문사길 111, 103동 505호
편도원
서울특별시 관악구 관악로30길 27, 111동 503호
최동진
서울특별시 동대문구 왕산로 72, 903호
황재근
서울특별시 성북구 인촌로 112
강동균
경상남도 양산시 양주로 58, 702동 1503호
이솔희
서울특별시 강서구 양천로 656, 101동 805호
송호영
서울특별시 성북구 고려대로26길 9, 302호
정석현
서울특별시 동작구 여의대방로 22, 15동 505호
심명섭
서울특별시 성북구 안암로9가길 51, 307호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415176090
과제번호 20204010600470
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지인력양성(R&D)
연구과제명 에너지-AI 융합대학원 (태양에너지-AI 융합공학과)
기 여 율 1/2
과제수행기관명 전북대학교 산학협력단
연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1055000892
과제번호 2022M3J1A1063226
부처명 기획재정부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 단계도약형탄소중립기술개발
연구과제명 초고효율 탠덤(다중접합)용 페로브스카이트 태양전지 요소기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 서울대학교 산학협력단
연구기간 2022.05.24 ~ 2023.01.23

명 세 서

청구범위

청구항 1

하부 셀을 형성하는 단계;

상기 하부 셀의 상에 금속박막층을 증착시키는 단계;

상기 금속박막층을 열처리하여, 재결합층 및 상부 제1전하수송층을 형성시키는 단계; 및

상기 상부 제1전하수송층 상에 상부 셀을 형성시키는 단계;를 포함하는 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속박막층은, Ti, Ni, Mo 중 어느 하나를 포함하는 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 하부 셀은, 하부전극, 하부 흡수층, 에미터층을 순차적으로 증착하여 형성되고,

상기 하부 흡수층은, 실리콘 기판인 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 금속박막층은, 상기 에미터층이 n형인 경우 Ni, Mo 중 어느 하나이고, 상기 에미터층이 p형인 경우 Ti인 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 금속박막층의 열처리에 의해 형성되는 재결합층은, $TiSi_2$, $NiSi_2$, $MoSi_2$ 중 어느 하나의 실리사이드로 형성되는 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 금속박막층의 열처리에 의해 형성되는 상부 제1전하수송층은, TiO_2, NiO_2, MoO_X 중 어느 하나의 금속산화물로 형성되어, 전하 또는 정공을 수송시키는 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 금속박막층을 열처리하여, 재결합층 및 상부 제1전하수송층을 형성시키는 단계는, 산소 분위기에서 열처리되어 상기 재결합층 및 상부 제1전하수송층이 동시에 형성되는 다중접합 태양전지 제조방법.

청구항 8

하부전극, 하부 흡수층, 에미터층을 순차적으로 증착하여 형성된 하부 셀;

상기 에미터층의 상에 금속박막층을 증착하여 열처리를 통해 형성되되, 상기 에미터층의 상에 형성되는 재결합층과 상부 제1전하수송층; 및

상기 상부 제1전하수송층 상에 상부 흡수층, 상부 전극을 순차적으로 증착하여 형성된 상부 셀;을 포함하는 다중접합 태양전지.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 하부 흡수층은, 실리콘 기판이고,

상기 상부 흡수층은, 페로브스카이트층인 다중접합 태양전지.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 열처리는 산소 분위기에서 진행되어, 실리사이드의 재결합층과 금속산화물의 상부 제1전하수송층이 동시에 형성된 다중접합 태양전지.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다중접합 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 세계적으로 지구온난화 문제가 심화되고 있다. 이를 극복하기 위해 2015년 세계는 지구의 평균 기온 상승을 2도 이내보다 낮은 수준으로 유지하기로 하는 파리기후변화협약을 체결하였다. 따라서, 지구온난화를 막기 위해 기존의 화석에너지의 사용을 줄이고 이를 대체할 수 있는 신재생에너지 개발이 필수적이다.

[0004] 신재생에너지는 기존의 화석 연료를 재활용하거나 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 태양에너지, 지열 에너지, 해양 에너지, 바이오 에너지 등이 있다.

[0005] 이 중 태양에너지, 태양광은 오염이 없고, 무한하며 지구 어느 곳에서도 이용이 가능하다는 장점이 있다. 태양전지는 이를 활용하기 위해 개발되었으며, 광기전력 효과를 이용하여 태양으로부터 생성된 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 소자이다.

[0006] 유기, 무기, 유무기 하이브리드를 이용한 다양한 태양전지가 개발되었으나, 아직까지 전체 전력 생산량 중 태양전지를 이용하여 발전된 전력의 사용은 낮은 수준이다. 이는 태양전지의 발전단가가 화석 연료를 사용해 생산한 일반 전력비용에 비해 높기 때문이다. 태양전지 효율은 태양전지의 발전단가를 결정하는 중요인자로, 가격 경쟁력을 높이기 위해서는 태양전지 효율 향상이 중요하다.

[0007] 최근 26% 이상의 실리콘 태양전지 개발에 성공하며 꾸준한 성장을 보이고 있으나, 현재 구조의 실리콘 태양전지를 이용하여 구현 가능한 이론적 효율은 29.4%로 효율 향상의 한계가 있다.

[0008] 현재 상용화 되어 있는 태양전지 구조는 단일 접합 구조로 되어 있어, 태양으로부터 오는 빛을 전체적으로 이용하는 것에 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서 특정 파장대를 흡수할 수 있는 밴드갭으로 이루어진 태양전지를 적층하여 태양광 스펙트럼을 보다 효율적으로 이용하는 다중접합 태양전지 구현이 필요하다. 이때 이론적 효율 한계는 최대 87%까지 증가된다.

[0009] 한편, 페로브스카이트 태양전지는 2009년 일본의 미야사카 교수팀이 기존의 염료 감응 태양전지에 유무기 복합 소재인 메틸암모늄납요오드화물을 적용하면서 연구가 시작되었으며, 당시 3.8%에 불과하였던 효율이 빠른 속도로 성장하며 최근 25%이상의 효율을 기록하였다.

[0010] 페로브스카이트 태양전지 개발 전까지 III-V족 태양전지를 제외하고 다중접합의 상부 셀로 적용 가능한 높은 밴드갭을 가진 고효율 태양전지가 없었으나, 고효율 페로브스카이트 태양전지가 개발되면서 기존에 개발된 태양전지와 이중접합한 구조인 탠덤 구조로 효율을 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0011] 기존의 태양전지를 하부 셀로, 페로브스카이트 태양전지를 상부 셀로 이용한 다중접합 태양전지를 구현할 수 있다.

[0012] 다중접합 태양전지의 경우 상부 셀과 하부 셀을 직렬 연결하여 하나의 태양전지를 구성하며, 각 셀의 특성을 효율적으로 이용하기 위해, 두 층이 연결되는 부분이 중요하다. 이는 상부에서 생성된 홀과 하부에서 생성된 전자, 혹은 상부에서 생성된 전자와 하부에서 생성된 전공이 재결합하는 층으로 재결합층(recombination layer)으로 불리기도 한다.

[0013] 즉, 재결합층은 다중접합 태양전지의 상부 셀과 하부 셀을 직렬 전기적으로 직렬로 연결되기 때문에, 매우 중요하다.

[0014] 종래의 다중접합 태양전지에 대해서, 도 1을 참조하여 설명한다.

[0015] 하부 셀은 하부 전극, 반사층, 패시베이션층, 하부 제1전하이송층, 하부 흡수층 및 에미터층(또는 하부 제2전하이송층)을 순차적으로 증착하여 형성된다.

[0016] 그리고, 에미터층 상에 재결합층을 결합한다. 이때, 재결합층은 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide, TCO)을 사용할 수 있다.

[0017] 또한, TCO는 ITO, IZO, AZO, GZO 등 투명 전도성 물질로 이루어지고, 스퍼터링법에 의해 증착된다.

[0018] 그리고, 재결합층의 상에 상부 셀을 증착한다.

[0019] 상부 셀은, 재결합층 상에 상부 제1전하수송층, 상부 흡수층, 상부 제2전하이송층, 버퍼층, 투명층 및 상부전극을 순차적으로 증착하여 형성된다.

[0020] 이때, 상부 제1전하수송층은 산화물(TiO_2, SnO_2, ZnO_2 / NiO_X, CuO_2, MoO_X 등) 혹은 유기물(C60, BCP, PCBM / spiro-OMeTAD 등) 종류로 전자/전공전달층을 사용할 수 있다.

[0021] 그러나, TCO를 재결합층으로 사용하는 다중접합 태양전지의 경우, 스퍼터링법 공정 중 발생하는 플라즈마 데미지로 인해 하부 셀의 특성이 저하되는 문제가 발생하였다.

[0022] 또한, ITO의 주성분인 인듐(In)의 경우, 매장량이 한정되어있는 희토류 물질 중 하나로 태양전지의 대면적화, 상업화 등 향후 태양광 시장이 확장되는데 있어 인듐의 사용은 문제가 될 수 있다.

[0023] 이에 따라, 상술한 문제점들을 해결하고 다중접합 태양전지의 광전환변환효율을 극대화하기 위해 ITO를 대체하는 방안들이 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0025] 본 발명은 하부 셀의 상단에 금속 박막을 증착한 후, 증착한 금속 박막을 고온 열처리함으로써, 금속 박막과 하

부 셀의 계면에서는 금속 박막의 금속 원자가 하부 셀의 상단으로 확산되어 실리사이드의 재결합층이 형성되는 동시에, 금속 박막 표면에서는 산소 원자가 금속 박막으로 확산되어 금속산화물(전하수송층)이 형성될 수 있는 다중접합 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0026] 또한, 본 발명은, 종래의 다중접합 태양전지에서 재결합층으로 사용되는 TCO를 대체할 수 있는 새로운 재결합층을 형성하고, 동시에 형성되는 금속산화물을 전하수송층으로 활용하여 상부 셀 제작시 공정단계를 줄일 수 있는 다중접합 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0027] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0029] 본 발명의 실시예에 따른 다중접합 태양전지는 하부 셀을 형성하는 단계; 상기 하부 셀의 상에 금속박막층을 증착시키는 단계; 상기 금속박막층을 열처리하여, 재결합층 및 상부 제1전하수송층을 형성시키는 단계; 및 상기 상부 제1전하수송층 상에 상부 셀을 형성시키는 단계;를 포함한다.

[0030] 또한, 상기 금속박막층은, Ti, Ni, Mo 중 어느 하나를 포함한다.

[0031] 또한, 상기 하부 셀은, 하부전극, 하부 흡수층, 에미터층을 순차적으로 증착하여 형성되고, 상기 하부 흡수층은, 실리콘 기판이다.

[0032] 또한, 상기 금속박막층은, 상기 에미터층이 n형인 경우 Ni, Mo 중 어느 하나이고, 상기 에미터층이 p형인 경우 Ti이다.

[0033] 또한, 상기 금속박막층의 열처리에 의해 형성되는 재결합층은, $TiSi_2$, $NiSi_2$, $MoSi_2$ 중 어느 하나의 실리사이드로 형성된다.

[0034] 또한, 상기 금속박막층의 열처리에 의해 형성되는 상부 제1전하수송층은, TiO_2, NiO, MoO_X 중 어느 하나의 금속산화물로 형성되어, 전하 또는 정공을 수송시킨다.

[0035] 또한, 상기 금속박막층을 열처리하여, 재결합층 및 상부 제1전하수송층을 형성시키는 단계는, 산소 분위기에서 열처리되어 상기 재결합층 및 상부 제1전하수송층이 동시에 형성된다.

[0037] 본 발명의 실시예에 따른 다중접합 태양전지는 하부전극, 하부 흡수층, 에미터층을 순차적으로 증착하여 형성된 하부 셀; 상기 에미터층의 상에 금속박막층을 증착하여 열처리를 통해 형성되되, 상기 에미터층의 상에 형성되는 재결합층과 상부 제1전하수송층; 및 상기 상부 제1전하수송층 상에 상부 흡수층, 상부 전극을 순차적으로 증착하여 형성된 상부 셀;을 포함한다.

[0038] 또한, 상기 하부 흡수층은, 실리콘 기판이고, 상기 상부 흡수층은, 페로브스카이트층이다.

[0039] 또한, 상기 열처리는 산소 분위기에서 진행되어, 실리사이드의 재결합층과 금속산화물의 상부 제1전하수송층이 동시에 형성된다.

발명의 효과

[0041] 본 발명의 실시예에 따르면, 하부 셀의 상단에 금속 박막을 증착한 후, 증착한 금속 박막을 고온 열처리함으로써, 금속 박막과 하부 셀의 계면에서는 금속 박막의 금속 원자가 하부 셀의 상단으로 확산되어 실리사이드의 재결합층이 형성되는 동시에, 금속 박막 표면에서는 산소 원자가 금속 박막으로 확산되어 금속산화물(전하수송층)이 형성될 수 있다.

[0042] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 종래의 다중접합 태양전지에서 재결합층으로 사용되는 TCO를 대체할 수 있는 새로운 재결합층을 형성하고, 동시에 형성되는 금속산화물을 전하수송층으로 활용하여 상부 셀 제작시 공정단계

를 단축시켜 다중접합 태양전지를 제조할 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도 1은 종래의 다중접합 태양전지를 나타낸 구조도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중접합 태양전지를 나타낸 구조도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중접합 태양전지 제조방법을 나타낸 순서도이다.

도 4는 실리사이드와 금속산화물이 형성되는 상태를 나타낸 개략도이다.

도 5는 티타늄(Ti) 금속박막층 열처리를 나타낸 개략도이다.

도 6은 니켈(Ni) 금속박막층 열처리를 나타낸 개략도이다.

도 7은 실험예 1에 따른 주사전자현미경 및 투과전자현미경으로 촬영된 사진이다.

도 8은 실험예 2에 따른 전압-전류의 특성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0047] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.

[0049] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중접합 태양전지는, 하부 셀(10), 재결합층(30), 상부 제1전하수송층(40) 및 상부 셀(50)을 포함할 수 있다.

[0050] 먼저, 하부 셀(10)은, 하부 흡수층(15), 에미터층(16)을 순차적으로 증착하여 형성될 수 있다.

[0051] 구체적으로 하부 셀(10)은, 하부전극(11), 반사층(12), 패시베이션층(13), 하부 제1전하수송층(14), 하부 흡수층(15) 및 에미터층(16)을 순차적으로 증착하여 형성될 수 있으나, 이에 한정하지 않는다. 이때, 에미터층(16)은 하부 제2전하수송층일 수 있다.

[0052] 여기서, 하부 제1전하수송층(14)과 하부 제2전하수송층은 전자 또는 정공을 수송시킬 수 있다.

[0053] 또한, 에미터층(16)은 n형 또는 p형일 수 있다.

[0054] 또한, 하부 흡수층(15)은, 실리콘 기판일 수 있다. 이는, 후술할 금속박막층(20)에 열처리하는 동안 금속박막층(20)의 금속 원자가 하부 흡수층(15)으로 확산되어 후술할 재결합층(30)을 형성시킬 수 있도록 하기 위함이다.

[0055] 상술한 하부 셀(10)은, 전면 전극이 없는 실리콘 태양전지의 형태일 수 있다.

[0056] 재결합층(30)은, 에미터층(16)의 상에 금속박막층(20)을 증착하여 열처리를 통해 상술한 바와 같이 형성된다. 이때, 재결합층(30)은 $TiSi_2$, $NiSi_2$, $MoSi_2$ 중 어느 하나의 실리사이드(Silicide)로 형성될 수 있다.

[0057] 또한, 금속박막층(20)에 열처리될 때 실리사이드가 형성되는 동시에, 산소 원자가 금속박막층(20)으로 확산되어 금속박막층(20) 상에 금속산화물이 형성될 수 있다.

[0058] 이때, 열처리는 산소 분위기에서 진행되어, 실리사이드의 재결합층(30)과 금속산화물의 상부 제1전하수송층(40)이 동시에 형성될 수 있다. 또한, 열처리는 400℃ 이상의 고온에서 진행될 수 있다.

[0059] 여기서, 금속산화물은 금속박막층(20)이 Ti, Ni, Mo 중 어느 하나일 경우에 따라 전하수송층 또는 정공수송층인 상부 제1전하수송층(40)으로 형성될 수 있다.

[0060] 예를 들어, 도 5와 같이, 금속박막층(20)이 Ti 이면, TiO_2 의 금속산화물이 형성되어 전자수송층이 될 수 있다. 이때, 에미터층(16)은 p형인 것이 바람직하다.

[0061] 또한, 도 6과 같이, 금속박막층(20)이 Ni 이면, NiO_2 의 금속산화물이 형성되고, 금속박막층(20)이 Mo 이면, MoO_X 금속산화물이 형성되어 정공수송층이 될 수 있다. 이때, 에미터층(16)은 n형인 것이 바람직하다.

[0062] 이에 따라, TCO를 대체할 수 있는 새로운 재결합층(30)을 형성할 수 있다. 특히, TCO는 ITO, IZO, AZO, GZO 등 투명 전도성 물질로 이루어지고, 스퍼터링법에 의해 증착되는데, 본 발명의 다중접합 태양전지는, TCO를 사용하지 않으므로 스퍼터링법 공정 중 발생하는 플라즈마 데미지가 발생하지 않아, 하부 셀(10)을 특성을 유지시킬 수 있다. 게다가, TCO 중 ITO의 주성분인 인듐(In)이 필요하지 않기 때문에, 태양전지의 대면적화시키는 등 다중접합 태양전지를 용이하게 활용할 수 있다.

[0063] 게다가, 재결합층(30)과 동시에 형성되는 금속산화물을 전자수송층 또는 정공수송층으로 활용할 수 있으므로, 금속산화물은 상부 제1전하수송층(40)으로 사용할 수 있어, 상부 셀(50) 제작시 전자수송층 또는 정공수송층을 증착하는 공정을 생략할 수 있다.

[0064] 상부 셀(50)은, 상부 제1전하수송층(40) 상에 상부 흡수층(51), 상부전극(55)을 순차적으로 증착하여 형성될 수 있다.

[0065] 구체적으로, 상부 셀(50)은, 상부 제1전하수송층(40) 상에 상부 흡수층(51), 상부 제2전하수송층(52), 버퍼층(53), 투명층(54) 및 상부전극(55)을 순차적으로 증착하여 형성될 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.

[0066] 이때, 상부 흡수층(51)은 페로브스카이트층일 수 있으며, 상부 셀(50)은 후면 전극이 없는 페로브스카이트 태양전지의 형태로 형성될 수 있다.

[0067] 한편, 상술한 하부 셀(10)과 상부 셀(50)에 대한 각 층에 대해 설명하나, 이에 한정하지 않는다.

[0068] 하부전극(11)은 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 구리(Cu) 및 니켈(Ni), 탄소(C) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질 또는 2 이상의 물질을 포함하는 금속합금일 수 있다.

[0069] 또한, 하부전극(11)은 상부에 입사된 광이 외부로 빠져나가지 못하도록 반사하는 기능을 수행할 수 있다.

[0070] 반사층(12)은 상부에 입사된 광이 경로를 증가시켜 광전 변환 효율을 증가시키는 역할을 한다.

[0071] 패시베이션층(13)은 투광성의 절연막으로 구성될 수 있으며, 산화막 및 질화막 계열의 절연성막이 사용될 수 있다.

[0072] 버퍼층(53)은 상부 흡수층(51)과 투명층(54)의 경계 역할을 할 수 있으며, 황화카드뮴(CdS)이 사용될 수 있다.

[0073] 투명층(54)은 ZnO(Zinc Oxide), ITO(Indium Tin Oxide) 및 AZO(Aluminum-doped zinc oxide)와 같은 물질을 이용하여 투명 전도층으로 형성될 수 있다.

[0074] 상부전극(55)은, 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 은(Ag), 금(Au), 백금(Pt), 구리(Cu) 및 니켈(Ni), 탄소(C) 중에서 선택된 적어도 하나의 물질 또는 2 이상의 물질을 포함하는 금속합금일 수 있다.

[0075] 그리고, 전하수송층이 정공수송층인 경우, 이러한 정공수송층은 PEDOT:PSS(폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스티렌설포네이트)), 폴리티오페닐렌비닐렌(polyhiophenylenevinylene), 폴리비닐카바졸(polyvinylcarbazole), 폴리파라페닐렌비닐렌(poly-p-phenylenevinylene), Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)(P3HT), Poly[bis(4-phenyl)(2,4,6-trimethylphenyl)amine] (PTAA), 9′ -spirobi[9H-fluorene]-2,2′ ,7,7′ -tetramine (Spiro-MeOTAD) 및 이들의 유도체일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 형태의 유기물이 사용될 수 있다. 또한, p-타입으로 도핑된 금속산화물 반도체인 몰리브덴 옥사이드, 바나듐 옥사이드 또는 텅스텐 옥사이드 니켈 옥사이드 등이 사용될 수 있다.

[0076] 또한, 전하수송층이 전자수송층인 경우, 이러한 전자수송층은 풀러렌(C60, C70, C80) 또는 풀러렌 유도체인

PCBM([6,6]-phenyl-C61 butyric acid methyl ester)(PCBM(C60), PCBM(C70), PCBM(C80))일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 형태의 유기물이 사용될 수 있다. 또한, n-타입으로 도핑된 금속산화물 반도체인 타이타늄 옥사이드(TiOx) 또는 아연 옥사이드(ZnO), 주석 옥사이드(SnOx) 등이 사용될 수 있다.

[0078] 이하, 본 발명에 따른 다중접합 태양전지 제조방법을 설명한다. 그리고, 다중접합 태양전지 제조방법에 대해 설명 중, 상술한 다중접합 태양전지와 동일한 구성에 대해서는 생략한다.

[0079] 도 3을 참조하면, 다중접합 태양전지 제조방법은, 먼저, 하부 셀(10)을 형성할 수 있다.

[0080] 이때, 하부 셀(10)은, 하부전극(11), 하부 흡수층(15), 에미터층(16)을 순차적으로 증착하여 형성될 수 있으며, 하부 흡수층(15)은, 실리콘 기판일 수 있다.

[0081] 다음으로, 하부 셀(10)의 상에 금속박막층(20)을 증착시킨다.

[0082] 이때, 금속박막층(20)은, Ti, Ni, Mo 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0083] 특히, 금속박막층(20)은, 에미터층(16)이 n형인 경우 Ni, Mo 중 어느 하나이고, 에미터층(16)이 p형인 경우 Ti일 수 있다.

[0084] 다음으로, 금속박막층(20)을 열처리하여, 재결합층(30) 및 상부 제1전하수송층(40)을 형성시킨다.

[0085] 이때, 금속박막층(20)의 열처리에 의해 형성되는 재결합층(30)은, $TiSi_2$, $NiSi_2$, $MoSi_2$ 중 어느 하나의 실리사이드로 형성될 수 있다.

[0086] 그리고 금속박막층(20)의 열처리에 의해 형성되는 상부 제1전하수송층(40)은, TiO_2, NiO, MoO_X 중 어느 하나의 금속산화물로 형성되어, 전하 또는 정공을 수송시킬 수 있다.

[0087] 또한, 금속박막층(20)을 열처리하여, 재결합층(30) 및 상부 제1전하수송층(40)을 형성시킬 때는, 산소 분위기에서 열처리되어 재결합층(30) 및 상부 제1전하수송층(40)이 동시에 형성될 수 있다.

[0088] 마지막으로, 상부 제1전하수송층(40) 상에 상부 셀(50)을 형성시킨다.

[0090] 상술한 다중접합 태양전지 제조방법으로 제조된 다중접합 태양전지에 대한 실시예를 살펴본다.

[0091] [실시예]

[0092] 실리콘 기판 상에 p형 에미터층(16)을 증착시키고, p형 에미터층(16) 상에 Ti 의 금속박막층(20)을 증착한다. 그리고, Ti 금속박막층(20)에 램프를 이용하여 400℃ 이상으로 열처리한다. 이에 실리사이드와 금속산화물이 형성된다.

[0093] [실험예 1]

[0094] 도 7과 같이, 주사전자현미경 및 투과전자현미경을 통해 제조된 다중접합 태양전지의 단면을 살펴보면, 6.07nm의 두께를 갖는 TiS_2의 실리사이드와, 2.38nm의 두께를 갖는 TiO_2의 전하수송층이 형성됨을 확인할 수 있다.

[0095] [실험예 2]

[0096] 도 8과 같이, 실시예에 따른 다중접합 태양전지의 전류-전압 측정 그래프를 살펴보면, 실리사이드에 의한 계면에서의 우수한 전기적 특성을 확인할 수 있다.

[0098] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함

하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0100] 10 : 하부 셀 11 : 하부전극

12 : 반사층 13 : 패시베이션층

14 : 하부 제1전하수송층 15 : 하부 흡수층

16 : 에미터층 20 : 금속박막층

30 : 재결합층 40 : 상부 제1전하수송층

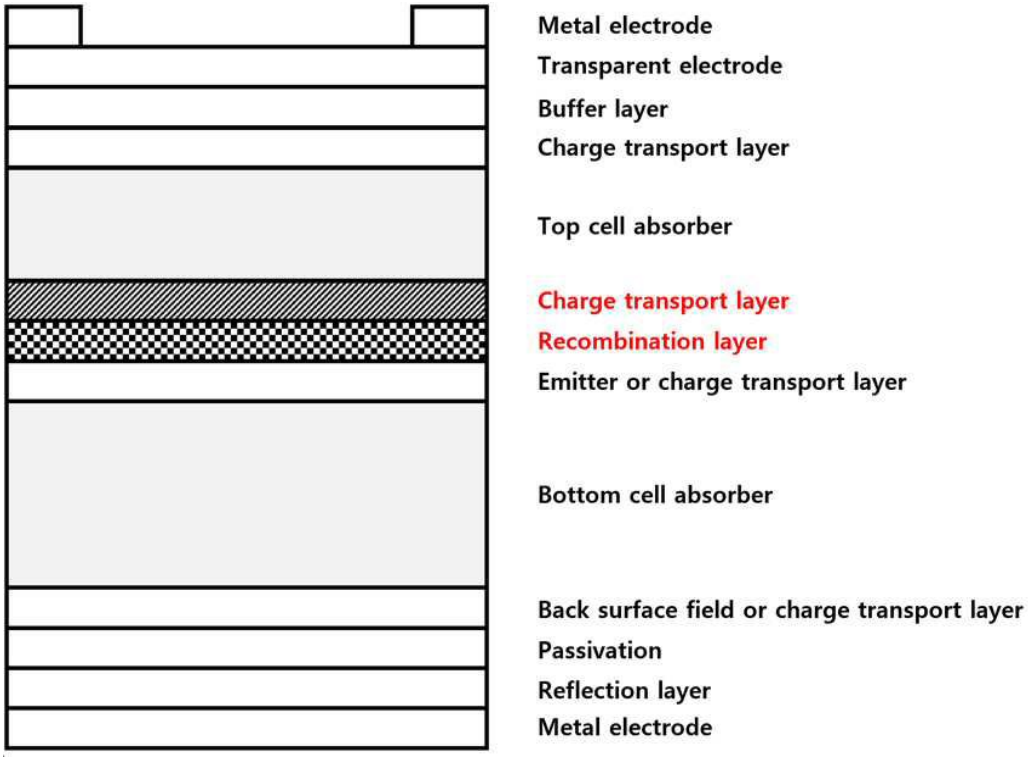
50 : 상부 셀 51 : 상부 흡수층

52 : 상부 제2전하수송층 53 : 버퍼층

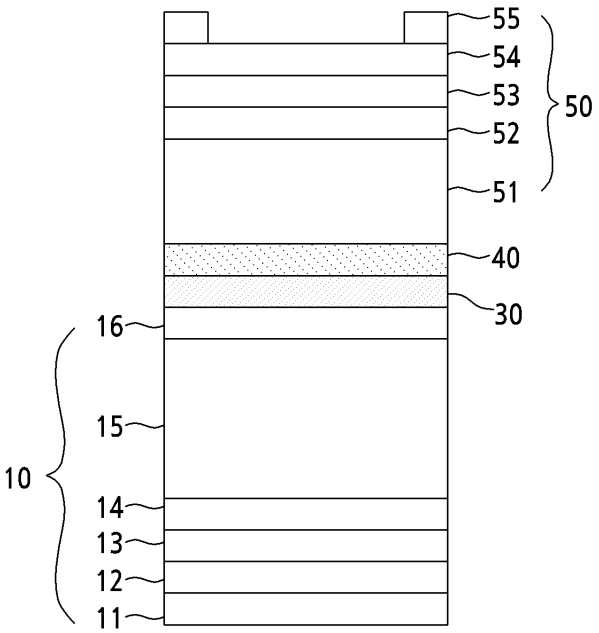
54 : 투명층 55 : 상부전극

도면

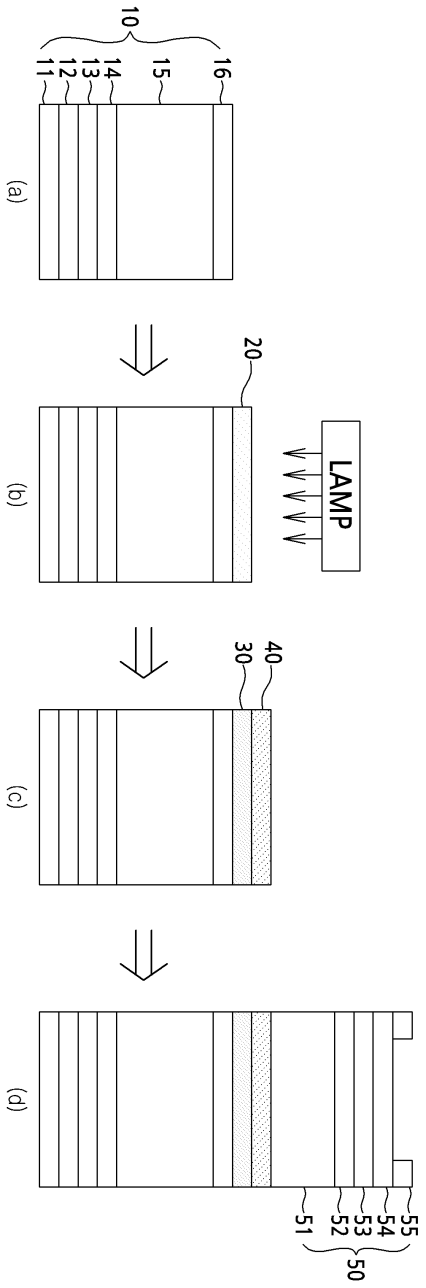
도면1



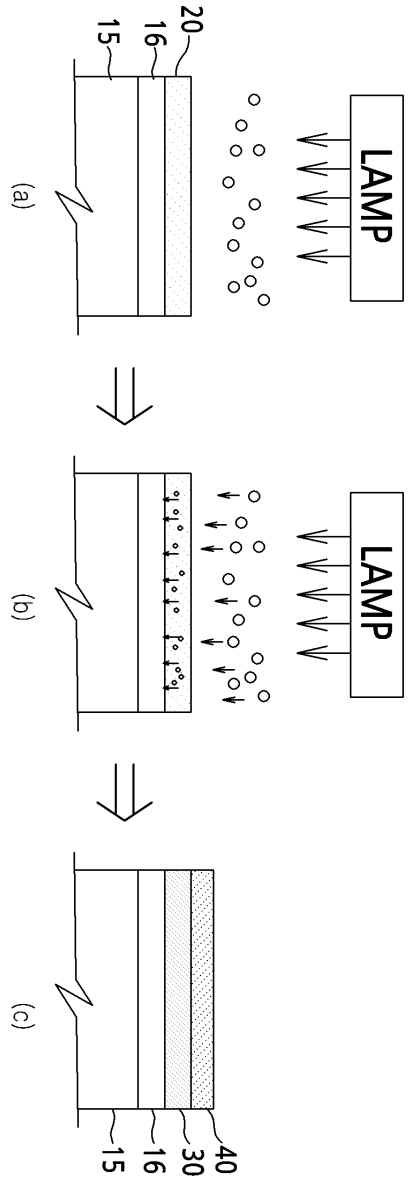
도면2



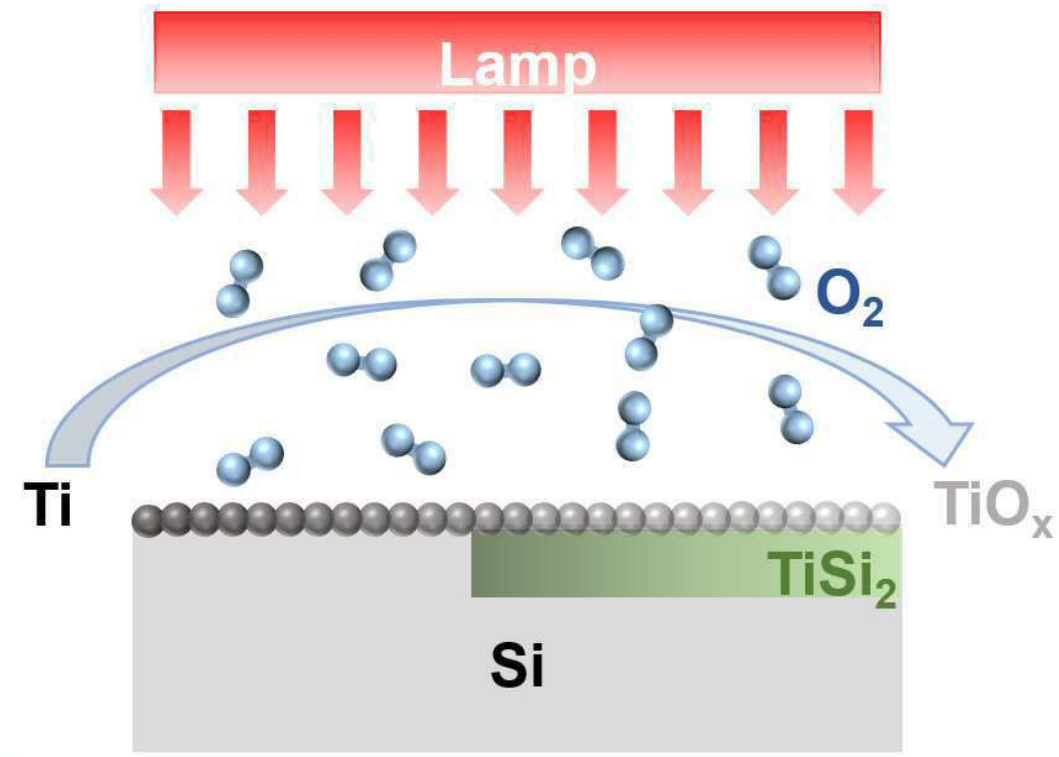
도면3



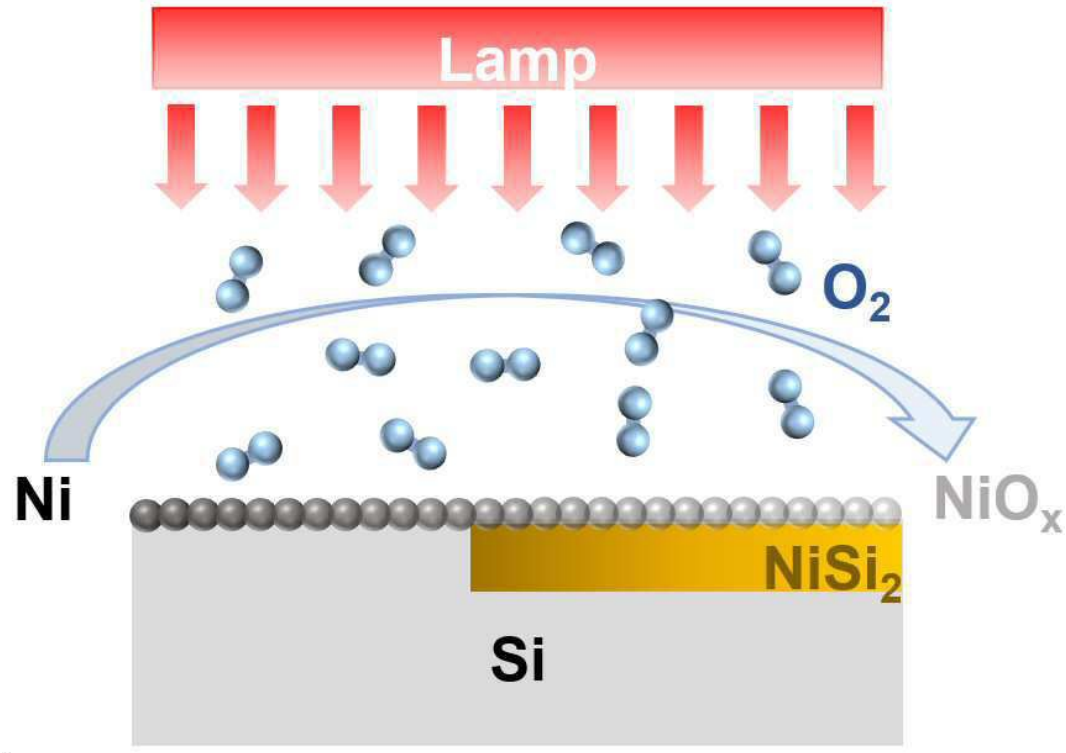
도면4



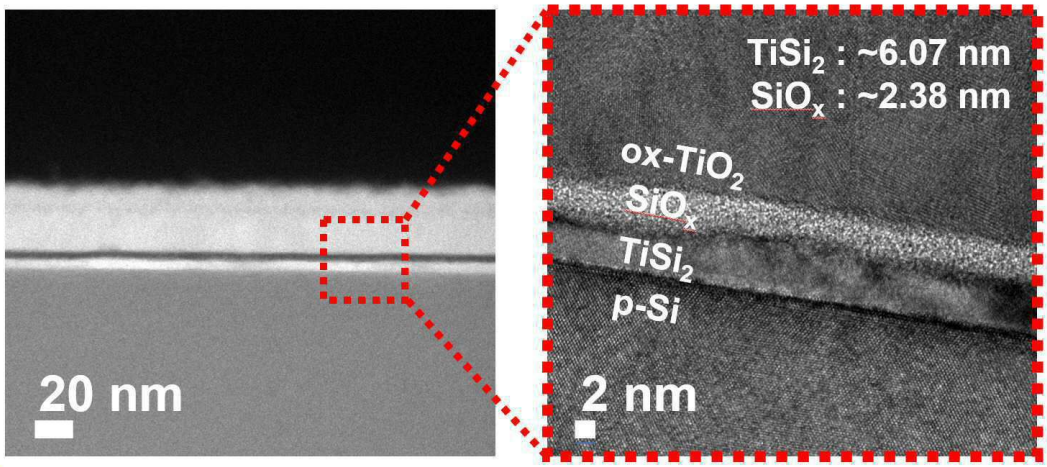
도면5



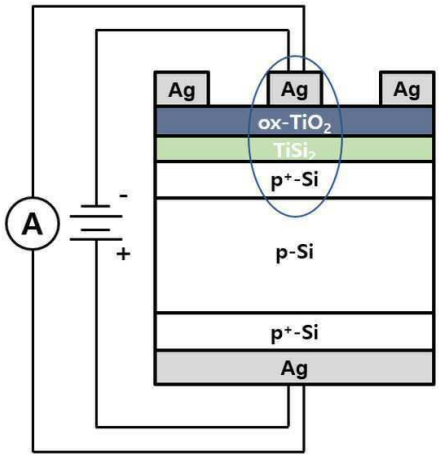
도면6

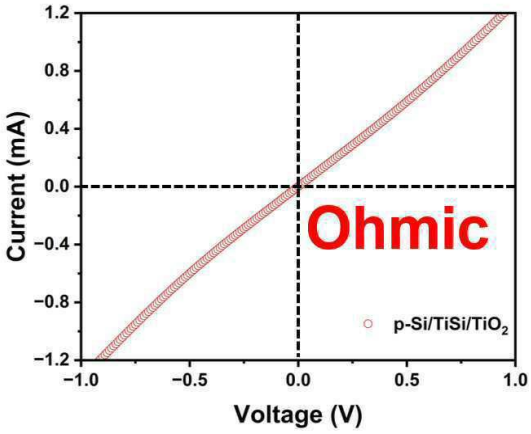


도면7


TiSi2 : ~6.07 nm
SiOx : ~2.38 nm
ox-TiO2
SiOx
TiSi2
p-Si
20 nm
2 nm

도면8


Ag
Ag
Ag
ox-TiO2
TiSi2
p+-Si
p-Si
p+-Si
Ag
A
-
+


Current (mA)
Voltage (V)
Ohmic
p-Si/TiSi/TiO2
1.2
0.8
0.4
0.0
-0.4
-0.8
-1.2
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0