(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월27일
(11) 등록번호 10-1354928
(24) 등록일자 2014년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/042 (2014.01) *H01L 31/18* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0055375
(22) 출원일자 2012년05월24일
심사청구일자 2012년05월24일
(65) 공개번호 10-2013-0131661
(43) 공개일자 2013년12월04일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005142371 A*
JP2009530858 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
희성전자 주식회사
서울특별시 용산구 독서당로14길 9 (한남동, 희성전자)
(72) 발명자
김도억
대구광역시 북구 칠곡중앙대로95길 11 (관음동, 동화훼미리타운 107동 405호)
(74) 대리인
특허법인 신우

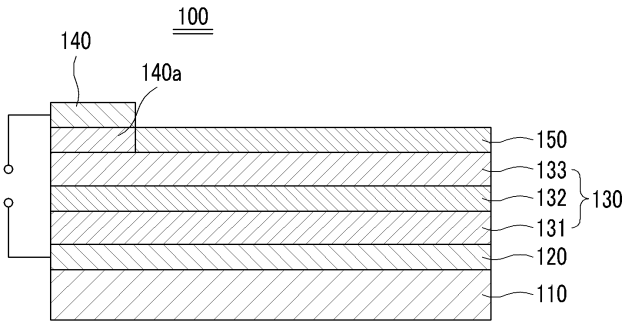
전체 청구항 수 : 총 2 항 심사관 : 김태근

(54) 발명의 명칭 **고굴절율의 반사 방지막을 갖는 박막형 태양전지 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 태양전지의 표면에 형성되는 반사 방지막이 높은 굴절율을 나타내고 광흡수층의 황변 현상을 방지하도록 하여, 광 변환 효율을 향상시킬 수 있는 박막형 화합물 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것으로, 반도체 화합물의 광변환층을 갖는 박막형 태양전지에 있어서, 상기 광변환층의 일 면에 형성되며, Mg, Zn 및 F를 포함하는 혼합물로 구성되는 반사 방지막;을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 반사 방지막은 Zn 및 Mg-F 는 2 : 8 내지 7 : 3 의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

반도체 화합물의 광변환층을 갖는 박막형 태양전지에 있어서,

상기 광변환층의 일 면에 Zn 및 Mg-F 화합물이 2 : 8 내지 7 : 3 의 중량비로 혼합된 혼합물로 구성되는 반사 방지막;을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지.

청구항 2

삭제

청구항 3

반도체 화합물의 광변환층을 갖는 박막형 태양전지 제조방법에 있어서,

상기 광변환층의 일 면에 Zn 및 Mg-F 화합물을 2 : 8 내지 7 : 3 의 중량비를 갖도록 반사 방지막을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막형 태양전지 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 박막형 태양전지에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 태양전지의 표면에 형성되는 반사 방지막이 높은 굴절율을 나타내고 광흡수층의 황변 현상을 방지하도록 하여, 광 변환 효율을 향상시킬 수 있는 박막형 화합물 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 태양전지(Solar Cell)는 태양광을 직접 전기로 변환시키는 태양광발전의 핵심소자로서, 반도체의 p-n 접합으로 만든 태양전지에 금지대폭(Eg : Band-gap Energy)보다 큰 에너지를 가진 태양광이 입사되면 전자-정공 쌍이 생성되어 이들의 기전력을 이용하여 전류가 흐르게 되는 것을 이용한 전기소자이다.

[0003] 이러한 태양전지는 단결정 실리콘 태양전지, 다결정 실리콘 태양전지, 및 박막형 태양전지로 분류될 수 있다. 최근에는 기판의 두께를 혁신적으로 줄이는 기술 또는 유리와 같이 값싼 기판 위에 박막 형태의 화합물을 증착시키는 기술을 이용한 박막형 태양전지가 주목을 받고 있다. 박막형 태양전지는 단결정 및 다결정 실리콘 태양전지에 비해 변환 효율은 낮으나 저가화할 수 있는 가능성을 보이고 있다. 이러한 박막형 태양전지에는 GaAs, InP, CdTe, $CuInSe_2$, Cu(InGa)Se2 또는 Cu_2ZnSnS_4 등의 화합물이 주로 사용된다.

[0004] 도 1은 종래의 기술에 따른 박막형 화합물 태양전지를 개략적으로 나타낸 종단면도이다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 박막형 화합물 태양전지(10)는 기판(11) 상에 배면 전극(12), 제1광흡수층(13), 채널층(14), 제2광흡수층(15) 및 반사 방지막(16)이 순차적으로 형성된다. 또한, 제2광흡수층(15)의 일 측에는 전면 그리드 전극(17)이 형성된다. 여기서, 반사 방지막(16)은 태양광의 반사를 방지하여 반사 손실을 줄이기 위한 기능을 수행하는 것으로, 도시된 바와 같이 제2광흡수층(15) 상에서 ZnS 막(16a)과 MgF_2 막(16b)의 이중막 구조를 이룬다. 이러한 이중 막 구조는 서로 다른 굴절율을 가지는 ZnS 막(16a)과 MgF_2 막(16b)을 중첩 형성함으로써, 전체적인 광 투과도를 향상시키켜 우수한 광 변환 효율을 나타내는 효과가 있다.

[0005] 그러나, 종래의 기술에서는 태양전지(10)의 반사 방지막(16)으로 ZnS 막이 사용됨으로 인하여, 장시간 사용에 따른 황변 현상을 초래하여 광 변환 효율을 저하시키는 문제점이 있다. 즉, 집광형 화합물 태양전지에서는 소자의 발열에 의하여 ZnS 막과 MgF_2 막이 열적 영향을 받게 되고, 이때, ZnS 막에서 황(S) 성분이 이탈되어 태양전지의 황변 현상을 초래하는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 반사 방지막을 구성하는 화합물의 성분을 변화시켜, 높은 굴절율과 광 투과도를 가지면서 발열에 의한 황변 현상을 방지하여 광 변환 효율을 향상시킬 수 있는 박막형 화합물 태양전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 반도체 화합물의 광변환층을 갖는 박막형 태양전지에 있어서, 상기 광변환층의 일 면에 형성되며, Mg, Zn 및 F를 포함하는 혼합물로 구성되는 반사 방지막;을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 반사 방지막은 Zn 및 Mg-F 의 비율이 2 : 8 내지 7 : 3 의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 반도체 화합물의 광변환층을 갖는 박막형 태양전지 제조방법에 있어서, 상기 광변환층의 일 면에 Zn 및 Mg-F 화합물을 2 : 8 내지 7 : 3 의 중량비를 갖도록 반사 방지막을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 반사 방지막의 형성은 스퍼터링 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기 박막형 태양전지 제조방법은 상기 반사 방지막 형성 후, 80 내지 120 ° 의 온도 조건에서 20 내지 40 분 동안 어닐링 과정을 더 수행하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 상기와 같은 구성의 광 반사 손실을 방지하기 위한 반사 방지막이 Mg-Zn-F 화합물로 구성되어, 높은 굴절율과 광 투과도를 나타내면서도 황변 현상을 방지함으로써, 광 변환 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 종래의 기술에 따른 박막형 화합물 태양전지의 구조를 나타낸 종단면도,

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 박막형 화합물 태양전지의 구조를 나타낸 종단면도,

도 3은 도 2의 주요부인 반사 방지막의 구성 성분에 따른 굴절율을 나타낸 그래프,

도 4는 도 2의 주요부인 반사 방지막의 구성 성분에 따른 광 투과도를 나타낸 그래프, 및

도 5는 도 2의 태양전지를 제조하는 과정을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명과 본 발명의 실시에 의해 달성되는 기술적 과제는 다음에서 설명하는 바람직한 실시예들에 의해 명확해질 것이다. 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 살펴보기로 한다.

[0013] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 박막형 화합물 태양전지의 구조를 나타낸 종단면도이고, 도 3은 도 2의 주요부인 반사 방지막의 구성 성분에 따른 굴절율을 나타낸 그래프이며, 도 4는 도 2의 주요부인 반사 방지막의 구성 성분에 따른 광 투과도를 나타낸 그래프이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 박막형 화합물 태양전지(100)는, 기판(110) 상에 배면 전극(120), 제1광흡수층(131), 채널층(132)과 제2광흡수층(133)으로 구성되는 광변환층(130)이 형성되고, 광변환층(130) 상에는 그리드 전극(140)과 반사 방지막(150)이 형성된다.

[0014] 구체적으로 살펴보면, 기판(110)은 글라스, 알루미나와 같은 세라믹, 스테인리스 스틸, 구리 테이프와 같은 금속 재료 또는 폴리머 등 다양한 재질로 구성될 수 있다. 최근에는 소다회 유리(sodalime glass)나 Ge, GaAs와

같은 반도체 화합물이 기판으로 이용되고 있다. 또한, 기판(110)은 글라스와 같은 경성을 갖거나 고분자 혹은 박판 금속과 같은 유연성을 갖도록 구성될 수도 있다.

[0015] 배면 전극(120)은 그리드 전극(140)과 함께 광변환층(130)에서 생성되는 전류를 수집하는 기능을 한다. 이러한 배면 전극(120)은 높은 전기 전도도를 갖고, 기판에 대한 점착성이 우수한 재질이 사용되며, 일 예로 몰리브덴(Mo) 박막이 주로 사용된다.

[0016] 광변환층(130)은 p-n 접합의 반도체층으로서, 태양광을 흡수하여 전자 및 정공 쌍을 생성하여 전기적 에너지로 변환시키는 기능을 한다. 이러한 광변환층(130)은 제1광흡수층(131), 채널층(132) 및 제2광흡수층(133)으로 구성되며, 제1광흡수층(131)은 p형 반도체층으로 구성되며, 일 예로 GaAs 셀로 구성될 수 있다. 제2광흡수층(133)은 n형 반도체층으로 구성되며, 일 예로 AlGaAs 셀로 구성될 수 있다. 또한, 제1광흡수층(131)과 제2광흡수층(133) 사이에는 일정량 이상의 태양광이 흡수되는 경우 전류가 흐를 수 있도록 금지대 폭(Energy Band-gap)으로서의 채널층(132)이 개입된다.

[0017] 그리드 전극(140)은 태양전지(100)의 전면 전극으로서, 배면 전극(120)과 함께 광변환층(130)에서 생성되는 전류를 수집하는 기능을 한다. 이러한 그리드 전극(140)은 높은 전기 전도도를 갖는 물질이 이용되며, 일 예로 알루미늄(Al) 또는 니켈/알루미늄(Ni/Al) 박막으로 형성된다. 또한, 그리드 전극(140)은 도시된 바와 같이, GaAs층(140a)을 매개로 제2광흡수층(133) 상에 형성될 수 있다. 여기서 제2광흡수층(133) 상에 형성되는 GaAs 층(140a)은 p+ 로 도핑되어 광변환층(130)에서 형성된 전자를 GaAs 층(140a)으로 집중시켜 전극(140)을 통하여 이동할 수 있도록 한다.

[0018] 반사 방지막(ARC : Anti-Reflective Coating, 150)은 태양전지(100)로 흡수되는 태양광의 반사를 줄여 광 흡수 효율을 향상시키는 기능을 한다. 태양광의 반사 손실을 줄이면, 약 1% 정도의 태양 전지 효율 향상이 가능하다. 본 발명에서의 반사 방지막(150)은 단일막 구조로 형성되며, 특히, Mg-Zn-F 화합물의 박막으로 형성된다. 이러한, Mg-Zn-F 화합물을 이용한 단일 박막은 높은 광 투과도를 나타냄과 동시에 고 굴절율을 가져 광 흡수 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 단일막 구조를 적용함으로써, 공정 수를 줄일 수 있다.

[0019] 한편, 이상적인 반사 방지막은 1.3 내지 1.5 사이의 굴절율을 가져야 한다. 여기서, 굴절율은 상기 범위 내에서 높은 값을 갖는 것이 광 흡수 효율 면에서 바람직하다. 반사 방지막의 굴절율이 높을수록 태양전지에 인가된 광의 구속력이 증가되어 효율이 향상될 수 있기 때문이다. MgF_2 박막은 대략 1.36 내지 1.38 정도의 굴절율을 나타내므로, MgF_2 박막이 태양전지의 반사 방지막 물질로 주로 이용된다. 본 발명에서는 Zn을 혼합한 Mg-Zn-F 화합물을 이용한 단일 박막 구조의 반사 방지막(150)을 적용함으로써, MgF_2 박막보다 훨씬 높은 1.442 내지 1.463의 굴절율을 나타낼 수 있다.

[0020] Mg-Zn-F 화합물은 MgF_2 의 격자 구조에 Zn 원자가 삽입되는 형식의 격자 구조를 가지는데, 이러한 격자 구조의 변경으로 박막의 굴절율 변화를 가져올 수 있는 것이다. 본 발명에서의 반사 방지막(150)의 굴절율은 Zn 과 Mg-F의 혼합 비율에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 Zn 과 Mg-F이 대략 2:8 내지 7:3의 중량비로 혼합된다. 이 경우 굴절율은 도 3에 도시된 바와 같이 2:8의 중량비에서 대략 1.446 정도를 나타내고, Zn의 비율을 점차 증가시킨 6:4의 중량비에서 최고치인 1.463 정도를 나타냄을 확인할 수 있다. 또한, Zn의 비율을 더 증가시키는 경우에는 오히려 굴절율이 감소함을 확인할 수 있다.

[0021] 또한, 이상적인 반사 방지막은 가시광 영역에서 80% 이상의 광 투과도를 가져야 한다. MgF_2 박막은 가시광 영역에서 80% 이상의 높은 광 투과도를 나타내는 특성을 가지므로, 태양전지의 반사 방지막 물질로 주로 이용된다. 그러나, 본 발명에서와 같이 Zn을 혼합한 Mg-Zn-F 화합물을 이용한 반사 방지막(150)에서도 80% 이상의 광 투과도를 나타낼 수 있다. 즉, 도 4에 도시된 바와 같이 본 발명에서의 Mg-Zn-F 화합물을 이용한 반사 방지막은 대략 400 내지 800nm 파장대의 가시광 영역에서의 광 투과도는 모두 80% 이상으로 높게 나타남을 확인할 수 있다.

[0022] 살펴본 바와 같이, 본 발명의 반사 방지막(150)은 Mg-Zn-F 화합물의 박막으로 구성되어, 높은 굴절율과 광 투과도를 가지고, 특히, 황(S) 성분이 포함되지 않아 박막의 황변 현상을 초래하지 않으며, 단일 박막 구조를 이루어 제조 공정을 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0023] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 태양전지를 제조하는 과정을 나타낸 순서도이다. 본 발명의 태양전지는 기판상에 전극, 광변환층 및 반사 방지막을 형성시키는 과정으로 이루어진다.

[0024] 구체적으로 살펴보면, 글라스, 세라믹 혹은 금속 기판(110)을 준비하고(S11), 기판(110) 상에 배면 전극(120)으로서 몰리브덴 박막을 형성한다(S12). 이때, 몰리브덴 박막은 스퍼터링(sputtering) 공정으로 형성할 수 있다. 그리고, 배면 전극(120) 상에 광변환층(130)을 형성하는데, 제1광흡수층(131), 채널층(132) 및 제2광흡수층(133) 순으로 형성한다(S13~S15). 이때, 제1광흡수층(131)은 GaAs 박막으로 형성하고, 제2광흡수층(133)은 AlGaAs 박막으로 형성한다. 또한, 광변환층(130) 상에 반사 방지막(150)을 형성한다(S16). 반사 방지막(150)은 스퍼터링 공정으로 형성하며, Mg, Zn 및 F 의 3원자를 타겟으로 하여 다운 방식의 스퍼터(Down type sputter)를 이용하여 광변환층(130) 상에 형성한다. 이때, 그리드 전극(140)을 형성하기 위한 마스크 패턴이 미리 형성되어야 한다. 반사 방지막(150) 형성 후 마스크 패턴을 제거하고, 노출된 패턴을 따라 그리드 전극(140)을 형성한다(S17). 이때, 그리드 전극(140)은 알루미늄(Al) 박막으로 형성될 수 있으며, 알루미늄 박막 형성 전에 패턴을 따라 GaAs 박막을 먼저 형성하고, 그 위에 전극을 형성할 수 있다.

[0025] 반사 방지막(150) 형성 후, 박막의 안정적인 결합을 유도하고, 결정 부정합을 개선하기 위하여 어닐링(anealing) 공정이 수행된다(S18). 어닐링 공정은 저온 환경에서 이루어지며, 본 발명에서는 80 내지 120°의 온도 조건에서 20 내지 40 분 동안 이루어진다. 어닐링 공정이 온도가 너무 낮거나 짧은 시간 동안 이루어지면, 결정 부정합의 개선이 잘 이루어지지 않을 우려가 있으며, 온도가 너무 높거나 긴 시간 동안 이루어지면 열적 영향을 받아 소자가 파괴될 우려가 있다. 이러한 어닐링 공정은 반사 방지막 형성 후 수행되거나 그리드 전극 형성 후 수행될 수도 있다.

[0026] 본 발명에서는 Mg-Zn-F 화합물을 이용한 단일 박막 구조의 반사 방지막이 GaAs 및 AlGaAs 기반의 박막형 화합물 태양전지에 적용되는 구조를 예시하였으나, 본 발명의 반사 방지막은 반사 방지막이 형성되는 다양한 형태의 태양전지에도 적용될 수 있다.

[0027] 이상에서 본 발명에 있어서 실시예를 참고로 설명되었으나, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

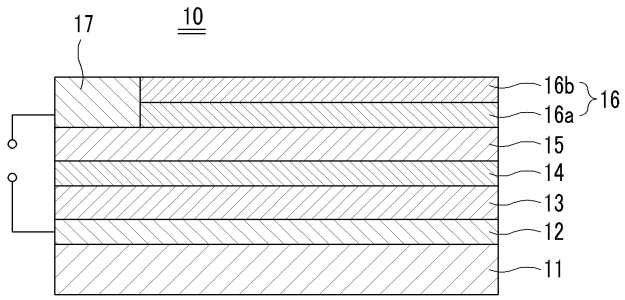
부호의 설명

[0028]

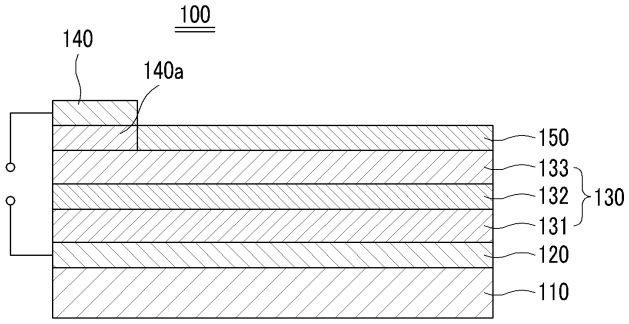
110 : 기판	120 : 배면 전극
130 : 광변환층	131 : 제1광흡수층
132 : 채널층	133 : 제2광흡수층
140 : 그리드 전극	150 : 반사 방지막

도면

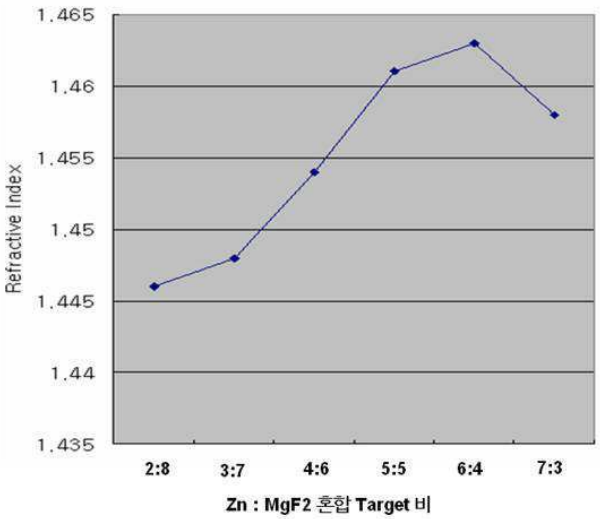
도면1



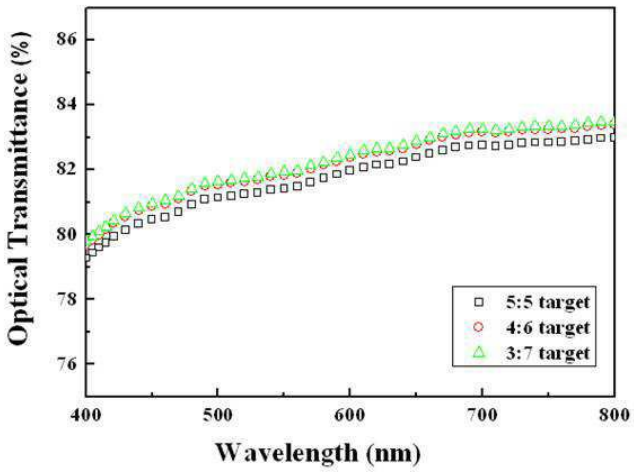
도면2


100
140
140a
150
133
132
131
130
120
110

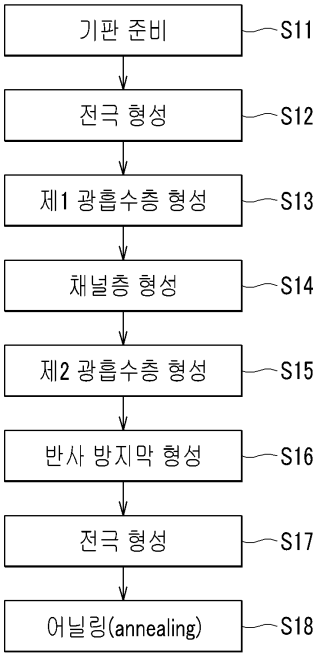
도면3


1.465
1.46
1.455
1.45
1.445
1.44
1.435
Refractive Index
2:8
3:7
4:6
5:5
6:4
7:3
Zn : MgF2 혼합 Target 비

도면4


Optical Transmittance (%)
86
84
82
80
78
76
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)
5:5 target
4:6 target
3:7 target

도면5


기판 준비
S11
전극 형성
S12
제1 광흡수층 형성
S13
채널층 형성
S14
제2 광흡수층 형성
S15
반사 방지막 형성
S16
전극 형성
S17
어닐링(annealing)
S18