



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0090624
(43) 공개일자 2012년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 31/072 (2006.01) H01L 31/042

(2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0011153

(22) 출원일자 2011년02월08일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

김동환

서울특별시 용산구 이촌로 347, 2동 201호 (서빙고동, 신동아아파트)

탁성주

서울특별시 노원구 덕릉로 721, 101동 1102호 (중계동, 정진아트리움)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인이지

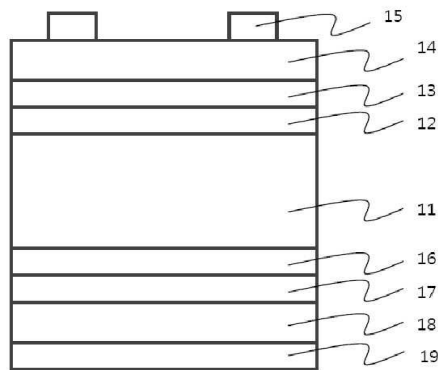
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 실리콘 이종접합 태양전지용 투명전도 산화막 및 이를 포함하는 실리콘 이종접합 태양전지

(57) 요약

본 발명은 일함수가 높으면서도 전기적 및 광학적 특성을 향상시키기 위해 인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막에 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트가 도핑된 것을 특징으로 하는 실리콘 이종접합 태양전지용 투명전도 산화막 및 이를 포함하는 실리콘 이종접합 태양전지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이승훈

서울특별시 동대문구 무학로 200, 711호 (제기동,
휴먼플러스)

최수영

충청남도 아산시 배방읍 장재리 용연마을 휴먼시
아 아파트 110동 1101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20093021010010-12-1-000

부처명 지식경제부

연구사업명 지식경제기술혁신사업

연구과제명 고효율 실리콘 태양전지 원천기술 연구센터

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010.06.01 ~ 2011.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막에 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트가 도핑된 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 도핑은 수소 또는 수소 플라즈마 분위기에서 수행되어 수소가 상기 도펀트와 동시에 도핑되는 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 수소는 아르곤(Ar) 및 수소(H₂)의 혼합가스를 사용하여 도핑되며, 상기 혼합가스에 대하여 10 부피 % 이하로 도핑되는 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 박막은 산화인듐(In₂O₃), 산화주석(SnO₂) 및 산화주석인듐(Sn doped In₂O₃, ITO)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 도펀트는 전체 금속에 대하여 0.5 원자% 내지 20 원자%로 상기 박막에 도핑되는 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 두께는 80 nm 내지 100 nm 인 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일함수는 5.2 eV 이상인 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막.

청구항 8

제 1항 내지 7항 중 어느 한 항에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막을 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막 및 이를 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지에 관한 것으로, 구체적으로는 높은 일함수를 가지면서도 전기적 및 광학적 특성을 향상시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 이중접합 실리콘 태양전지용 투명전도 산화막 및 이를 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지는 광전기력 효과를 이용하여 태양이 방출하는 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치이다. 태양전지는 기본적으로 p(positive)형 반도체와 n(negative)형 반도체를 접합시킨 p-n 접합 구조를 하고 있으며, 이러한 구조의 태양전지에 태양광이 입사되면, 입사된 태양광이 가지고 있는 에너지에 의해 상기 반도체 내에서 정공(hole) 및 전자(electron)가 발생하고, 이때 pn 접합에서 발생한 전기장에 의해서 정공(+)은 p형 반도체 쪽으로 이동하고 전자(-)는 n형 반도체 쪽으로 이동하게 되어 전위가 발생하게 되므로 전력을 생산할 수 있게 된다.

[0003] 태양전지는 p-n 접합에 사용되는 p 영역과 n 영역의 성질에 따라 동종접합(homojunction) 태양전지와 이종접합(heterojunction) 태양전지로 나눌 수 있는데, 이 중 이종접합 태양전지는 서로 다른 결정구조 또는 서로 다른 물질로 결합되는 구조를 갖는다. 본 발명에서 실리콘 이중접합 태양전지는 결정질 실리콘 기판과 비정질 실리콘층이 결합된 구조를 말한다.

[0004] 일반적으로 실리콘 이중접합 태양전지는 결정질 실리콘 기판의 전면에 비정질 실리콘층, 그 위에 형성된 투명전도 산화막, 투명전도 산화막 상부에 형성된 상부전극, 결정질 실리콘 기판 후면에 형성된 후면전계(Back Surface Field) 및 하부전극으로 구성되어 있으며, 전면의 비정질 실리콘층은 에미터(emitter)로 작용한다.

[0005] 실리콘 이중접합 태양전지에서 투명전도 산화막은 반사방지층 및 전류분산층의 역할을 하며, 현재 투명전도 산화막으로 주석이 도핑된 산화인듐(Sn doped In_2O_3 , ITO)막이 가장 널리 이용되고 있다. 투명전도 산화막의 일함수(work function)가 낮을 경우 밴드벤딩(bandbending) 현상으로 인해 홀이 흐르지 않을 수 있기 때문에 일함수가 높은 것이 바람직하다. 그러나 일반적으로 주석이 도핑된 산화인듐(ITO)막의 경우 일함수는 4.7 eV 정도로 알려져 있다. 투명전도 산화막으로 밴드벤딩(bandbending) 현상을 최소화하기 위해서는 최소 5.2 eV 내지 5.3 eV 이상으로 일함수를 증가시키는 것이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이에 본 발명자들은 상술한 종래기술상의 문제점을 해결할 수 있는 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막을 개발하고자 예의 노력한 결과 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0007] 결국, 본 발명은 인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막에 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트 및 수소를 도핑한 것을 특징으로 하는 이중접합 실리콘 태양전지용 투명전도 산화막을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막을 포함하는 이중접합 태양전지를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막에 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트가 도핑 된 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막이 제공된다.
- [0010] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 도핑은 수소 또는 수소 플라즈마 분위기에서 수행되어 수소가 상기 도펀트와 동시에 도핑될 수 있다.
- [0011] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 수소는 아르곤(Ar) 및 수소(H₂)의 혼합가스를 사용하여 도핑되며, 상기 혼합가스에 대하여 10 부피 % 이하로 도핑될 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 박막은 산화인듐(In₂O₃), 산화주석(SnO₂) 및 산화주석인듐(Sn doped In₂O₃, ITO)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 일 수 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 도펀트는 전체 금속에 대하여 0.5 원자% 내지 20 원자%로 상기 박막에 도핑될 수 있다.
- [0014] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 두께는 80 nm 내지 100 nm 일 수 있다.
- [0015] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일함수는 5.2 eV 이상일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 상기 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막을 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지가 제공된다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 투명전도 산화막은 5.2 eV 이상의 일함수를 가져 에미터 내에서의 밴드벤딩 현상을 최소화시키면서도 전기적 및 광학적 특성이 향상되는 효과가 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 투명전도 산화막을 포함하는 태양전지는 개방전압(V_{oc}) 및 충전률(FF)이 증가되어 광전 변환 효율이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 이중접합 실리콘 태양전지의 구조를 나타낸 단면도이다.
- 도 2는 투명전도 산화막의 일함수에 따른 실리콘 이중접합 태양전지의 밴드 다이어그램(band diagram)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0021] 본 발명에서는, 인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막에 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트가 도핑 된 것을 특징으로 하는 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막 및 이를 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지가 제공

된다.

[0022] 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지는 결정질 실리콘 기판(11)의 전면 상에 비정질 실리콘층(12), 그 위에 전면 투명전도 산화막(14), 투명전도 산화막 상부에 형성된 상부전극(15), 결정질 실리콘 기판의 후면에 형성된 비정질 실리콘층(16), 그 위에 후면전계(back surface field)(17), 후면전계 상에 후면 투명전도 산화막(18) 및 투명전도 산화막 상에 형성된 하부 전극(19)으로 구성되어 있으며, 결정질 실리콘 기판의 전면 상에 형성된 비정질 실리콘층은 에미터(emitter)(14)로 작용한다. 도 1에는 본 발명에 따른 실리콘 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막(14)을 포함하는 실리콘 이중접합 태양전지의 단면도를 나타내었다.

[0023] 본 발명에 따른 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막(14)은 실리콘 이중접합 태양전지의 전면 투명전도 산화막이다. 본 발명에 따른 이중접합 태양전지용 투명전도 산화막의 일 실시예에 의하면, 상기 인듐(In), 주석(Sn) 및 산소(O)로 이루어진 그룹에서 선택된 2종 이상으로 이루어진 박막은 산화인듐(In_2O_3), 산화주석(SnO_2) 및 산화주석인듐(Sn doped In_2O_3 , ITO)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종일 수 있으며, 상기 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상의 도펀트는 전체 금속에 대하여 0.5 원자% 내지 20 원자%로 상기 박막에 도핑될 수 있다. 도펀트가 0.5 원자% 미만으로 도핑될 경우 전기적 및 광학적 특성에 변화가 없으며, 20 원자%를 초과하여 도핑될 경우 상기 도펀트가 도너(donor)가 아닌 억셉터(acceptor)로 작용하여 전기적 및 광학적 특성을 저하시킬 수 있는 문제점이 있을 수 있다.

[0024] 바람직하게, 상기 박막이 산화인듐(In_2O_3) 또는 산화주석(SnO_2)인 경우, 상기 도펀트로써 아연(Zn), 갈륨(Ga) 및 마그네슘(Mg)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상이 전체 금속에 대하여 1 원자% 내지 20 원자%로 도핑되며, 상기 박막이 산화주석인듐(Sn doped In_2O_3 , ITO)인 경우, 상기 도펀트로써 아연(Zn)이 전체 금속에 대하여 0.5 원자% 내지 15 원자 %로 도핑될 수 있다.

[0025] 상기과 같이 박막에 도펀트가 도핑된 투명전도 산화막은 5.2 eV 이상의 높은 일함수를 가지게 됨으로써 밴드 밴딩(bandbending) 현상이 최소화될 수 있다. 표 1에는 본 발명에 따른 투명전도 산화막의 일함수를 나타내었다.

표 1

투명전도 산화막	일함수(eV)
아연이 도핑된 산화인듐(Zn doped In_2O_3)	5.2
갈륨이 도핑된 산화인듐(Ga doped In_2O_3)	5.2
마그네슘-갈륨이 도핑된 산화인듐(Mg-Ga doped In_2O_3)	5.3
아연이 도핑된 산화주석(Zn doped SnO_2)	5.3
아연이 도핑된 산화주석인듐(Zn doped ITO)	6.1
갈륨이 도핑된 산화주석인듐(Ga doped ITO)	5.4

[0027] 표 1에서 보여지는 바와 같이 도펀트가 도핑된 본 발명에 따른 투명전도 산화막은 5.2 eV 이상의 높은 일함수를 갖는다. 이로 인해 실리콘 이중접합 태양전지의 에미터(emitter)에서 발생하는 밴드밴딩(bandbending) 현상을 최소화시킬 수 있는 반면에 전기적 및 광학적 특성이 저하될 수 있다. 도 2에는 투명전도 산화막의 일함수에 따른 밴드 다이어그램(band diagram)을 나타내었다.

[0028] 이에 본 발명에서는 높은 일함수 값을 가지면서도 전기적 및 광학적 특성의 저하를 방지하기 위하여, 수소 또는 수소플라즈마 분위기에서 상기 박막에 도펀트를 도핑함으로써 박막에 상기 도펀트와 동시에 수소를 도핑시킨다. 수소의 도핑은 아르곤(Ar) 및 수소(H_2)의 혼합가스를 사용하여 도핑된다.

[0029] 이로써 수소는 투명전도 산화막 내에서 쉘로우 도너(shallow donor)로 작용하여 투명전도 산화막의 비저항을 감소시켜 전도도가 향상될 수 있으며, 수소는 상기 혼합가스에 대하여 10 부피% 이하로 도핑된다. 수소가 10 부피%를 초과하여 도핑될 경우 수소가 도너로 작용하지 않고 결함(defect)으로 존재하기 때문에 투명전도 산화막의 특성을 저하시킬 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 이중접합 실리콘 태양전지용 투명전도 산화막의 두께는 80 nm 내지 100 nm 이다. 투명전도 산화막은 반사방지막의 역할을 하므로, 굴절률과 두께에 큰 영향을 받는다. 따라서 본 발명에 따른 투명전도 산화막의 두께가 80 nm 미만이거나 100 nm 를 초과할 경우 빛의 반사 및 흡수가 증가하여 셀의 효율을 저하시킬 수 있다.

[0031] 상기와 같이 도펀트 및 수소가 도핑된 투명전도 산화막은 이중접합 실리콘 태양전지 제조시 필수적인 산화공정에서 실리콘 원자들의 최외각 전자가 완벽하게 결합을 하지 못해 존재하는 실리콘 땀글링 본드(dangling bond)를 제거하여 패시베이션(passivation) 효과를 나타내어 결과적으로 이중접합 실리콘 태양전지의 개방전압(V_{oc})과 충전율(FF)을 증가시켜 효율을 향상시킬 수 있다.

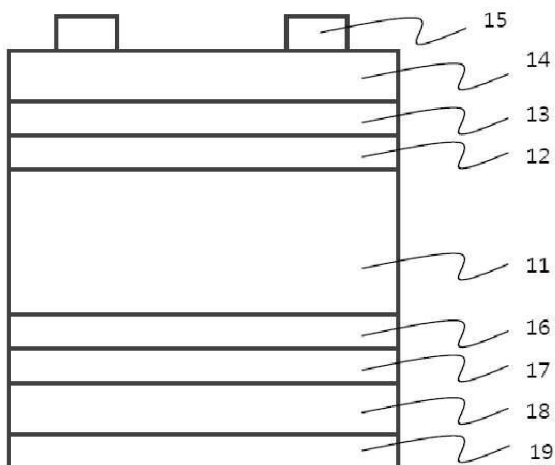
[0032] 이상으로 본 발명의 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시 양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0033]
- 11: 결정질 실리콘 기판
 - 12, 16: 비정질 실리콘층
 - 13: 에미터
 - 14, 18: 투명전도 산화막
 - 15: 상부전극
 - 17: 후면전계
 - 19: 하부전극

도면

도면1



도면2

