(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0140704
(43) 공개일자 2023년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0236 (2006.01) *H01L 31/02* (2006.01)
H01L 31/042 (2014.01) *H01L 31/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/02363 (2013.01)
H01L 31/02008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0039288
(22) 출원일자 2022년03월30일
심사청구일자 2022년03월30일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김희동
서울시 노원구 공릉로 126, 두산힐스빌아파트 102동 2104호
이두원
경기도 수원시 권선구 호매실로 166번길 33, 1806동 2103호
(74) 대리인
특허법인이상

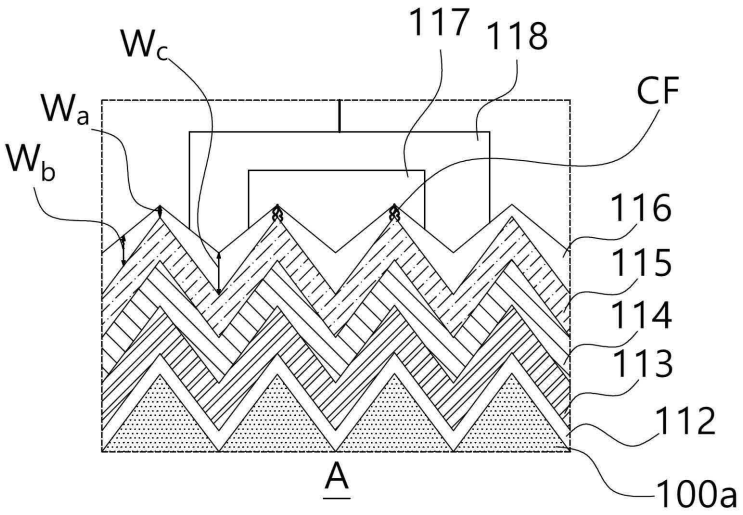
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **태양전지 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

태양전지 및 이의 제조방법을 제공한다. 상기 태양전지는 적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층을 포함한다. 상기 광흡수층의 요철구조 상에 절연 배리어가 배치된다. 상기 절연 배리어의 일부분 상에 전극 라인이 배치된다. 상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상에 상기 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 구비한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
H01L 31/042 (2013.01)
H01L 31/18 (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711117730
과제번호	2020R1F1A1048423(20200813)
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학개인기초연구지원
연구과제명	Gasistor 기반의 재사용 가능한 다종가스 센서 어레이 소자 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층;

상기 광흡수층의 요철구조 상에 배치된 절연 배리어; 및

상기 절연 배리어의 일부분 상에 배치된 전극 라인을 구비하되,

상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상에 상기 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 구비하는 태양전지.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단 부 상의 두께 대비 작도록 형성된 태양전지.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 요철구조는 메인 요철구조이고, 상기 요부는 메인 요부이고 상기 철부는 메인 철부이고,

상기 메인 요부는 그의 표면 내에 다수의 서브 요부과 이에 의해 정의되는 다수의 서브 철부를 갖는 서브 요철구조를 구비하는 태양전지.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 절연 배리어는 상기 서브 요부의 최상단부 상에 상기 절연 배리어를 관통하는 서브 전도성 필라멘트를 더 포함하는 태양전지.

청구항 5

적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층;

상기 광흡수층의 요철구조 상에 배치된 절연 배리어; 및

상기 절연 배리어의 일부분 상에 배치된 전극 라인을 구비하되,

상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단부 상의 두께 대비 작도록 형성된 태양전지.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 절연 배리어는 금속 산화막, 금속 질화막, 혹은 금속 황화물막인 태양전지.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 광흡수층과 상기 절연 배리어 사이에 위치하는 에미터층을 더 포함하는 태양전지.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 광흡수층과 상기 에미터층 사이에 위치하는 터널 절연막과 진성 반도체층 중 적어도 하나의 층을 더 포함하는 태양전지.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 광흡수층과 상기 절연 배리어 사이에 위치하는 투명 도전막을 더 포함하는 태양전지.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 광흡수층은 수광면인 전면과 이의 반대면인 배면을 갖고,

상기 요철구조는 상기 전면 내에 형성되고, 상기 절연 배리어는 전면 절연 배리어이고, 상기 전극 라인은 전면 전극라인인 태양전지.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 광흡수층은 상기 배면 내에도 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하고,

상기 배면의 요철구조 상에 배치된 배면 절연 배리어; 및

상기 배연 절연 배리어의 일부분 상에 배치된 배면 전극 라인을 더 포함하고,

상기 배면 절연 배리어는 상기 배면 내의 요부의 최상단부 상에 상기 배면 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 구비하는 태양전지.

청구항 12

적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층; 상기 광흡수층의 요철구조 상에 배치된 절연 배리어; 상기 절연 배리어의 일부분 상에 배치된 전극 라인을 구비하는 태양전지를 제조하는 단계;

상기 절연 배리어 내에 상기 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 형성하되, 상기 전도성 필라멘트는 상기 요부의 최상단부 상에 형성되는 단계를 포함하는 태양전지 제조방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 전도성 필라멘트는 상기 태양전지에 광을 조사하여 형성하는 태양전지 제조방법.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단 부 상의 두께 대비 작도록 형성된 태양전지 제조방법.

청구항 15

청구항 12에 있어서,

상기 요철구조는 메인 요철구조이고, 상기 요부는 메인 요부이고 상기 철부는 메인 철부이고,

상기 메인 요부는 그의 표면 내에 다수의 서브 요부과 이에 의해 정의되는 다수의 서브 철부를 갖는 서브 요철구조를 구비하는 태양전지 제조방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 전도성 필라멘트는 메인 전도성 필라멘트이고,

상기 메인 전도성 필라멘트가 형성될 때, 상기 절연 배리어 내에 상기 절연 배리어를 관통하는 서브 전도성 필라멘트 또한 형성하되, 상기 서브 전도성 필라멘트는 상기 서브 요부의 최상단부 상에 형성되는 태양전지 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전지에 관한 것으로, 보다 상세하게는 태양전지에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 에너지 자원의 고갈 위기 극복 및 지구 온난화 등의 환경 문제를 극복하기 위한 신재생 에너지들이 주목받고 있다. 이러한 에너지원 중 태양광을 이용하여 전기에너지로 변화시키는 태양전지는 무공해, 무소음, 그리고 고갈될 위험이 없는 태양광을 이용하는 점에서 급격한 성장세를 보이고 있다.

[0003] 그러나, 이러한 태양전지는 외부 환경에 노출되어 설치되어야 하므로 외부로부터의 오염등에 취약한 단점이 있다. 또한, 태양전지의 수광면의 경우 태양광의 반사를 방지하기 위한 반사 방지막의 형성이 필수적이다. 이를 위해, 광흡수층과 전극 사이에 외부 오염을 차단시키면서도 반사 방지막의 역할을 할 수 있는 배리어층을 형성하는 것이 일반적이다. 그러나, 이러한 배리어층은 절연층인 것이 일반적이어서 광흡수층과 전극 사이의 전기적 접속을 위해 배리어층을 패터닝하는 추가 공정이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 광흡수층과 전극 사이의 전기적 접속을 위해 배리어층을 패터닝하는 공정을 사용하지 않으면서도, 광흡수층과 전극 사이의 전기적 접속을 이룰 수 있는 태양전지를 제공함에 있다.

[0005] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 태양전지의 일 예를 제공한다. 상기 태양전지는 적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층을 포함한다. 상기 광흡수층의 요철구조 상에 절연 배리어가 배치된다. 상기 절연 배리어의 일부분 상에 전극 라인이 배치된다. 상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상에 상기 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 구비한다.

[0007] 상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단 부 상의 두께 대비 작을 수 있다.

[0008] 상기 요철구조는 메인 요철구조이고, 상기 요부는 메인 요부이고 상기 철부는 메인 철부이고, 상기 메인 요부는 그의 표면 내에 다수의 서브 요부과 이에 의해 정의되는 다수의 서브 철부를 갖는 서브 요철구조를 구비할 수 있다. 상기 절연 배리어는 상기 서브 요부의 최상단부 상에 상기 절연 배리어를 관통하는 서브 전도성 필라멘트를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 태양전지의 다른 예를 제공한다. 상기 태양전지는 적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층을 포함한다. 상기 광흡수층의 요철구조 상에 절연 배리어가 배치된다. 상기 절연 배리어의 일부분 상에 전극 라인이 배치된다. 상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단부 상의 두께 대비 작다.

[0010] 상기 예들에서 상기 절연 배리어는 금속 산화막, 금속 질화막, 혹은 금속 황화물막일 수 있다.

[0011] 상기 예들에서 상기 광흡수층과 상기 절연 배리어 사이에 에미터층이 위치할 수 있다. 상기 광흡수층과 상기 에미터층 사이에 터널 절연막과 진성 반도체층 중 적어도 하나의 층이 위치할 수 있다. 상기 광흡수층과 상기 절연 배리어 사이에 투명 도전막이 위치할 수 있다.

[0012] 상기 예들에서 상기 광흡수층은 수광면인 전면과 이의 반대면인 배면을 갖고, 상기 요철구조는 상기 전면 내에 위치하고, 상기 절연 배리어는 전면 절연 배리어이고, 상기 전극 라인은 전면 전극라인일 수 있다. 이 경우, 상기 광흡수층은 상기 배면 내에도 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비할 수 있다. 또한, 상기 배면의 요철구조 상에도 배면 절연 배리어가 배치되고, 상기 배연 절연 배리어의 일부분 상에 배면 전극 라인이 배치될 수 있다. 또한, 이 경우 상기 배면 절연 배리어는 상기 배면 내의 요부의 최상단부 상에 상기 배면 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 구비할 수 있다.

[0013] 상기 기술적 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 태양전지의 제조방법을 제공한다. 먼저, 적어도 일면 상에 다수의 요부와 이에 의해 정의된 철부를 갖는 요철구조를 구비하는 광흡수층; 상기 광흡수층의 요철구조 상에 배치된 절연 배리어; 상기 절연 배리어의 일부분 상에 배치된 전극 라인을 구비하는 태양전지를 제공한다. 상기 절연 배리어 내에 상기 절연 배리어를 관통하는 전도성 필라멘트를 형성하되, 상기 전도성 필라멘트는 상기 요부의 최상단부 상에 형성된다.

[0014] 상기 전도성 필라멘트는 상기 태양전지에 광을 조사하여 형성할 수 있다.

[0015] 상기 절연 배리어는 상기 요부의 최상단부 상의 두께가 상기 요부의 최하단 부 상의 두께 대비 작도록 형성된 것일 수 있다.

[0016] 상기 요철구조는 메인 요철구조이고, 상기 요부는 메인 요부이고 상기 철부는 메인 철부이고, 상기 메인 요부는 그의 표면 내에 다수의 서브 요부과 이에 의해 정의되는 다수의 서브 철부를 갖는 서브 요철구조를 구비할 수 있다. 또한 이 경우, 상기 전도성 필라멘트는 메인 전도성 필라멘트이고, 상기 메인 전도성 필라멘트가 형성될 때, 상기 절연 배리어 내에 상기 절연 배리어를 관통하는 서브 전도성 필라멘트 또한 형성하되, 상기 서브 전도성 필라멘트는 상기 서브 요부의 최상단부 상에 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 광흡수층과 전극 사이의 전기적 접속을 위해 배리어층을 패터닝하는 공정을 사용하지 않으면서도, 광흡수층과 전극 사이의 전기적 접속을 이룰 수 있는 태양전지를 제공할 수 있다.

[0018] 그러나, 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 개략적으로 나타낸 단면도이고, 도 2는 도 1의 A 부분을 확대하여 나타낸 확대도이다.

도 3은 도 1을 참조하여 설명한 태양전지를 동작시켜 절연 배리어를 절연파괴하는 것을 보여주는 개략도이고, 도 4는 도 3의 A 부분을 확대하여 나타낸 확대도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양전지로서, 도 4에 해당하는 부분을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면들에 있어서, 층이 다른 층 또는 기판 "상"에 있다고 언급되어지는 경우에 그것은 다른 층 또는 기판 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 층이 개재될 수도 있다. 본 실시예들에서 "제1", "제2", 또는 "제3"는 구성요소들에 어떠한 한정을 가하려는 것은 아니며, 다만 구성요소들을 구별하기 위한 용어로서 이해되어야 할 것이다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 태양전지를 개략적으로 나타낸 단면도이고, 도 2는 도 1의 A 부분을 확대하여 나타낸 확대도이다.

[0023] 도 1 및 도 2를 참조하면, 광흡수층(100)이 제공된다. 상기 광흡수층(100)은 반도체층으로, 실리콘층, CIGS(copper indium gallium selenide)층, 또는 CdTe(Cadmium-Telluride)층일 수 있다. 일 예로서, 상기 광흡수층(100)은 제1 도전형을 갖는 반도체층으로, 제1 도전형을 갖는 결정질 실리콘 기판 일 예로서, 단결정 또는 다결정 실리콘 기판일 수 있다. 일 예로서, 상기 광흡수층(100)은 n형 또는 p형 단결정 실리콘 기판일 수 있다.

[0024] 상기 광흡수층(100)은 태양광이 주로 입사되는 수광면인 전면(front surface)과 이의 반대면인 배면(back surface)을 가질 수 있다.

[0025] 상기 광흡수층(100)의 적어도 일면 일 예로서, 전면은 텍스처링(texturing)될 수도 있다. 그러나, 이에 한정되지 않고 전면과 더불어 배면 또한 텍스처링될 수 있다. 구체적으로, 상기 광흡수층(100)의 텍스처링된 면은 다수의 불규칙한 요철구조 즉, 요부(100a, 100b)와 상기 요부들에 의해 정의되는 철부를 가질 수 있다. 일 예로서, 상기 광흡수층(100)의 텍스처링된 면에는 요부로서 다수의 피라미드들이 형성되고, 이들 피라미드들 사이에 이 피라미들에 의해 정의되는 철부가 형성될 수 있다. 상기 피라미드들은 마이크로미터 사이즈의 폭과 높이 일 예로서 약 3 내지 10 um의 폭과 높이를 갖는 것들일 수 있다. 상기 텍스처링에 의해 생성된 요철구조는 입사되는 태양광의 반사율을 감소시키고 또한 내부 반사를 유도하여 흡수되는 빛의 량을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 또한, 이러한 텍스처링은 등방성 혹은 이방성 식각으로 수행할 수 있으며, 일 예로서 습식식각에 의해 진행할 수 있다.

[0026] 상기 광흡수층(100)의 전면 상에 에미터층(114)이 형성될 수 있다. 일 예에서, 상기 에미터층(114)은 상기 제1 도전형의 반대형인 제2 도전형의 반도체층일 수 있다. 일 예로서, 상기 제1 도전형이 n형인 경우 상기 제2 도전형은 p형일 수 있고, 상기 제1 도전형이 p형인 경우 상기 제2 도전형은 n형 일 수 있다. 상기 에미터층(114)은 비정질 실리콘층일 수 있다. 상기 광흡수층(100)이 제1 도전형을 갖는 반도체층인 경우, 상기 광흡수층(100)과 상기 에미터층(114) 사이에는 PN 접합이 형성되고, 입사된 태양광에 의해 생성된 전자-정공 쌍은 PN 접합에 의한 전기장에 의해 전자는 n형 반도체로 이동하고 정공은 p형 반도체로 이동하여 분리될 수 있다.

[0027] 상기 에미터층(114)을 형성하기 전에, 상기 광흡수층(100)의 전면 상에 전면 터널 절연막(112)과 전면 진성 반도체층(113) 중 적어도 하나의 층을 형성할 수 있다. 상기 전면 터널 절연막(112)과 상기 전면 진성 반도체층(front intrinsic semiconductor layer, 113)은 상기 전자와 정공의 재결합을 방지하는 역할을 하는 층들일 수 있다. 상기 전면 터널 절연막(112)은 일 예로서, 알루미늄 산화막, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 이들의 조합일 수 있다. 또한, 상기 전면 터널 절연막(112)은 전하의 터널링이 가능할 정도로 얇은 두께 일 예로서, 수 옹스트롱 내지 수 나노미터로 형성될 수 있다. 상기 전면 진성 반도체층(113)은 일 예로서 진성 비정질 실리콘층일 수 있다.

[0028] 상기 에미터층(114) 상에 투명전극(115)을 형성할 수 있다. 상기 투명전극(115)은 광을 투과시킬 수 있으면서도 상기 에미터층(114)의 대부분의 면적 상에 형성되어 접촉 저항 또한 감소시킬 수 있다. 상기 투명전극(115)은 ITO(indium tin oxide) 또는 도핑된 ZnO 박막으로 형성될 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고 상기 투명전극(115)은 생략될 수 있다.

[0029] 상기 전면 터널 절연막(112), 상기 전면 진성 반도체층(113), 상기 에미터층(114), 및 상기 투명전극(115)은 상기 광흡수층(100)의 요철구조를 평탄화시키지 않을 정도의 두께를 갖고 또한 상기 요철구조 상에 컨포말(conformal)하게 형성될 수 있다. 이에 따라, 상기 광흡수층(100)에 형성되 표면 요철구조는 상기 에미터층(114) 및 상기 투명전극(115) 상에서도 유지될 수 있다.

[0030] 상기 투명전극(115) 상에 혹은 상기 투명전극(115)이 생략된 경우 상기 에미터층(114) 상에 전면 절연 배리어(116)을 형성할 수 있다. 상기 전면 절연 배리어(116)는 외부의 오염 일 예로서, 나트륨 이온이 내부로 확산되는 것을 방지하는 역할 및/또는 반사 방지막의 역할을 수행할 수 있다. 상기 전면 절연 배리어(116)는 상기 광흡수층(100) 요철구조의 철부에 비하여 요부(100a) 상에서는 얇은 두께로 형성될 수 있다. 구체적으로, 전면 절연 배리어(116)는 요부의 최상단부 혹은 꼭지점상에서의 두께(Wa)가 요부의 빗면 상에서의 두께(Wb) 및 요부의 최하단부 상에서의 두께(Wc) 대비 작을 수 있다. 이를 위해 상기 전면 절연 배리어(116)을 형성하는 증착 파라미터 구체적으로, 증착 파워, 압력, 온도 등을 조절할 수 있다.

[0031] 상기 전면 절연 배리어(116)는 금속 산화막, 금속 질화막, 혹은 금속 황화물막일 수 있다. 일 예로서, 하프늄 산화막(HfO_2), 실리콘 산화막(SiO_2), 인듐 산화막(In_2O_3), 티타늄 산화막(TiO_2), 탈륨 산화막(Ta_2O_5), 주석 산화막(SnO_2), 알루미늄 산화막(Al_2O_3), 아연 황화물막(ZnS), 또는 몰리브덴 산화막(MoO_x)($0<x\leq3$)일 수 있다. 또한, 상기 요부의 최상단부 혹은 꼭지점상에서의 상기 전면 절연 배리어(116)의 두께(Wa)는, 후술하는 절연파괴가 가

능하도록 각 물질별로 다른 두께를 가질 수 있다. 일 예로서, 상기 요부의 최상단부 혹은 꼭지점 상에서의 하프늄 산화막(HfO_2)은 1 내지 10 nm, 실리콘 산화막(SiO_2)은 1 내지 50 nm, 인듐 산화막(In_2O_3)은 1 내지 50 nm, 티타늄 산화막(TiO_2)은 1 내지 20 nm, 탈륨 산화막(Ta_2O_5)은 1 내지 50 nm, 주석 산화막(SnO_2)은 1 내지 50 nm, 알루미늄 산화막(Al_2O_3)은 1 내지 50 nm, 아연 황화물막(ZnS)은 1 내지 13 nm, 또는 몰리브덴 산화막(MoO_x)($0<x\leq 3$)은 1 내지 15 nm의 두께를 가질 수 있다.

[0032] 상기 전면 절연 배리어(116) 상에 전면 전극 라인(118)을 형성할 수 있다. 상기 전면 전극 라인(118)은 Au, Ag, Cu, Ni, 또는 이들의 조합으로 형성할 수 있다. 상기 전면 전극 라인(118)은 내부 전극(117)을 형성한 후, 이를 덮도록 형성할 수 있다. 일 예로서, 상기 내부 전극(117)은 구리일 수 있고, 상기 전면 전극 라인(118)은 은 또는 주석일 수 있다. 상기 전면 전극 라인(118) 및 내부 전극(117)은 도금, 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 등의 방법을 사용하여 형성할 수 있다.

[0033] 상기 광흡수층(100)의 배면 상에 배면 전계층(back-surface field layer, BSF layer)(124) 즉, 제1 도전형의 반도체층이 형성될 수 있다. 이 때, 상기 배면 전계층(124)은 상기 광흡수층(100) 대비 제1 도전형의 도펀트 농도가 더 높은 층으로 배면에서의 전자-정공 재결합을 억제하는 역할을 할 수 있다. 상기 배면 전계층(124)은 제1 도전형의 비정질 실리콘층일 수 있다.

[0034] 상기 배면 전계층(124)을 형성하기 전에, 상기 광흡수층(100)의 배면 상에 배면 터널 절연막(122)과 배면 진성 반도체층(123) 중 적어도 하나의 층이 형성될 수 있다. 상기 배면 터널 절연막(122)과 상기 배면 진성 반도체층(123)은 전자와 정공의 재결합을 방지하는 역할을 하는 패시베이션층들일 수 있다. 상기 배면 터널 절연막(122)은 일 예로서, 알루미늄 산화막, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 또는 이들의 조합일 수 있다. 또한, 상기 배면 터널 절연막(122)은 전하의 터널링이 가능할 정도로 얇은 두께 일 예로서, 수 옹스트롱 내지 수 나노미터로 형성될 수 있다. 상기 배면 진성 반도체층(123)은 진성 비정질 실리콘층일 수 있다.

[0035] 상기 배면 전계층(124) 상에 배면 전극(125)이 형성될 수 있다. 상기 배면 전극(125)은 광을 반사시켜, 소자 내 광 흡수율을 향상시킬 수 있으면서도 상기 배면 전계층(124)의 대부분의 면적 상에 형성되어 접촉 저항 또한 감소시킬 수 있다. 상기 배면 전극(125)은 금속 박막으로 형성될 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고 상기 배면 전극(125)은 생략될 수 있다.

[0036] 상기 배면 터널 절연막(122), 상기 배면 진성 반도체층(123), 상기 배면 전계층(124), 및 상기 배면 전극(125)은 상기 광흡수층(100) 배면 상에 형성된 요철구조를 평탄화시키지 않을 정도의 두께를 갖고 또한 상기 요철구조 상에 컨포말(conformal)하게 형성될 수 있다.

[0037] 상기 배면 전극(125) 상에 혹은 상기 배면 전극(125)이 생략된 경우 상기 배면 전계층(124) 상에 배면 절연 배리어(126)을 형성할 수 있다. 상기 배면 절연 배리어(126)는 외부의 오염 일 예로서, 나트륨 이온이 내부로 확산되는 것을 방지하는 역할 등을 수행할 수 있다. 상기 배면 절연 배리어(126)는 상기 전면 절연 배리어(116)과 마찬가지로 상기 광흡수층(100) 요철구조의 철부에 비하여 요부(100b) 상에서는 얇은 두께로 형성될 수 있다. 구체적으로, 배면 절연 배리어(126)는 요부(100b)의 최상단부 혹은 꼭지점 상에서의 두께는 요부(100b)의 빗면 상에서의 두께 및 요부(100b)의 최하단부 상에서의 두께 대비 작을 수 있다.

[0038] 상기 배면 절연 배리어(126)는 상기 전면 절연 배리어(116)와 마찬가지로 금속 산화막, 금속 질화막, 혹은 금속 황화물막일 수 있다. 일 예로서, 하프늄 산화막(HfO_2), 실리콘 산화막(SiO_2), 인듐 산화막(In_2O_3), 티타늄 산화막(TiO_2), 탈륨 산화막(Ta_2O_5), 주석 산화막(SnO_2), 알루미늄 산화막(Al_2O_3), 아연 황화물막(ZnS), 또는 몰리브덴 산화막(MoO_x)($0<x\leq 3$)일 수 있다.

[0039] 상기 배면 절연 배리어(126) 상에 배면 전극 라인(128)을 형성할 수 있다. 상기 배면 전극 라인(128)은 Au, Ag, Cu, Ni, 또는 이들의 조합으로 형성할 수 있다.

[0041] 도 3은 도 1을 참조하여 설명한 태양전지를 동작시켜 절연 배리어를 절연파괴하는 것을 보여주는 개략도이고, 도 4는 도 3의 A 부분을 확대하여 나타낸 확대도이다.

[0042] 도 3 및 도 4를 참조하면, 도 1을 참조하여 설명한 태양전지의 전면 전극 라인(118)과 배면 전극 라인(128)을 전기적으로 연결한 후, 태양전지의 전면에 광 일 예로서, 태양광(L)을 조사할 수 있다.

[0043] 이 경우, 1 태양(one sun) 조건에서 상기 태양전지의 양단에 약 1 V의 광기전력이 생성될 수 있다. 이 광기전력에 의해 전면 절연 배리어(116)가 전면 전극 라인(118)과 중첩된 부분 및/또는 배면 절연 배리어(126)가 배면 전극 라인(128)과 중첩된 부분이 절연파괴되어 전도성 필라멘트(CF)가 형성될 수 있다.

[0044] 특히, 도 1을 참조하여 설명한 바와 같이, 상기 절연 배리어(116, 128)는 요부의 최상단부 혹은 꼭지점 상에서의 두께(Wa)가 요부의 빗면 상에서의 두께(Wb) 및 요부의 최하단부 상에서의 두께(Wc) 대비 작도록 형성되고, 또한 요부의 최상단 혹은 꼭지점에 전계가 집중될 수 있어 요부의 최상단부 혹은 꼭지점 상에서 절연 배리어(116, 128) 내에 전도성 필라멘트(CF)가 형성될 수 있다. 이에 따라, 절연 배리어(116, 128)를 따로 패터닝하는 공정을 진행하지 않고도 전극 라인(118, 128)과 반도체층(114, 124) 사이의 전기적 접속을 형성할 수 있다.

[0046] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 태양전지로서, 도 4에 해당하는 부분을 나타낸다.

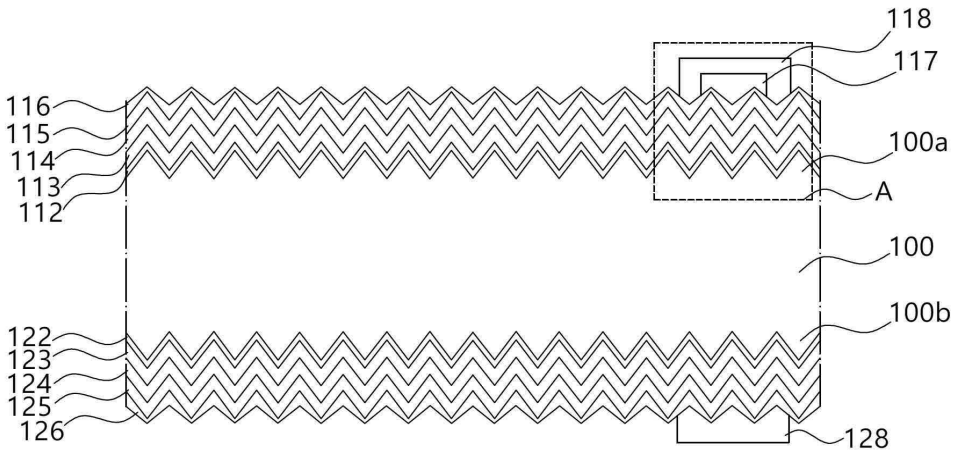
[0047] 도 5를 참조하면, 광흡수층(100)을 텍스처링하여 메인 요철구조를 형성한 후, 형성된 메인 요부(100a1)의 표면 상에 다수의 서브 요부들(100a2)과 이에 의해 정의되는 다수의 서브 철부들을 갖는 서브 요철구조를 더 형성할 수 있다. 상기 서브 요철구조는 메인 요철구조를 형성한 후, 반응성 이온 식각(reactive ion etching) 및/또는 플라즈마 식각(plasma etching)을 더 수행하여 형성할 수 있다.

[0048] 이 경우, 메인 요부(100a1)의 표면 상에 다수의 서브 요부들(100a2)이 형성됨에 따라, 도 4를 참조하여 설명한 전계가 집중될 수 있는 포인트들 혹은 꼭지점들이 많아질 수 있다. 그 결과, 메인 및 서브 요부(100a1, 100a2)의 최상단부 혹은 꼭지점 상부의 절연 배리어(116) 내에 형성되는 전도성 필라멘트(CF)가 더 촘촘히 형성될 수 있다. 이 경우, 전극 라인(118)과 반도체층(114) 혹은 광흡수층(100) 사이의 전기적 접속이 더 향상될 수 있다. 이는 광흡수층(100)의 배면들 상에 형성된 요부들(100b)에도 동일하게 적용되어, 배면 절연 배리어(126) 내에 형성되는 전도성 필라멘트(CF)가 더 촘촘히 형성될 수 있다. 이 경우, 배면 전극 라인(128)과 배면 반도체층(124) 혹은 광흡수층(100) 사이의 전기적 접속이 더 향상될 수 있다.

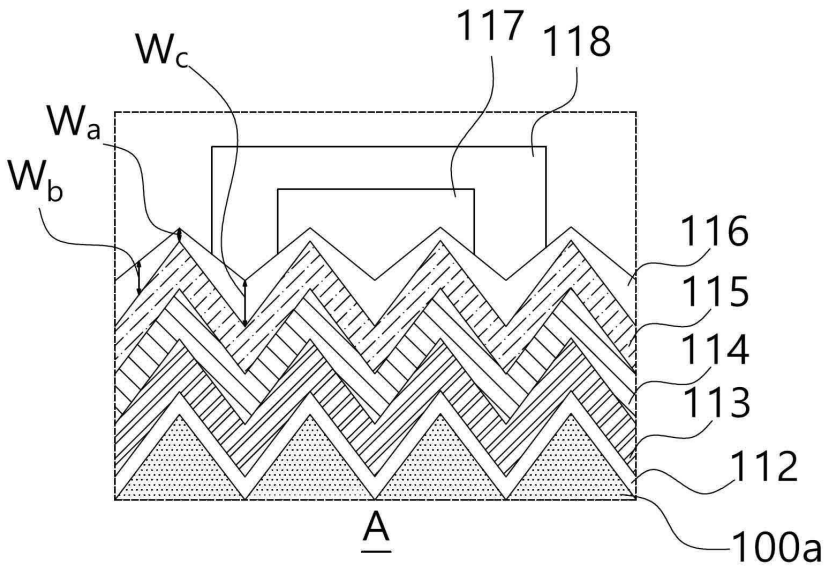
[0050] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 및 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러가지 변형 및 변경이 가능하다.

도면

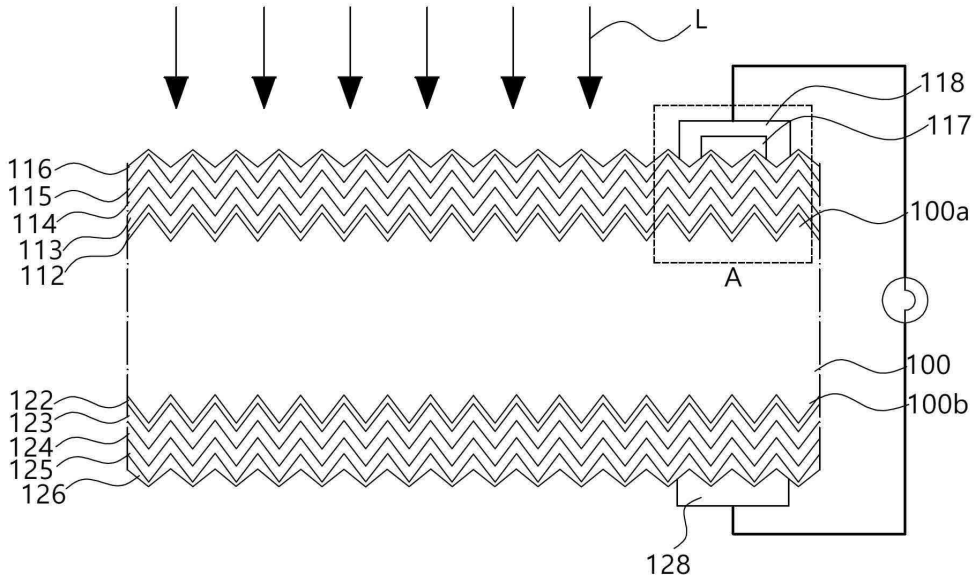
도면1



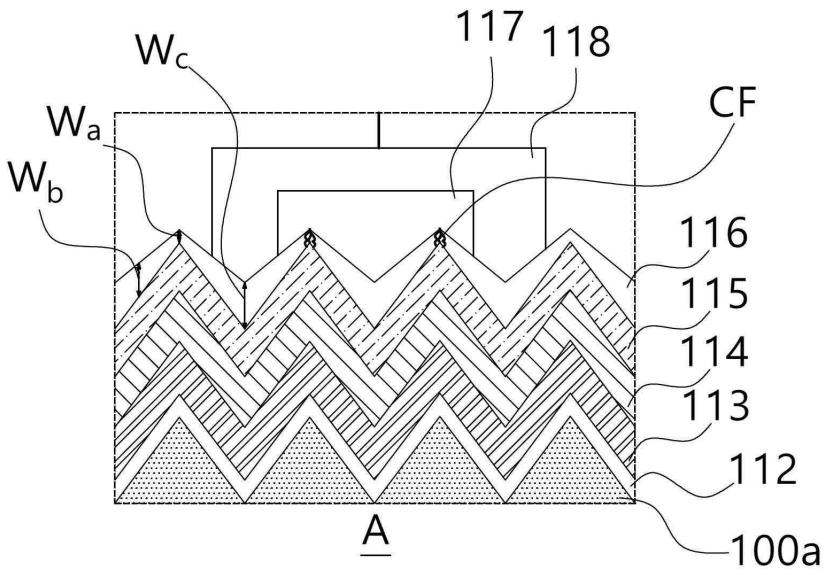
도면2


Wc
117
118
Wa
Wb
116
115
114
113
112
A
100a

도면3


L
118
117
116
115
114
113
112
100a
A
100
122
123
124
125
126
100b
128

도면4



도면5

