



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년02월06일
(11) 등록번호 10-1108988
(24) 등록일자 2012년01월17일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0035314

(22) 출원일자 2010년04월16일

심사청구일자 2010년04월16일

(65) 공개번호 10-2011-0115792

(43) 공개일자 2011년10월24일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100021673 A

JP1999261092 A

JP2008277387 A

JP2005244073 A

전체 청구항 수 : 총 13 항

(73) 특허권자

금호전기주식회사

서울특별시 마포구 마포대로4다길 41 (마포동)

(72) 발명자

김광복

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 108동 1404호
(전민동, 엑스포아파트)

장영훈

부산광역시 사하구 장림로196번길 21, 향나타위아
파트 110-202 (장림동)

(74) 대리인

특허법인다나

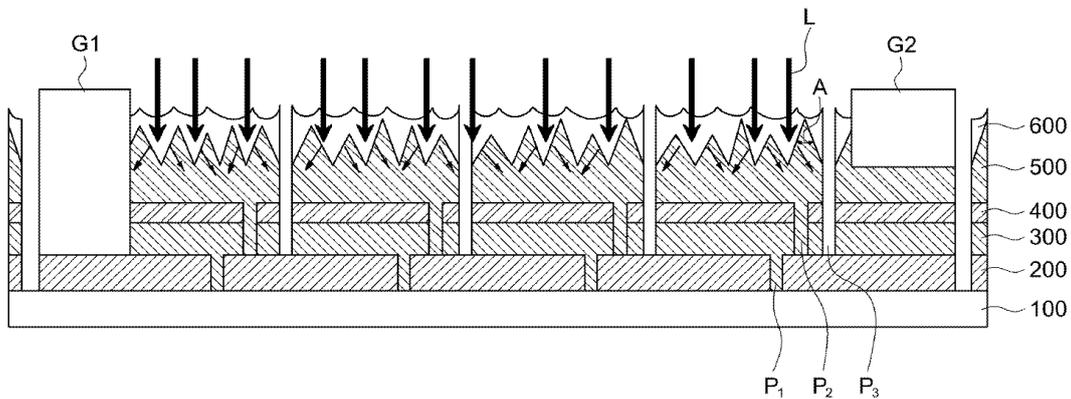
심사관 : 임동우

(54) 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 CIGS 태양전지 모듈에 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 형성하여 입사광의 저반사와 고흡수율을 실현할 수 있는 효과가 있다. 이를 위해 특히, 소정 기판 상에 형성된 배면전극; 배면전극 상에 형성된 CIGS 광 흡수층; CIGS 광 흡수층 상에 형성된 버퍼층; 버퍼층 주위에 형성되고 소정 입사광을 굴절시켜 CIGS 광 흡수층에 입사광을 전달하는 전면 투명전극; 및 전면 투명전극 상에 입사광의 반사를 막기 위해 형성된 반사 방지막;을 포함하되, 전면 투명전극은 불소 함유 산화주석으로 성막된 것이며 반사 방지막과 접하는 표면에 굴절을 위한 표면 결정성 요철 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈이 개시된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

소정 기관 상에 형성된 배면전극;

상기 배면전극 상에 형성된 CIGS 광 흡수층;

상기 CIGS 광 흡수층 상에 형성된 버퍼층;

상기 버퍼층 주위에 형성되고 소정 입사광을 굴절시켜 상기 CIGS 광 흡수층에 상기 입사광을 전달하는 전면 투명전극; 및

상기 전면 투명전극 상에 상기 입사광의 반사를 막기 위해 형성된 반사 방지막;을 포함하되,

상기 전면 투명전극은 불소 함유 산화주석으로 성막된 것이며 상기 반사 방지막과 접하는 표면에 상기 굴절을 위한 표면 결정성 요철 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 기관은 소다회 유리인 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 배면전극은 폴리브텐인 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 버퍼층은 황화카드뮴인 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 반사 방지막은 플루오르화 마그네슘인 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 배면전극, 상기 CIGS 광 흡수층, 상기 버퍼층 및 상기 전면 투명전극은 직렬 연결을 통한 저항 감소를 위해 일정 간격으로 패터닝된 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지

모듈.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 전면 투명전극은 상기 불소 함유 산화주석이 온도 조절에 의해 2 이상의 상호 다른 결정면을 갖는 불소 함유 산화주석 결정으로 성장된 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈.

청구항 8

소정 기관 상에 배면전극을 형성하는 단계(S110);

상기 배면전극 상에 CIGS 광 흡수층을 형성하는 단계(S120);

상기 CIGS 광 흡수층 상에 버퍼층을 형성하는 단계(S130);

상기 버퍼층 주위에 불소 함유 산화주석의 분무열분해 공정을 통한 성막으로 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 형성하는 단계(S140); 및

상기 전면 투명전극 상에 입사광의 반사를 막기 위해 반사 방지막을 형성하는 단계(S150);를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 전면 투명전극 형성단계(S140)는,

염화주석, 물, 플루오르화 암모늄 및 에탄올이 혼합된 혼합용액이 고압 가스로 분사되어 상기 버퍼층 주변에 분무 형태로 형성되는 단계(S142);

상기 기관이 소정 열공급 수단과 연결되어 기관 온도가 가변되는 단계(S144); 및

상기 분무 형태의 혼합용액이 상기 기관 상에 확산되어 2 이상의 상호 다른 결정면을 갖는 불소 함유 산화주석 결정으로 성장하는 단계(S146);를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 기관의 온도 가변단계(S144)는,

상기 불소 함유 산화주석 결정의 성장 방향을 변경하여 상기 표면 결정성 요철 구조의 요철 각도를 조절하기 위하여 온도가 가변되는 단계인 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 배면전극 형성단계(S110)와 상기 CIGS 광 흡수층 형성단계(S120) 사이에는,

상기 배면전극이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 1차 패터닝 단계(S115)를 더 포함하는 것을 특징

으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 12

제 8항에 있어서,

상기 버퍼층 형성단계(S130)와 상기 전면 투명전극 형성단계(S140) 사이에는,

상기 CIGS 광 흡수층 및 상기 버퍼층이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 2차 패터닝 단계(S135)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

청구항 13

제 8항에 있어서,

상기 반사 방지막 형성단계(S150) 이후에는,

상기 CIGS 광 흡수층, 상기 버퍼층, 상기 전면 투명전극 및 상기 반사 방지막이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 3차 패터닝 단계(S155)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 CIGS 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 불소 함유 산화주석(SnO₂:F, Fluorine-doped tin oxide)을 이용하여 전면 투명전극을 형성하되 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 박막형 태양전지 중에서 CIGS(Copper Indium Gallium Selenide, Cu(In,Ga)Se₂) 태양전지는 비 실리콘 계열 태양전지 중 에너지 변환 효율이 가장 높고 구성원소의 재료가격이 다른 종류의 태양전지에 비해 저렴할 뿐만 아니라 유연하게 제작할 수 있고 오랜 시간 현장실험에서도 성능이 열화되지 않는 등의 우수한 물성을 보인다.

[0003] 도 1은 종래 CIGS 태양전지 모듈의 단면을 나타낸 단면도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 종래 CIGS 태양전지 모듈은 유리를 기판(10)으로 5개의 단위 박막인 배면전극(20), CIGS 광 흡수층(30), 버퍼층(40), 전면 투명전극(50), 반사 방지막(60, Antireflection Layer)이 순차적으로 형성되어 있다. 전면 투명전극(50)으로 입사광이 입사되어 CIGS 광 흡수층(30)에서 전자와 정공이 생성되면 생성된 전자는 음극인 전면 투명전극(50)으로, 정공은 양극인 배면전극(20)으로 이동한다.

[0004] 도 1에 도시된 종래 CIGS 태양전지 모듈은 표면의 반사 방지막(60, Antireflection Layer)을 통한 태양전지의 효율의 향상을 꾀할 수 있지만 스퍼터(sputter) 공정을 통해 형성되는 전면 투명전극(50)의 평탄성으로 인해 전면 투명전극(50) 표면에 화학적 식각방법으로 거칠기를 형성하는 표면처리 과정이 필요하다. 이러한 표면처리 과정에서 식각액(etchant)과 식각 대상 물질이 반응하여 등방성 식각(Isotropic Etching) 형태가 나타나게 된다. 즉, 전면 투명전극(50)으로 사용되는 ZnO의 경우 표면처리 과정을 통해 AZO(52, Aluminum-doped Zinc Oxide)와 같은 등방성 식각 형태를 갖게 되는 것이다.

[0005] 이러한 등방성 식각 형태는 입사광의 효율적인 흡수를 저해할 수 있으며 표면처리 과정이라는 부수적 과정의 번거로움과 거칠기를 조절할 수 없다는 단점이 있다. 따라서, 입사광의 반사를 낮추고 흡수 효율을 높일 수 있는 새로운 형태의 전면 투명전극의 필요성이 대두된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 필요성에 의해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 CIGS 태양전지 모듈에 입사광의 저반사와 고흡수율을 실현하기 위해 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈을 제공하는 데 있다.

[0007] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 CIGS 태양전지 모듈에 있어서 전면 투명전극 표면 결정성 요철 구조를 형성함에 있어 제조시에 요철각을 조절할 수 있는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 본 발명의 목적은 소정 기판 상에 형성된 배면전극; 배면전극 상에 형성된 CIGS 광 흡수층; CIGS 광 흡수층 상에 형성된 버퍼층; 버퍼층 주위에 형성되고 소정 입사광을 굴절시켜 CIGS 광 흡수층에 입사광을 전달하는 전면 투명전극; 및 전면 투명전극 상에 입사광의 반사를 막기 위해 형성된 반사 방지막;을 포함하되, 전면 투명전극은 불소 함유 산화주석(SnO₂:F, Fluorine-doped tin oxide)으로 성막된 것이며 반사 방지막과 접하는 표면에 굴절을 위한 표면 결정성 요철 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈을 제공함으로써 달성될 수 있다.

[0009] 여기서, 기판은 소다회 유리(sodalime glass)일 수 있으며 배면전극은 몰리브덴을 사용하여 형성하는 것이 바람직하다. 그리고, 버퍼층은 황화카드뮴(Cd)으로 형성되고 반사 방지막은 플루오르화 마그네슘(MgF₂)으로 형성될 수 있다.

[0010] 또한, 배면전극, CIGS 광 흡수층, 버퍼층 및 전면 투명전극은 직렬 연결을 통한 저항 감소를 위해 일정 간격으로 패터닝된 것이 바람직하다.

[0011] 전면 투명전극은 불소 함유 산화주석이 온도 조절에 의해 2 이상의 상호 다른 결정면을 갖는 불소 함유 산화주석 결정으로 성장된 것이 바람직하다.

[0012] 한편, 본 발명의 목적은 다른 카테고리로서 소정 기판 상에 배면전극을 형성하는 단계(S110); 배면전극 상에 CIGS 광 흡수층을 형성하는 단계(S120); CIGS 광 흡수층 상에 버퍼층을 형성하는 단계(S130); 버퍼층 주위에 불소 함유 산화주석의 분무열분해 공정을 통한 성막으로 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 형성하는 단계(S140); 및 전면 투명전극 상에 입사광의 반사를 막기 위해 반사 방지막을 형성하는 단계(S150);를 포함하는 것을 특징으로 하는 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 갖는 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법을 제공함으로써 달성될 수 있다.

[0013] 그리고, 전면 투명전극 형성단계(S140)는, 염화주석, 물, 플루오르화 암모늄 및 에탄올이 혼합된 혼합용액이 고압 가스로 분사되어 버퍼층 주변에 분무 형태로 형성되는 단계(S142); 기판이 소정 열공급 수단과 연결되어 기판 온도가 가변되는 단계(S144); 및 분무 형태의 혼합용액이 기판 상에 확산되어 2 이상의 상호 다른 결정면을 갖는 불소 함유 산화주석 결정으로 성장하는 단계(S146);를 포함하는 것이 바람직하다.

[0014] 또한, 기판의 온도 가변단계(S144)는, 불소 함유 산화주석 결정의 성장 방향을 변경하여 표면 결정성 요철 구조의 요철 각도를 조절하기 위하여 온도가 가변되는 단계인 것이 바람직하다.

[0015] 배면전극 형성단계(S110)와 CIGS 광 흡수층 형성단계(S120) 사이에는, 배면전극이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 1차 패터닝 단계(S115)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 그리고, 버퍼층 형성단계(S130)와 전면 투명전극 형성단계(S140) 사이에는, CIGS 광 흡수층 및 버퍼층이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 2차 패터닝 단계(S135)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 반사 방지막 형성단계(S150) 이후에는, CIGS 광 흡수층, 버퍼층, 전면 투명전극 및 반사 방지막이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 3차 패터닝 단계(S155)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같은 본 발명의 일실시예에 따르면, CIGS 태양전지 모듈에 표면 결정성 요철 구조의 전면 투명전극을 형성하여 입사광의 저반사와 고흡수율을 실현할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, CIGS 태양전지 모듈에 있어서 전면 투명전극 표면 결정성 요철 구조를 형성함에 있어 반사도를 조정할 수 있는 요철각을 조절할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 종래 CIGS 태양전지 모듈의 단면을 나타낸 단면도,
- 도 2는 본 발명에 따른 CIGS 태양전지 모듈의 일 실시예의 단면을 나타낸 단면도,
- 도 3a 내지 도 3d는 본 발명에 따른 CIGS 태양전지 모듈의 제조 과정의 일 실시예를 개략적으로 나타낸 공정단면도,
- 도 4는 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법의 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도,
- 도 5는 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법 중 분무열분해 공정을 통한 불소 함유 산화주석 전면 투명전극의 제조방법 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] <태양전지 모듈의 구성>

- [0021] 도 2는 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 일 실시예의 단면을 나타낸 단면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예는 소정 기판(100) 상에 형성된 배면전극(200)과 배면전극(200) 상에 형성된 CIGS 광 흡수층(300), CIGS 광 흡수층(300) 상에 형성된 버퍼층(400), 버퍼층(400) 주위에 형성된 전면 투명전극(500) 및 전면 투명전극(500) 상에 형성된 반사 방지막(600)으로 구성된다. 특히 전면 투명전극(500)의 경우, 불소 함유 산화주석(SnO₂:F, Fluorine-doped tin oxide)으로 성막되고 가변적인 요철각(A)이 형성될 수 있는 표면 결정성 요철 구조(520)를 갖는다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예는 입사광(L)이 전면 투명전극(500)을 통과하면서 표면 및 내부에서 굴절을 일으켜 CIGS 광 흡수층(300)으로 전달되면 전자와 정공이 생성되고 이들이 전면 투명전극(500)과 배면전극(200)으로 각각 이동하여 태양전지 모듈로서 작동하게 되는 것이다.
- [0023] 한편, 본 발명의 일 실시예는 도 2에서 도시된 바와 같이, 면저항 감소를 위한 직렬연결을 위해 3회의 패터닝(P1, P2, P3)이 수행되었으며, 패터닝(P1, P2, P3)은 레이저를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0024] 기판(100)은 일반적으로 유리가 사용되며, 그 밖에 알루미늄과 같은 세라믹 기판, 스테인레스 스틸, Cu tape 같은 금속 기판, 폴리머 등도 사용이 가능하다. 다만, 본 실시예에서는 저비용 고효율의 소다회 유리(sodalime glass)를 사용한다.
- [0025] 배면전극(200)은 입사광(L)에 의해 생성된 정공을 모으는 역할을 한다. 이러한 배면전극(200)으로 Ni 및 Cu가 사용될 수 있으나 높은 전기전도도, CIGS의 오믹 접촉(Ohmic contact), Se 분위기 하에서의 고온 안정성에 기인하여 몰리브덴(Mo)이 사용된다. 이러한 배면전극(200)으로서의 몰리브덴 박막은 DC 스퍼터링으로 제조될 수 있다.
- [0026] CIGS 광 흡수층(300)은 입사광(L)을 흡수하여 이에 대응하는 전자와 정공을 생성하는 역할을 한다. Ga 첨가량을 조절하여 적절한 개방전압과 단락전류가 발생할 수 있도록 제조한다. 출발물질로 4개의 금속원소(Cu, In, Ga, Se)를 사용하는 동시증착(co-evaporation)법으로 제조되며, 그 밖에 스퍼터링(sputtering)법, 전착(electrodeposition)법, 유기금속 기상성장(Molecular Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)법 등이 이용될 수 있다.
- [0027] 버퍼층(400)은 CIGS 광 흡수층(300)과 하기의 전면 투명전극(500)이 격자상수와 에너지밴드갭의 차가 크기 때문에 그 사이에서 양호한 접합이 이루어지도록 하는 역할을 한다. 버퍼층(400)으로는 황화카드뮴(CdS)을 사용하고 화학적 용액 성장법(CBD, Chemical Bath Deposition)을 통해 형성한다.
- [0028] 전면 투명전극(500)은 입사광(L)을 통과시키는 투명창으로서 뿐만 아니라 입사광(L)에 의해 생성된 전자를 모으는 전극 역할을 한다. 특히, 불소 함유 산화주석(SnO₂:F, Fluorine-doped tin oxide)으로 성막된 것이며 반사 방지막(600)과 접하는 표면이 입사광(L)의 굴절을 유도하고 표면에서의 반사를 줄이기 위해 표면 결정성 요철 구조(520)로 되어 있다.
- [0029] 이러한 표면 결정성 요철 구조(520)의 요철각(A)은 분무열분해(spray pyrolysis) 공정을 통한 불소 함유 산화주석의 결정 성장방향을 조절함으로써 가변될 수 있는 데 이에 대해서는 제조방법에서 상술한다.
- [0030] 그리고, 전면 투명전극(500)의 내부 또한 분무열분해(spray pyrolysis)에 의해 형성된 2 이상의 상호 다른 결정면을 통해 내부 굴절이 발생하므로 이로써 CIGS 광 흡수층(300)으로 입사광(L)을 모으게 된다.

- [0031] 반사 방지막(600)은 태양전지에 입사되는 태양의 입사광 반사 손실을 줄이는 역할을 한다. 재질로는 보통 플루오르화 마그네슘(MgF₂)이 사용되는데, 물리적인 박막 제조법으로 전자빔 증발법을 이용하여 제조될 수 있다.
- [0032] 그리드 전극(G1, G2)은 태양전지 표면에서의 전류를 수집하기 위한 것으로 각각 배면전극(200) 및 전면 투명전극(500)과 연결되도록 형성한다. 이 경우 입사광(L)의 흡수 면적을 고려하여 그리드 전극(G1, G2)을 위치시킨다. 이러한 그리드 전극(G1, G2)은 Al 또는 Ni/Al 재질로 형성될 수 있다.
- [0033] <태양전지 모듈의 제조방법>
- [0034] 도 3a 내지 도 3d는 본 발명에 따른 CIGS 태양전지 모듈의 제조 과정의 일 실시예를 개략적으로 나타낸 공정단면도이다. 이하 도 3a 내지 도 3d를 참조하여 공정 순서를 개략적으로 설명한다.
- [0035] 도 3a에 도시된 바와 같이, 본 발명인 태양전지 모듈의 제조방법의 일 실시예는 우선 그리드 전극(G1)을 배치한 기관(101) 상에 배면전극(201)을 DC 스퍼터링으로 형성한 이후에 레이저를 이용하여 일정 간격의 1차 패터닝(P1)을 형성한다.
- [0036] 다음, 도 3b에 도시된 바와 같이, 4개의 금속원소(Cu, In, Ga, Se)를 출발물질로 진공증발(evaporation)법을 이용하여 CIGS 광 흡수층(301)을 형성하고 그 상부로 화학적 용액 성장법(CBD, Chemical Bath Deposition)을 통해 두께 약 500 Å 정도의 박막이 되도록 형성한다.
- [0037] 다음, 도 3c에 도시된 바와 같이, 레이저 또는 기계적인 방법을 이용하여 일정 간격의 2차 패터닝(P2)을 형성한 이후에 불소 함유 산화주석을 성막하여 전면 투명전극(501) 및 표면 결정성 요철 구조(521)를 형성하고, 다시 전면 투명전극(501) 상부로 MgF₂를 사용하여 반사방지막(600)을 형성한다. 이때 그리드 전극(G2)이 배치될 수 있다.
- [0038] 마지막으로 도 3d에 도시된 바와 같이, 레이저 또는 기계적인 방법을 이용하여 일정 간격의 3차 패터닝(P3)을 형성하면 본 발명인 태양전지 모듈의 제조방법이 완료된다.
- [0039] 도 4는 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법의 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도이다. 도 4에 도시된 제조방법의 순서는 도 3a 내지 도 3d의 공정단면도를 통해 개략적으로 설명한 바와 같다(도면 부호는 도 3d와 동일). 즉, 도 4를 참조하면, 우선 소정 기관(101) 상에 배면전극(201)을 형성하고(S110) 배면전극(201)이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 1차 패터닝이 수행된다(S115).
- [0040] 다음, 배면전극(201) 상에 CIGS 광 흡수층(301)을 형성하고(S120), CIGS 광 흡수층(301) 상에 버퍼층(401)을 형성하여(S130) CIGS 광 흡수층(301) 및 버퍼층(401)이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 2차 패터닝이 수행된다(S135).
- [0041] 다음, 버퍼층(401) 주위에 SnO₂:F의 분무열분해 공정을 통한 성막으로 표면 결정성 요철 구조(521)의 전면 투명전극(501)을 형성하고(S140), 전면 투명전극(501) 상에 반사 방지막(601)을 형성한다(S150).
- [0042] 마지막으로 CIGS 광 흡수층(301), 버퍼층(401), 전면 투명전극(501) 및 반사 방지막(601)이 직렬 연결을 위해 일정 간격으로 패터닝되는 3차 패터닝이 수행됨으로써(S155) 제조방법이 수행된다.
- [0043] 다만, 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법은 전면 투명전극(501) 및 표면 결정성 요철 구조(521)의 형성 과정을 좀 더 구체적으로 설명할 필요가 있다. 이하 전면 투명전극(501) 및 표면 결정성 요철 구조(521)의 형성 과정에 대해 상술한다.
- [0044] 도 5는 본 발명인 CIGS 태양전지 모듈의 제조방법 중 분무열분해 공정을 통한 불소 함유 산화주석의 전면 투명전극(501) 제조방법의 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도이다. 도 5를 참조하면, 우선 염화주석(SnCl₄), 물(H₂O), 플루오르화 암모늄(NH₄F) 및 에탄올(C₂H₅OH)이 혼합된 혼합용액이 불활성의 고압 가스로 분사되어 버퍼층(401) 주변에 분무 형태로 형성된다(S142). 여기서 고압 가스는 질소(N₂) 가스를 이용하고 혼합용액은 노즐(미도시)을 통해 분사하여 분무 형태로 만든다.

[0045] 다음, 기관(101)이 소정 열공급 수단(미도시)과 연결되어 기관 온도가 가변된다(S144). 이는 불소 함유 산화주석의 결정면 성장을 조절하기 위해 가변시키는 것이다. 즉, 고온에서는 결정면 지수 (200) 면으로 우선 성장하지만 기관(101)의 온도가 저온으로 변경되면 입자들이 확산하여 결정면 지수 (211) 면 및 (100) 면으로도 결정이 성장하게 되는 것이다. 여기서, 기관(101)의 온도 가변단계(S144)를 수행함으로써 입사광(L)의 반사 정도를 조절할 수 있는 요철각(A)을 결정할 수 있으며, 불소 함유 산화주석의 전 표면이 동일 온도를 가질 수 없으므로 통계적인 요철각(A)으로 결정된다.

[0046] 마지막으로 분무 형태의 혼합용액이 기관 상에 확산되어 2 이상의 상호 다른 결정면을 갖는 불소 함유 산화주석 결정으로 성장함으로써(S146) 표면 결정성 요철 구조(521)를 가지는 전면 투명전극(501)이 형성되게 된다.

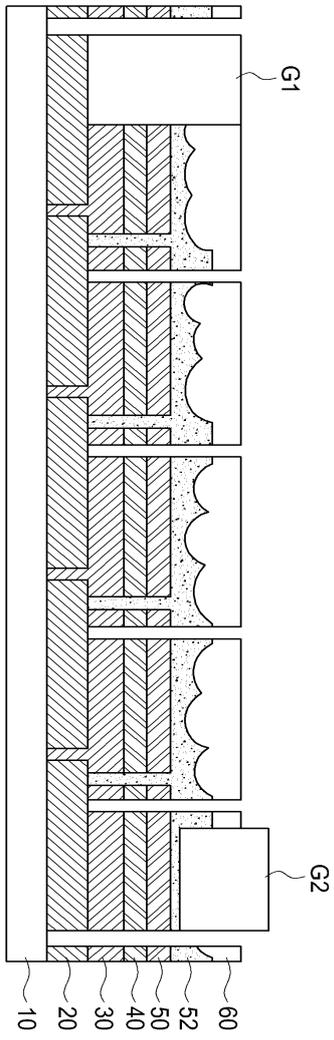
[0047] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기의 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

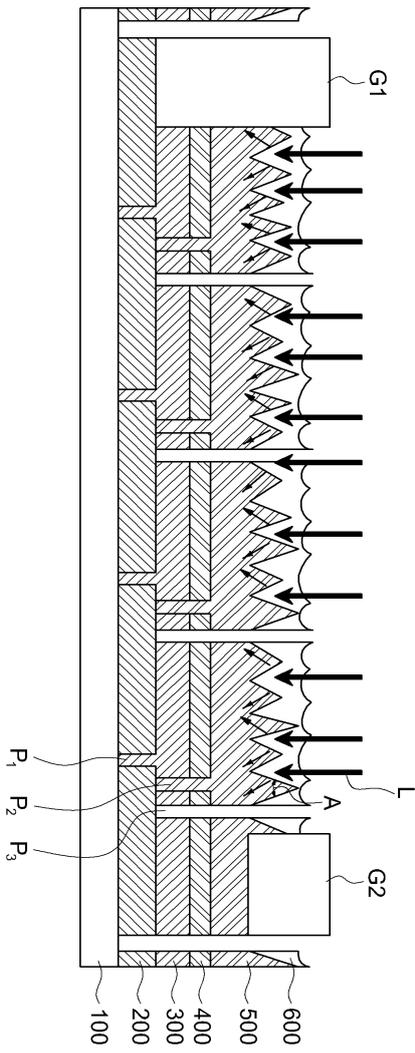
- [0048] L: 입사광
 A: 요철각
 P1: 1차 패터닝
 P2: 2차 패터닝
 P3: 3차 패터닝
 G1, G2: 그리드
 100, 101: 기관
 200, 201: 배면전극
 300, 301: CIGS 광 흡수층
 400, 401: 버퍼층
 500, 501: 전면 투명전극
 520, 521: 표면 결정성 요철 구조
 600, 601: 반사 방지막

도면

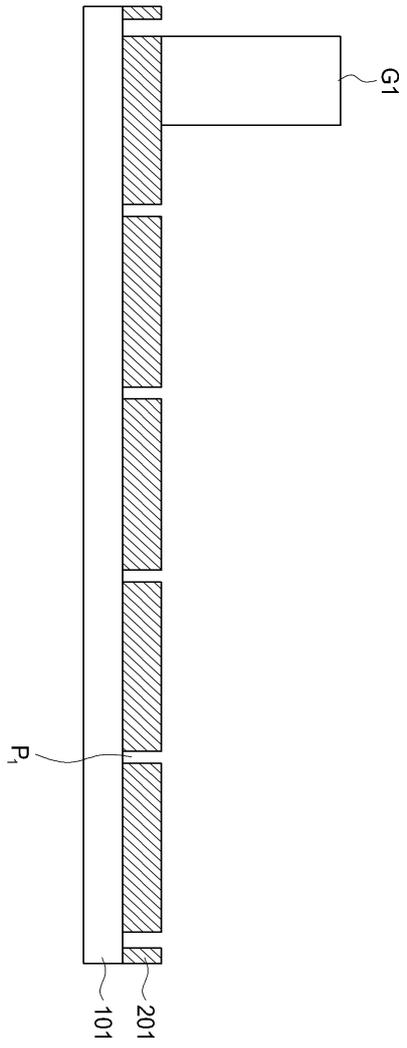
도면1



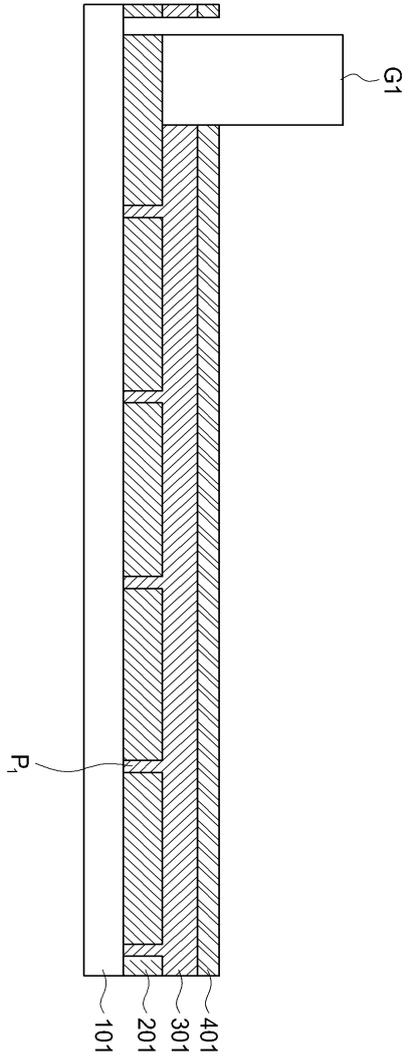
도면2



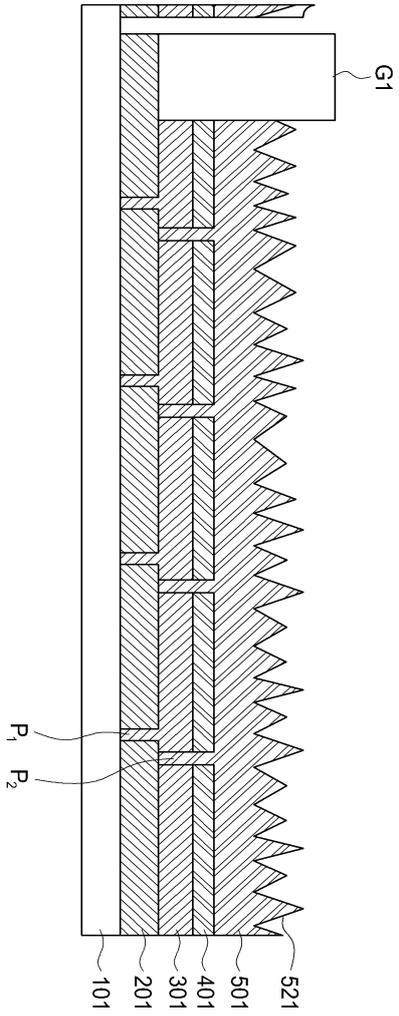
도면3a



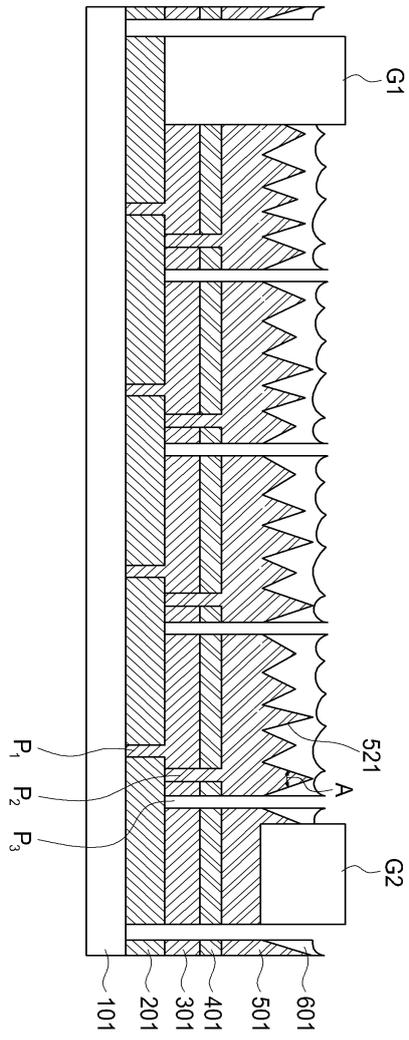
도면3b



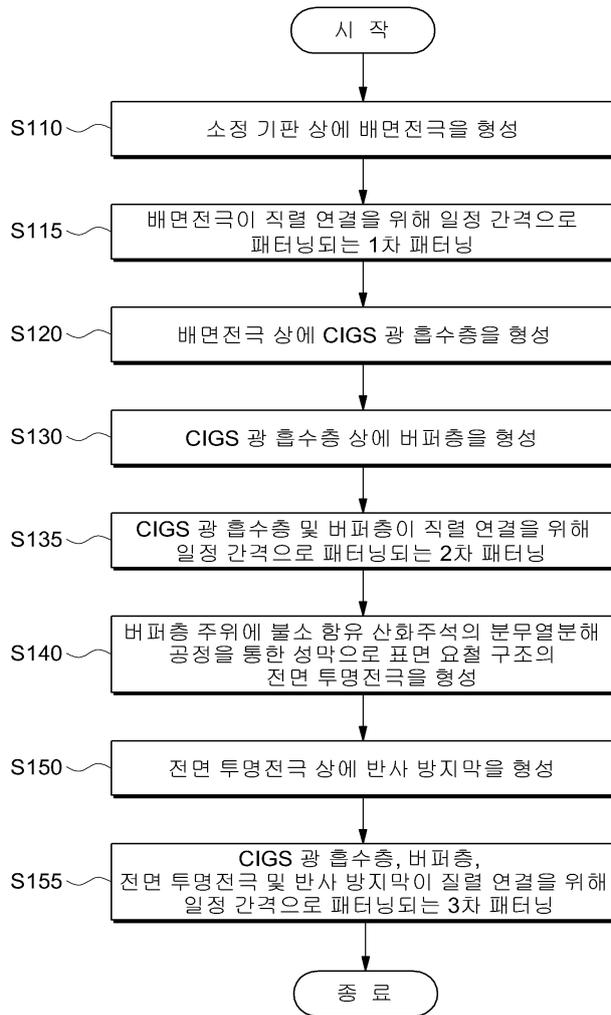
도면3c



도면3d



도면4



도면5

