



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년09월10일
(11) 등록번호 10-0981538
(24) 등록일자 2010년09월03일

(51) Int. Cl.
H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2004-7013834
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년03월03일
심사청구일자 2008년01월17일
(85) 번역문제출일자 2004년09월03일
(65) 공개번호 10-2004-0104482
(43) 공개일자 2004년12월10일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2003/002218
(87) 국제공개번호 WO 2003/075351
국제공개일자 2003년09월11일
(30) 우선권주장
02075893.4 2002년03월05일
유럽특허청(EPO)(EP)
60/365,841 2002년03월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US04262411 A1*
US06184057 B1*
US04771017 A1
US04507181 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
아크조 노벨 엔.브이.
네덜란드 아른헴 (우편번호:엔엘-6824 비엠) 벨페르베그 76
(72) 발명자
미델만에릭
네덜란드 아른헴 멘델손란 12
피터스파울러스마리너스제지나마리아
네덜란드 두벤 벨레플레이어 111
셀름루돌프엠마뉴엘이시들
네덜란드 드리베르겐 로잘리움란 15
(74) 대리인
김명신, 박장규

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 손희수

(54) 임시기관을 사용하여 태양 전지 유닛을 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 태양 전지 유닛을 제조하는 방법에 관한 것으로서,

- (a) 에칭가능한 도전성 임시기관을 제공하는 단계,
- (b) 투광성 도전 산화물(TCO)을 적용하는 단계,
- (c) 상기 TCO층에 광기전층을 적용하는 단계,
- (d) 후면 전극을 적용하는 단계,

(f) 상기 단계 중 어느 하나에 있어서, 에치 레지스트로 커버되지 않은 임시기관의 부분을 제거한 후에 집전 그리드를 형성하기에 적당한 패턴으로 상기 임시기관 상에 에치 레지스트를 제공하는 단계, 및

(g) 에치 레지스트로 커버되지 않는 기관을 선택적으로 제거하여 집전 그리드를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법이고,

본 발명의 방법은 단순한 프로세스에 의해 높은 도전성 집전 그리드를 제공할 수 있도록 하고, 원한다면, 상기 집전 그리드는 채색층이 제공되는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

태양전지 유닛을 제조하는 방법에 있어서,

- a. 에칭 가능한 도전성 임시기판을 설치하는 단계,
- b. 상기 임시기판 상에 투광성 도전 산화물(TCO)의 층을 적용하는 단계,
- c. 상기 TCO층에 광기전층을 적용하는 단계,
- d. 후면 전극층을 적용하는 단계,
- e. 영구 캐리어를 적용하는 단계,
- f. 상기 단계 중 어느 하나의 단계에서, 에치 레지스트로 커버되지 않는 임시기판의 일부를 제거한 후에 집전 (current collection) 그리드를 형성하기에 적합한 패턴으로 상기 임시기판 상에 에치 레지스트를 제공하는 단계, 및
- g. 에치 레지스트로 커버되지 않는 임시기판을 선택적으로 제거하여 집전 그리드를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

집전 그리드를 형성하는 패턴은 상기 후면 전극의 도포 후 및 가능한 경우 영구 캐리어의 적용 후에 제공되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 에치 레지스트는 영구 에치 레지스트인 것을 특징으로 하는 태양전지 유닛의 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 영구 에치 레지스트는 상기 그리드를 상기 태양 전지 유닛과 구별되게 하거나, 또는 상기 태양전지 유닛 상에서 상기 그리드를 위장시키거나, 또는 상기 그리드의 일부를 상기 태양 전지 유닛과 구별되게 하고 상기 태양전지 유닛 상에서 상기 그리드의 다른 일부를 위장시키는 적어도 하나의 색상을 구비하는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 임시기판은 유연하고, 유연한 영구 캐리어가 적용되며, 상기 방법은 롤투롤(roll-roll) 프로세스의 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛의 제조 방법.

청구항 6

태양 전지 유닛에 있어서,

후면 전극, 광기전력층, TCO층, 및 집전 그리드를 포함하고,

상기 집전 그리드는 적어도 일부에 에치 레지스트를 구비하는 금속 집전 그리드이며,

상기 에치 레지스트는 상기 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 매칭되는 색상을 갖거나, 또는 상기 에치 레지스트는 상기 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 대비되는 색상을 갖거나, 또는 상기 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 매칭되는 색상을 갖는 에치 레지스트가 상기 집전 그리드의 일부 상에 제공되고 상기 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 대비되는 색상을 갖는 에치 레지스트가 상기 집전 그리드의 다른

일부 상에 제공되는 것을 특징으로 하는 태양 전지 유닛.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 임시기판(temporary substrate)을 사용하여 태양 전지 유닛을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그 결과로 얻어진 태양 전지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광기전 유닛 또는 광기전 호일(photovoltaic foil)로 알려진 태양 전지 유닛은 투광성 도전 산화물(transparent conductive oxide)(TCO)을 구비한 전면 전극(front electrode)(상기 호일의 앞면)과 후면 전극(back electrode)(상기 호일의 뒷면) 사이에 제공되는 반도체 재료로 구성된 광기전(PV)층과 캐리어를 일반적으로 포함한다. 상기 전면 전극은 투광이고, 입사광을 상기 반도체 재료에 도달할 수 있게 하고, 여기서 상기 입사광이 전기 에너지로 변환된다. 이러한 방식으로 빛이 전류를 생성하는 데에 사용될 수 있고, 이것은 이른바 화석 연료 또는 원자력에 대한 흥미 있는 대안을 제공한다.

[0003] W098/13882 및 W099/49483은 임시기판을 제공하는 단계, 투광성 도전 산화물을 적용하는 단계, 광기전층을 적용하는 단계, 후면 전극층을 적용하는 단계, 캐리어를 적용하는 단계, 임시기판을 제거하는 단계를 포함하고, 바람직하게는 상기 투광성 도전층의 측면에 투광성 보호 상부 코팅(top coat)을 적용하는 단계를 포함하는 광기전 호일을 제조하는 방법을 기술한다. 이 방법은 광기전 호일 또는 디바이스의 롤투롤(roll-to-roll) 제조를 가능하게 하지만, 그와 동시에, 상기 PV층의 전류 생성동작을 위태롭게 하지 않으면서, 임의의 소망 투광성 도전물질과 피착 프로세스를 사용하는 것을 가능하게 한다. WO 01/78156 및 WO 01/47020은 이 프로세스의 변형을 기술한다.

[0004] 상기 공보에서는 금속 임시기판을 사용하는 것이 선호된다는 것을 알 수 있는데, 이는 일반적으로 추가적인 공정동안 높은 온도에서 견딜 수 있고, 거의 증발되지 않으며, 종래의 에칭 기술을 사용하여 상대적으로 쉽게 제거될 수 있기 때문이다. 금속, 특히 알루미늄이나 구리를 선택하는 다른 이유는 PV 호일이 궁극적으로 (임의의 예비장치 또는 네트에 연결을 위한 접점을 형성하는, 다시 말해서 실질적으로 PV 호일을 전력원으로서 사용하는) "측면(side)" 전극을 포함하여야 하기 때문이다. 상기 임시기판의 일부를 잔존시킴으로써(예를 들면, 측면 테두리 또는 줄무늬로), 이들 접점은 별도로 적용될 필요가 없다.

[0005] 상기 태양 전지 유닛으로부터의 집전을 개선하기 위해, 태양 전지 유닛에 종종 집전 그리드가 제공된다. 태양 전지 호일 유닛의 경우, 상기 그리드는 상기 전면 전극 및/또는 보다 덜 일반적이지만, 상기 후면 전극이 (반)투광성 태양 전지 유닛을 얻기 위해 비교적 불량한 도전성 TCO로 만들어진다면 상기 후면 전극에 적용된다. 상기 그리드는 상기 광기전층에서 생성되고 상기 전극을 통해 흐르는 전류의 수집을 쉽게 할 수 있도록 하는 방식으로 적용되는 도전 물질의 선형 패턴이다.

[0006] 그리드를 적용하는 다양한 방법이 종래 기술에서 알려져 있다. 예를 들면, 일반적으로 은입자를 포함하는 페이스트(paste)를 사용하는 프린팅 기술을 통해 그리드를 적용하는 것이 알려져있다. 이러한 형태의 페이스트를 사용하는 것의 단점은 그 도전성이 상대적으로 낮다는 것이다. 상기 페이스트를 소성해서(firing) 상기 도전성을 증가시키는 것이 가능하지만, 이것은 추가적인 처리 단계를 요구한다. 또한 소성은 일반적으로 상기 태양 전지 유닛의 특성에, 특히 상기 광기전층과 선택적인 폴리머층의 특성에 부정적인 영향을 주는 반면, 상기 그리드의 결과적인 도전성은 여전히 개선될 필요가 있다.

[0007] 또한 종래 기술에서, 용융된 금속을 피착함으로써 상기 그리드를 적용하는 것이 알려져 있다. 이것은 좋은 도전성을 가진 그리드를 제공하지만, 상기 용융된 금속의 높은 온도는 대개 상기 TCO층, 특히 상기 광기전층의 특성에 부정적인 영향을 끼친다. 또한, 금속 피착을 위해 상기 표면을 준비하는데 다수의 추가적인 단계가 요구

된다.

[0008] 최근의 발달은 그 적용 후에 자연스럽게 응고될 수 있는 상대적으로 낮은 온도의 금속층에서의 피착에 관한 것이다. 그러나, 현재 이 방법들은 수용 가능한 품질의 광기전 디바이스를 제공하지는 못한다. WO 93/00711은 전기 전도성 접착물(electrically conductive adhesive)에 의해 전기적으로 도전성의 호일을 부착함으로써 투광성 도전 물질층의 상부에 집전 그리드를 형성하는 것을 기술한다. 그 후에, 상기 도전성 호일의 일부가 에칭 기술에 의해 제거된다. 이 프로세스와 관련된 한 가지 문제점은 전도성 접착제에 있는데, 이것 역시 상기 도전성 호일이 제거된 위치에서 제거되어야 한다. 이것은 예를 들면, 용매에 의해 행해질 수 있지만, 이것은 상기 용매가 집전 그리드를 전면 전극에 부착시키는 접착제도 용해할 위험성을 초래한다. 이 프로세스에 연관된 또 다른 문제는 상기 집전 그리드와 상기 TCO층 사이의 상기 접착제를 통한 연결의 도전성에 관한 것이다.

[0009] 태양 전지 유닛에 그리드를 적용하는 상기의 모든 방법과 연관된 문제는 태양 전지 유닛 표면에 그리드를 부착하는 문제이고, 이것은 개선의 필요가 있다.

[0010] 그러므로, 양호한 도전성과 TCO층에 대한 양호한 접착성을 가지고, 상기 태양 전지 호일, 특히 TCO층의 특성을 손상시키지 않는 간단하고 잘 제어되는 프로세스에 의해 얻어질 수 있는 그리드를 구비한 태양 전지 유닛을 제조하는 방법이 필요하다.

발명의 상세한 설명

[0011] 현재 이러한 문제점들은 도전성 임시기판의 일부가 집전 그리드로서 유지되고 또한 본 명세서의 목적을 위해 버스바(busbar)를 포함하는 임시기판을 사용하는 태양 전지 유닛의 제조에 의해 해결될 수 있다.

[0012] 본 발명은 그러므로,

[0013] a. 에칭가능한 도전성 임시기판을 제공하는 단계,

[0014] b. 상기 임시기판 상에 투광성 도전성 산화물(TCO)의 층을 적용하는 단계,

[0015] c. 상기 TCO층에 광기전층을 적용하는 단계,

[0016] d. 후면 전극층을 적용하는 단계,

[0017] e. 영구 캐리어(permanent carrier)를 적용하는 단계,

[0018] f. 상기 단계중 어느 하나에 있어서, 에치 레지스트로 커버되지 않은 임시기판의 일부를 제거한 후에 집전 그리드를 형성하기에 적합한 패턴으로 상기 임시기판 상에 "에치 레지스트"를 제공하는 단계, 및

[0019] g. 에치 레지스트로 커버되지 않은 임시기판을 선택적으로 제거하여 집전 그리드를 형성하는 단계를 구비한 태양전지를 제공하는 방법에 관한 것이다.

[0020] 본 명세서 상에서, 에칭이라는 단어는 예를 들면, 용해와 같은 화학적 수단에 의해 제거하는 것을 의미한다. 에칭 가능한 기판은 화학적 수단에 의해 제거될 수 있는 기판이고, 에치 레지스트는 상기 임시기판의 제거동안 적용된 조건에 견딜수 있는 물질이다.

[0021] 본 발명에 따른 방법에서, TCO층은 사실상 나중에 집전 그리드가 되는 것에 피착되기 때문에, TCO와 집전 그리드 사이의 저항접촉(ohmic contact)이 우수할 것으로 보장될 수 있다. TCO층이 임시기판 상에서 성장한다는 사실 때문에, 임시기판에서 생성된 TCO층과 그리드 사이의 접착이 우수하다는 것이 보장될 수 있다. 상기 임시기판은 금속성 기판이기 때문에, 그리드 자체의 도전성 또한 좋다. 또한, 임시기판의 사용은 항상 에칭 단계에 의해 그것의 제거를 필요로 한다는 것을 고려하여, 본 발명에 따른 방법은 단지 하나의 간단한 단계, 즉 WO 98/13882 또는 WO 99/49483에 의해 알려진 프로세스에 에치 레지스트를 적용하는 단계를 추가한다. 상기 에치 레지스트의 적용은, 특히 이것이 물투를 프로세스를 통해 수행된다면, 상기 참조의 준비 프로세스로 쉽게 병합될 수 있다. 특히, 에치 레지스트는 예를 들면 용융된 금속 스트립보다 훨씬 쉽게 적용될 수 있는 물질이기 때문에, 이 통합은 상기 그리드를 정확하고 재생 가능한 방법으로 배치할 수 있도록 한다.

[0022] 에치 레지스트는 집전 그리드의 형태로 임시기판에 적용될 수 있고, 부식액의 작용으로부터 임시기판을 보호하는 임의의 물질이 될 수 있다. 에치 레지스트는 임시적이며, 즉, 프로세스의 일련의 추가적인 단계에서 제거된다. 선택적으로, 에치 레지스트는 영구적이 될 수도 있다. 영구적인 에치 레지스트의 사용이 선호된다. 이러한 선호에는 여러가지 이유가 있다. 제 1 측면에서, 영구적인 에치 레지스트의 사용은 에치 레지스트 제거 단계를 위한 필요를 제거한다. 또한, 에치 레지스트는 외부의 영향으로부터 그리드를 보호하고, 봉입된 모듈의

절연과피 강도를 증가시킨다.

- [0023] 본 발명의 방법의 특히 바람직한 실시예의 하나는 집전 그리드가, 상기 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 매칭되거나 그와 대비되는 색상을 갖도록 선택된 영구적인 에치 레지스트인 것이다.
- [0024] 상기 태양전지 유닛의 에너지 생성부와 착색된 그리드 사이의 색상의 차이가 dEab로 표현될 수 있는데, 그것은 다음과 같이 정의되고,
- [0025]
$$dEab = (dL^2 + da^2 + db^2)^{1/2}$$
- [0026] 여기서, dL, da, 및 db는 각각 상기 태양 전지 유닛의 착색 물질이 제공된 부분과 에너지 생성 부분 사이의 명도, 푸른 정도(blueness), 붉은 정도(redness)의 차이이다. 상기 L, a, b의 값은 D65 광원을 사용하는 CIELAB 절차에 따라 결정될 수 있다. 그리드의 색상이 태양 전지 유닛의 색상과 매치가 되면, 상기 dEab는 일반적으로 5이하이고, 바람직하게는 2이하, 보다 바람직하게는 약 0.3 이하이다. 그 경우, 위장색(camouflage color)이 사용되었다고 말할 수 있다. 그리드의 색상이 태양 전지 유닛의 에너지 생성부의 색상과 대비가 되도록 선택되면, 상기 dEab값은 일반적으로 약 10 이상이고, 바람직하게는 12 이상, 보다 바람직하게는 약 20 내지 100이다. 하나 이상의 색상이 사용되면, 일반적으로 이 색상들 중 적어도 하나가 상기 dEab 값에 대한 상기의 요구조건을 만족시킨다. 눈에 띄는 색상과 위장색상의 조합의 사용은 균일한 배경 상에 채색된 디자인으로 태양 전지 유닛을 장식할 수 있도록 한다. 고찰된 디자인의 예는 패턴, 문자, 도안, 줄무늬, 직사각형, 및 정사각형이다. 본 실시예에서, 일반적으로 그리드의 10-90%가 눈에 띄는 색상이 제공되는 반면, 그리드의 90-10%는 위장색이 제공된다.
- [0027] 태양 전지 유닛의 그리드 상에 색상을 코팅하는 기술이 설명되어 있음을 주의하라. EP0986109와 공개되지 않은 국제 출원번호 PCT/EP/01/10245가 참조된다. 그러나, 이들 참조는 임시기판을 통하여 채색된 양질의 금속 집전 그리드를 얻기 위해 에치 레지스트로서 채색 코팅을 적용하는 것에 대해 기술하고 있지는 않다.
- [0028] 부수적으로, 보다 덜 선호되지만, 그리드의 제조에 있어서 임시 에치 레지스트를 사용하고, 그 다음에 상기 임시 에치 레지스트를 제거하고, 예를 들어, 공개되지 않은 국제출원번호 PCT/EP/01/10245에 기술된 것과 같은 착색된 물질을 그리드에 제공하는 것은 본 발명의 범위 내에 있다.
- [0029] 상기 임시기판 상에 에치 레지스트를 적용하는 것은 본 발명에 따른 프로세스의 임의의 단계에서 수행될 수 있다. 예를 들면, 그것은 상기 프로세스의 개시 전에, 즉, TCO를 임시기판의 다른 면에 적용하기 전에 적용될 수 있다. 그것은 임의의 중간단계에 적용될 수 있고, 또한 상기 프로세스의 끝에, 즉, 상기 후면 전극, 또는 가능하다면 영구 캐리어의 적용 후, 그리고 에칭에 의한 임시기판의 제거 바로 전에 적용될 수 있다. 상기 후자의 옵션이 선호되는데, 그것은 상기 프로세스의 선행 부분 동안 에치 레지스트 패턴이 손상되는 것을 막기 때문이다. 그것은 또한 임시기판의 "후면" 상에 에치 레지스트 패턴의 존재가 다른 처리를 방해하는 것을 방지한다. 본 발명에 따른 프로세스의 바람직한 물투를 실시예에서, 후면 상에 에치 레지스트에서 패턴이 제공된 임시기판이 하나 이상의 물 위로 안내된다면, 두 경우 모두가 발생할 수 있다.
- [0030] 상기 임시기판은 상기 집전 그리드가 형성되기 바라는 것보다 두꺼울 수도 있다. 그 경우, 우선 임시기판의 일부를 에칭하고, 그런 다음, 에치 레지스트를 상기 집전 그리드의 패턴으로 적용하고, 그 다음 상기 에치 레지스트의 보호되지 않은 부분을 제거할 수 있다. 그러나, 이와 같은 경우에 집전 그리드의 패턴으로 임시 에치 레지스트를 우선 적용하고 이어서 에치 레지스트에 의해 보호되지 않는 임시기판을 선택적으로 제거하는 것이 선호된다. 그런 다음, 임시 에치 레지스트는 제거되고, 추가적인 에칭 단계가 집전 그리드의 두께를 줄이기 위해 수행된다.
- [0031] 본 발명에 따른 방법의 바람직한 실시예에서, 상기 임시기판은 유연하고, 유연한 영구 캐리어가 적용되며, 상기 프로세스는 물투를 프로세스에 의해 수행된다.
- [0032] 본 발명에 따른 방법의 특정 이점은, 그리드가 매혹적인 단면의 형태로 얻어진다는 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명에 따른 방법은 그리드의 높이와 그리드의 폭 사이의 비율(그리드의 단면의 가장 넓은 부분에 대해 정해짐)이 적어도 0.1, 바람직하게는 적어도 0.2, 보다 바람직하게는 적어도 0.3인 그리드가 제공된 태양 전지 시트를 준비할 수 있도록 한다. 종래 기술의 그리드에 비하여, 그 폭에 비해서 상대적으로 높은 그리드의 선택은 작은 폭때문에 상기 그리드에 의해 커버되는 표면 영역의 양이 상대적으로 낮고, 보다 높은 에너지 산출을 낳는 반면, 상기 상대적으로 높은 높이는 상기 그리드의 전류 연결의 특성이 지속적으로 좋도록 보장한다. 이러한 너비 대 높이의 비율을 갖는 그리드는 금속 스퍼터링(sputtering) 등과 같은 종래의 방법에 의해

얻어질 수 없다.

[0033] 본 발명의 방법에 의해 얻어진 그리드 단면 형상의 또 다른 특성은 상기 그리드가 TCO층과의 인터페이스에 있어서 최대의 폭을 갖고, 도 1에 도시된 것처럼 곡선의 형태로 그의 가장 작은 단면으로 폭이 점점 가늘어지는 것이고, 여기서 1은 그리드를 표시하고, 2는 상기 그리드가 제공된 태양 전지 유닛을 표시한다. 이 형태는 다수의 명확한 이점을 갖는다. 먼저, 이 형태는 그리드와 TCO의 사이에서 상대적으로 높은 접촉 영역의 조합을 낳고, 이것은 보다 적은 접촉 저항의 손실, 그리고 상기 그리드 근처의 보다 적은 음영효과를 초래한다. 또한 상기 그리드는 그의 고유한 경사진 형태가 보다 좋은 힘의 분산을 보장하기 때문에 박층에 대해 증가된 저항을 갖는다. 마지막으로, 상기 경사진 형태는 그것이 상기 그리드 근처의 가스 산입 없이 상기 태양 전지 유닛 위에 몰딩제(encapsulant)를 보다 쉽게 적용할 수 있도록 만든다.

[0034] 순조로운 진행을 위하여, 그리드 단면의 가장 작은 폭이 그리드의 상부에 반드시 위치할 필요는 없음을 주의하라. 부식액은 측면 방향에 대해 선호도를 보이기 때문에, 그리드 단면의 폭은 도 2에 도시된 것처럼 중간 어느 지점에서 가장 작으며, 여기서 1은 그리드를 지시하고, 2는 그리드가 제공된 태양 전지 유닛을 지시한다. 그럼에도 불구하고, 상기 그리드는 단면의 가장 작은 폭을 그 상부에 갖는 것이 바람직하다. 상기 그리드의 가장 작은 단면의 폭과 TCO와 접촉한 단면의 폭 사이의 비율은 일반적으로 0.1:1 내지 0.9:1이고, 바람직하게는 0.2:1 내지 0.7:1, 보다 바람직하게는 0.4:1 내지 0.6:1이다.

[0035] 확실히 하기 위하여, 임시기판에 의해 상기 그리드의 일부를 제조하고 다른 방법으로 다른 부분에 적용하는 것이 본 발명의 영역 내에 있음을 주의하라. 예를 들면, 상기 그리드의 보다 정교한 부분은 상기 임시기판으로부터 얻어지는 반면, 버스바 같은 상기 그리드의 거친 부분은 도전 테이프의 적용 같은 다른 방법으로 적용된다는 것을 상상할 수 있다. 본 발명에 따른 방법에 의해 얻어진 태양 전지 유닛은 상기 임시기판으로부터 얻어진 그리드 표면 보다 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 가장 바람직하게는 적어도 95%를 갖는 것이 바람직하다.

실시예

[0036] **임시기판(Temporary Substrate)**

[0037] 상기 임시기판은 다수의 조건을 만족시켜야 한다. 집전 그리드에 대해 기본 재료로 사용될 수 있도록 충분한 도전성이 있어야 한다. 상기 태양 전지 유닛의 제조동안, 특히 TCO 및 PV층의 피착동안, 상기 조건들에 견딜 수 있도록 충분히 열에 대한 내구성이 있어야 한다. 그 제조동안, 상기 태양 전지 유닛을 운반할 수 있도록 충분한 내구성이 있어야 한다. 상기 PV층을 손상 없이 TCO층으로부터 쉽게 제거될 수 있어야 한다. 당업자는 이 가이드 라인내에서 적절한 임시기판을 선택할 수 있을 것이다.

[0038] 본 발명에 따른 방법에서 사용되는 임시기판은 바람직하게는 금속 또는 금속 합금의 호일이다. 이에 대한 주된 이유는 그러한 호일이 좋은 도전성을 보여주고, 일반적으로 처리시의 높은 온도에 견딜 수 있고, 천천히 증발하고, 알려진 에칭 기술을 사용하여 비교적 쉽게 제거될 수 있기 때문이다. 금속호일, 특히 알루미늄이나 구리를 선택하는 또다른 이유는 상기 태양 전지 유닛의 종단에 장치 또는 전기 그리드에 연결해야 하는 가장자리 전극(edge electrode)이 제공되어야 하기 때문이다. 임시기판의 잔류 부분은 이 종단에 사용되고, 그 결과, 상기 가장자리 전극의 개별 공급의 필요가 없다.

[0039] 적합한 금속은 강철, 알루미늄, 구리, 철, 니켈, 은, 아연, 몰리브덴, 크롬, 및 이들의 합금 또는 다중층을 포함한다. 이들 중에 경제적인 이유로, 철, 알루미늄, 구리 또는 그의 합금을 사용하는 것이 선호된다. 그 성능을 고려하면(그리고 비용의 문제를 고려하면), 알루미늄, 철 및 구리가 가장 바람직하다.

[0040] 금속을 제거하는 적당한 부식액과 기술이 알려져 있고, 그것은 금속마다 다르지만, 당업자는 적당한 것을 선택할 수 있을 것이다. 선호되는 부식액은 산(Lewis 산 및 Brønstedt 산 둘 다)을 포함한다. 그러므로 구리의 경우, 그것은 FeCl_3 , 질산 또는 황산을 사용하는 것이 바람직하다. 알루미늄의 경우 적합한 부식액은 예를 들면, NaOH , KOH , 그리고 인산과 질산의 혼합물이다.

[0041] 구리가 전착(electrodeposition)의 방법으로 임의로 준비되어 임시기판으로 사용된다면, 상기 구리에 전착을 통해 선택적으로, 예컨대 부식방지층과 같은 비환원성 확산 배리어층, 보다 구체적으로 아연 산화물을 제공하는 것이 선호된다. 이것은 구리가 PV층의 TCO층을 통해 확산되는 경향을 가지기 때문이다. 또한, 그러한 확산을 방지할 수 있는 예를 들면, SnO_2 , 또는 ZnO 와 같은 TCO를 선택할 수 있다. 상기 확산방지층은 예를 들면 전착을 통해 또는 물리기상증착(PVD) 또는 화학기상증착(CVD)을 통해 적용될 수 있다. 상기 확산방지층은 일반적으

로 상기 임시기관과 함께 상기 TCO로부터 제거되지만, 상기 그리드의 위치에서 유지된다. 명백하게, 그러한 확산방지층 및/또는 버퍼층과 같은 층이 상기 TCO층과 상기 그리드 사이에 있다면, 그 특성은 TCO에서 그리드로의 전류의 통전을 방해하지 않아야 한다. 그러므로, 상기 그리드와 상기 TCO층 사이의 임의의 중간층은 도전성이 있어야 한다.

[0042] 제거를 쉽게 하기 위해, 상기 임시기관은 가능한 얇은 것이 바람직 하다. 반면, 상기 임시기관으로부터 얻어진 그리드가 충분한 집전을 할 수 있는 임의의 두께가 요구된다. 또한, 그 두께는 다른 층들이 그 위에 제공될 수 있도록 하고, 이것들을 함께 유지할 수 있는 두께이어야 하지만, 이것은 일반적으로 그것이 500 μ m(0.5mm) 두께 이상이 되는 것을 요구하지 않는다. 상기 두께는 바람직하게는 1-200 μ m(0.2mm)의 범위이다. 탄성계수에 따라, 많은 수의 물질에 대한 최소 두께는 5 μ m이 될 것이다. 따라서, 5-150 μ m의 두께, 보다 구체적으로 10-100 μ m의 두께가 바람직하다.

[0043] 부수적으로, 임시기관의 두께와 함께 상기 에치 레지스트의 폭의 적절한 선택에 의해, 그리드의 집전 특성이 조정될 수 있다. 태양 전지 유닛의 표면에 대한 에치 레지스트의 폭을 변화시킴으로써, 그리드의 집전 특성이 특정 위치에서 생성된 전류의 양에 적응될 수 있다.

[0044] TCO층

[0045] 적합한 투광 도전 산화물(TCO들)의 예는 산화인듐주석막(indium tin oxide), 산화 아연, 알루미늄이 도핑된 산화 아연, 플루오르(Fluorine), 갈륨 또는 붕소, 황화 카드뮴, 산화 카드뮴, 산화 주석, 및 가장 바람직하게는 플루오르가 도핑된 SnO₂이다. 상기 마지막에 언급된 투광성 전극 물질이 선호되는데, 400 $^{\circ}$ C 이상, 바람직하게는 500-600 $^{\circ}$ C의 범위의 온도에서 그것이 적용될 때, 또는 상기 온도에서 처리된 후에 종으로 배열된 빛의 산란 텍스처를 가지고 원하는 결정의 표면을 형성할 수 있기 때문이다. 그것은 바로 그러한 높은 온도에서 견딜 수 있는 임시기관의 사용이 매우 매력적인 것은 바로 이 TCO 물질의 경우이다. 또한, 상기 물질은 대부분의 부식액에 내성이 있고, 많이 사용된 산화인듐주석막보다 화학물질에 더 좋은 내성을 갖는다. 또한 이것은 훨씬 저렴하다.

[0046] 상기 TCO는 예를 들면, 유기금속화학기상증착(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)(MOCVD), 스퍼터링, 대기압기상증착(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition)(APCVD), PECVD, 스프레이 열분해, 증발(물리기상증착), 전착, 무전해 도금(electroless plating), 스크린 인쇄, 졸-겔 프로세스 등, 또는 이 프로세스들의 조합과 같은 실무에서 잘 알려진 방법에 의해 적용될 수 있다. 250 $^{\circ}$ C 이상, 바람직하게는 400 $^{\circ}$ C 이상, 보다 바람직하게는 450 내지 600 $^{\circ}$ C의 온도에서 상기 TCO층을 적용하고 후처리하는 것이 선호되며, 원하는 구성, 특성 및/또는 텍스처의 TCO층이 얻어질 수 있다.

[0047] 버퍼층

[0048] 필요하다면, 버퍼층이 TCO층과 광기전층 사이에 있을 수 있다. 상기 PV층의 피착동안 버퍼층은 TCO층을 당시의 조건에서 보호하는 것을 목적으로 한다. 버퍼층의 특성은 PV층의 특성에 따른다. 다양한 PV층에 대한 적합한 버퍼층들이 종래에 알려져 있다. 텔루르화 카드뮴(CdS)에 대해서, In(OH, S), 및 Zn(OH, S)이 언급될 수 있다. 본 명세서에서 TCO 상에 PV층을 피착하는 것에 대해 언급이 있다면, 버퍼층은 상기 TCO 상에 있을 수도, 없을 수도 있다.

[0049] 광기전(PV)층

[0050] 상기 TCO층의 적용후에, 상기 PV층은 적당한 방법으로 적용될 수 있다. 본 명세서에서 "PV층" 또는 "광기전층"은 광을 흡수하고 그것을 전기로 변환시키기 위해 필요한 층의 전체 시스템을 포함함을 주의하라. 적절한 층의 구성은 그것을 적용하는 방법과 같이 알려져 있다. 본 분야에 대한 일반적인 지식에 대해서는 참고로써 Ullmann의 백과사전 Vol.A20(1992), 161의 Yukinoro Kuwano의 "광기전력 셀", 및 Ullmann의 백과사전 Vol.A24(1993), 369의 "태양 기술"을 참조하라.

[0051] 다양한 박막 반도체 소자가 상기 PV층을 제조하는 데에 사용될 수 있다. 그 예들은 비결정질 실리콘(a-Si:H), 미세결정(microcrystalline) 실리콘, 폴리크리스탈 비정질 탄소 실리콘(a-SiC) 및 a-SiC:H, 비정질 게르마늄 실리콘(a-SiGe), 및 a-SiGe:H이다. 또한, 본 발명에 따른 태양 전지 유닛의 PV층은 CIS(카파 인디움 디셀레나이드(copper indium diselenide), CuInSe₂), 카드뮴 텔러라이드 화합물(CdTe), CIGSS(Cu(In, Ga)(Se, S)), Cu(In, Ga)Se₂, ZnSe/CIS, ZnO/CIS 및/또는 Mo/CIS/CdS/ZnO, 및 염료 감응 태양 전지(dye-sensitised solar cell)를 구비한다.

- [0052] 상기 PV층은 바람직하게는 상기 TCO층이 플루오르 도핑 산화주석(fluorine-doped tin oxide)일 때 비정질 실리콘이다. 그 경우, 상기 PV층은 일반적으로 하나 또는 복수의 p-도핑된 비정질 실리콘층, 고유의(intrinsic) 비정질 실리콘층, n-도핑된 비정질 실리콘층 세트를 포함하며, 상기 p-도핑층들은 입사광을 수신하는 측면에 배치된다.
- [0053] 상기 a-Si-H의 실시예에서, 상기 PV층은 적어도 p도핑된 비정질 실리콘 층(Si-p), 고유 비정질 실리콘층(Si-i), 및 n도핑된 비정질 실리콘 층(Si-n)을 구비한다. 상기 p-i-n층의 제 1 세트 위에 제 2 및 추가적인 p-i-n층이 적용된다. 또한 복수의 반복적인 p-i-n("pinpinpin" 또는 "pinpinpinpin")층이 연속으로 적용 가능하다. 복수의 p-i-n층을 적층함으로써, 셀당 전압이 증가되고, 상기 시스템의 안정성이 강화된다. 광유도 열화, 소위 Staebler-Wronski 효과가 줄어든다. 또한 상기 스펙트럼 응답은 다양한 층, 주로 상기 i층, 및 특히 상기 i층 내에서 다양한 밴드갭의 물질을 선택함으로써 최적화될 수 있다. 상기 PV층, 보다 상세하게는 상기 모든 a-Si층을 포함한 전체의 두께는 일반적으로 100-2000nm의 오더이고, 보다 일반적으로는 약 200-600nm이며, 보다 바람직하게는 300-500nm이다.
- [0054] **후면 전극(back electrode)**
- [0055] 본 발명에 따른 박막 태양 전지 시트에서의 후면 전극은 바람직하게는 반사기와 전극으로서의 역할을 모두 수행한다. 일반적으로, 상기 후면 전극은 약 50-500nm의 두께를 가지고, 그것은 광반사 특성을 갖는 임의의 적당한 재료, 바람직하게는 알루미늄, 은, 또는 양자의 층들의 조합을 포함하여, 하부의 반도체 층과 양호한 저항성 접촉을 만든다. 바람직하게, 예를 들면 전착, (진공에서)물리기상증착 또는 스퍼터링에 의해 상기 금속층을 250℃이하의 비교적 낮은 온도에서 적용시킬 수 있다. 은의 경우, 우선 부착 조촉매(adhesion promoter)층을 적용하는 것이 바람직하다. TiO_2 , TiN , ZnO , 및 산화 크롬이 부착 조촉매 층의 적합한 물질의 예이고 적합한 두께, 예를 들면 50-100nm로 적용될 때 반사 특성을 갖는 이점을 또한 갖는다. 상기 요구되는 후면 전극은 투광성이거나 불투광성이다.
- [0056] **영구 캐리어(Permanent Carrier)**
- [0057] 본 발명에 따른 방법에 있어서 필수적이지 않더라도, 일반적으로 태양전지 유닛에 영구 캐리어를 제공하는 것이 바람직하다. 그렇지 않으면, 상기 유닛은 너무 얇아서 그의 연약함이 취급을 어렵게 만들기 때문이다. 사용시에, 상기 영구 캐리어는 상기 후면 전극에 적용된다. 적합한 캐리어층의 물질은 폴리테탈레이트(terephthalate), 폴리(에틸렌 2,6-나프탈렌 디카르복실레이트(dicarboxylate)), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리 염화비닐, PVDF, PVDC, PPS, PES, PEEK, PEI 또는 아라미드(aramid) 또는 폴리이미드(polyimide) 필름과 같은 좋은 특성을 가진 폴리머 필름 뿐 만아니라 절연(유전) 표면층이 적용되거나, 또는 플라스틱과 강화 섬유 및 도판으로 구성된 금속호일과 같은 상업적으로 사용 가능한 폴리머를 포함한다. 상기 기판 자체보다 낮은 유연점을 갖는 열가소성 접착층이 제공된 폴리메릭(polymeric) "공유압출 성형된(co-extruded)" 필름이 선호된다. 원한다면, 상기 공유압출 성형된 필름에 예를 들면 폴리에스테르(PET), 코폴리에스테르 또는 알루미늄의 확산방지층이 제공될 수 있다. 상기 캐리어의 두께는 바람직하게는 $50\mu\text{m}$ -10mm이다. 바람직한 범위는 $75\mu\text{m}$ -3mm과 $100\mu\text{m}$ -300 μm 이다. 탄성계수 $E(\text{N/mm}^2)$ 와 두께 $t(\text{mm})$ 의 3제곱의 곱($E \times t^3$)으로 이 명세서 내에서 정의된 상기 캐리어의 벤딩 경도(bending stiffness)는 바람직하게는 $16 \times 10^{-2} \text{Nmm}$ 보다 높고 일반적으로 $15 \times 10^6 \text{Nmm}$ 보다 낮을 것이다.
- [0058] 상기 캐리어는 그 마지막 사용에 필요한 구조를 구비한다. 그러므로, 상기 기판은 타일, 지붕 시트(roofing sheet) 및 소자, 표면의 소자, 차량(car) 및 캐러밴 지붕 등을 포함한다. 그러나 일반적으로, 유연한 캐리어가 선호된다. 그러한 경우, 사용되기에 준비가 갖추어지고, 상기 원하는 전력과 전압의 시트가 상기 롤에서 베어 내어지는 태양전지 호일의 롤이 얻어진다. 그런 다음 이것은 (하이브리드)루프 소자에 통합되거나 또는 타일, 루핑 시트, 차량 및 캐러밴 루프 등에 원하는 대로 적용될 수 있다.
- [0059] 원하는 경우, 외부의 영향으로부터 상기 TCO를 보호하기 위해 탑코팅 또는 표면층이 상기 태양 전지의 TCO면에 제공된다. 일반적으로, 상기 표면층은 폴리머 시트(원한다면 중공(cavity)을 가진) 또는 폴리머 필름이다. 상기 표면층은 높은 전송도(transmission)를 갖도록 요구되고, 예를 들면 다음의 물질, (고원자(per))플루오르화 폴리머, 폴리카보네이트, 폴리(메틸-메타크릴레이트), PET, PEN 또는 자동차 산업에서 사용되는 것과 같은 사용 가능한 클리어 코팅을 포함한다. 원한다면, 추가된 반사방지 또는 방오(anti-fouling)층이 제공될 수 있다. 원한다면, 상기 전체 태양 전지가 그러한 물딩제(encapsulant)에 수용된다.

[0060] 에치 레지스트(Etch Resist)

[0061] 상기 에치 레지스트는 상기 집전 그리드의 형태로 상기 임시기관에 적용될 수 있고, 상기 임시기관을 상기 부식액의 작용으로부터 보호하는 임의의 물질이다. 당업자는 일상적인 테스트에 의해 적당한 물질을 선택할 수 있을 것이다. 적절한 에치 레지스트는 열가소성 및 열경화성의 폴리우레탄 및 폴리아미드와, EP, UP, VE, SI, (에폭시)수지, 및 아크릴레이트와 같은 열경화성 폴리머, 및 PVC, PI, 플루오르폴리머 등과 같은 열가소성 폴리머를 포함한다. 상기 에치 레지스터는 일반적으로 광개시제(photoinitiator) 또는 다른 경화제, 필러(filler), 플라스틱라이저(plastifier) 등과 같은 첨가물을 포함한다. 상기 에치 레지스트는 임시적이고, 즉, 상기 프로세스의 임의의 추가적인 단계에서 그것은 제거될 수 있다. 대안으로, 및 바람직하게는 상기 에치 레지스트는 영구적이 될 수도 있다.

[0062] 상기 에치 레지스트는 증발 또는 인쇄/기록에 의해 적당하게 적용된다. 바람직하게는 상기 에치 레지스트는 알려진 바와 같이 인쇄 프로세스에 의해 적용된다. 적절한 인쇄 프로세스는 실크스크린, 윤전 스크린 인쇄, 잉크젯 프로세스, 플렉스그래브어(flexgravure), 직접 성형 등을 포함한다. 상기 에치 레지스트의 색상은 당업자에게 잘 알려진 적절한 안료 또는 염료의 병합에 의해 조정될 수 있다. 특히, 영구적인 에치 레지스트에 대해, 안료 및 UV 안정화제의 존재가 바람직하다.

도면

도면1



도면2

