



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0099009
(43) 공개일자 2011년09월05일

- (51) Int. Cl.
H01L 31/042 (2006.01) *H01L 31/0224* (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7012891
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년12월03일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2011년06월03일
 (86) 국제출원번호 PCT/FR2009/052400
 (87) 국제공개번호 WO 2010/063970
 국제공개일자 2010년06월10일
 (30) 우선권주장
 0858237 2008년12월03일 프랑스(FR)
- (71) 출원인
에플레 폴리테크닉
 프랑스공화국 에프-91128 빠라이소, 루트 드 사크 레이
토탈 에스에이
 프랑스공화국, 92400 꾸르브부와, 라 데팡스 6, 벨라스 장 밀리에, 2
쥘프르 나쇼날르 드 라 르쉐르셰 씨영띠삐끄
 프랑스 파리 세텍스 16 뤼 미셸-앙귀 3 (우:75794)
- (72) 발명자
존슨 에릭 브이.
 프랑스, 에프-75020 파리, 르 데 라 레우농, 22비스
로카 아이 카바로카스 페레
 프랑스, 에프-91140 빌레봉 수르 이베떼, 르 기라르도뜨, 13 비스
- (74) 대리인
특허법인세신

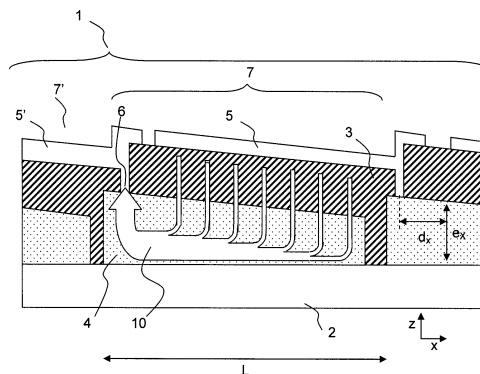
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 가변 두께를 갖는 투명한 도전성 전극을 포함하는 광전지 모듈, 및 이를 제조하는 방법들

(57) 요약

본 발명은 연속 2개 이상의 광전지(7,7')를 포함하는 광전지 모듈(1)에 관한 것으로, 각각의 직사각형 셀(7,7')은, 각각 제1 후방 박막 필름 전극(5,5'), 후방 전극(5)과 박막 필름(4)으로 된 투명한 도전성 전극(TC) 사이에 포함된 적어도 2개의 활성 물질(3)을 갖는 광전지 스택을 포함하고, 상기 전극 TC(4,4')는 광전지 스택(3,3')에 의해 발생된 전류(10,10')를 수집 및 전달할 수 있고, 2개의 광전지(7,7')는 제1 셀(7)의 전극 TC(4)와 제2 셀(7)의 후방 전극(5') 사이에 포함되는 전기 접촉 스트립(6)에 의해 연속으로 전기적으로 연결된다. 본 발명에 따르면, 셀(7)의 전극 TC(4)의 국부 두께(c)는 전기 접촉 스트립(6)까지의 거리 함수에 따라 변화한다. 본 발명은 또한, 단일 모듈(1)에 대한 다수의 셀(7,7',7" ...)을 동시에 제조하기 위하여, 투명한 전도성 필름(TC)을 증착 및 에칭하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

연속 2개 이상의 광전지(7,7')를 포함하고,

각각의 셀(7,7')은:

직사각형 형상이고,

얇은 층으로 된 후방 전극(5,5')과,

후방 전극(5,5')과 얇은 층으로 된 투명한 도전성(TC) 전극(4,4')을 포함하고,

상기 TC 전극(4,4')은 광전지 스택(3,3')에 의해 발생된 전류(10,10')를 수집 및 전달할 수 있으며,

2개의 광전지(7,7')는 2개의 셀(7,7')에 인접한 면을 따라 작동하는 전기 접촉 스트립(6)에 의해 전기적으로 연속하여 연결되고, 상기 전기 접촉 스트립(6)은 제1 셀(7)의 TC 전극(4)과 제2 셀(7')의 후방 전극(5') 사이에 포함되어 있는 광전지 모듈(1)에 있어서,

셀(7)의 얇은 층으로 된 투명 전극(4)의 국부 두께(e)는 상기 전기 접촉 스트립(6)까지의 거리 함수에 따라 변화하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 2

제1항에 있어서,

얇은 층으로 된 투명 전극(4)의 광전자 특성은 상기 전기 접촉 스트립(6)까지의 거리 함수에 따라 변화하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

셀(7)의 얇은 층으로 된 투명 전극(4)의 국부 두께(e) 및/또는 광전자 특성은 전기 접촉 스트립(6)으로부터, 상기 얇은 층으로 된 투명 전극(4) 면의 일 방향(X)으로 선형 감소하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

셀(7)의 얇은 층으로 된 투명 전극(4)의 국부 두께(e) 및/또는 광전자 특성은 전기 접촉 스트립(6)으로부터, 상기 얇은 층으로 된 투명 전극(4) 면의 일 방향(X)으로 비선형 감소하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

TC 전극(4)의 재료는 플루오르 도핑된 주석 산화물($\text{SnO}_2:\text{F}$), 알루미늄 도핑된 아연 산화물($\text{ZnO}:\text{Al}$), 또는 금속 산화물 합금(ITO)으로부터 선택된 투명한 전도성 산화물인 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

동일 기관(2) 상에 증착된 일련의 동일한 광전지(7,7',7" ...)를 포함하고, 활성 물질(3,3',3" ...)로 된 광전지 스택은 도핑된 또는 고유의 비결정 실리콘(a-Si:H)을 포함하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 직사각형 광전지(7,7',7" ...)를 포함하고,

다양한 두께를 갖는 얇고 투명한 전도성 층(4,4',4" ...)은, 너비 L을 갖는 소정 개수의 틈니를 포함하는 마스크(8)를 통한 TC 물질의 음극 스퍼터링에 의해 기판상에 증착되는 한편, 스퍼터링 중에 상기 마스크와 상기 기판 간에는 틈니 방향(X)으로의 상대 이동이 적용되는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조 방법.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 광전지(7,7',7" ...)를 포함하고,

다양한 두께를 갖는 얇고 투명한 전도성 층(4,4',4" ...)은, 너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 슬롯 및 너비 L을 갖는 소정 개수의 차폐 영역을 포함하는 2개의 마스크(9,9')를 통한 TC 물질의 음극 스퍼터링에 의해 증착되고, 상기 마스크(9,9')는 2개의 대응된 이동방향으로 연속 이동이 가능한 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조 방법.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 직사각형 광전지(7,7',7" ...)를 포함하고,

다양한 두께를 갖는 얇고 투명한 전도성 층(4,4',4" ...)은, 너비 L을 갖는 소정 개수의 틈니를 포함하는 마스크(8)를 통한 가스 전구물질의 열분해에 의해 기판(2)상에 증착되는 한편, 열분해 중에 상기 마스크와 상기 기판 간에는 틈니 방향(X)으로의 상대 이동이 적용되는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조 방법.

청구항 10

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

얇고 투명한 전도성(TC) 층을 균일하게 증착하는 단계와, 소정 개수의 에칭 탱크(13,13',13" ...) 및 각각의 에칭 탱크를 대해 투명한 전도성 물질을 에칭할 수 있는 액체(18)의 충전 및 배출을 위한 수단, 및 각각의 탱크 사이의 기밀 수단을 포함하는 용기(12)의 상부 모서리(14)에 상기 균일하게 된 층을 제공함으로써 상기 얇은 TC 층을 액체 화학적 에칭하는 단계를 포함하고,

상기 상부 에지(14)는 상기 탱크(13,13',13" ...) 내 액체의 수평 높이에 대하여 경사면을 형성하고, 그에 따라 탱크의 충전 및 점진적인 배출이 투명한 전도성 층(4)을 불균일하게 에칭할 수 있게 되는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조방법.

청구항 11

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

얇고 투명한 전도성 층을 균일하게 증착하는 단계와, 투명한 전도성 물질을 에칭할 수 있는 액체(18)의 충전 및 배출을 위한 공통 수단 및 각각의 탱크로부터 공기를 배출하는 수단(17)을 구비한 소정 개수의 에칭 탱크(13,13',13",13'')를 포함하는 용기(12')의 상부 모서리에 상기 균일하게 된 층을 적용함으로써 상기 얇은 층을 액체 화학적 에칭하는 단계를 포함하고,

상기 상부 모서리(14)는 상기 탱크(13,13',13",13'') 내 액체(18)의 수평 높이에 대하여 경사면을 형성하고, 그에 따라 상기 탱크로부터의 점진적인 공기 배출(17)이 투명한 전도성 층(4)을 불균일하게 에칭할 수 있게 되는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조방법.

청구항 12

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

얇고 투명한 전도성 층을 증착하는 단계, 및

얇고 투명한 전도성 층에 의해 흡수된 적어도 하나의 파장을 포함하는, 레이저 빔과 같은 강렬한 광선에 상기 얇고 투명한 전도성 층을 노출시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조방법.

청구항 13

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 광전지 모듈(1)을 제조하는 방법으로서,

얇고 투명한 전도성 층에 인접한 추가의 층을 증착하는 단계, 및

상기 인접한 층에 의해 흡수된 에너지를 상기 투명한 전도성 층(4)에 전달하도록, 상기 인접한 층에 의해 흡수된 적어도 하나의 파장을 포함하는, 레이저 빔과 같은 강렬한 광선에 상기 인접한 층을 노출시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광전지 모듈(1)의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광전지들에 관한 것으로, 특히 이들 광전지들의 필수 요소인 투명 전극들에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광전지들의 에너지 효율의 향상으로 인해 광전지들에 대한 관심이 증가하고 있다. 이러한 광전지들은 활성 재료들로 이루어진 광전지 스택을 사용하며, 이 광전지 스택은 광 에너지(예를 들면, 태양 에너지)를 흡수하고 이를 활성 계층들 사이의 전기화학 전위차로부터의 전류로 변환시킨다. 광전지 스택은 벌크 재료(한 시트의 결정 실리콘 또는 다결정 실리콘)의 내부에 형성되거나 기판상에 얇은 층들로서 침착된 재료들로 형성될 수 있다. 전위차는 재료의 도핑 또는 서로 다른 재료의 사용에 의해 나타날 수 있다. 광전지는 발생된 전류를 모아서 그것을 전지의 가장자리들로 비스듬히 전달하기 위해 광전지 스택의 양측에 전극들을 포함한다. 광전지 모듈은 수개의 광전지들을 직렬 및/또는 병렬로 연결함으로써 형성된다.

[0003] 일반적으로 금속 전극들은 가시 광선을 통과시키지 못한다. 그러나, 투명하고 도전성이며 광전지 스택의 광 복사에 노출된 표면에 배치될 수 있는 전극들이 개발되었다. 벌크 재료 전지들에 대하여, 조명원의 맞은편에 있는 도핑된 층(이하, 이 층은 "이미터"라고 함)은 (예를 들면, 도핑된 벌크 재료로 이루어진 경우) 밀리미터 정도의 거리동안 전하 캐리어들을 비스듬히 운반할 만큼 도전성을 가질 수 있다. 그리고, 금속 메시 그리드는 전지의 가장자리들에의 나머지 루트동안 전류를 운반하는데 사용된다. 종종, 얇은 층들에 대하여, 도핑된 활성 층은 이 운반을 효율적으로 수행할 만큼 도전성을 갖지 않아, 투명하면서 도전성을 갖는 또 하나의 전극 재료가 필요하다. 이들 투명 전극들에 사용되는 재료들은 특히 금속 산화물들(TCO(Transparent Conductive Oxides))로서, 전형적으로 또 하나의 요소(예를 들면, 불소가 도핑된 주석 산화물(SnO₂:F) 또는 알루미늄이 도핑된 아연 산화물(ZnO:Al))로 도핑된 금속 산화물들이다. 일반적으로 사용되는 또 하나의 TCO는 ITO(indium tin oxide)이며, 이는 높은 도전성과 낮은 표면 거칠기를 가져 평판 디스플레이용으로 주목받고 있다. 입사 광이 전지로 들어가기 전에 지지 기판을 통과한다는 점에서, 이 낮은 표면 거칠기에 의해 ITO는 "슈퍼스트레이트(superstrate)" 타입의 광전지들용으로 덜 주목받고 있다. 실제로, 광전지 재료 내측으로의 입사 포톤들의 확산을 개선시켜 그 흡수를 개선시키기 위해 활성층과 전면 전극 간의 인터페이스에서의 표면 거칠기가 요구된다. 기체상 전구체들로 침착된 얇은 활성층들은 기판 토폴로지에 순응적으로 침착된다. 따라서, 기판 또는 TCO로부터 원하는 거칠기가 나와야 한다. 이 상태에서의 부드러운 TCO의 이용은 기판이 이미 패터닝된 경우에만 효과적이다. 한편, 불소가 도핑된 주석 산화물(SnO₂:F)은 패터닝된 침착물을 제공한다. 알루미늄이 도핑된 아연 산화물(ZnO:Al)은 LPCVD(low-pressure chemical vapour deposition)에 의해 도핑된 경우에 거칠며, 스퍼터 침착된 경우에 부드럽지만, 그 거칠기는 현지 외 화학 프로세스에 의해 증가될 수 있다.

[0004] 얇은 층들을 적층함으로써 얻어지는 광전지들에 대하여, 2가지 구조 타입이 있다. 제1 구조 타입("슈퍼스트레이트" 타입)에 따르면, 투명 기판은 광전지용 윈도우로서 기능한다. 이 경우에, 투명 전극은 얇은 층의 TCO(transparent conductive oxide)로서 투명 기판(예를 들면, 글래스 시트)상에 침착된다. 광전지 스택 및 후면 전극이 공지된 침착 방법들에 따라 연속적으로 침착된다. 제2 구조 타입("기판" 타입)에 따르면, 금속 전극이 (반드시 투명하지는 않은) 기판상에 침착되고, 얇은 층들의 광전지 재료들이 그 위에 침착되고, 마지막으로 투명 전극이 광전지 스택 위에 침착된다. 그리고, 이렇게 형성된 전지는 캡슐화된다.

[0005] 벌크 광발전 물질에 기초한 광전지에 있어서, 이 물질은 기판으로서 기능하고, 금속 전극이 그 물질의 뒷면에 증착되고, 앞면의 이미터(불순물의 열확산 또는 이온 주입에 의해 제조됨)는 캐리어들의 측면 전송에 참여한다. 외부 전극들까지의 캐리어들을 위한 도전성 회로를 완성하도록 금속 그리드가 증착된다. HIT(Heterojunction

with Intrinsic Thin Layer; 고유의 얇은 층을 갖는 이질 접합) 셀들은 특수한 경우를 구성하는데, 그들이 벌크 물질을 이용하기는 하지만 도핑된 층들이 가스-상태 전구체들로부터 증착되어 충분히 도전성을 띠지 않기 때문이다. 그래서, 이러한 종류의 셀은, 기관상에 증착된 얇은 층에 기초한 셀들의 경우에서와 같이, 캐리어들의 측면 전송을 위해 TCO 층이 필요하다. 또한, 벌크 실리콘 셀들은 반사 방지층으로서 TCO 층을 이용할 수도 있다.

[0006] 어떤 종류의 셀이 이용될지라도, 광은, 광전지로 진입하기 위하여, 2가지 기능을 수행해야만 하는 윈도우를 통과하며, 윈도우는 통과하는 광의 흐름을 최대한 허용할 수 있도록 가능한 투명해야하고, 광-전류가 수집될 때 저항 손실(ohmic loss)들을 최소화하기 위해 가능한 많은 도전성을 가져야 한다. 하지만, 투명 전극들은 금속 전극들보다 낮은 전기적 특성을 갖는다.

[0007] 투명 전극에 의한 전류의 수집을 증가시키기 위해, 어떤 장치들은, 단독으로 사용되거나 또는 금속 그리드와 결합하여 사용되는 얇은 층의 TCO(transparent conductive oxide; 투명 도전성 산화물)를 포함하는 윈도우를 이용한다. 이러한 금속 그리드의 이용은, 예를 들면, 특허문헌 CA1244120에 개시되어 있다. 전류가 추출되어지는 연결부에 가까운 셀 영역들에 있어서, 그리드의 핑거들로 가득찬 표면 영역이 증가한다. 핑거들은 서로 가깝게 및/또는 넓게 존재한다. 그리드의 핑거들로 가득찬 표면 영역은 더 중요해져 셀의 대부분의 표면 영역이 핑거들에 의해 마스킹되지만, 측면 도전성의 증가는 셀 효율에 대하여 확실히 유리하다.

[0008] 박막 셀들에 있어서, 금속 그리드 없이 TCO 층만을 이용하는 것은 일반적이다. 일반적으로 이용되는 TCO 물질들 및 그들의 두께는, 예를 들면, SnO₂:F (800nm), ZnO:Al (600nm) 및 ITO (200nm) 이다. ZnO:Al은, 바람직하게는, 수소가 풍부한 조건에서, TCO 층위에 광발전 얇은 층이 증착된 제품들에 이용되는데, 왜냐하면, 이 TCO 층 단독은 증착동안 플라즈마에서 발생한 원자적 수소에 의한 감소에 견딜 수 있기 때문이다. 하지만, Berginski 등에 의해 저술된 (SPIE Photonics 2006)에 개시된 바와 같이, ZnO:Al의 층 내에서의 흡수는 도핑 속도가 증가함에 따라 고파장들에서 증가하므로, 낮은 흡수 및 낮은 내성의 제약들은 그들 자신의 물성의 수준에서 서로 반대이다. 이 제약은, 더 두꺼운 층은 더 높은 측면 도전성을 갖지만 또한 더 높은 흡수율을 갖는다는 점과 관계된 명백한 제약에 추가된다. 그러므로, 셀 또는 광발전 모듈 구조에서의 이러한 2가지 특성들 사이에서 절충이 모색되어야만 한다.

[0009] 상기 단점들을 해소하기 위해 특수한 구조들이 개시되어 있다. US 4647711은 TCO 막에 집전 장치 금속 그리드가 포함된 것을 개시하고 있다. WO 2008/005027은 사다리꼴 접촉면들을 이용하여 전극 그리드와 전기적으로 연결된 도전막을 포함하는 광전지를 기술하고 있다.

[0010] 더 구체적으로, 결정질 실리콘 웨이퍼들을 기초로 하는 셀들을 위해, JP 2004214442는 일정한 두께를 갖지만, ITO 표면이 금속 그리드 아래에 위치하는지 아닌지에 따라 그리드 아래에 위치되지 않은 표면이 그리드 아래에 위치한 표면보다 더 작은 흡수 계수를 갖는 방식으로, 2개 값 사이에서 변하는 산소 농도율을 갖는 ITO 막에 증착된 집전 금속 그리드를 포함하는 광전지를 기술하고 있다. 이 경우, 이미터(emitter)는 벌크상 재료 및 결정질 재료로 구성되고, 따라서 측면 전도에 충분한 전도성을 갖는다.

[0011] 광전지 모듈의 제조에 있어서 또 다른 중요한 요소는 셀들 사이의 상호 연결이다. 하나의 셀은 전극들을 통해 셀에서 2개의 도핑된 재료들의 페르미 준위 사이의 격차에 근접하는 전압(~1V 또는 그 이하)을 제공하고, 그 표면적에 비례하는 전류(10 - 30 mA/cm²)를 구비하므로, 비교적 높은 전류(예를 들면 20cm 직경의 셀에 10A)이다. 상기한 실시예의 전력은 실질적인 관점에서 충분하지 않고, 따라서, 높은 전압을 얻기 위해, 셀들은 모듈을 생성하도록 직렬로 상호 연결된다. 결정질 실리콘 웨이퍼들을 기초로 하는 단일체의 셀들을 위해, 각각의 셀은 완전한 웨이퍼를 포함한다. 광전지 모듈을 형성하기 위한 직렬 연결은 각각의 개별적인 셀의 전도체들과 함께 연결됨으로써 이루어진다. 박막 광전지 모듈을 위해, 비정형 실리콘, 미정질 실리콘, 비정형 또는 미정질 실리콘 및 게르마늄 합금, 카드뮴 합금, 또는 구리, 인듐, 갈륨 및 황 합금으로 구성된 흡착 재료의 막을 이용함으로써, 마스킹, 증착 및/또는 에칭 단계들을 통해 셀들 사이의 상호 연결이 이루어진다.

[0012] 많은 공지 기술들은 다른 재료들을 리프트-오프(lift-off), 노출 또는 충전하는 등의 기술들(WO 2008074879, WO 2008038553, WO 2008016042, US 2001037823) 뿐만 아니라, 레이저 에칭 단계들과 같은 기술들(JP 2002280580, US 5981864, EP 0422511)을 이용하는 최적화된 실행 방법들을 기술하고 있다. 다른 문헌들은 셀들이 평행하게 연결되어 있는 모듈들(US 6011215, CA 1227861, US 4652693, US 4745078)을 기술하고 있다.

[0013] 시장에서 입수할 수 있는 박막 광전지 및 모듈은 일반적으로 고품질의 투명한 전도성 산화물의 층과, 셀의 표면에 걸쳐 균일한 두께, 투명도 및 전기 전도성을 이용한다. 그러나, 이들 셀의 광전지 효율은 최적이지 않다. 접속부들과 이들 접속부들 간 거리는 접속부 내에 전류가 발생하지 않는다는 사실에 근거하여 선택하도록 최적

화된다. 이러한 관점에서, 접속부들 간 거리는 최대화되어야 한다. 한편, 접속부들 간 최대의 거리는 TCO의 층으로 인한 대규모 저항을 유발한다. 따라서, 균일한 TCO 층의 사용은 접속부들 간 최적의 거리에 대해 하나의 해결책을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은, 각각의 셀이 얇은 투명 도전성(TC) 전극층을 포함하는, 연속 PV 셀들을 포함하는 광전지 모듈에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 이 광전지 모듈 TC 층을 제조하는 다양한 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명은 동종의 TCO 층에 관한 가설의 테두리를 벗어나 있다. 반면, 본 발명에 따르면, TCO의 최적의 특성은 이 TCO층에서의 위치 기능에 따라 변화되면서 사용된다. 특히, 본 발명은 연속 적어도 2개의 광전지를 포함하는 광전지에 관한 것으로, 각각의 셀은 각각 얇은 층으로 된 후방 전극과, 후방 전극과 얇은 층으로 된 제2 투명 도전성(TC) 전극 사이에 포함된 적어도 2개의 광전지 활성 물질로 이루어진 스택을 포함하고, 상기 TC 전극은 광전지 스택에 의해 발생된 전류를 수집 및 전달할 수 있으며, 2개의 광전지는 2개의 셀에 인접한 면을 따라 작동하면서 제1 셀의 TC 전극과 제2 셀의 후방 전극 사이에 포함된 전기 접촉 스트립에 의해 연속하여 전기적으로 연결된다. 본 발명에 따르면, 셀의 얇은 층으로 된 투명 전극은 전기 접촉 스트립까지의 거리 함수에 따라 변화한다.

[0016] 바람직하게는, 얇은 층으로 된 투명 전극의 광전자 특성은 상기 전기 접촉 스트립까지의 거리 함수에 따라 변화한다.

[0017] 제1 실시예에 따르면, 셀의 얇은 층으로 된 투명 전극의 국부 두께 및/또는 광전자 특성은 전기 접촉 스트립으로부터, 상기 얇은 층으로 된 투명 전극의 면의 일 방향으로 선형 감소된다.

[0018] 제2 실시예에 따르면, 셀의 얇은 층으로 된 투명 전극의 국부 두께(e) 및/또는 광전자 특성은 전기 접촉 스트립으로부터, 상기 얇은 층으로 된 투명 전극의 면의 일 방향으로 감소된다.

[0019] 바람직하게는, 제1 전극은 금속 전극이다. 바람직하게는, TC 전극의 재료는 플루오르 도핑된 주석 산화물(SnO₂:F), 알루미늄 도핑된 아연 산화물(ZnO:Al) 또는 금속 산화물 합금, 예를 들어 인듐 주석 산화물(ITO) 중에서 선택된 투명한 전도성 산화물이다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 본 발명의 광전지 모듈은 동일한 기판 상에 증착된 일련의 동일한 광전지를 포함하고, 활성 물질로 된 광전지 스택은 (도핑된 또는 고유의) 비결정 실리콘(a-Si:H)을 포함한다.

[0021] 본 발명은 또한 너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 직사각형 광전지를 포함하는 광전지 모듈을 제조하는 다양한 방법에 관한 것이다.

[0022] 제1 증착 방법에 따르면, 광전지 모듈의 일련의 소정 개수의 셀의 다양한 두께를 갖는 얇은 투명한 전도성 층은 너비 L을 갖는 소정 개수의 톱니를 포함하는 반투명 마스크를 통해 TC 물질의 음극 스퍼터링에 의해 기판 상에 증착되는 한편, 스퍼터링 중에 마스크와 기판 간에는 톱니 방향으로의 상대 이동이 적용된다.

[0023] 제2 증착 방법에 따르면, 다양한 두께를 갖는 얇고 투명한 전도성 층은 너비 L을 갖는 일련의 소정 개수의 슬롯 및 너비 L을 갖는 소정 개수의 차폐 영역을 포함하는 2개의 마스크를 통한 TC 물질의 음극 스퍼터링에 의해 증착되고, 상기 마스크는 2개의 대응된 이동 방향으로 순차적으로 이동할 수 있다.

[0024] 또다른 제조 방법에 따르면, 다양한 두께를 갖는 얇고 투명한 전도성 층이 너비 L을 갖는 소정 개수의 톱니를 포함하는 마스크를 통한 가스 전구물질의 열분해에 의해 기판상에 증착되는 한편, 열분해 중에 상기 마스크와 상기 기판 간에는 톱니 방향으로의 상대 이동이 적용된다.

[0025] 또다른 제조 방법에 따르면, 상기 방법은 얇고 투명한 전도성 층을 균일하게 증착하는 단계와, 소정 개수의 에칭 탱크 및 각각의 에칭 탱크를 대해 투명한 전도성 물질을 에칭할 수 있는 액체의 충전 및 배출을 위한 수단, 및 각각의 탱크 사이의 기밀 수단을 포함하는 용기의 상부 모서리에 상기 균일하게 된 층을 제공함으로써 상기 얇은 TC 층을 액체 화학적 에칭하는 단계를 포함한다. 이 방법에 따르면, 탱크의 상부 에지는 상기 탱크 내 액체의 수평 높이에 대하여 경사면을 형성하고, 그에 따라 탱크의 충전 및 점진적인 배출이 투명한 전도성 층을

불균일하게 에칭될 수 있게 된다.

[0026] 또다른 제조 방법에 따르면, 상기 방법은 얇고 투명한 전도성 층을 균일하게 증착하는 단계와, 투명한 전도성 물질을 에칭할 수 있는 액체의 충전 및 배출을 위한 공통 수단 및 각각의 탱크로부터 공기를 배출하는 수단을 구비한 소정 개수의 에칭 탱크를 포함하는 용기의 상부 모서리에 상기 균일하게 된 층을 적용함으로써 상기 얇은 층을 액체 화학적 에칭하는 단계를 포함한다. 이 방법에 따르면, 탱크의 상부 모서리는 상기 탱크 내 액체의 수평 높이에 대하여 경사면을 형성하고, 그에 따라 상기 탱크로부터의 점진적인 공기 배출이 투명한 전도성 층을 불균일하게 에칭할 수 있게 된다.

[0027] 또다른 제조 방법에 따르면, 얇고 투명한 전도성 층을 증착하는 단계, 및 얇고 투명한 전도성 층에 의해 흡수된 적어도 하나의 파장을 포함하는, 레이저 빔과 같은 강렬한 광선에 상기 얇고 투명한 전도성 층을 노출시키는 단계를 포함한다.

[0028] 또다른 제조 방법에 따르면, 얇고 투명한 전도성 층에 인접한 추가의 층을 증착하는 단계, 및 상기 인접한 층에 의해 흡수된 에너지를 상기 투명한 전도성 층에 전달하도록, 상기 인접한 층에 의해 흡수된 적어도 하나의 파장을 포함하는, 레이저 빔과 같은 강렬한 광선에 상기 인접한 층을 노출시키는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명은 이들 모듈의 복잡성을 크게 증대시키지 않고 간단한 제조방법을 제공하여 광전지 모듈의 효율을 현저히 개선할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

[0030] 본 설명은 비 한정적인 예시의 방법으로 주어지며, 본 발명이 첨부된 도면을 참조하여 어떻게 구성될 수 있는지를 보다 잘 이해할 수 있도록 할 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 광전지 모듈을 개략적으로 도시한 단면도(도 1a) 및 평면도(도 1b);

도 2는 광전지의 투명한 전도성 층의 광학적 및 전기적 특성을 개략적으로 도시한 도면;

도 3a는 투명한 전도성 층의 두께(셀의 다른 층들은 도시되지 않음)가 연속적으로 변화하는 일련의 광전지의 제 1 실시예를 개략적으로 도시한 도면; 도 3b는 TC 층의 두께가 불연속적으로 변화하는 일련의 광전지의 제2 실시예를 개략적으로 도시한 도면; 도 3c 및 도 3d는 이들 제1 실시예 및 제2 실시예의 광전자 특성의 공간적 변화를 각각 도시한 도면;

도 4a 내지 도 4e는 제1 스퍼터 증착 방법의 서로 다른 단계에서의 톱니형 마스크 및/또는 이동성 기판을 개략적으로 도시한 측면도(도 4a), 평면도(도 4b), 서로 다른 단면도(도 4c), 사시도(도 4d) 및 또다른 마스크의 평면도(도 4e);

도 5a 내지 도 5f는 도 5c-5d-5e-5f에 도시된 순서에 따라 이동가능한 2개의 마스크를 통해 제2 스퍼터 증착 방법을 개략적으로 도시한 도면

도 6은 광전지 모듈을 액체 화학적 에칭하는 제1 방법에 대한 용기를 도시한 사시도;

도 7a 내지 도 7d는 본 발명에 따른 광전지 모듈을 액체 화학적 에칭하는 제1 방법의 단계들을 개략적으로 도시한 도면;

도 8은 광전지 모듈을 액체 화학적 에칭하는 제2 방법에 대한 용기를 도시한 사시도;

도 9a 내지 도 9e는 본 발명에 따른 광전지 모듈을 액체 화학적 에칭하는 제2 방법의 단계들을 개략적으로 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은, 각각의 셀이 얇은 투명 도전성(TC) 전극층을 포함하는, 연속 PV 셀들을 포함하는 광전지 모듈에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 이 광전지 모듈 TC 층을 제조하는 다양한 방법에 관한 것이다.

[0032] 본 발명은, 첫째 광전지 모듈용의 투명 및 전도성(TC) 층에 관한 것이다.

[0033] 단일 셀을 포함하는 모듈에서, 전도성 TC 층은 윈도우와 전극의 두 역할로서 제공된다. 연속적으로 연결된 여

러 셀들을 포함하는 광전지 모듈에서, TC 층은 다음 셀의 후방 전극 상의 접점에 전기적으로 연결된다.

- [0034] 정면 접촉 물질은, 바람직하게는 투명 전도성 산화물(TCO)보다 투명 전도성(TC) 물질로 지시되는데, 이는 그것이 산화물인 것이 본 발명에 대한 본질이 아니기 때문이다. 산화물이 아닌 TC 층, 예를 들어 매우 얇은 금속 층도 본 발명의 특징으로부터의 이점을 가질 것이다.
- [0035] 도 1a은 본 발명에 따른 여러개의 광전지(7,7' ...)를 포함하는 광전지 모듈(1)의 단면도를 도시한 것인 반면, 도 1b는 이 모듈(1)을 개략적으로 도시한 평면도이다. 광전지(7 및 7')는, 예를 들어 동일 기판(2) 상에 증착되고 서로 연속하여 전기적으로 연결된 것으로 도시된다. 광전지(7)는 기판(2)상에 증착된 TC 물질층(4), TC 물질층(4) 상에 증착된 광발전 물질의 스택(3), 및 금속 전극(5)을 포함한다. 광전지들은 한 셀(7)의 TC 전극(4)과 다음 셀(7')의 금속 후방 전극(5') 사이의 전기 접촉 스트립(6)에 의해 형성된 접속부에 의해 서로 연결된다. 기판(2)은 XYZ 좌표 시스템의 XY 평면에 위치한 평면 기판이다. 도 1b는 전기 접촉 스트립(6)을 도시한 투시도이며, 이 스트립(6)은 셀(7)의 전체 길이(L')에 걸쳐 동작한다.
- [0036] 도 1A의 광전지의 TC 층(4)은 그 표면적에 걸쳐서 불균일한 두께를 갖는다. 보다 정확하게는, TC 층의 두께(e)는 접속부(6)에서 최대이고, 이 접속부까지의 거리 함수(d_x)에 따라 감소한다.
- [0037] 이러한 TC 층(4)의 구조는 TC 층(4)의 광학적 특성과 전기적 특성 간에 절충점을 구하는 것을 가능하게 한다. 실제로, TC 층(4)의 특성들은 도 1a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 모듈 내에서 접속부에 대한 위치에 따라 변화된다. 접속부 가까이에, 광전지 모듈에 의해 발생되고 셀 내의 투명 도전성 전극(화살표로 도시됨)에 의해 수집된 전류(10)는 서로 추가되고, TC 층의 비교적 높은 두께는 그의 컨덕턴스를 증가시키는(또는 그 층 저항 R_s 을 저감시키는) 것이 가능하도록 한다. 이에 반해, 접속부와 달리 TC 층(4)의 두께가 더 작다는 사실로 인해 낮은 전류가 흐르고, 그 투명도는 광의 수집을 최대화하는 것이 가능하도록 개선된다. 이러한 이중 효과는 도 2에 개략적으로 도시되어 있다. 도 2는 TC 층의 단면도를 도시한 것으로, TC 층의 광학적(흡수 α) 및 전기적(R_s) 특성은 광전지의 너비 L에 걸쳐서 변화한다. 이 선도에서, TC 층(4)의 광전자 특성은 위치에 따라 변환한다. 투명 도전성 전극 층(4)의 국부 두께 및/또는 광전자 특성의 변화는 전도성과 투명도 사이에 절충안을 최적화하는 것을 가능하게 한다.
- [0038] 본 발명은 또한 광전지 모듈 TC 층의 다양한 실시예에 관한 것으로, 모듈의 각 셀의 TC 층은 연속적으로 연결된 셀들 사이의 접속부의 전기 접촉 영역에 대하여 비균일의 두께 및/또는 광전자 특성을 가진다.
- [0039] 도 3A 및 도 3B는 TC 층(4)의 이러한 비균일의 두께에 관한 2가지 실시예를 단면도로 개략적으로 도시하고 있다. 제1 실시예(도 3a)에 따르면, TC 층(4)의 두께 변화는 각 셀의 내부 연결 지점에 대한 층 두께의 연속적인 변화이다. 제1 실시예에서, 해당 페이지의 면에 수직인 방향으로의 두께 변화는 어떠한 이점도 제공하지 않지만 존재할 수가 있다. 이 제1 실시예는 도 3c에 개략적으로 도시된 바와 같이 TC 물질 특성의 연속 변화와 일치한다.
- [0040] 제2 실시예(도 3b)에 따르면, TC 층(4)의 두께 변화는 일정한 두께의 단계에 의한 점진적인 또는 불연속적인 변화이다. 이 제2 실시예에서, 해당 페이지의 면에 수직인 방향으로의 두께 변화는 어떠한 이점도 제공하지 않지만 존재할 수가 있다. 이 제2 실시예는 도 3d에 개략적으로 도시된 바와 같이 TC 물질 특성의 불연속적인 변화와 일치한다.
- [0041] TC 층의 두께 변화에 관한 다른 프로파일은, 바람직하게는 광전지 모듈의 특성을 최적화하기 위해 이용될 수 있다.
- [0042] 본 발명은 또한 불균일한 두께의 광전지 모듈 TC 층을 제조하는 방법에 관한 것이다. 설명된 방법은 광전지 TC 층의 고유의 물리적 특성보다는 그것의 국부 두께를 변경시키는 것을 목적으로 한다. 설명된 기술은 전극을 전기적으로 분리시키는 추가의 단계, 예를 들어 레이저 에칭의 사용을 배제하지 않는다.
- [0043] 광전지 모듈 TC 층을 제조하는 방법의 제1 카테고리는 증착 방법에 관한 것이다.
- [0044] 일반적으로 사용된 증착 기술은 기판(2)에 대상 물질(11)을 스퍼터링(sputtering)하는 것이다. 결정 또는 다결정 실리콘 웨이퍼에 기초한 셀의 경우에, 이 웨이퍼는 TC 전극 증착을 위한 기판으로 제공한다. 기판 구성에서 박층 셀의 경우에, TC 층은 미리 기판상에 증착된 활성 층들 상에 증착된다.
- [0045] 바람직한 두께 형상을 갖는 TC층을 직접 얻을 수 있게 해주는 다양한 스퍼터링 방법이 제안되고 있다.
- [0046] 제1 연속 스퍼터링 방법에 있어서, 기판(2)은 증착중에 이동이 가능하고, 마스크(8)가 사용되며, 도 4a에 마스크

크의 측면도가 도시되어 있다. 마스크는 광전지(도 4b)의 너비 L와 일치하는 두 이빨 사이의 공간을 구비한 톱니 형상을 갖는다. 각 이빨의 측면은 두 셀들 간에 분리를 잘 구성하기 위해 평행하다. 마스크는 얇은 금속으로 만들어질 수 있으며, 이빨의 단부는 자립되거나(도 4b의 평면도) 또는 마스크의 강도 및 치수에 의존하는 측면 바아(8')에 의해 지지될(도 4e) 수 있다. 기관은 스퍼터링 중에 X방향의 이동 방향으로 이동할 수 있으며, 그 표면은 점차적으로 노출되고, TC 층(4)은 오직 노출면 상에 증착되고, 일 방향으로 변화하는 두께 형상이 얻어진다. 도 4c는 세 지점(a,b 및 c), 즉 공정시간 중의 세 순간에 증착된 물질(a',b' 및 c')의 형상에 관한 단면도를 나타낸다. 마스크(8)에 대한 기관의 상대 이동은, TC 층(4)의 두께 변화가 일 방향으로만 존재하도록 바람직하게는 연속적이다. 연속적인 이동으로, 마스크의 형태는 증착된 층의 두께 내에 재생된다; 정삼각형들을 포함하는 형태는 두께의 선형 변화(도 3a)를 발생시키고, 곡선을 포함하는 형태는 비선형 변화를 발생시키며, 불연속적인 형태는 예를 들어 도 3b에 도시된 바와 같이 불연속적인 두께 형태를 발생시킨다. 이 방법은 또한 마스크의 이동이 가능한 실시예에서 이용될 수 있다.

[0047] 제2 고정 스퍼터링 방법에 있어서, 기관은 증착 중에 고정되고, 도 5b에 도시된 바와 같이 2개의 상호 보완적인 마스크(9 및 9')를 사용하는 또다른 마스크(masking) 기술이 제안된다. 각각의 마스크(9,9')는 개구부와, 광전지의 너비 L와 일치하는 폭, 및 동일 폭 L의 마스크 영역을 포함한다. 마스크(9 및 9')의 표면은 광전지 모듈의 표면을 커버한다. 마스크(9 및 9')는 처음에 마스크(9 및 9')의 개구부들끼리 서로 일치하도록 위치된다. TC 층(4)의 스퍼터링 도중, 제1 마스크(9)는 마스크(9 및 9')의 개구부들이 더 이상 서로 겹치지 않을 때까지 일 방향으로 이동된다(도 5c 내지 도 5d). 이어서, 마스크(9 및 9')의 개구부들이 다시 서로 일치할 때까지 제2 마스크(9')가 반대 방향으로 이동된다(도 5e 내지 도 5f). 이 방법은 마스크(9 및 9')의 이동 방향에 따라 두께가 가변되는 TC 층을 생성할 수 있게 해준다. 이 방법에서 마스크의 이동 속도는 최종 층의 두께 형태를 한정하게 되는데, 일정한 속도는 선형 형태를 생성하고, 가변적인 속도는 비선형 형태를 생성하며, 정지는 두께의 불연속적인 형태를 생성한다.

[0048] 제조 방법의 제2 카테고리는 증착 후에 TC 물질을 에칭하는 방법에 관한 것이다.

[0049] 임의의 TC 층들을 에칭하고 정형화하는데 통상적으로 사용된 기술은 액체 화학적 처리이다. 예를 들어, HCl의 희석 용액을 사용하여 약 60A/s의 에칭 속도로 ZnO를 에칭한다. 액체 혼합물(18)에 대한 노출 기간은 에칭의 기간을 한정한다. 그러나, 에칭은 일반적으로 용체에 노출된 전체 표면에 걸쳐 균일하다. 본 발명은 서로 다른 에칭 용기를 사용하여 동시에 여러개의 광전지(7)를 제조하는 2가지 액체 에칭 방법을 제안하며, TC 층(4)은 상술한 바와 같이 스트립(6)의 전기 접촉 영역에 대하여 가변적인 두께 형태를 가진다.

[0050] 도 6에는 제1 에칭 용기 구조(12)가 개략적으로 도시되어 있다. 용기(12)는 도면 부호가 광전지 모듈의 셀의 부호와 일치하는 일련의 탱크(13,13',13'')를 포함한다. 각 탱크(13,13',13'')의 상부 모서리(14)는 탱크의 수평 바닥에 대해 경사진 직사각형을 형성한다. 탱크의 직사각형 개구부는 셀의 표면과 일치하며 밀봉되어 있다. 탱크(13,13',13'')는, 한 탱크의 상부 모서리가 다음 탱크의 하부 모서리와 일치하도록 서로 연결된다(도 7a). 탱크의 바닥은 서로에 대하여 이동된다(도 7a). 각 탱크는 적어도 2개의 유체 연결부: 탱크의 바닥에 있는 충전 연결부(15) 및 배출 연결부(16)와, 탱크의 상부에 가장 근접한 배기 연결부(17)를 가진다.

[0051] 도 7a 내지 도 7d에는 도 6의 용기(12)를 사용하는 제1 액체 에칭 방법이 도시되어 있다. 균일한 두께의 TC 층(4)이 증착된 기관(2)은, 기관 전체 둘레 및 각각의 탱크 사이에 밀봉된 접촉부를 갖도록 용기 상에 위치된다(도 7a 내지 도 7b). 이어서, 탱크(13,13',13'')는 동시에 그리고 점진적으로 수용액(18)이 충전된다(도 7c). 용액(18)은 각 탱크의 하부에 장시간에 걸쳐 접촉되고, TC 층(4)의 에칭은 각 탱크의 반대편 상부보다 이 높이에서 더 중요하다. 이는 각 탱크로부터 배기구(17)를 통해 일정한 공기 체적을 배출함으로써 달성될 수 있다. 탱크가 충전되는 속도는 수용액에 노출된 표면의 서로 다른 지점들에서의 상대 에칭을 한정하고(도 7c), TC의 형태를 제어하는데 사용될 수 있다. 이후, 탱크는 이렇게 하여 만들어진 정형화 및 에칭된 기관의 제거를 허용하도록 동시에 서로에 대하여 배출된다(도 7d). 서로에 대하여 동시에 이루어지는 탱크(13,13',13'')의 충전 및 배출은 동일 기관(2) 상의 모듈의 각 셀에 대해 동일한 에칭 형태를 얻을 수 있도록 한다.

[0052] 도 8에는 에칭 용기(12')의 제2 구조가 도시되어 있으며, 또한 제2 구조는 서로 연결된 일련의 탱크(13,13',13'')를 포함한다. 탱크의 모서리(14)를 한정하는 직사각형의 둘레부는 탱크의 바닥에 대하여 매우 경사져 있다. 용기(12')는 단 하나의 유체 연결부(15)와 단 하나의 배출 연결부(16)를 가지며, 각각의 탱크(13,13',13'')는 각 탱크의 상부에 가장 근접한 흡기-배기 연결부(17)를 가진다.

[0053] 도 8의 용기(12')를 사용하는 제2 액체 에칭 방법은 제1 부분에 설명된 바와 같은 형태를 얻기위해 도 9a 내지 도 9e에 도시된다. 기관(2)을 포함하는 광전지 모듈(1)과 초기에 일정한 두께를 갖는 TC 층(4)은 기관 주위와

각 탱크 간에 결합 및 밀봉하는 방법으로 용기(12')의 모서리(14) 상에 위치된다. 상호 연결된 탱크 (13, 13', 13'')는, 각 탱크 내에 포집된 공기(19)에 의해 완벽한 충전이 차단되더라도 충전 연결부(15)(도 9b)를 통해 수용액(18)으로 서로 동시에 충전되며, 각 탱크는 이 단계 동안 TC 층(4)의 표면의 소정의 제어되지 않은 에칭을 차단한다. 포집된 공기(19)는 모든 탱크로부터 동시에 그리고 점진적으로 배출되고(도 9c 내지 도 9d), 이어서 에칭 용액(18)이 TC 층과 접촉하며 유입되어 TC 층의 표면을 에칭하도록 하게 된다. 에칭 후에 용액은 "배출구"를 통해 배출된다(도 9d). 따라서, 탱크가 충전 및 배수되는 속도는 광전지 모듈의 각 셀의 TC 층의 표면에 국부적으로 에칭되는 물질의 상대적인 용량을 한정하고, 그에 따라 TC의 최종 형태를 제어하는데 이용될 수 있다. 서로 동시에 이루어지는 탱크의 충전 및 배출은 동일한 광전지 모듈의 모든 셀들 상에서 동일한 에칭 형태를 얻을 수 있게 한다.

[0054] 본 발명에 따른 광전지의 투명 도전성 전극의 구조는, 그 층(4)의 전기 접촉 영역 또는 접점(6)까지의 거리 함수(d_x)에 따라 변화되는 두께 및/또는 광전자 특성을 구비한 TC 층(4)을 포함한다. 이 전기 접촉 영역(6)은 TCO 층(4)과 셀에서 전류를 뽑아내기 위한 외부 전극 간에 연결이거나, 또는 제1 셀(7)의 TCO 층과 광전지 모듈 (1)내 제1 전극(7)과 연결된 제2 셀(7')의 금속 전극 간에 상호 연결될 수 있다. 두께 및/또는 광전자 특성 변화는 광전지 모듈의 전체 효율을 최적화하기 위해, 전류 밀도가 낮은 TCO 층의 광 투명도를 개선하도록, 그리고 전류 밀도가 높은 TCO 층의 전도 특성을 개선하도록 선택된다.

[0055] 또다른 제조 공정에 따르면, 가변적인 광전자 특성을 갖는 얇은 투명 전도성 층은 TC 물질에 의해 흡수되기 쉬운 파장을 포함하는 레이저 빔에 균일한 광전자 특성을 갖는 얇은 투명 전도성 층을 노출시키는 단계로 구성된 레이저 폴림 공정(laser annealing process)에 의해 얻어질 수 있다. 따라서, TC 층의 소정 영역의 선택적인 노출은 레이저 빔의 노출 기간의 함수 및/또는 레이저의 국부 강도에 따라 광전자 특성이 변화된 TC 층을 얻을 수 있게 한다. 이러한 제조 방법에 관한 임의의 실시예에 따르면, 상기 방법은 얇은 투명 전도성 층에 인접한 추가의 층을 증착하는 단계를 포함한다. 본 발명에 사용된 것으로서, "인접층"은 얇은 투명 전도성 층 내에 (샌드위치 상태로) 증착된 층이거나, 또는 얇은 투명 전도성 층(4)과 기판(2) 사이에 증착된 층이거나, 아니면 얇은 투명 전도성 층(4)과 활성 물질(3)의 광발전 스택 사이에 증착된 층이다.

[0056] 이러한 임의의 실시예에 따르면, 이 인접층에 의해 흡수된 적어도 하나의 파장을 포함하는 강렬한 레이저 빔에 대한 상기 인접층의 노출은, 가변적인 광전자 특성을 갖는 TC 층을 생성하기 위해, 상기 인접층에 의해 흡수된 에너지를 상기 얇은 투명 전도성 층으로 전달할 수 있게 한다.

[0057] 본 발명에 따른 광전지 모듈은 다양한 증착 및/또는 에칭 제조 방법에 따라 만들어질 수 있다. 특히, 본 발명은 투명 전도성(TC) 층을 증착하는 방법 및 증착 후에 에칭하는 방법을 제안하며, 이를 통해 동일 모듈의 여러 셀들을 동시에 제조할 수 있게 된다. 증착 방법은 불균일한 두께를 갖는 구조를 생성하는 마스크 단계들을 포함하며, 모든 형태의 TCO에 대해 적합하다. 에칭 방법은 화학적 에칭의 단계를 포함하고, 특히 광전지 분야에 대한 한 형태(예를 들어, ZnO: 마그네트론 스퍼터링에 의한 알루미늄)를 생성하기 위해 에칭 단계를 또한 요구하는 TCO에 적합하다.

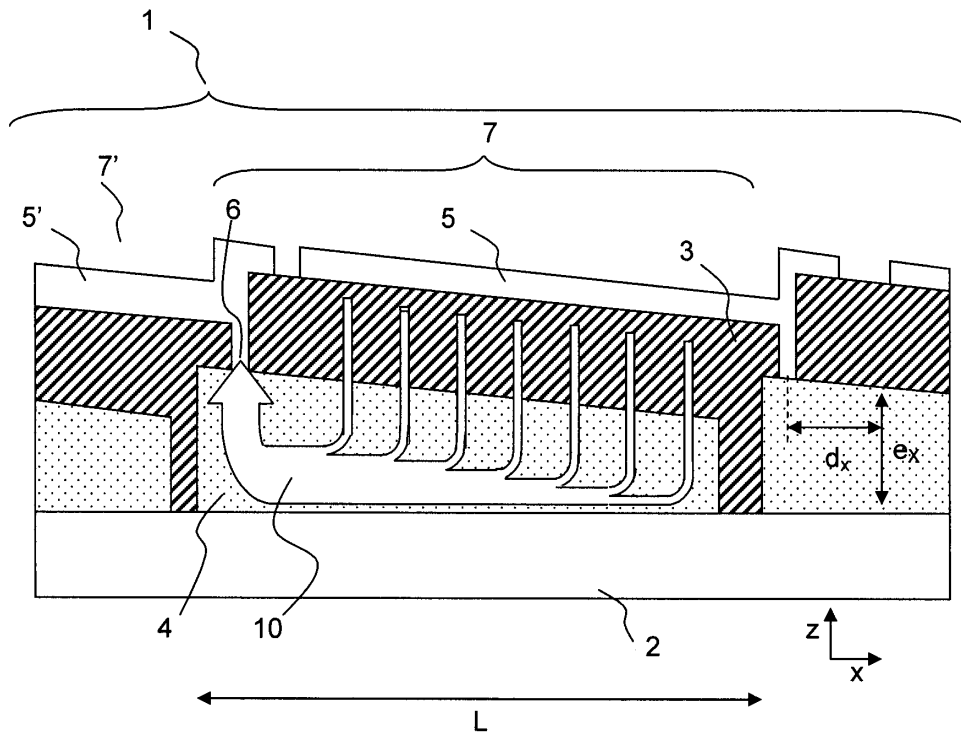
[0058] 본 발명에 설명된 방법은 비교적 간단하나, 본 발명에 따른 광전지 모듈을 제조할 수 있게 하는데 반드시 필요한 유일한 방법은 아니다.

[0059] 본 발명은 이들 모듈의 복잡성을 크게 증대시키지 않고 간단한 제조방법을 제공하여 광전지 모듈의 효율을 현저히 개선할 수 있게 한다.

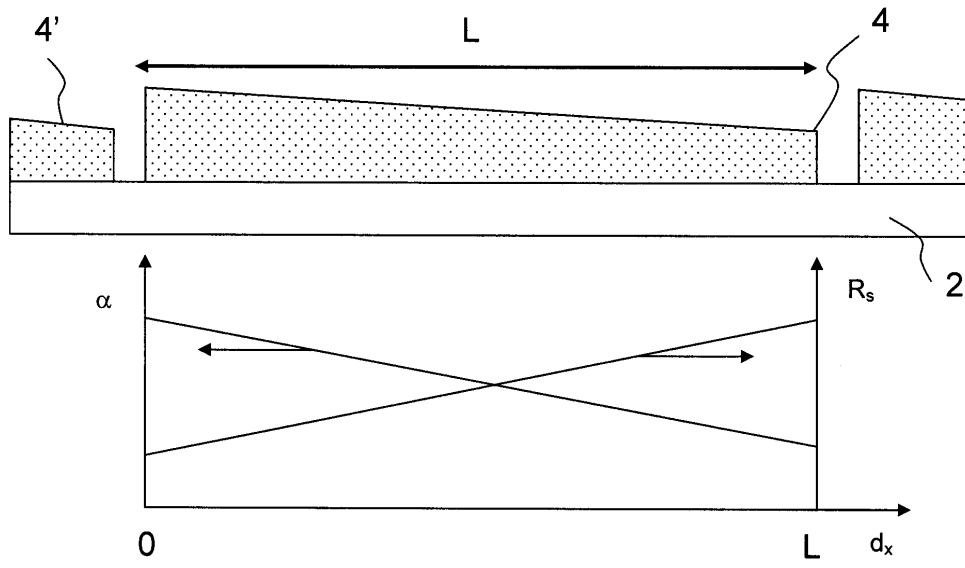
[0060] 본 발명에 따른 광전지 모듈의 셀은 균일한 TCO 층을 사용하지 않지만, 그와는 반대로 층의 위치 및 셀들 간 접촉부까지의 거리 함수에 따라 변화하는 TCO 층의 최적의 특성을 이용한다.

도면

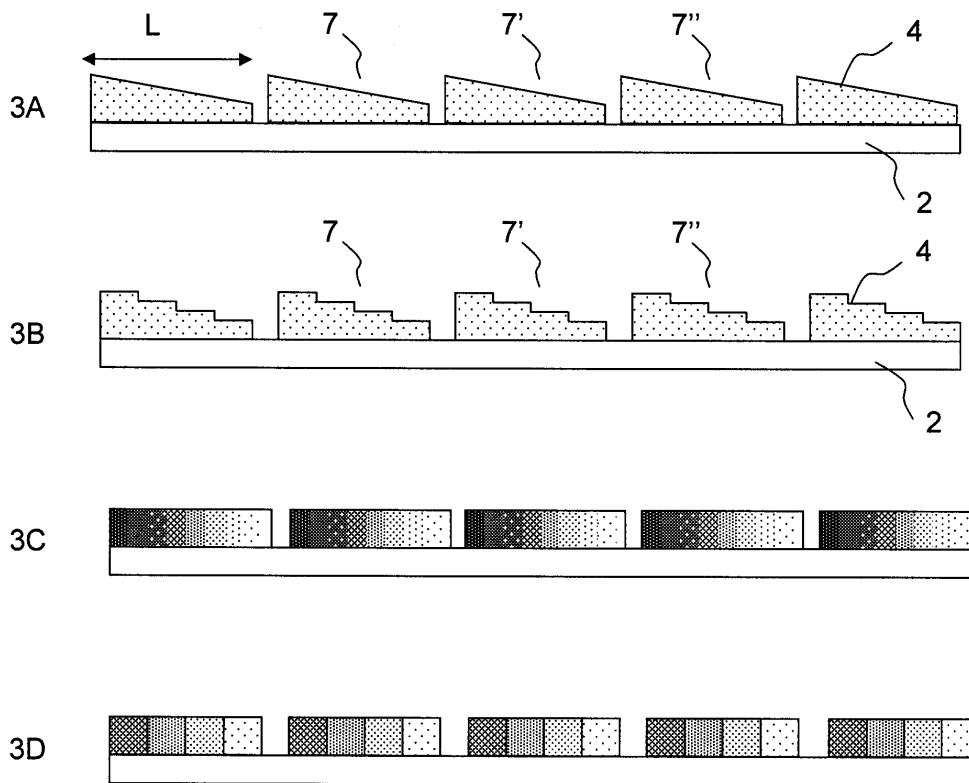
도면1a



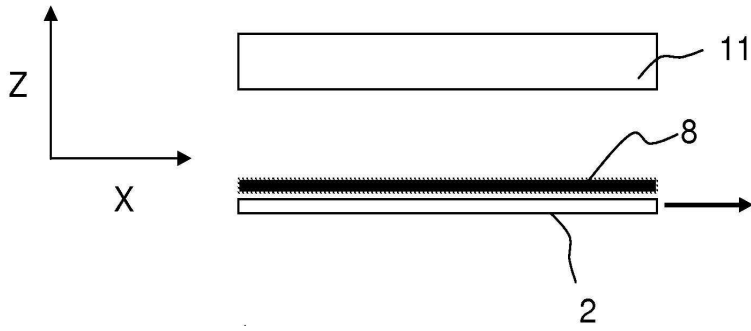
도면2



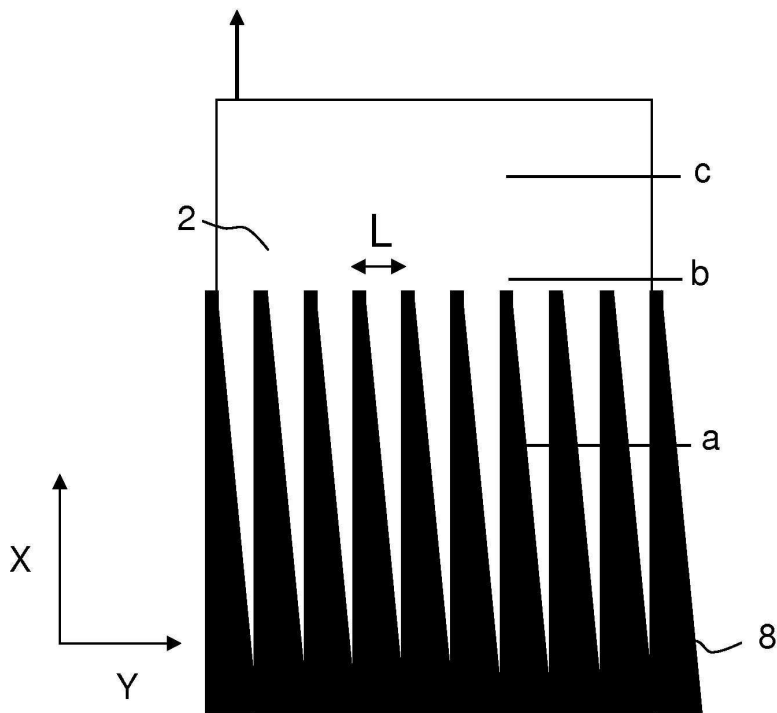
도면3



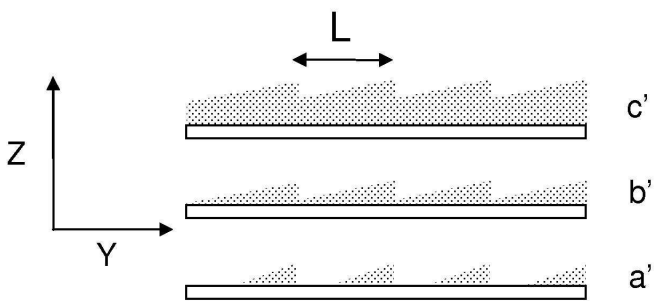
도면4a



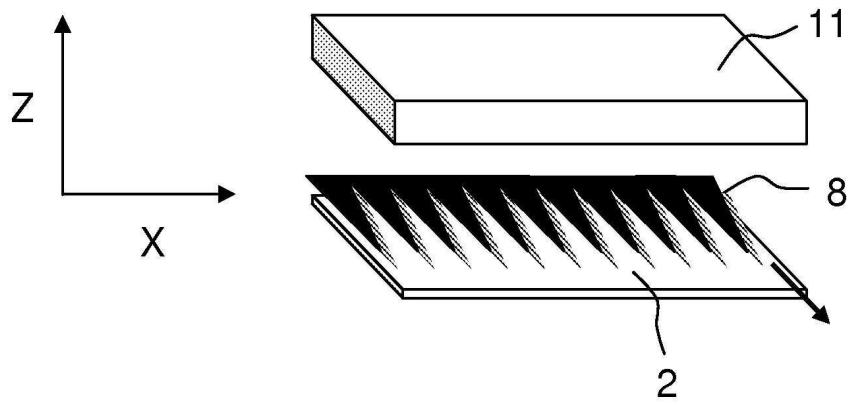
도면4b



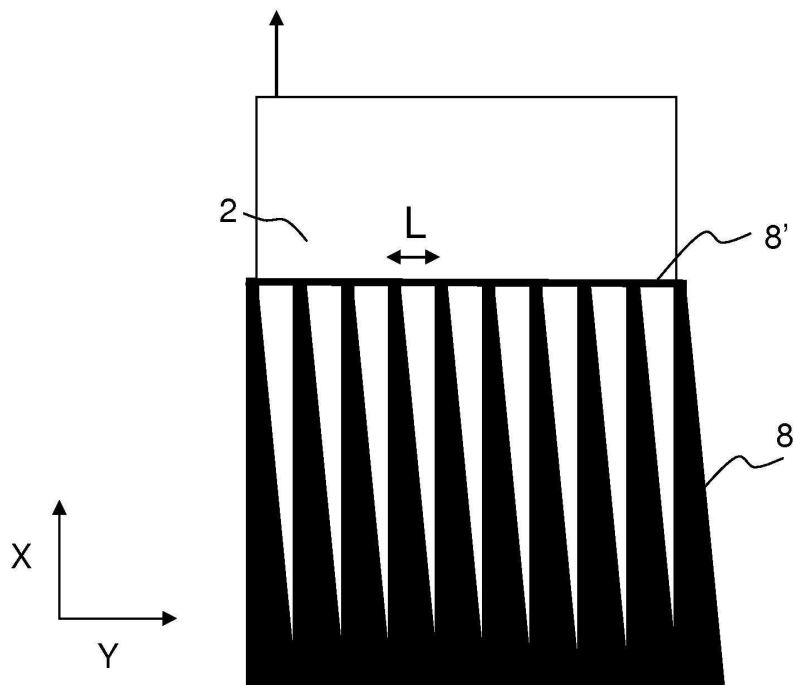
도면4c



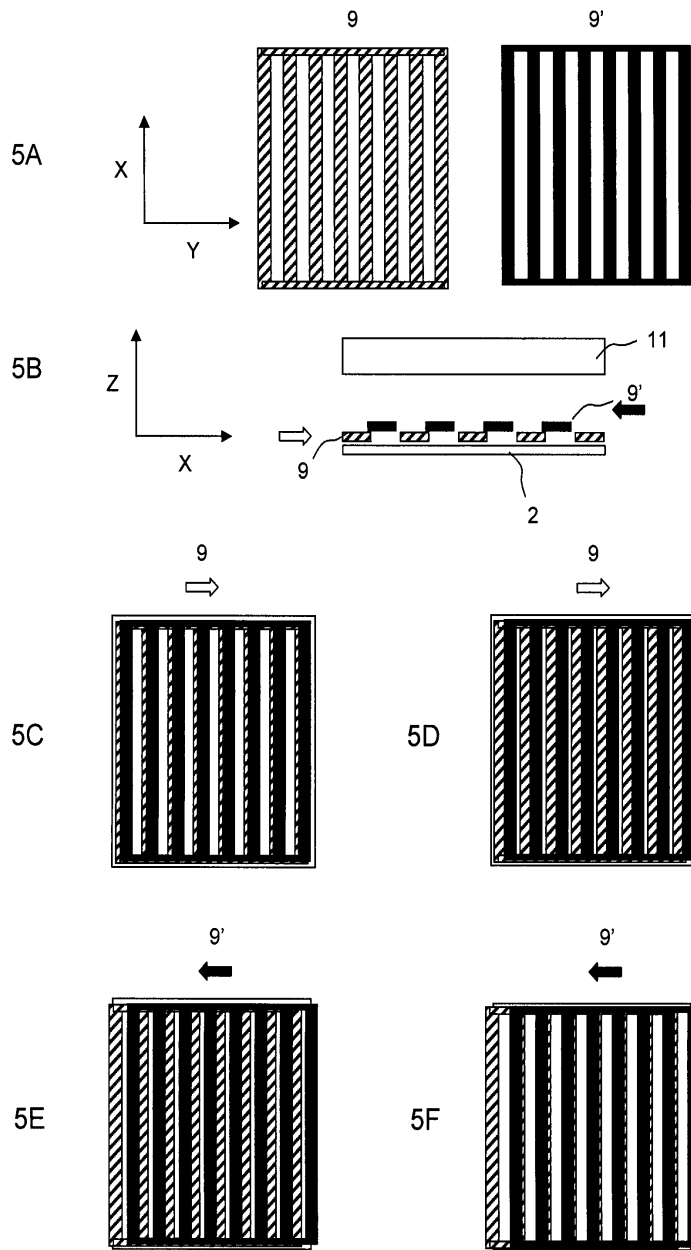
도면4d



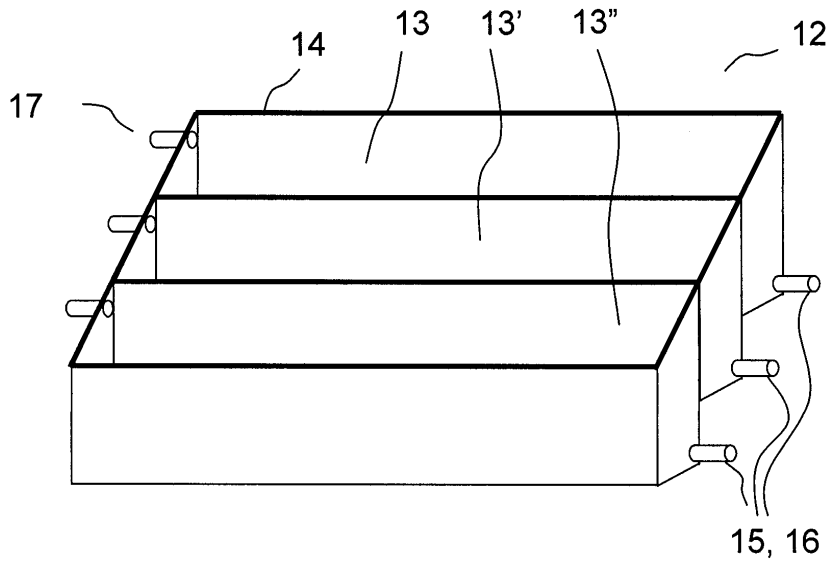
도면4e



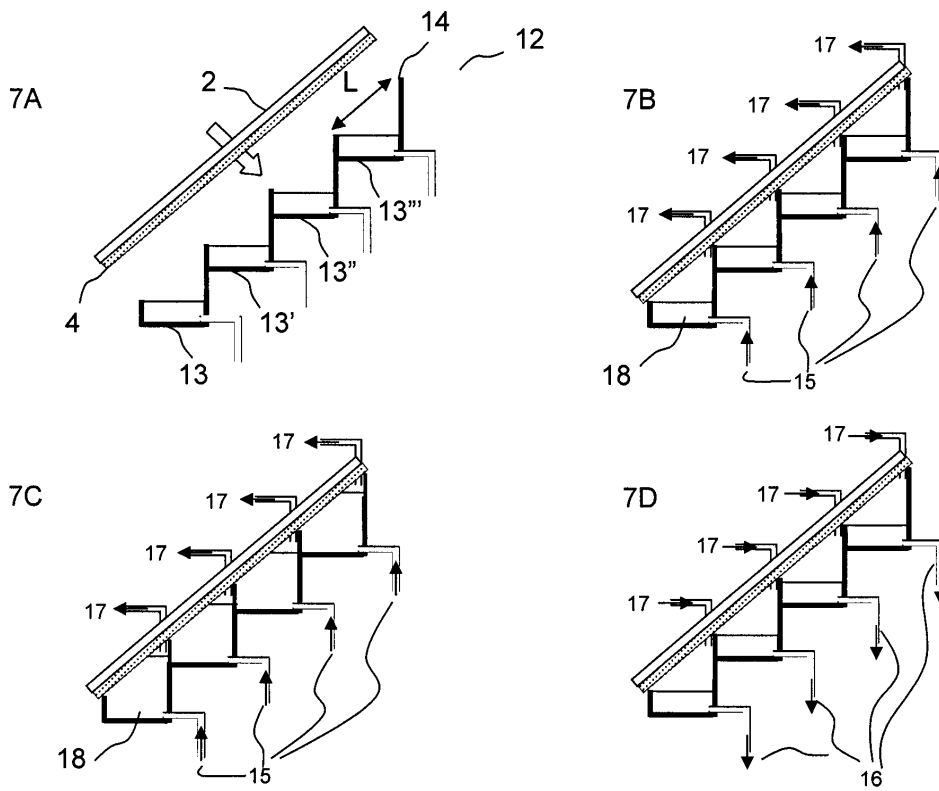
도면5



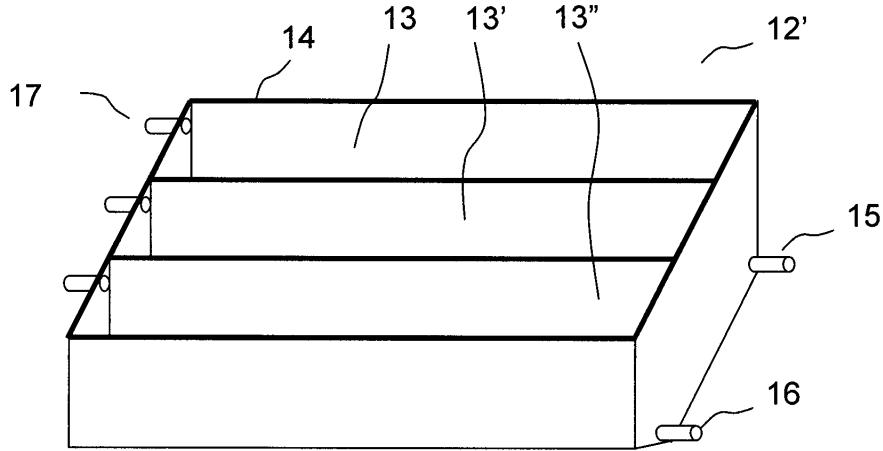
도면6



도면7



도면8



도면9

