



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0088809
(43) 공개일자 2020년07월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/0468 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H01L 31/0468 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2020-7011887
(22) 출원일자(국제) 2018년09월27일
심사청구일자 2020년04월23일
(85) 번역문제출일자 2020년04월23일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2018/107795
(87) 국제공개번호 WO 2019/062788
국제공개일자 2019년04월04일
(30) 우선권주장
17194085.1 2017년09월29일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
(씨엔비엠) 벙부 디자인 앤드 리서치 인스티튜트
포 글래스 인더스트리 컴퍼니 리미티드
중국 233010 안후이 벙부 투산 로드 넘버 1047
(72) 발명자
하이쓰, 안드레아스
베쎌보호나 링 15, 86929 펜싱, 도이치란트
팜프, 율크
아그네스-노에하우스-슈트라쎈 16, 80797 뮌헨,
도이치란트
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
전경석

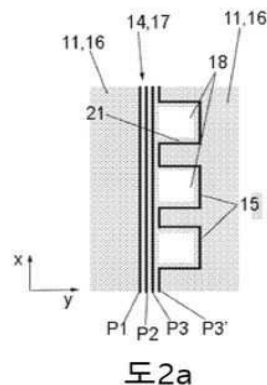
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 반투명 박막 태양광 모듈

(57) 요약

본 발명은 박막 태양광 모듈에 관한 것으로서, 기판 및 그 위에 후면 전극층, 전면 전극층 및 상기 후면 전극층과 상기 전면 전극층 사이에 배치되는 흡수층을 포함하는 층 구조가 도포되어 있으며, 직렬 연결된 태양전지들은 패터닝 구역에 의해 층 구조내에 형성되며, 각 패터닝 구역은 적어도 후면 전극층을 세분하기 위한 제 1 패터닝 라인, 적어도 흡수층을 세분하기 위한 제 2 패터닝 라인 및 적어도 전면 전극층을 세분하기 위한 적어도 하나의 제 3 패터닝 라인을 포함하며, 적어도 하나의 패터닝 구역은 제 1 패터닝 라인에 의해 감소된 구역 영역(zone region)에서, 각각의 경우 후면 전극층이 없는 하나 이상의 광투명 구역을 가지며, 상기 하나 이상의 광투명 구역들은 후면 전극층이 구역 영역에서 연속되도록 구현된다.

대표도 - 도2a



도2a

(72) 발명자

보그트, 헬무트

밀버트쇼켄너 슈트라세 67, 80807 뮌헨, 도이치란
트

레슈너, 로버트

절러 슈츠라쎄 15, 81377 뮌헨, 도이치란트

명세서

청구범위

청구항 1

기관 (2) 및 그 위에 후면 전극층 (5), 전면 전극층 (8) 및 상기 후면 전극층과 상기 전면 전극층 사이에 배치되는 흡수층 (6)을 포함하는 층 구조 (3)가 도포되어 있는 박막 태양광 모듈 (1)에서, 직렬 연결된 태양전지들 (11)은 패터닝 구역 (14)에 의해 층 구조 (3)내에 형성되며, 각 패터닝 구역 (14)은 적어도 후면 전극층 (5)을 세분하기 위한 제 1 패터닝 라인 (P1), 적어도 흡수층 (6)을 세분하기 위한 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 적어도 전면 전극층 (8)을 세분하기 위한 적어도 하나의 제 3 패터닝 라인 (P3)을 포함하며, 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)은 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (zone region) (22)에서, 각각의 경우 후면 전극층이 없는 하나 이상의 광투명 구역 (18)을 가지며, 상기 하나 이상의 광투명 구역들 (18)은 후면 전극층 (5)이 구역 영역에서 연속되도록 구현되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 2

제 1 항에 있어서, 하나 이상의 광투명 구역들 (18)은 각각의 경우에 전면 전극층 섹션 (8-3)을 갖는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 3

제 1 항에 있어서, 하나 이상의 광투명 구역들 (18)은 각각의 경우 전면 전극층이 없는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 광투명 구역들 (18)이 선형으로 배열된, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)에서, 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 / 또는 제 3 패터닝 라인 (P3)이 각각의 경우에 하나 또는 그 이상의 벌지들 (bulges)이 제공되고, 거기에 각각의 경우 광투명 구역 (18)이 배치되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 6

제 5 항에 있어서, 패터닝 구역 (14)의 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 적어도 하나의 제 3 패터닝 라인 (P3)은 각각의 경우에 적어도 하나의 벌지 (15)가 제공되고, 제 1 패터닝 라인 (P1)의 적어도 하나의 벌지 (15)는 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지 (15)에 대향하여 배치되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 7

제 1 항에 있어서, 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 1 패터닝 라인 (P1) 주위의 감소된 구역 영역 (zone region) (22)은 적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)을 가지며, 그에 의해서 상기 구역 영역 (22)은 두 개의 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)로 세분되며, 상기 디코팅 영역 (19)은 광투명 구역들 (18)과 전극 영역들 (20)의 교번적 시퀀스를 가지며, 상기 광투명 구역 (18)은 각각의 경우 후면 전극층이 없고 전극 구역들 (20)은 각각의 경우 흡수층이 없고 후면 전극층 섹션 (5-3)을 가지며, 상기 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)의 상기 두 개의 후면 전극층 섹션들 (5-1, 5-2)은 적어도 하나의 전극 구역 (20)의 상기 후면 전극층 섹션 (5-3)에 의해 서로 면으로 연결되어 있는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 8

제 7 항 및 제 2 항 또는 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)은 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 1 패터닝 라인 (P1)과 제 2 패

터닝 라인 (P2) 사이에 배치되고; 및 / 또는

적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)은 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 2 패터닝 라인 (P2)과 제 3 패터닝 라인 (P3) 사이에 배치되고; 및 / 또는

적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)은 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 2 패터닝 라인 (P2) 내부에 배열되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 9

제 7 항 및 제 2 항에 있어서, 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 2 패터닝 라인 (P2)이 선형 디코팅 영역 (19)에 의해 형성되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 10

제 7 항 및 제 3 항에 있어서, 적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)은 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 3 패터닝 라인 (P3) 내에 배치되고; 및 / 또는 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 3 패터닝 라인 (P3)은 선형 디코팅 영역 (19)에 의해 형성되는, 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 광투명 구역 (18)은 흡수층이 없지만, 후면 전극층 섹션 (5-3, 5-4)을 갖는 바로 인접한 예지 구역 (21)에 의해 둘러싸여 있는 박막 태양광 모듈 (1).

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서, 다음 단계를 포함하는 박막 태양광 모듈 (1)의 제조 방법으로서:

- 평면 기판(2)을 제공하는 단계
- 상기 기판 (2)의 일면에 후면 전극층 (5)을 증착하는 단계,
- 상기 후면 전극층 (5) 위에 흡수층 (6)을 증착하는 단계,
- 상기 흡수층 (6) 위에 전면 전극층 (8)을 증착하는 단계,
- 제 1 패터닝 라인들 (P1)에 의해 상기 후면 전극층 (5)을 패터닝하는 단계,
- 제 2 패터닝 라인들 (P2)에 의해 상기 흡수층 (6)을 패터닝하는 단계,
- 제 3 패터닝 라인들 (P3)에 의해 상기 전면 전극층 (8)을 패터닝하는 단계를 포함하고,

패터닝 구역 (14)은 제 1 패터닝 라인 (P1), 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)의 즉각적인 시퀀스 (immediate sequence)에 의해 형성되고, 상기 패터닝 구역들 (14)은 태양전지들 (11)의 모노리식 직렬 연결을 형성하고,

- 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 상기 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (22)에서 적어도 상기 후면 전극층 (5)을 부분적으로 제거함으로써 각각의 경우 후면 전극층이 없는 하나 이상의 광투명 구역들 (18)을 형성하여 상기 후면 전극층 (5)이 상기 구역 영역 (22)에서 연속적인, 박막 태양광 모듈 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)은 적어도 하나의 패터닝 구역 (14)의 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 상기 구역 영역 (22)에 생성되고, 상기 디코팅 영역 (19)에 의해서 상기 구역 영역 (22)은 두 개의 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)으로 세분되며, 상기 디코팅 영역 (19)은 적어도 두 개의 광투명 구역들 (18)과 적어도 하나의 전극 구역 (20)의 교번적 시퀀스를 가지며, 각각의 전극 구역 (20)은 흡수층이 없고 후면 전극층 섹션 (5-3)을 가지며 적어도 흡수층 (6)을 부분적으로 제거함으로써 생성되며, 상기 적어도 하나의 전극 구역 (20)의 후면 전극층 섹션 (5-3)은 상기 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)의 두 개의 후면 전극층 섹션들 (5-1, 5-2)을 서로 면으로 연결하는, 제조 방법.

청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에있어서,

- 흡수층 (6)을 증착하기 전에, 바람직하게는 레이저 빔의 조사에 의해 적어도 후면 전극층 (6)을 부분적으로 제거함으로써 광투명 구역들 (18)을 생성하는 단계;
- 흡수층 (6) 및 전면 전극층 (8)을 증착한 후에 뿐만 아니라 흡수층 (6) 및 전면 전극층 (8)을 부분적으로 제거함으로써, 바람직하게는 기계적 물질 제거에 의해서, 제 3의 패터닝 라인들을 만든 후에도, 선택적으로 전극 구역들 (20) 뿐만 아니라, 선택적으로 광투명 구역들 (18)을 둘러싸는 에지 구역 (21)을 생성하는 단계를 포함하는 제조 방법

청구항 15

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서, 에지 구역들 (21)에 의해서 둘러싸인 광투명 구역들 (18)이 생성되며, 상기 광투명 구역들은

- 각각의 경우에 생성될 상기 광투명 구역 (18) 및 주변 에지 구역들 (21)에 대응하는 처리 구역들 (processing zones)에서 바람직하게는 기계적 물질 제거에 의해 적어도 흡수층 (6)을 부분적으로 제거함으로써 - 상기 광투명 구역 (18)은 내부 영역에 생성되며, 상기 에지 구역 (21)은 상기 처리 구역의 에지 영역에 생성됨 -,
- 상기 광투명 구역들 (18)을 생성하기 위한 상기 처리 구역들의 상기 내부 영역에서, 바람직하게는 펄스 레이저 빔에 의한 조사에 의해 적어도 상기 후면 전극층 (5)을 제거함으로써 - 상기 처리 구역들의 상기 에지 영역들이 상기 에지 구역들 (21)을 형성함 - 생성되는, 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명을 박막 태양광 모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

개방형 시스템들에서는 태양광 모듈의 큰 성장이 관찰될 수 있다. 그러나 건물 통합 환경에의 적용은 훨씬 더 작은 스케일로 현재 여전히 움직이고 있다. 분산형 에너지 솔루션에 대한 강화된 노력에 비추어, 태양광 발전을 위해 건물 정면들을 사용할 수 있는 실제 수요가 개발되고 있다. 건축술적 및 구조 공학적 이유로, 평면 불투명 태양광 모듈 및 광투과성 태양광 모듈 둘 다 건물에 통합하기 위해 필요하다. 한편으로는, 적절한 전력을, 다른 한편으로는 충분한 광투과율을 확보하기 위해서는 태양광 모듈의 전체 면적에 걸쳐 평균 5 내지 50 % 범위의 가시 광선에 대한 투과성 (광 반투명도)이 바람직하다. 반투명 태양광 모듈의 다른 적용 분야는 소음 저감 벽들 (도로, 철도), 실외 지역의 개인 정보 보호 장벽들 또는 온실들의 벽들이다.

[0003]

원칙적으로 태양전지들이 불투명하게만 만들어질 수 있는 결정질 실리콘 기술 (c-Si)과 달리, 박막 태양전지들은 모노리식 (monolithic) 직렬 연결의 결과로써 전기적 및 광학적 액티브 영역 뿐만 아니라 주변의 패시브 영역들이 매우 유연하게 설계될 수 있는 장점이 있다. 또한, 무정형 실리콘에 기초한 흡수체보다 갈코파이라이트 (chalcopyrite) 기반 흡수체에 의해 상당히 높은 수준의 효율이 달성될수 있다. 박막 태양전지의 생산에 있어서의 공정 기술의 한 특징은 전면 코팅 및 국부 디코팅 (decoating)을 순차적으로 실행하는 것이며, 예를 들어 태양전지를 생산하기 위해 상이한 층 (layer)들이 캐리어 기판 상에 직접 도포되고 상기 층들을 패터닝한 후 전면 투명 커버층에 접착하여 ("적층되어") 기후에 안정적인 복합체를 형성한다. 정밀 전자공학에 통상적인 마스크공정들은 전면 코팅 및 국소 디코팅에 의해 회피하게 된다. 대형 박막 태양광 모듈의 경우 마스크공정은 비용이 매우 많이 들고 시간도 많이 소요된다.

[0004]

지금까지, 박막 실리콘은 반투명 모듈들을 생산하기 위한 흡수체용 출발물질로서, 특히 투명한 전면 전극 및 투명한 후면 전극과 함께 주로 사용되어 왔다. 이를 위해, 흡수체는 아주 얇게 만들어져서 전체 층 시스템은 적외선 및 적색 파장 범위의 전자기 방사선에 대해 투명하다. 그러나, 얇은 흡수체의 결과로써 바람직하지 않은 컬러 필터 효과가 종종 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 대조적으로, 본 발명의 목적은 종래 기술에 공지된 반투명 박막 태양광 모듈 및 이의 제조를 유리하게 개선시키는 데에 있으며, 상기 모듈은 가시광선 범위에서 현저한 투명성을 갖는 비교적 큰 액티브 영역을 갖는다. 또한 상기 모듈은 시각적으로 매력적이고 특히 색상 필터 효과는 없다.

[0006] 이들 및 다른 목적들은 본 발명의 제안에 따라 좌표청구항 (coordinate claims)에 따른 반투명 박막 태양광 모듈 및 그 제조 방법에 의해 달성된다. 본 발명의 유리한 실시예들은 종속항의 특징을 통해 나타난다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 맥락에서, "투명도"라는 용어는 적어도 85 % 의 가시광선 투과율을 지칭한다. 전형적으로, 가시광선은 380 nm 내지 780 nm의 파장 범위에 있다. "불투명도"라는 용어는 5 % 미만의 가시광선 투과율을 의미한다. 따라서, 태양전지의 광투명 구역 (optically transparent zone)은 가시광선 투과율이 85 % 내지 100 %의 범위이고, 불투명 영역은 가시광선 투과율이 0 % (완전 불투명)에서 5 % 미만의 범위이다. "반투명도"라는 용어는 5 % 내지 85 % 미만의 가시광선 투과율을 지칭한다. 본 발명의 맥락에서, 용어 "반투명도"는 박막 태양광 모듈의 모든 태양전지의 전체 영역에 걸쳐 평균화된 가시광선 투과율과 관련하여 사용된다. 즉, 원하는 반투명도는 박막 태양광 모듈의 모든 태양전지에 걸쳐 불투명한 영역과 광투명 영역의 광 투과율을 평균해서 나온다.

[0008] 본 발명에 따르면, 집적되어 직렬 연결된 집적 태양전지들을 갖는 반투명 박막 태양광 모듈이 제공된다. "반투명도" 용어의 상기 정의에 따라, 박막 태양광 모듈은 태양전지들의 (광학적으로) 불투명하고 광학적으로 투명한 영역을 가지며, 여기서 태양전지들의 반 투명도는 전체 태양전지들의 모든 면적에 걸쳐서 가시 광선 투과율을 평균한 결과이다. 박막 태양광 모듈의 (반)투명도는 하나의 측정 장치로 간단하게 결정될 수 있다. 예를 들어 백색 광원 (가시광원)을 박막 태양광 모듈의 일측에 배치하고 박막 태양광 모듈의 다른 쪽에 가시 광선 검출기를 배치한다.

[0009] 여기서 검출기는 모든 태양전지들의 전체 면적에 걸쳐서 박막 태양광 모듈의 광학 투명도를 평균화할 수 있도록 박막 태양광 모듈의 모든 태양전지들을 통과하는 광을 (예를 들어, 동시에) 검출할 수 있어야 한다.

[0010] 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈은 태양광 에너지 생성을 위해 모놀리식 (monolithic)하게 집적된 직렬 연결 태양전지들의 층 구조 (layer structure)를 갖는 기판을 포함한다. "박막 태양광 모듈"이라는 용어는 그의 통상적 사용에 따라, 그것은 캐리어 기판이 적절한 기계적 안정성을 갖기 위해 요구되는, 예를 들어, 수 마이크로미터의 낮은 두께의 층 구조를 갖는 모듈을 지칭한다. 캐리어 기판은 예를 들어 무기 유리, 플라스틱 또는 금속, 특히 금속 합금으로 제조될 수 있고, 각각의 층 두께 및 특정 재료 특성들에 따라 강성 플레이트 또는 유연한 필름으로 디자인될 수 있다. 본 발명은 태양전지를 생산하기 위해 층 구조가 광 입사 측을 향하는 기판 표면 상에 적용되는 기판 (substrate) 구성에서의 박막 태양광 모듈에 관한 것이기도 하고, 뿐만 아니라 상기 기판은 투명하고 상기 층 구조는 광 입사 측으로부터 멀리 향하는 기판 표면에 적용되는 최상층 (superstrate) 구성에서의 박막 태양광 모듈에 관한 것이기도 하다.

[0011] 공지된 방식으로, 상기 층 구조는 후면 전극층, 전면 전극층 및 상기 후면 전극과 상기 전면 전극층 사이에 배열된 광전기적으로 액티브한 흡수층 (absorber layer)을 포함한다. 바람직하게는, 상기 흡수층은 예를 들어 구리 인듐/갈륨 디설파이드/디셀레나이드 ($\text{Cu(In, Ga)(S, Se)}_2$), 예를 들어, 구리 인듐 디셀레나이드 (CuInSe_2) 또는 CIS) 또는 관련 화합물 그룹으로부터의 I-III-VI 반도체인 칼코피라이트 (chalcopyrite) 화합물로 제조된다. 상기 흡수층은 일반적으로 불투명하거나, 매우 얇으면 적어도 주파수 선택적으로 투명하여, 일반적으로 말하면, 특정 컬러 필터 효과 또는 주파수 필터 효과가 발생한다. 상기 후면 전극층은 일반적으로 불투명하다. 상기 전면 전극층은 전형적으로 광학적으로 투명한데, 특히 기판 구성에서의 박막 태양광 모듈의 경우에 층 구조의 광통과가 가능해야만 하기 때문이다.

[0012] 상기 층 구조 (layer structure)에서, 집적되어 직렬 연결된 태양전지들은 통상적으로 패터닝 구역에 의해 형성된다. 따라서, 적어도 상기 후면 전극층은 제 1 패터닝 라인들 (P1)에 의해 여러 섹션들로 세분되며, 이 섹션들은 태양전지들의 후면 전극들을 형성한다. 또한, 적어도 흡수층은 제 2 패터닝 라인들 (P2)에 의해 여러 섹션들로 세분되며, 이 섹션들은 각각의 경우 태양전지들과 관련된 흡수체이며, 적어도 전면 전극층은 제 3 패터닝 라인들 (P3)에 의해 여러 섹션들로 세분되며, 이 섹션들은 태양전지의 전면 전극들을 형성한다. 서로 인접한 태양전지들은 제 2 패터닝 라인들 (P2)을 통해 서로 전기적으로 직렬 연결되며, 하나의 태양전지의 전면 전극은 인접한 태양전지의 후면 전극에 전기적으로 연결되며, 전형적으로, 그러나 반드시 아니지만, 직접 접촉한다.

[0013] 패터닝 라인들은 일반적으로 P1-P2-P3의 순서로 배열된다. 패터닝 구역은 제 1 내지 제 3 패터닝 라인의 직접적

인 순서 (P1-P2-P3)에 의해 형성된다. 패터닝 구역은 예를 들어 선형, 특히 직선일 수 있다. 패터닝 라인들은 일반적으로 제 1 내지 제 3 패터닝 라인 (P1-P2-P3)을 포함하는 시퀀스에서 서로 평행하게 배열되고, 예를 들어 직사각형 또는 정사각형 모듈의 하나의 에지에 평행하게 연장된다. 예를 들어, 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)은 각각의 경우 층 구조의 에지까지 연장될 수 있다. 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)의 연장 방향은 모듈 또는 태양전지 폭으로 정의될 수 있으며, 그에 수직인 방향은 모듈 또는 태양전지 길이로 정의될 수 있다. 각 태양전지는 예를 들어 층 구조의 폭에 대응하는 폭을 갖는다.

[0014] 용어의 일반적인 사용에 따라, 본 발명의 맥락에서, "태양전지"라는 용어는 전면 전극 (즉 전면 전극층 섹션), 흡수체 (즉 흡수층 섹션), 및 후면 전극 (즉 후면 전극층 섹션)을 가지며 서로 직접 인접하고 각각 패터닝 라인들 P1-P2-P3로 구성되는 두개의 패터닝 구역들에 의해 범위가 정해지는 층 구조 영역 (이하 "층 영역" (layer region)이라고도 함)을 지칭한다. 이는 모듈의 에지 영역에서 유사하게 적용되는데, 거기에는 패터닝 구역 대신에 직렬 연결된 태양전지들을 전기적으로 접촉하는 연결 섹션이 있어서 태양전지는 패터닝 구역과 바로 인접한 연결 섹션 사이에 위치하는 전면 전극, 흡수체 및 후면 전극을 갖는 층 영역에 의해 정의된다.

[0015] 각각의 패터닝 구역은 광전기적으로 비활성 (dead) 구역을 형성하는 반면, 이와는 대조적으로, 상기 층 영역은 (단일의) 광전기적으로 액티브 (active) 구역을 가지며 광전기적으로 액티브하다. 상기 층 영역은 특히 광전기 비활성 구역들을 또한 가질 수 있다. 상기 층 영역이 광전기 활성 구역이외에, 광전기 비활성 구역들을 갖지 않으면, 상기 층 영역 및 상기 광전기 활성 구역은 동일하다. 그렇지 않으면, 상기 층 영역은 광전기 활성 구역 및 하나 이상의 광전기 비활성 구역들로 구성된다.

[0016] 본 발명에 따르면, 적어도 하나의 패터닝 구역은 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 (제 1 패터닝 라인 (P1)이 없는) 구역 영역 (zone region)에서 하나 이상의 광투명 구역들을 가지며, 즉 상기 구역 영역은 패터닝 구역의 제 1 패터닝 라인 (P1)을 포함하지 않는다. 따라서 구역 영역은 광전기 비활성 패터닝 구역의 일부일 뿐이다. 상기 구역 영역은 제 1 패터닝 라인 (P1)이 없는 광전기 비활성 패터닝 구역에 대응한다. 즉, 상기 구역 영역과 상기 제 1 패터닝 라인 (P1)은 함께 패터닝 구역을 형성한다. 상기 구역 영역은 광전기 활성층 영역으로 연장되지 않으므로 광전기 비활성이다. 상기 하나 이상의 광투명 구역들은 패터닝 구역, 보다 특히 구역 영역 내에만 배열된다. 하나 이상의 상기 광투명 구역들은 상기 광전기 활성층 영역들에 배치되지 않는다. 원하는 광투명성을 달성하기 위해, 하나 이상의 상기 광투명 구역들은 각각의 경우 적어도 후면 전극층이 없다. 특히 유리하게는, 하나 이상의 상기 투명 구역들은 또한 흡수층이 없다. 후면 전극층의 부재 및 선택적인 흡수층의 부재로 인해, 상기 광투명 구역들에서 85 % 이상의 높은 가시 광선 투과율을 얻을 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 광투명 구역들은 전면 전극층 섹션을 갖는다. 대안적으로, 하나 이상의 상기 투명 구역들은 또한 전면 전극층이 없을 수 있다. 본 발명의 특정 실시예들에서, 상기 광투명 구역들은 필수적으로 전면 전극층 섹션을 갖는다. 본 발명의 특정 대안적인 실시예들에서, 상기 광투명한 구역들은 전면 전극층 섹션을 갖지 않을 필요가 있다.

[0018] 여기서 하나 이상의 상기 광투명 구역들이 후면 전극층이 (면으로) 연속적이고 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (즉, 제 1 패터닝 라인이 없는 구역 영역)에서 완전히 세분되지 않도록 구현되는 것이 필수적이다. 따라서, 각각의 패터닝 구역은 제 1 패터닝 구역에 의해 감소된 구역 영역에서 면으로 연속적인 후면 전극층을 갖는다. 이것은 어떤 광투명 구역들도 그것이 태양전지 전체에 걸쳐서 확장되도록 구현되지 않는다고 가정한다.

[0019] 복수의 광투명 구역들이 선형으로, 즉 가상선을 따라 배열되는 것이 유리할 수 있다. 광투명 구역들의 이러한 선형 배열은 예를 들어 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)에 대해 수직 (즉, 90° 의 각도) 또는 평행 (즉, 0° 의 각도)으로 배열될 수 있다. 그러나, 상기 광투명 구역들의 선형 배열은 0° 또는 90° 와는 다른 각도로 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)에 대해 비스듬하게 배열될 수도 있다. 일반적으로 말하면, 광투명 구역들의 선형 배열은 상기 광투명 구역들을 제조하기 위한 도구의 선형 운동에 의해 상기 광투명 구역들이 특히 간단하고 신속하며 경제적으로 실현될 수 있다는 공정 기술 이점을 갖는다.

[0020] 상기 광투명 구역은 원칙적으로 임의의 형상을 가질 수 있다. 바람직하게는, 상기 투명 구역들은 각각의 경우 선형, 점상형, 원형디스크형 또는 정사각형이다.

[0021] 유리하게는, 모듈의 전체적인 시각적 인상의 관점에서, 상기 광투명 구역들은 서로 분리된 개별 구역들로 구현된다. 특히 유리하게는, 상기 광투명 구역은 균일하게 분포되어 배열된다.

[0022] 본 발명의 유리한 일 실시예에 따르면, 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 / 또는 적어도 하나의 제 3 패터닝 라인 (P

3)은 각각 적어도 하나의 벌지 (bulge) (즉, 직선 코스로부터 패터닝 라인의 연장 방향으로 횡 방향으로의 편차)를 가지며, 거기에 광투명 구역이 배열된다. 상기 적어도 하나의 벌지는 패터닝 라인의 연장부에 횡방향으로 패터닝 라인의 코스 변형이며, 여기서 상기 벌지의 양 측면에서 벌지에 인접한 패터닝 라인의 섹션들은 패터닝 라인의 연장 방향에 대응하는 동일한 (가상) 라인 상에 있다. 상기 벌지는 따라서 패터닝 라인의 방향의 연장부에 대응하는 (가상) 라인에 의해 폐쇄될 수 있는 패터닝 라인의 심화부 (deepening)를 형성한다. 상기 벌지는 원칙적으로 임의의 형상을 가질 수 있고, 예를 들어 부분 원형, 특히 반원형, 정사각형, 직사각형 또는 삼각형일 수 있다. 유리하게는, 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 / 또는 적어도 하나의 제 3 패터닝 라인 (P3)은 각각 복수의 벌지들을 가지며, 각 벌지에는 광투명 구역이 배치된다. 유리하게는, 하나의 동일한 패터닝 라인의 벌지 (bulge)에 배열된 광투명 구역들은 선형으로 배열된다.

[0023] 본 발명의 또 다른 유리한 일 실시예에 따르면, 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)은 각각의 경우에 적어도 하나의 벌지를 가지며, 제 1 패터닝 라인 (P1)의 적어도 하나의 벌지는 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지 반대쪽에 배치된다. 특히, 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)은 각각의 경우에 복수의 벌지 (bulge)들을 가질 수 있으며, 제 1 패터닝 라인 (P1)의 벌지 (bulge)들은 각각의 경우에 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지 (bulge)들과 대향한다. 마지막 변형에서, 제 2 패터닝 라인 (P2)은 대향하는 벌지들 사이의 영역에서 제거될 수 있다.

[0024] 본 발명의 또 다른 유리한 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 패터닝 구역은 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 (제 1 패터닝 라인 (P1)없는) 상기 구역 영역에서 적어도 하나의 선형 디코팅 (decoating) 영역을 가지며, 이는 전체 패터닝 구역에 걸쳐서 패터닝 라인 (P1 내지 P3)에 평행하게 연장되는데, 이는 상기 구역 영역이 두 개의 인접한 구역 영역으로 세분된다는 것을 의미한다. 상기 구역 영역 부분들은 각각의 경우 후면 전극층 섹션을 갖는다.

[0025] 선형 디코팅 영역은 광투명 구역들과 전극 구역들이 교번적인 시퀀스를 갖거나 이들로 구성되며, 광투명 구역은 두 개의 전극 구역들 사이에 위치하고 및/또는 전극 구역은 두 개의 광투명 구역들 사이에 위치된다. 각각의 광투명 구역은 후면 전극층이 없고, 바람직하게는 흡수층 또한 없다. 각 전극 구역에는 흡수층은 없지만 어떠한 후면 전극층 섹션은 있고 선택적으로는 전면 전극층 섹션이 있다.

[0026] 본 발명의 이러한 실시예에서, 상기 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 (제 1 패터닝 라인 (P1)없는) 상기 구역 영역 (zone region)의 구역 영역 부분 (zone region portion)들의 후면 전극층 섹션들이 적어도 하나의 전극 구역의 후면 전극층 섹션에 의해 서로 면으로 연결되어 상기 구역 영역의 후면 전극층이 면으로 연속적인 것이 필수적이다. 따라서 상기 두 개의 구역 영역 부분들의 후면 전극층 섹션들은 적어도 하나의 전극 구역에 의해 서로 전기적으로 (직렬로) 직접 연결된다.

[0027] 일반적으로, 상기 적어도 하나의 선형 디코팅 영역은 패터닝 구역 내부의 다양한 위치에 배치될 수 있으며, 특히 제 2 및 / 또는 제 3 패터닝 라인을 형성할 수 있다. 이렇게 이루어진 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 다양한 실시예들이 다음에서 설명된다.

[0028] 다음의 실시예들에서, 상기 선형 디코팅 영역의 상기 광투명 구역들은 각각의 경우에 전면 전극층 섹션을 가질 수 있거나 또는 대안적으로 전면 전극층이 없을 수 있다 :

[0029] - 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 1 패터닝 라인 (P1)과 제 2 패터닝 라인 (P2) 사이에 배열되고;

[0030] - 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 2 패터닝 라인 (P2)과 제 3 패터닝 라인 (P3) 사이에 배열되고;

[0031] - 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 2 패터닝 라인 (P2) 내에 배열된다.

[0032] 본 발명의 다음 실시예에서, 선형 디코팅 영역의 적어도 하나의 광투명한 구역은 전면 전극층 섹션을 갖는다 :

[0033] - 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 2 패터닝 라인 (P2)은 선형 디코팅 영역에 의해 형성된다.

[0034] 본 발명의 다음 실시예들에서, 상기 선형 디코팅 영역의 상기 광투명 구역들은 각각의 경우 전면 전극층이 없다 :

[0035] - 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 3 패터닝 라인 (P3) 내에 배열되고;

[0036] - 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 3 패터닝 라인 (P3)은 선형 디코팅 영역에 의해 형성되고;

- [0037] - 적어도 하나의 패터닝 구역은 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3, P3')을 가지며, 상기 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3, P3') 사이에 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 배열되고;
- [0038] - 적어도 하나의 패터닝 구역은 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3, P3')을 가지며, 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3, P3') 중 하나는 선형 디코팅 영역에 의해 형성된다.
- [0039] 본 발명에 따르면, 박막 태양광 모듈의 모든 광투명 구역들의 총 면적 대 모든 태양전지들의 총 면적의 비가 5 % 내지 50 %의 범위인 것이 유리하다. 박막 태양광 모듈에 대해 가시광 평균투명도는 바람직하게는 5 % 내지 50 %의 범위이고, 특히 20 %이다. 이러한 방식으로, 한편으로, 비교적 높은 전기 출력이 달성될 수 있는 한편, 다른 한편으로, 광투과율이 실제 응용하기에 적절하게 높아서 출력과 광투명도라는 상충되는 특성에 대해 양호한 타협이 이루어질 수 있다.
- [0040] 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 특히 유리한 일 실시예에서, 적어도 하나의 투명 구역은 흡수층이 없지만 후면 전극층 섹션을 갖는 바로 인접한 에지 구역에 의해, 적어도 부분적으로, 특히 완전히, 둘러싸여 있다. 선형 디코팅 영역에서, 전극 구역들은 각각의 경우에 에지 구역의 일부인 것으로 이해된다. 즉, 상기 광투명 구역의 상기 에지 구역은 광투명 구역에 인접한 전극 구역들을 포함한다. 따라서 전극 구역들 및 에지 구역들의 구조는 동일하다.
- [0041] 예를 들어, 5 내지 50 나노 초 범위의 펄스 지속 시간을 갖는 펄스 레이저빔을 사용하여 광투명 구역을 생성하기 위한 디코팅 공정에 열 레이저 공정을 사용하는 경우, 단락 전류 경로들 ("분로" shunt)이 코팅이 없어진 (decoated) 영역들의 가장자리에서 발생하여 전력 손실을 증가시키는 위험이 일반적으로 존재한다. 이러한 불리한 효과는 에지 구역들에서의 부분적 디코팅에 의해 회피될 수 있고 모듈의 효율이 유리하게 개선될 수 있다.
- [0042] 본 발명에 따르면, 광투명 구역들의 총 면적 대 에지 구역들의 총 면적의 비가 1보다 크고, 바람직하게는 10보다 큰 것이 바람직하다. 이에 의해, 광전기 비활성 에지 구역들을 통한 과도한 전력 손실 없이 언급된 유리한 효과들이 만족스럽게 달성될 수 있다.
- [0043] 본 발명은 또한 전술한 바와 같이 구현된 박막 태양광 모듈을 제조하는 방법으로 확장된다.
- [0044] 먼저, 평면 기판이 제공된다. 후면 전극층은 기판의 일면에 증착된다. 후면 전극층은 기판의 표면 상에 직접 증착될 수 있다. 대안적으로, 적어도 하나의 추가 층이 기판과 후면 전극층 사이에 놓일 수 있다. 흡수층은 후면 전극층 위에 증착된다. 후면 전극층은 기판과 흡수층 사이에 놓인다. 흡수층은 후면 전극층의 한 표면 상에 직접 증착될 수 있다. 대안적으로, 적어도 하나의 추가 층이 후면 전극층과 흡수층 사이에 위치될 수 있다. 전면 전극층이 흡수층 위에 증착된다. 흡수층은 전면 전극층과 후면 전극층 사이에 위치한다. 전면 전극층은 흡수층의 표면 상에 직접 증착될 수 있다. 대안적으로, 적어도 하나의 추가 층이 전면 전극층과 흡수층 사이에 위치될 수 있다. 전형적으로, 적어도 하나의 버퍼층은 흡수층과 전면 전극층 사이에 위치된다. 층 구조는 적어도 후면 전극층, 흡수층 및 전면 전극층으로 구성된 층 시퀀스에 의해 형성된다.
- [0045] 적어도 후면 전극층은 제 1 패터닝 라인들 (P1)에 의해 패터닝 (분할)된다. 후면 전극층의 패터닝은 전형적으로, 그러나 필수적은 아니지만, 흡수층을 증착하기 전에 이루어진다. 적어도 흡수층은 제 2 패터닝 라인들 (P2)에 의해 패터닝 (분할)된다. 흡수층의 패터닝은 전형적으로, 그러나 필수적은 아니지만, 전면 전극층을 증착하기 전에 이루어진다. 적어도 전면 전극층은 제 3 패터닝 라인들 (P3)에 의해 패터닝 (분할)된다. 패터닝 라인들의 생성은 일반적으로 P1-P2-P3의 순서로 이루어진다. 제 1 패터닝 라인 (P1), 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)의 직접적인 시퀀스는 패터닝 구역 (14)을 형성하며, 패터닝 구역들에 의해 태양전지들의 모노리식 (monolithic) 직렬 연결이 형성된다. 태양전지들은 각각의 경우 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 후면 전극의 분할로 인해 후면 전극층 섹션을 갖는다.
- [0046] 또한, 각각의 경우 후면 전극층이 없는 하나 이상의 광투명 구역들이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (zone region) (즉 제 1 패터닝 라인 (P1)없는 패터닝 구역)에서 적어도 후면 전극층을 부분적으로 (section-wise) 제거함으로써 만들어지며, 이로써 후면 전극층이 상기 구역 영역에서 연속적이다. 선택적으로, 상기 광투명 구역들은 각각의 경우 에지 구역들을 둘러싸고 있으며 각각의 경우 흡수층은 없지만 적어도 상기 흡수층을 부분적으로 제거해서 만들어진 후면 전극층 섹션을 갖는다.
- [0047] 본 발명의 유리한 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 선형 디코팅 영역이 적어도 하나의 패터닝 구역의 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 상기 구역 영역에 생성되며, 이에 의해 상기 구역 영역은 두 개의 구역 영역 부분들 (zone region portions)로 세분된다. 상기 디코팅 영역은 적어도 두 개의 광투명 구역들 및 적어도 하나

의 전극 구역의 교번적 시퀀스를 가지며, 여기서 각각의 광투명 구역은 후면 전극층이 없으며 각각의 전극 구역은 흡수층은 없고 후면 전극층 섹션을 가지며, 상기 적어도 하나의 전극 구역의 후면 전극층 섹션은 구역 영역 부분들의 두 개의 후면 전극층 섹션들을 면으로 접합시킨다. 전극 구역들은 적어도 흡수층을 부분적으로 제거함으로써 생성된다. 광투명 구역들은 각각 에지 구역으로 둘러싸일 수 있으며, 에지 구역들은 전극 구역들을 섹션으로서 포함한다.

[0048] 에지 구역들은 각각의 경우 광투명 구역을 둘러싼다. 선형 디코팅 영역이 마련되고 상기 선형 디코팅 영역의 광투명 구역들에 각각 에지 구역들이 마련되는 경우, 선형 디코팅 영역의 전극 구역들은 에지 구역들의 구성 요소이다. 즉 에지 영역들에 포함된다.

[0049] 본 발명에 따른 방법의 일 실시예에 따르면, 광투명 구역들은 펄스 레이저 빔의 조사 및 / 또는 기계적 재료 제거에 의해 적어도 후면 전극층을 부분적으로 제거함으로써 생성된다.

[0050] 본 발명에 따른 방법의 또 다른 실시예에 따르면, 광투명 구역들을 둘러싸는 전극 구역들 또는 에지 구역들은 펄스 레이저 빔의 조사 및/또는 기계적 물질 제거에 의해서 적어도 흡수층을 부분적으로 제거함으로써 생성된다.

[0051] 일반적으로 말하면, 광투명 구역들은 패터닝 구역들을 만들기 전에, 즉 태양전지를 형성하여 모노리식 직렬 연결 과정 동안, 또는 패터닝 구역을 만든 후, 다시 말해서 태양전지들을 모노리식 직렬 연결을 만든 후에 생성될 수 있다. 선택적인 전극 영역들 및 선택적인 에지 영역들에 대해서도 마찬가지이며, 패터닝 구역들을 만드는 동안 또는 그 후에 생성될 수 있다.

[0052] 본 발명의 유리한 일 실시예에서, 광투명 구역들은 패터닝 구역들을 만들기 전에 생성된다. 선택적인 전극 영역들 또는 선택적인 에지 영역들은 패터닝 영역들을 만든 후에 생성된다.

[0053] 유리하게는, 이러한 방법은 흡수층을 증착하기 전에 적어도 후면 전극층을 부분적으로 제거함으로써 광투명 구역들이 생성되는 단계를 포함한다. 후면 전극층을 디코팅하는 것은 레이저 빔을 조사함으로써 하는 것이 바람직하다. 이 방법은 전극 구역들 또는 에지 구역들이 적어도 흡수층 및 전면 전극층을 부분적으로 제거함으로써, 흡수층 및 전면 전극층을 증착한 후 및 제 3 패터닝 라인 (P3)을 만든 후 생성되는 단계를 더 포함한다. 흡수층 및 전면 전극층의 디코팅은 기계적 물질 제거에 의해 이루어지는 것이 바람직하다.

[0054] 본 발명의 또 다른 유리한 실시예에서, 광투명 구역들 및 가능한 경우, 선택적 전극 구역들 또는 선택적 에지 구역들이 패터닝 구역들을 만든 후에만, 즉 태양전지들의 모노리식 직렬 연결을 생성한 후에만 생성된다. 이 절차는 종래 방식대로 제조된 박막 태양광 모듈들의 태양전지들 직렬 연결이 박막 태양광 모듈들에 원하는 반투명성을 제공하기 위한 본 발명에 따른 방법을 따를 수 있다는 이점을 갖는다. 유리하게도 직렬 연결된 태양전지들을 제조하는데 이미 사용된 방법들이 유지될 수 있다.

[0055] 유리하게는, 에지 구역들 (edge zones)로 둘러싸인 광투명 구역들을 생성하기 위한 이러한 방법은 적어도 흡수층이 처리 구역들 (processing zones)에서 부분적으로 제거되는 단계를 포함한다. 처리 구역들은 각각의 경우에 그들의 치수들은 제조된 광투명 구역 및 에지 구역의 치수들에 상응한다. 여기서, 광투명 구역들은 처리 구역들의 내부 영역에서 생성되고, 에지 구역들은 각 경우에 내부 영역을 둘러싸는 처리 구역들의 에지 영역들 (edge regions)에서 생성된다. 처리 구역들에서 층 제거는 바람직하게는 기계적 물질 제거에 의해 수행된다. 이 방법은 적어도 후면 전극층이 처리 구역들의 내부 영역들에서 제거되는 추가 단계를 포함하며, 이로써 광투명 구역들이 생성된다. 상기 처리 구역들의 후면 전극층이 없는 내부 영역을 둘러싸는 에지 영역들은 흡수층이 없는 에지 구역을 형성하지만, 후면 전극층의 섹션을 갖는다. 내부 영역들에서 층을 제거하는 것은 펄스 레이저 빔의 조사에 의해 하는 것이 바람직하다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 광투명 구역들은 1 나노 초 미만의 펄스 지속 시간 펄스를 갖는 펄스 레이저 빔으로 적어도 후면 전극층, 특히 층 구조 (layer structure)를 조사하는 것에 의해 생성된다. 대안적으로, 광투명 구역들은 적어도 1 나노 초의 펄스 지속 시간을 갖는 펄스 레이저 빔으로 적어도 후면 전극층, 특히 층 구조를 조사하는 것에 의해 생성된다. 예를 들어, 니들 라이팅 (needle writing), 브러싱 (brushing) 또는 스크래핑 (scraping)에 의한 기계적 물질 제거가 또한 고려될 수 있다. 바람직하게는, 펄스가 1 나노 초 미만, 특히 바람직하게는 100 피코 초 미만의 지속 시간을 갖는 펄스 레이저 빔이 광투명 구역들을 생성하는데 사용된다. 본 발명자들의 실험에서 밝혀진 바와 같이, 예를 들어 5 내지 50 나노 초 범위의 더 긴 펄스 폭을 갖는 레이저 펄스의 사용은 흡수층으로의 높은 열 유입 및 전면과 후면 전극층 사이에서 융합된 연결들 (fused connections)이 생성되기 때문에 층 구조의 국부적 손상을 초래한다. 놀랍게도, 1 나노 초 미만의 지속 기간을 갖는 레이저 펄

스의 사용을 통해 이러한 불리한 효과를 상당히 감소시키는 것이 유리하게 가능하였다.

- [0057] 바람직하게는, 전극 구역들 또는 에지 구역들조차도 펄스 레이저 빔으로 적어도 흡수층에 조사함으로써 생성되며, 여기서 펄스는 융합 연결이 생기는 것을 피하기 위해 1 나노 초 미만, 바람직하게는 100 피코 초 미만의 펄스 지속 시간을 갖는다. 대안적으로, 층 제거는 기계적 물질 제거, 예를 들어 니들 라이팅, 브러싱 또는 스크래핑에 의해 수행될 수 있다.
- [0058] 광투명 구역들뿐만 아니라 및 전극 구역들 또는 에지 구역들을 생성하기 위해 레이저 빔을 사용하여 층 구조에서 층들을 선택적으로 제거하는 것은 특히 다음의 공정 파라미터들 중 하나 이상을 변경함으로써 달성될 수 있다 :
- [0059] - 레이저 출력,
- [0060] - 층 구조 또는 기관의 조사되는 표면에 대한 레이저 빔의 진행 속도,
- [0061] - 레이저 펄스 반복률
- [0062] - 펄스 지속 시간,
- [0063] - 레이저의 온-오프 기간.
- [0064] 특히, 층 구조에서 특히 생성된 홀의 깊이는 레이저 펄스의 공간적 중첩에 의해 변할 수 있는데, 예를 들어 전극 구역들 및 에지 구역들의 경우 본질적으로 후면 전극층 위의 층들만이 제거될 수 있다.
- [0065] 레이저 펄스에 의해 광투명 구역들 및 전극 구역들 또는 에지 구역들의 생성은 예를 들어 단일 공정 단계 동안 단일 단계 절차 (single-stage procedure)에서, 예를 들어 공정 파라미터들, 레이저 펄스들의 조사 전력 및 / 또는 반복률을 변경함으로써 이루어질 수 있다. 여기에서, 각각의 경우에 광투명 구역 및 이어서 전극 구역 또는 에지 구역이 생성된다. 그러나, 모든 광투명 구역들이 제 1 공정 단계에서 생성되고 모든 전극 구역들 또는 에지 구역들이 변경된 공정 파라미터들로 추가 공정 단계에서 생성되는 2 단계 절차도 또한 가능하다. 여기서 순서는 관계 없다.
- [0066] 비용 측면에서 본 발명의 유리한 일 실시예에서, 층 구조에서의 광투명 구역들 (즉, 패터닝 구역들을 만드는)은 레이저 빔 소스의 펄스 레이저 빔을 사용하여 생성되며, 여기서 레이저 빔의 펄스는 1 나노 초 초과, 특히 5 내지 50 나노 초 범위의 펄스 지속 시간을 갖는다. 그 후, 선택적으로, 전극 구역들 또는 에지 구역들이 레이저 빔 소스의 펄스 레이저 빔을 사용하여 생성되며, 레이저 빔의 펄스는 1 나노 초 미만, 바람직하게는 100 피코 초 미만의 지속 시간을 갖는다. 대안적으로, 전극 구역들 또는 에지 구역들은 층 구조에서 기계적 물질 제거를 사용하여, 예를 들어 니들 라이팅, 브러싱 또는 스크래핑에 의해 만들어질 수 있다. 경제적인 이유로 전극 구역들 또는 에지 구역들을 생성하기 위해 층 구조에서 기계적 물질 제거를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0067] 본 발명에 따른 방법에서, (패터닝 구역들을 만든 후) 층 구조에서의 층 제거는 광투명 구역들뿐만 아니라 선택적으로 전극 구역들 또는 에지 구역들을 생성하기 위한 펄스 레이저를 사용하여 층 구조의 측면으로부터 조사함으로써 이루어질 수 있다. 대안적으로, 층 제거는 투명 기관을 통해 수행 ("절제")될 수 있다. 이를 위해, 층 구조는 투명 기관, 예를 들어 유리 위에 도포된다. 절제 (ablation)하는 동안, 도입된 레이저 에너지는 후면 전극층에 흡수되고, 후면 전극의 일부는 기화되어, 그 위에 완전한 층 구조를 갖는 후면 전극층은 팽창 가스로 인해 부풀려진다. 이것은 부풀어진 영역이 원형 모양의 주변 층 스택으로부터 파열될 때까지 발생한다. 파열 결과, 뚜렷한 레이저 에너지가 이 에지 영역을 녹이거나 후면 및 전면 전극들을 융합 (fuse)조차도 하지 않았기 때문에 원형 영역의 에지들은 셉트 (shunt)가 없는 상태로 유지된다. 이러한 방식으로, 비교적 작은 비율의 셉트 경로를 갖는 투명 구역들이 생성될 수 있으며, 이에 의해 모듈의 성능 손실이 감소될 수 있다.
- [0068] 본 발명의 다양한 실시예들은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 실현될 수 있다. 특히, 상기 언급된 그리고 다음에서 설명될 특징들은 예시된 조합들로뿐만 아니라 다른 조합들로 또는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 분리하여 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0069] 본 발명은 이제 예시적인 실시예들을 사용하고 첨부 도면들을 참조하여 상세하게 설명된다. 그들은 실물 크기를 나타내지 않고서 간략하게 표시된다.

도 1은 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 일 실시예에 따른 태양전지들의 집적된 직렬 연결을 개략적으로 도

시한 단면도이고,

도 2a -2d는 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈 패터닝 구역들의 예시적인 실시예의 평면도이고,

도 3은 주변 에지 구역을 갖는 광투명 구역의 개략도이고,

도 4는 도 3의 주변 에지 구역을 갖는 광투명 구역의 단면도이고

도 5a-5c는 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 패터닝 구역들의 예시적인 추가 실시예들의 평면도이고,

도 6a-6c는 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 예시적인 추가 실시예들의 평면도이고,

도 7a-7b는 각각 본 발명에 따른 패터닝 구역들의 추가 실시예의 단면도이고,

도 8은 본 발명에 따른 방법의 예시적인 실시예를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0070] 도 1은 단면도를 사용하여 숫자 1을 전체로서 참조한 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈을 개략적으로 도시한다. 박막 태양광 모듈 (1)은 집적된 형태로 서로 직렬 연결된 복수의 태양전지들 (11)을 포함하며, 아주 단순화해서 단지 2 개의 태양전지들 (11)만이 도시되어 있다. 물론, 일반적으로, 박막 태양광 모듈 (1)에서, 많은 수의 태양전지들 (11) (예를 들어, 대략 100 내지 150)이 직렬로 연결된다.
- [0071] 박막 태양광 모듈 (1)은 기판 구성에서 복합판유리 구조를 갖는다. 즉, 그 위에 도포된 박막으로 만들어진 층 구조 (3)를 갖는 제 1 기판 (2)을 가지며, 층 구조 (3)는 제 1 기판 (2)의 광 입사측 면 상에 배열된다. 여기서, 제 1 기판 (2)은 예를 들어 비교적 높은 광 투과율을 갖는 강성 유리판으로 구현되는 한편, 수행되는 공정 단계들과 관련하여 원하는 안정성 및 불활성 거동을 갖는 다른 전기 절연 재료도 마찬가지로 사용된다.
- [0072] 층 구조 (3)는, 제 1 기판 (2)의 광 입사측 면 상에 배열되어 있고 불투명 후면 전극층 (5)을 포함하며, 그것은 예를 들어 몰리브덴 (Mo)과 같은 광 불투과성 (light impermeable) 금속으로 제조되고 기상 증착 또는 마그네트론-강화 캐소드 스퍼터링 (스퍼터링)에 의해 제 1 기판 (2)에 도포되었다. 후면 전극층 (5)은 예를 들어 300 nm 내지 600 nm 범위의 층 두께를 갖는다.
- [0073] 밴드갭 (bandgap)이 가능한 최대의 태양광을 흡수할 수 있는, 금속 이온들로 도핑된 반도체로 만들어진 광전기적 (photovoltaically) 활성 (불투명한) 흡수층 (6)이 후면 전극층 (5)에 도포된다. 흡수층 (6)은, 예를 들어, Cu (In / Ga) (S / Se) 2 그룹의 화합물, 특히 나트륨 (Na) 도핑된 Cu (In / Ga) (S / Se) 2의 화합물인 p 전도성 칼코피라이트 화합물 반도체로 만들어진다. 상기 화학식은 인듐 (In) 또는 갈륨 (Ga)뿐만 아니라 황 (S) 또는 셀레늄 (Se)도 대안적으로 또는 조합하여 존재할 수 있음을 의미하는 것으로 이해된다. 흡수층 (6)은 예를 들어 1 내지 5 μm 범위의 층 두께를 가지며, 특히 대략 2 μm 이다. 전형적으로, 흡수층 (6)의 제조를 위해, 다양한 재료의 층들이, 예를 들어, 스퍼터링에 의해 도포되고, 이어서 가열로에서 가열함으로써 (RTP = 급속 열처리), 선택적으로 S- 및 / 또는 Se를 함유한 대기안에서 가열함으로써 화합물 반도체를 형성하도록 열적으로 전환된다. 이러한 화합물 반도체 제조 방식은 당업자에게 공지되어 있으므로 여기서 상세하게 논의될 필요가 없다.
- [0074] 흡수층 (6)에는, 예를 들어, 황화 카드뮴 (CdS)의 단일 층 및 고유 산화 아연 (i-ZnO)의 단일 층으로 구성된 버퍼층 (7)이 증착된다 (도 1에 상세히 도시되지 않음).
- [0075] 버퍼층 (7) 상에 예를 들어 스퍼터링에 의해 전면 전극층 (8)이 도포된다. 전면 전극층 (8)은 가시 광선 스펙트럼 범위에서의 조사 (radiation)에 투명하여 ("창 전극") 들어오는 햇빛 (도 1에 4 개의 평행한 화살표들로 표시됨)이 약간만 약화된다. 전면 전극층 (8)은 예를 들어 도핑 금속 산화물, 예를 들어 n 전도성 알루미늄 (Al)-도핑 산화 아연 (ZnO)에 기초한다. 이러한 전면 전극층 (8)은 일반적으로 TCO 층 (TCO = 투명 전도성 산화물)으로 불린다. 전면 전극층 (8)의 층 두께는, 예를 들어 약 500 nm이다. 버퍼층 (7) 및 흡수층 (6)과 함께 전면 전극층 (8)에 의해 이중 접합 (즉, 일련의 반대되는 유형의 도체층들)이 형성된다. 버퍼층 (7)은 흡수층 (6)과 전면 전극층 (8) 사이의 전자적 적응 (electronic adaptation)에 영향을 줄 수 있다.
- [0076] 태양전지들 (11)의 형성 및 직렬 연결을 위해, 층 구조 (3)는 적절한 패터닝 기술, 예를 들어 레이저 리소그래피 및 / 또는 기계적 제거를 사용하여 패터닝되었다. 전형적으로, 각각의 경우에 층 도량들 (ditches) 형태로 3 개의 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)의 복수의 즉각적인 시퀀스들 (immediate sequences)이 이 순서로 층 구조 (3)에 도입된다. 여기서, 각각의 도량들을 만듦으로써 적어도 후면 전극 (5)은 제 1 패터닝 라인들 (P1)에 의해 세

분화되고, 적어도 흡수층은 제 2 패터닝 라인들 (P2)에 의해, 적어도 전면 전극층 (8)은 제 3 패터닝 라인들에 의해 세분화된다. 제 2 패터닝 라인들 (P2)을 통해, 하나의 태양전지 (11)의 전면 전극층 (8)은 각각의 경우에 인접한 태양전지 (11)의 후면 전극층 (5)에 전기 전도성으로 연결되며, 전면 전극층 (8)은 예를 들어 후면 전극층 (5)과 직접 접촉한다. 도시된 예시적인 실시예에서, 제 1 패터닝 라인들 (P1)의 도랑들은 흡수층 (6)의 재료로 채워진다. 제 2 패터닝 라인들 (P2)의 도랑들은 전면 전극층 (8)의 재료로 채워지고, 제 3 패터닝 라인들 (P3)의 도랑들은 다음에 언급되는 접착제 층 (9)에 의해 채워진다. 제 1, 제 2 및 제 3 패터닝 라인 (P1-P2-P3)의 각각의 즉각적인 시퀀스는 패터닝 구역 (14)을 형성한다. 도 1에서, 예를 들어, 단일 패터닝 구역 (14)만이 도시되어 있고, 이에 의해서 2개의 인접한 태양전지들 (11)이 정의되며 박막 태양광 모듈 (1)에서 이러한 상당히 많은 패터닝 구역들 (14)이 태양전지들 (11)의 패터닝과 직렬 연결을 위해 제공되는 것으로 이해된다.

[0077] 여기에 도시된 예시적인 실시예에서, 박막 태양광 모듈 (1)의 포지티브 파워 커넥터 (+) 및 네거티브 파워 커넥터 (-)는 후면 전극층 (5)을 통해 라우팅되고 (routed) 거기에서 전기적으로 접촉된다. 이를 위해, 층 구조 (3)의 층들은 박막 태양광 모듈 (1)의 2 개의 주변 연결 섹션들 (13)에서 후면 전극층 (5)까지 완전히 제거된다.

[0078] 환경 영향으로부터 보호하기 위해, 층 구조 (3)를 캡슐화하는 역할을 하는 (플라스틱) 접착제 층 (9)이 전면 전극층 (8) 상에 도포된다. 접착제 층 (9)과 접착제로 접착된 것은 태양광에 대해 투명한 제 2 기판 (10)이며, 제 2 기판은, 예를 들어, 철 함량이 낮은 특별히 하얀 (extra white) 유리로 제조된 유리 시트의 형태로, 수행되는 공정 단계들과 관련해서 원하는 강도 및 불활성 거동을 갖는 다른 전기 절연 재료들을 동일하게 사용할 수 있게 구현된다. 제 2 기판 (10)은 층 구조 (3)의 밀봉 및 기계적 보호를 위해 쓰인다. 박막 태양광 모듈 (1)은 제 2 기판 (10)의 전면 모듈 표면 (4)을 통해 광을 흡수하여 두 개의 전원 커넥터 (+,-)에 전기 전압을 생성할 수 있다. 결과적인 전류 경로는 도 1에 직렬로 배열된 화살표로 도시되어 있다.

[0079] 두 개의 기판들 (2, 10)은 접착제 층 (9)을 통해 서로에 대해 고정적으로 결합 ("적층")되고, 여기서 접착제 층 (9)은 예를 들어 열가소성 접착제 층으로서 구현되며, 가열에 의해 유연하게 성형될 수 있고 냉각하는 동안 두 기판 (2, 10)을 서로 고정적으로 결합시킨다. 여기서 접착제 층 (9)은 예를 들어 PVB로 만들어진다. 더불어, 접착제 층 (9)에 매설된 태양전지들 (11)을 갖는 두 개의 기판들 (2, 10)은 적층된 복합체 (12)를 형성한다.

[0080] 이제 도 2a-2d를 참조하면, 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈 (1)의 패터닝 구역 (14)의 예시적인 실시예들이 개략적으로 평면도로 도시된다. 도 2a - 2d는 각각의 경우에 하나의 단일 패터닝 구역 (14)만을 도시한 반면, 박막 태양광 모듈 (1)은 전형적으로 많은 수의 패터닝 구역들 (14) (예를 들어, 대략 100)을 갖는다. 패터닝 구역 (14)은 각각의 경우 에너지 생산에 기여할 수 없는 광전기 비활성 데드존 (dead zone) (17)을 형성한다.

[0081] 패터닝 구역들 (14)은 각각의 경우에 예를 들어 x 방향으로 모듈 에지에 평행하게 배열되며, 이는 또한 박막 태양광 모듈 (1)의 폭으로 지칭될 수 있다. 그에 수직인 y 방향은 박막 태양광 모듈 (1)의 길이로 지칭될 수 있다. 도 1에 도시된 주변 연결 섹션들 (peripheral connection sections) (13)은 도 2a-2d에 도시되지 않았다. 두개의 연결 섹션들 (13)은 각각 에너지 생산에 기여할 수 없는 광전기 비활성 데드존을 형성한다.

[0082] 하나의 패터닝 구역 (14)에 인접한 양측에는 각각의 경우에 본 발명의 맥락에서 광활성구역을 갖는 태양전지 (11)를 나타내는 층 영역 (16)이 있다. 박막 태양광 모듈 (1)의 내부 영역에서, 각각의 층 영역 (16)은 두 개의 바로 인접한 패터닝 구역들 (14) 사이에 배열되고 이에 의해 한정된다. 두 개의 주변 태양전지들 (11)의 경우에, 층 영역 (16)은 각각의 경우에 하나의 패터닝 구역 (14)과 도 1에 도시된 인접한 연결 섹션 (13) 사이에 배치되고 이에 의해 한정된다. 층 영역 (16)은 각각의 경우에 후면 전극층 (5), 흡수층 (6), 버퍼층 (7) 및 전면 전극층 (8)의 섹션을 포함하여, 그것들은 태양전지 (11)의 후면 전극, 흡수체 및 전면 전극이다.

[0083] 도 2a - 2d의 패터닝 구역들 (14)은 각각의 경우에, 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 (제 1 패터닝 라인 (P1)없는) 구역 영역 (zone region) (22)에서, 예를 들어 여기에서 x 방향으로 선형이며 패터닝 라인들 (P1-P3)에 평행하게 배열된 복수의 광투명 구역들 (18)을 갖는다. 여기서, 광투명 구역들 (18)은 후면 전극층 (5)이 패터닝 구역 (14)의 구역 영역 (22)에서 (면적으로) 연속적으로, 즉 서로 공간적으로 분리된 섹션으로 완전히 세분화되지 않도록 구현되는 것이 필수적이다. 광투명 구역들 (18)은 각각의 경우 정사각형 형상을 갖는다. 그러나, 원칙적으로, 투명 구역들 (18)은 임의의 형상, 예를 들어 선형, 점상형 또는 원형디스크형을 가질 수 있다. 각각의 광투명 구역 (18)은 에지 구역 (21)에 의해 둘러싸여 있다.

[0084] 광투명 구역 (18) 및 에지 구역 (21)의 구조는 도 3 및 도 4에 도시되어 있으며, 도 4는 절선 (A-A)을 따른 도 3의 단면도로서 층 시퀀스를 도시한다. 따라서, 광투명 구역 (18)은 박막 태양광 모듈 (1)의 원하는 광 투명성

을 달성하기 위해, 후면 전극층이 없고 바람직하게는 또한 흡수층도 없는 것이지만, 예를 들어, 도 3 및 4에 도시되지 않은 전면 전극층 섹션을 가질 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 광투명 구역 (18)에서, 예를 들어, 층 구조 (3)의 모든 층들은 기판 (2)에 이르기까지 (즉, 후면 전극층 (5), 흡수층 (6), 버퍼층 (7) 및 전면 전극층 (8)) 완전히 제거된다. 그러나, 층 구조 (3)의 모든 층들이 광투명 구역 (18)에서 제거되지 않는 것도 가능하며, 어떤 경우에도 일반적으로 불투명한 후면 전극층 (5)은 제거된다.

[0085] 광투명 구역 (18)은 에지 구역 (21)에 의해 둘러싸여 있다. 에지 구역 (21)에서, 후면 전극층 섹션 (5-3)을 제외하고 모든 층이 제거된다. 에지 구역 (21)에 의해, 디코팅된 영역의 에지상의 단락 전류 경로가 유리하게 회피될 수 있다. 유리하게는, 광투명 구역들 (18)의 총 면적 대 에지 구역들(21)의 총 면적의 비는 1보다 크고, 바람직하게는 10보다 크다.

[0086] 이제 도 2a - 2d를 다시 참조한다. 도 2a - 2d의 패터닝 구역들 (14)의 다양한 실시예들은 다음과 같이 다르다:

[0087] 도 2a에서, 패터닝 구역 (14)은 하나의 제 1 패터닝 라인 (P1), 하나의 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3 및 P3')을 포함한다. 외향으로 배치된 제 3 패터닝 라인 (P3')에는 복수의 정사각형 벌지(bulge)들 (15)이 제공되며, 각각의 경우에 광투명 구역 (18)이 배열된다. 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지들 (15)은 각각의 경우에 제 1 패터닝 라인 (P1)으로부터 멀어지는 방향으로 (즉, 양의 y 방향으로) 벌지된다

[0088] 이에 대하여, 도 2b에서, 패터닝 구역 (14)은 하나의 제 1 패터닝 라인 (P1), 하나의 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 단 하나의 제 3 패터닝 라인 (P3)을 포함한다. 도 2a와 유사하게, 제 3 패터닝 라인 (P3)에는 각각의 경우에 광투명 구역 (18)이 배열되는 복수의 정사각형 벌지 (15)가 제공된다.

[0089] 도 2c에서, 패터닝 구역 (14)은 하나의 제 1 패터닝 라인 (P1), 하나의 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 하나의 제 3 패터닝 라인 (P3)을 포함한다. 제 3 패터닝 라인 (P3)에는 양의 y 방향으로 복수의 정사각형 벌지들 (15)이 제공되며, 각각의 경우에 광투명 구역 (18)이 배치된다. 또한, 제 1 패터닝 라인 (P1)에는 음의 y 방향으로 복수의 정사각형 벌지들 (15)이 제공되며, 각각의 경우에 광투명 구역 (18)이 배치된다. 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지들 (15)과 제 1 패터닝 라인 (P1)의 벌지들 (15)은 서로 대향하여 위치한다.

[0090] 도 2d의 패터닝 구역 (14)의 실시예는 제 2 패터닝 라인 (P2)이 벌지들 (15) 사이의 영역에서 연속적이지 않고 대신에 중단된다는 점에서만 도 2c의 실시예와 상이하다. 제 1 패터닝 라인 (P1)의 벌지 (15) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)의 벌지 (15)에 배치된 두 개의 광투명 구역들 (18)은 결합되어서 공통의 광투명 구역 (18)을 형성한다.

[0091] 이제 도 5a - 5c를 참조하면, 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈 (1)의 패터닝 구역 (14)의 예시적인 추가 실시예가 개략적으로 평면도로 도시된다. 따라서, 패터닝 구역 (14)은 패터닝 라인들 (P1-P2-P3)에 평행하게, 즉 x 방향으로 패터닝 구역 (14)의 전체 치수에 걸쳐 연속적으로 연장되는 적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)을 포함한다. 유리하게는, 박막 태양광 모듈 (1)의 모든 패터닝 구역 (14)은 적어도 하나의 선형 디코팅 영역 (19)을 갖는다. 선형 디코팅 영역 (19)은 각각의 경우에 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (22), 즉 제 1 패터닝 라인 (P1)이 없는 패터닝 구역 (14)의 나머지 영역에 배치된다. 선형 디코팅 영역 (19)에 의해, 구역 영역 (22)은 두 개의 구역 영역 부분들 (zone region portions) (22-1, 22-2)으로 세분된다. 하나의 구역 영역 부분 (22-1)은 후면 전극층 섹션 (5-1), 다른 구역 영역 부분 (22-2)은 그것과 다른 후면 전극층 섹션 (5-2)을 포함한다.

[0092] 각각의 선형 디코팅 영역 (19)은 복수의 광투명 구역들 (18)과 복수의 전극 구역들 (20)로 번갈아 교대로 구성된다. 즉, 하나의 광투명 구역 (18)은 두 개의 전극 구역들 (20) 사이에 위치되고 및/또는 하나의 전극 구역 (20)이 두 개의 광투명 구역들 (18) 사이에 위치한다. 광투명 구역들 (18)과 전극 구역들 (20)은 도 3 및 4와 관련하여 이미 설명된 바와 같은 구조를 갖는다. 전극 구역들 (20)은 광투명 구역 (18)을 둘러싸는 에지 구역 (21)의 섹션들이고, 그 섹션들은 서로 대향하여 위치한다. 따라서, 전극 구역들 (20)에서의 층 시퀀스는 에지 구역 (21)의 층 시퀀스에 상응하여, 전극 구역들 (20)에서 후면 전극층 섹션 (5-3)을 제외한 모든 층이 제거된다. 전극 구역들 (20)은 각각의 경우에 또한 전면 전극층 섹션 (8-3)을 가질 수 있다.

[0093] 도 5a - 5d에 도시된 바와 같이, 전극 구역들 (20)은 y 방향으로 선형 패터닝 구역 (19)을 완전히 브리지하는 (bridge) (패터닝 구역 (14)의 연장 방향에 직교하는) 에지 구역 (21)의 섹션들이다. 여기서, 각 전극 구역 (20)은 예를 들어 직사각형이다. 서로 공간적으로 분리되어 있는 두 개의 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)의 후면 전극층 섹션들 (5-1, 5-2)은 패터닝 구역 (14)의 구역 영역 (22)의 후면 전극층 (5)이 면으로 연속적이 되도록

록 서로 면으로 (areally) 연결되어 있다. 두 개의 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)은 전극 구역들 (20)의 후면 전극층 섹션들 (5-3)을 통해 직렬로 서로 전기적으로 직접 연결된다. 물론, 하나의 동일한 구역 영역 (22)의 두 개의 구역 영역 부분들 (22-1, 22-2)의 후면 전극층 섹션들 (5-1, 5-2)은 하나 이상의 전극 구역들 (20)에 의해 면으로 서로 연결될 수 있다. 선형 디코팅 영역 (19)이 패터닝 구역 (14)에 평행하지 않고 오히려 패터닝 구역 (14)에 대해 0° 이외의 각도로 비스듬히 정렬되는 것도 동일하게 고려될 수 있다.

[0094] 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈 (1)에서, 태양전지 (11)는 불투명하고 가시 광선에 대한 투과율이 5 % 미만이다. 이와 달리, 광투명 구역들 (18)은 가시 광선에 대한 투과율이 85 % 이상이다. 모든 광투명 구역들 (18)의 총 면적 대 태양전지 (11)의 총 면적의 비는 5 % 내지 50 %의 범위이다. 따라서, 박막 태양광 모듈 (1)의 전체 면적에 대해 평균화된 반투명 박막 태양광 모듈의 광투명도 또한 5 % 내지 50 %의 범위이고, 특히 20 %이다. 광투명 구역들 (18)은 선형 디코팅 영역 (19)을 따라 균일하게 분포되어 배치되어 있고, 이로써 매우 부드러운 전체 시각 효과가 얻어질 수 있다.

[0095] 도 5a에서, 선형 디코팅 영역 (19)은 패터닝 구역 (14)의 제 1 패터닝 라인 (P1)과 제 2 패터닝 라인 (P2) 사이에 배치된다. 도 5b에서, 선형 디코팅 영역 (19)은 패터닝 구역 (14)의 제 2 패터닝 라인 (P2)과 제 3 패터닝 라인 (P3) 사이에 배치된다. 도 5c에서, 선형 디코팅 영역 (19)은 제 1 패터닝 라인 (P1)과 제 3 패터닝 라인 (P3) 사이에 배치되고 패터닝 구역 (14)의 (단일) 제 2 패터닝 라인 (P2)을 형성한다. 따라서, 별도의 제 2 패터닝 라인 (P2)의 형성이 생략될 수 있다.

[0096] 도 5a 및 5b의 두 개의 실시예들에서, 전극 구역들 (20)은 각각의 경우에 전면 전극층 섹션 (8-3)을 갖지 않을 수 있다. 그러나, 도 5c의 실시예에서, 적어도 하나의 전극 구역 (20), 특히 모든 전극 구역들 (20)은 전면 전극층 섹션 (8-3)을 가질 필요가 있다. 왜냐하면 제 2 패터닝 라인으로서의 기능으로 인하여 패터닝 구역 (14)에 인접한 태양전지들 (11)의 직렬 연결이 가능해야만 하기 때문이다.

[0097] 도 6a 내지 도 6c에서, 예로서, 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈의 패터닝 구역 (14)의 추가 실시예들은 각각 평면도로 개략적으로 도시되어 있다. 불필요한 반복을 피하기 위해, 도 5a 내지 5c의 실시예들에 대한 차이점들만이 설명되고, 그렇지 않으면, 그 진술들이 참조된다. 도 6a 내지 6c의 실시예들에서, 전극 구역들 (20)은 각각의 경우에 전면 전극층 섹션 (8-3)을 갖지 않는다.

[0098] 도 6a의 실시예에서, 패터닝 구역 (14)은 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 제 2 패터닝 라인 (P2) 외에, 두 개의 제 3 패터닝 라인들 (P3 및 P3')이 서로 가까이 위치하고 패터닝 라인 (P3)과 비교하여 바깥 쪽으로 더 멀리 위치되는 패터닝 라인 (P3')은 선형 디코팅 영역 (19)에 의해 형성된다.

[0099] 도 6b의 실시예에서, 패터닝 구역 (14)은 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 제 2 패터닝 라인 (P2) 외에 단일 제 3 패터닝 라인 (P3)을 가지며, 제 3 패터닝 라인 (P3)은 선형 디코팅 영역 (19)에 의해 형성된다.

[0100] 도 6c의 실시예에서, 패터닝 구역 (14)은 제 1 패터닝 라인 (P1) 및 제 2 패터닝 라인 (P2) 외에, 서로 가까이 위치하는 두 개의 제 3 패터닝 라인 (P3, P3')을 가지며 선형 디코팅 영역 (19)이 상기 두 개의 제 3 패터닝 라인 (P3 및 P3') 사이에 배치된다.

[0101] 도 7a 및 7b는 각각의 경우에 본 발명에 따른 패터닝 구역 (14)의 실시예의 단면도를 개략적으로 도시한다.

[0102] 도 7a에서, 기관 (2) 상에 도포된 층 구조 (3)는 불투명 후면 전극층 (5), 흡수층 (6) 및 전면 전극층 (8)을 포함한다. 도 7b의 층 구조에서, 버퍼층 (7)이 추가로 제공된다. 층 구조는 각 경우에 제 1 패터닝 라인 (P1), 제 2 패터닝 라인 (P2) 및 제 3 패터닝 라인 (P3)에 의해 패터닝된다. 후면 전극층 (5)이 제거된 광투명 구역 (18)은 제 1 패터닝 라인 (P1)과 제 2 패터닝 라인 (P2) 사이에 배열되며, 이는 도 5a의 실시예에 대응된다. 도 7a에서, 제 1 패터닝 라인 (P1)은 흡수층 (6)의 재료로 채워지고, 광투명 구역 (18)은 전면 전극층 (8)의 재료로 채워진다. 도 7b에서, 제 1 패터닝 라인 (P1)과 광투명 구역 (18)은 버퍼층 (7)의 재료로 채워지며, 버퍼층 (7) 및 전면 전극층 (8)을 증착하기 전에 광투명한 구역 (18)이 형성된다.

[0103] 도 8은 본 발명에 따른 박막 태양광 모듈 (1)을 제조하기 위한 예시적인 방법을 도시한다.

[0104] 이에 따라, 단계 (I)에서, 직렬 연결된 태양전지 (11)의 형성을 위해 패터닝 구역 (14)이 도입된 층 구조 (3)를 갖는 기관 (2)이 제공된다.

[0105] 단계 II에서, 광투명 구역들 (18)은 레이저 빔 소스의 펄스 레이저 빔을 사용하여 기관 (2)에 이르기까지 층 구조 (3)의 모든 층을 제거함으로써 생성된다. 이를 위해, 층 구조 (3)는 1 나노 초 미만 지속 시간의 펄스를 갖는 펄스 레이저 빔으로 조사된다. 층 구조 (3)는 바람직하게는 투명 기관 (2)을 통해 조사되고, 그러나 기관

(2)으로부터 멀어지는 쪽으로부터 층 구조 (3)을 직접 조사하는 것도 가능하다. 대안적으로, 광투명 구역들 (18)은 기계적 물질 제거에 의해 생성될 수 있다. 광투명 구역들 (18)은 구역 영역 (22)의 후면 전극층 (5)이 각각의 경우에 연속적이도록 제 1 패터닝 라인 (P1)에 의해 감소된 구역 영역 (22)에서 각각 생성된다.

[0106] 선택적인 단계 III에서, 에지 구역들 (21)이 광투명 구역들 (18) 주위에 생성된다. 에지 구역들 (21)은 1 나노 초 미만 지속 시간의 펄스를 갖는 펄스 레이저 빔으로 층 구조 (3)를 조사하는 것에 의해 및/또는 기계적 물질 제거에 의해 생성된다. 에지 구역들 (21)이 광투명 구역 (18) 주위에 생성될 때, 적어도 1 나노 초 지속 시간의 펄스를 갖는 펄스 레이저로 조사함으로써 광투명 구역들 (18)을 생성하는 것이 또한 가능하다.

[0107] 본 발명은 반투명 박막 태양광 모듈을 유리하게 이용할 수 있게 한다. 태양전지들의 패터닝 구역들은 광투명 구역들을 가지며, 특히 선형 디코팅 영역들에 의해 세분되며, 각 선형 디코팅 영역은 교대로 광투명 구역들 및 전극 구역들을 갖는다. 패터닝 구역들은 제 1 패터닝 라인에 의해 감소된 (제 1 패터닝 라인 없는) 구역 영역에서 연속적인 후면 전극층을 갖는다.

[0108] 상기 설명으로부터 명백한 바와 같이, 본 발명은 박막 태양광 모듈의 생산을 기술적으로 비교적 복잡하지 않고 매우 다기능적이며 경제적으로 하게 하며, 박막 태양광 모듈의 가시광 투과율이 비교적 높은 비교적 큰 광활성 면적을 얻을 수 있다.

부호의 설명

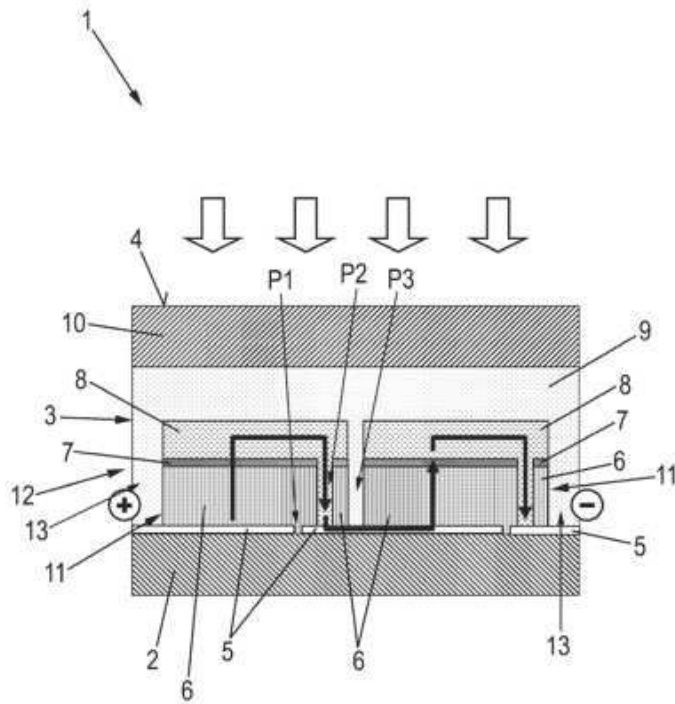
- [0109]
- 1 박막 태양광 모듈
 - 2 제 1 기판
 - 3 층 구조
 - 4 모듈 표면
 - 5 후면 전극층
 - 5-1, 5-2, 5-3 후면 전극층 섹션
 - 6 흡수층
 - 7 버퍼층
 - 8 전면 전극층
 - 8-3 전면 전극층 섹션
 - 9 집착제 층
 - 10 제 2 기판
 - 11 태양전지
 - 12 복합재
 - 13 연결섹션
 - 14 패터닝 구역
 - 15 벌지(bulge)
 - 16 층 영역
 - 17 데드존 (dead zone)
 - 18 광투명 구역 (optically transparent zone)
 - 19 디코팅 (decoating) 영역
 - 20 전극 구역
 - 21 에지 구역

22 구역 영역 (zone region)

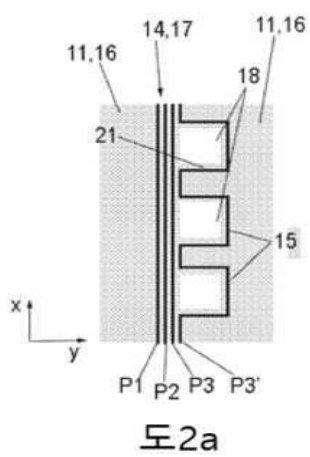
22-1, 22-2 구역 영역 부분 (zone region portion)

도면

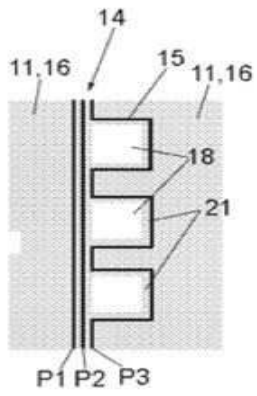
도면1



도면2a

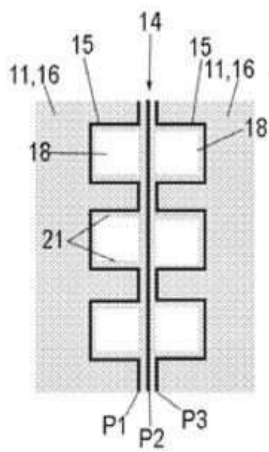


도면2b



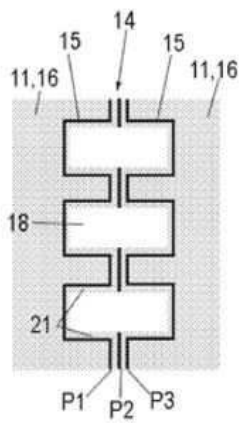
도2b

도면2c



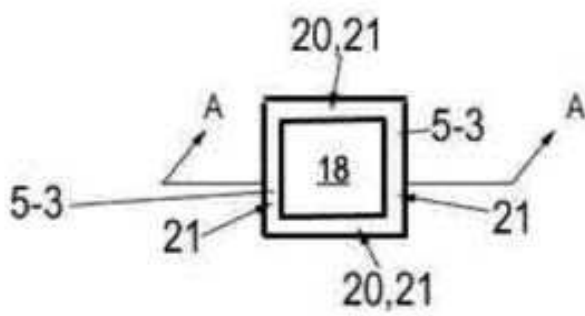
도2c

도면2d

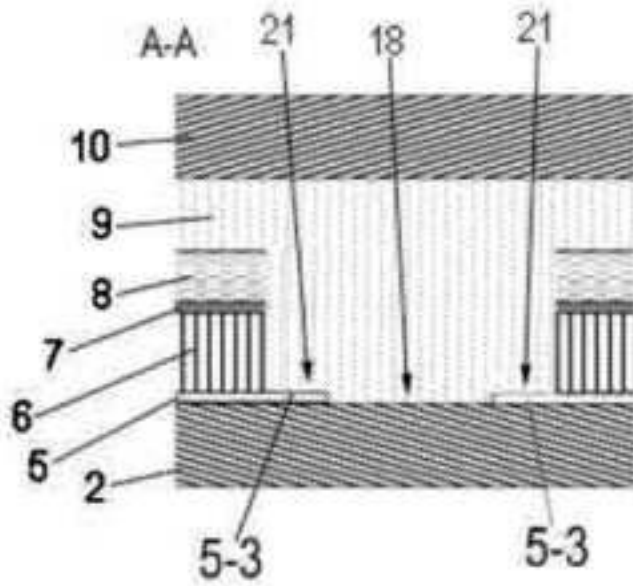


도2d

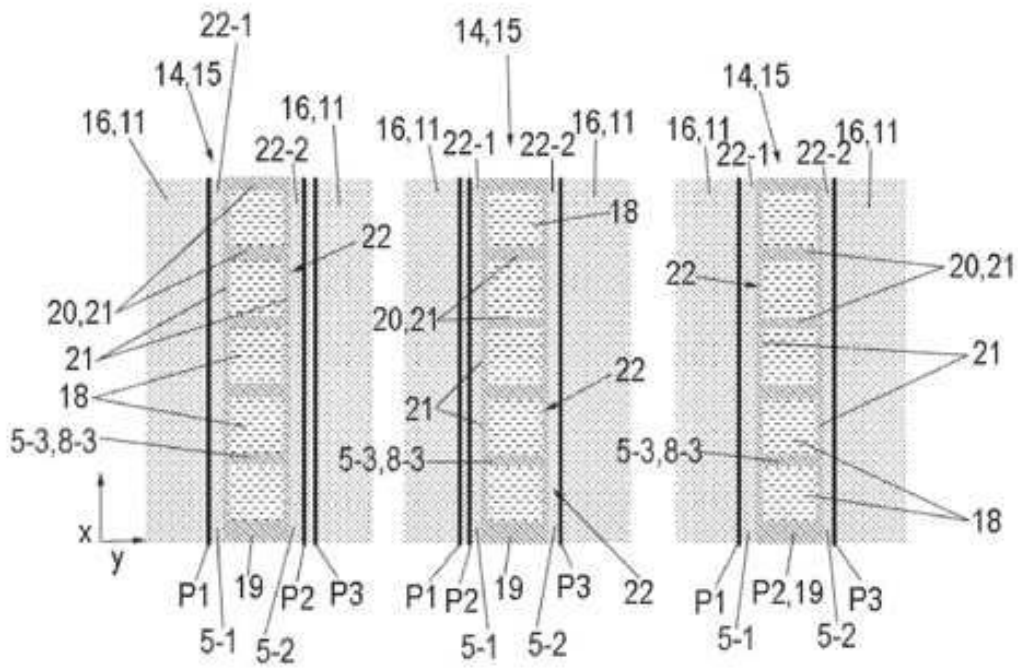
도면3



도면4



도면5

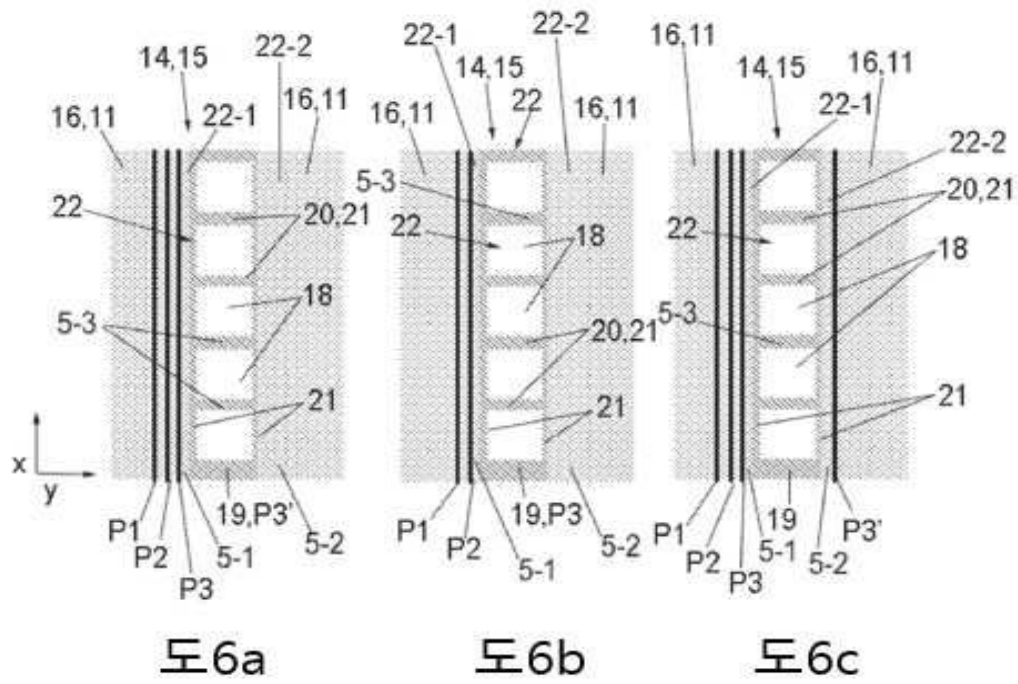


도5a

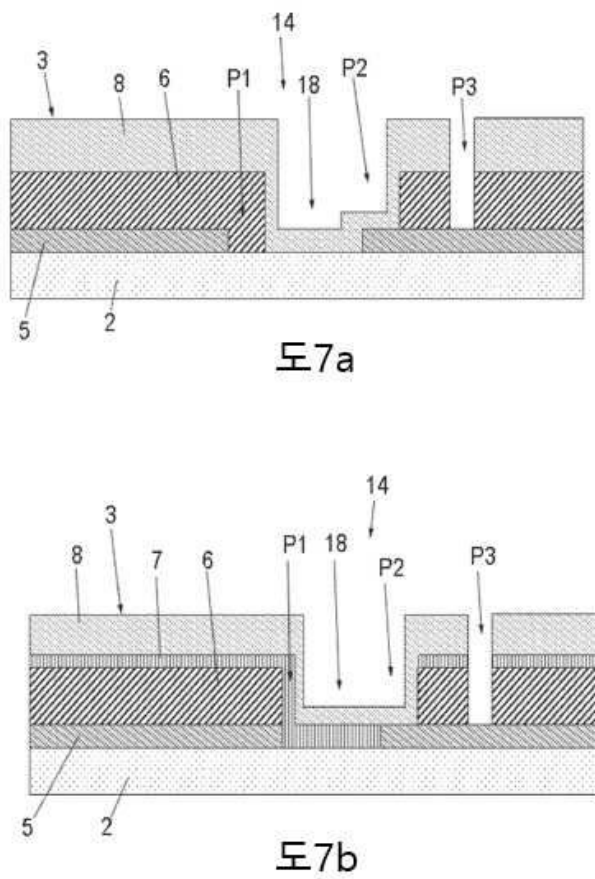
도5b

도5c

도면6



도면7



도면8

