(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0101460
(43) 공개일자 2012년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/18 (2006.01) *H01L 31/042* (2006.01)
B23K 26/40 (2006.01) *B23K 26/08* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7015905
(22) 출원일자(국제) 2010년11월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년06월19일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/067513
(87) 국제공개번호 WO 2011/061160
국제공개일자 2011년05월26일
(30) 우선권주장
61/262,691 2009년11월19일 미국(US)

(71) 출원인
오리콘 솔라 아게, 트루바흐
스위스국, 시에이취-9477 트루바흐 하우프스트라세 1에이
(72) 발명자
귄스터, 옌스
스위스 사르간스 씨에이치-7320, 반호프스트라쎄 21
바우어, 마르틴
스위스 알트도르프 씨에이치-6460, 카푸치너베그 20
레흐슈테이너, 피터
스위스 멜스 씨에이치-8887, 반베그 11
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

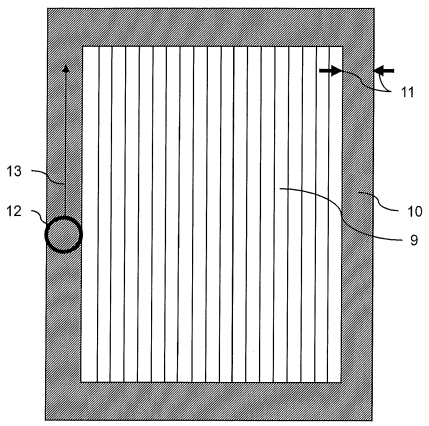
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **기판으로부터 박막을 어블레이션하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은, 레이저로 재료(3, 4, 5)를 기판(2)으로부터 어블레이션하는 방법에 있어서, 기판(2)에 대하여 2개의 구별되는 방향으로 기판(2) 표면에 대하여 레이저의 레이저 스팟을 안내하는 지시 수단을 구비하고, a) 상기 레이저 스팟에 대하여 기판(2)을 이동(13)시키는 단계; 및 b) 상기 2개의 구별되는 방향의 각각으로 사인파 타입의 고조파 진동으로 상기 지시 수단을 충돌시켜 폐쇄 루프 패턴으로 상기 기판(2) 표면 상에 상기 레이저 스팟을 이동시키는 단계를 포함하는, 재료 어블레이션 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

레이저로 재료(3, 4, 5)를 기판(2)으로부터 어블레이션하는 방법에 있어서,

2개의 구별되는 방향으로 기판(2) 표면에 대하여 상기 레이저의 레이저 스팟을 안내하는 지시 수단을 구비하고,

a) 상기 레이저 스팟에 대하여 상기 기판(2)을 이동(13)시키는 단계; 및

b) 상기 2개의 구별되는 방향의 각각으로, 사인파 타입의 고조파 진동으로 상기 지시 수단을 충돌시켜 폐쇄 루프 패턴으로 상기 기판(2) 표면 상에 상기 레이저 스팟을 이동시키는 단계

를 포함하는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지시 수단은, 상기 2개의 구별되는 방향으로 상기 레이저 스팟을 안내하는 2개의 피봇가능한 미러를 갖는 스캐너 광학 기기를 포함하는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

c) 동일한 주파수 및 0° , 90° 또는 180° 의 진동 위상 시프트로 상기 미러를 피봇팅하는 단계; 또는

d) 상이한 주파수 및 0° 보다 큰 진동 위상 시프트로 상기 미러를 피봇팅하는 단계

를 포함하는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2개의 구별되는 방향은 서로 수직이고, 상기 기판의 에지에 각각 평행하게 직교하여 연장되는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 b)를 반복하는 단계를 포함하는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판(2)은 박막 태양 전지(1) 내에 제공되고, 상기 재료(3, 4, 5)는 제1 전극층(3), 광전 변환층(4) 및 제2 전극층(5)을 포함하고, 상기 재료(3, 4, 5)는 상기 제2 전극층(5)이 상기 기판(2) 표면으로서 제공되도록 상기 기판(2) 상에 언급 순서대로 부착되는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판(2) 표면은 내부 영역(9)과, 상기 내부 영역(9)을 둘러싸는 주변 영역(10)으로 분할되고,

상기 단계 b) 대신에,

b') 상기 2개의 구별되는 방향의 각각으로, 사인파 타입의 고조파 진동으로 상기 지시 수단을 충돌시켜, 폐쇄 루프 패턴으로 상기 기판(2)의 상기 주변 영역(10)의 표면 상에만 상기 레이저 스팟을 이동시키는 단계를 포함하는,

재료 어블레이션 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기판(2) 상의 상기 폐쇄 루프 패턴(12)의 최대 폭은, 상기 기판(2)의 상기 내부 영역(10)과 에지 사이에 제공된 상기 주변 영역(10)의 폭보다 같거나 작은,

재료 어블레이션 방법.

청구항 9

처리될 기판(2)을 위한 지지부;

가공 레이저 빔을 제공하는 레이저 공진기;

상기 지지부 상에 배치될 상기 기판(2) 표면 상에 레이저 스팟으로서 레이저 가공 빔을 투영하는 상기 가공 레이저 빔의 경로 내에 배치된 광학 시스템;

상기 기판(2) 표면의 평면 내에 상기 레이저 스팟을 이동시키는 스캐너 광학 기기; 및

상기 가공 레이저 빔에 대하여 상기 기판을 이동시키는 위치 설정기

를 포함하고,

상기 스캐너 광학 기기는 상기 기판 표면 상에 폐쇄 루프 패턴을 형성하는 2개의 구별되는 방향의 각각으로, 사인파 타입의 고조파 진동을 이용하여 2개의 구별되는 방향으로 상기 레이저 스팟을 이동시키는,

레이저 처리 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 스캐너 광학 기기는 상기 2개의 구별되는 방향으로 상기 레이저 스팟을 안내하는 2개의 피봇가능한 미러를 포함하는,

레이저 처리 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 피봇가능한 미러는 동일한 주파수 및 0° , 90° 또는 180° 의 진동 위상 시프트로 상기 미러를 피봇팅하거나, 또는 상이한 주파수 및 0° 보다 큰 진동 위상 시프트로 상기 미러를 피봇팅하는,

레이저 처리 시스템.

청구항 12

제9항 내지 11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저 스팟은 7 m/s 내지 10 m/s, 바람직하게는 1 m/s 내지 4 m/s, 가장 바람직하게는 100 ㎜/s 내지 400 ㎜/s의 상기 기판(2)에 대한 상대 속도로 이동되고, 상기 기판(2)은 상기 위치 설정기에 의해 100 ㎜/s 내지 400 ㎜/s의 속도로 상기 가공 레이저 빔에 대하여 이동되는,

레이저 처리 시스템.

청구항 13

제9항 내지 12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판(2)은 박막 태양 전지(1) 내에 제공되고, 상기 박막 태양 전지(1)는 상기 가공 레이저 빔에 의해 처리될 재료(3, 4, 5)를 포함하고, 상기 재료(3, 4, 5)는 제1 전극층(3), 광전 변환층(4) 및 제2 전극층(5)을 포함하고, 상기 재료(3, 4, 5)는 상기 제2 전극층(5)이 상기 기판(2) 표면으로서 제공되도록 상기 기판(2) 상에 언급 순서대로 부착되는,

레이저 처리 시스템.

청구항 14

제9항 내지 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판(2)은 내부 영역(9)과, 상기 내부 영역(9)을 둘러싸는 주변 영역(10)으로 분할되고,

상기 스캐너 광학 기기는 상기 기판(2) 표면의 상기 주변 영역(10) 상에만 폐쇄 루프 패턴을 생성하도록 2개의 방향의 각각으로 사인파 타입의 고조파 진동으로 상기 2개의 구별되는 방향으로 상기 레이저 스팟을 이동시키는,

레이저 처리 시스템.

청구항 15

미세 가공, 표면 열처리, 레이저 유도 표면 개질 및/또는 기판(2)의 표면 경화를 위한 제9항 내지 14항 중 어느 한 항에 따른 레이저 처리 시스템의 용도.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레이저로 재료를 기판으로부터 어블레이션하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 기판

상에 적층된 제1 전극층, 반도체층 및 제2 전극층을 가지며, 이에 의해 이른바 층-스택(layer-stack)이 전기적으로 직렬로 연결된 복수의 박막 태양 전지로 분할되는 박막 태양광 모듈을 제조하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 본 발명은 레이저 빔에 의해 박막 태양광 모듈의 주변에 위치되는 층-스택을 국지적으로 제거하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 박막 태양광 전지는 박막 표면에 평행하게 배열된 p-i-n 또는 n-i-p 접합 구조를 갖는 비결정질 및/또는 미정질(microcrystalline) 실리콘 막을 포함한다. p-i-n/n-i-p 구조는, 예를 들어 종종 수퍼스트레이트(superstrate)라 불리는 투광성 기판과 같은, 기판의 하나의 메인 표면 상에서 복수의 영역의 각각으로 연속적으로 연장되는 투명막 전극인 전극층 사이에 끼워진다.

[0003] 박막 태양 전지를 위하여 사용되는 코팅 공정이 일반적으로 전체 기판에 영향을 미치기 때문에, 최종 박막 태양 전지 모듈의 프레임 또는 하우징에 대한 적합한 전기 절연이 필요하다. 또한, 광전지 능동 전지(photovoltaic active cell)를 습기 및/또는 산소와 같은 환경 영향으로부터 보호하는 것이 필요하다. 따라서, 예를 들어 기판과 커버 사이에 포일을 접합하거나 적층하는 백 글라스(back glass)와 같은 추가 커버에 기판을 적층함으로써, 광전지 능동층을 캡슐화하는 것이 종래 기술에서 알려져 있다. 기판의 에지 영역, 이른바 주변 영역이 전술한 환경 영향에 대한 접촉면이기 때문에, 주변 영역에 특별한 주위가 기울여져야 한다는 것이 명백하다.

[0004] 따라서, 능동층이라고도 하는 전극층과 반도체층을 포함하는 층-스택은 에지에 평행한 좁은 스트립에서, 즉 주변 영역에서 종종 제거된다. 이러한 어블레이션(ablation)을 수행하기 위하여, 종래 기술은 모래 분사(sand-blasting)를 이용하는 것을 교시하지만, 이는 주변 영역에서 능동층이 완전히 제거되지 않고 그리고/또는 아래에 놓이는 기판이 손상되는 역효과를 가지며, 이는 최종적으로 박막 태양광 모듈의 사용에 부정적인 영향을 미치는 습기 및 산소의 훨씬 더 큰 위험을 초래한다.

발명의 내용

[0005] 본 발명의 목적은 기판의 에지 영역으로부터 원하지 않는 재료를 제거하기 위한 개선된 공정을 제공하는 것이다.

[0006] 이러한 목적은 독립항에 의해 구현된다. 유익한 실시예들은 종속항에서 열거된다.

[0007] 특히, 본 목적은 레이저로 재료를 기판으로부터 어블레이션하는 방법에 있어서, 2개의 구별되는 방향으로 기판 표면에 대하여 레이저의 레이저 스팟을 안내하는 지시 수단을 구비하고,

[0008] a) 레이저 스팟에 대하여 기판을 이동시키는 단계; 및

[0009] b) 2개의 구별되는 방향의 각각으로 사인파 타입의 고조파 진동으로 지시 수단을 충돌시켜 폐쇄 루프 패턴으로 기판 표면 상에 레이저 스팟을 이동시키는 단계

[0010] 를 포함하는 재료 어블레이션 방법에 의해 달성된다.

[0011] 따라서, 폐쇄 루프 패턴으로 기판 표면 상에 레이저 스팟을 이동시켜 재료를 제거하는 것이 본 발명의 아이디어로, 이에 의해 매우 균일하고 신뢰성있는 방법으로 재료가 기판으로부터 제거되는 것을 달성할 수 있다. 지시 수단이 2개의 구별되는 방향으로 바람직하게 중첩된 사인파 타입의 고조파 진동으로 충돌되기 때문에, 바람직하게는 가공 레이저 빔에 의해 제공된 레이저 스팟은, 가장 바람직하게는, 기판 표면 위로 일정하게 이동되고, 따라서 재료를 제거만 하는 것에 대하여 필요한 것보다 더 큰 기판의 단위 표면적당 레이저의 원하지 않은 밀도에 기인하는 기판의 어떠한 손상도 발생시키지 않는다.

[0012] 레이저는 100 ns보다 짧은 펄스 지속 시간과 0.1 J/cm^2 내지 20 J/cm^2 범위의 펄스 에너지 밀도를 갖는, 1064 및 1030 nm의 파장에 대한 Nd:YAG 또는 Yt:YAG형과 같은 광 펄스 가공 빔을 생성하는 레이저 공진기와 같이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공지된 임의의 레이저로서 제공될 수 있다.1`

[0013] 다른 실시예에서, 레이저 및/또는 지시 수단은 가공될 기판 표면 상으로 직사각형 형상, 가요성 섬유 및/또는 원형 섬유 케이블 출력을 투영하는 투영 부재(image member)를 포함한다. 기판은, 예를 들어 벨트로서 제공된 위치 설정 수단에 의해 또는 롤(roll)에 의해, 바람직하게는 직선 방향으로, 레이저 스팟에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공지된 임의의 방법으로 이동될 수 있다.

[0014] 따라서, 본 발명은, 종래 기술과는 반대로, 사인파 타입의 고조파 진동을 이용하여 폐쇄 루프 패턴으로 레이저 스팟을 안내하는 것은, 어떠한 종류로도 부정적으로 기판에 영향을 미치지 않으면서, 기판으로부터의 원하지 않는 재료의 훨씬 더 효율적인 어블레이션을 제공한다는 발견에 기초한다. 기판이 박막 태양 전지 내에 제공되는 경우, 태양광 모듈의 반도체층 및 전극층의 모든 재료의 균일한 제거에 기인하여 양호한 전기 절연을 획득하는 것을 제공하기 때문에, 본 발명에 따른 방법은 특히 유익하다. 본 발명의 해결 방안에 따라 기판 위로 폐쇄 루프 패턴으로서 레이저 스팟을 이동시켜 재료를 어블레이션하는 것은, 레이저 스팟이 기판 위로 바람직하게 일정하게 이동되고, 이에 따라 종래 기술로부터 알려진 바와 같은 예를 들어 이동 방향의 반전을 수행하기 위하여 레이저의 이동을 정지하는 경우에 기판을 손상시키지 않기 때문에, 기판의 열적 열화는 훨씬 적게 된다.

[0015] 일반적으로, 레이저 스팟을 안내하는 지시 수단은 종래 기술로부터 공지된 임의의 수단으로서 제공될 수 있다. 그러나, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 지시 수단은 2개의 구별되는 방향으로 레이저 스팟을 안내하는 2개의 피봇가능한 미러를 갖는 스캐너 광학 기기를 포함한다. 바람직하게는, 스캐너 광학 기기는 2개의 구별되는 방향으로 레이저 스팟에 대한 안내를 제공하는 헤드 미러를 갖는 갈보 스캐너를 포함한다. 더욱 바람직하게는, 스캐너 광학 기기는 기판 표면의 평면에서 레이저 스팟을 이동시킨다. 다른 실시예에서, 스캐너 광학 기기는 3개 이상의 미러를 포함한다. 이러한 실시예들은 본 발명에 따른 지시 수단의 매우 간단하고 저렴한 제조를 허용한다. 또한, 이러한 실시예들은, 사인파 타입의 고조파 진동에 의해 충돌되는 동안, 기판 표면 상의 폐쇄 루프 패턴으로 레이저 스팟을 안내하는 매우 정밀한 방법을 허용한다.

[0016] 패턴은 폐쇄 루프 패턴으로 기판 표면 상에 레이저 스팟을 안내하는 종래 기술로부터 공지된 임의의 패턴을 포함할 수 있다. 그러나, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 본 발명은,

[0017] c) 동일한 주파수 및 0° , 90° 또는 180° 의 진동 위상 시프트로 미러를 피봇팅하는 단계; 또는

[0018] d) 상이한 주파수 및 0° 보다 큰 진동 위상 시프트로 미러를 피봇팅하는 단계

[0019] 를 포함한다.

[0020] 이러한 실시예들은, 바람직하게는 기판 표면 상으로 고조파 진동을 중첩하기 위하여 바람직하게는 2개 이상의 미러를 갖는 갈보 스캐너 헤드를 이용함으로써, 예를 들어, 원, 선 및/또는 라사주 도형을 갖는 폐쇄 루프 패턴을 제공한다. 원을 제공하기 위하여, 양 미러의 피봇팅 주파수는 바람직하게 동일하며, 2개의 스캐너 헤드의 진동 사이의 위상 시프트는 90° 이다. 선은 동일 주파수 및 2개의 스캐너 헤드의 진동 사이의 0° 또는 180° 의 위상 시프트로 양미러를 진동시켜 구현될 수 있다. 라사주 도형은 예를 들어 10° , 40° 및/또는 80° 의 다른 위상 시프터와 2개의 스캐너 헤드의 진동 사이의 상이한 주파수로 구현될 수 있다. 높은 진동 주파수가 재료의 신뢰성 어블레이션 및 기판의 훨씬 적은 열화를 제공하기 때문에, 이러한 스캐닝 패턴은, 특히 리사주 도형 패턴은 유익하다. 이에 의해, 각각의 폐쇄 루프 패턴은 어블레이션 공정의 시작 및 종료에서 레이저를 턴온하고 턴오프하는 것을 고려할 때 개방 루프 패턴일 수 있다는 것이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 분명하다.

[0021] 스캐너 미러의 고조파 진동이 미러의 높은 진동 주파수를 가능하게 한다는 것이 밝혀졌고, 이에 따라 가공될 기판 표면 상에서의 스캐닝 패턴의 연속 이동에 기초하는 스캐닝 전략은 기판으로부터 재료를 제거하는데 가장 효율적인 것이 밝혀졌다. 에지를 따르는 자체의 원형 스캐닝 패턴의 이동과, 레이저 스팟의 바람직한 원형 이동의 중첩 때문에, 열적 스트레스 및/또는 레이저 스팟으로부터 발생하는 부하의 관점으로부터 기판에 부정적으로 영향을 미치지 않으면서, 다양한 시험에서 발견된 바와 같이, 레이저 스팟이 기판 위로 바람직하게 일정하게 이동됨에 따라, 에지 근처의 영역에 대한 레이저 처리의 증가된 영향이 얻어질 수 있다.

[0022] 일반적으로, 2개의 구별되는 방향은 기판 표면에 대한 임의의 구별되는 방향으로서 제공될 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 2개의 구별되는 방향은 서로 수직이고, 기판의 에지 및/또는 경계에 각각 평행하게 직교하여 연장된다. 따라서, 바람직하게는, 지시 수단의 미러는 기판의 에지에 각각 평행하게 직교하는 레이저 스팟을 안내하여, 이에 따라 기판 표면의 전체로부터의 재료의 어블레이션을 허용한다.

[0023] 다른 바람직한 실시예에서, 본 방법은 단계 b)를 반복하는 단계를 포함한다. 따라서, 단계 b)는 적어도 2번 수행되는 것이 바람직하다. 각각의 기판 표면이 적어도 2개의 독립적인, 예를 들어 연속하는, 레이저 어블레이션 이벤트에 의해 2번 처리되는 이러한 이중 스캐닝 전략은, 기판으로부터 모든 재료를 제거하는데 가장 성공적이다. 다른 예에서, 단계 b)는 예를 들어 3번, 4번 또는 4번과 같이 2번보다 많이 반복된다. 또한, 원의 스캐닝 패턴으로 기판 표면을 처리하는 것이 모든 재료를 제거하는데 가장 효율적인 것으로 밝혀졌기 때문에, 이러한 이중의, 또는 그 이상의 스캐닝 전략은 원 형태의 스캐닝 패턴에 의해 수행된다.

[0024] 다른 바람직한 실시예에서, 기판은 박막 태양 전지 내에 제공되고, 재료는 제1 전극층, 광전 변환층 및 제2 전극층을 포함하고, 재료는 제2 전극층이 레이저 스팟에 의해 처리될 표면으로서 제공되도록 기판 상에 언급 순서대로 부착된다.

[0025] 종래의 박막 태양 전지 또는 박막 태양광 모듈의 기본적인 빌드업은 통상의 지식을 가진 자에게 공지되어 있다. 이러한 박막 태양 전지는 일반적으로 예를 들어 유리 기판인 기판을 포함하며, 그 상부에서 투명 또는 반투명 전극층이 부착되고, p-i-n 또는 n-i-p 구조(n = 음으로 도핑된 실리콘, i = 진성(intrinsic) 실리콘, p = 양으로 도핑된 실리콘)을 나타내는 비결정질 및/또는 미정질 실리콘막으로 형성된 광전 변환 반도체와, 배면 전극층이 이어진다. 배면 전극층은 다시 투명 도전층과 반사층, 도전성 및 반사성 금속층 또는 기술적인 균등물을 포함할 수 있다. 광전 변환 반도체는 단일의, 2중의 또는 복수의 접합으로 이루어질 수 있으며, 각각의 접합은 다시 p-i-n 또는 n-i-p 구조를 나타낸다.

[0026] 기판은 통상의 지식을 가진 자에게 공지된 박막 장치를 제조하는데 적합한 임의의 기판일 수 있다. 바람직한 실시예에서, 기판은 플로트 글라스(float glass), 보안 글라스(security glass) 또는 수정 글라스(quartz glass)이다. 바람직하게는 태양 전지의 제조에 일반적으로 사용되는 더 큰 크기를 가지는 플로트 글라스는, 형성 챔버 내의 연장된 틴 배스(tin bath)로, 바람직하게는 연속하여, 용융된 글라스를 수송함으로써 생산된다. 이어, 용융된 글라스는 틴 표면 상으로 퍼지고 그리고/또는 평탄하고 연속적인 글라스 시트 또는 층으로서 적어도 하나의 방향으로 적합한 수단에 의해 인출된다. 냉각 및 풀링(pulling) 공정을 세심하게 제어함으로써, 결과에 따른 글라스 시트의 두께뿐만 아니라 형상도 조정될 수 있다. 바람직하게는, 기판은 본질적으로 평탄한 기판으로서 제공된다.

[0027] 본 발명에 따른 층은 통상의 지식을 가진 자에게 공지된 다양한 부착 기술에 의해 부착될 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 박막층은 진공 스퍼터링 공정과 같은 CVD(chemical vapour depostion) 또는 PVD(physical vapour deposition)에 의해 부착된다. 더욱 바람직하게는, 증착(vapour deposition) 공정은 PECVD(plasma enhanced CVD), APCVD(atmospheric pressure CVD) 및/또는 MOCVD(metal-organic CVD) 부착 공정

이다. 가장 바람직하게는, 증착 공정은 LPCVD(low pressure CVD)이다.

[0028] 본 발명의 다른 바람직한 실시예에서, 기판 표면은 내부 영역과, 내부 영역을 둘러싸는 주변 영역으로 분할되고, 단계 b) 대신에, b') 2개의 구별되는 방향의 각각으로, 사인파 타입의 고조파 진동으로 지시 수단을 충돌시켜, 폐쇄 루프 패턴으로 기판의 주변 영역의 표면 상에만 레이저 스팟을 이동시키는 단계를 포함한다.

[0029] 따라서, 기판이 박막 태양 전지 내에 제공되는 경우에 대하여, 각각의 박막 태양 전지의 기판은 바람직하게는 기판 상으로 부착된 전극층과 광전 변환층을 갖는 내부 영역과, 단계 b')에 따라 본 발명에 따른 방법에 의해 어블레이션되는 것으로 예측되는 주변 영역을 포함하고, 이러한 내부 영역은 내부 능동 영역이라고도 불린다. 따라서, b') 단계를 수행한 후에, 각각의 박막 태양 전지의 기판은 상부에 부착된 전극층과 광전 변환층을 갖는 내부 능동 영역과, 레이저 스팟의 어블레이션에 의해 재료가 없고 바람직하게는 단지 기판만을 포함하는 주위의 주변 수동 영역(passive region)을 포함한다. 다른 실시예에서, 내부 영역은 주변 영역에 인접하게 배열된다.

[0030] 단계 b')에 따른 수동 영역 내의 기판 표면을 전술한 바와 같은 바람직한 실시예에 따라 원 형태의 폐쇄 루프 패턴으로 충돌시키는 경우에 대하여, 단위 면적당 레이저 샷의 밀도는 주변 영역의 에지에서 가장 높다는 것이 밝혀졌다. 바람직하게는 하나의 에지가 가공될 기판의 외부 에지이고, 다른 에지가 모듈 내부 영역 및 주변 영역 사이의 경계이기 때문에, 원 형태의 스캐닝 패턴은 외부 기판 에지 근처에 부착된 모든 재료의 안전한 제거와 내부 영역의 스무드한 경계를 보장하는데 특히 유익하다.

[0031] 원의 스캐닝 패턴을 이용하는 결과가 기판의 에지 근처에서도 획득될 수 있다는 것이 밝혀졌다. 따라서, 이러한 실시예는 기판의 주변 영역에서 재료를 안전하고 정밀하게 제거하는데 유익하여, 습도 및 산소와 같은 환경 영향에 대하여 주변 영역의 양호한 보호를 제공한다. 가장 바람직하게는, 레이저 스팟이 기판의 에지 및/또는 경계를 따라, 예를 들어 주변 영역을 따라, 재료를 바람직하게는 완전히 어블레이션하도록, 기판을 이동시켜 기판의 에지 및/또는 경계에 평행한 방향으로 레이저 스팟을 일정하게 이동시키는 동안, 레이저 스팟은 원의 스캐닝 패턴을 수행한다.

[0032] 본 발명의 다른 실시예에서, 기판 표면 상의 폐쇄 루프 패턴의 최대 폭은 기판의 내부 영역과 에지 사이에 제공되는 주변 영역의 폭보다 같거나 작은 것이 바람직하다. 따라서, 주변 영역의 전체 폭이 기판 위로 레이저 스팟의 하나의 "이동(move)"으로 주변 영역에서 레이저 스팟의 폐쇄 루프 패턴에 의해 충돌되는 것이 특히 바람직하다.

[0033] 본 발명의 목적은, 처리될 기판을 위한 지지부, 가공 레이저 빔을 제공하는 레이저 공진기, 지지부 상에 배치될 기판 표면 상에 레이저 스팟으로서 레이저 가공 빔을 투영하는 가공 레이저 빔의 경로 내에 배치된 광학 시스템, 기판 표면의 평면 내에 레이저 스팟을 이동시키는 스캐너 광학 기기 및 가공 빔에 대하여 기판을 이동시키는 위치 설정기를 포함하고, 스캐너 광학 기기는 기판 표면 상에 폐쇄 루프 패턴을 형성하는 2개의 방향의 각각으로 사인파 타입의 고조파 진동을 이용하여 2개의 구별되는 방향으로 레이저 스팟을 이동시키는 레이저 처리 시스템에 의해 추가로 획득된다.

[0034] 이러한 레이저 처리 시스템은 기판 표면 상으로 폐쇄 루프 패턴으로서 고조파가 진동된 레이저 스팟에 의해 기판으로부터 예를 들어 재료를 어블레이션하기 위한 유익한 해결 방안을 제공하여, 원하지 않은 재료의 매우 정밀하고 신뢰성있는 어블레이션을 허용한다.

[0035] 바람직하게는, 레이저 공진기는 100 ms보다 짧은 펄스 지속시간과 0.1 J/cm^2 내지 20 J/cm^2 범위의 펄스 에너지 밀도를 갖는 광 펄스 가공 빔을 생성한다. 다른 실시예에서, 광학 시스템은 기판 표면 상으로 섬유 케이블 주

위의 정사각형 형상을 기계로 투영하는 투영 부재를 포함한다. 지지부 및/또는 위치 설정기는 기판을 지지하고 각각 위치 설정하기 위한 본 발명이 속하는 기술 분야에서 공지된 임의의 수단으로서 제공될 수 있다. 바람직하게는, 레이저 처리 시스템은 전술한 바와 같은 방법을 수행하는데 적합하다.

[0036] 다른 바람직한 실시예에서, 스캐너 광학 기기는 2개의 구별되는 방향으로 레이저 스팟을 안내하는 2개의 피봇가능한 미러를 포함한다. 이와 관련하여, 피봇가능한 미러는 동일한 주파수 및 0° , 90° 또는 180° 의 진동 위상 시프트로 미러를 피봇팅하거나, 또는 상이한 주파수 및 0° 보다 큰 진동 위상 시프트로 미러를 피봇팅하는 것이 바람직하다.

[0037] 다른 실시예에서, 레이저 스팟은 7 m/s 내지 10 m/s, 바람직하게는 1 m/s 내지 4 m/s, 가장 바람직하게는 100 mm/s 내지 400 mm/s의 기판에 대한 상대 속도로 이동되고, 그리고/또는 기판은 위치 설정기에 의해 100 mm/s 내지 400 mm/s의 속도로 가공 레이저 빔에 대하여 이동된다.

[0038] 기판은 박막 태양 전지 내에 제공될 수 있고, 박막 태양 전지는 가공 레이저 빔에 의해 처리될 재료를 포함할 수 있고, 재료는 제1 전극층, 광전 변환층 및 제2 전극층을 포함할 수 있고, 재료는 제2 전극층이 기판 표면으로서 제공되도록 기판 상에 언급 순서대로 부착될 수 있다.

[0039] 다른 실시예에서, 기판은 내부 영역과, 내부 영역을 둘러싸는 주변 영역으로 분할되고, 스캐너 광학 기기는 기판 표면의 주변 영역 상에만 폐쇄 루프 패턴을 생성하도록 2개의 방향의 각각으로 사인파 타입의 고조파 진동으로 2개의 구별되는 방향으로 레이저 스팟을 이동시킨다.

[0040] 또한, 본 발명의 목적은 미세 가공, 표면 열처리, 레이저 유도 표면 개질 및/또는 기판의 표면 경화를 위한 본 발명에 따른 레이저 처리 시스템의 용도에 의해 해결된다. 본 발명에 따른 레이저 처리 시스템은 층으로 덮인 영역이 베이스 기판으로부터 레이저 어블레이션되어야만 하는 다른 기술 분야에도 적용가능하다는 것이 밝혀졌다. 이러한 애플리케이션은 미세 가공, 표면 열처리, 재료의 레이저 유도 표면 개질, 표면 경화 등을 포함할 수 있다.

[0041] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 이러한 목적을 달성하기 위하여 레이저 전력 또는 파장과 같은 본 발명의 특징을 조정하거나 변경할 것이다.

[0042] 레이저 처리 시스템 및/또는 레이저 처리 시스템에 대한 다른 이점 및/또는 실시예는 본 명세서에서 설명된 바와 같이 본 발명에 따라 재료를 어블레이션하기 위한 방법으로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0043] 본 발명의 이러한 그리고 다른 양태는 후술되는 실시예로부터 자명할 것이며, 후술되는 실시예를 참조하여 예시될 것이다.

도면에서:

도 1은 종래 기술에 따른 박막 태양 전지의 단면을 도시하고,

도 2는 종래 기술에 따른 종래의 박막 태양 전지의 상면도를 도시하고,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예를 상면도로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 도 1은 종래 기술에 따른 종래의 박막 태양 전지(1)의 개략적인 단면을 도시한다.

[0045] 투명 절연 기판(2) 상에서, 투명 전방 전극층(3)이 배열된다. 광전 변환 반도체(4)가 투명 전방 전극층(3) 상에서 형성되고, 추가의 투명 후방 전극층(5)이 광전 변환 반도체(4) 상에 형성된다. 투명 전도성 산화물(transparent cconductive oxide, TCO)이라고도 하는 투명 전극층(3, 5)은 SnO_2, ITO(Indiumtinoxide) 또는 ZnO를 포함할 수 있고, 후자는 바람직하게는 LPCVD(low pressure CVD)에 의해 제조된다.

[0046] 광전 변환 반도체(4)는, 종래 기술에 공지된 바와 같이, 광전지 특성을 획득하기 위하여, CVD, 바람직하게는 PECVD에 의해 제조되고 레이저로 도핑될 수 있는 비결정질 및/또는 미정질 실리콘 막 스택을 포함한다.

[0047] 도 1은 그루브(6, 7, 8)를 더 도시한다. 이 구조의 목적은 전기적으로 직렬로 연결된 다수의 태양 전지로 이루어진 광전지 모듈(1)을 구축하는 것이다. 따라서, 투명 전극층(3)은 셀의 폭을 결정하는 제1 격리 그루브(6)에 의해 분할된다. 전체 층 스택이 제조하는 동안 층(3)-그루브(6)-층(4)-그루브(7)-층(5)-그루브(8)의 순서로 구축될 때, 광전 변환 반도체층(4)은 그 그루브를 채운다.

[0048] 투명 후방 전극층(5)으로부터의 재료로 채워진 그루브(7)는 인접한 셀 사이의 전기 콘택을 허용한다. 사실, 하나의 전지의 후방 전극은 인접한 셀의 전방 전극을 접촉한다. 후방 표면 전극층(5) 및 광전 변환 반도체(4)는 제3 격리 그루브(8)에 의해 최종적으로 분할된다. 이러한 구조화 공정은 바람직하게는 레이저광 또는 이와 유사한 것을 이용함으로써 획득된다.

[0049] 추가적인 공정 단계에서, 일반적으로 전기 콘택은 박막 태양 전지로 부착되고, 후방 반사층 및 캡슐화 수단이, 예를 들어 보호층 및 기판을 적층함으로써 제공된다.

[0050] 도 2는 도 1에서 설명한 바와 같은 박막 태양 전지(1)의 상면도이다. 직렬로 연결된 전지는 환경에 대한 전위(electric potential)를 구축한다. 따라서, 전지 환경에 대한 적합한 전기적 절연이 필요하며, 이는 기판 상에 형성된 박막 층 스택(3, 4, 5)을, 능동 반도체 기반의 박막 광전지 영역을 갖는 예를 들어 박막 스택(3, 4, 5)과 내부 영역(9)을 제거하여, 주변 영역(10)으로 분리함으로써 달성된다.

[0051] 도 3은 주변 영역(10) 및 내부 영역(9)을 도시하며, 내부 영역(9)은 모듈(1)의 에지를 따라 위치되고, 12.8 ㎜ 내지 15 ㎜ 사이의 일반적인 폭(11)을 갖는다. 개별 사양에 따라, 5 ㎜ 내지 20 ㎜ 사이의 폭(11)이 구현될 수 있다.

[0052] 주변 영역(10) 내의 박막 태양광 모듈(1)의 층 스택(3, 4, 5)을 제거하기 위하여, 레이저가 사용된다. 이러한 레이저 시스템은 100 ns보다 짧은 펄스 지속 시간과 0.1 J/cm^2 내지 20 J/cm^2 범위의 펄스 에너지 밀도를 갖는 광 펄스 가공 빔을 생성하기 위한 레이저 공진기를 포함한다.

[0053] 투영 부재는 가공될 태양광 모듈(1)의 표면 상에 정사각형 형상 또는 원 형상의 섬유 케이블 출력을 투영한다. 아래에서 레이저 스팟(laser spot)이라 하는 표면 상에서 섬유 케이블의 이미지의 영역이 주변 영역보다 실질적으로 더 작기 때문에, 레이저 스팟은 모듈(1) 표면 상에서 주변 영역(10) 내에 스캐너 광학 기기에 의해 이동된다. 스캐너 광학 기기는, 예를 들어, 이동가능한 미러(mirror)로 실현될 수 있다. 필요에 따라 또는 가요성 섬유를 통해 레이저 광을 제공하는 동안 x-y 방향으로 투영 부재를 이동함으로써 미러는 피봇팅된다.

[0054] 양호한 전기적 절연을 획득하기 위하여, 태양광 모듈(1)의 반도체(4) 및 전극층(3, 5)의 본질적으로 모든 재료(3, 4, 5)의 균일한 제거가 요구된다. 여기에서, 스캐닝 패턴(12)은 중대한 역할을 한다: 본 발명에 따르면, 기판(2)에 대한 레이저 스팟의 이동을 설명하는 스캐닝 패턴(12)은 2개의 구별되는 방향으로 즉 모듈(1)의 해당하는 에지에 수직이고 평행한 2개의 방향으로 갈보(galvo) 스캐너 헤드의 사인파 타입의 고조파 진동에 의해 구축된다. 갈보 스캐너 헤더의 2개의 미러의 2개의 고조파 진동이 가공될 표면 상에 중첩되어, 다음의 다양한 스캐닝 패턴(12)이 실현될 수 있다:

[0055] 양 미러와 동일한 피봇팅 주파수와 90° 의 2개의 헤더의 진동 사이의 위상 시프트를 갖는 원, 양 미러와 동일한 피봇팅 주파수와 0° 또는 180° 의 2개의 헤더의 진동 사이의 위상 시프트를 갖는 선, 또는 다른 위상 시프트와 2개의 헤드의 진동 사이의 상이한 주파수로부터 발생하는 리사주 도형(Lissajous-figure).

[0056] 특히, 다음의 이유 때문에, 원이 가장 선호된다:

[0057] 1) 단위 표면적당 레이저 스팟의 밀도는 주변 영역(10)의 에지에서 가장 높다. 도 3에도 도시된 바와 같이, 에지 중 하나는 가공될 기판(2)의 외부 에지이고, 다른 하나는 모듈 내부 영역(9)과 주변 영역(10) 사이의 경계이다.

[0058] 따라서, 원 형태의 스캐닝 패턴(12)은 내부 영역(9)에 스무드한 경계와 외부 기판(2) 에지 근처에 부착된 모든 재료(3, 4, 5)의 안전한 제거를 보장한다. 이것은, 기판(2) 에지 근처에서, 광전지 층 스택(3, 4, 5)를 지지하는 표면의 반대측의 기판(2)의 표면에서, 일부 재료(3, 4, 5)가 우연히 부착되는 경우에도 유효하다.

[0059] 2) 스캐너 미러의 고조파 진동은 미러의 높은 진동 주파수를 가능하게 하고, 따라서, 가공될 표면 상에서의 스캐닝 패턴(12)의 연속하는 이동에 기초한 스캐닝 전략을 가능하게 한다. 에지를 따른 원형 스캐닝 패턴 자체의 이동과의 레이저 스팟의 원 이동의 중첩은 에지 근처의 영역에 대한 레이저 처리의 증가된 영향을 가져다준다.

[0060] 3) 전체 주변 영역(10)이 2개의 독립적인 예를 들어 연속하는 레이저 어블레이션 이벤트에 의해 처리되는 2중 스캐닝 전략은 박막 태양광 모듈(1)의 반도체층(4) 및 전극층(3, 5)으로부터 모든 재료를 제거하는데 가장 성공적이라는 것이 밝혀졌다. 이러한 2중 스캔 전략은 원 형태의 스캐닝 패턴에 의해 가장 효율적으로 획득된다.

[0061] 기판(2)의 에지 영역으로부터의 재료의 제거는 주변으로부터 내부 영역(9)으로서 기판(2) 상에 형성된 능동 박막 스택의 한계를 정하게 한다. 이러한 분리는 예를 들어 모래 분사에 의해 또는 레이저를 이용하여 박막 코팅된 기판(2)의 주변 영역(10)에서 반도체층(4) 및 전극층(3, 5)을 제거함으로써 달성될 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 레이저 처리 시스템에서, 1064 및 1030 nm의 파장을 각각 갖는 광을 각각 제공하는 Nd:YAG 또는 Yt:YAG형 레이저 공진기가 사용될 수 있다. 바람직하게는, 레이저는 100 ns보다 더 짧은 펄스 지속 시간과 0.1 J/m^2 내지 20 J/cm^2 범위의 펄스 에너지 밀도를 보인다. 가공 빔(machining beam)의 경로 내에 배치된 광학 시스템은 정사각형 형상 또는 원형의 섬유 케이블과 가공될 태양광 모듈(1)의 표면 상의 광학 섬유 케이블의 출력을 투영하는 광학 투영 부재를 구비한다. 스캐너 광학 기기는 가공될 표면의 평면 내에서 레이저 스폿을 이동시키는 것을 허용한다. 스캐너 광학 기기의 상대적인 스캐닝 속도는 가공될 표면 상에서 바람직하게는 7 m/s 내지 20 m/s 사이에서 선택되고, 위치 설정기는 100 mm/s 내지 400 mm/s 사이의 상대 진행 속도로 모듈을 이동시킨다. 이러한 레이저 처리 시스템은 처리될 기판(2)에 대한 지지부를 더 포함할 수 있다.

[0063] 가동될 표면 상의 레이저 스팟의 바람직한 스캐닝 전략은 모듈의 주변 영역(10)의 폭(11)과 동일하거나 실질적으로 동일한 직경을 갖는 원이다. 리사주 도형과 같은 레이저 스팟을 위한 다른 경로는, 주변 영역(10)의 폭(11)을 걸치고, 레이저 처리 시스템의 일부인 갈보 스캐너 광학 기기의 미러의 2개의 고조파 진동을 중첩함으로써 형성되며, 레이저 스팟은 7 m/s 내지 20 m/s 사이의 상대 접선 속도를 갖는 원 또는 다른 리사주 도형 상에서 이동하고, 원 또는 다른 리사주 도형은 100 ㎜/s 내지 400 ㎜/s의 상대 속도로 가공될 모듈(1)의 에지를 따라 이동하고 후자는 기계 광학 시스템에 비하여 100 ㎜/s 내지 400 ㎜/s의 속도로 위치 설정기에 의해 기판(2)을 이동시켜 획득된다.

[0064] 본 발명이 도면 및 전술한 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에서 예시되고 설명되었지만. 이러한 예시 및 설명은 도시적이거나 예시적이고 한정적이지 않다; 본 발명은 개시된 실시예에 한정되지 않는다.

[0065] 개시된 실시예에 대한 다른 변형은 청구된 발명을 실시하는데 있어서 도면, 개시 내용 및 첨부된 도면을 연구하는 것으로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 이해되고 수행될 수 있다. 특허청구범위에서, "포함하는"이라는 문구는 다른 구성 요소 또는 단계를 배제하지 않으며, 단수로 기재된 것은 복수를 배제하지 않는다. 소정의 기준이 상호 상이한 종속항에서 언급된다는 단순한 사실은 이러한 기준의 조합이 이점으로 사용될 수 없다는 것을 나타내는 것은 아니다. 특허청구범위에서의 임의의 도면 부호는 범위를 제한하는 것으로 고려되어서는 안 된다.

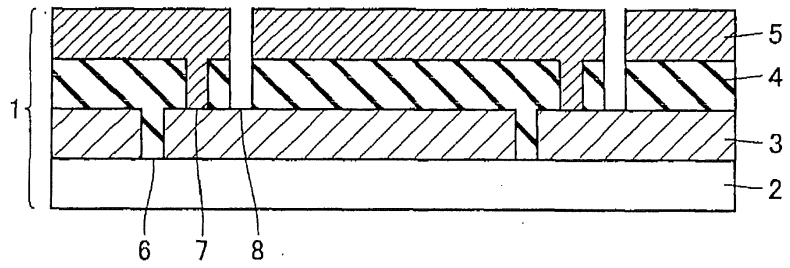
부호의 설명

[0066]

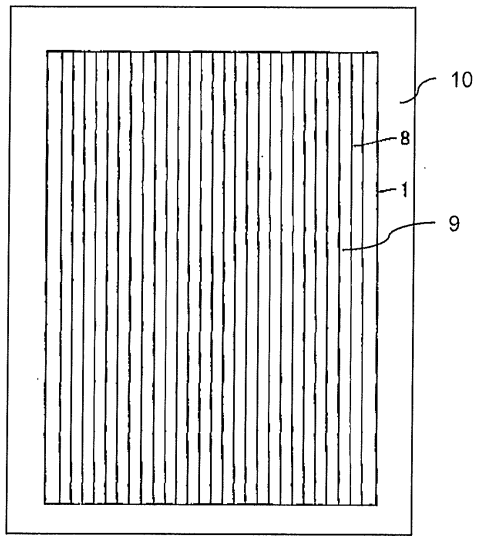
1	박막 태양 전지
2	기판
3	제1 전극층
4	광전 변환층
5	제2 전극층
6	그루브
7	그루브
8	그루브
9	내부 영역
10	주변 영역
11	폭
12	스캐닝 패턴
13	이동

도면

도면1



도면2



도면3

