



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0126717
(43) 공개일자 2010년12월02일

(51) Int. Cl.

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

(21) 출원번호 10-2010-7019249

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월02일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년08월30일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/001323

(87) 국제공개번호 WO 2009/110999

국제공개일자 2009년09월11일

(30) 우선권주장

61/068,020 2008년03월04일 미국(US)

(71) 출원인

솔렉슨트 코포레이션

미국 95131 캘리포니아주 산 호세 베링 드라이브
2385

(72) 발명자

레디 다모데

미국 95032 캘리포니아주 로스 가토스 웨스트 모
짜르트 애비뉴 16457

라이드홀름 크레이그

미국 95135 캘리포니아주 산 호세 미도우랜즈 레
인 3414

(74) 대리인

유미특허법인

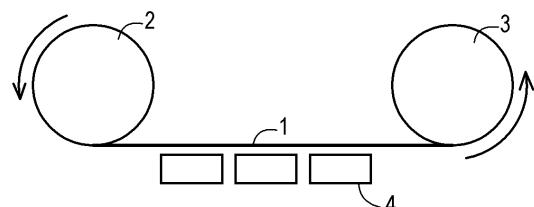
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 태양 전지의 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 룰-투-룰 방식으로 광전 소자를 제조하기 위한 방법 및 장치를 개시한다. 본 발명에 따른 제조 장치는 신규하고 비자명성을 가지며 박막 태양 전지를 제조하는데 있어서 비용 효율성과 잇점을 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

임의의 길이의 플렉서블 호일을 포함하는 기판을 제공하는 단계,

상기 기판의 일부에 광전 소자를 포함하는 복수 층의 셋트를 형성하는 단계를 포함하며, 상기 복수 층 중 적어도 한 층이 흡수층을 포함하고, 상기 흡수층이 적어도 하나의 Group II-VI 화합물을 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수 층의 셋트가 전극층, 흡수층, 원도우층 및 TCO층을 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 기판은 투명한 것인, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기판은 금속을 포함하며 불투명한 것인, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스(deposition source)를 통해 상기 임의의 길이의 플렉서블 호일을 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함하며, 상기 호일은 가열 또는 냉각될 수 있는 하나 이상의 코팅 드럼을 이용하여 이송되는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스를 통과하여 프리 스펜 배치형태(free span configuration)로 상기 임의의 길이의 플렉서블 호일을 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 임의의 길이의 플렉서블 호일은 제1면과 제1면 반대쪽의 제2면을 가지며, 복수 층의 셋트를 형성하는 단계는 상기 제1면과 제2면에 적어도 하나의 층을 형성하는 단계를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 전극층, 흡수층, 원도우층 및 TCO층은, 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스를 통과하여 기판이 연속적으로 이동하는 동안 형성되는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 층을 형성할 수 있는 적어도 하나의 증착 소스를 통해 상기 기판을 연속적으로 이송하는 동안, 상기 전극층이 상기 기판 상에 형성되고, 상기 흡수층이 전극층 다음에 형성되고, 상기 원도우층이 상기 흡수층 다음에 형성되고 상기 TCO층이 상기 흡수층 다음에 형성되는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 층을 형성할 수 있는 적어도 하나의 증착 소스를 통해 상기 기판을 연속적으로 이송하는 단계를 더 포함하며, 상기 호일은 가열 또는 냉각가능한 하나 이상의 코팅 드럼을 이용하여 이송되는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 중착 소스를 통과하여 프리 스펜 배치형태로 상기 기판을 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 어니얼링, CdCl_2 처리, 셀렌화, 스크라이빙, 레이저 페터닝, 및 기계적인 페터닝으로 구성된 군으로부터 독립적으로 선택되는 하나 이상의 공정을 더 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 흡수층이 CdTe 를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 14

제1항의 방법에 의해 제조된 광전 소자.

청구항 15

임의의 길이의 플렉서블 호일을 포함하는 기판을 제공하는 단계,

층을 형성할 수 있는 하나 이상의 중착 소스를 통과하여 프리 스펜 배치형태로 상기 기판을 연속적으로 이동시키는 단계, 및

상기 기판의 일부에 광전 소자를 포함하는 복수 층의 셋트를 형성하는 단계를 포함하며, 상기 임의의 길이의 플렉서블 호일은 제1면과 제1면 반대쪽의 제2면을 가지며, 복수 층의 셋트를 형성하는 단계는 상기 제1면과 제2면에 적어도 하나의 층을 형성하는 단계를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 복수 층의 셋트가 전극층, 흡수층, 윈도우층 및 TCO층을 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 흡수층이 Group II-VI, Group I-III-VI 및 Group IV 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 흡수층이 CdTe 를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 흡수층이 CIGS를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 흡수층이 비정질 실리콘, 미세결정형 실리콘, 미세비정질 실리콘 및 실리콘 게르마늄으로 구성된 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 21

제15항에 있어서, 상기 기판이 투명한 것인, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 22

제15항에 있어서, 상기 기판이 금속을 포함하며 불투명한 것인, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 23

제15항에 있어서, 어니얼링, CdCl_2 처리, 셀렌화, 스크라이빙, 레이저 페터닝, 및 기계적인 페터닝으로 구성된 군으로부터 독립적으로 선택되는 하나 이상의 공정을 더 포함하는, 광전 소자의 제조 방법.

청구항 24

임의의 길이의 플렉서블 호일을 포함하는 기판을 공급하기 위한 공급 챔버, 제1, 제2 및 제3 챔버를 포함하며, 각각의 챔버가 독립적으로 하나 이상의 증착 소스 및 상기 증착 소스를 통하여 상기 임의의 길이의 호일을 이송하기 위한 이송 수단 및 각각의 상기 증착 소스를 제어하기 위한 제어 수단을 포함하는, 광전 소자의 제조 장치.

청구항 25

제24항에 있어서, 가열 또는 냉각가능한 코팅 드럼을 하나 이상 포함하는, 광전 소자의 제조 장치.

청구항 26

제24항에 있어서, 상기 제1, 제2 또는 제3 챔버 중 적어도 하나의 챔버가 프리 스팬 배치형태로 하나 이상의 증착 소스를 통해 상기 임의의 길이의 호일을 이송하기 위한 이송 수단을 포함하는, 광전 소자의 제조 장치.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 플렉서블 호일은 제1면 및 그 반대쪽의 제2면을 가지고, 적어도 하나의 상기 챔버가 제1면 및/또는 제2면상에 위치하는 적어도 하나의 증착 소스를 가지는, 광전 소자의 제조 장치.

명세서

기술 분야

[0001]

관련출원에 대한 교차 참조

[0002]

본 출원은 2008년 3월 4일자로 출원된 미국 가특허출원 61/068,020호에 대한 우선권을 주장하며 이 가특허출원의 내용은 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.

[0003]

본 출원은 태양 전지의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004]

높아지는 오일 가격은 비용 효율적인 재생가능한 에너지 개발의 중요성을 부각시켰다. 태양 에너지를 저장하기 위한 비용 효율적인 태양 전지를 개발하기 위해 전 세계적으로 수많은 노력들이 경주되고 있다. 현재, 태양 전지가 전통적인 에너지원 정도로 비용 효율적이기 위해서는 태양 전지가 1달러/와트 미만의 비용으로 제조되어야 한다.

[0005]

현재 태양 에너지 기술은 넓게 결정형 실리콘 및 박막 기술로서 분류된다. 대략 90%의 태양 전지가 실리콘-단 결정 실리콘 또는 다결정 실리콘으로 제조된다. 결정형 실리콘(c-Si)은 대부분의 태양 전지에서 광흡수 반도체로서 사용되어 왔는데, 결정형 실리콘은 광의 흡수체로서 비교적 양호하지 못하며 상당한 두께(수백 μm)의 재료를 요구한다. 그럼에도 불구하고, 결정형 실리콘은 좋은 효율(13-18%, 최대이론치의 1/2 내지 2/3)로 안정한 태양 모듈을 만들어 내며 미소전자 기반 지식으로부터 개발된 가공 기술을 사용하기 때문에 편리한 것으로 알려져 있다. 실리콘 태양 전지는 제조 비용이 3.5달러/와트보다 높아서 매우 비싸다. 제조기법은 발달했지만 비용 절감이 용이하지 않은 실정이다.

[0006]

2세대 태양 전지 기술은 박막을 기초로 하고 있다. 주된 박막 기술은 비정질 실리콘, 구리 인듐 갈륨 셀레나이드(CIGS) 및 카드뮴 텔루라이드(CdTe)를 기초로 한다. 구리 인듐 갈륨 디셀레나이드(CIGS) 흡수체로 제조된 박막 태양 전지는 10-12%의 높은 전환율을 달성한다는 점에서 밝은 전망을 보여준다. CIGS 태양 전지의 효율은 그 최고 기록(19.9% NREL)이 다른 박막 기법에 의해 달성되는 효율과 비교했을 때 훨씬 더 높다. 기록적인 소면적 소자는 자본 집약적이고 매우 고비용인 전공 증착 기술을 이용하여 제작되어 왔다. 많은 회사들(Honda, Showa, Shell, Wurth Solar, Nanosolar, Miasole 등)이 유리 기판 및 플렉서블 기판 상에 CIGS 태양 전지를 개발하고 있다. 그러나, 대면적 기판 상에 균일한 조성의 CIGS 박막을 제작하는 것은 매우 어렵다. 그 부분적인 이유는 증착 화학과 CIGS를 형성하기 위한 후속적인 반응 화학의 필요성 때문이다. 이러한 한계는 또한 공정

수율에도 영향을 주어, 공정 수율이 일반적으로 매우 낮다. 이러한 한계로 인해 CIGS 태양 전지를 대규모로 저비용으로 상업적으로 생산할 정도로는 증착 기술이 성공적으로 구현되지 않았다. CdTe는 이러한 문제가 없으며 단일 공정으로 제조될 수 있다.

[0007] 16.5%의 효율을 가진 CdTe 태양 전지가 NREL(National Renewable Energy Laboratory)에 의해 시현되었다. CdTe 태양 전지는 때로는 3 mm 두께의 유리 기판 상에 CdTe를 증착시킴으로써 제조되고 다시 3 mm 두께의 커버 유리로 덮여진다. 이 공정은 느리고 비용이 높다. 또한, 이러한 CdTe 태양 전지는 매우 무겁고 주거용 지붕의 용도(태양 산업의 최대 판매 부분의 하나)로는 사용될 수 없다. 따라서 플렉서블 CeTe 태양 전지의 효율적인 제조 공정의 필요성이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 플렉서블 태양 전지를 효율적으로 제조하기 위한 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 광전 소자를 제조하는 방법에 있어서, 임의의 길이의 플렉서블 호일을 포함하는 기판을 제공하는 단계, 상기 기판의 일부에 광전 소자를 포함하는 복수 층의 셋트를 형성하는 단계를 포함하며, 상기 복수 층 중 적어도 한 층이 Group II-VI, Group I-III-VI 및 Group IV 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 흡수층을 포함하는, 방법이 제공된다. 일 구현예에서, 상기 복수 층의 셋트는 전극층, 흡수층, 윈도우층 및 TCO층을 포함한다. 일 구현예에서, 상기 기판은 투명할 수 있거나 또는 금속으로 만들어 질 수 있으며, 불투명 할 수 있다. 일 구현예에서, 상기 플렉서블 호일은 가열 또는 냉각가능한 하나 이상의 코팅 드럼을 이용하여 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스(deposition source)를 통과하여 연속적으로 이동한다. 일 구현예에서, 상기 기판은 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스를 통과하여 프리 스팬 배치형태(free span configuration)로 연속적으로 이동한다. 드럼과 프리 스팬 이동이 결합될 수 있다. 상기 임의의 길이의 플렉서블 호일은 제1면과 제1면 반대쪽의 제2면을 가질 수 있으며, 복수 층의 셋트를 형성하는 단계는 상기 제1면과 제2면에 적어도 하나의 층을 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명의 일 구현예에 있어서, 전극층, 흡수층, 윈도우층 및 TCO층은, 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스를 통과하여 기판이 연속적으로 이동하는 동안 실질적으로 동시에 형성될 수 있거나, 또는 다른 구현예에 있어서 층을 형성할 수 있는 하나 이상의 증착 소스를 통과하여 기판이 연속적으로 이동하는 동안 전극층이 기판 상에 형성되고, 흡수층이 전극층 다음에 형성되고, 윈도우층이 흡수층 다음에 형성되고 TCO층이 흡수층 다음에 형성될 수 있다. CIGS 및 CIS, CIGSe 등의 관련 재료들은 Group I-III-VI 재료의 예들이다. 비정질 실리콘, 미세결정형 실리콘, 미세비정질 실리콘 및 결정형 실리콘은 Group IV 재료의 예들이다. 본 발명은 또한 광전 소자의 제조 장치로서, 임의의 길이의 플렉서블 호일을 포함하는 기판을 공급하기 위한 공급 챔버, 제1, 제2 및 제3 챔버를 포함하며, 각각의 챔버가 독립적으로 하나 이상의 증착 소스 및 상기 증착 소스를 통과하여 상기 임의의 길이의 호일을 이송하기 위한 이송 수단 및 각각의 증착 소스를 제어하기 위한 제어 수단을 포함하는, 장치를 제공한다. 가열 또는 냉각가능한 코팅 드럼이 하나 이상 존재할 수 있다. 또한, 상기 제1, 제2 또는 제3 챔버 중 적어도 하나의 챔버가 프리 스팬 배치형태로 하나 이상의 증착 소스를 통해 상기 임의의 길이의 호일을 이송하기 위한 이송 수단을 포함한다. 또한, 상기 플렉서블 호일은 제1면 및 그 반대쪽의 제2면을 포함할 수 있고, 적어도 하나의 챔버가 제1면 및/또는 제2면 상에 위치하는 적어도 하나의 증착 소스를 가지고 있다. 본 발명은 상기 방법 및/또는 장치에 의해 제조되는 광전 소자를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 잇점은, 본 발명의 제조 방법에 따라 제조된 증착층이, 산화 또는 기타 오염 문제를 야기함으로써 태양 전지의 성능 및 수율의 감소를 초래하는 주위 환경에 노출되지 않는다는 것이다. 또 다른 잇점은 필름 형성 챔버의 내부가 대기압에 노출되지 않아 수증기에 의한 내부 벽의 습윤이 저감될 수 있다는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 플렉서블 호일이 공급 롤부터 테이크업 롤까지 롤-투-롤 방식으로 배치되는, 본 발명의 일 구현예의 일

반적인 측면 개략도이다.

도 2는 본 발명의 공정을 수행하기 위한 장치의 일 구현예의 일반적인 측면 개략도이다.

도 3은 프리-스팬 챔버를 가진 진공챔버를 포함하는, 본 발명의 공정을 수행하기 위한 장치의 일 구현예의 일반적인 측면 개략도이다.

도 4는 복수의 프리-스팬 챔버를 가진, 본 발명의 공정을 수행하기 위한 장치의 일 구현예의 일반적인 측면 개략도이다.

도 5는 챔버 내에 패터닝 시스템을 가진, 본 발명의 일 구현예의 일반적인 측면 개략도이다.

도 6은 온도 제어를 위한 드럼을 사용하지 않고 호일을 가공할 수 있는, 본 발명의 일 구현예의 일반적인 측면 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

본 발명은 플렉서블 기판 상에 박막 태양 전지를 제작하는 방법을 제공한다. 본 발명은 완전한 소자의 제조 방법을 제공하는데, 미가공 형태의) 플렉서블 기판을 공급하고 연속 공정으로 완전한 태양 전지 소자가 제조된다,

[0013]

이하, 본 발명을 실시하는데 있어서 본 발명자들이 최상의 방법이라고 생각하는 구현예를 포함하여 일부 구체적인 구현예를 참고로 본 발명을 상세히 설명하기로 한다. 이러한 구체적인 구현예들은 첨부된 도면에 도시되어 있다. 본 발명이 이를 구체적인 구현예와 결부되어 설명되지만 이는 본 발명을 본 명세서에 기재된 실시예로만 한정하고자 하는 의도가 아니라는 점은 이해될 것이다. 오히려, 청구범위에 의해 정해지는 본 발명의 정신 및 범위 내에 포함될 수 있는 치환, 변형 및 등가물을 포함하고자 하는 의도인 것으로 이해되어야 한다. 하기 상세한 설명에서, 본 발명의 보다 완전한 이해를 위해 수많은 상세한 사항들을 기재하였다. 본 발명은 이러한 상세한 사항 중 일부 또는 전부가 없어도 실시될 수 있다. 본 출원의 상세한 설명과 청구범위에서 단수형 표현은 문맥상 명백하게 모순이 되지 않는 한 복수형도 포함한다. 달리 정의되어 있지 않은 한, 본 명세서에 사용된 모든 기술적인 용어 및 과학적인 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자들에게 통상적으로 이해되는 의미와 동일한 의미를 가진다.

[0014]

"플렉서블"이란 용어는 구부리질 수 있다는 것을 의미한다. 본 발명에서는 호일로서 작용하기에 적절할 정도로 플렉서블한 광범위한 재료들이 사용된다. 호일 또는 기판 재료가 별다른 부작용 없이 둘 상에 감겨질 정도로 충분히 플렉서블한 것이 바람직하다.

[0015]

"호일"이란 용어는 본 발명에 따라 광전 소자에 이용되기에 적합한 모든 재료를 포함하여, 광전 소자에 적합한 시트, 직조형 또는 비직조형 웹 및/또는 라미네이트 또는 기타 구조물로서, 예를 들어 금속(예: Al, Mo, Cu), 금속 합금(예: 스테인레스 스틸), 폴리머(예: 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리에테르설톤, 폴리에테르이미드, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리에스테르 등) 또는 그 혼합물 및/또는 라미네이트가 있다. 호일은 불투명할 수도 있고 투명할 수도 있다. 호일은 본 발명의 공정에 적합한, 임의의 형태, 두께, 폭 또는 길이를 가질 수 있다. 호일은, 호일이 다른 임의의 적절한 재료와 함께 스플라이싱되고, 여전히 본 발명에 따른 연속 "길이"를 가지는 경우 리더 또는 "브레이크"를 포함할 수 있다. 선택적으로는, 호일은 바람직하기로는 전기전도성 재료를 포함하는, 하나 이상의 재료의 라미네이트를 포함할 수 있다. 호일은 다양한 용도를 위한 임의의 공정에 의해 호일 내에 임의의 수의 홀(hole)을 가지고 있을 수 있다. 바람직하기로는, 플렉서블 호일은 본 발명의 공정에 따라 광전 소자의 기판으로서 이용된다. 플렉서블 호일은 전극으로 이용될 수 있으며, 한 층에 전극 재료를 포함하는 라미네이트로 만들어 질 수 있다. 호일은 제1면 및 반대쪽의 제2면 또는 후면을 가질 수 있다. 호일이 본 발명의 기판으로 사용되는 경우, 대부분의 환경에서 기판으로서 기능하기 위해서는 약 25 μm 내지 500 μm , 바람직하기로는 약 150 μm 의 두께를 가져야 한다. "롤-투-롤(roll-to-roll)"이란 용어는 본 발명에서 이용되는 바람직한 방법으로서, 플렉서블 호일의 둘이 공정에 공급되고 완성된 플렉서블 태양 전지가 감기는 테이크업 둘이 공정에 포함되는 것을 의미한다. 본 발명에서는, 플렉서블 호일이 롤-투-롤 배치형태로 양쪽 방향으로 주행할 수 있다.

[0016]

"플렉서블 호일 상에 층을 형성할 수 있는 일련의 증착 소스"란 플렉서블 호일 상에 층을 증착 또는 성장 또는 예칭, 스크라이빙 또는 플렉서블 호일 상에 작용가능한 적어도 2개 이상의 "증착 소스"를 의미한다.

[0017]

"층을 형성"한다는 것은 층을 또는 이미 존재하는 층 상에 작용하는 층을 증착, 예칭, 반응, 스크라이빙 또는 성장 또는 부가하는 단계를 의미한다.

- [0018] "층을 증착"한다는 것은 PVD, CVD, 증발 및 승화 등에 의해 층을 형성, 반응, 에칭 및/또는 스크라이빙하는 단계들을 의미한다.
- [0019] "증착 소스"란 용어는 물리적 및 화학적 증착 장치 등을 이용하여 층을 성장 또는 형성할 수 있는 장치 및 재료를 포함하는 광범위한 의미로 사용된다. 본 발명에서는 "증착 소스"란 용어가 층 또는 층들을 형성 또는 변경시키기 위해 광전 소자의 층 상에 형성, 반응, 에칭 및/또는 스크라이빙 또는 작용 또는 화학 반응을 수행하기 위한 장치 및 재료를 포함하는 의미로 사용된다.
- [0020] "프리 스판"이란 용어는 드럼을 사용하지 않고도 호일의 가공을 가능하게 하는 것을 의미한다. 본 발명의 일 구현예에서, 호일은 제1면 또는 제2면 또는 바람직하다면 양쪽 면에 동시에 복수의 증착 장치가 작용하여 가공된다. "프리 스판"이란 용어는 본 발명의 전체 공정이 드럼 없이 진행되는 경우도 있지만 이로한 경우로만 한정하는 것은 아니고 적어도 한 공정은 드럼 없이 진행된다는 의미로 해석된다. 일부 구현예에서는 프리 스판 구조를 가진 챔버에 드럼 공정이 있을 수 있고, 모든 챔버에 드럼이 없을 수도 있다. 호일의 안내와 장력제어(tensioning)를 위해 당해 기술 분야에서 이러한 목적에 적합한 멀티-롤이 공지되어 있다.
- [0021] "진공챔버"란 당해 기술분야에서 공지된 수단을 통해 압력을 제어할 수 있는 능력을 가진 챔버를 포함하는 의미로 사용된다.
- [0022] "광전 소자"란 적절한 리드선과 커넥션을 가진 환경에서 작동시 광을 전기로 변환시키는데 필요한 최소수의 층을 가진 다층 구조물을 의미하는 것으로 사용된다. 바람직하기로는, 이 소자는 적어도 다음과 같은 층을 순서대로 포함한다: 기판/전극층/흡수층/원도우층 및 TCO층. 일 구현예에서, 광전 소자는 수퍼스트라트(superstrate) 구조를 가지며, 적어도 다음과 같은 층을 순서대로 포함한다: 기판/TCO/원도우층/흡수층/전극층. 수퍼스트라트 구조에서는, 기판은 투명할 수도 있고 불투명할 수도 있다. 바람직한 구현예에서, 기판은 금속을 포함하며, 불투명하다. 이를 구조에서, 흡수층과 전극층 사이에 배리어 인터페이스층이 존재하는 것이 바람직하다. 소자는 리드선과 커넥션과 같이 소자를 실제 이용하는데 필요한 임의의 추가적인 구조체를 가질 수 있다. 상기 본 발명의 바람직한 구현예에서는 광전 소자의 층의 순서 또는 층의 증착 순서가 제한되지 않는다. "제1 광전 소자를 포함하는 복수 층의 셋트를 형성"이라고 하는 경우, 본 발명은 기판 상의 임의의 층들의 특정 셋트의 정확한 증착 순서 또는 정확한 층 순서로 제한되지 않는다.
- [0023] "복수 층의 셋트"란 사용시 적절하게 위치하는 경우 태양 소자, 즉 광을 전기로 변환시키는 소자로서 작용하는데 필요한 적절한 조성을 가진 최소한의 수의 층을 의미한다.
- [0024] "연속"이란, 기판으로서 작용하는 플렉서블 호일의 주행 길이가 한 셋트의 증착 소스를 통과하면서 인풋 소스(공급 룰)로부터 테이크업 룰 또는 기타 공정을 종료시키기 위한 수단까지 연속적으로 연장되어 있는 공정에서 호일이 층을 형성하기 위한 한 셋트의 증착 소스를 통과하는 공정에서 임의의 길이의 플렉서블 호일 상으로 적어도 한 셋트의 복수 층이 형성되는 것을 의미한다. 본 발명은 또한 "연속"이란 용어가 플렉서블 호일이 한 셋트의 증착 소스를 지나 후방 또는 역방향으로 주행하는 것을 의미하는 경우도 포함한다. 이러한 구현예는 재가공을 포함하여 다양한 목적에 유용하다.
- [0025] "플렉서블 호일의 이송 수단"이란 용어는 룰-투-룰 시스템, 룰-투-시트 시스템 또는 임의의 수와 형태의 멀티룰을 포함하는 프리 스판 구조 또는 전술한 것의 임의의 조합을 포함하는 구조 또는 시스템 등을 구현하기 위한 테이크업 룰 및 공급 룰을 포함하는 의미로 사용된다. 이 수단은 본 명세서에서 논의된 드럼도 포함한다. 드럼, 공급 룰, 테이크업 룰, 멀티 룰 중 어느 것이라도 자유 롤링 가능하거나 기계적으로 구동되고 시스템 컴퓨터에 의해 제어된다.
- [0026] "플렉서블 호일 상에 멀티 층을 형성하기 위한 수단"은 물리적 및 증기 증착 소스 및 장치, 에칭, 스크라이빙, 페터닝, 클리닝 및 층들의 일부 또는 전부의 변화, 형성 또는 반응을 위한 공정 및 장치를 포함한다.
- [0027] "각각의 증착 소스를 독립적으로 제어하기 위한 수단"은 당해 기술분야에서 복수의 증착 공정을 제어하기 위한 기술을 포함하는 것으로서, 컴퓨터와 이에 따른 소프트웨어 등이 있으나 이로만 제한되는 것은 아니다.
- [0028] 본 발명의 일 구현예에서, 광전 소자는 기판층/전극층/흡수층/원도우층/TCO층을 포함하며, TCO는 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide)을 나타낸다. 전극과 흡수층 사이에 배리어 인터페이스층이 존재하여 다음과 같은 구조를 만드는 것이 바람직하다: 기판층/전극층/배리어 인터페이스층/흡수층/원도우층/TCO층. 일 구현예에서, 전극(도전체)은 전형적으로 금속 (Al, Mo, Ni, Ti 등)이지만, ZnTe와 같은 반도체일 수도 있다. 금속 전극의 두께는 약 200 nm 내지 2,000 nm, 바람직하기로는 약 500 nm 이다. 인터페이스(배리어)층의 재료는

당해 기술분야에서 공지되어 있으며 ZnTe와 같은 임의의 적절한 재료 또는 금속과의 직접적인 오음 컨택을 용이하게 형성하지 않는 CdTe 및/또는 CIGS와 같은 흡수 재료와의 컨택 면에서 잇점이 있는 유사한 재료이다. 전극 재료는 전형적으로 스퍼터링에 의해 증착된다. 평판 또는 회전 마그네트론이 이용될 수 있다. 인터페이스층도 유사한 방법 또는 증발에 의해 증착될 수 있다. 본 발명의 일 구현예에서, 이들 2개의 층의 스퍼터링은 단일 챔버에서 이루어질 수 있는데, 기판은 온도 제어형 드럼 또는 프리 스팬 상에 위치한다. 이로 인해 기판 취급 및 열 하중 관점에서 예지치 않은 잇점이 있다.

[0029] 본 발명의 일 구현예에서, 전극과 인터페이스층이 증착된 후, 플렉서블 호일은 다른 챔버를 통해 이송된다. 챔버들 간의 환경 분리를 위해 상이하게 펌핑되는 슬럿이 이용될 수 있다.

[0030] 일 구현예에서, 흡수층은 스퍼터링 또는 당해 기술분야에서 이러한 목적으로 공지된 물리적 증착방법(PVD)에 의해 증착될 수 있으며, 이러한 방법의 예로는 CSS(close space sublimation), VTD(vapor transport deposition), 증발, CSVT(close-space vapor transport) 또는 이와 유사한 PVD 방법 또는 화학적 증착방법(CVD)이 있다. 흡수층은 Group II-VI, Group I-III-VI 및 Group IV 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는 화합물을 포함할 수 있다. Group II-VI 화합물로는 ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe, CdTe, HgS, HgSe, HgTe, MgTe 등이 포함된다. 바람직한 것은 Group II-VI 화합물이며, 특히 바람직한 것은 CdTe이다.

[0031] 일 구현예에서 흡수 재료는 전형적으로 400°C보다 높은 온도에서 기판을 제어하면서 증착될 수 있다. CdTe 및 CIGS가 바람직한 흡수체이다. CIGS는 CuIn_xGa_{1-x}Se로서 0≤x≤1이다. 이들의 예로는 일반적으로 CIGS라고 지칭되는 재료의 패밀리로서, CIS, CISE, CIGSe, CIGSSe가 포함된다. CdTe 흡수층의 두께는 약 1 μm 내지 10 μm, 바람직하기로는 약 5 μm이다. CIGS 흡수체의 두께는 약 0.5 μm 내지 5 μm, 바람직하기로는 약 2 μm이다.

[0032] 흡수층의 증착 후, 윈도우층이 비슷한 PVD 방법에 의해 증착될 수 있다. 윈도우층은 CdS, ZnS, CdZnS, ZnSe 및/또는 In₂S₃를 포함할 수 있다. 바람직한 구현예에서, CdS가 윈도우층 재료이고 CSS 또는 VTD와 같은, 당해 기술분야에서 공지된 기법에 의해 증착될 수 있다. CdS 윈도우층의 두께는 약 50 nm 내지 200 nm, 바람직하기로는 약 100 nm이다. 윈도우층 증착에 이어서, 후공정 입자성장단계가 실시되며, 후공정 단계의 예로는 CdTe 입자성장에 대한 분야에서 공지된 CdCl₂ 처리단계등이 있다. 이 단계는 CdS 증착 이전 또는 이후에 실시될 수 있으며, 일부 구현예에서는 흡수체와 동일한 증착챔버에서 일어날 수도 있고 제3의 별도의 챔버에서 일어날 수도 있다.

[0033] 일 구현예에서, 흡수체 및 윈도우층 증착 및 후 증착 입자성장단계 후에, TCO가 예를 들어 스퍼터링과 같은 PVD 법에 의해 증착될 수 있다. 이러한 목적으로 당해 기술분야에서 공지된 TCO로는 ZnO, ZnO:Al, ITO, SnO₂ 및 CdSnO₄ 등이 있다. ITO는 10%의 Sn을 함유하는 In₂O₃이다. TCO 두께는 약 200 nm 내지 2,000 nm, 바람직하기로는 약 500 nm이다.

[0034] 본 발명은 필요하다면 추가적인 층의 증착을 포함한다. 그 예로는 태양 전지 소자 성능의 향상을 위해 그리드형 패턴으로 상부 금속 컨택을 형성하는 것을 포함한다.

[0035] 플렉서블 태양 전지는 완성된 다음 테이크업 스풀 상에 다시 감길 수 있다. 이 공정은 연속 플렉서블 호일을 유지하기 위해 새로운 플렉서블 호일 리더가 이전의 플렉서블 호일 테일로 스플라이싱되는 지에 따라 반연속 또는 연속 공정으로 수행될 수 있다. 일 구현예에서, 플렉서블 호일은 처음에 시스템에 올려지고 공정을 통해 주행된 다음 탈착된다. 이것은, 플렉서블 호일을 시스템에 올려놓기 위해서는 플렉서블 호일을 출발시킬 때마다 시스템을 오픈해야한다는 것을 의미한다. 이러한 시스템에서는 주기적인 유지관리가 필요하기 때문에, 시스템 업 타임과 이를 통한 공정에 영향을 주지 않도록 플렉서블 호일의 길이를 유지관리 스케줄과 동기화시킬 수 있다.

[0036] 본 발명에 따라 제조되는 광전 소자는 500 m 정도의 길이를 가질 수 있는 기판의 전장에 걸쳐 양호한 층 접착성을 나타내는, 예기치 않은 잇점을 가지고 있다. 게다가 이 층들은 예상치 못한 일정한 화학량론적 조성을 나타낸다.

[0037] 일 구현예에서, 전지는 제조되는 현장에서 모노리스식 조립 스킴에 따라 모듈로 조립될 수 있다. 이때 시스템 내부에 레이저 및/또는 기계적 스크라이빙 툴이 이용된다. 본 발명에서는 스크라이빙 공정의 위치가 시스템 내에서 다양하게 달라질 수 있다. 일 구현예에서, 제1 스크라이브는 후면 전극 다음에 위치할 수 있고, 흡수체 증착 직전에 배리어 인터페이스층이 증착된다. 다른 구현예에서는, 고저항 ZnO의 증착 직후, ZnO:Al 또는 저저

항 TCO의 증착 직전에 제2 스크라이브를 위치시킨다. 제3, 즉 최종 스크라이브는, 일 구현예에서는 저저항 TCO 다음에 위치되지만, 일부 구현예에서는 이 층이 최종층이기 때문에 별도의 단독 시스템 상의 제조 장치 외부에서 또는 슬리팅/시팅, 컨택팅 또는 패키징과 같은 후속 공정의 툴과 연계하여 이루어질 수도 있다. 스크라이브는 기판의 앞 또는 뒤에 위치할 수 있다.

[0038] 일 구현예에서, 수소 또는 형성용 개스와 같은 환원 분위기에서 처리 또는 어니얼링이 실시된다. 다른 구현예에서, 산소, HCl, 또는 질소 산화물 등을 함유하는 산화 분위기에서 처리 또는 어니얼링이 실시될 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 구현예에서, 제조 시스템은 기판의 전면과 접촉하지 않는다. 바람직한 구현예에서, 모든 층들은 스퍼터링, 증발, CSS, CSVT, VTD 또는 기타 이러한 방법을 포함하는 PVD 방법에 의해 증착된다.

[0040] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예에 대해 설명하기로 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 일반적인 개략도이다. 플렉서블 호일(1)이 공급 롤(2)로부터 테이크업 롤(3)까지 롤-투-롤 방식으로 위치한다. 공급 롤(2)과 테이크업 롤(3) 사이에는 증착 영역 또는 재료 소스영역이 위치하고 여기에 증발형 증착 소스(4)가 위치하는데, 그 예로는 전통적인 증발, CSS, VT, CSVT 및 CVD 장치가 있다. 이 증착 영역에서, CdTe와 같은 박막 태양 전지의 층들이, PVD 또는 CVD 수단에 의해, 이송되는 플렉서블 호일 상에 연속 방식으로 증착된다. 본 발명에서는, 크기와 조성면에서 필요한 층을 적절하게 형성하기에 적합한 임의의 속도로 호일이 증착 소스를 통과하여 이동하는 동안 증착이 일어날 수 있다.

[0042] 다른 구현예에서, 증착 공정은 호일이 챔버 내에서 일시적으로 정지하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 정지 단계는 호일 상에 작용하는 특정 공정에 영향을 주도록 프로그램될 수 있다. 플렉서블 호일은 특정 챔버에서의 특정 증착 또는 스크라이빙 등과 같은 공정을 수행하기에 적합한 임의의 텐션 상태로 유지될 수 있다. 속도는 일정하지 않을 수 있으며 공정에 따라 달라질 수 있다. 본 발명은 호일의 공급 및 테이크업에 있어서 롤-투-롤 방식으로 한정되지 않는 것으로 이해된다. 예를 들어, 테이크업 롤이 다른 수단(예: 컷 앤드 스택 수단)으로 대치될 수 있다. 마찬가지로 공급 롤이 다른 수단으로 대치될 수 있다.

[0043] 도 2는 본 발명의 장치의 또 다른 구현예를 도시한 것이다. 이 구현예에서, 플렉서블 호일(1)은 전공 공급챔버(19)에서 롤-투-롤 방식으로 배치되고 다른 가공/증착챔버(7, 8, 9)로부터 분리된 챔버(19)에 위치하는 공급 롤(5)로부터 테이크업 롤(6)로 챔버(19)를 통해 이동한다. 각각의 가공/증착챔버(7, 8, 9)는 드럼(10, 11)을 가질 수 있으며, 드럼 주위로 호일이 결합되어 드럼 온도의 제어에 의해 기판의 온도가 냉각 또는 가열 상태로 제어될 수 있다. 챔버(7)는 PVD 증착챔버일 수 있으며, 이 챔버에서 각각의 부재(13a, 13b, 13c)는 독립적으로 스퍼터링 캐소드/타겟 셋트를 포함할 수 있으며 플렉서블 호일 상에 전극을 증착시키고 전극 상에 배리어 인터페이스층을 증착시킬 수 있는 구조로 되어 있다. 본 발명에서는 전극으로서 복수개의 박막 금속 전극층이 증착될 수 있다.

[0044] 일 구현예에서, 본 발명에서 사용되는 드럼은 냉각 또는 가열 개스 또는 액체가 통과할 수 있도록 이중벽 캡(도시되지 않음)을 가진 전형적인 코팅 드럼이다. 각각의 챔버는 필요한 경우 반응성 스퍼터링 개스 또는 Ar과 같은 소스 재료를 챔버로 유동시키기 위해 밸브와 같은 수단을 가지고 있다. 드럼의 전기 가열도 또한 가능하다. 일 구현예에서, 호일의 추가적인 가공(예: 가열, 냉각, 증착, 에칭 및 클리닝)을 위해 챔버(7)와 챔버(9) 사이에 서브챔버(8)가 프리-스팬 모드로 이용될 수 있다. 프리-스팬 챔버는 호일의 전면 및 후면에 증착, 또는 일면에 증착 및 후면에 에칭, 스크라이빙 등의 처리를 하기 위한 챔버로서 작용할 수 있다. 본 발명에 따른 챔버의 환경은 필요한 경우(즉, 오염을 피하기 위함), 호일 주위에 작은 영역(12), 즉 슬릿을 이용하여 분리될 수 있으며, 슬릿들은 챔버 분리 목적을 위해 서로 상이한 펌핑 속도를 가진다. 각각의 증착챔버는 서로 효과적으로 분리되므로 교차 오염이 일어날 수 없다.

[0045] 도 2는 3개의 증착 소스를 도시하고 있지만 본 발명은 이것으로 제한되지는 않는다. 필요하다면, 1개, 2개, 3개, 4개, 5개 또는 그 이상의 증착 소스가 이용될 수 있다. 본 발명은 또한 상기 소스의 정확한 물리적인 위치로 제한되지 않는다. 호일은 상이하게 펌핑되는 슬릿(12)을 통해 챔버(8)를 통과할 수 있다. 흡수층 증착은 CSS, VTD 또는 증발과 같은 PVD 소스(14)에 의해 이루어질 수 있다. 본 발명은 CdTe 및 CIGS 박막의 균일성, 화학량론적 특성 및 형태를 개선하기 위해 당해 기술분야에서 공지된 셀렌화 공정을 포함한다. 도 2에는 PVD 소스(14)가 챔버 외부에 도시되어 있지만 챔버가 "14"로 표시된 PVD 소스를 포함할 수도 있다. 흡수체 증착 후, CdS 및 전형적으로는 CdCl₂에 의한 후증착 입자성장처리 공정이 이루어질 수 있다. CdS층은 재결정화를 위해 450°C에서 어니얼링될 수 있고, CdTe 상에 CdCl₂를 증착시킴으로써 CdTe/CdS 혼합재료(heterojunction)의 활성화 및 어니얼링이 이루어질 수 있다. 이러한 두 공정은 우선순위 면에서 서로 순서를 바꿔서 실시될 수 있

으며, 이는 도 2에 참조번호 15 및 16으로 도시되어 있다. 일 구현예에서, 공정에서 최종 단계는 스퍼터링과 같은 PVD 방법에 의해 챔버(9)에서 증착될 수 있는 TCO층의 형성 단계이다. 도 2는 이들 층의 증착을 위해 사용되는 캐소드(17a, 17b, 17c)를 도시하고 있다. 도 2에는 4개의 챔버가 도시되어 있다. 본 발명은 필요한 증착 단계에 따라 이보다 적거나 많은 수의 챔버를 포함할 수 있다. 본 발명에서는 예를 들어 챔버(8)(후면 증착 소스는 도시되지 않음)과 같은 임의의 프리 스팬 챔버에 이용되는 후면 증착기법이 이용될 수 있다.

[0046] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 구현예에서는 Al 전극이 소스(13a)를 이용한 PVD에 의해 스퍼터링된다. 그런 다음, ZnTe의 배리어 인터페이스층이 소스(13b)를 이용하여 Al 상에 증착된다. 호일은 정지상태에 있거나 또는 증착에 적절한 속도로 이동할 수 있다. 호일이 슬릿(12)을 통과하고 다음 단계에서 CdTe의 흡수층이 배리어 인터페이스층 상에 증착된다. 실질적으로 동시에 챔버(7)에서 전극층과 인터페이스층이 플렉서블 호일의 다른 피스(piece) 상에 증착된다. 전극(Al)/배리어인터페이스층(ZnTe)/흡수층(CdTe)이증착되어 있는 플렉서블 호일(1) 부분에 대해 스크라이빙 예칭 등이 이루어지는데, 이때 인접 영역들을 분할하고 순차적으로 연결시키기 위해 소스/장치(15, 16)가 사용된다. 예를 들어, CdS의 윈도우층이 증착될 수 있고, 복수 층의 셋트에 대해 스크라이빙이 이루어질 수 있고, CdS 및 CdTe 층의 제2 스크라이빙으로 비어(via)가 형성되어 당해 기술분야에서 공지된 방법에 따라 잉크 증착 및 경화가 이루어질 수 있다.

[0047] 필요한 경우, 당해 기술분야에서 공지된 기법을 이용하여 층의 성장을 모니터링할 수 있는데, 이 기법은 성장 표면으로부터의 방사율의 변화, X-선 형광을 이용한 조성의 현장 모니터링을 토대로 한다.

[0048] 도 3은 본 발명의 장치의 또 다른 구현예를 도시한 것이다. 본 발명은 챔버(19)의 상부와 저부에 위치하는 프리-스팬 챔버(23, 8)를 포함한다. 플렉서블 호일(1)이 진공챔버(19), 공급 롤(5), 테이크업 롤(6) 및 기타 다른 가공/증착챔버(7, 8, 9)에 롤-투-롤 방식으로 배치되어 있다. 증착챔버(7, 9)는 드럼(10, 11)을 보여주고 있다. 프리 스팬 챔버(23)로 인해 필요한 경우 플렉서블 호일의 전처리가 가능하거나 또는 전극의 증착을 위한 챔버로 작용 가능하다.

[0049] 도 4는 본 발명의 장치의 또 다른 구현예를 도시한 것이다. 도 4에는 3개의 분리된 하부 프리-스팬 챔버(31, 32, 33)가 도시되어 있다. 본 발명에서는 압력 또는 개스 조성과 같은 상이한 환경 요건을 가진 추가적인 공정이 순차적으로 간접 없이 일어날 수 있다. 각각의 프리-스팬 챔버의 수는 공정 요건에 따라 선택하여 설계될 수 있으며, 1개, 2개, 3개 또는 그 이상일 수 있다. 각각의 프리-스팬 챔버는 개스, 소스 재료, 폐기 물질 등의 유입과 유출을 위해 필요한 밸브를 포함할 수 있다. 각각의 챔버는 전술한 바와 같이 상이하게 펌핑되는 슬릿에 의해 분리된다. 플렉서블 호일(1)이 진공챔버(19), 공급 롤(5), 테이크업 롤(6) 및 기타 다른 가공/증착챔버(7, 8, 9)에 롤-투-롤 방식으로 배치되어 있다. 증착챔버(7, 9)는 드럼(10, 11)을 보여주고 있다. 프리 스팬 챔버(23)로 인해 필요한 경우 플렉서블 호일의 전처리가 가능하거나 또는 전극의 증착을 위한 챔버로 작용 가능하다.

[0050] 도 5는 본 발명의 장치의 또 다른 구현예를 도시한 것이다. 본 발명에서는 패터닝 시스템이 챔버의 내부 또는 외부에 위치할 수 있다. 도 5는 챔버의 내부 또는 외부에 위치하는 패터닝 시스템(50, 51, 52, 53)을 도시하고 있다. 원하는 생성물에 따라 임의의 수의 패터닝 시스템이 이용될 수 있는 것으로 이해된다. 이러한 패터닝 시스템에 의해 모노리스식 조립과 같은 태양 전지 인터커넥트 디자인에 필요한 스크라이빙과 같은 패터닝이 가능하다. 증착챔버(7, 9)는 드럼(10, 11)을 보여주고 있다. 프리 스팬 챔버(23)로 인해 필요한 경우 플렉서블 호일의 전처리가 가능하거나 또는 전극의 증착을 위한 챔버로 작용 가능하다.

[0051] 도 6은 본 발명의 장치의 또 다른 구현예를 도시한 것이다. 도 6의 가공 장치(60)에서는, 플렉서블 호일(61)이 진공챔버(62)에 롤-투-롤 방식으로 배치되고, 챔버(62)에서 챔버(62)에 위치하는 공급 롤(63)로부터 테이크업 롤(64)로 이동하고 다른 가공/증착챔버(65, 66, 67)로부터 이동한다. 일 구현예에서, 각각의 챔버(65, 66, 67)는 프리-스팬형이어서 온도 제어를 위한 드럼을 사용하지 않고도 호일의 가공이 가능하다. 이 구현예에서, 드럼은 드럼 내의 매체의 비점에 의해 또는 드럼의 최대 허용온도와 같은 드럼의 열적 한계에 의해 온도면에서 제한될 수 있기 때문에 호일이 드럼 구조보다 더 높은 온도를 달성할 수 있다. 또한, 프리 스팬 배치형태는 호일이 장력에 의해 드럼에 연결되어 있지 않기 때문에 호일의 자유도를 더 높일 수 있다. 챔버(65)는 PVD 챔버로서 스퍼터링 캐소드/타겟(68a, 68b 및/또는 68c)이 흡수체 증착 이전에 제1 배리어 및 도전층을 증착시킬 수 있다 흡수체 증착은 CSS, VTD 또는 증발과 같은 PVD 소스에 의해 이루어질 수 있고, 이는 도면에 참조번호 69로서 도시되어 있다. 흡수체 증착 후, CdS 및 전형적으로는 CdCl₂에 의한 후증착 입자성장처리 공정이 이루어질 수 있다. 이러한 두 공정은 우선순위 면에서 서로 순서를 바꿔서 실시될 수 있으며, 이는 도 6에 참조번호 70 및 72로 도시되어 있다. 일 구현예에서, 공정에서 최종 단계는 스퍼터링과 같은 PVD 방법에 의해 챔버(67)

에서 증착될 수 있는 TCO층의 형성 단계이다. 이들 층의 증착을 위해 캐소드(71a, 71b, 71c)가 사용된다. 본 발명에서는 프리 스판 모드로, 스퍼터링 캐소드/타겟(73a, 73b, 73c)와 같은 증착 소스가 플렉서블 호일의 후면 상에 층을 증착하기 위해 존재할 수 있다. 후면 증착 공정 및 장치의 추가적인 비제한적인 예가 74a, 74b 및 74c로 도시되어 있다. 멀티 롤(75a, 75b)은 플렉서블 호일을 안내하도록 되어 있다. 챔버를 통해 및 증착 소스 주위 및 증착 소스를 통과하여 호일을 이동시키기에 적합한 임의의 구조 또는 형태로 임의의 수의 롤이 존재할 수 있다.

[0052] 본 명세서에 기재된 구현예들은 단지 예시적인 것일 뿐이며 본 발명에 의해 가능한 층상 구조를 모두 열거한 것은 아니다. 본 명세서에 기재된 층들에 대해 중간층 및/또는 추가층 역시 가능하며 본 발명의 범위 내에 포함된다. 광전 소자의 최종 사용자가 원하는 경우에는 코팅, 실링 및 그밖의 구조적인 층이 포함될 수 있다.

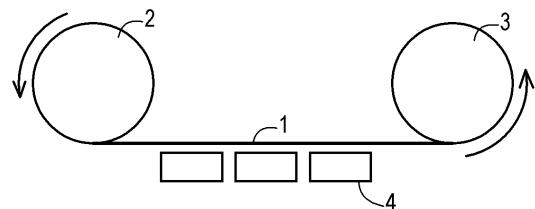
[0053] 본 명세서에 기재된 모든 특허문헌, 간행물 및 개시물은 모든 목적을 위해 그 전체로서 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.

부호의 설명

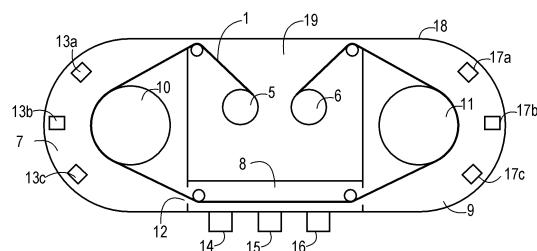
[0054] 1: 플렉서블 호일, 2, 5, 63: 공급 룰, 3, 6, 64: 테이크업 룰
 7, 8, 9, 19, 62, 65, 66, 67: 챔버, 10, 114: 드럼
 4, 14, 15, 16, 69, 70, 72: 증착 소스
 50, 51, 52, 53: 패터닝 시스템

도면

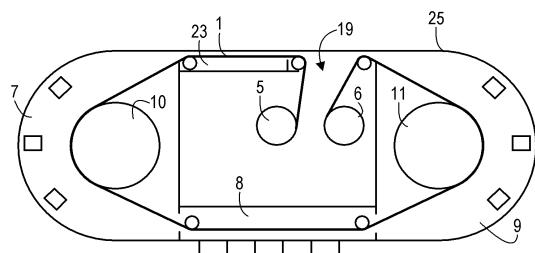
도면1



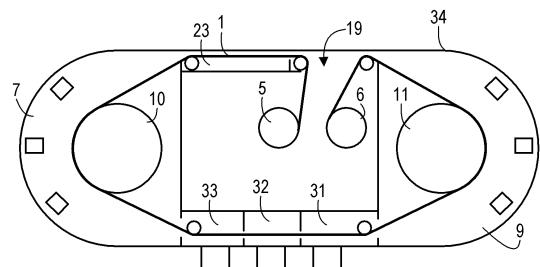
도면2



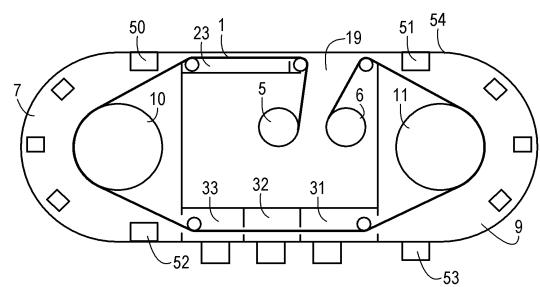
도면3



도면4



도면5



도면6

