



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0091939  
(43) 공개일자 2012년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/18 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0012063  
(22) 출원일자 2011년02월10일  
심사청구일자 2011년02월10일

(71) 출원인  
고려대학교 산학협력단  
서울 성북구 안암동5가 1  
(72) 발명자  
김도연  
서울특별시 영등포구 당산로 214, 삼성래미안4차  
아파트 424동 1302호 (당산동5가)  
박정재  
서울특별시 성북구 지봉로24길 6-14, 307호 (보문  
동2가)  
윤석구  
서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)  
(74) 대리인  
홍동우

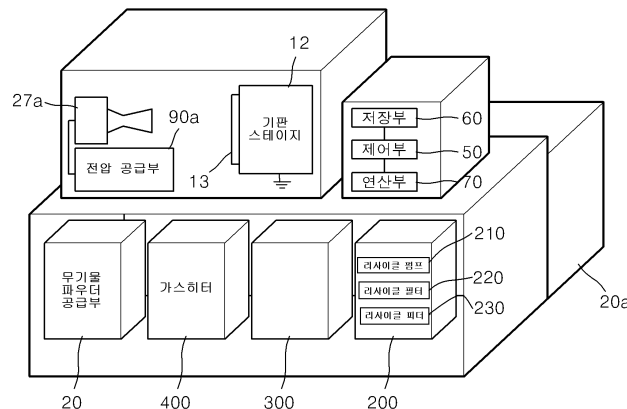
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 무기물 박막 태양전지 제조 장치

(57) 요약

본 발명은, 챔버 내 장착되어 태양전지 기판이 배치되는 기판 스테이지; 상기 태양전지 기판 상에 태양전지층을 형성하기 위하여 상기 기판 스테이지로 무기물 파우더를 포함하는 무기물 파우더 에어로졸을 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 무기물 파우더 에어로졸을 공급하는 무기물 파우더 공급부를 구비하는 무기물 파우더 공급 유닛; 상기 노즐과 상기 기판 스테이지 사이에 배치되고 상기 태양전지층의 형성을 위하여 상기 노즐로부터 분사된 상기 무기물 파우더 에어로졸의 관통을 선택적으로 허용하는 슬릿부; 상기 태양전지 기판 상에 형성되는 상기 태양전지층에 국부적 열에너지를 공급하는 도선 열에너지 제공부;를 구비하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치를 제공한다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지;

상기 태양전지 기관 상에 태양전지층을 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 무기물 파우더를 포함하는 무기물 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 무기물 파우더 에어로졸을 공급하는 무기물 파우더 공급부를 구비하는 무기물 파우더 공급 유니트;를 구비하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및

상기 무기물 파우더 공급부에 무기물 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 멀티 노즐은 복수 개의 무기물 파우더 에어로졸을 개별적으로 초음속 유동으로 토출하는 멀티 노즐인 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 무기물 파우더는, Cu, In, Ga, Se, Cd, Te, S, Mo, ZnO 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 멀티 노즐의 개별 노즐 토출구는 상기 태양전지 기관에 대하여 사전 설정된 토출각을 구비하는 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 멀티 노즐은 상기 노즐 토출구를 개별적으로 가동시키는 노즐 토출구 액츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 챔버와 연결되어 상기 태양전지층을 형성한 무기물 파우더 이외의 무기물 파우더를 재취합시키는 리사이클 부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치.

## 명세서

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 제조 장치에 관한 것으로, 미세하고 치밀한 구조의 태양전지층을 구비하는 태양전지를 제조

하는 태양전지의 제조 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 기존 태양전지 태양전지층 형성을 위한 방법으로는 진공 공정으로 스퍼터링, Thermal evaporation, CVD, PVD 등 비용과 시간이 많이 필요한 공정이 대부분이었다.
- [0003] 이를 대체하기 위한 방식으로 스크린 프린팅, 잉크젯 프린팅 방식 등이 제시되었으나, 종래 기술에 따른 스크린 프린팅의 접착 방식 과 잉크젯 프린팅의 토출 한계는 태양전지층 형성의 제한적인 측면으로 단점을 지녔다.
- [0004] 즉, 도 1의 (a) 및 (b)에는 종래 기술에 따른 스크린 프린팅 방식의 전극 형성 과정이 도시되는데, 스크린 프레임(2)에 형성된 스크린(3)을 기관(1)의 대응되는 위치에 배치시킨다. 그런 후, 스크린 관통구(4)가 형성된 스크린(3)의 일면 상에 페이스트(6)를 배치한 수 스퀴즈(5)를 사용하여 도면상 좌측으로부터 우측으로 수직 가압력을 인가한 상태에서 이동시킴에 따라 페이스트(6)는 기관(1)의 일면 상에 층(6b)을 형성한다. 이와 같은 스크린 프린팅 방식은 종래의 다른 기술인 포토리소그래피 방식에 비해 상온 상압에서의 제조를 가능하게 하여 제조 시간 및 제조 원가 측면에서 현저한 우수성을 지닌다는 장점이 있었다.
- [0005] 하지만, 도 2에 도시된 바와 같이, 종래의 스크린 프린팅 방식의 경우 기관(1)의 일면 상에 형성된 층(6b)은 최고 높이(h1)를 구비하는 중앙부 대비 좌우 양측의 스프레딩 영역(As)에 대하여 최고 높이(h1) 대비하여 낮은 높이(h2)를 구비함으로써 종횡비가 상당히 낮아 스프레딩 영역의 증대로 인하여 태양전지의 수광 면적을 감소시켜 셰이딩 손실을 증대시키고 이로 인하여 태양전지의 효율을 저하시키는 문제점이 수반된다.
- [0006] 또한, 종래의 비진공 방식의 일환으로 스핀코팅, 닥터 블레이드, 전형적인 스프레이 방식이 있었으나, 이들도 광전환 효율이 낮은 문제점이 수반되었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 마이크로 단위의 무기물 파우더를 사용 가능하고, 이를 통한 미세 태양전지층을 형성할 수 있는 무기물 박막 태양전지 제조 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 태양전지 기관 상에 태양전지층을 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 무기물 파우더를 포함하는 무기물 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 무기물 파우더 에어로졸을 공급하는 무기물 파우더 공급부를 구비하는 무기물 파우더 공급 유닛;를 구비하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치를 제공한다.
- [0009] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 및 상기 무기물 파우더 공급부에 무기물 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비할 수도 있다.
- [0010] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 멀티 노즐은 복수 개의 무기물 파우더 에어로졸을 개별적으로 초음속 유동으로 토출하는 멀티 노즐일 수도 있다.
- [0011] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 무기물 파우더는, Cu, In, Ga, Se, Cd, Te, S, Mo, ZnO 중 하나 이상을 포함할 수도 있다.
- [0012] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 멀티 노즐의 개별 노즐 토출구는 상기 태양전지 기관에 대하여 사전 설정된 토출각을 구비할 수도 있다.
- [0013] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 챔버와 연결되어 상기 태양전지층을 형성한 무기물 파우더 이외의 무기물 파우더를 제취합시키는 리사이클부를 더 구비할 수도 있다.
- [0014] 상기 무기물 박막 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 멀티 노즐은 상기 노즐 토출구를 개별적으로 가동시키는 노즐 토출구 액츄에이터를 구비할 수도 있다.

## 발명의 효과

- [0015] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는 다음과 같은 효과를 갖는다.
- [0016] 첫째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 저온 스프레이 방식을 통하여 고가의 노즐의 미세화를 수반하지 않더라도 작은 크기의 무기물 파우더 에어로졸의 토출을 가능하게 하고 전압 공급부를 통한 정밀하고 안정적인 미세 태양전지층 형성을 가능하게 하여 태양전지의 효율 증대 및 제조 원가 절감을 이룰 수 있다.
- [0017] 둘째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 저온 스프레이 방식을 통하여 고가의 미세 노즐을 불필요하게 함으로써 마이크로 사이즈의 무기물 파우더를 포함하는 에어로졸의 토출을 가능하게 하여 재료 원가를 현저하게 저감시켜 생산 원가를 절감시킬 수도 있다.
- [0018] 셋째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 간단한 비접촉식 태양전지층 형성을 가능하게 하여 보다 정밀한 미세 태양전지층 형성이 가능하고 공정의 단순화로 인한 생산 수율을 현저하게 증대시킬 수도 있다.
- [0019] 넷째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 멀티 노즐을 통한 동시 분사 내지 선택적 국부 분사를 가능하게 하여 CIGS 층과 같은 태양전지층의 조직의 치밀성을 정확하게 조정하여 내구성이 우수한 태양전지층을 형성할 수 있다.
- [0020] 다섯째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 멀티 노즐을 통한 동시 분사 내지 선택적 국부 분사를 가능하게 하여 CIGS 층과 같은 태양전지층의 조직의 구성비를 정확하고 균일하게 조정하여 우수한 균일도 인한 고효율의 태양전지층을 형성할 수 있다.
- [0021] 여섯째, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치는, 멀티 노즐을 통한 동시 분사 내지 선택적 국부 분사를 가능하게 하고, 전압 공급부를 통한 정전기장에 의한 충격량의 증배 내지 정밀한 타겟팅 효과를 수반하여 CIGS 층과 같은 태양전지층의 조직의 구성비를 정확하고 균일하게 조정하여 우수한 균일도 인한 고효율의 태양전지층을 형성과 동시에 대면적화를 이루어 생산 수율을 증대시킬 수도 있다.
- [0022] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

## 도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1는 종래 기술에 따른 전극 형성 과정을 나타내는 개략적인 상태도이다.
- 도 2는 종래 기술에 따른 전극의 개략적인 상태도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 개략적인 상태도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 상태도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 다른 일예의 상태도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 또 다른 일예의 상태도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 무기물 박막 태양전지 제조 장치 및 이의 제조 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0025] 도 3에는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 개략적인 상태도가 도시되고, 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 상태도가 도시되고, 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 다른 일예의 상태도가 도시되고, 도 6에는 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치의 멀티 노즐의 또 다른 일예의 상태도가 도시된다.
- [0026] 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치(10)는 기판 스테이지(12)와, 무기물 파우더 공급유니트(20,27)와, 전압 공급부(90a)를 포함하고, 이들에 제어 신호를 인가하기 위한 제어부(50)와, 제어부(50)

와 연결되어 사전 설정 데이터를 저장하는 저장부(60)와, 제어부(50)의 연산 제어 신호에 따라 연산 기능을 실행하는 연산부(70)를 포함한다.

- [0027] 기관 스테이지(12)는 비진공 상온 상에 배치된다. 기관 스테이지(12)는 챔버(11)의 내부에 배치되는데, 챔버(11)는 비진공 상온 상태를 형성한다. 기관 스테이지(12)의 일면 상에는 태양전지 기관(13)이 배치된다.
- [0028] 기관 스테이지(12)는 본 실시예에서 X-Y-Z축으로 가동을 이루는 스테이지로 구성될 수 있는데, 기관 스테이지(12)는 도 1의 노즐(27)과 기관 스테이지(12)를 잇는 선분에 수직인 평면 상의 X-Y 평면 상에서 이동을 이룰 수 있고, 경우에 따라 하기되는 노즐(27)과 이루는 선분을 향한 수직 방향인 Z축으로의 이동을 이룰 수도 있다. 기관 스테이지(12)도 제어부(50)와 연결되어 제어부(50)의 스테이지 제어 신호에 따라 가동될 수 있다.
- [0029] 무기물 파우더 공급 유니트(20,27)는 무기물 파우더 공급부(20)와 노즐(27)을 포함한다. 노즐(27)은 기관 스테이지(12)로 무기물 파우더를 포함하는 무기물 파우더 에어로졸을 태양전지 기관(13)으로 토출하여 태양전지 기관(13) 상에 태양전지층을 형성하고, 무기물 파우더 공급부(20)는 노즐(27)에 무기물 파우더 에어로졸을 공급한다. 본 실시예에서의 노즐(27)은 무기물 파우더 에어로졸의 초음속 유동을 형성하기 위하여 수렴/확산(converge/diverge) 형상 구조의 노즐로 이루어진다. 즉, 수렴 구간을 거쳐 확산 구간을 벗어나는 무기물 파우더 에어로졸은 태양전지 기관(13)을 향하여 초음속 유동을 이루며 토출된다. 이와 같은 초음속 유동의 무기물 파우더 에어로졸은 태양전지 기관에의 태양전지 층 형성시 적절한 충격량으로 인하여 형성되는 태양전지 층의 조직을 밀도있게 형성함으로써 전자의 이동을 보다 원활하게 하여 궁극적으로 태양전지의 광전환 효율을 증대시킬 수 있다.
- [0030] 무기물 파우더 공급부(20)를 통하여 전달되는 노즐(27)에 전달되는 무기물 파우더 에어로졸은 노즐(27)을 통하여 태양전지 기관(13)을 향하여 토출 분사되는데, 무기물 파우더 공급부(20)는 무기물 파우더가 제공되는 무기물 파우더 피더(미도시)와 무기물 파우더를 노즐(27)을 통하여 태양전지 기관(13)으로 토출 분사시키는 무기물 파우더 에어로졸을 형성하기 위한 캐리어 가스(carrier gas)로서의 운송 가스를 제공하는 운송 가스부(20a)가 포함될 수 있다.
- [0031] 즉, 운송 가스부(20a)에서 공급되는 고압의 운송 가스와 무기물 파우더 공급부의 무기물 파우더 피더를 통하여 공급되는 무기물 파우더는 노즐(27)로 공급되는데, 운송 가스가 노즐에서 분출되는 과정에서 공급된 무기물 파우더도 함께 토출되어 무기물 파우더 에어로졸의 형태로 분출된다.
- [0032] 운송 가스로는 N<sub>2</sub>와 같은 불활성 가스로 선택되는 것이 바람직하다. 노즐(27)로 공급되는 운송 가스는 가스 히터(400)를 통하여 사전 가열된 고압 가스의 형태로 노즐(27)로 전달되고, 노즐(27)로 공급된 무기물 파우더는 고압 가스의 운송 가스(27)가 분출되는 과정에서 혼합되어, 수렴/확산 노즐 형상으로 구현되는 노즐(27)로부터 토출 분사되는 과정에서 무기물 파우더 에어로졸을 형성한 후 초음속 유동을 이루어 기관 스테이지(12)에 배치되는 태양전지 기관(13)의 일면 상에 분사된다.
- [0033] 무기물 파우더 공급부(20)의 전단에는 무기물 파우더 제공부(300)가 더 구비될 수도 있는데, 무기물 파우더 제공부(300)는 분쇄된 무기물 파우더를 제공하는 무기물 파우더 제공부(300)를 더 구비할 수 있다.
- [0034] 무기물 파우더 제공부(300)는 무기물 파우더 분쇄기(310)와 무기물 파우더 건조부(330)를 구비한다. 무기물 파우더 분쇄기(310)는 볼밀(ball mill) 형태로 구성되면 입력 제공되는 금속 재료를 분쇄하여 사전 설정된 크기, 본 실시예에서는 마이크로 사이즈 이하의 무기물 파우더로 분쇄한다.
- [0035] 무기물 파우더 건조부(330)는 무기물 파우더 분쇄기(310)에서 분쇄된 무기물 파우더를 입력받아 이를 사전 설정된 조건 하에서 건조 과정을 실시한다. 무기물 파우더 건조부(33)에서 수분이 제거된 무기물 파우더는 무기물 파우더 공급부(20)를 거쳐 노즐(27)로 전달되어 노즐(27)에서 초음속 유동의 형태로 토출 분사될 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명에 따른 태양전지 태양전지층 형성 장치(10)는 리사이클부(200)를 더 구비할 수도 있다. 리사이클부(200)는 챔버(11)와 연결되어 챔버(11) 내부의 운송 가스를 재순환시켜 챔버(11) 내부에서 부유하는 무기물 파우더를 포집하여 재취합시킨다.
- [0037] 포집된 무기물 파우더를 작업자가 일정 주기마다 취합하여 무기물 파우더 공급부(20) 또는 무기물 파우더 제공부(300)로 입력시킬 수도 있으나, 본 실시예에 따른 리사이클부(200)는 리사이클 펌프(210)와 리사이클 필터(220)와 리사이클 피더(230)를 포함한다.
- [0038] 제어부(50)는 리사이클부(200)의 리사이클 펌프(210)에 리사이클 펌프 제어 신호를 인가하여 리사이클 펌프(210)를 가동시켜 리사이클 필터(220)를 통하여 재순환 과정에서 무기물 파우더가 포집된 경우 리사이클 피더

(230)에 리사이클 피딩 제어 신호를 인가형 포지된 무기물 파우더를 다시 무기물 파우더 제공부(300)로 공급하는 일련의 리사이클링 과정을 실행할 수 있다.

[0039] 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치(10)는 전압 공급부(90a)를 구비한다. 전압 공급부(90a)는 노즐(27)과 기관 스테이지(12) 사이에 전압을 인가하는데, 제어부(50)는 전압 공급부(90a)에 전압 인가 제어 신호를 인가하여 전압 공급부(90a)로 하여금 소정의 사전 설정된 토출 신호를 인가함으로써 노즐(27)로부터 초음속 토출되는 무기물 파우더 에어로졸의 가속력을 증진시켜 태양전지 기관으로의 무기물 장착을 증진시켜 보다 치밀한 태양전지층을 형성할 수 있다. 제어부(50)로부터 전압 공급부(90a)로 인가되는 전압 공급 제어 신호를 통하여 노즐(27) 및 기관 스테이지(12) 사이에 인가되는 전압은 1kV 내지 30kV의 전압 범위를 구비한다.

[0040] 한편, 본 발명의 일실시예에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치(10)의 노즐은 멀티 노즐(27a)이다. 도 4에는 본 발명의 일실시예에 따른 멀티 노즐(27a)의 일례가 도시되는데, 멀티 노즐(27a)에는 복수 개의 노즐 토출구(27-1 내지 27-4)를 포함하고, 각각의 노즐 토출구(27-1 내지 27-4)는 개별적인 무기물 파우더 공급부(20-1 내지 20-4)가 배치된다.

[0041] 본 실시예에서 4 개의 노즐 토출구가 구비되나 경우에 따라 노즐 토출구의 개수는 4개 이상이 구비될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다. 또한, 본 실시예에서 노즐 토출구는 일렬 배치되는 구조를 취하나 노즐 토출구는 원형 배치되는 구조를 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0042] 복수 개의 노즐 토출구를 통하여 서로 상이한 무기물 파우더를 포함하는 무기물 파우더 에어로졸이 분사 토출될 수 있다. 상이한 무기물 파우더는 Cu, In, Ga, Se, Cd, Te, S, Mo, ZnO 중 하나 이상을 포함할 수 있는데, 이와 같은 무기물 파우더를 통한 태양전지층을 동시 분사를 통한 제조를 이룸으로써 조직이 치밀한 광전환 효율성이 우수한 태양전지층을 형성할 수 있다.

[0043] 또한, 본 발명에 따른 무기물 박막 태양전지 제조 장치(10)의 멀티 노즐(27a)은 무기물 박막 태양전지의 광전환 효율을 증대시킬 수 있는 태양전지층을 형성하도록 하는 구조를 형성할 수도 있다.

[0044] 즉, 상기와 같이 일렬 배치되는 경우 각각의 무기물 파우더 에어로졸의 태양전지 기관 상의 무기물 파우더 토출 위치가 상이한바 이로 인한 조직의 치밀성을 증대시키기 위하여 노즐 토출구(27-1 내지 27-4)가 사전 설정된 토출각( $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ )을 이루는 구조를 형성할 수도 있다. 따라서, 거리(1)만큼 이격된 기관 스테이지(12) 상의 태양전지 기관(13)에 대하여 동일 내지 실질적으로 동일한 타겟 위치(P)로 분사 토출될 수 있다.

[0045] 또한, 경우에 따라 기관 스테이지(12)의 멀티 노즐과 이루는 수직 선분 상에서의 이동으로 인한 노즐과 기관 스테이지 간의 거리 변화를 고려하여 멀티 노즐(27b)의 노즐 토출구(27-1 내지 27-4)는 개별적으로 가동되는 구조를 형성할 수 있다. 즉, 멀티 노즐(27b)의 복수 개의 노즐 토출구(27-1 내지 27-4)에는 개개의 노즐 액츄에이터(28)가 배치되어 제어부(50)의 노즐 토출구 가동 제어 신호에 따라 가동되어 소정의 각도( $\theta_b$ )로 조정되어 멀티 노즐(27b)과 기관 스테이지(12) 간의 사이 간격 변화에 능동적으로 대응하여 개개의 무기물 파우더 에어로졸의 타겟 위치를 조정할 수도 있다.

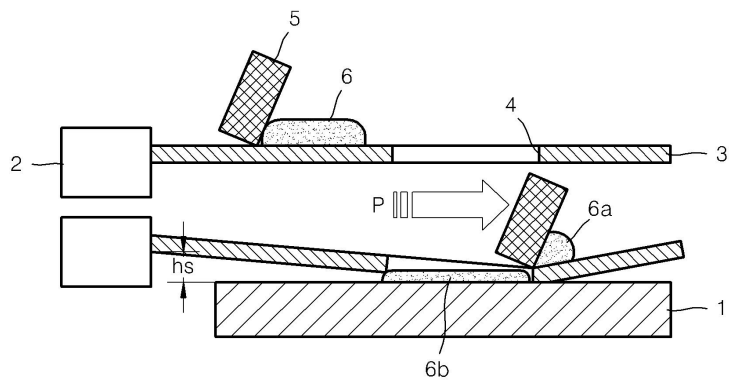
[0046] 상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일례들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 태양전지의 저온 스프레이 공정 방식으로 태양전지층을 형성하는 무기물 박막 태양전지 제조 장치를 제공하는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.

## 부호의 설명

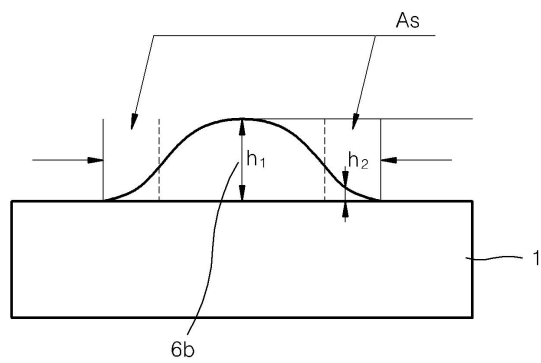
|        |                        |              |
|--------|------------------------|--------------|
| [0047] | 10...무기물 박막 태양전지 제조 장치 | 11...챔버      |
|        | 12...기관 스테이지           | 13...태양전지 기관 |
|        | 20...무기물 파우더 공급 유닛     | 50...제어부     |
|        | 60...저장부               | 70...연산부     |

도면

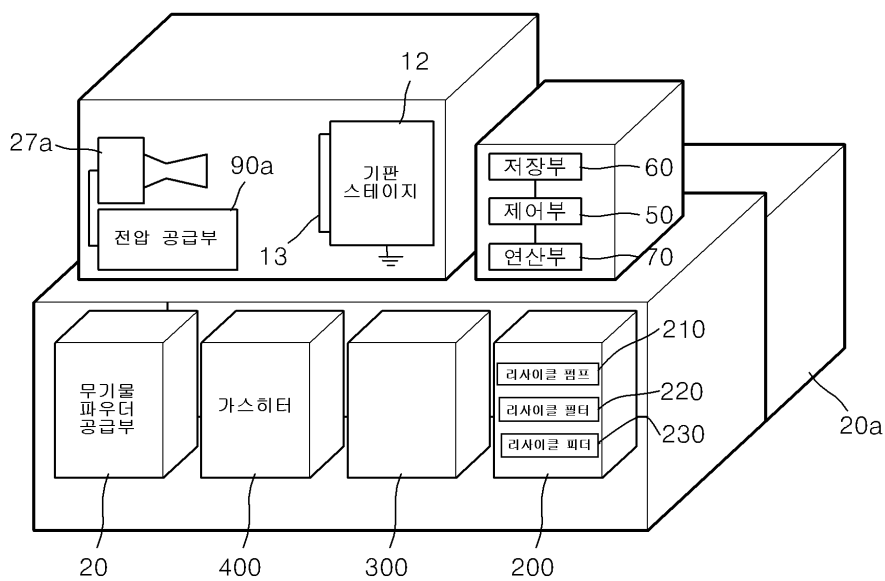
도면1



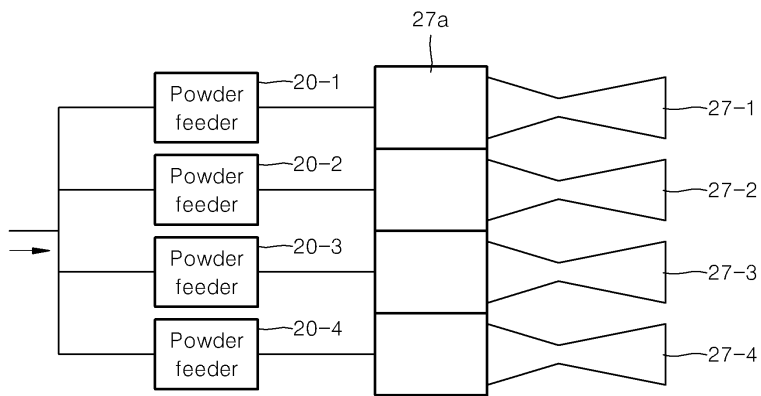
도면2



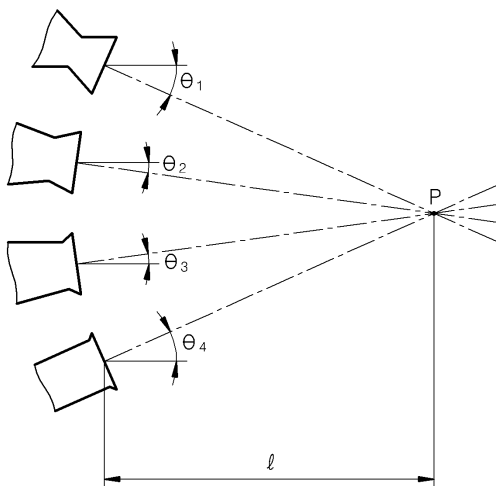
도면3



도면4



도면5



도면6

