



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0000256
(43) 공개일자 2013년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

(21) 출원번호 10-2011-0060846

(22) 출원일자 2011년06월22일

심사청구일자 2011년06월22일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이민욱

서울특별시 성북구 안암로9가길 71 (안암동5가)

박정재

서울특별시 성북구 지봉로24길 6-14, 307호 (보문동2가)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

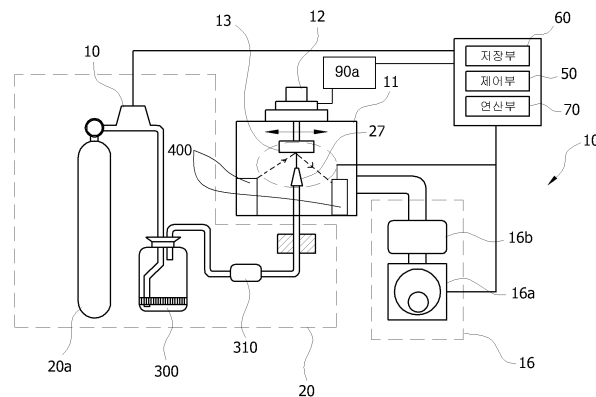
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법

(57) 요약

본 발명은, 본 발명은, 챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 태양전지 기관의 일면에 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 파우더 에어로졸을 공급하는 파우더 공급부를 구비하는 파우더 공급 유니트;를 구비하는 태양전지 제조 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김도연

서울특별시 영등포구 당산로 214, 삼성래미안4차아
파트 424동 1302호 (당산동5가)

윤석구

서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)

특허청구의 범위

청구항 1

챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지;

상기 태양전지 기관의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 파우더 에어로졸을 공급하는 파우더 공급부를 구비하는 파우더 공급 유니트;를 구비하는 태양전지 제조 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부;

상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 배치되어 상기 노즐로부터 토출되는 파우더 에어로졸을 검측하는 에어로졸 분석기; 및

상기 에어로졸 분석기로부터의 신호 및 저장부에 사전 설정되어 저장되는 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여, 상기 파우더 공급부에 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 파우더는 무기물 파우더를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 파우더는 수용성 파우더를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 광흡수층에 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 반사 방지막에 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 투명 기관에 형성되는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 장치.

청구항 8

챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 태양전지 기관의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 파우더 에어로졸을 공급하는 파우더 공급부를 구비하는 파우더 공급 유니트;를 구비하는 태양전지 제조 장치를 제공하는 제공 단계와,

상기 파우더가 상기 태양전지 기관에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 작동 모드를 선택하는 모드 설정 단계

와,

상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 배치되는 에어로졸 분석기가 상기 노즐로부터 토출되는 상기 파우더 에어로졸의 유동 상태를 검측하는 모드 감지 단계와,

상기 에어로졸 분석기로부터의 신호 및 저장부에 사전 설정되어 저장되는 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여 제어부가 상기 파우더 에어로졸의 유동을 제어하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 모드 설정 단계는:

상기 지르코니아를 포함하는 무기물 파우더 그룹 및 NaCl를 포함하는 수용성 파우더 그룹 중에서 해당 파우더가 설정되는 파우더 설정 단계와,

태양전지 기관의 광흡수층, 반사 방지막 및 투명 기관 중 하나 이상을 선택하는 그루브 기관 설정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지 제조 장치에 관한 것으로, 미세하고 치밀한 구조의 태양전지 반사 방지층을 구비하는 태양전지를 제조하는 태양전지의 제조 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 태양전지는 태양의 광에너지를 전기 에너지로 변환시키는 소자로서, 화석 연료로 인한 대기 오염 등의 문제를 해소 내지 완화시킬 수 있는 친환경 에너지원으로서 각광받고 있다.

[0003] 태양전지는 통상적인 구조로서의 pn접합 다이오드와 같은 형태의 광흡수층을 구비하는 실리콘 태양전지와, CIS와 같은 화합물을 이용하는 화합물 태양전지 그리고 광감은 타입의 염료감응형 태양전지 등 다양한 종류의 태양전지가 연구 및 개발되고 있다.

[0004] 실리콘 태양전지는 단결정, 다결정 구조의 벌크 타입 결정질 실리콘 태양전지와 비정질, 다결정 구조의 박막형 태양전지로 구분될 수 있는데, 광전환 효율이 우수하다는 점에서 광흡수층을 비정질 구조의 박막형 태양전지에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

[0005] 태양전지는 태양의 광에너지를 전기 에너지로 변환시키는 소자로서, 화석 연료로 인한 대기 오염 등의 문제를 해소 내지 완화시킬 수 있는 친환경 에너지원으로서 각광받고 있다.

[0006] 태양전지는 통상적인 구조로서의 pn접합 다이오드와 같은 형태의 광흡수층을 구비하는 실리콘 태양전지와, CIS와 같은 화합물을 이용하는 화합물 태양전지 그리고 광감은 타입의 염료감응형 태양전지 등 다양한 종류의 태양전지가 연구 및 개발되고 있다.

[0007] 실리콘 태양전지는 단결정, 다결정 구조의 벌크 타입 결정질 실리콘 태양전지와 비정질, 다결정 구조의 박막형 태양전지로 구분될 수 있는데, 광전환 효율이 우수하다는 점에서 비정질 구조의 박막형 태양전지에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

[0008] 또한, 염료감응형 태양전지는 광전환 효율이 좋은 태양전지로서, 종래의 실리콘 태양전지에 비하여 제조 공정이 단순함으로써 공정 원가를 20 내지 30% 정도 저감시킬 수 있다는 장점이 있는 차세대 태양전지로서 광전환 효율이 비정질 박막형 태양전지에 버금간다는 점에서 각광을 받고 있다.

[0009] 종래 기술에 따른 태양전지는 면적 대비 최대의 발전 효율을 이루기 위한 다양한 방안이 연구되고 있는데, 태양전지 표면으로 유입되는 태양광이 광흡수층에 도달하기전에 반사되어 배출되는 태양광의 비율을 줄이기 위하여 다양한 텍스처링 방법이 연구 실행되고 있다.

[0010] 하지만, 종래 기술에 따른 태양광의 반사 방지를 위한 요철 형성 기술은 화학적 에칭 등의 방법을 사용하여 실

행되었는데, 이러한 화학적 처리 방법은 기관의 영역의 조직을 변형시켜 원치 않는 크랙 또는 손상을 발생시켜 광변환 효율을 저하시키는 문제점이 수반되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 간단한 물리적 방식을 통하여 신속하고 원활하게 반사 방지 그루브를 형성하여 광전환 효율을 증대시킬 수 있는 구조의 태양전지 기관을 제조하는 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 태양전지 기관의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 파우더 에어로졸을 공급하는 파우더 공급부를 구비하는 파우더 공급 유니트;를 구비하는 태양전지 제조 장치를 제공한다.

[0013] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 전압을 인가하는 전압 공급부; 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 배치되어 상기 노즐로부터 토출되는 파우더 에어로졸을 검출하는 에어로졸 분석기; 및 상기 에어로졸 분석기로부터의 신호 및 저장부에 사전 설정되어 저장되는 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여, 상기 파우더 공급부에 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 그리고 상기 전압 공급부에 전압 공급 제어 신호를 인가하는 제어부를 구비할 수도 있다.

[0014] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 파우더는 무기물 파우더를 포함할 수도 있다.

[0015] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 파우더는 수용성 파우더를 포함할 수도 있다.

[0016] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 광흡수층에 형성될 수도 있다.

[0017] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 반사 방지막에 형성될 수도 있다.

[0018] 상기 태양전지 제조 장치에 있어서, 상기 반사 방지 그루브는 태양전지 기관의 투명 기관에 형성될 수도 있다.

[0019] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 챔버 내 장착되어 태양전지 기관이 배치되는 기관 스테이지; 상기 태양전지 기관의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 상기 기관 스테이지로 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 초음속 유동으로 토출하는 노즐과, 상기 노즐에 상기 파우더 에어로졸을 공급하는 파우더 공급부를 구비하는 파우더 공급 유니트;를 구비하는 태양전지 제조 장치를 제공하는 제공 단계와, 상기 파우더가 상기 태양전지 기관에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 작동 모드를 선택하는 모드 설정 단계와, 상기 노즐과 상기 기관 스테이지 사이에 배치되는 에어로졸 분석기가 상기 노즐로부터 토출되는 상기 파우더 에어로졸의 유동 상태를 검출하는 모드 감지 단계와, 상기 에어로졸 분석기로부터의 신호 및 저장부에 사전 설정되어 저장되는 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여 제어부가 상기 파우더 에어로졸의 유동을 제어하는 것을 특징으로 하는 태양전지 제조 방법을 제공한다.

[0020] 상기 태양전지 제조 방법에 있어서, 상기 모드 설정 단계는: 상기 지르코니아를 포함하는 무기물 파우더 그룹 및 NaCl를 포함하는 수용성 파우더 그룹 중에서 해당 파우더가 설정되는 파우더 설정 단계와, 태양전지 기관의 광흡수층, 반사 방지막 및 투명 기관 중 하나 이상을 선택하는 그루브 기관 설정 단계를 포함할 수도 있다.

발명의 효과

[0021] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0022] 첫째, 본 발명에 따른 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법은, 간단한 물리적 방식을 통한 반사 방지 그루브를 형성하여 제조 원가 및 기관 손상을 최소화시켜 태양전지의 효율 증대 및 제조 원가 절감을 이룰 수 있다.

[0023] 둘째, 본 발명에 따른 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법은, 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 노즐에서 토출되는 파우더 에어로졸의 파우더를 무기물 및 수용성 파우더를 선택하여 실행함으로써 설계 사양에 따른 요구에 충분히 대응할 수 있다.

[0024] 셋째, 본 발명에 따른 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법은, 반사 방지 그루브가 형성되는 기관의 영역을 광흡수층, 반사 방지막 및 투명 기관 중 선택 가능한 구조를 취함으로써 요구되는 설계 조건의 변화에 원활하게 충족 대응할 수 있다.

[0025] 넷째, 본 발명에 따른 태양전지 제조 장치 및 이의 제어 방법은, 물리적 방식을 통한 반사 방지 그루브 형성을 통하여 대면적화 공정을 보다 원활하게 실행가능하게 함으로써 생산 수율을 증대시킬 수도 있다.

[0026] 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

[0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치의 개략적인 상태도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의하여 제조되는 태양전지 기관의 개략적인 부분 단면도이다.

도 3 내지 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의한 파우더와 태양전지 기관의 일면 간의 제조 과정을 나타내는 개략도이다.

도 6은 파우더의 크기 및 속도에 따른 원활한 충돌 상태를 형성하기 위한 상관 관계도이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관에 대한 수용성 파우더를 사용한 반사 방지 그루브의 형성 과정을 나타내는 상태도이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관의 다른 일예에 대한 개략적인 부분 단면도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치의 제어 과정을 나타내는 흐름도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의하여 형성되는 반사 방지 그루브의 제조 과정에 대한 일예를 나타내는 상태도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서는 태양전지 제조 장치 및 이의 제조 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0029] 도 1에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치의 개략적인 상태도가 도시되고, 도 2에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의하여 제조되는 태양전지 기관의 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 3 내지 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의한 파우더와 태양전지 기관의 일면 간의 제조 과정을 나타내는 개략도가 도시되고, 도 6에는 파우더의 크기 및 속도에 따른 원활한 충돌 상태를 형성하기 위한 상관 관계도가 도시되고, 도 7 및 도 8에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관에 대한 수용성 파우더를 사용한 반사 방지 그루브의 형성 과정을 나타내는 상태도가 도시되고, 도 9에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관의 다른 일예에 대한 개략적인 부분 단면도가 도시되고, 도 10에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치의 제어 과정을 나타내는 흐름도가 도시되고, 도 11에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치에 의하여 형성되는 반사 방지 그루브의 제조 과정에 대한 일예를 나타내는 상태도가 도시된다.

[0030] 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치(10)는 기관 스테이지(12)와, 파우더 공급 유니트(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.

[0031] 기관 스테이지(12)는 진공 상온 상에 배치된다. 기관 스테이지(12)는 챔버(11)의 내부에 배치되는데, 챔버(11)는 진공 상온 상태를 형성하는데, 챔버(11)는 챔버 펌프부(16)와 연결된다. 챔버 펌프부(16)는 로터리 펌프(16a)와 부스터 펌프(16b)를 구비하는데, 챔퍼(11)의 상시 진공 상태 유지를 위하여 로터리 펌프(16a)가 가동되고, 버스터 펌프(16b)는 챔버(11) 내의 긴급한 상황 변화에 대응하기 위한 보조적 펌프로서 가동된다. 기관 스테이지(12)의 일면 상에는 태양전지 기관(13)이 배치된다.

- [0032] 기관 스테이지(12)는 본 실시예에서 X-Y-Z축으로 가동을 이루는 스테이지로 구성될 수 있는데, 기관 스테이지(12)는 노즐(27)과 기관 스테이지(12)를 잇는 선분에 수직한 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.
- [0033] 파우더 공급 유니트(20,27)는 파우더 공급부(20)와 노즐(27)을 포함한다. 노즐(27)은 기관 스테이지(12)로 태양전지 기관의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸을 태양전지 기관(13)으로 토출하여 태양전지 기관(13) 상의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성하는데, 파우더 공급부(20)는 노즐(27)에 파우더 에어로졸을 공급한다. 본 실시예에서의 노즐(27)은 파우더 에어로졸의 초음속 유동을 형성하기 위하여 수렴/확산(converge/diverge) 형상 구조의 노즐로 이루어진다. 즉, 수렴 구간을 거쳐 확산 구간을 벗어나는 파우더 에어로졸은 태양전지 기관(13)을 향하여 초음속 유동을 이루며 토출된다. 이와 같은 초음속 유동의 파우더 에어로졸은 태양전지 기관의 일면과 충돌을 이룸으로써 물리적 타격을 형성하여 태양전지 기관의 일면에 반사 방지 그루브를 형성한다. 또한, 이러한 초음속 유동으로 인한 물리적 충돌이 하기되는 바와 같이 광흡수층(110, 도 2 참조)에 대하여 실행되는 경우 광흡수층(110)의 조직을 밀도있게 형성하여 전자의 이동을 보다 원활하게 하여 태양전지 광전환 효율을 증대시킴과 동시에, 표면에 반사 방지 그루브가 형성됨으로써 태양광의 반사로 인한 광유입량이 저하되는 것을 방지하고 광 트랩핑 기능을 증대시켜 궁극적으로 광전환 효율을 증대시킬 수도 있다.
- [0034] 보다 구체적으로 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관(100)의 개략적인 부분 단면도가 도 2에 도시되는데, 태양전지 기관(100)은 투명 기관(140), 투명 전극층(130), 광흡수층(110), 및 후면 반사층(120)을 포함한다.
- [0035] 투명 기관(140)은 유리 투명 기관 또는 플라스틱 투명 기관을 포함한다. 투명 기관(140)은 태양전지 기관(100)의 광흡수층(110) 등의 다른 층을 보호하는데, 투명 기관(140)은 높은 광투과율을 구비하여 광전 변환 효율을 최대한 높이는 구조를 형성한다.
- [0036] 광흡수층(110)은 태양 광에너지(hv)를 전기 에너지로 변환시킨다. 광흡수층(110)은 실리콘 구조로 형성되거나 염료 감응형 구조로 형성될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능한데, 본 발명의 일실시예에 따른 광흡수층(110)은 실리콘 구조로 특히 비정질 실리콘 구조로 형성되는 것을 기준으로 설명되나 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0037] 광흡수층(110)은 실리콘으로 형성되는데, 광흡수층(110)은 비도핑층(113)과 도핑층(111,115)를 포함한다. 비도핑층(113)은 비정질 실리콘(a-Si:H)으로 도핑층(111,115)은 비도핑층(113)을 사이에 두고 양면에 배치된다. 도핑층(111,115)은 n형 도핑층(115)과 p형 도핑층(111)을 구비하는데, n형 도핑층(115)은 As, P 등과 같은 5가형 도펀트로 도핑된 도핑층을, 그리고 p형 도핑층(111)은 B와 같은 3가형 도펀트로 도핑된 도핑층을 나타낸다. 비도핑층(113)은 n형 도핑층(115) 및 p형 도핑층(111)에 의해 공핍되어 내부 전기장이 형성되고, 태양 광에너지(hv)에 의하여 비도핑층(113)에서 생성된 전자-정공 쌍은 내부 전기장에 의한 드리프트에 의해 각각의 n형 도핑층(115) 및 p형 도핑층(111)으로 수집되어 전류가 발생하게 된다.
- [0038] 광흡수층(110)의 양면에는 각각의 전극층이 배치되는데, 후면 반사층(120)은 전면을 통하여 입사되는 태양광의 투과를 방지하고 이를 반사시킴과 동시에 전극층으로의 기능을 수행한다. 후면 반사층(120)은 Cu, Ni, W, Al, Fe 및 Ti 중 하나 이상의 금속으로 형성된다. 투명 전극층(130)은 광흡수층(110)을 사이에 두고 후면 반사층(120)과 마주하여 배치되는데, 투명 전극층(130)은 광 투과도, 도전성 및 광 트랩핑을 높이기 위하여 ITO(Indium Tin Oxide), ZnO(Zinc Oxide), CdSnO₄, AZO(Al-doped Zinc Oxide)과 같은 투명 도전막으로 형성된다. 투명 전극층(130)은 투명 기관(140)에 패터닝 등의 과정을 거쳐 형성되는데, 투명 기관(140)은 상기한 바와 같이 유리 기관일 수도 있고 플라스틱일 수도 있다. 투명 기관(140)이 플라스틱 기관으로 형성되는 경우 투명 기관은 PI(polyimide), PES(poly ether sulfone), PEN(polyethylene naphthalate), PC(poly carbonate) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0039] 도 2의 도면 부호 B로 확대 도시되는 영역에 도시된 바와 같이 광흡수층(110)의 일면 상에는 반사 방지 그루브(1)가 형성되는데, 이는 파우더를 포함하는 파우더 에어로졸의 노즐을 통한 초음속 유동 과정을 거쳐 형성될 수 있다.
- [0040] 파우더 공급부(20)를 통하여 노즐(27)에 전달되는 파우더 에어로졸은 노즐(27)을 통하여 태양전지 기관(13)을 향하여 토출 분사되는데, 파우더 공급부(20)는 파우더가 제공되는 파우더 피더(300)와 파우더를 노즐(27)을 통

하여 태양전지 기관(13)으로 토출 분사시키는 파우더 에어로졸을 형성하기 위한 캐리어 가스(carrier gas)로서의 운송 가스를 제공하는 운송 가스부(20a)가 포함될 수 있다.

[0041] 즉, 운송 가스부(20a)에서 공급되는 고압의 운송 가스와 파우더 공급부의 파우더 피더를 통하여 공급되는 파우더는 노즐(27)로 공급되는데, 파우더 피더(300)와 노즐(27) 사이에는 파우더 필터(310)가 더 구비될 수 있다. 파우더 필터(310)는 파우더 분말 이외 다른 과도한 크기의 이물이 노즐(27)로 유입되는 것을 방지한다. 파우더 피더(300)에는 소정의 파우더 분말이 배치되는데, 파우더 피더(300)는 별도의 파우더 소스(330)와 연결되어 제어부(50)의 제어 신호에 따라 소정의 종류, 반경 크기의 파우더가 제공되는 구조로 형성될 수도 있다. 파우더 피더(300)는 운송 가스부(20a)와 연결되어 운송 가스를 캐리어로 삼아 형성된 파우더 에어로졸이 노즐(27)로 전달되고, 운송 가스가 노즐에서 분출되는 과정에서 공급된 무기물 파우더도 함께 토출되어 파우더 에어로졸의 형태로 분출된다.

[0042] 운송 가스로는 N₂와 같은 불활성 가스로 선택되는 것이 바람직하다. 노즐(27)로 공급된 파우더는 고압 가스의 운송 가스(27)가 분출되는 과정에서 혼합되어, 수렴/확산 노즐 형상으로 구현되는 노즐(27)로부터 토출 분사되는 과정에서 파우더 에어로졸을 형성한 후 초음속 유동을 이루어 기관 스테이지(12)에 배치되는 태양전지 기관(13)의 일면 상에 분사된다.

[0043] 여기서, 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 파우더의 종류, 크기 및 노즐을 통한 분사 속도 등이 제어부(50)를 통하여 조정될 수 있다. 즉, 도 11의 (a) 내지 (c)에 도시된 바와 같이, 노즐을 통한 토출 분사 속도(u)를 조정하여 토출 분사되는 해당 영역에서의 반사 방지 그루브의 깊이(h; $h_1 < h_2 < h_3$)를 조정할 수 있다. 또한, 선택되는 파우더의 직경과 같은 크기를 변화시켜 선택함으로써 해당 영역에 대하여 반사 방지 그루브의 깊이(h)를 일정하게 유지시키되 해당 영역의 표면에서의 반사 방지 그루브의 크기를 변화시킬 수도 있다(도 11의 (d) 내지 (f) 참조).

[0044] 본 발명의 일실시예에 따른 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 파우더 에어로졸의 가속력을 증진시켜 태양전지 기관으로의 무기물 장착을 이룰 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.

[0045] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치(10)는 에어로졸 분석기(400)를 더 구비하는데, 에어로졸 분석기(400)는 LED 등의 광검출기로 구현되어 노즐(27)과 기관 스테이지(12) 사이에 배치되어 노즐(27)로부터 토출되는 파우더 에어로졸의 분사 상태를 검출한다. 에어로졸 분석기(400)는 파우더 에어로졸의 속도 등을 검출하여 이를 제어부(50)로 전달함으로써 제어부(50)로 파우더 공급부(300) 또는 전압 공급부(90a)로 소정의 제어 신호를 인가하여 파우더 에어로졸의 분사 상태를 조정할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 제조 장치(10)는 제어부(50)는 에어로졸 분석기(400)로부터의 신호 및 저장부(60)에 사전 설정되어 저장되는 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여, 파우더 공급 유니트(20)에 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 인가하고 전압 공급부(90a)에 기관 스테이지에 대한 전압차를 조정하는 전압 공급 제어 신호를 인가한다. 제어부(50)는 저장부(60)에 저장된 피닝 사전 저장 데이터를 활용하여 연산부(70)를 통하여 소정의 연산 과정을 통해 노즐에서의 토출 분사 속도 등을 연산하여 운송 가스의 유량을 제어하는 신호를 인가할 수 있다.

[0047] 이와 같은 태양전지 기관에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 물리적 충돌을 형성하는 파우더 에어로졸을 구성하는 파우더는 무기물 파우더를 포함할 수 있다. 즉, 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 지르코늄(Zr) 불과 같은 재료를 포함하는 파우더 에어로졸이 태양전지 기관(100)의 광흡수층(110)에 대하여 토출됨으로써 광흡수층(110)의 일면 상에 반사 방지 그루브를 형성할 수 있다. 도 3 내지 도 5에는 본 발명의 일실시예에 따른 태양전지 기관에 반사 방지 그루브를 형성하는 과정에 도시되고 도 6에는 본 발명의 일실시예에 따른 광흡수층에 대한 임계 속도 선도가 도시되는데, 도 3에 도시된 바와 같이 노즐로부터 토출되는 파우더 에어로졸에는 파우더 입자가 포함되는데, 파우더 입자는 해당 크기(r₁) 및 속도(u₁)로 태양전지 기관의 일면, 즉 본 실시예에서 광흡수층(110) 상에 접촉하게 된다. 그런 후, 파우더의 운동량과 광흡수층 표면의 강도에 따라 충돌 후 상태가 결정

정되는데, 도 4에 도시된 바와 같이 파우더는 태양전지 기관의 일면에 충돌후 박힌 상태를 형성할 수도 있고, 도 5에 도시된 바와 같이 파우더가 태양전지 기관의 일면에 충돌하여 소정의 반사 방지 그루브(1)를 형성하고 태양전지 기관의 일면으로부터 분리되는 구조를 형성할 수도 있다. 이와 같이 파우더 입자의 충돌 후 태양전지 기관으로부터의 분리를 위하여 노즐(27)로부터 토출되는 파우더 에어로졸의 충격량이 파우더 에어로졸이 분사되는 영역에 대한 강성 내지 반발력 등의 표면 특성에 따라 적절하게 조정될 수 있는데, 본 실시예에서 저장부(60)에는 이와 같은 파우더 에어로졸이 분사 토출되는 해당 영역으로서의 광흡수층 등에 대한 강성 내지 반발력 등의 표면 특성이 피닝 사전 저장 데이터로 사전 설정되어 저장된다.

[0048] 따라서, 제어부(50)는 에어로졸 분석기를 통하여 입력되는 에어로졸의 상태 정보와 저장부(60)에 저장된 피닝 사전 저장 데이터에 기초하여, 선택된 파우더의 종류 및 크기에 따라 노즐(27)로부터 토출되는 파우더 에어로졸이 태양전지 기관(100)의 일면 상에 반사 방지 그루브를 원활하게 생성하기 위한 운동량을 구비하도록 전압 공브 제어 신호 및/또는 파우더 에어로졸 공급 제어 신호를 조절하여 파우더 에어로졸, 궁극적으로 파우더의 운동량을 제어하는 구조를 취할 수 있다.

[0049] 한편, 상기 실시예에서 사용되는 파우더는 무기물 파우더인 지르코늄 볼을 사용하는 것으로 기술되었는데, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 즉, 반사 방지 그루브를 형성하기 위하여 사용되는 파우더는 수용성 파우더가 선택될 수도 있다. 즉, 태양전지 기관으로 분사되는 파우더 에어로졸 중의 적어도 일부는 충격량의 변동 범위에 의하여 태양전지 기관의 일면 상에 박힌 상태로 유지될 수도 있는데, NaCl과 같은 수용성 파우더가 사용되는 경우 에어로졸 분사 과정 상에서 파우더가 태양전지 기관의 일면 상에 박혀 있더라도 세척과 같은 후처리 공정을 통하여 제거됨으로서 반사 방지 그루브만이 유지되도록 형성할 수도 있다.

[0050] 도 7 및 도 8에는 수용성 파우더를 사용하는 분사 토출 과정이 도시되는데, 먼저, 기관에 대하여 d의 수직 거리만큼 이격되어 기관이 이루는 평면에 대하여 α 의 각도로 경사 배치되는 노즐(27)을 통하여 태양전지 기관(100)의 광흡수층(110)에 NaCl과 같은 수용성 파우더를 포함하는 수용성 파우더 에어로졸이 토출 분사된다. 여기서, d와 α 는 제조 사양에 따라 크기 조정이 가능할 수 있다. 이때, 수용성 파우더 에어로졸에 포함되는 적어도 일부의 수용성 파우더는 태양전지 기관의 광흡수층의 일면 상에 박히게 되는데, 도 8에서와 같은 세척 공정을 거침으로서 태양전지 기관의 광흡수층의 일면 상에 박힌 수용성 파우더를 제거할 수 있다.

[0051] 한편, 본 발명에 따른 반사 방지 그루브는 상기 실시예에서 광흡수층에 형성되는 경우를 기준으로 설명하였으나 본 발명의 반사 방지 그루브가 이에 국한되는 것은 아니다. 즉, 본 발명에 따른 태양전지 기관 제조 장치에 의하여 형성되는 태양전지 기관(10a)은 투명 기관과 투명 전극층 사이에 반사 방지막인 유전체 층이 더 형성될 수 있는데, 반사 방지 그루브는 유전체 층으로서의 반사 방지막(150;151,153)에 형성될 수도 있다. 즉, 도 9에 도시된 바와 같이 투명 기관(140)의 일면 상에 투명 전극층이 형성되기전에 투명 기관(140)과 투명 전극층(130) 사이에 유전체 층으로서의 반사 방지막이 형성되고 이에 본 발명의 태양전지 기관 제조 장치(10)를 통하여 반사 방지막에 반사 방지 그루브(1)를 부가적으로 형성하는 구조를 취할 수도 있다. 반사 방지막은 복수 개의 서로 상이한 유전율을 갖는 재료로 형성되어 반사 방지 그루브로 인한 공간을 안정적으로 커버할 수도 있다.

[0052] 경우에 따라 반사 방지 그루브는 투명 전극층(130)에도 형성될 수 있으나, 투명 전극층(130)을 구성하는 ITO, ZnO 등이 비교적 비용이 높은 재료라는 점에서 반사 방지 그루브는 여타 태양전지 기관의 투명 기관의 전면 측에 배치되는 것이 바람직하다. 또한, 반사 방지 그루브는 유리 내지 플라스틱으로 이루어지는 표면 기관에도 형성될 수 있는데, 이러한 경우 반사 방지 그루브는 반사 방지라는 광학적 특성과 더불어 표면 조도 변화에 따라 표면 소수성 특성을 구비하는 효과를 수반할 수도 있다.

[0053] 한편, 본 발명은 상기한 실시예에서 기술된 태양전지 제조 장치를 제어하기 위한 제어 방법이 도시된다. 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 태양전지 제조 장치의 제어 방법은 상기한 태양전지 제조 장치를 제공하는 제공 단계(S10)와, 선택된 파우더를 사용하여 선택된 태양전지 기관의 대상 영역에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 작동 모드를 선택하는 모드 설정 단계(S20)와, 태양전지 제조 장치의 에어로졸 분석기(400)가 파우더 에어로졸의 유동 상태를 검측하는 모드 감지 단계(S30)와, 제어부(50)가 소정의 제어 신호를 인가하여 제어를 실행하는 모드 제어 단계(S40)를 포함한다.

[0054] 먼저, 제공 단계에서 태양전지 제조 장치가 제공되는데 이에 대한 자세한 설명은 상기로 대체한다. 태양전지

제조 장치(10)에 대하여 사용자에게 의하여 선택된 파우더와 태양전지 기관의 해당 영역에 반사 방지 그루브를 형성하기 위한 작동 모드가 선택되는데, 도시되지는 않았으나 태양전지 기관 제조 장치(10)의 전면에는 별도의 제어 선택 패널(미도시)이 배치될 수 있다. 이를 통하여 사용자에게 의하여 선택되는 파우더와 태양전지 기관의 해당 영역, 즉 광흡수층인지, 반사 방지막인지 등의 사항이 선택되어 태양전지 기관 제조 장치(10)의 저장부(60)에 저장된다.

[0055] 이러한 모드 설정 단계(S20)는 파우더 설정 단계(S21)와 그루브 기관 설정 단계(S23)를 포함하는데, 파우더 설정 단계(S21)에서 무기물 파우더 그룹, 수용성 파우더 그룹 중에서 해당 파우더가 설정된다. 여기서 무기물 파우더 그룹은 상기 실시예에서 기술된 바와 같이 지르코늄 불화 같은 재료를 포함하고, 수용성 파우더 그룹은 NaCl과 같은 DI 워터 등을 사용하여 세척 가능한 재료를 포함한다. 본 실시예에서 도시되지는 않았으나, 별도의 파우더 자동 공급 장치를 통하여 각각의 수용성 파우더 내지는 무기물 파우더가 제어부(50)로부터의 선택 제어 신호를 따라 선택 공급되는 구조를 취할 수도 있다.

[0056] 그루브 기관 설정 단계(S23)에서 사용자가 선택한 태양전지 기관의 반사 방지 그루브 형성 영역이 선택되는데, 이러한 대상 영역은 상기 실시예에 언급된 바와 같이 광흡수층, 반사 방지감 및 투명 기관 중의 하나 이상이 선택될 수 있다.

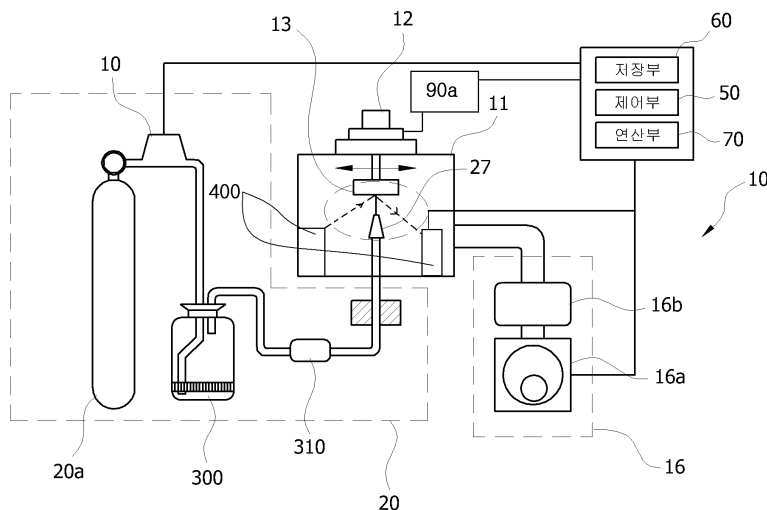
[0057] 상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일예들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 태양전지의 반사 방지 그루브를 물리적 타격을 통하여 형성하는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.

부호의 설명

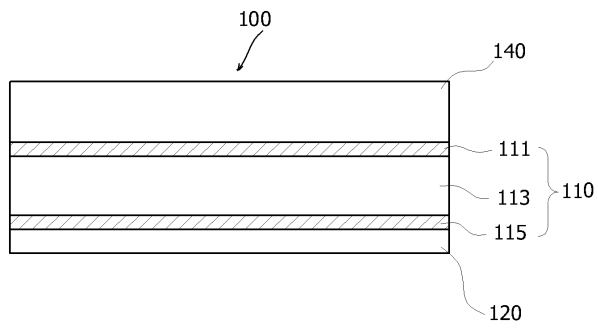
[0058]	10...태양전지 제조 장치	11...챔버
	12...기관 스테이지	13...태양전지 기관
	20...파우더 공급 유니트	50...제어부
	60...저장부	70...연산부

도면

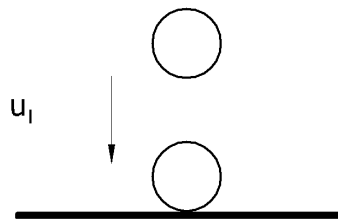
도면1



도면2



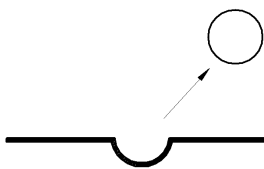
도면3



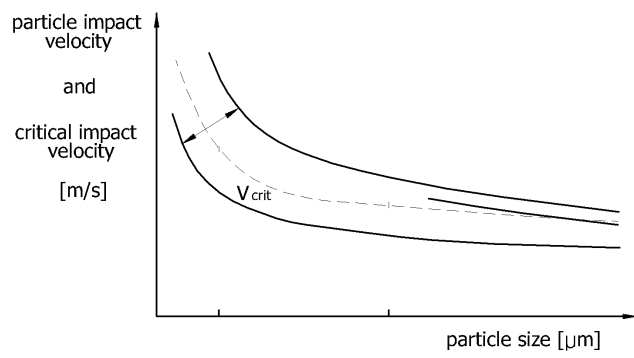
도면4



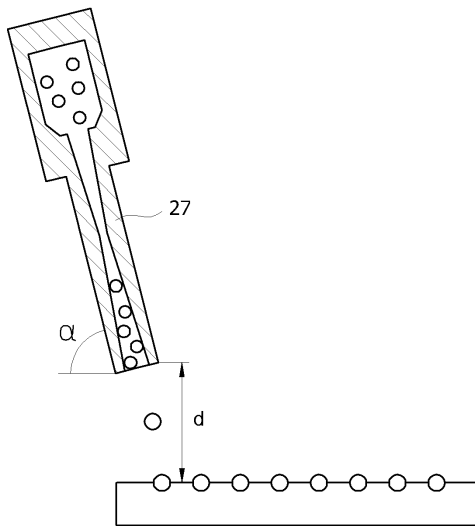
도면5



도면6



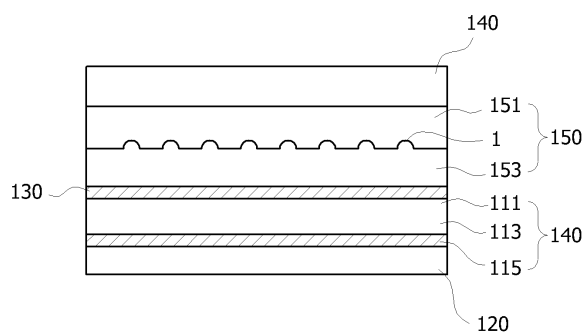
도면7



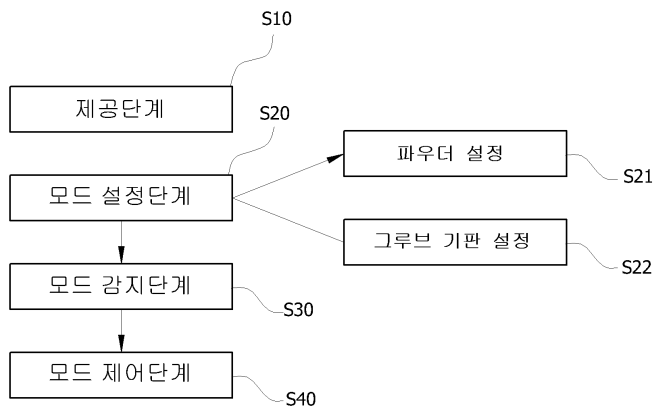
도면8



도면9



도면10



도면11

