(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월12일
(11) 등록번호 10-1928482
(24) 등록일자 2018년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 24/04 (2006.01) *B01J 35/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 24/04 (2013.01)
B01J 35/004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0097768
(22) 출원일자 2017년08월01일
심사청구일자 2017년08월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR100964060 B1*
US04764057 A*
KR101592946 B1
JP2008075149 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
한양대학교 에리카산학협력단
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
천두만
부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 106동 703호(중동, 달맞이우성빌라트)
박하니
대구광역시 달서구 장기로57서길 42, 울산대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 정승두

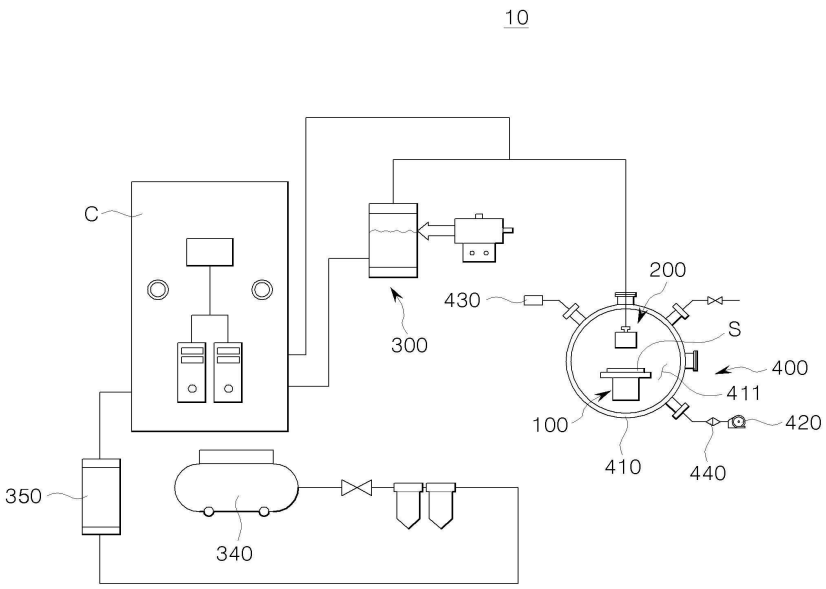
(54) 발명의 명칭 **광촉매 박막제작장치 및 광촉매 박막제작방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 광촉매 박막제작장치는, 광촉매분말을 이용하여 기판에 광촉매 박막을 생성시키는 광촉매 박막제작장치에 있어서, 일측에 기판이 배치되는 기판배치부; 상기 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고, 타측에 분사홀이 형성되어, 상기 분사홀을 통해 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 분사되는 노

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



즐부; 및 상기 노즐부의 내부공간과 연통되며, 상기 내부공간으로 상기 광촉매분말을 공급하는 광촉매분말공급부를 포함한다.

본 발명에 따른 광촉매 박막제작장치 및 광촉매 박막제작방법에 의하면, 노즐부를 통해 광촉매분말을 분사시켜 기판에 고속으로 충돌함으로써, 기판 상에 광촉매분말을 증착시켜 대면적의 광촉매박막을 제작할 수 있다. 따라서 대면적의 광촉매박막을 간단한 구성으로 빠르게 제작할 수 있어 제작 효율이 높다. 또한 광촉매분말이 고속으로 분사되며 충돌함으로써, 광촉매 분말의 입자가 파괴상태로 증착됨으로써, 표면적이 증대되어 광촉매성능이 향상될 수 있다.

(72) 발명자

이선영

경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지 현대 아파트 414동 1401호

안성훈

서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 301동 1205호

추원식

서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 301동 1405호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20142020103730
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지자원융합핵심기술개발(에특)
연구과제명	1m2급 대면적 스마트 윈도우를 위한 저가 제조 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한양대학교 에리카산학협력단
연구기간	2016.10.01 ~ 2017.09.30

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

광촉매분말을 이용하여 기판에 광촉매 박막을 생성시키는 광촉매 박막제작장치에 있어서,

일측에 기판이 배치되는 기판배치부;

상기 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고, 타측에 분사홀이 형성되어, 상기 분사홀을 통해 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 분사되는 노즐부; 및

상기 노즐부의 내부공간과 연통되며, 상기 내부공간으로 상기 광촉매분말을 공급하는 광촉매분말공급부를 포함하고,

내부에 상기 노즐부와 상기 기판배치부가 배치되는 적층공간이 형성된 챔버와, 상기 챔버의 적층공간과 연통되도록 구비되어 상기 챔버의 적층공간을 상기 광촉매분말의 입자의 크기에 대응하여 진공의 상태로 형성시키는 진공펌프와, 상기 진공펌프를 제어하는 진공센서와, 상기 챔버의 적층공간과 연통되도록 구비되고 상기 챔버와 상기 진공펌프사이에 구비되는 분말필터를 포함하는 진공부를 포함하며,

상기 광촉매분말은, 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말들이 혼합된 혼합 광촉매분말인 광촉매 박막제작장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 노즐부는,

일측에서 타측으로 갈수록 상기 내부공간의 단면적이 좁아지거나, 좁아지다가 넓어지도록 형성되는 광촉매 박막제작장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 광촉매분말공급부는,

상기 광촉매분말을 공급받고, 내부에 수용공간이 형성되어 상기 광촉매분말을 수용하는 분말피스톤과,

상기 분말피스톤의 일측에 구비되어 상기 수용공간과 연통되며 회전하도록 구비되는 브러쉬와,

상기 브러쉬의 일측에 구비되어 상기 브러쉬로부터 상기 광촉매분말을 전달받고, 상기 광촉매분말을 상기 노즐부로 전달하는 전달부를 포함하는 광촉매 박막제작장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 광촉매분말공급부는,

상기 전달부의 일측에 구비되어, 상기 전달부에 공기를 주입시키는 공기주입부를 더 포함하는 광촉매 박막제작장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 광촉매분말은,

100nm이상 50㎛이하의 크기를 가지는 광촉매분말을 공급하는 광촉매 박막제작장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 혼합 광촉매분말은,

WO_3분말과 Fe_2O_3분말이 혼합된 광촉매 박막제작장치.

청구항 10

일측에 기판이 배치되는 기판배치부와, 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고 타측에 분사홀이 형성되어 상기 분사홀을 통해 상기 기판 상에 광촉매분말이 분사되는 노즐부와, 상기 노즐부의 내부공간과 연통되며 상기 내부공간으로 상기 광촉매분말을 공급하는 광촉매분말공급부를 포함하는 광촉매 박막제작장치를 이용하여 제작되는 광촉매 박막제작방법에 있어서,

상기 기판배치부의 일측에 기판을 배치시키는 기판배치단계;

상기 광촉매분말공급부를 통하여 상기 광촉매분말을 상기 노즐부의 내부공간으로 이동시키는 광촉매분말공급단계;

상기 노즐부의 내부공간으로 이동된 광촉매분말을 상기 분사홀의 외측으로 분사시키는 광촉매분말 분사단계; 및

상기 분사홀로부터 분사된 상기 광촉매분말이 상기 기판에 충돌됨으로써, 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 증착되어 광촉매 박막이 생성되는 광촉매박막증착단계를 포함하고,

상기 기판배치단계는 상기 기판이 배치되는 챔버의 적층공간을 진공의 상태로 형성시키는 진공형성단계를 더 포함하며,

상기 광촉매분말공급단계는 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말들이 혼합된 혼합 광촉매분말을 공급하는 광촉매 박막제작방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 광촉매분말공급단계는,

상기 광촉매분말과 공기가 함께 노즐부로 이동되도록 상기 광촉매분말공급부의 일측에서 공기를 주입시키는 공기주입단계를 더 포함하는 광촉매 박막제작방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

청구항 10에 있어서,

상기 광촉매분말은,

100nm이상 50㎛이하의 크기를 가지는 광촉매분말을 공급하는 광촉매 박막제작방법.

청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 혼합 광촉매분말은,

WO_3분말과 Fe_2O_3분말이 혼합된 광촉매 박막제작방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광촉매박막을 제작하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광촉매분말을 이용하여 광촉매분말이 증착된 박막을 제작하는 광촉매박막 제작장치 및 광촉매박막 제작방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 촉매란 화학 반응에 참여하여 반응속도를 변화시키지만 그 자신은 반응 전후에 원래대로 남는 물질을 말한다. 광촉매는 촉매의 한 종류로서 촉매작용이 빛 에너지를 통해 나타나는 것으로, 광촉매 물질로는 TiO_2, ZnO, Fe_2O_3, CdS, ZrO_2, SnO_2, V_2O_2, WO_3 등이 있다. 상기한 광촉매는 유해 물질을 산화 분해하는 성질을 이용하여 향균, 탈취, 수처리, 대기정화, 에너지 분야 등 다양한 응용기술로 각광받고 있다. 특히, 환경분야에서 유독성 유기물인 NOx, SOx, 미세먼지 등의 제거 효율이 높아 공기 청정기 등에 광촉매 물질이 적용되며, 수질분야에서도 물 속의 유기물, 하수도 및 정수기 등에 많이 이용된다.

[0003] 이 중 가장 널리 사용 중인 광촉매물질은 이산화타이타늄(TiO_2)으로, 자원적으로 매우 풍부하고 가격이 저렴하며, 광촉매로서 내구성, 내마모성이 우수하고 무독물질로 폐기하여도 2차 공해에 대한 염려가 없다는 장점이 있다. 하지만 이산화타이타늄(TiO_2)은 높은 밴드갭 에너지(3.2 eV)로 인하여 자외선영역(<400 nm)에서만 이용할 수 있다는 단점이 있다. 자외선은 14~400 nm의 범위로 대부분은 오존층에 흡수되고 지표면에 도달하는 양은 태양광 중 약 5%에 불과하며, 최근 주택이나 자동차 등 대부분 실내 환경은 자외선을 차단하고 있어 효율적인 이용이 불가능하다. 따라서 자외선이 적은 내부 환경에서도 가시광선에 의해 효율적으로 작용하는 광촉매가 요구되며, 이에 따라 광촉매 물질 중 산화텅스텐(WO_3)을 이용한 광촉매박막이 개발된 바 있다. 산화텅스텐(WO_3)의 밴드갭은 2.70 eV로 이산화타이타늄(TiO_2)에 비해 작아 장파장의 광을 흡수할 수 있다는 장점이 있다. 따라서, 산화텅스텐(WO_3)을 이용한 광촉매박막은 태양광을 이용하는 광분해박막으로 용이하게 적용가능하다.

[0004] 상기한 바와 같은 종래의 산화텅스텐을 이용하여 광촉매박막을 제작하는 기술로는 대한민국 공개특허 특2003-0086731호가 개시되어 있다.

[0005] 하지만, 종래의 광촉매박막을 제작하는 기술은 고온공정으로 인해, 열에 강한 기판만을 사용할 수 있다는 불편함이 있다. 따라서 기판의 이용이 한정되며, 고온공정으로 광촉매박막을 제작하는 시간이 오래 소요되고 고가로 제작 효율이 떨어진다.

[0006] 한편 종래의 광촉매박막은 단일 소재의 광촉매물질을 이용함으로써, 광촉매물질에 따라 광분해 성능이 한정된다는 단점이 있다. 따라서 다양한 파장의 영역에서 사용 가능하여 광촉매효율을 향상시킨 광촉매박막의 제작이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해소하기 위하여 창출된 것으로, 실온에서 광촉매박막의 형성이 가능하여 기판 재료의 종류와 관계없이 광촉매 박막제작이 가능하고, 광촉매성능을 향상시킨 광촉매 박막제작장치 및 광촉매 박막제작방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 광촉매 박막제작장치는, 광촉매분말을 이용하여 기판에 광촉매 박막을 생성시키는 광촉매 박막제작장치에 관한 것으로, 일측에 기판이 배치되는 기판배치부; 상기 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고, 타측에 분사홀이 형성되어, 상기 분사홀을 통해 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 분사되는 노즐부; 및 상기 노즐부의 내부공간과 연통되며, 상기 내부공간으로 상기 광촉매분말을 공급하는 광촉매분말공급부를 포함한다.

[0009] 여기서 상기 노즐부는, 일측에서 타측으로 갈수록 상기 내부공간의 단면적이 좁아지도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0010] 또한 상기 광촉매분말공급부는, 상기 광촉매분말을 공급받고, 내부에 수용공간이 형성되어 상기 광촉매분말을 수용하는 분말피스톤과, 상기 분말피스톤의 일측에 구비되어 상기 수용공간과 연통되며 회전하도록 구비되는 브러쉬와, 상기 브러쉬의 일측에 구비되어 상기 브러쉬로부터 상기 광촉매분말을 전달받고, 상기 광촉매분말을 상기 노즐부로 전달하는 전달부를 포함할 수 있다.

[0011] 또한 상기 광촉매분말공급부는, 상기 전달부의 일측에 구비되어, 상기 전달부에 공기를 주입시키는 공기주입부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한 상기 광촉매 박막제작장치는 내부에 상기 노즐부와 상기 기판배치부가 배치되는 적층공간이 형성된 챔버와, 상기 챔버의 적층공간과 연통되도록 구비되어, 상기 챔버의 적층공간을 진공의 상태로 형성시키는 진공펌프와, 상기 진공펌프를 제어하는 진공센서를 포함하는 진공부를 더 포함할 수 있으며, 상기 챔버의 적층공간과 연통되도록 구비되고, 상기 챔버와 상기 진공펌프사이에 구비되는 분말필터를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0013] 또한 상기 광촉매분말은, 단일 광촉매분말 또는 혼합 광촉매분말 일 수 있으며 사용하는 광촉매분말의 크기는 100㎚이상 50㎛이하의 크기가 바람직하고, 상기 혼합 광촉매분말은 두 종류의 서로 다른 광촉매분말을 혼합하는 것이 바람직하며 상기 혼합 광촉매분말의 예시로 WO_3분말과 Fe_2O_3분말이 혼합되는 것이 바람직하다.

[0014] 한편, 본 발명에 따른 광촉매 박막제작방법은, 일측에 기판이 배치되는 기판배치부와, 상기 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고 타측에 분사홀이 형성되어 상기 분사홀을 통해 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 분사되는 노즐부와, 상기 노즐부의 내부공간과 연통되며 상기 내부공간으로 상기 광촉매분말을 공급하는 광촉매분말공급부를 포함하는 광촉매 박막제작장치를 이용하여 제작되는 광촉매 박막제작방법에 관한 것으로, 상기 기판배치부의 일측에 기판을 배치시키는 기판배치단계; 상기 광촉매분말공급부를 통하여 상기 광촉매분말을 상기 노즐부의 내부공간으로 이동시키는 광촉매분말공급단계; 상기 노즐부의 내부공간으로 이동된 광촉매분말을 상기 분사홀의 외측으로 분사시키는 광촉매분말 분사단계; 및 상기 분사홀로부터 분사된 상기 광촉매분말이 상기 기판에 충돌됨으로써, 상기 기판 상에 상기 광촉매분말이 증착되어 광촉매 박막이 생성되는 광촉매박막증착단계를 포함한다.

[0015] 여기서 상기 광촉매분말공급단계는, 상기 광촉매분말과 공기가 함께 노즐부로 이동되도록 상기 광촉매분말공급부의 일측에서 공기를 주입시키는 공기주입단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0016] 또한 상기 기판배치단계는, 상기 기판이 배치되는 챔버의 적층공간을 진공의 상태로 형성시키는 진공형성단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한 상기 광촉매분말은, 단일 광촉매분말 또는 혼합 광촉매분말 일 수 있으며 사용하는 광촉매분말의 크기는 100㎚이상 50㎛이하의 크기가 바람직하고, 상기 혼합 광촉매분말은 두 종류의 서로 다른 광촉매분말을 혼합하는 것이 바람직하며 상기 혼합 광촉매분말의 예시로 WO_3분말과 Fe_2O_3분말이 혼합되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 광촉매 박막제작장치 및 광촉매 박막제작방법에 의하면, 노즐부를 통해 광촉매분말을 분사시켜 기판에 고속으로 충돌함으로써, 기판 상에 광촉매분말을 증착시켜 대면적의 광촉매박막을 제작할 수 있다. 따라서 대면적의 광촉매박막을 간단한 구성으로 빠르게 제작할 수 있어 제작 효율이 높다.

[0019] 또한 광촉매분말이 고속으로 분사되며 충돌함으로써, 광촉매 분말의 입자가 파괴상태로 증착됨으로써, 표면적이 증대되어 광촉매성능이 향상될 수 있다.

[0020] 또한 광촉매박막을 상온에서 제작할 수 있어, 기판 재료의 종류와 관계없이 광촉매박막을 제작할 수 있다.

[0021] 더불어 광촉매분말을 혼합시킴으로써 파장이 다른 광촉매물질의 혼합이 용이하고, 혼합된 광촉매분말이 기판에 증착됨으로써 광촉매성능을 증대시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 광촉매 박막제작장치를 개략적으로 도시한 구성도,

도 2는 도 1의 광촉매 박막제작장치의 노즐부를 도시한 사시도,

도 3은 도 1의 광촉매 박막제작장치의 광촉매분말공급부를 도시한 사시도,

도 4는 도 1의 광촉매 박막제작장치를 통하여 광촉매분말이 기판에 증착되는 과정을 개략적으로 도시한 단면도,

도 5는 도 1의 광촉매 박막제작장치에 의하여 생성된 광촉매박막의 광촉매분말입자와 기판에 충돌하기 전 광촉매분말의 입자를 비교하여 보여주는 주사전자현미경의 촬영이미지,

도 6은 도 1의 광촉매 박막제작장치에 의하여 생성된 광촉매박막의 광촉매분말입자와 기판에 충돌 전 광촉매분말의 입자를 공초점현미경을 이용하여 촬영이미지,

도 7은, 도 1의 광촉매 박막제작장치를 이용하여 제작된 광촉매박막의 광촉매성능과 기판에 충돌 전 광촉매분말의 광촉매성능을 비교하여 나타내는 그래프,

도 8은 도 1의 광촉매 박막제작장치를 이용하여 제작된 단일 광촉매분말과 혼합광촉매분말의 광촉매박막에 대한 광촉매성능을 비교하여 나타낸 그래프,

도 9는, 본 발명의 광촉매 박막제작방법을 나타난 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0024] 따라서 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0025] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0026] 도 1 내지 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 광촉매 박막 제작장치(10)는, 기판(S)에 광촉매분말(L)을 충돌시켜 광촉매분말(L)을 증착시킴으로써 광촉매박막(F)을 제작하는 장치로, 기판배치부(100), 노즐부(200), 광촉매분말공급부(300), 및 진공부(400)를 포함한다.

[0027] 상기 기판배치부(100)는 일측에 기판(S)이 배치되는 것으로, 상기 광촉매박막(F)을 형성시킬 기판(Substrate)(S)을 고정지지할 수 있다. 상기 기판배치부(100)에 배치될 기판(S)은 금속, 세라믹, 폴리머 기판 등으로 적용가능 하다. 또한 상기 기판배치부(100)는 후술(後述) 할 챔버(410) 내에 배치되는 것이 바람직하다.

[0028] 상기 노즐부(200)는 내부공간(210)이 형성된 관의 형상으로, 상기 광촉매분말(L)을 이동시켜, 상기 기판(S)에 충돌시킨다. 상기 광촉매분말(L)은 상기 내부공간(210)의 일측에서 타측으로 이동하며, 상기 노즐부(200)의 타측에 형성된 분사홀(200h)을 통하여 분사된다. 즉, 상기 노즐부(200)는 타측에는 상기 노즐부(200)의 외측과 상기 내부공간(210)이 연통하도록 분사홀(200h)이 형성되며, 상기 분사홀(200h)을 통해 상기 광촉매분말(L)이 상기 내부공간(210)의 외측으로 분사될 수 있다. 상기 분사홀(200h)을 통하여 분사된 광촉매분말(L)은 상기 분사홀(200h)과 근접하게 배치된 기판(S) 상에 충돌하게 된다. 상기 광촉매분말(L)이 기판(S)상에 충돌함으로써 기판(S)상에 상기 광촉매분말(L) 증착되어 광촉매박막(F)이 제작가능하다. 부연하면 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 내부공간(210)은, 일측에서 타측으로 갈수록 단면적이 좁아지도록 형성되는 것이 바람직하다. 따라서 상기 광촉매분말(L)의 입자들은 상기 내부공간(210) 내에서 각각 유사한 속도로 이동하여 유동속도가 고르게 분포되며, 상기 분사홀(200h)로부터 분사된 직후, 속도가 초음속(Superconic)으로 도달 되어 상기 기판(S) 상에 대면

적으로 충돌될 수 있다. 또한 상기 광촉매분말(L)은 상기 기판(S)에 충돌함으로써 파괴될 수 있으며, 파괴상태로 기판(S)에 증착되어 광분해 표면적이 증대되어 광분해 성능이 향상될 수 있다. 즉 마이크로크기의 광촉매분말(L)이 기판(S)과 충돌함으로써, 수백 나노크기의 광촉매분말(L)로 파괴되어 파괴상태로 기판(S)에 적층될 수 있다. 더불어 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S)에 충돌함으로써, 상기 광촉매분말(L)의 높은 충돌속도로 인하여 기판(S)이 손상될 수 있으며, 손상된 기판(S)에 상기 광촉매분말(L)이 불균일하게 적층되어 높은 표면적을 형성할 수 있다. 한편 상기 노즐부(200)의 상기 내부공간(210)은, 일측에서 타측으로 갈수록 단면적이 좁아지거나, 좁아지다가 넓어지도록 형성될 수도 있으며, 상기 노즐부(200)는 후술 할 챔버(410) 내에 배치되는 것이 바람직하다. 또한 상기 노즐부(200)는 후술 할 광촉매분말공급부(300)와 연결되어 상기 광촉매분말(L)을 공급받는다.

[0029] 도 3을 참조하면 상기 광촉매분말공급부(300)는 상기 노즐부(200)와 연통되도록 구비되어, 상기 노즐부(200)의 내부공간(210)으로 상기 광촉매분말(L)을 공급한다. 즉 상기 광촉매분말공급부(300)의 일측은 상기 내부공간(210)과 연통되도록 구비되어, 상기 내부공간(210)으로 상기 광촉매분말(L)을 공급한다. 상기 광촉매분말공급부(300)는 분말피스톤(310), 브러쉬(320), 전달부(330)와 공기주입부(340)를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 분말피스톤(310)은 상기 광촉매분말(L)을 수용하기 위한 것으로, 내부에 수용공간(311)이 형성되어, 상기 수용공간(311)에 상기 광촉매분말(L)을 수용한다. 즉 상기 분말피스톤(310)은 상기 광촉매분말(L)을 수용하여 상기 광촉매분말(L)을 일정속도로 공급할 수 있다.

[0031] 상기 브러쉬(320)는 상기 분말피스톤(310)의 일측에 구비되어 상기 수용공간(311)과 연통된다. 상기 브러쉬(320)는 상기 분말피스톤(310)으로부터 상기 광촉매분말(L)을 전달받으며, 회전가능하도록 구비된다. 따라서 상기 브러쉬(320)가 회전함으로써 상기 광촉매분말(L)을 후술(後述) 할 전달부(330)에 원활하게 공급할 수 있다.

[0032] 상기 전달부(330)는 상기 브러쉬(320)의 일측에 구비되어 상기 브러쉬(320)로부터 상기 광촉매분말(L)을 전달받아, 상기 광촉매분말(L)을 상기 노즐부(200)로 전달한다. 이때 상기 전달부(330)의 일측에는 공기주입부(340)가 구비될 수 있다. 즉 상기 공기주입부(340)는 상기 전달부(330)에 공기를 주입시키며, 주입된 공기의 압력에 의하여 상기 광촉매분말(L)과 공기가 함께 상기 노즐부(200)로 이송될 수 있다. 부연하면 상기 전달부(330)는 일측이 상기 공기주입부(340)와 연결되고 타측이 상기 노즐부(200)와 연결되어 일측으로부터 공기를 주입받아 상기 광촉매분말(L)과 공기를 함께 타측으로 이송하여 상기 노즐부(200)로 전달할 수 있다.

[0033] 한편, 상기 광촉매분말공급부(300)는 유량계(350)와 연결됨으로써, 상기 노즐부(200)로 제공하는 상기 광촉매분말(L)의 유량 및 공기의 유량을 제어할 수 있다. 또한 상기 광촉매분말공급부(300)는 컨트롤러(C)와 연결됨으로써, 상기 컨트롤러(C)의 제어에 의하여 상기 광촉매분말공급부(300)에서 공급하는 상기 광촉매분말(L)의 분사압력을 적정하게 조정가능하다.

[0034] 상기 광촉매분말공급부(300)에서 공급하는 광촉매분말(L)은, 단일 광촉매분말 또는 혼합 광촉매분말인 것이 바람직하다. 부연하면 상기 혼합 광촉매분말(L)은 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말(L)이 혼합되어 공급되는 것이 더 바람직하며, 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말(L)이 혼합되어 공급됨으로써, 광촉매성능을 향상시킬 수 있다. 또한 상기 혼합 광촉매분말은, 분말형태를 혼합시킴으로써 혼합공정이 간단하고 용이하다는 장점이 있어 제조효율이 향상시킬 수 있다. 상기 단일 광촉매분말은 산화텅스텐(WO_3)분말인 것이 바람직하며, 상기 혼합 광촉매분말은, 두 종류의 서로 다른 광촉매분말(L)인 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말이 혼합된 것이 바람직하다. 하지만 상기 광촉매분말(L)을 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말로 한정하는 것은 아니며, TiO_2, ZnO, CdS, ZrO_2, SnO_2, V_2O_2 등의 다른 광촉매분말이 단일 혹은 혼합되도록 적용시킬 수도 있을 것이다. 한편, 상기 광촉매분말(L)은, 100nm이상 50㎛이하의 크기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 광촉매분말(L)이 100nm이상 50㎛이하의 크기를 가짐으로써, 나노크기의 분말보다 저렴하여 생산효율이 향상될 수 있다.

[0035] 상기 진공부(400)는 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S)에 적층되는 적층공간(411)을 진공의 상태로 형성시키기 위한 것으로, 챔버(410), 진공펌프(420), 진공센서(430)를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 챔버(410)는, 내부에 적층공간(411)이 형성되어, 상기 적층공간(411)에 상기 노즐부(200)와, 상기 기판배치부(100)가 배치되는 것이 바람직하다. 상기 챔버(400)를 구비함으로써 상기 광촉매분말(L)이 분사되는 적층공간을 진공상태로 유지시킬 수 있다.

[0037] 상기 진공펌프(420)는 펌프를 이용하여 상기 챔버(410)의 적층공간(411)을 진공의 상태로 형성시킨다. 즉 상기 진공펌프(420)는 상기 챔버(410)의 적층공간(411) 내의 기체를 흡입, 압축하여 기 설정된 적절한 압력으로 유지

시킬 수 있다.

[0038] 상기 진공센서(430)는 상기 챔버(410)의 적층공간(411)의 압력을 감지하여, 상기 챔버(411)의 적층공간(411)을 기설정된 적절한 압력치로 유지시키기 위하여 상기 진공펌프(420)를 제어한다. 따라서 상기 챔버(410)의 적층공간(411)이 진공의 상태가 유지 될 수 있으며, 진공의 상태를 유지시킴으로써 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S) 상에 증착될 때, 기판(S) 근처의 공기저항을 최소화하여 증착정밀도를 높일 수 있다. 부연하면 상기 진공부(500)는 광촉매분말(L)의 입자의 크기에 따라 구동을 선택적으로 제어할 수 있으며, 상기 광촉매분말(L)이 상대적으로 작은입자로 구성되는 경우, 상기 적층공간(411)을 선택적으로 저진공의 상태로 형성시킴으로써, 상기 노즐부(200)를 통하여 상기 광촉매분말(L)을 분사시킬 때 기판(S)의 주변으로 흩어지는 것을 방지할 수 있다.

[0039] 상기 분말필터(440)는 상기 챔버(410)의 적층공간(411)과 연통되도록 구비되고, 상기 챔버(410)와 상기 진공펌프(420)사이에 구비된다. 상기 분말필터(440)는 상기 진공펌프(420)가 상기 챔버(410)의 적층공간(411)을 진공의 상태로 형성시킬 시, 상기 챔버(410)의 적층공간(411)내에 존재하는 분말을 걸러낼 수 있다.

[0040] 도 5는 본 발명의 광촉매 박막제작장치(10)에 의하여 제작된 광촉매박막(F)의 광촉매분말(L)입자와 기판(S)에 충돌 전 광촉매분말(L)입자를 주사전자현미경(FE-SEM, JEOL- JSM6500F, 일본)로 촬영한 이미지이다.

[0041] 도 5의 실험공정의 파라미터(Parameter)로는, 광촉매분말(L)은 산화텅스텐(WO_3, SIGMA-ALDRICH)이 적용되었으며, 산화텅스텐(WO_3)분말 크기는 20(㎛)이하로 구성된다. 또한 기판(S)은 폴리프로필렌(Polypropylene,PP)이 적용되었으며, 챔버(410) 내의 압력은 190-210(Torr), 노즐부(200)의 분사홀(200h)크기는 50(mm)x0.4(mm), 스캔속도는 0.1(mm/s), 분말피스톤(310)의 공급속도는 0.5(mm/min), 브러쉬(320)의 회전속도는 7000(rpm)으로 설정하였으며, 기판(S)에 증착된 광촉매박막(F)의 면적은 30(mm)x30(mm)으로 형성되었다.

[0042] 도 5의 (a)는 광촉매분말(L)을 기판(S)에 증착시키기 전의 광촉매분말(L)을 촬영한 이미지이며, 도 5의 (b)는 기판(S)에 적층시킨 광촉매박막(F)상의 광촉매분말(L)을 (a)와 같은 배율에서 촬영한 이미지이다. 즉, 도 5의 (a)와 (b)를 비교하면, 기판(S)에 증착된 광촉매분말(L)은 충돌전의 광촉매분말(L)과 입자모양이 상이하다는 것을 확인할 수 있다. 도 5의 (c)와 (d)는 도 5의 (b)를 확대한 이미지로 도 5의 (d)에서는 광촉매박막(F)의 광촉매분말(L)의 입자의 형상을 확인할 수 있다. 즉 도 5의 (d)를 참고하면 증착된 광촉매박막(F) 상의 광촉매분말(L)의 입자 크기는 증착 전의 광촉매분말(L)의 입자보다 훨씬 작다는 것을 확인할 수 있다. 이를 통하여 증착 전의 광촉매분말(L)이 기판(S) 상에 충돌함으로써 광촉매분말(L)이 파괴되어 파괴상태로 기판(S)에 적층되어 광촉매박막(F)이 형성되었다는 것을 알 수 있다.

[0043] 도 6은 본 발명의 광촉매 박막제작장치(10)에 의하여 제작된 광촉매박막(F)의 광촉매분말(L)입자와 기판(S)에 충돌 전 광촉매분말(L)의 입자를 공초점현미경을 이용하여 촬영한 이미지이다.

[0044] 도 6의 (a)는 기판(S)에 충돌 전 광촉매분말(L)의 입자를 촬영한 이미지로, 도 6의 (a)의 광촉매분말(L)의 면적대비 표면적 값은 광촉매분말(L)이 뭉쳐있는 부분은 약1.17, 그렇지 않은 부분은 약 0.76으로 확인된다. 도 6의 (b)는 광촉매박막(F)의 광촉매분말(L)입자를 촬영한 이미지로, 광촉매박막(F)의 광촉매분말(L)입자의 표면적 값은 약 3.6으로 확인되었다. 즉, 광촉매분말(L)의 입자가 기판(S)에 충돌시 파괴상태로 기판(S)에 증착됨으로써, 표면적이 넓게 나타난다는 것을 확인할 수 있으며, 마이크로미터 크기의 분말이 깨어지면서 보다 넓은 표면적을 가지는 박막을 형성하여 광분해 성능이 향상될 수 있다.

[0045] 도 7은, 본 발명의 광촉매 박막제작장치(10)를 이용하여 제작된 광촉매박막(F)의 광촉매성능과 기판(S)에 충돌 전 광촉매분말(L)의 광촉매성능을 비교하여 나타내는 그래프로, 메틸렌블루(Methylene blue) 수용액를 이용한 광분해실험을 통해 확인하였다. 즉, 도 7은 광촉매반응에 의해 분해된 메틸렌블루 수용액의 흡광도를 측정함으로써, 상기 광촉매박막(F)의 광촉매성능을 확인하였다.

[0046] 도 7의 광분해실험 공정의 파라미터(Parameter)는, 1000ppm(g/m3)의 메틸렌블루 수용액을 증류수와 혼합하여 5ppm수용액을 제작하였으며, 기판(S)에 적층시키기 전 광촉매분말(L)과, 광촉매 박막제작장치(10)를 통해 제작된 광촉매박막(F)을 각각 메틸렌블루 수용액(75 ml)이 담긴 비커에 넣어, 6시간 동안 100W의 광원을 조사하였다. 이때, 광촉매분말(L)은 WO_3를 적용하였으며, 기판(S)에 적층시키기 전 광촉매분말(L)의 무게는 1.7(mg)이며, 상기 광촉매박막(F)은 주입된 공기의 압력은 2(bar), SoD는 3(mm) 로 제작되었으며, 적층된 광촉매박막(F)의 무게는 1.7(mg)이다. 6시간 반응 후, 15(ml) 용액을 취하여 원심분리기(4000 rpm, 10 min)를 통해 분말과 용액을 분리한 후 3(ml) 용액을 취하여 UV/Vis Spectrophotometer(Optizen POP)를 사용하여 400~800(nm)의 가시광선 범위에서 메틸렌블루 수용액의 흡광도를 측정하였다. 측정된 값인 흡광도(A)는 [수학식

1]을 통하여 산출한다. 메틸렌블루는 파장 665(nm)에서 흡광도가 가장 높은 것으로, 665(nm)의 파장에서 메틸렌블루 수용액의 흡광도를 비교하여 [수학식2]와 같이 분해율(D(%))을 산출할 수 있다.

수학식 1

[0047] $$A=\log(I/Io)$$

수학식 2

[0048] $$D(\%)=[(Ao-A)/Ao]*100$$

[0049] 여기서, Io는 입사광의 세기이고, I는 투과광의 세기이며, Ao는 반응에 사용된 순수 메틸렌블루 수용액의 흡광도이며, A는 광반응 전 순수 메틸렌블루 수용액의 흡광도이다.

[0050] 도 7의 그래프를 참조하여, 광촉매분말(L)의 광촉매성능을 메틸렌블루를 이용한 방법으로 평가한 결과를 살펴보면, 메틸렌블루 자체분해율은 약 3.06%으로 나타나며, 광촉매분말(L)인 WO_3분말의 분해율은 약 11.13%로 확인된다. 또한 광촉매분말(L)과 동일한 무게가 적층된 광촉매박막(F)의 경우 약 23.99%의 분해율이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 즉, 상기 광촉매박막(F)이 광촉매분말(L)의 분해율보다 액 2.15배 높다는 것을 확인할 수 있으며, 이는 광촉매분말(L)이 기판(S)에 증착됨으로써, 수 백 나노크기의 형태로 파괴되어 적층되고 기판(S)이 변형됨으로써, 표면적이 증가하였다는 것을 알 수 있다. 따라서 도 7을 통하여 상기 광촉매박막(F)이 형성될 때 광촉매분말(L)이 깨져서 보다 넓은 표면적을 갖게 되어 광촉매 효율이 향상된 우수한 결과가 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0051] 도 8은 도 7과 같은 방법으로 실험된 단일 광촉매분말(L)과 혼합광촉매분말(L)이 증착되어 제작된 광촉매박막(F)의 광촉매성능을 비교한 나타낸 그래프이다.

[0052] 도 8의 실험에서 단일 광촉매분말은 산화텅스텐(WO_3)분말이 적용되었으며, 혼합 광촉매분말은, 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말이 혼합된 것이 적용되었다. 도 8의 그래프에서 확인되는 바와 같이, 산화텅스텐(WO_3)분말이 적층된 광촉매박막(F)의 분해율은 36.93%이며, 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말이 혼합된 광촉매박막(F)의 분해율은 41.86%으로 나타난다. 즉 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말(L)이 혼합되어 광촉매박막(F)을 제작하였을 때, 분해율이 증가하여 광촉매성능이 향상될 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

[0053] 한편, 도 9는 본 발명의 광촉매 박막제작방법(S10)을 개략적으로 도시한 순서도이다. 상기 광촉매 박막제작방법(S10)은 상기 광촉매 박막제장장치(10)를 이용하여 광촉매박막(F)을 제작하기 위한 방법인 것으로, 도 9를 참조하면 본 발명의 광촉매 박막제작방법(S10)은, 기판배치단계(S100), 광촉매분말공급단계(S200), 광촉매분말 분사단계(S300) 및 광촉매박막증착단계(S400)를 포함 할 수 있다.

[0054] 상기 기판배치단계(S100)는 상기 기판배치부(100)의 일측에 기판(S)을 배치시키는 것으로, 상기 기판(S)은 챔버(410) 내에 배치되는 것이 바람직하다. 부연하면 상기 기판(S)은 챔버(410) 내에서 노즐부(200)의 분사홀(200h)에 근접하게 배치시키는 것이 바람직하다. 상기 기판배치단계(S100)는, 진공형성단계(S110)를 더 포함 할 수 있다.

[0055] 상기 진공형성단계(S110)는 상기 기판(S)이 배치된 상기 챔버(410)의 적층공간(411)을 진공상태로 형성시키는 것으로, 상기 챔버(410)의 적층공간(411)을 진공의 상태로 유지시킴으로써, 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S)상에 증착될 때 공기저항을 저하시켜 증착정밀도를 높여줄 수 있다. 상기 진공형성단계(S110)는 상기 챔버(410)와 연결되어 구비되는 상기 진공펌프(420)를 이용하여 형성시키는 것이 바람직하다. 즉 상기 진공펌프(420)는 상기 챔버(410)의 적층공간(411) 내의 기체를 흡입, 압축하여 기 설정된 적절한 압력으로 유지시킨다.

[0056] 상기 광촉매분말공급단계(S200)는 상기 기판(S)으로 공급된 상기 광촉매분말(L)을 상기 노즐부(200)에 공급한다. 즉, 상기 광촉매분말공급단계(S200)는 상기 광촉매분말공급부(300)를 통하여 상기 광촉매분말(L)을

상기 노즐부(200)의 내부공간(210)으로 이동시킨다. 상기 광촉매분말공급단계(S200)는 공기주입단계(S210)를 더 포함할 수 있다. 상기 공기주입단계(S210)는 상기 전달부(330)에 공기를 주입하기 위한 단계로, 상기 공기주입단계(S210)를 통하여 공기를 주입시킴으로써, 상기 광촉매분말(L)과 공기가 함께 노즐부(200)로 이동될 수 있다. 즉 상기 공기주입단계(S210)는 상기 광촉매분말공급부(300)의 일측에서 공기를 주입시킬 수 있으며, 주입시키는 공기의 압력에 의하여 상기 광촉매분말(L)을 상기 노즐부(200)로 용이하게 이동가능하다. 이때 상기 광촉매분말공급단계(S200)는, 단일 광촉매분말 또는 혼합 광촉매분말을 공급하는 것이 바람직하다. 부연하면 상기 혼합 광촉매분말(L)은 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말(L)이 혼합되어 공급되는 것이 더 바람직하며, 흡수하는 파장이 상이한 광촉매분말(L)이 혼합되어 공급됨으로써, 광촉매성능을 향상시킬 수 있다. 상기 단일 광촉매분말은 산화텅스텐(WO_3)분말인 것이 바람직하며, 상기 혼합 광촉매분말은, 두 종류의 서로 다른 광촉매분말(L)인 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말이 혼합된 것이 바람직하다. 하지만 상기 광촉매분말을 산화텅스텐(WO_3)분말과 산화철(Fe_2O_3)분말로 한정하는 것은 아니며, TiO_2, ZnO, CdS, ZrO_2, SnO_2, V_2O_2 등의 다른 광촉매분말 단일 혹은 혼합하여 적용시킬 수도 있을 것이다. 한편, 상기 광촉매분말(L)은, 100㎚이상 50㎛이하의 크기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 광촉매분말(L)이 100㎚이상 50㎛이하의 크기를 가짐으로써, 나노크기의 분말보다 저렴하여 생산효율이 향상될 수 있다.

[0057] 상기 광촉매분말 분사단계(S300)는 상기 광촉매분말(L)을 상기 분사홀(200h)의 외측으로 분사시키는 단계로, 상기 노즐부(200)의 내부공간(210)으로 이동된 상기 광촉매분말(L)을 상기 분사홀(200h)의 외측으로 분사시킨다. 즉 상기 광촉매분말 분사단계(S300)는 상기 광촉매분말(L)을 상기 내부공간(210)의 일측에서 타측으로 이동시켜 상기 분사홀(200h)의 외측으로 분사시킨다.

[0058] 상기 광촉매박막증착단계(S400)는 상기 기판(S) 상에 상기 광촉매분말(L)이 증착되는 단계로, 상기 분사홀(200h)로부터 분사된 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S)에 충돌됨으로써 증착된다. 즉 광촉매박막증착단계(S400)는, 상기 분사홀(200h)을 통해 분사된 상기 광촉매분말(L)이 상기 기판(S)에 충돌됨으로써, 상기 광촉매분말(L)이 파괴되고, 파괴상태로 상기 기판(S) 상에 증착되어 광촉매박막(F)을 생성시킬 수 있다.

[0059] 본 발명에 따른 광촉매 박막제작장치(10) 및 광촉매 박막제작방법(S10)에 의하면, 노즐부(200)를 통해 광촉매분말(L)을 분사시켜 기판(S)에 고속으로 충돌함으로써, 기판 상에 광촉매분말(L)을 증착시켜 대면적의 광촉매박막(F)을 제작할 수 있다. 따라서 대면적의 광촉매박막(F)을 간단한 구성으로 빠르게 제작할 수 있어 제작 효율이 높다.

[0060] 또한 광촉매분말(L)이 고속으로 분사되며 충돌함으로써, 광촉매분말(L)의 입자가 파괴상태로 증착됨으로써, 표면적이 증대되어 광촉매성능이 향상될 수 있다.

[0061] 또한 광촉매박막(F)을 상온에서 제작할 수 있어, 기판(S) 재료의 종류와 관계없이 광촉매박막(F)을 제작할 수 있다.

[0062] 더불어 광촉매분말(L)을 혼합시킴으로써 파장이 다른 광촉매물질의 혼합이 용이하고, 혼합된 광촉매분말(L)이 기판에 증착됨으로써 광촉매성능을 증대시킬 수 있다.

[0063] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 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 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0064] 10 : 광촉매 박막제작장치

100 : 기판배치부 200 : 노즐부

200h : 분사홀 210 : 내부공간

300 : 광촉매분말공급부 310 : 분말피스톤

311 : 수용공간 320 : 브러쉬

330 : 전달부 340 : 공기주입부

350 : 유량계 400 : 진공부

410 : 챔버 411 : 적층공간

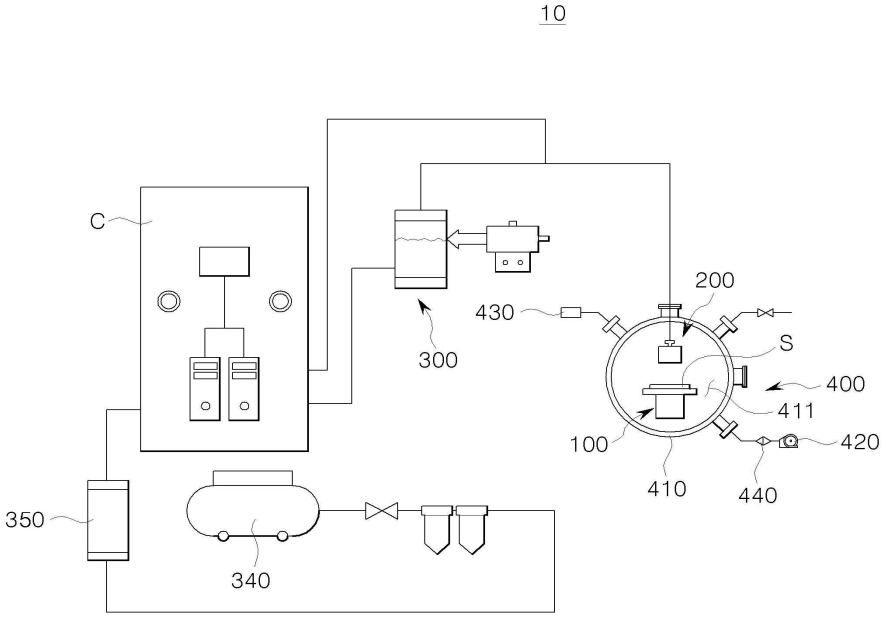
420 : 진공펌프 430 : 진공센서

440 : 분말필터 L : 광촉매분말

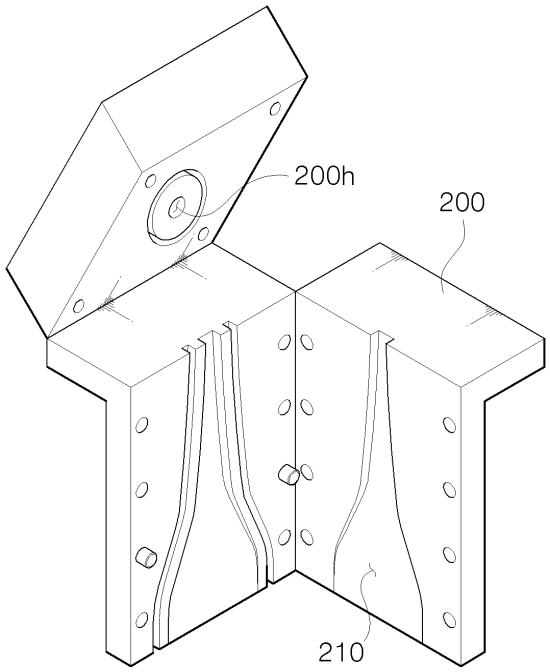
S : 기판 F : 광촉매 박막

도면

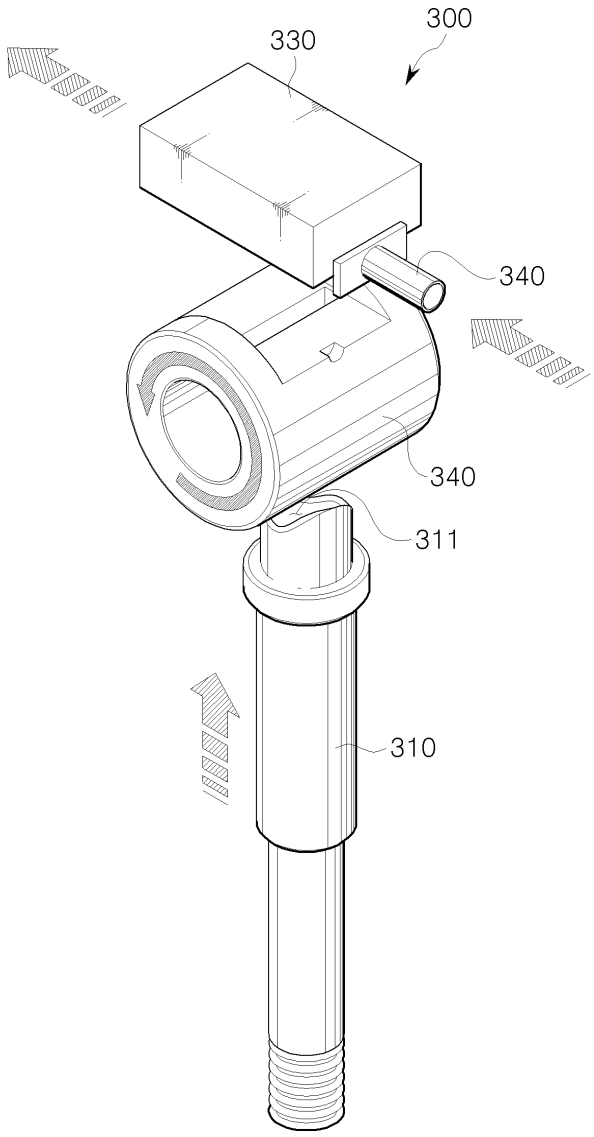
도면1



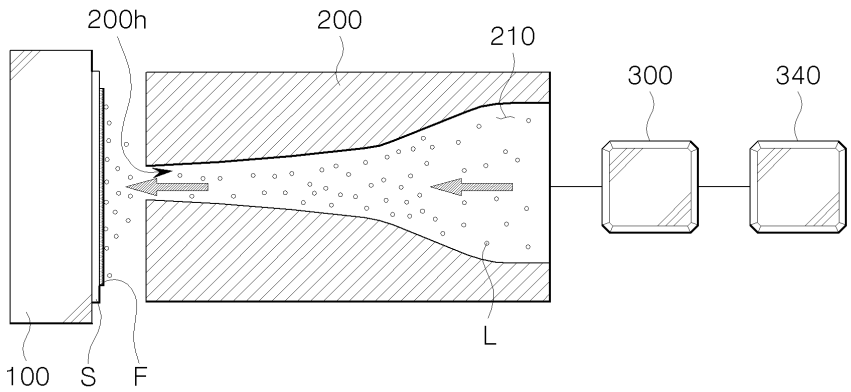
도면2



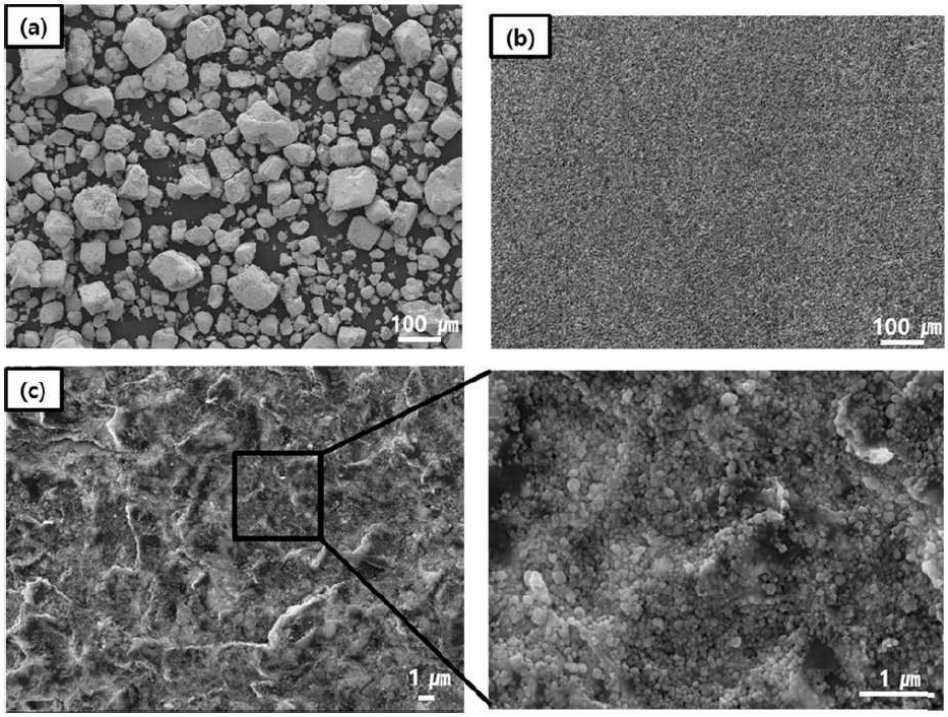
도면3



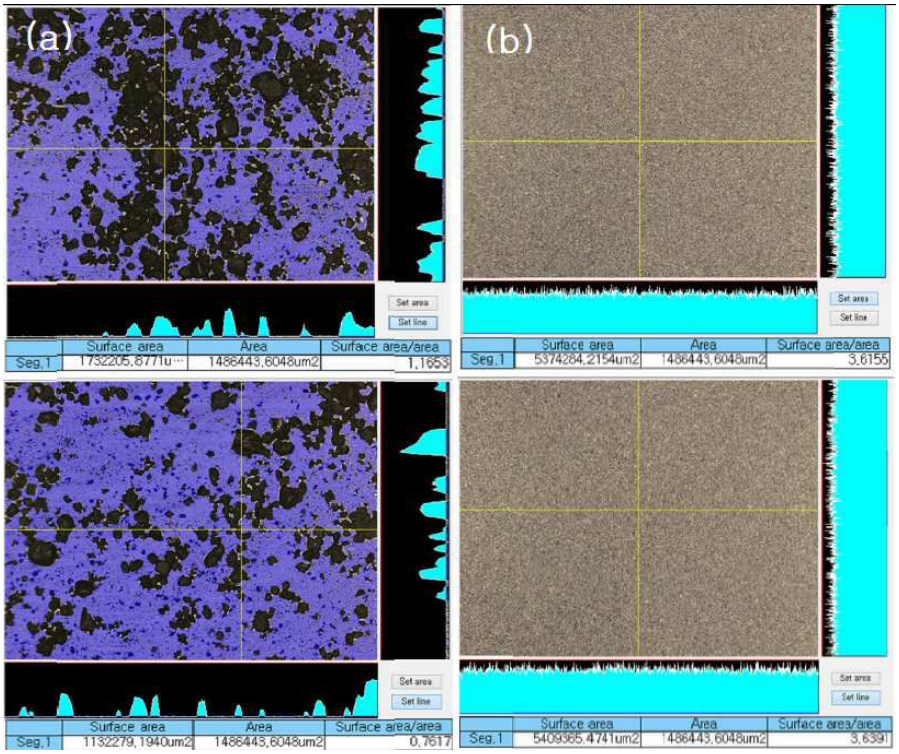
도면4



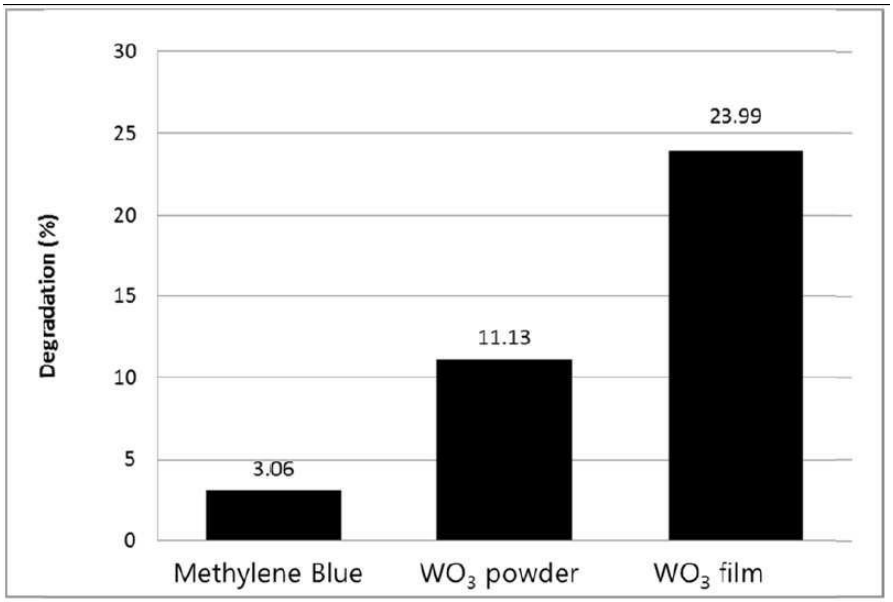
도면5


(a)
100 μm
(b)
100 μm
(c)
1 μm
1 μm

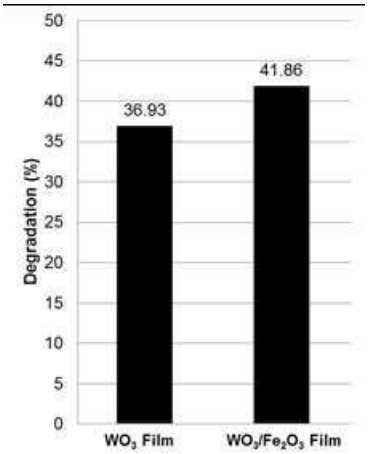
도면6


(a)
Surface area
Area
Surface area/area
Seg.1
1732205.8771u…
1486443.6048um2
1.1653
(b)
Surface area
Area
Surface area/area
Seg.1
5374284.2154um2
1486443.6048um2
3.6155
Surface area
Area
Surface area/area
Seg.1
1132279.1940um2
1486443.6048um2
0.7617
Surface area
Area
Surface area/area
Seg.1
5409365.4741um2
1486443.6048um2
3.6391

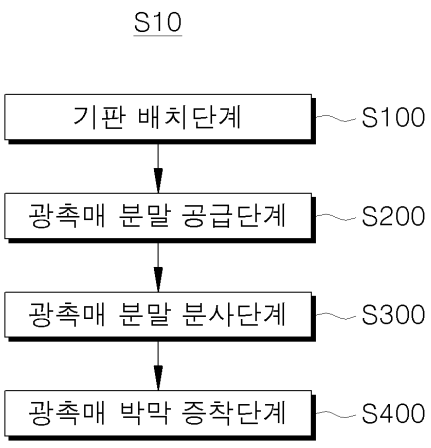
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제10항

【변경전】

일측에 기판이 배치되는 기판배치부와, 상기 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고

【변경후】

일측에 기판이 배치되는 기판배치부와, 광촉매분말이 일측에서 타측으로 이동하도록 내부공간이 형성되고