



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월11일
(11) 등록번호 10-1816450
(24) 등록일자 2018년01월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/448 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/52 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/4486 (2013.01)
C23C 16/4412 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0138174
(22) 출원일자 2016년10월24일
심사청구일자 2016년10월24일
- (56) 선행기술조사문헌
JP2009513834 A*
KR1020040043560 A*
KR101592250 B1
Ruvini Dharmadasa et al. Journal of the
American Ceramic Society. 2011, Vol. 94, pp.
3540-3546*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
- (72) 발명자
심준형
서울특별시 강남구 압구정로 201 현대아파트 79동
103동
장동영
전라남도 해남군 화원면 관광레저로 936
- (74) 대리인
이동건

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 정승두

(54) 발명의 명칭 에어로졸 화학 기상 증착 방법 및 이를 구현하기 위한 에어로졸 화학 기상 증착 장치

(57) 요약

에어로졸 화학 기상 증착 방법에 따르면, 증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급한다. 상기 소스 가스에 대하여 열기체를 이용하여 사이클론 기류를 형성하여 상기 증착 챔버 내의 분말들을 분산시킨다. 이후, 상기 분말 및 상기 전구체를 상호 화학 결합시켜 기재 상에 코어셀 분말의 박막을 형성한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 16/4481 (2013.01)

C23C 16/45502 (2013.01)

C23C 16/52 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급하는 단계;

상기 소스 가스에 대하여 열기체를 이용하여 사이클론 기류를 형성하여 상기 증착 챔버 내의 분말들을 분산시키는 단계; 및

상기 분말 및 상기 전구체를 상호 화학 결합시켜, 기재의 표면 상에 코어셀 분말을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 소스 가스에 대하여 사이클론 기류를 형성하는 단계는, 상기 증착 챔버 내부로 열기체를 공급하는 복수의 열기체 공급부들을 이용하는 수행되는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 열기체는 20 내지 600 °C의 온도 범위를 갖는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 에어로졸 상태의 전구체는 액체 전구체에 대하여 초음파 진동을 인가하여 형성되는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 선택적으로 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 방법.

청구항 6

분말이 내부에 공급된 증착 챔버;

상기 증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급하는 소스 가스 공급부; 및

상기 가스 공급부 및 상기 증착 챔버 사이에 구비되어, 상기 증착 챔버 내부로 열기체를 공급하여 상기 소스 가스를 사이클론 기류로 형성하도록 복수의 사이클론 형성부들을 포함하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 사이클론 형성부들은 상기 증착 챔버의 수직 높이를 기준으로 서로 다른 높이에 위치하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 사이클론 형성부는,

상기 열기체를 배출하는 열기체 배출부;

상기 열기체 배출부 및 상기 증착 챔버 사이에 상기 열기체의 유로를 제공하는 열기체 공급 라인; 및

상기 열기체 공급 라인으로부터 분기되어 상기 소스 가스 공급부와 연결되며 상기 소스 가스의 유로를 제공하는 소스 가스 공급 라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 열기체 공급 라인 및 상기 소스 가스 공급 라인은 45 내지 90 ° 각도를 이루는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 열기체 공급 라인의 가상의 연장된 중심축 및 상기 증착 챔버의 내벽은 서로 만나며, 상기 열기체 공급 라인의 중심축은 상기 증착 챔버의 내벽 사이의 최장 거리는 100 mm 이내인 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 열기체 공급 라인의 중심축 및 상기 증착 챔버의 외벽이 이루는 각도는 90 내지 120 ° 범위의 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

청구항 12

제6항에 있어서, 상기 증착 챔버는, 그 상부에 형성된 기체 유출구에는 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 선택적으로 배출하는 다공성 필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 화학 기상 증착 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에어로졸 화학 기상 증착 방법 및 이를 구현하기 위한 에어로졸 화학 기상 증착 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 다방향의 에어로졸을 이용하여 파우더를 분산시켜 개별 파우더에 균일하게 박막을 증착하여 코어셀 구조의 분말을 형성하는 에어로졸 화학 기상 증착 방법 및 이를 구현하기 위한 에어로졸 화학 기상 증착 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 에어로졸 화학 기상 증착(Aerosol Assisted Chemical vapor Deposition: AACVD) 공정은 박막 증착 공정의 일종으로서, 용해된 합성 물질이 에어로졸로 분무되어 나노단위부터 마이크로 단위까지 표면에 박막을 증착할 수 있는 방법이다. 또한 원자층 증착법 (Atomic Layer Deposition) 및 화학기상 증착법(Chemical Vapor Deposition)등의 증착 기술과 달리 에어로졸 화학 기상 증착 공정은, 진공환경이나 복잡하고 값비싼 시스템을 필요로 하지 않고 일반 대기압에서 증착할 수 있는 큰 장점을 지니고 있는 경제적인 증착 방법일 수 있다.

[0003] 한편, 파우더에 균일한 박막을 형성하여 코어셀 구조를 갖는 분말은 촉매, 에너지 저장장치나 연료전지와 같은 에너지 분야에서 적용되고 있다. 이러한 기술적인 수요에 발맞추어 다양한 방법을 이용한 파우더 및 파티클과 같은 다공성 나노입자의 표면에 박막을 증착하는 기술에 대한 연구가 집중되고 있다.

[0004] 하지만 나노입자의 경우 서로 응집(agglomeration)하려는 특성이 있기 때문에 이 뭉쳐진 나노입자들을 분산되지 않을 경우, 나노 입자의 한부분에만 기능성 박막이 증착되어 균일한 박막 형성이 떨어지는 문제점을 안고 있다.

[0005] 따라서 파우더인 코어 표면에 셀 박막을 균일하게 증착 할 수 있는 에어로졸 화학기상 증착 장치에 대한 연구가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은 파우더 표면에 균일하게 셀 형태의 박막을 형성할 수 있는 에어로졸 화학 기상 증착 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 에어로졸 화학 기상 증착 방법을 구현할 수 있는 에어로졸 화학 기상 증착 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 방법에 따르면, 증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급한다. 상기 소스 가스에 대하여 열기체를 이용하여 사이클론 기류를 형성하여 상기 증착 챔버 내의 분말들을 분산시킨다. 이후, 상기 분말 및 상기 전구체를 상호 화학 결합시켜, 기재의 표면 상에 코어셸 분말을 형성한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 소스 가스에 대하여 사이클론 기류를 형성하는 단계는, 상기 증착 챔버 내부로 열기체를 공급하는 복수의 열기체 공급부들을 이용하는 수행될 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체는 20 내지 600 °C의 온도 범위를 가질 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 에어로졸 상태의 전구체는 액체 전구체에 대하여 초음파 진동을 인가하여 형성될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 선택적으로 제거할 수 있다.
- [0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 장치는, 분말이 내부에 공급된 증착 챔버, 상기 증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급하는 소스 가스 공급부 및 상기 가스 공급부 및 상기 증착 챔버 사이에 구비되어, 상기 증착 챔버 내부로 열기체를 공급하여 상기 소스 가스를 사이클론 기류로 형성하도록 복수의 사이클론 형성부를 구비한 사이클론 형성부를 포함한다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착에 있어서, 상기 사이클론 형성부는 상기 증착 챔버의 수직 높이를 기준으로 서로 다른 높이에 위치할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 사이클론 형성부는, 상기 열기체를 배출하는 열기체 배출부, 상기 열기체 배출부 및 상기 증착 챔버 사이에 상기 열기체의 유로를 제공하는 열기체 공급 라인 및 상기 열기체 공급 라인으로부터 분기되어 상기 소스 가스 공급부와 연결되며 상기 소스 가스의 유로를 제공하는 소스 가스 공급 라인을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인 및 상기 소스 가스 공급 라인은 45 내지 90 ° 각도를 이룰 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인의 가상의 연장된 중심축 및 상기 증착 챔버의 내벽은 서로 만나며, 상기 열기체 공급 라인의 중심축 및 상기 증착 챔버의 내벽 사이의 거리는 100 mm 이내일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인의 중심축 및 상기 증착 챔버의 외벽이 이루는 각도는 90 내지 120 ° 범위일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 증착 챔버는, 그 상부에 형성된 기체 유출구에는 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 선택적으로 배출하는 다공성 필터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 사이클론 기류를 이용하여 소스 가스에 포함된 전구체 및 분말을 화학 반응시켜, 증착 챔버 내에서 효과적으로 분산된 개별 파우더 표면 상에 에어로졸 화학기상 증착법으로 기능성 박막의 균일한 증착이 가능한 장점을 지닌다.
- [0021] 또한, 기존의 핫플레이트를 대체하는 열기체를 이용하여 증착 챔버 내부의 가열 및 사이클론 형성을 통하여 양산성 및 경제성이 개선될 수 있다.
- [0022] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 장치를 설명하기 위한 구성도이다.

도 3은 도2의 증착 챔버 및 사이클론 형성부 간의 체결 상태를 설명하기 위한 단면도이다.

도 4는 공정 가스 공급 라인과 열기체 공급 라인의 구성 및 공급 라인들과 증착 챔버의 결합 관계를 설명하기 위한 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [0025] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0026] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 에어로졸 화학 기상 증착 방법
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 방법에 따르면, 증착 챔버 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급한다(S110). 상기 소스 가스의 유량은 유량 조절기를 통하여 조절될 수 있다. 또한, 에어로졸 상태의 전구체를 형성하기 위하여 압전 트랜스듀서가 이용될 수 있다. 압전 트랜스듀서는 초음파 진동을 발생하고 물을 매개로 하여 액체 전구체에 상기 초음파 진동을 인가함으로써, 에어로졸 상태의 전구체를 형성할 수 있다. 상기 에어로졸 상태의 전구체는 캐리어 가스와 함께 소스 가스를 형성한다.
- [0031] 상기 소스 가스를 공급하는 도중에, 상기 소스 가스에 대하여 열기체를 이용하여 사이클론 기류를 형성하여 상기 증착 챔버 내의 분말들을 분산시킨다(S120). 즉, 상기 소스 가스가 공급될 때, 상기 소스 가스가 상기 증착 챔버 내에서 사이클론 기류의 형태로 공급될 수 있다. 상기 사이클론 기류를 갖는 소스 가스가 공급됨으로써, 상기 증착 챔버 내에 잔류하는 분말들이 함께 사이클론 기류에 따라 유동한다. 결과적으로 상기 분말들이 증착 챔버 내에서 전 영역에 걸쳐 균일하게 분산될 수 있다.
- [0032] 상기 분말은 금속, 세라믹, 고분자, 복합물과 같은 다양한 재질로 이루어지며 그 재질에 한정되지 않는다. 상기 분말은, 구 형상, 플레이크 형상 또는 다면체 형상 등을 가지며, 그 형상이 제한되지 않는다. 또한, 상기 분말은 상기 증착 챔버 내에서 분산될 수 있는 미세 구조물이며 충분하다.
- [0033] 상기 소스 가스에 대하여 사이클론 기류를 형성하기 위하여, 상기 증착 챔버 내부로 열기체를 공급하는 복수의 열기체 공급부들이 이용될 수 있다. 예를 들면, 상기 열기체 공급부가 상기 증착 챔버, 특히 측부에 연통되어, 상기 소스 가스 및 열기체를 함께 상기 증착 챔버 내로 공급한다. 이때, 열기체 공급부가 상기 증착 챔버의 중심과 불일치함으로써, 상기 열기체 공급부가 상기 증착 챔버 내에 사이클론 기류를 형성할 수 있다.

- [0034] 또한, 복수의 열기체 공급부들이 구비될 경우, 상기 열기체 공급부들은 시계 방향을 따라 점차로 증가하거나 또는 감소하는 수직 높이에서 상기 증착 챔버의 측벽과 연통되도록 배치됨에 따라, 상기 열기체 공급부들이 열기체를 공급할 때 보다 효과적으로 사이클론 기류가 상기 증착 챔버 내에서 형성될 수 있다.
- [0035] 이어서, 상기 열기체가 공급됨에 따라 상기 증착 챔버 내는 일정한 온도가 유지될 수 있다. 예를 들면, 상기 열기체는 상온과 같은 20 내지 600 °C의 온도 범위로 증착 챔버 내에 공급될 수 있다. 이로써, 상기 증착 챔버 내의 온도는 550 °C 이하의 온도로 조절될 수 있다. 결과적으로 챔버 내의 온도를 조절하기 위한 별도의 핫 플레이트 또는 히터를 생략할 수 있으며, 상기 열기체의 온도 제어를 통하여 증착 챔버 내의 온도를 조절할 수 있다.
- [0036] 상기 분말 및 상기 전구체를 상호 화학 결합시켜, 기재의 표면 상에 코어셀 분말을 형성한다(S130). 이때 증착 챔버의 온도는 상기 열기체에 의하여 조절됨으로써, 상기 분말 및 상기 전구체가 상기 온도에서 효과적으로 반응할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체가 선택적으로 제거될 수 있다(S140). 이때, 상기 분말을 제외한 미반응 소스 가스 및 열기체를 제거하기 위하여 다공성 필터가 이용될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 방법에 따르면, 열기체를 이용하여 증착 챔버 내에 사이클론 기류를 형성함으로써, 증착 챔버 내의 분말들이 전체적으로 균일하게 분산될 수 있다. 이로써, 상기 분말 표면 및 전구체가 전체적으로 균일하게 화학 반응함으로써, 상기 분말 표면에 전체적으로 균일한 셀 형태의 박막이 형성될 수 있다. 나아가, 열기체가 증착 챔버 내에 공급됨으로써, 열기체의 온도 제어를 통하여 증착 챔버의 공정 온도를 용이하게 조절할 수 있다. 이로써, 별도의 핫플레이트와 같은 가열 부재가 생략될 수 있다.
- [0039] 에어로졸 화학 기상 증착 장치
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 장치를 설명하기 위한 구성도이다. 도 3은 도2의 증착 챔버 및 사이클론 형성부 간의 체결 상태를 설명하기 위한 단면도이다. 도 4는 도 2의 공정 가스 공급 라인과 열기체 공급 라인의 구성 및 공급 라인들과 증착 챔버의 결합 관계를 설명하기 위한 평면도이다.
- [0041] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 에어로졸 화학 기상 증착 장치는, 증착 챔버(110), 소스 가스 공급부(130) 및 사이클론 형성부(150)를 포함한다. 상기 에어로졸 화학 기상 증착 장치는, 에어로졸 상태의 소스 가스를 이용하여 코어를 이루는 분말 표면에 셀을 이루는 박막을 형성하는 에어로졸 화학 기상 증착 공정에 적용될 수 있다.
- [0042] 증착 챔버(110)는 에어로졸 화학 기상 증착 공정이 수행되는 처리 공간을 제공한다. 상기 증착 챔버(110)에서 수행되는 에어로졸 화학 기상 증착 공정은 일반적으로 상압에서 수행됨에 따라 진공 상태에서의 공정정보다는 용이한 공정 조건 아래에서 수행될 수 있다.
- [0043] 상기 증착 챔버(110) 내에는 박막 형성용 분말이 공급된다. 상기 분말은 코어셀 구조에서의 코어에 해당한다. 상기 분말은 구리, 코발트, 니켈 등의 다양한 성분의 금속 분말을 포함할 수 있다. 상기 분말은 일반적으로 구형상을 가진다.
- [0044] 상기 소스 가스 공급부(130)는, 상기 증착 챔버(110) 내에 에어로졸 상태의 전구체 및 캐리어 가스를 포함하는 소스 가스를 공급한다. 즉, 상기 소스 가스의 예로는 상기 분말의 표면에 셀 형태의 박막을 이루는 물질을 포함하면 충분하다. 상기 소스 가스를 이루는 전구체는 상기 셀 형태의 박막을 이루는 물질을 포함한다.
- [0045] 상기 소스 가스 공급부(130)는 상기 증착 챔버(110) 내에 에어로졸 상태의 전구체를 공급한다. 예를 들면, 상기 소스 가스 공급부(130)는 액체 상태의 전구체를 에어로졸 상태로 변환시킨 후 상기 에어로졸 상태의 전구체를 상기 증착 챔버 (110)내에 공급한다.
- [0046] 상기 액체 상태를 전구체를 에어로졸 상태로 변환시키기 위하여 압전 트랜스듀서가 이용될 수 있다. 즉, 액체 상태의 전구체에 초음파 진동을 인가함으로써, 상기 액체 상태의 전구체를 에어로졸 상태의 전구체로 변환시킬 수 있다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 소스 가스 공급부(130)는 액체 전구체를 공급하는 전구체 저장부(131), 캐리어 가스 탱크(132), 캐리어 가스의 유량을 조절하는 제1 유량 조절부(133), 캐리어 가스 공급 라인(134), 전구체 공급 라인(139), 초음파 발생부(135) 및 폴리머 멤브레인(137)을 포함한다.

- [0048] 상기 전구체 저장부(131)는 액체 상태의 전구체를 저장하면서 상기 초음파 발생부(135)에 공급한다. 상기 전구체 저장부(131)는 뷰렛을 이용하여 정량의 액체 전구체를 초음파 발생부(135) 내에 공급한다.
- [0049] 상기 캐리어 가스 탱크(132)는 질소와 같은 불활성 기체로 이루어진 캐리어 가스를 저장한다.
- [0050] 상기 캐리어 가스 공급 라인(134)은 상기 캐리어 가스 탱크(132) 및 초음파 발생부(135) 사이를 연결한다. 이로써, 상기 캐리어 가스 탱크(132)에 저장된 캐리어 가스는 상기 캐리어 가스 공급 라인(134)을 통하여 상기 초음파 발생부(135)에 공급될 수 있다. 한편, 상기 제1 유량 조절부(133)는 상기 캐리어 가스 공급 라인(134) 상에 배치된다. 상기 제1 유량 조절부(133)는 상기 캐리어 가스의 유량을 조절할 수 있다.
- [0051] 상기 초음파 발생부(135)는 그 내부에 공급된 액체 전구체에 초음파 진동을 인가함으로써 상기 액체 전구체를 에어로졸 상태의 전구체로 변환할 수 있다. 예를 들면, 상기 초음파 발생부(135)는 압전 트랜스듀서에서 발생된 초음파 진동을 물을 매개로하여 상기 액체 전구체에 인가할 수 있다. 이로써, 액체 전구체가 에어로졸 상태로 변환될 수 있다. 이때, 고분자 멤브레인(137)이 물 및 액체 전구체 사이에 개재됨으로써, 물 및 액체 전구체가 상호 섞이는 것을 방지하고 동시에 초음파 진동을 전달할 수 있다.
- [0052] 이때, 캐리어 가스가 초음파 발생부(135) 내부로 공급되고 내부 압력이 높아짐에 따라 에어로졸 상태 전구체가 전구체 공급 라인(139)으로 이송하게 된다.
- [0053] 상기 사이클론 형성부(150)는 상기 소스 가스 공급부(130) 및 상기 증착 챔버(110) 사이에 구비된다. 상기 사이클론 형성부(150)는, 열기체를 이용하여 상기 증착 챔버(110) 내에서 상기 소스 가스를 사이클론 기류로 형성한다.
- [0054] 상기 사이클론 형성부(150)는 열기체 배출부(151), 열기체 공급 라인(153) 및 소스 공급 라인(154)을 포함할 수 있다.
- [0055] 상기 열기체 배출부(151)는 핫 건과 같은 구성으로 열기체를 배출한다. 상기 열기체 배출부(151)은 상대적으로 높은 온도를 갖는 열기체를 생성하여 상기 증착 챔버(110) 내로 공급할 수 있다. 또한, 상기 열기체 배출부(151)는 상대적으로 높은 제1 유량으로 상기 열기체를 공급할 수 있다.
- [0056] 상기 열기체 공급 라인(153)은 상기 열기체 배출부(151) 및 상기 증착 챔버(110) 사이를 연결한다. 상기 열기체 공급 라인(153)은 상기 열기체의 유로를 제공한다.
- [0057] 상기 소스 가스 공급 라인(154)은 상기 열기체 공급 라인(153)으로부터 분기되어 상기 소스 가스 공급부(130)와 연결된다. 예를 들면, 상기 소스 가스 공급 라인(154)은 상기 전구체 공급 라인(139)과 연결된다. 이로써, 상기 전구체 공급 라인(139)을 통하여 공급되는 에어로졸 상태의 전구체가 상기 소스 가스 공급 라인(154) 및 상기 열기체 공급 라인(153)을 경유하여 상기 열기체와 함께 상기 증착 챔버(110)로 공급될 수 있다.
- [0058] 이때, 상기 열기체 및 에어로졸 상태의 전구체는 혼합됨으로써, 상기 증착 챔버 내에서 사이클론 기류를 형성할 수 있다. 이와 함께 상기 증착 챔버(110) 내에 존재하는 분말들이 사이클론 기류를 따라 증착 챔버(110) 내에서 고르게 분산될 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 열기체가 에어로졸 상태의 전구체에 혼합되어 상기 전구체의 온도가 증가함으로써, 상기 전구체 및 상기 분말 간의 화학 반응이 용이하게 발생할 수 있다.
- [0060] 한편, 열기체 공급 라인(153) 및 소스 가스 공급 라인(154)이 T자 형태를 이룸에 따라, 열기체 공급 라인(153) 내에서는 상대적으로 높은 유량의 열기체(50)가 이송되게 되는 반면에, 소스 가스 공급 라인(154) 내에는 상대적으로 낮은 유량의 전구체(30)가 이송되도록 조절된다. 이로써 베르누이 법칙을 이용하여 열기체 공급 라인(153) 내에 높은 유속의 열기체가 흐르게 되면 열기체 공급 라인(153)의 내부 압력이 감소하게 되고, 상기 소스 가스 공급 라인(154)을 통하여 에어로졸 상태의 전구체(30)가 역류하지 않고 상기 열기체 공급 라인(153)을 향하여 유입될 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인(153) 및 상기 소스 가스 공급 라인(154)이 이루는 각도(θ)는 45 내지 90° 범위를 이루어질 수 있다. 이로써, 상기 소스 가스의 역류가 억제되면서, 상기 소스 가스가 상기 소스 가스 공급 라인으로부터 상기 열기체 공급 라인으로 자연스럽게 유입될 수 있다.
- [0062] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인(153)의 가상의 연장된 중심축(153a) 및 상기 증착 챔버(110)의 내벽(111)은 서로 만나며, 상기 열기체 공급 라인(153)의 중심축 및 상기 증착 챔버(110)의 내벽(111) 사이의 거리(d)는 30 mm 이내로 조절될 수 있다. 이로써, 사이클론 기류가 상기 증착 챔버(110) 내에서 보다 효

과적으로 생성될 수 있다.

- [0063] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 열기체 공급 라인(153)의 중심축 및 상기 증착 챔버(110)의 외벽이 이루는 각도($\theta 1$)는 90 내지 120 ° 범위일 수 있다. 이로써, 상기 열기체 공급 라인을 통하여 열기체가 보다 효과적으로 상기 증착 챔버 내로 유입될 수 있다.
- [0064] 상기 사이클론 형성부(150)는 복수로 구비될 수 있다. 상기 사이클론 형성부(150)는 서로 마주보도록 위치한 두 쌍, 즉 네 개로 이루어질 수 있다.
- [0065] 상기 사이클론 형성부(150)는 복수로 구비될 경우, 상기 사이클론 형성부들(150)은, 상기 증착 챔버(110)의 수직 높이(h; 도 3 참조)를 기준으로 서로 다른 높이에 위치할 수 있다. 예를 들면, 증착 챔버(110)의 외주벽을 시계방향을 따라 상기 사이클론 형성부들(150)은 점차 증가된 높이를 가질 수 있다. 이와 다르게, 증착 챔버(110)의 외주벽을 시계방향을 따라 상기 사이클론 형성부들(150)은 점차 감소된 높이를 가질 수 있다. 이로써, 상기 사이클론 형성부들(150)로부터 공급되는 가스가 상기 증착 챔버(110) 내에서 보다 효과적으로 사이클론 기류를 형성할 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 증착 챔버(110)는, 그 상부에 형성된 기체 유출구에 배치되며, 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 선택적으로 배출하는 다공성 필터(115)를 더 포함할 수 있다. 상기 다공성 필터(115)는 분말을 증착 챔버 내에 잔류시키고, 상기 증착 챔버로부터 미반응 소스 가스 및 미반응 열기체를 필터링할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 따르면, 열기체 배출부에서 나오는 열기체로 인해 증착 챔버(110) 내부 온도 및 분말들(20)을 동시에 가열시켜 에어로졸 상태의 전구체(30)가 분말들(20)의 표면에 화학 결합될 수 있다.
- [0068] 또한 사이클론 기류로 상기 전구체가 상기 증착 챔버(110) 내에 공급됨으로써 분말(20)이 증착 챔버(110) 내에서 고르게 분산될 수 있다. 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 에어로졸 화학기상 증착 장치는 사이클론 발생을 유발하여 균일하게 분산된 상태의 분말 표면에 박막을 균일하게 증착할 수 있다.
- [0069] 한편, 상기와 같이 설명된 열기체 공급 라인(153) 및 소스 가스 공급 라인(154)의 형태 및 열기체 및 전구체 사이의 유량 차이를 이용하여 사이클론 기류의 생성 및 내부 온도를 가열시켜 분말 표면상의 박막 증착을 위한 에어로졸 화학기상 증착 장치 및 에어로졸 화학 기상 증착 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

산업상 이용가능성

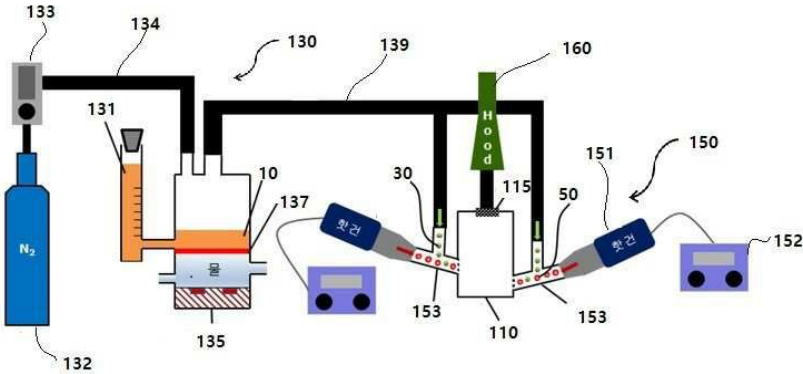
- [0070] 이러한 에어로졸 화학 기상 증착 방법 및 에어로졸 화학 기상 증착 장치는 분말의 표면을 코팅하여 코어셀 구조를 갖는 분말을 이용하는 모든 산업 분야에 광범위하게 적용될 수 있다.

도면

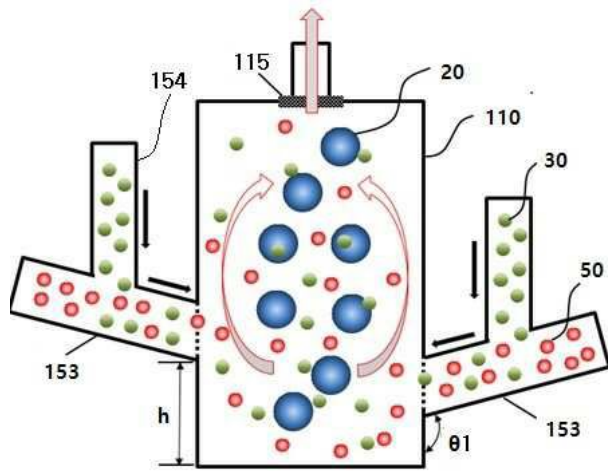
도면1



도면2



도면3



도면4

