(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월04일
(11) 등록번호 10-1516258
(24) 등록일자 2015년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 9/30 (2006.01) *B22F 1/00* (2006.01)
B22F 9/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0145639
(22) 출원일자 2013년11월27일
심사청구일자 2013년11월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130043599 A

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
양상선
경남 창원시 성산구 대암로 253, 103동 1902호 (성주동, 일신대동프리빌리지아파트)
김용진
경남 창원시 성산구 창원대로1209번길 22, 211동 701호 (성주동, 프리빌리지2차)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 16 항 심사관 : 우경필

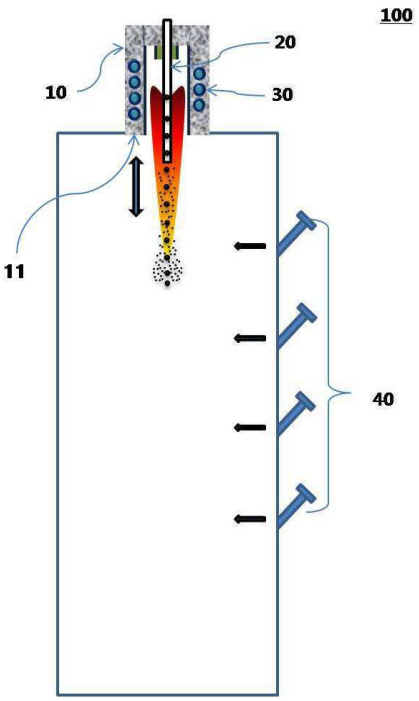
(54) 발명의 명칭 **무게분율 조절이 가능한 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말**

(57) 요 약

본 발명은 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말에 관한 것으로, 상세하게는 플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하는 분말의 제조방법에 있어서, 플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



위치를 조절하여 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법을 제공한다.

본 발명은 종래 마이크로, 나노 분말을 각각 제조하여 혼합하였던 것과 달리, 하나의 공정에서 마이크로-나노 크기가 혼합된 분말을 제조할 수 있다.

또한, 플라즈마 분말 제조장치의 전구체 공급노즐의 위치, 전구체 투입량 및 냉각가스 투입변수를 변화시킴으로써 분말의 입자크기 분율을 조절할 수 있는 효과가 있다.

(72) 발명자

양동열

경남 창원시 성산구 창원대로 797, 재료연구소 분말/세라믹연구본부 분말기술연구실 (상남동)

임태수

경상남도 창원시 성산구 외동반림로 219 현대1차아파트 112동308호

이동근

부산 금정구 중앙대로1929번길 48-1, 101동 2006호 (구서동, 신동아아파트)

이해준

부산 금정구 금강로279번길 61, 711호 (장전동, 현대2차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	P0C1980
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	협동연구사업
연구과제명	마이크로 전자용 0.1~10 ㎛급 미세금속분말 제조 및 부품화기술 개발(2/3)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2013.07.01 ~ 2014.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하는 단계;

전구체를 공급하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

상기 전구체 투입위치를 조절하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계, 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여 전구체 투입위치와 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 2

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

전구체의 투입량을 변화시켜 전구체를 전구체 공급 노즐로 도입하는 단계;

전구체를 도입하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

전구체 투입량을 변화시키면서 상기 전구체를 전구체 공급 노즐로 도입하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계, 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여 전구체의 투입량과 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 3

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 냉각가스 공급부; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

냉각가스 투입변수를 변화시켜 냉각가스 투입변수를 적용하는 단계;

전구체 공급노즐로 전구체를 도입하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

상기 냉각가스 투입변수를 적용하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계, 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여, 냉각가스 투입변수와 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체는 고체, 액체 및 기체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 마이크로

-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체는 분말인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전구체 분말은 금속, 금속의 합금, 산화금속, 세라믹 및 금속/세라믹 복합물질로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 전구체 분말은 알루미늄, 티타늄, 지르코니아(ZrO_2), 철, 산화알루미늄(Al_2O_3), 스테인리스강, 은, 텅스텐, 주석, 구리 및 이들의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 전구체 분말은 100 ㎚ 내지 1,000 ㎛의 크기인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

전구체의 투입 위치는 상기 유도코일부의 상단으로부터 하단에서 1500 ㎜까지의 범위인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체 공급 노즐의 길이는 상기 유도코일부의 상단으로부터 5 내지 1500 ㎜인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 11

제3항에 있어서,

상기 냉각가스의 종류는 공기, 아르곤, 질소 및 헬륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 12

제3항에 있어서,

상기 냉각가스는 불활성 가스인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 13

제3항에 있어서,

상기 냉각 가스의 유량은 1 내지 100,000 L/min 인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 14

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노분말의 크기는 1 내지 999 nm 인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 15

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노 분말의 중량 분율은 0.1 내지 99 % 인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제3항에 있어서,

상기 냉각가스 투입변수는 냉각가스의 종류, 투입량 및 투입위치로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마이크로-나노 크기 혼합 분말 중 어느 한 분말의 무게 조절이 가능한 제조방법 및 이에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말에 관한 것으로, 상세하게는 플라즈마 분말 제조장치를 사용하여 전구체 공급 노즐의 위치, 전구체 투입량 및 냉각가스 투입량을 변화시킴으로써 나노와 마이크로 입자의 무게 분율을 조절할 수 있는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어 전자, 의료기기, 자동차 및 환경분야와 같은 산업전반에 걸쳐 부품의 다기능화와 더불어 소형화에 대한 필요성이 증대되고 있다.

[0003] 이에 대한 해결책으로 플라스틱을 포함하는 고분자재료에 비해 기계적 강도와 부식저항성과 같은 우수한 특성을 나타내는 금속 혹은 세라믹 재료를 이용한 소형부품(마이크로 부품) 제조에 대한 관심이 집중되고 있는 실정이다.

[0004] 금속 혹은 세라믹 소재를 이용한 마이크로 부품의 제조는 마이크로 분말사출성형(micro Powder Injection Molding,마이크로 PIM), 마이크로 쾌속조형(micro rapid prototyping, 마이크로 RP), 마이크로 엠보싱(micro Embossing), 마이크로 전주성형(micro electroforming), 미세 인쇄(micro-printing) 그리고 마이크로 가공(micro machining) 등과 같은 여러 가지 기술이 적용되고 있다.

[0005] 이러한 기술들 중에서 마이크로 PIM 기술은 기존의 플라스틱 사출성형기술과 분말야금기술이 혼합된 기술로서, 특히 소형 혹은 마이크로 부품을 제조하는 데 있어 대량생산이 가능하고 생산원가 절감이 가능한 기술로서 마이크로 부품 제조를 위한 산업화가 유망한 기술 중의 하나이다.

[0006] 마이크로 PIM 기술은 목적 부품의 크기가 작아짐에 따라 더욱 정교한 치수정밀도와 표면조도 특성을 요구하기 때문에, 기존의 PIM 기술과는 달리, 공급원료인 나노분말, 또는 마이크로-나노 혼합분말을 이용한 피드스톡 개발이 중요하다.

[0007] 특히, 마이크로-나노 분말에 포함된 나노분말의 분율은 공급원료의 우수한 점성과 유동성 및 형태 안정성을 구현하는 중요한 요인으로 작용하며, 소결특성이 증대될 수 있어 이의 제조방법에 관련된 연구가 이루어지고 있다.

[0008] 분말사출성형용 피드스톡과 관련된 종래의 기술로서, 대한민국 공개특허 제10-2011-0117636호에서는 분말사출성형용 피드스톡 및 그 제조방법이 개시된 바 있다. 구체적으로는 마이크론 분말 및 서브마이크론 이하 분말과 왁스계 바인더를 포함하는 분말사출성형용 피드스톡이 개시된 바 있다.

[0009] 또한, 대한민국 등록특허 제10-1044726호에서는 화학환원법에 의한 미세 니켈 분말의 제조 방법이 개시된 바 있다. 구체적으로는 a) 황산니켈(Ⅱ)(NiSO4)을 용해시키고 pH조절제를 투입시켜 수산화니켈(Ni(OH)2)이 생성되는 제 1용액을 만드는 단계와; 증류수에 히드라진(N2H2)과 차아인산나트륨(NaH2PO2)을 투입하여 제 2용액을 만드는 단계; b) 상기의 제 1용액과 제 2용액을 혼합하고 유기용매를 투입 및 교반하여 입도가 제어된 니켈 분말을 생성시키는 단계; 및 c) 생성된 니켈 분말을 여액과 분리하여 수득하고 불순물 제거를 위하여 수세하여 건조하는 단계;를 포함하는 미세 니켈 분말의 제조방법이 개시된 바 있다.

[0010] 다만, 상기의 제조방법에 따르는 경우 마이크로 크기의 분말과 나노크기 분말을 하나의 공정으로 제조할 수 없으며, 분말의 크기 분율을 제어할 수 없는 문제점이 있다.

[0011] 한편, 마이크로 인쇄의 경우에는 미세 패턴을 형성하고 소결온도를 저하시키고자 하는 연구가 수행되고 있으나, 이를 위한 분말의 미세화화 나노분말의 분율이 제어된 마이크로-나노 혼합분말의 In-situ 제조가 어려운 단점이 있다.

[0012] 이에, 본 발명자들은 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조하는 방법에 대해 연구하던 중, 플라즈마를 이용한

분말 제조장치에서 전구체 공급노즐의 위치, 전구체 투입량 및 냉각가스 투입량을 변화시킴으로써 분말의 입자크기 및 무게 분율을 조절할 수 있는 방법을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은

[0014] 마이크로-나노 크기 분말 중 하나의 무게 분율이 제어된 혼합분말의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은

[0016] 상기 제조방법에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,

[0018] 플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하는 분말의 제조방법에 있어서,

[0019] 플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하여 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법을 제공한다.

[0020] 또한, 본 발명은,

[0021] 플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하는 분말의 제조방법에 있어서,

[0022] 전구체의 투입량을 변화시킴으로써 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법을 제공한다.

[0023] 나아가, 본 발명은,

[0024] 플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 냉각가스 공급부; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하는 분말의 제조방법에 있어서,

[0025] 냉각가스 투입변수를 변화시킴으로써 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법을 제공한다.

[0026] 더욱 나아가, 본 발명은,

[0027] 상기 제조방법에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제공한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법은 종래 마이크로, 나노 분말을 각각 제조하여 혼합하였던 것과 달리, 하나의 공정에서 마이크로-나노 크기가 혼합된 분말을 제조할 수 있다.

[0029] 또한, 플라즈마 분말 제조장치의 전구체 공급노즐의 위치, 전구체 투입량 및 냉각가스 투입변수(종류, 량,

위치)를 변화시킴으로써 분말의 입자크기 분율을 조절할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명에 따른 분말 제조장치의 일례를 나타낸 모식도이고;

도 2는 본 발명에 따른 분말 제조장치의 냉각가스 공급부의 일례를 나타낸 모식도이고;

도 3은 본 발명의 제조방법에서 사용되는 전구체 분말을 나타낸 사진이고;

도 4는 실시예 1 및 실시예 2에서 제조된 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 나타낸 사진이고;

도 5는 실시예 3 및 실시예 4에서 제조된 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은,

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하는 단계;

전구체를 공급하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

상기 전구체 투입위치를 조절하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계, 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여 전구체 투입위치와 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

[0032] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0033] 삭제

[0034] 이하, 본 발명에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법을 상세히 설명한다.

[0035] 본 발명에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법은 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 및 유도코일부(30);를 포함하는 분말 제조장치(100)를 이용한다.

[0036] 이때, 본 발명에 따른 분말 제조장치(100)의 일례를 도 1 및 도 2의 모식도를 통해 개략적으로 도시하였으며, 이하, 본 발명에 따른 분말 제조장치(100)를 상세히 설명한다.

[0037] 본 발명에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조장치는 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 및 유도코일부(30);를 포함할 수 있다.

[0038] 일례로, 전구체 분말이 분말주입가스와 함께 전구체 공급 노즐(20)로 공급될 수 있고, 유도코일부(30)의 유도코일에 일정한 전류가 공급되어 에너지가 발생하고 5,000 ~ 10,000 K의 고온 환경을 조성할 수 있다. 분말주입가스에 의해 운송되는 전구체는 전구체 공급 노즐(20)을 지나면서 유도코일에 의해 형성된 고온으로 인해 기화 또는 용해되어 노즐의 외부로 분사될 수 있다.

[0039] 또한, 상기 제조장치는 냉각가스 공급부(40);를 더 포함할 수 있다.

[0040] 상기 냉각가스 공급부(40)에서는 전구체 공급 노즐(20)의 외부로 분사된 분사체를 향하여 강하게 급랭가스를 분

사할 수 있고, 이때 고온의 분사체는 응축 또는 급랭되면서 마이크로-나노 크기의 분말 중 마이크로 입자는 성장이 억제되고 나노입자는 새로 생성이 안되고 성장이 억제된 혼합분말을 제조할 수 있다.

[0041] 본 발명은 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 및 유도코일부(30);를 포함하는 분말 제조장치(100)를 이용하는 분말의 입자 크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

[0042] 플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐(20)의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하여 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0043] 본 발명에서는, 전구체의 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조한다.

[0044] 종래에는 마이크로-나노 크기 혼합분말을 제조하기 위해서, 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말을 각각 제조한 뒤, 이를 혼합하여 제조해야 하므로 공정이 복잡하고 비용이 많이 드는 문제점이 있었다.

[0045] 그러나, 본 발명에서는 마이크로-나노 크기 혼합분말을 하나의 공정에서 제조할 수 있어 제조방법이 간단하다.

[0046] 또한, 플라즈마 화염범위 내에서 전구체의 공급 노즐의 위치를 변화시킴으로써, 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절할 수 있으므로 원하는 입자크기 분율을 가진 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조할 수 있다.

[0047] 또한, 본 발명은,

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

전구체의 투입량을 변화시켜 전구체를 전구체 공급 노즐로 도입하는 단계;

전구체를 도입하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

전구체 투입량을 변화시키면서 상기 전구체를 전구체 공급 노즐로 도입하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계, 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여 전구체의 투입량과 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

[0048] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0049] 삭제

[0050] 본 발명에서는 전구체의 투입량을 변화시킴으로써 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조한다.

[0051] 종래에는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말을 각각 제조한 뒤, 이를 혼합하여 제조해야 하므로 공정이 복잡하고 비용이 많이 드는 문제점이 있었다.

[0052] 그러나, 본 발명에서는 마이크로-나노 크기 혼합분말을 하나의 공정에서 제조할 수 있어 제조방법이 간단하며, 전구체의 투입량을 변화시킴으로써, 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절할 수 있으므로 원하는 입자크기 분율을 가진 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조할 수 있다.

[0053] 나아가, 본 발명은,

플라즈마 토치; 전구체 공급 노즐; 냉각가스 공급부; 및 유도코일부;를 포함하는 분말 제조장치를 이용하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서,

냉각가스 투입변수를 변화시켜 냉각가스 투입변수를 적용하는 단계;

전구체 공급노즐로 전구체를 도입하여 혼합분말을 제조하는 단계;

제조된 혼합분말의 입자크기 분율을 확인하는 단계; 및

상기 냉각가스 투입변수를 적용하는 단계, 혼합분말을 제조하는 단계 및 입자크기 분율을 확인하는 단계를 반복하여, 냉각가스 투입변수와 혼합분말의 입자크기 분율의 관계를 도출하는 단계;

[0054] 를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0055] 삭제

[0056] 본 발명에서는 냉각가스 투입변수(종류, 량, 위치)를 변화시킴으로써 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조한다.

[0057] 종래에는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말을 각각 제조한 뒤, 이를 혼합하여 제조해야 하므로 공정이 복잡하고 비용이 많이 드는 문제점이 있었다.

[0058] 그러나, 본 발명에서는 마이크로-나노 크기 혼합분말을 하나의 공정에서 제조할 수 있어 제조방법이 간단하며, 냉각가스 투입변수를 변화시킴으로써, 제조되는 분말의 입자크기 분율을 조절할 수 있으므로 원하는 입자크기 분율을 가진 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조할 수 있다.

[0059] 이때, 상기 냉각가스 투입변수는 냉각가스의 종류, 투입량 및 투입위치로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있으나, 상기 냉각가스의 투입변수가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 본 발명에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 입자크기 분율을 조절하는 방법에 있어서, 상기 전구체는 고체, 액체 및 기체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다. 또한, 상기 전구체는 분말을 사용할 수 있으나, 상기 전구체가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 상기 전구체 분말은 금속, 금속의 합금, 산화금속, 세라믹 및 금속/세라믹 복합물질로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있고, 상기 전구체 분말은 알루미늄, 티타늄, 지르코니아(ZrO_2), 철, 산화알루미늄(Al_2O_3), 스테인리스강, 은, 텅스텐, 주석, 구리 및 이들의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있으나, 상기 전구체 분말이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0062] 이때, 상기 전구체 분말은 100 nm 내지 1,000 ㎛의 크기일 수 있다.

[0063] 만약, 상기 전구체 분말이 100 nm 미만의 크기인 경우에는 제조되는 분말에 나노크기의 분말만이 존재하는 문제점이 있고, 상기 전구체 분말이 1,000 ㎛을 초과하는 크기를 갖는 경우에는 나노크기 분말의 분율이 작아 복합분말로의 응용에 제한을 받는 문제점이 있다.

[0064] 한편, 전구체의 투입 위치는 상기 유도코일부(30)의 상단으로부터 하단에서 1500 ㎜까지의 범위일 수 있다.

[0065] 만약, 전구체의 투입 위치가 상기 유도코일부(30)의 상단보다 높은 곳에 위치하는 경우에는 온도가 낮아 전구체의 증발이 일어나지 않는 문제점이 있고, 전구체의 투입 위치가 유도코일부(30)의 하단에서부터 1500 ㎜ 보다 낮은 곳에 위치하는 경우에도 온도가 낮아 전구체의 증발이 일어나지 않는 문제점이 있다.

[0066] 또한, 상기 전구체 공급 노즐(20)의 길이는 상기 유도코일부(30)의 상단으로부터 5 내지 1500 ㎜일 수 있다.

[0067] 만약, 상기 전구체 공급 노즐(20)의 길이가 상기 유도코일부(30)의 상단으로부터 5 ㎜ 미만인 경우에는 전구체 투입 구간의 온도가 낮아 전구체의 증발이 일어나지 않는 문제점이 있고, 상기 전구체 공급 노즐(20)의 길이가 상기 유도코일부(30)의 상단으로부터 1500 ㎜ 초과인 경우에도 전구체 투입 구간의 온도가 낮아 전구체의 증발이 일어나지 않는 문제점이 있다.

[0068] 본 발명의 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 제조방법에 있어서, 상기 냉각가스의 종류는 공기, 아르곤, 질소 및 헬륨으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있고, 상기 냉각가스는 불활성 가스일 수 있으나, 상기 냉각가스가 이에 제한되는 것은 아니다.

[0069] 이때, 상기 냉각 가스의 유량은 1 내지 100,000 L/min 일 수 있다.

[0070] 만약, 상기 냉각 가스의 유량이 1 L/min 미만인 경우에는 냉각 효과가 없는 문제점이 있고, 상기 냉각 가스의 유량이 100,000 L/min 초과하는 경우에는 제조비용이 상승하는 문제점이 있다.

[0071] 본 발명에 따른 상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노분말의 크기는 1 내지 999 ㎚일 수 있다.

[0072] 만약, 상기 제조된 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 나노분말의 크기가 1 ㎚ 미만인 경우에는 나노 분말의 회수가 이루어지지 않는 문제점이 있고, 상기 제조된 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 나노분말의 크기가 999 ㎚를 초과하는 경우에는 나노분말의 특성이 상실되는 문제점이 있다.

[0073] 이때, 상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노 분말의 중량 분율은 0.1 내지 99 % 일 수 있다.

[0074] 만약, 상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노 분말의 중량 분율이 0.1 % 미만인 경우에는 나노 분말의 투입 효과가 없는 문제점이 있고, 상기 마이크로-나노 크기 혼합 분말에서 나노 분말의 중량 분율이 99 %를 초과하는 경우에는 마이크로 분말의 특성이 없고 취급이 어려운 문제점이 있다.

[0075] 더욱 나아가, 본 발명은,

[0076] 상기 제조방법에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제공한다.

[0077] 상기 제조방법에 따라 제조되는 마이크로-나노 크기 혼합 분말은 종래 각각의 크기의 분말을 제조하여 혼합하는 공정이 아닌 하나의 공정으로 제조하기 때문에 보다 저렴한 비용으로 제공될 수 있다.

[0078] 또한, 전구체 공급 노즐(20)의 위치, 전구체 투입량 및 냉각가스의 투입량을 조절하여 분말 크기의 분율을 조절할 수 있으므로 사용하고자 하는 분율을 가진 마이크로-나노 크기 혼합분말로 제공될 수 있다.

[0079] 또한, 본 발명은,

[0080] 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 및 유도코일부(30);를 포함하는 분말 제조장치(100)를 이용하고,

[0081] 플라즈마 화염범위 내에서, 전구체 공급 노즐(20)의 위치를 변화시킴으로써 전구체 투입위치를 조절하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0082] 나아가, 본 발명은,

[0083] 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 및 유도코일부(30);를 포함하는 분말 제조장치(100)를 이용하고,

[0084] 전구체의 투입량을 변화시킴으로써 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0085] 더욱 나아가, 본 발명은,

[0086] 플라즈마 토치(10); 전구체 공급 노즐(20); 냉각가스 공급부(40); 및 유도코일부(30);를 포함하는 분말 제조장치(100)를 이용하고,

[0087] 냉각가스 투입변수를 변화시킴으로써 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 분율을 조절하는 방법을 제공한다.

[0088] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다. 단, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0089] <실시예 1> 전구체 공급 노즐 위치 변화에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말

[0090] 단계 1: 가스 아토마이저를 사용하여 평균 약 20 ㎛의 크기를 갖는 STS(stainless steel) 316L 전구체 분말을 제조하였다.

[0091] 단계 2: 전구체 공급 속도 5 g/min, 분말주입가스(아르곤)량 3 L/min, 중앙가스(아르곤)량 15 L/min, 차단가스(아르곤)량 60 L/min, 플라즈마 전력 28 ㎾인 조건에서, 전구체 공급 노즐의 위치를 플라즈마 토치의 하단(11)으로부터 11.2 ㎝로 하여 전구체 분말을 투입하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조하였다.

[0092] <실시예 2> 전구체 공급 노즐 위치 변화에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말

[0093] 상기 실시예 1의 단계 2에서 전구체 공급 노즐의 위치를 플라즈마 토치의 하단으로부터 31.2 ㎝로 하여 전구체 분말을 투입한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조하였다.

[0094] <실시예 3> 냉각 가스 투입에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말

[0095] 상기 실시예 1의 단계 2에서 냉각가스 공급부(40) 중 최상단에 위치한 냉각가스 공급부의 3개의 포트(port)를 통하여 200 L/min의 헬륨을 투입한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조하였다.

[0096] <실시예 4> 전구체 투입량에 따른 마이크로-나노 크기 혼합 분말

[0097] 상기 실시예 1의 단계 2에서 전구체 공급 속도를 35 g/min으로 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 수행하여 마이크로-나노 크기 혼합 분말을 제조하였다.

[0098] <실험예 1>

[0099] 실시예 1 내지 4에서 제조된 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 분말을 관찰하기 위하여 주사전자 현미경으로 표면을 관찰한 후, 그 결과를 도 4 및 도 5에 도시하였고, 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 분율은 1 ㎛ 기공을 갖는 메쉬 필터로 필터링 하여 각각 무게를 측정하였다.

[0100] 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 마이크로-나노 크기의 분말이 혼재된 분말이 제조됨을 확인할 수 있다.

[0101] 또한, 마이크로-나노 크기 혼합 분말의 각각의 무게를 측정한 결과, 실시예 1에서는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말이 50 : 50 중량 %의 비율로 제조됨을 확인할 수 있다.

[0102] 실시예 1 보다 낮은 위치에 전구체 공급 노즐을 위치시킨 실시예 2의 경우에는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말이 90 : 10 중량 %의 비율로 제조되었다.

[0103] 냉각 가스를 주입시킨 실시예 3의 경우에는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말이 90 : 10 중량 %의 비율로 제조되었으며, 전구체의 투입량을 증가시킨 실시예 4의 경우에는 마이크로 크기의 분말과 나노 크기의 분말이 90 : 10 중량 %의 비율로 제조되었음을 확인할 수 있다.

[0104] 이를 통해, 본 발명의 분말 제조장치를 이용한 제조방법에 따라 마이크로-나노 크기의 분말이 혼재된 분말을 제조 가능함을 알 수 있고, 전구체 공급노즐의 위치, 냉각가스 주입량, 전구체의 투입량을 조절함으로써 마이크로-나노 크기 분말의 크기 분율을 조절 가능함을 알 수 있다.

부호의 설명

[0105] 10: 플라즈마 토치

11: 플라즈마 토치 하단

20: 전구체 공급 노즐

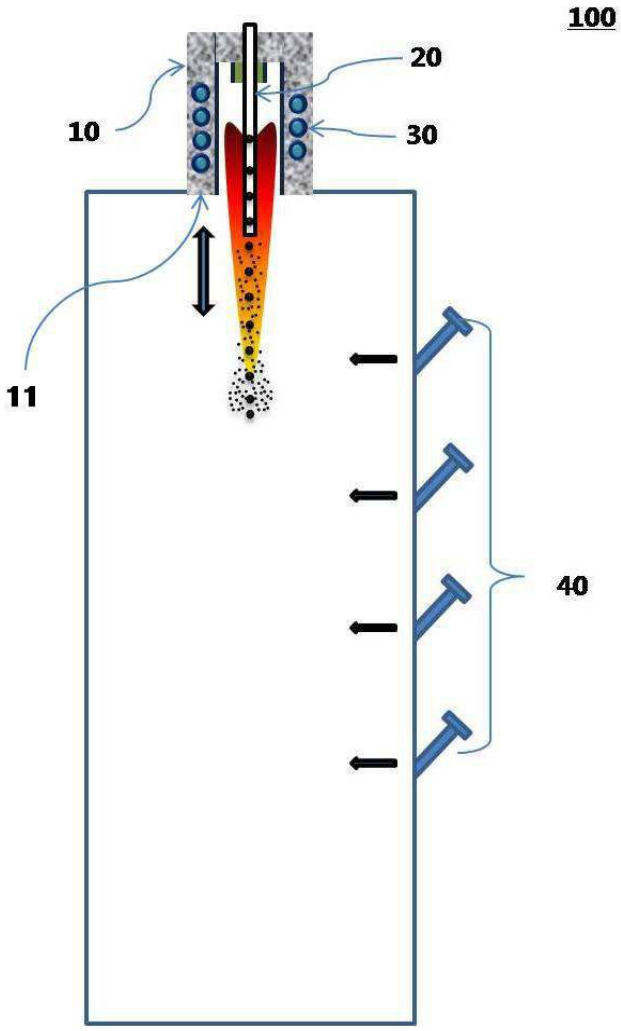
30: 유도코일부

40: 냉각가스 공급부

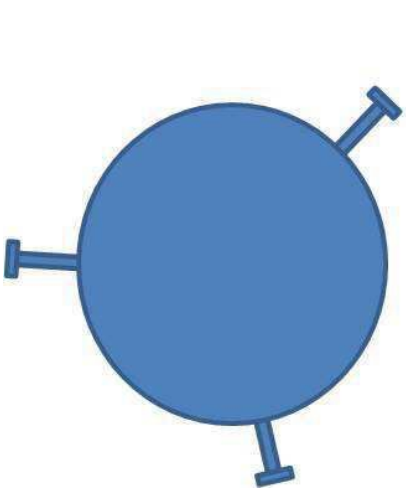
100: 분말 제조장치

도면

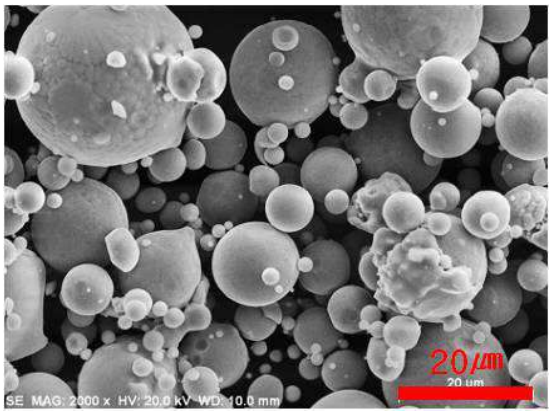
도면1



도면2

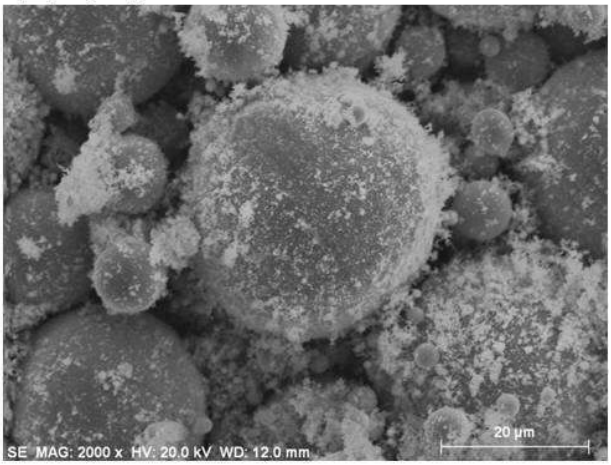


도면3

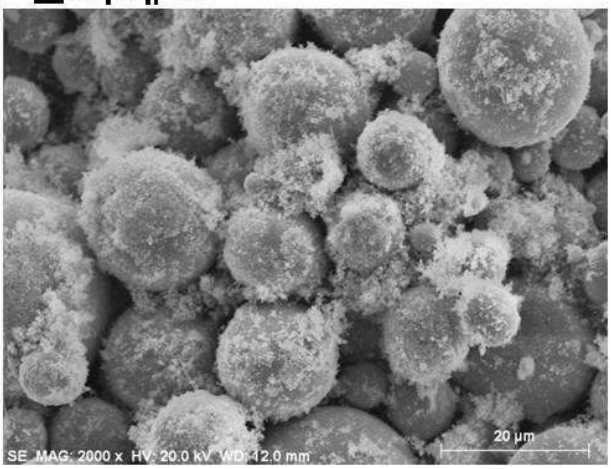


도면4

실시예 1



실시예 2



도면5

실시예 3



실시예 4

