



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0109757

(43) 공개일자 2015년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 9/24 (2006.01) B22F 9/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0032976

(22) 출원일자 2014년03월20일

심사청구일자 2014년03월20일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

윤우영

서울특별시 서초구 사평대로55길 104 서초그린빌라 401

이준규

서울특별시 서초구 잠원로 37-48 신반포한신아파트 208동 605호

조성만

경기도 과천시 관문로 128 주공아파트1단지 104동 401호

(74) 대리인

이동건

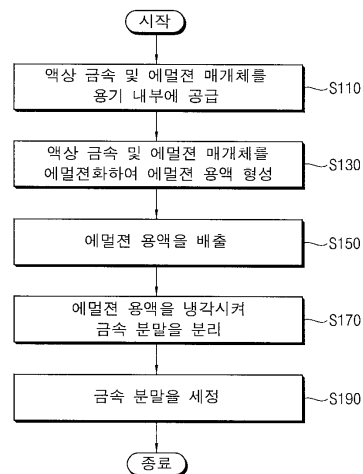
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 금속 분말의 제조 방법 및 이를 구현하는 금속 분말의 제조 장치

(57) 요약

연속식 금속 분말의 제조 방법에 있어서, 금속을 용융점 이상의 온도로 가열하여 액상 금속을 형성하고, 액상 금속 및 액상 금속과 미반응하여 에멀전화되는 에멀전 매개체를 용기의 내부에 공급하고, 액상 금속 및 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성한다. 용기로부터 에멀전 용액을 배출한 후, 에멀전 용액을 용융점 미만의 온도로 냉각시켜, 에멀전 용액 내의 액상 금속으로부터 선택적으로 고화된 금속 분말을 형성한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711001209

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 리튬분말을 이용한 고용량 고효율 리튬 이차전지 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

금속을 용융점 이상의 온도로 가열하여 액상 금속을 형성하는 단계;

상기 액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화 될 수 있는 에멀전 매개체를 용기의 내부에 공급하는 단계;

상기 액상 금속 및 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성하는 단계;

상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출하는 단계; 및

상기 에멀전 용액을 상기 용융점 미만의 온도로 냉각시켜, 상기 에멀전 용액 내의 상기 액상 금속이 선택적으로 고화된 금속 분말을 형성하는 단계를 포함하는 연속식 금속 분말의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 에멀전 용액을 형성하는 단계는

상기 반응 용기 내에 장착된 회전통의 회전수를 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 용융점이 300° C 이하일 경우, 상기 에멀전 매개체는 무기 광유를 포함하고, 상기 용융점이 300° C 초과할 경우, 상기 에멀전 매개체는 금속 염을 포함하는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 금속 분말을 무기 용매를 이용하여 세정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 방법.

청구항 5

액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화되는 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성하는 용기를 갖는 에멀전부;

상기 용기의 일측에 배치되며, 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체를 상기 용기의 내부에 각각 독립적으로 공급하는 공급부;

상기 용기의 타측에 배치되며, 상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출하는 배출부; 및

상기 배출부와 연통되며, 상기 에멀전 용액을 상기 액상 금속의 용융점 미만으로 냉각시켜 상기 에멀전 용액 내의 상기 액상 금속을 선택적으로 고화시켜 상기 에멀전 용액으로부터 금속 분말을 분리시키는 분리부를 포함하는 연속식 금속 분말의 제조 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 에멀전부는 상기 용기의 내부에 배치되며, 회전하여 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체에 원심력 및 코리올리힘을 인가하는 회전통을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 에멀전부는 상기 용기 및 상기 회전통 사이의 이격 거리, 상기 회전통의 회전 속도 또는 상기 액상 금속과 상기 에멀전 매개체 간의 부피 비율을 조절하여 상기 금속 분말의 평균 직경을 조절하는 것을

특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 장치.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 용융점이 300° C 이하일 경우, 상기 에멀전 매개체는 무기 광유를 포함하고, 상기 용융점이 300° C 초과할 경우, 상기 에멀전 매개체는 금속 염을 포함하는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 장치.

청구항 9

제5항에 있어서, 상기 금속 분말은 1 내지 100 μm 의 평균 직경을 갖도록 조절될 수 있는 것을 특징으로 하는 연속식 금속 분말의 제조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 분말의 제조 방법 및 이를 구현하는 금속 분말의 제조 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 액상 금속을 응고시켜 금속 분말을 제조하는 금속 분말의 제조 방법 및 상기 금속 분말의 제조 방법을 구현하는 금속 분말의 제조 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미세한 금속 분말을 제조하는 방법은 여러 가지 있다. 예를 들면, 플라즈마를 이용하는 플라즈마법, 가스 분무법, 멜트 스피닝(melt spinning)법 등이 널리 이용되고 있다.

[0003] 하지만 상술한 방법들은 공정을 수행하기 위한 장치가 상대적으로 고가이며 공정이 상대적으로 복잡하여 경제적, 시간적 측면에서 불리한 단점을 갖고 있다. 예를 들면, 상기 가스 분무법은 액상 금속을 제2 유체(기체 또는 액체)를 이용하여 분쇄하거나 고속으로 고체판에 충돌하게 하는 방법이다. 상기 가스 분무법은 노즐을 통해 나오는 용융 금속에 분사 가스에 의한 충격 에너지가 전달되어 상기 용융 금속이 분쇄되어 분말화되는 공정이다. 이 때 상기 충격 에너지가 상기 용융 금속에 효율적으로 전달되어야 한다. 하지만, 상기 충격 에너지의 효율적인 전달이 어려워 미세한 분말이나 균일한 크기의 분말을 얻기가 어렵다. 따라서, 상기 가스 분무법에서는 금속 분말을 대량 생산할 경우, 미세한 금속 분말을 양산하는 데 있어서 양품률이 낮은 문제가 있다.

[0004] 한편, 금속 분말들의 크기는 기계적, 물리적 특징들을 결정한다. 따라서, 미세한 크기의 금속 분말을 얻기 위한 공정 변수가 정밀하게 제어되어야 한다. 하지만 상기 가스 분무법의 경우는 이러한 공정 변수 제어가 어려운 단점을 갖고 있다.

[0005] 상술한 금속분말의 제조방법을 보완하기 위하여 믹서 세틀러 방식과 이를 구현하는 공정 장치에 대한 발명이 대한민국 특허등록번호 제 10-0344356호에 개시되어 있다.

[0006] 하지만, 상기 믹서 세틀러 방식은 기존의 가스 분무법과 같은 공정에 비해 변수 조절이 용이하고 공정이 간단한 장점을 가지고 있지만 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 상기 믹서 세틀러 방식은 기본적으로 배치 타입에 해당하는 공정이다. 따라서, 상기 믹서 세틀러 방식을 이용한 대량 생산시 다양한 공정 변수에 의하여 분말의 크기 및 분포가 민감하게 변할 수 있다. 또한, 유기 용매에 용융된 금속이 에멀전되는 단계에서 오버플로우되어 세틀러 부로 이동할 때 이에 대한 시간 조절과 임펠러 회전속도의 제어가 조절이 힘든 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 목적은 공정 변수를 안정적으로 제어할 수 있는 금속 분말의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기 금속 분말의 제조 방법을 구현할 수 있는 금속 분말의 제조 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 방법에 따르면, 금속을 용융점 이상의 온도로 가열하여 액상 금

속을 형성하고, 상기 액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화 될 수 있는 에멀전 매개체를 용기의 내부에 공급하여, 상기 액상 금속 및 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성한다. 상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출하고, 상기 에멀전 용액을 상기 용융점 미만의 온도로 냉각시켜, 상기 에멀전 용액 내의 상기 액상 금속이 선택적으로 고화된 금속 분말을 형성한다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 에멀전 용액은, 상기 반응 용기 내에 장착된 회전통의 회전수를 조절함으로써 상기 금속 분말의 평균 직경이 조절될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 용융점이 300° C 이하일 경우, 상기 에멀전 매개체는 무기 광유를 포함하고, 상기 용융점이 300° C 초과할 경우, 상기 에멀전 매개체는 금속 염을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 분말을 무기 용매를 이용하여 추가적으로 세정할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 장치는, 액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화되는 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성하는 용기를 갖는 에멀전부, 상기 용기의 일측에 배치되며, 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체를 상기 용기의 내부에 각각 독립적으로 공급하는 공급부, 상기 용기의 타측에 배치되며, 상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출하는 배출부 및 상기 배출부와 연통되며, 상기 에멀전 용액을 상기 액상 금속의 용융점 미만으로 냉각시켜 상기 에멀전 용액 내의 상기 액상 금속을 선택적으로 고화시켜 상기 에멀전 용액으로부터 금속 분말을 분리시키는 분리부를 포함한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 에멀전부는 상기 용기의 내부에 배치되며, 회전하여 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체에 원심력 및 코리올리힘을 인가하는 회전통을 더 포함할 수 있다. 여기서, 상기 에멀전부는 상기 용기 및 상기 회전통 사이의 이격 거리, 상기 회전통의 회전 속도 또는 상기 액상 금속과 상기 에멀전 매개체 간의 부피 비율을 조절하여 상기 금속 분말의 평균 직경을 조절할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 용융점이 300° C 이하일 경우, 상기 에멀전 매개체는 무기 광유를 포함하고, 상기 용융점이 300° C 초과할 경우, 상기 에멀전 매개체는 금속 염을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 분말은 1 내지 100 μm 의 평균 직경을 갖도록 조절될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 금속 분말의 제조 방법 및 제조 장치에 따르면, 용융 금속 및 에멀전 매개체를 테일러 유체 흐름을 통하여 균일하게 혼합하여 에멀전 용액을 형성하고 상기 에멀전 용액을 냉각하여 용융 금속을 응고시켜 균일한 크기를 갖는 금속 분말을 대량 생산 할 수 있다. 또한, 용기 및 회전통 사이의 간격, 상기 회전통의 회전 속도 및 용융 금속과 에멀전 매개체의 혼합 부피비 등을 조절함으로써 상기 금속 분말의 평균 직경이 조절될 수 있다.

[0018] 기존의 배치 타입과 비교할 경우, 본 발명의 실시예들은 연속 공정으로서 공정 구성의 축소로 인한 대량 생산과 원가 절감 등의 효과를 보일 수 있다. 또한 테일러 유체 흐름을 이용함으로써 물질 전달 속도와 교반강도가 우수함에 따라 공정 시간이 단축될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 장치를 설명하기 위한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 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.

[0021] 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, 유

사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

- [0022] 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.
- [0023] 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.
- [0024] 금속 분말의 제조 방법
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 방법에 따르면, 액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화되는 에멀전 매개체를 용기의 내부에 공급한다(S110). 상기 액상 금속은 예를 들면 금속의 용점 이상의 온도로 가열되어 액체 상태를 갖는다. 상기 액상 금속은 예를 들면 리튬을 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 에멀전 매개체는 상기 액상 금속과 접촉시 반응하지 않는 물질이다. 상기 에멀전 매개체는 상기 금속의 용점 이상 및 상기 용점 이하에서도 액체 상태를 유지할 수 있다. 즉, 상기 에멀전 매개체는 두 가지 조건을 요구한다. 첫 번째 조건으로서, 상기 에멀전 매개체는 상기 용융 금속의 용융점 이상에서 비등점을 가지며, 상기 용융 금속의 응고점에서는 액상을 유지하는 물질들을 포함하여야 한다. 또한, 두 번째 조건으로서, 상기 용융 금속과 반응하지 않아야 한다.
- [0028] 예를 들면, 상기 용융 금속이 리튬(Li), 주석(Sn) 등과 같은 저용융점 금속에 해당할 경우 용융점이 300° C 이하인 무기광유(실리콘 오일)를 사용할 수 있다.
- [0029] 한편, 상기 용융 금속의 종류에 따라 에멀전 매개체로 무기광유 대신 염(salt)을 사용할 수 있으며, 이는 금속의 용융점 온도에 따라 달라질 수 있다.
- [0030] 즉, 상기 용융 금속이 알루미늄(Al), 철(Fe)과 같은 고용융점 금속에 해당할 경우 용융점이 300° C 초과할 경우, 예를 들면 비등점은 2,000° C 이상인 금속염, 즉 염화나트륨(NaCl), 염화칼륨(KCl) 또는 플루오린나트륨(NaF)과 같은 금속 염이 에멀전 매개체로서 사용할 수 있다.
- [0031] 상기 용기 내에서, 상기 액상 금속 및 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화시켜 에멀전 용액을 형성한다(S130). 이때, 상기 액상 금속 및 에멀전 매개체는 서로 혼합되어 에멀전 화 된다. 이 때 상기 용기 내의 온도는 상기 금속의 용융점 보다 높은 온도로 유지된다.
- [0032] 한편, 기존의 회분식 반응기를 이용한 방식의 경우는 에멀전화를 시키기 위하여 용융 금속의 부피를 상기 에멀전 매개체보다 특정 비율 이하, 즉, 전체 부피 대비 약 10% 이하로 유지해야 하는 문제점을 가지고 있다. 이는, 회분식 반응기의 경우 난류를 이용한 거대 혼합 형태이기 때문에 마이크로한 금속을 에멀전화 시키는데 있어서 상대적으로 에멀전 매개체의 비율이 증가될 수밖에 없다.
- [0033] 하지만 본 발명에 따른 테일러 유체를 이용하는 경우, 용융 금속의 에멀전화에 필요한 변수들 중에 하나인 물질 전달 속도가 3배 이상 크기 때문에 용융 금속의 비율을 전체 부피 대비 30%이상으로 높일 수 있다. 결과적으로 에멀전 매개체의 상대적인 양이 감소되고 그 반대로 용융 금속의 양이 증대되어 전체적인 공정 효율이 개선될 수 있다. 나아가, 상기 액상 금속 및 에멀전 매개체 간의 혼합 부피비가 조절됨으로써 후속하여 형성되는 금속 분말의 평균 직경이 조절될 수 있다.
- [0034] 상기 용기 내에서 상기 용융 금속은 테일러의 유체 흐름에 따라서 유동한다. 특히, 상기 용기는 그 내부에 회전통을 구비하고, 상기 회전통이 회전함에 따라 상기 용융 금속 및 에멀전 매개체를 포함하는 유체는 회전 방향으로 흐른다.

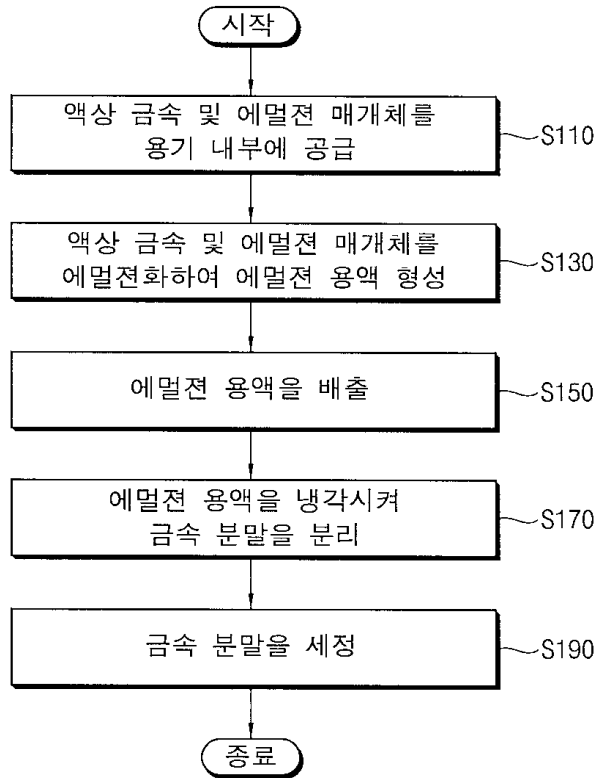
- [0035] 이 때 원심력과 코리올리 힘이 상기 유체에 동시에 작용함으로써 회전통에 인접하는 유체들이 상기 회전통으로부터 멀어지는 방향으로 움직이게 되는 힘이 발생한다. 이 때 상기 회전통의 회전 속도가 증가함에 따라 상술한 유체의 흐름은 상기 회전통의 축 방향에 따라 일정한 규칙을 가지며 그 방향이 상호 반대인 고리쌍 배열의 와류가 형성된다. 따라서, 회전통의 분당 회전수(rmp)를 조절함으로써 원하는 평균 직경을 갖는 금속액상 분말을 얻을 수 있다. 또한 상기 와류가 형성됨에 따라 용융 금속 및 상기 에멀전 매개체는 에멀전화 되어 에멀전 용액을 형성한다.
- [0036] 예를 들면, 기존의 회분식 반응기의 경우 8,000-30,000 rmp 으로 교반하여 생산되는 금속 분말의 사이즈는 직경이 대략 10-80 μm 인 반면에, 테일러 유동을 이용한 유체 흐름의 경우 동일하게 10-80 μm 의 직경을 가지는 금속 분말을 생산하기 위해 1,000-3,000 rmp이 요구된다. 즉, 동일 분당 회전속도(rpm)의 조건에서 기존 회분식 반응기보다 테일러 유동을 이용할 경우의 교반 효율이 우수한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 테일러 흐름을 이용하여 에멀전 용액을 형성할 경우, 우수한 물질 전달 속도 및 교반 효율이 획득될 수 있다. 이로써, 생산 시간이 단축되어 금속분말의 수율을 높일 수 있는 장점을 지니고 있다.
- [0037] 이어서, 상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출한다(S150). 이 경우, 상기 에멀전 용액은 상기 용기의 하부에 형성된 배출부를 통하여 배출될 수 있다.
- [0038] 이후, 상기 에멀전 용액을 냉각시켜, 상기 에멀전 용액으로부터 금속 분말을 분리시킨다(S190). 이 때 상기 에멀전 용액은 상기 용융 금속의 용융점 미만의 온도로 냉각될 수 있다. 이로써 상기 용융 금속이 고화되어 고체 상태의 분말 형상을 갖는 금속 분말이 형성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 용기 내에 표면 개질제를 추가적으로 공급할 수 있다. 상기 표면 개질제는 상기 금속 분말의 표면을 개질할 수 있다. 상기 표면 개질제의 예로는 고분자나 이산화탄소, 질소 등과 같은 가스 등을 들 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 금속 분말을 세정하는 세정 공정이 추가적으로 수행될 수 있다.
- [0041] 상기 세정 공정에 있어서, 상기 금속 분말을 수집하여 핵세인과 같은 무기 용매를 이용하여 세정할 수 있다. 이로써, 보다 우수한 순도의 금속 분말이 제조될 수 있다. 한편, 상기 핵세인과 같은 무기 용매는 필터나 증류기를 통하여 재활용될 수 있다.
- [0042] 금속 분말의 제조 장치
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 장치를 설명하기 위한 단면도이다.
- [0044] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 분말의 제조 장치는 에멀전부(110), 공급부(120), 배출부(130) 및 분리부(140)를 포함한다.
- [0045] 상기 에멀전부(110)는 액상 금속 및 상기 액상 금속과 미반응하여 에멀전화되는 에멀전 매개체를 테일러 유동을 통하여 에멀전화 시켜 에멀전 용액을 형성하는 용기를 갖는다.
- [0046] 상기 용기는 고정식 실린더(111) 및 상기 고정식 실린더(111) 내에 장착되며, 회전함으로써 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체를 테일러 유동시켜 에멀전화 하는 회전통(116)을 포함할 수 있다. 상기 고정식 실린더(111) 및 회전통(116)은 상호 이격됨으로써 형성되는 이격 공간(113) 내에서 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체를 테일러 유동할 수 있다.
- [0047] 상기 공급부(120)는 용기의 일측에 배치된다. 상기 공급부(120)는 상기 용기의 상부에 배치된다. 상기 공급부(120)는 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체를 상기 용기의 내부에 각각 독립적으로 공급한다. 즉, 상기 공급부(120)는 액상 금속 공급부(121) 및 에멀전 매개체 공급부(123)를 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 액상 금속 공급부(121) 및 상기 에멀전 매개체 공급부(123)는 상호 이격되도록 배치된다. 따라서, 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체가 서로 다른 위치에서 공급됨으로써 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체가 보다 효과적으로 에멀전화될 수 있다.
- [0049] 또한, 상기 액상 금속 공급부(121)는 상기 액상 금속의 온도를 조절할 수 있도록 온도 센서 및 히터를 포함하는 온도 제어부(미도시)를 포함할 수 있다. 이로써, 상기 액상 금속의 온도가 일정하게 유지될 수 있다.
- [0050] 상기 공급부(120)는, 예를 들면 저장 탱크(미도시), 공급 펌프(미도시) 및 상기 저장 탱크 및 용기를 공급 펌프

를 경유하여 연결하는 공급 라인(미도시)을 포함할 수 있다.

- [0051] 상기 배출부(130)는 상기 용기의 타측, 즉 상기 일측에 대항하는 타 측에 배치된다. 상기 배출부(130)는 상기 용기의 하측에 배치될 수 있다. 상기 배출부(130)는 상기 용기로부터 상기 에멀전 용액을 배출한다.
- [0052] 상기 분리부(140)는 상기 배출부(130)와 연통된다. 상기 분리부(140)는 상기 에멀전 용액을 냉각시켜 상기 에멀전 용액으로부터 금속 분말을 분리시킨다. 즉, 상기 에멀전 용액이 냉각됨에 따라 상기 에멀전 용액 내의 용융 금속이 선택적으로 고화됨으로써 고상의 금속 분말이 형성될 수 있다. 이때 상기 에멀전 매개체는 액체 상태를 여전히 유지할 수 있다. 또한 상기 금속 분말은 에멀전 매개체와 비중 차이로 인하여 용이하게 분리될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 회전통(116)은 회전하여 상기 액상 금속 및 상기 에멀전 매개체에 원심력 및 코리올리힘을 인가할 수 있다.
- [0054] 즉, 원심력과 코리올리 힘이 상기 유체에 동시에 작용함으로써 회전통(116)에 인접하는 유체들이 상기 회전통(116)으로부터 멀어지는 방향으로 움직이게 되는 힘이 발생한다. 이 때 상기 회전통(116)의 회전 속도가 증가함에 따라 상술한 유체의 흐름은 상기 회전통(116)의 축 방향에 따라 일정한 규칙을 가지며 그 방향이 상호 반대인 고리쌍 배열의 와류가 형성된다. 따라서, 회전통(116)의 분당 회전수(rpm)를 조절함으로써 원하는 크기의 금속액상 분말을 얻을 수 있다. 또한 상기 와류가 형성됨에 따라 용융 금속 및 상기 에멀전 매개체는 에멀전화 되어 에멀전 용액을 형성한다.
- [0055] 예를 들면, 기존의 회분식 반응기의 경우 8,000-30,000 rpm 으로 교반하여 생산되는 금속 분말의 사이즈는 직경이 대략 10-80 μm 인 반면에, 테일러 유동을 이용한 유체 흐름의 경우 동일하게 10-80 μm 의 직경을 가지는 금속 분말을 생산하기 위해 1,000-3,000 rpm이 요구된다. 즉, 동일 분당 회전속도(rpm)의 조건에서 기존 회분식 반응기보다 테일러 유동을 이용할 경우의 교반 효율이 우수한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 테일러 흐름을 이용하여 에멀전 용액을 형성할 경우, 우수한 물질 전달 속도 및 교반 효율이 획득될 수 있다. 이로써, 생산 시간이 단축되어 금속분말의 수율을 높일 수 있는 장점을 지니고 있다.
- [0056] 또한 상기 회전통 (116)은 다양한 직경을 갖도록 구비된다. 이로써, 상기 회전통(116) 및 상기 고정식 실린더(111) 사이의 이격 거리가 조절됨으로써 원하는 평균 직경을 갖는 금속 분말을 얻을 수 있다. 예를 들면, 상기 이격 거리가 작아질수록 작아지는 크기의 금속 분말이 얻어질 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일 실시예에 따른 연속식 금속 분말의 제조 장치는 세정부(150)를 더 포함할 수 있다. 상기 세정부(150)는 상기 분리부(140)와 연통된다. 상기 세정부(150)는 상기 금속 분말을 수집하여 헥세인과 같은 무기 용매를 이용하여 세정할 수 있다. 이로써, 보다 우수한 순도의 금속 분말이 제조될 수 있다. 한편, 상기 헥세인과 같은 무기 용매는 필터나 증류기를 통하여 재활용될 수 있다.
- [0058] 따라서, 상기 용기 및 상기 회전통 사이의 이격 거리, 상기 회전통의 회전 속도 또는 상기 액상 금속와 상기 에멀전 매개체 간의 부피 비율이 적절히 조절됨으로써 원하는 평균 직경을 갖는 상기 금속 분말이 제조될 수 있다. 예를 들면, 상기 금속 분말은 1 내지 100 μm 의 평균 직경을 갖도록 조절될 수 있다.

도면

도면1



도면2

