



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0070676
(43) 공개일자 2016년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 9/00 (2006.01) C22C 45/08 (2006.01)
B82Y 40/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
B22F 9/002 (2013.01)
B82Y 40/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0143294
(22) 출원일자 2015년10월14일
심사청구일자 2015년10월14일
(30) 우선권주장
1020140177185 2014년12월10일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
김석준
충청남도 아산시 배방읍 광장로 210 요진와이시티 104-304
(74) 대리인
이한욱, 이성렬, 이성준

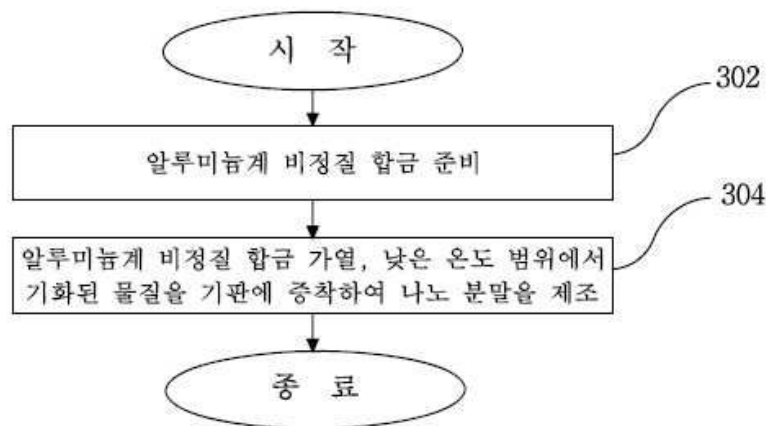
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법에 관한 것으로, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 알루미늄계 비정질 합금을 준비하는 단계와, 상기 준비된 알루미늄계 비정질 합금을 가열하여 상온에서부터 상기 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도의 2/3까지의 낮은 온도 범위에서 기화된 물질을 기판에 증착하는 단계를 포함함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 뛰어난 나노 분말을 제조할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

C22C 45/08 (2013.01)

B22F 2201/02 (2013.01)

B22F 2303/15 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 알루미늄계 비정질 합금을 준비하는 단계와,
상기 준비된 알루미늄계 비정질 합금을 가열하여 상온에서부터 상기 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도의 2/3
까지의 낮은 온도 범위에서 기화된 물질을 기판에 증착하는 단계
를 포함하는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄계 비정질 합금은, 분말, 리본, 호일(foil) 및 봉상 중에서 선택된 형태로 제조되는 알루미늄계
비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 알루미늄계 비정질 합금은, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 더 포함하는 알루미늄계
비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
상기 알루미늄계 비정질 합금은, $Al_{84.5}Y_{10}Ni_{5.5}$, $Al_{85}Y_8Ni_5Co_2$ 및 $Al_{86}Ni_6Y_{4.5}Co_2La_{1.5}$ 중 선택된 어느 하나인 알루미
늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 나노 분말을 제조하는 단계는, 5-15 K/min으로 승온하여 증발시키거나 또는 상기 낮은 온도 범위의 기 설
정된 온도로 유지하여 증발시키는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 나노 분말은, Ar 분위기에서 열처리할 경우 상기 알루미늄계 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나
이상의 원소로 구성되는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 나노 분말은, 공기 중에서 또는 N_2 분위기에서 열처리할 경우상기 알루미늄계 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나 이상의 원소의 산화물로 구성되는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 나노 분말은, 공기 중에서 또는 N_2 분위기에서 열처리할 경우 상기 알루미늄계 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나 이상의 원소의 질화물로 구성되는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 알루미늄계 비정질 합금은, 흡열반응과 발열 반응을 통해 전체중량대비 0.01-2%의 감소가 발생하는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 알루미늄계 비정질 합금은, 상기 용융온도 이상에서 중량이 증가하는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열처리 시에 낮은 온도에서 증발에 따른 중량 감소가 발생하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 뛰어난 나노 분말을 낮은 온도에서 제조할 수 있는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 잘 알려진 바와 같이, 비정질 합금이라 함은 원자가 규칙적인 격자배열상태로 존재하는 결정질 금속이 아니라, 원자의 배치가 매우 불규칙적으로 이루어져 마치 액상의 원자배열을 가진 것과 유사한 원자 배열을 가지는 고상 재료를 의미하는데, 이들은 2가지 이상의 금속(반금속을 포함함)으로 이루어진다.

[0003] 일반적으로, 비정질 합금은 결정질 재료에서 얻을 수 없는 높은 강도, 우수한 내마모성 및 내부식성 등과 같은 기계적 및 화학적 성질을 가지기 때문에, 그 응용범위가 넓다는 특성을 가진다.

[0004] 그리고, 비정질 합금은 구성 원소들이 특정한 비율로 첨가되고, 첨가된 구성 원소들이 둘 또는 그 이상의 결정 상으로 분리되어 형성되지 않고 첨가된 원소들의 정량비가 그대로 유지될 수 있도록 급속 응고시키는 방법(RSP : Rapid Solidification Process, 급속응고법)에 의해 제조되는 것이 일반적이다.

[0005] 이러한 급속응고법은 용융 합금에 대하여 고압가스 또는 고압수를 분사하여 제조하는 가스분사법, 용융금속을 빠르게 회전하는 원판을 이용하여 분말을 제조 하는 원심분리법, 빠른 속도로 회전하는 롤에 의해 분말이 제조 되는 멜트스피닝법 등으로 분류될 수 있는데, 이를 통해 분말 또는 리본과 같은 벌크 형태의 비정질 합금을 제조할 수 있다.

[0006] 한편, 금속유리와 같은 비정질 합금은 두 종류 이상의 금속(반금속을 포함함)이 급속 응고됨으로써 형성된 비정질 부분을 갖는데, 고온에서 액체 상태일 때 형성된 비정질 부분을 상온에서도 그대로 유지할 수 있다. 여기에서, 비정질 부분은 금속유리 전체 부피에서 대략 50-100부피%로 포함될 수 있다.

- [0007] 이러한 금속유리는 유리 전이 온도(glass transition temperature, T_g) 이상에서 연화되어 액체와 같은 거동을 보일 수 있는데, 이 거동은 금속유리의 유리 전이 온도(T_g)와 결정화 온도(crystallization temperature, T_x) 사이에서 유지되며, 이 온도 구간을 과냉각액체영역(ΔT_x)이라 한다.
- [0008] 또한, 금속유리와 같은 비정질 합금의 나노 분말은 기상에서의 균질 핵생성과 응축을 통해 제조하는 가스 응축 법이나 벌크 금속이나 세라믹을 분쇄하여 미세화하는 기계적 분쇄법과 같은 물리적 제조법과 금속염에 침전제나 환원제를 가하여 수용액에서 금속이나 산화물 분말을 제조하는 액상환원법과 같은 화학적인 제조법에 따라 제조될 수 있다.
- [0009] 또 다른 제조법으로 고에너지 볼 밀링법이 있는데, 이는 각각의 비정질 합금 조성을 이루는 결정질 금속들을 첨가한 후 고에너지 볼밀을 이용하여 기계적으로 분쇄하면서 합금화하는 방법을 의미한다.
- [0010] 상술한 바와 같이 나노 분말은 금속유리와 같은 비정질 합금으로 제조될 수 있는데, 나노 분말을 제조하기 위한 용도로서 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 뛰어난 비정질 합금에 대한 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 1. 등록특허공보 제10-1376074호(2014.03.21.공고) : 비정질 형성능을 가지는 결정질 합금, 그 제조방법, 스퍼터링용 합금타겟 및 그 제조방법
- (특허문헌 0002) 2. 공개특허공보 제10-2013-0048224호(2013.05.09.공개) : 주석 함유 비정질 합금
- (특허문헌 0003) 3. 공개특허공보 제10-2013-0121098호(2013.11.05.공개) : 탄소 그래핀 및 그 밖의 나노물질의 생성 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 열처리 시에 낮은 온도에서 증발에 따른 중량 감소가 발생되되, 상온부터 $2/3 T_m$ 사이에서 전체 중량 대비 최대 1%의 중량 감소가 발생하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 알루미늄계 비정질 합금으로 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법을 제공하고자 한다.
- [0015] 본 발명의 실시예들의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 실시예에 따르면, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 알루미늄계 비정질 합금을 준비하는 단계와, 상기 준비된 알루미늄계 비정질 합금을 가열하여 상온에서부터 상기 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도의 $2/3$ 까지의 낮은 온도 범위에서 기화된 물질을 기판에 증착하는 단계를 포함하는 알루미늄계 비정질 합금을 이용한 나노 분말의 제조 방법이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명은 열처리 시에 낮은 온도에서 증발에 따른 중량 감소가 발생되되, 상온부터 $2/3 T_m$ 사이에서 전체 중량 대비 최대 1%의 중량 감소가 발생하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명은 알루미늄계 비정질 합금으로 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명은 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 TGA 결과를 나타낸 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 DSC 결과를 나타낸 도면,
 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따라 알루미늄계 비정질 합금을 이용하여 나노 분말을 제조하는 과정을 나타낸 단계별 흐름도,
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 결정화 상태를 시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0022] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 TGA 결과를 나타낸 도면이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 DSC 결과를 나타낸 도면이다.
- [0025] 도 1 및 2를 참조하여 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 나노 분말 제조용 비정질 합금은 상온부터 $2/3 T_m$ (T_m : 용융온도) 사이에서 전체 중량 대비 최대 1%의 중량 감소가 발생할 수 있다.
- [0026] 그리고, 나노 분말 제조용 비정질 합금은 $2/3 T_m$ 이후에 산화물 생성으로 인해 중량이 증가할 수 있고, 과냉각 액체영역(SCLR : Supercooled liquid region)에서 흡열반응이 발생하고, 결정화온도(T_x) 이후에 발열반응이 발생할 수 있다. 이러한 흡열반응과 발열반응은 비정질 합금의 열처리 시 발생하는 승화(sublimation) 및 증발(evaporation)에 따라 발생되며, 승화 및 증발에 따라 비정질 합금의 중량감소가 발생할 수 있다.
- [0027] 더 상세히 설명하면, 과냉각액체영역(SCLR) 이전에서는 비정질 고체 상태이기 때문에 승화에 따라 중량감소가 발생하고, 과냉각액체영역(SCLR)에서는 비정질 합금이 액체 거동을 보이기 때문에 증발에 따라 중량감소가 발생할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 나노 분말 제조용 비정질 합금은, 알루미늄계 비정질 합금으로서 Al-Ni-Y를 기반으로 하는데, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함할 수 있고, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 더 포함할 수 있다.

- [0029] 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 나노 분말 제조용 비정질 합금은, $Al_{84.5}Y_{10}Ni_{5.5}$, $Al_{85}Y_8Ni_5Co_2$ 및 $Al_{86}Ni_6Y_{4.5}Co_2La_{1.5}$ 중 선택된 어느 하나의 알루미늄계 비정질 합금일 수 있다.
- [0030] 상술한 바와 같은 알루미늄계 비정질 합금은 Ca, Mg, Al, Cu, Ti, Fe 및 Ni 중 선택된 어느 하나를 기반으로 하는 비정질 합금 중에서 소성 온도에 적합한 유리전이온도(Tg)를 가지며, 전기 저항의 열화를 방지하기 위해 적합한 전기 전도성을 갖기 때문에 선택되었다.
- [0031] 상술한 바와 같은 알루미늄계 비정질 합금 중에서 선택된 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금은 온도를 올리면서 열처리할 경우 대략 260℃-290℃의 과냉각액체영역(SCLR) 이전 및 이후에서 모두 전체중량대비 0.01-0.5%의 중량 감소가 나타나는 것을 알 수 있다. 이러한 중량 감소는 최대 1%까지 발생할 수 있다.
- [0032] 한편, 도 1에 도시된 TGA(Thermogravimetric analyzer, 열 중량 분석기)를 이용한 분석 결과 그래프를 참조하면, ANY(예를 들면, $Al_{84.5}Y_{10}Ni_{5.5}$)의 경우 대략 100℃까지는 전체중량대비 0.01%-0.07%만큼 완만한 경사도로 중량 감소가 나타난 후, 대략 400℃까지는 전체중량대비 0.5%만큼 급격한 경사도로 중량 감소가 나타날 수 있다.
- [0033] 그리고, ANYC(예를 들면, $Al_{85}Y_8Ni_5Co_2$)의 경우 대략 400℃까지 전체중량대비 0.01%-0.15%만큼 완만한 경사도로 중량 감소가 나타날 수 있다.
- [0034] 또한, ANYCL(예를 들면, $Al_{86}Ni_6Y_{4.5}Co_2La_{1.5}$)의 경우 대략 200℃까지는 전체중량대비 0.01%-0.05%만큼 완만한 경사도로 중량 감소가 나타난 후, 대략 400℃까지는 전체중량대비 0.2%만큼 상대적으로 급격한 경사도로 중량 감소가 나타날 수 있다.
- [0035] 이러한 중량 감소는 도 1에 도시한 바와 같이 상온에서부터 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금의 용융온도(Tm : 대략 660℃)의 2/3인 대략 400℃까지 나타남을 알 수 있다.
- [0036] 한편, 상술한 바와 같은 중량 감소는 도 1에 도시한 바와 같이 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금의 용융온도(Tm : 대략 660℃)의 2/3인 대략 400℃에서 사라지고, 용융온도 이상에서 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금의 중량이 증가하게 되는데, 이는 비정질 합금의 결정화 이후 산화 작용으로 인해 산화물이 생성되어 중량이 증가하기 때문이다.
- [0037] 또한, 도 2에 도시된 DSC(Differential Scanning Calorimetry, 시차주사열량측정법) 결과 그래프에서는, 가로축은 열처리 시 온도값인 Temperature(℃)이고, 세로축은 내부 열유동 하강값인 Heat Flow Endo Down(m/W)이며, 상측 방향으로 향하는 피크가 발열반응을 나타내고, 하측 방향으로 향하는 피크가 흡열반응을 나타낸다.
- [0038] 이러한 도 2를 참조하면, Al-Ni-Y 기반 비정질 합금은 대략 270℃에서 약간 하측 방향으로 향하는 피크(흡열반응)가 관찰되는 것을 알 수 있고, 바로 이어서 급격하게 상측 방향으로 향하는 피크(발열반응)가 관찰되며, 이후 상대적으로 완만하게 하측 방향 및 상측 방향으로 향하는 피크가 교대로 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0039] 따라서, 본 발명은 열처리 시에 낮은 온도에서 증발에 따른 중량 감소가 발생되되, 상온부터 2/3 Tm 사이에서 전체 중량 대비 최대 1%의 중량 감소가 발생되되, 알루미늄계 비정질 합금으로 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 비정질 합금을 제공할 수 있다.
- [0040] 또한, 본 발명은 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 포함하는 비정질 합금을 제공할 수 있다.
- [0041] 다음에, 상술한 바와 같은 알루미늄계 비정질 합금을 이용하여 나노 분말을 제조하는 본 발명의 다른 실시예에 대해 상세히 설명한다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따라 알루미늄계 비정질 합금을 이용하여 나노 분말을 제조하는 과정을 나타낸 단계별 흐름도이고, 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 알루미늄계 비정질 합금의 결정화 상태를 예시한 도면이다.
- [0043] 도 3 및 도 4를 참조하면, 알루미늄계 비정질 합금을 준비한다(단계302). 이러한 알루미늄계 비정질 합금은 용융온도 이상으로 가열한 후 금속 냉각시켜 분말, 리본, 호일(foil), 봉상 등과 같은 다양한 형태로 제조 및 준비될 수 있으며, 그 제조 기법은 종래에 다양하게 개시되어 있으므로 그 구체적인 설명은 생략한다.
- [0044] 여기에서, 알루미늄계 비정질 합금은 Al-Ni-Y를 기반으로 하는데, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함할 수 있고, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 더 포함할 수 있다.

- [0045] 예를 들면, 알루미늄계 비정질 합금은, $Al_{84.5}Y_{10}Ni_{5.5}$, $Al_{85}Y_8Ni_5Co_2$ 및 $Al_{86}Ni_6Y_{4.5}Co_2La_{1.5}$ 중 선택된 어느 하나의 알루미늄계 비정질 합금일 수 있다.
- [0046] 다음에, 준비된 알루미늄계 비정질 합금을 가열하여 상온에서부터 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도(T_m : 대략 $660^{\circ}C$)의 $2/3$ (대략 $400^{\circ}C$)까지의 낮은 온도 범위에서 기화된 물질을 기판에 증착하여 나노 분말을 제조한다(단계304).
- [0047] 여기에서, 알루미늄계 비정질 합금은 온도를 올리면서 열처리할 경우 상온에서부터 대략 $260^{\circ}C$ - $290^{\circ}C$ 의 과냉각 액체영역(SCLR) 이전 및 이후에서 중량 감소가 발생되다가, 대략 $400^{\circ}C$ (용융온도의 대략 $2/3$)까지 전체중량대비 0.01-1.0%의 중량 감소가 나타나며, 최대 2%까지 발생할 수 있다.
- [0048] 그 중량 감소는 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도(T_m : 대략 $660^{\circ}C$)의 $2/3$ 인 대략 $400^{\circ}C$ 에서 사라지고, $400^{\circ}C$ 보다 온도가 상승할 경우 용융온도 이상에서 알루미늄계 비정질 합금의 중량이 증가하게 되는데, 이는 비정질 합금의 결정화 이후 산화 작용으로 인해 산화물이 생성되어 중량이 증가하기 때문이다.
- [0049] 한편, 상기한 알루미늄계 비정질 합금의 용융온도는 시차열분석법(DTA : differential thermal analysis) 또는 시차주사열량측정법(DSC) 장비를 이용하여 측정 가능하며, 이러한 분석 장비를 이용하여 Ar 및 N_2 비활성 기체 분위기에서 5-15 K/min으로 비정질 합금을 승온시킴으로써, 기준 샘플에 대응하는 온도 차이 또는 흡열량 차이를 나타내는 온도를 측정할 수 있다.
- [0050] 상술한 바와 같은 알루미늄계 비정질 합금은 DSC 및 DTA를 이용하여 측정한 용융온도(액체화 온도)의 $2/3$ 까지 5-15 K/min의 가열속도로 승온시키거나 혹은 알루미늄계 비정질 합금을 가열하여 상온에서 용융온도의 $2/3$ 까지의 온도 범위에서 기 설정된 온도(예를 들면, $300^{\circ}C$ 등)로 유지시킬 경우 면적당 중량감소가 대략 0.001-0.005 kg/m² 이하로 나타날 수 있다.
- [0051] 여기에서, 알루미늄계 비정질 합금은 승온시키는 방식과 기 설정된 온도를 유지하는 방식으로 증발될 경우 대략 10-20분 동안 증발되도록 할 수 있다.
- [0052] 아울러, 200-300 $^{\circ}C$ 의 온도 범위에서 알루미늄계 비정질 합금의 등온 열처리 시 중량 감소량은 결정질 Al을 550-660 $^{\circ}C$ 의 온도 범위에서 등온 열처리 시 중량 감소량과 유사함을 알 수 있다.
- [0053] 상술한 바와 같은 과정을 통해 제조되는 나노 분말은 가열 온도, 가열 시간 등을 조절하여 제조되는 량 및 크기를 조절할 수 있고, 공기 중 또는 비활성 기체 분위기에서 열처리할 수 있는데, 5-15 K/min의 가열속도로 온도를 승온하면서, 상온에서 용융온도의 $2/3$ 까지의 온도 범위, 10-20분의 시간 범위 등과 같은 열처리 조건을 조절하면서, 공기 중, Ar 가스 분위기, N_2 가스 분위기 등과 같은 분위기 조건을 조절하여 나노 분말을 제조할 수 있다.
- [0054] 또한, 제조된 나노 분말은 Ar 분위기에서 열처리할 경우 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나 이상의 원소(예를 들면, Al, Ni, Y 등)로 구성되거나, 공기 중에서 또는 N_2 분위기에서 열처리할 경우 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나 이상의 원소의 산화물(예를 들면, Al_2O_3 , NiO, Y_2O_3 등)로 구성되거나, 공기 중에서 또는 N_2 분위기에서 열처리할 경우 비정질 합금을 구성하는 원소 중 적어도 하나 이상의 원소의 질화물(예를 들면, AlN, Ni_3N , Ni_4N , Ni_6N , YN 등)로 구성될 수 있다.
- [0055] 예를 들어 도 4에 도시된 결정화 상태 이미지를 참조하면, Al-Ni-Y 기반 비정질 합금을 이용하여 제조된 분말을 알콜 용액과 혼합한 후에, 이 혼합액을 Cu 기판 위에 여러 방울 떨어뜨리고, 가열하여 알콜 용액을 증발시킨 후, $300^{\circ}C$ 로 설정된 핫플레이트에 Cu 기판을 안착시켜 가열하는 공정을 수행하였고, 이를 통해 비정질 분말 주변 Cu 기판 위에 나노 파티클이 생성되는 것을 확인할 수 있다.
- [0056] 이러한 나노 파티클은 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금을 이용하여 제조된 나노 분말이 열처리 시의 승화 및 증발에 의해 증착되어 생성된 것으로, 이러한 승화 및 증발로 인해 TGA 그래프에서의 중량 감소가 나타날 수 있다.
- [0057] 여기에서, Cu 기판에 Al-Ni-Y 기반 비정질 합금 분말을 배치하는 것은, 분사(spray), 프린팅(printing), 스핀 코팅(spin coating) 등을 이용할 수 있다.
- [0058] 따라서, 본 발명은 열처리 시에 낮은 온도에서 증발에 따른 중량 감소가 발생되되, 상온부터 $2/3 T_m$ 사이에서 전체 중량 대비 최대 1%의 중량 감소가 발생하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및

부식에 대한 저항성이 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.

[0059] 또한, 본 발명은 알루미늄계 비정질 합금으로 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, 80-99at%의 Al과 0.5-10at%의 Ni과 0.5-10at%의 Y를 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.

[0060] 또한, 본 발명은 Al-Ni-Y를 기반으로 하며, Co 및 La 중 적어도 하나를 0.1-5at%만큼 선택적으로 포함하는 비정질 합금을 제공함으로써, 강도, 내마모성, 자기적 특성 및 부식에 대한 저항성이 더욱 뛰어난 나노 분말을 상대적으로 낮은 온도에서 제조할 수 있다.

[0061]

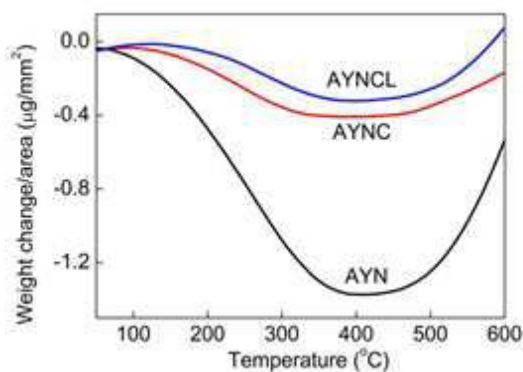
[0062] 한편, 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예들에서는 나노 분말을 제조하는 과정에 대해 설명하였지만, 알루미늄계 비정질 합금을 이용하여 상온부터 용융온도의 2/3인 온도까지의 낮은 온도 범위에서 나노 박막을 제조하거나, 혹은 상온부터 용융온도의 2/3인 온도까지의 낮은 온도 범위에서 일반 금속, 세라믹, 폴리머 분말 간의 소결을 촉진시키거나, 혹은 상온부터 용융온도의 2/3인 온도까지의 낮은 온도 범위에서 이종 물질 간을 접착하는 접착제로 이용할 수 있음은 물론이다.

[0063] 아울러, 알루미늄계 비정질 합금은 Al과, 전이 금속인 Ni와, 희토류 금속인 Y를 포함하는 것으로 하여 설명하였는데, 전이 금속의 경우 Co, Cu, Fe 등을 사용할 수 있고, 다른 희토류 금속(예를 들면, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb 등)도 사용할 수 있다.

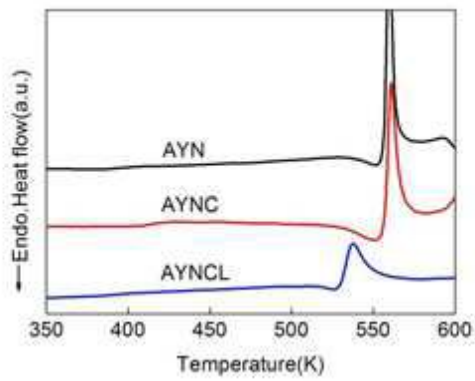
[0064] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

도면

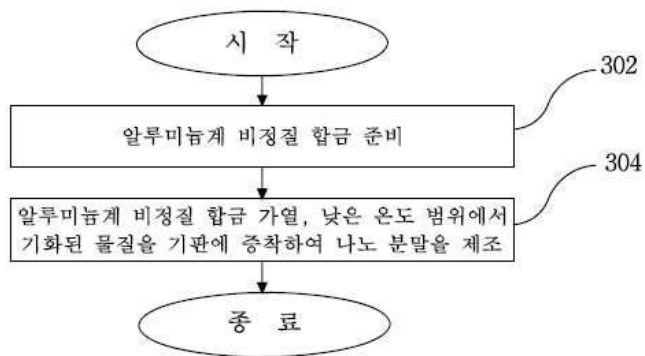
도면1



도면2



도면3



도면4

