



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0141102

(43) 공개일자 2015년12월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22C 45/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0069730

(22) 출원일자 2014년06월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

박진만

서울특별시 송파구 백제고분로18길 8-19 로얄하이츠 403호

김기범

서울특별시 강남구 언주로130길 30 동양파라곤아파트 102-1102

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세립

전체 청구항 수 : 총 17 항

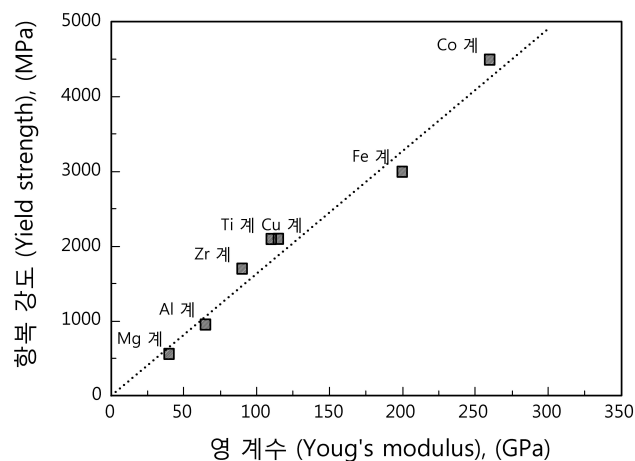
(54) 발명의 명칭 비정질 합금

(57) 요약

자성 특성이 억제된 고강성을 가지는 코발트계 비정질 합금을 제공하고자 한다.

일 실시 예에 따른 비정질 합금은 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B)를 포함하고, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 함량의 합은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 50 at% 범위를 가진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김정태

경기도 김포시 김포한강 11로 273 롯데캐슬 310호
1903호

박은수

전라북도 전주시 완산구 용리로 179 세창짜임아파
트 101동 1104호

홍석무

경기도 성남시 분당구 탄천로 95 아름마을삼호아파
트 401동 501호

명세서

청구범위

청구항 1

코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B)를 포함하고,

상기 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 원소 함량의 합이 상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 50 at% 범위를 가지는 비정질 합금.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 코발트(Co)는,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 16 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B)는,

각각 상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 25 at% 이하의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B)는,

각각 상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 5

제 1항에 있어서,

3000 Mpa 이상의 파괴 강도(fracture strength)를 가지는 비정질 합금.

청구항 6

제 1항에 있어서,

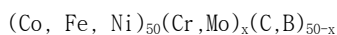
150 Gpa 이상의 영 계수(Young's modulus)를 가지는 비정질 합금.

청구항 7

제 1항에 있어서,

하기의 [화학식 1]로 표시되는 비정질 합금:

[화학식 1]



여기서, x는 20 내지 40 범위 내의 원자 퍼센트인 것으로 한다.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni)은,

각각 1:1:1, 2:1:1, 2:2:1, 3:2:1 및 3:3:1 중 적어도 하나의 비율을 가지는 비정질 합금.

청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)은,

1:1의 비율을 가지는 비정질 합금.

청구항 10

제 7항에 있어서,

상기 탄소(C) 및 붕소(B)는,

1:1의 비율을 가지는 비정질 합금.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 철(Fe)은,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 니켈(Ni)은,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 크롬(Cr)은,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 몰리브덴(Mo)은,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 15

제 1항에 있어서,

상기 탄소(C)는,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 16

제 1항에 있어서,

상기 붕소(B)는,

상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가지는 비정질 합금.

청구항 17

제 1항에 있어서,

리본 형태(ribbon shaped)로 성형된 비정질 합금.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 발명은 비정질 합금에 관한 발명으로, 보다 상세하게 코발트(Co) 함유 비정질 합금에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 비정질 합금(amorphous alloy)은 결정질 합금(crystalline alloy)과 달리 비주기적 원자 배열 구조를 가지는 금속 소재로, 결정질 합금에 비해 고강도, 내부식성, 내마모성 등 우수한 특성을 가지고 있다.

[0003] 비정질 합금은 금속 응고법(rapidly solidification process) 또는 합금 설계(alloying design)를 통해 결정화를 억제하는 방법으로 제조될 수 있다.

[0004] 일반적으로, 비정질 합금 제조를 위한 합금 설계는 구성 원자 상호간의 결합력이 크고 원자반경 차이가 큰 다성 분계 공정(eutectic) 합금 시스템으로부터 시작되며, 주요 원소가 최소 40 at% 이상인 합금계에서 다른 원소들을 추가해가는 방식이 주를 이루었다.

[0005] 이러한 방법은 극히 제한된 조성 범위에서 비정질이 형성되므로 조성 영역의 한계를 벗어나기 힘들고, 코발트(Co) 등과 같이 가격이 비교적 비싼 원소 또는 귀금속류, 희토류 등을 기본으로 하는 비정질 합금 개발 비용을 상승시키는 원인이 되었다.

[0006] 특히, 철(Fe)을 함유한 비정질 합금의 경우 고유의 자성 특성으로 우수한 기계적 물성을 가짐에도 전자 부품 등의 적용에 있어 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 개시된 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로 자성 특성이 억제된 고강성을 가지는 코발트계 비정질 합금을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 일 실시 예에 따른 비정질 합금은, 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B) 원소를 포함하고, 상기 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 원소 함량의 합은, 상기 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 50 at% 범위를 가진다.

[0009] 또한, 코발트(Co)는, 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 16 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0010] 또한, 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B) 원소는, 각각 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 25 at% 이하의 함량을 가질 수 있다.

[0011] 또한, 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B) 원소는, 각각 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0012] 또한, 3000 Mpa 이상의 파괴 강도(fracture strength)를 가질 수 있다.

[0013] 또한, 150 Gpa 이상의 영 계수(Young's modulus)를 가질 수 있다.

[0014] 또한, 하기의 [화학식 1]로 표시될 수 있다.

[0015] [화학식 1]

[0016] $(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Ni})_{50}(\text{Cr}, \text{Mo})_x(\text{C}, \text{B})_{50-x}$

[0017] 여기서, x는 20 내지 40 범위 내의 원자 퍼센트인 것으로 한다.

[0018] 또한, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni)은, 각각 1:1:1, 2:1:1, 2:2:1, 3:2:1 및 3:3:1 중 적어도 하나의 비율

을 가질 수 있다.

[0019] 또한, 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)은 1:1의 비율을 가질 수 있다.

[0020] 또한, 탄소(C) 및 붕소(B)는 1:1의 비율을 가지질 수 있다.

[0021] 또한, 철(Fe)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0022] 또한, 니켈(Ni)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0023] 또한, 크롬(Cr)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0024] 또한, 몰리브덴(Mo)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0025] 또한, 탄소(C)는 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0026] 또한, 붕소(B)는 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0027] 또한, 일 실시 예에 따른 비정질 합금은 리본 형태(ribbon shaped)로 성형될 수 있다.

발명의 효과

[0028] 이상에서 설명한 바와 같이 구성되는 비정질 합금에 의하면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

[0029] 먼저, 비정질 고유의 물성을 유지하면서 우수한 강도 및 강성을 구현할 수 있다.

[0030] 또한, 자성 특성이 억제된 비정질 합금을 제공해 전자 부품의 재료로 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 일 실시 예에 따른 코발트계 비정질 합금의 항복 강도(Yield strength) 및 영 계수(Young's modulus)를 도시한 도면이다.

도 2는 (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹의 함량 조절 예를 도시한 삼각그래프이다.

도 3a 내지 3f는 실시예 1 내지 6에 따른 합금 시료의 표면 형태를 도시한 도면이다.

도 4는 비교예 1에 따른 합금 시료의 표면 형태를 도시한 도면이다.

도 5a 내지 도 5f는 실시예 1 내지 6에 따른 X-선 회절 피크를 도시한 도면이다.

도 6은 비교예 1에 따른 X-선 회절 피크를 도시한 도면이다.

도 7a 내지 도 7f는 실시예 1 내지 6에 따른 DSC 곡선을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 발명의 바람직한 예에 불과할 뿐이며, 본 출원의 출원시점에 있어서 본 명세서의 실시 예와 도면을 대체할 수 있는 다양한 변형 예들이 있을 수 있다. 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 예시적 실시예를 상세하게 설명한다.

[0033] 일 실시 예에 따른 비정질 합금은, 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C) 및 붕소(B)를 포함한다.

[0034] 각각의 원소는, 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 25 at% 이하의 함량을 가질 수 있고, 보다 상세하게 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다.

[0035] 또한, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 함량의 합은, 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 50 at% 범위를 가질 수 있다.

[0036] 코발트(Co)는, 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 16 내지 25 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다. 일 실시 예에 따른 비정질 합금은, 코발트(Co)의 비율을 상대적으로 낮게 함유하도록 함으로써 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.

[0037] 또한, 자성 특성을 억제시킬 수 있으며, 전자 재료에 적용할 수 있다.

- [0038] 또한, 코발트(Co) 이외에 포함되는 합금 재료의 비율을 조절해 강도 및 강성을 구현할 수 있다. 일 실시 예에 따른 비정질 합금 재료는 다음과 같은 비율로 포함될 수 있다.
- [0039] 철(Fe)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있고, 니켈(Ni)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 12 내지 22 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있고, 크롬(Cr)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있고, 몰리브덴(Mo)은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 10 내지 20 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있고, 탄소(C)는 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있고, 붕소(B)는 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 5 내지 15 at% 범위 내의 함량을 가질 수 있다. 각 원소의 함량의 예는, 통상의 기술자가 쉽게 생각할 수 있는 범위 내의 변경을 포함하는 개념으로 넓게 이해되어야 할 것이다.
- [0040] 일 실시 예에 따른 비정질 합금은 이하의 [화학식 1]로 표시될 수 있다.
- [0041] [화학식 1]
- [0042] $(\text{Co}, \text{Fe}, \text{Ni})_{50}(\text{Cr}, \text{Mo})_x(\text{C}, \text{B})_{50-x}$
- [0043] 여기서, x는 20 내지 40 범위 내의 원자 퍼센트인 것으로 한다.
- [0044] 또한, 50, x, 및 50-x는 각각 첨가원소 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni)을 포함하는 군, 첨가원소 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)을 포함하는 군, 첨가원소 탄소(C) 및 붕소(B)를 포함하는 군의 원자%를 의미할 수 있다.
- [0045] 50은 첨가원소 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni)을 포함하는 군에서 한가지 이상을 동시에 첨가했을 때 원자%의 의미를 포함할 수 있으며, x는 첨가원소 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)을 포함하는 군에서 한가지 이상을 동시에 첨가했을 때 원자%의 의미를 포함할 수 있으며, 50-x는 첨가원소 탄소(C) 및 붕소(B)를 포함하는 군에서 한가지 이상을 동시에 첨가했을 때 원자%의 의미를 포함할 수 있다.
- [0046] [화학식 1]에서는, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 함량의 합이 50인 경우를 예로 들었으나, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 함량의 합이 이에 한정되는 것은 아니며, 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 함량의 합은 비정질 합금의 전체 원소 함량 대비 7 내지 50 at% 범위를 가질 수 있으며, 이에 따라 크롬(Cr)과 몰리브덴(Mo)과 탄소(C)와 붕소(B) 원소의 함량이 조절될 수 있다.
- [0047] 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni)의 비율을 조절해 비정질 고유의 물성을 유지하면서 우수한 강도 및 강성을 구현할 수 있으며, 일 실시 예에 따른 비정질 합금의 코발트(Co), 철(Fe) 및 니켈(Ni) 원소의 비율은 각각 1:1:1, 2:1:1, 2:2:1, 3:2:1 및 3:3:1 중 적어도 하나의 비율로 포함되도록 조절될 수 있다.
- [0048] 또한, 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)은 각각 1:1의 비율로 포함되도록 조절될 수 있다. 또한, 탄소(C) 및 붕소(B)는 각각 1:1의 비율로 포함되도록 조절될 수 있다.
- [0049] 전술한 실시 예에 따른 비정질 금속은, 자기적 특성이 억제된 고강성을 가지는 비정질 금속일 수 있다. 즉, 코발트(Co)의 함량을 조절해 자기적 특성을 억제시키고, 다른 금속의 함량을 조절하여 비정질 고유의 물성인 인장강도, 내마모성 등을 유지하면서 우수한 강도 및 강성을 구현할 수 있다.
- [0050] 도 1은 일 실시 예에 따른 코발트계 비정질 합금의 항복 강도(Yield strength) 및 영 계수(Young's modulus)를 도시한 도면이다.
- [0051] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 코발트계 비정질 합금은 3000 Mpa 이상의 항복 강도를 가질 수 있으며, 150 Gpa 이상의 영 계수를 가질 수 있다.
- [0052] 반면, 마그네슘계 비정질 합금, 알루미늄계 비정질 합금, 지르코늄계 비정질 합금, 티타늄계 비정질 합금 및 구리계 비정질 합금은 각각 3000 Mpa 이하의 항복 강도를 가지며, 150 Gpa 이하의 영 계수를 가짐을 확인할 수 있다. 즉, 일 실시 예에 따른 코발트계 비정질 합금은 우수한 강도 및 강성을 구현할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0053] 이하, 이해를 돕기 위해 개시된 발명의 예시적 실시 예에 대해 상세하게 설명한다.
- [0054] 비정질 합금의 물성 측정을 위해 [실시예 1] 내지 [실시예 6] 및 [비교예 1]의 조성 비를 가지는 합금 시료를 제조하였다.
- [0055] [실시예 1]
- [0056] [실시예 1]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_2\text{Fe}_1\text{Ni}_1)_50(\text{CrMo})_{30}(\text{CB})_{20}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과,

(Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:30:20 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 2:1:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 2]

[실시예 2]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_2\text{Fe}_2\text{Ni}_1)_{50}(\text{CrMo})_{30}(\text{CB})_{20}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:30:20 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 2:2:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 3]

[실시예 3]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_3\text{Fe}_2\text{Ni}_1)_{50}(\text{CrMo})_{30}(\text{CB})_{20}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:30:20 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 3:2:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 4]

[실시예 4]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_2\text{Fe}_1\text{Ni}_1)_{50}(\text{CrMo})_{25}(\text{CB})_{25}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:25:25 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 2:1:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 5]

[실시예 5]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_2\text{Fe}_2\text{Ni}_1)_{50}(\text{CrMo})_{25}(\text{CB})_{25}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:25:25 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 2:2:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 6]

[실시예 6]에 따른 비정질 합금은 $(\text{Co}_3\text{Fe}_2\text{Ni}_1)_{50}(\text{CrMo})_{25}(\text{CB})_{25}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:25:25 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 3:2:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[비교예 1]

[비교예 1]에 따른 합금은 $(\text{Co}_2\text{Fe}_2\text{Ni})_{50}(\text{CrMo})_{10}(\text{CB})_{40}$ 의 화학식을 가진다. 즉, (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹은 각각 50:10:40 의 비율을 가지고, 각각의 원소는 Co:Fe:Ni가 2:2:1의 비율을 가지고, Cr:Mo가 1:1의 비율을 가지고, C:B가 1:1의 비율을 가지도록 포함된다.

[실시예 1] 내지 [실시예 6], 및 [비교예 1]의 조성비를 정리하면 이하 [표 1]과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

원소		코발트 (at%)	철 (at%)	니켈 (at%)	크롬 (at%)	몰리브덴 (at%)	탄소 (at%)	붕소 (at%)
합량	실시예 1	25	12.5	12.5	15	15	10	10
	실시예 2	20	20	10	15	15	10	10
	실시예 3	25	16.66667	8.333333	15	15	10	10
	실시예 4	25	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	실시예 5	20	20	10	12.5	12.5	12.5	12.5
	실시예 6	25	16.66667	8.333333	12.5	12.5	12.5	12.5
	비교예 1	20	20	10	5	5	20	20

[표 1]은 각 실시예에 대해 전체 비정질 합금 대비 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 탄소(C), 붕소(B)의 at % 비율을 나타낸 것이다.

[표 1]의 [실시예 1] 내지 [실시예 3]는 (Co, Fe, Ni) 그룹 대 (Cr, Mo) 그룹 대 (C, B) 그룹의 원소합량을 각각 50 대 30 대 20 비율로 조절한 예이고, [실시예 4] 내지 [실시예 6]는 (Co, Fe, Ni) 그룹 대 (Cr, Mo) 그룹

대 (C, B) 그룹의 함량을 각각 50 대 25 대 25 비율로 조절한 예이다.

[0073] 도 2는 (Co, Fe, Ni) 그룹과, (Cr, Mo) 그룹과, (C, B) 그룹의 함량 조절 예를 도시한 삼각그래프이다.

[0074] 도 2를 참조하면, P1은 (Co, Fe, Ni)₅₀(Cr, Mo)₃₀(C, B)₂₀ 의 조성비를 가지는 비정질 합금으로, (Co, Fe, Ni) 그룹의 함량이 50, (Cr, Mo) 그룹의 함량이 30, (C, B) 그룹의 함량이 20을 가지며 [실시예 1] 내지 [실시예 3]이 여기에 해당된다.

[0075] P2는 (Co, Fe, Ni)₅₀(Cr, Mo)₂₅(C, B)₂₅ 의 조성비를 가지는 비정질 합금으로 (Co, Fe, Ni) 그룹의 함량이 50, (Cr, Mo) 그룹의 함량이 25, (C, B) 그룹의 함량이 25를 가지며 [실시예 4] 내지 [실시예 6]이 여기에 해당된다.

[0076] P3는 (Co, Fe, Ni)₅₀(Cr, Mo)₁₀(C, B)₄₀ 의 조성비를 가지는 비정질 합금으로 (Co, Fe, Ni) 그룹의 함량이 50, (Cr, Mo) 그룹의 함량이 10, (C, B) 그룹의 함량이 40을 가지며 [비교예 1]이 여기에 해당된다.

[0077] 다음으로, [실시예 1] 내지 [실시예 6], 및 [비교예 1]의 조성을 가지는 시료의 분석 결과를 설명한다.

[0078] [실험예 1] : 시료의 표면 형태 분석

[0079] 시료의 표면 형태를 확인하기 위해 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 시료를 분석하였으며, 그 결과를 도 3a 내지 3f, 및 4a에 각각 도시하였다.

[0080] 도 3a 내지 3f는 [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 합금 시료의 표면 형태를 도시한 도면이고, 도 4는 [비교예 1]에 따른 합금 시료의 표면 형태를 도시한 도면이다.

[0081] 도 3a 내지 3f를 참조하면, [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 합금 시료는 균일한 조성을 가지고 있으며 분자의 배열 상태가 주기적 규칙성이 결여되어 있음을 확인할 수 있다. 도 4를 참조하면, [비교예 1]에 따른 합금 시료는 분자의 배열 상태가 규칙성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0082] 즉, [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 합금 시료는 비정질 특성을 가지며 [비교예 1]에 따른 합금 시료는 결정질 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0083] [실험예 2] : 시료의 결정 구조 분석

[0084] 시료의 결정 구조를 확인하기 위해 X-선 회절장치(XRD)를 이용하여 결정 구조를 분석하였다. 본 실험 예에서는 Cu K α 선을 2 theta 각도로 조사하여 시료의 결정 구조를 분석하였고, 그 결과를 도 5a 내지 5f, 및 도 6a에 도시하였다.

[0085] X-선 회절법은 시료에 조사한 X-선이 결정의 종류나 구조에 의해 산란 X-선 강도나 회절 각도가 변화하는 것을 이용하여 결정 구조나 화합물의 구조를 결정하는 방법으로, 비정질 합금의 경우 특정 피크가 없이 완만한 형태를 가지는 그래프가 도출되고 결정질 합금의 경우 특정 피크를 가지는 그래프가 도출된다.

[0086] 도 5a 내지 5c는 [실시예 1] 내지 [실시예 3]에 따른 X-선 회절 피크를 도시한 도면이고, 도 5d 내지 5f는 [실시예 4] 내지 [실시예 6]에 따른 X-선 회절 피크를 도시한 도면이고, 도 6은 [비교예 1]에 따른 X선 회절 피크를 도시한 도면이다.

[0087] 도 5a 내지 5f에 도시된 바와 같이, [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 시료는 특정 피크가 없이 완만한 형태를 가지는 그래프가 도출되었으며 이에 비정질 특성을 가짐을 확인할 수 있었다. 도 6에 도시된 바와 같이, [비교예 1]에 따른 시료는 특정 피크를 가지는 형태의 그래프가 도출되었으며 이에 결정질 특성을 가짐을 확인할 수 있었다.

[0088] [실험예3] : 비정질 합금 시료의 열 흐름(heat flow) 분석

[0089] 시료의 비정질 특성을 확인하기 위해 시차주사 열량측정법(DSC, Differential scanning calorimetry)으로 시료를 분석하였다.

[0090] 도 7a 내지 도 7c는 [실시예 1] 내지 [실시예 3]에 따른 DSC 곡선을 도시한 도면이고, 도 7d 내지 도 7f는 [실시예 4] 내지 [실시예 6]에 따른 DSC 곡선을 도시한 도면이다.

[0091] 도 7a를 참조하면, [실시예 1]에 따른 합금 시료의 DSC 곡선은 결정화 개시 온도(T_x)에서 결정화에 기인하는 발열 피크를 가지며 과냉각 액상영역이 존재한다. 도 7b 내지 도 7f에 도시된 바와 같이, [실시예 2] 내지 [실시

예 6]에 따른 합금 시료의 DSC 곡선 역시 결정화 개시 온도(T_x)에서 결정화에 기인하는 발열 피크를 가지며 과냉각 액상 영역이 존재한다.

[0092] 일반적으로 비정질 금속의 DSC 곡선은 결정화 개시 온도(TX)에서 발열 피크를 가지며 비정질 특유의 과냉각 액상 영역이 존재하는 바, [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 합금 시료는 비정질 특성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0093] [실험예 4] : 시료의 경도(hardness) 및 탄성 계수(elastic modulus) 분석

[0094] 시료의 기계적 특성을 확인하기 위해 나노 인덴테이션(nanoindentation) 방법으로 시료의 경도(hardness) 및 탄성 계수(elastic modulus)를 분석하였다.

[0095] [표 2]는 [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 시료의 경도(hardness) 및 탄성 계수(elastic modulus)의 분석 결과를 나타낸 것이다.

표 2

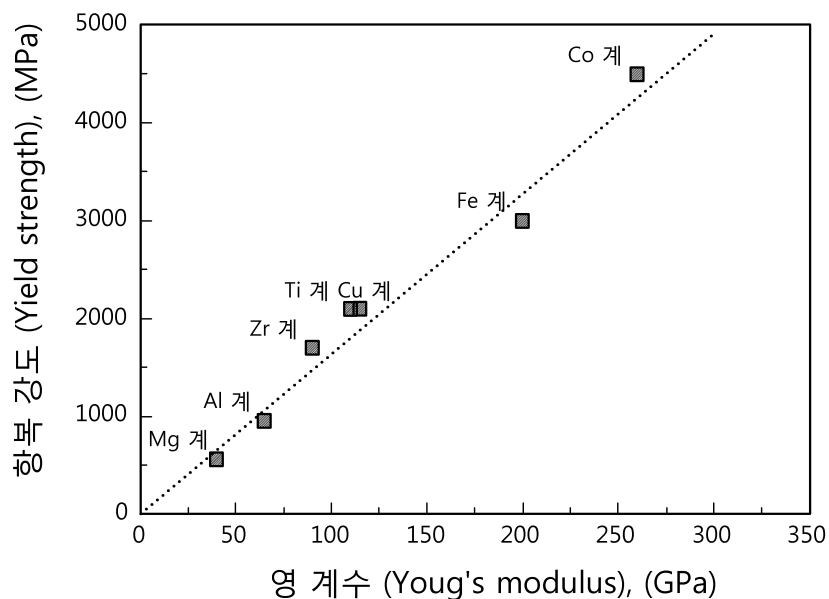
	경도 (GPa)	탄성 계수 (GPa)
실시예 1	23.5	199.5
실시예 2	15.75	201.7
실시예 3	16.63	166.2
실시예 4	17.2	207.5
실시예 5	15.5	171.5
실시예 6	17.4	244.4

[0097] [표 2]의 결과를 참조하면, [실시예 1] 내지 [실시예 6]에 따른 합금은 높은 경도 및 탄성 계수를 가짐을 알 수 있다.

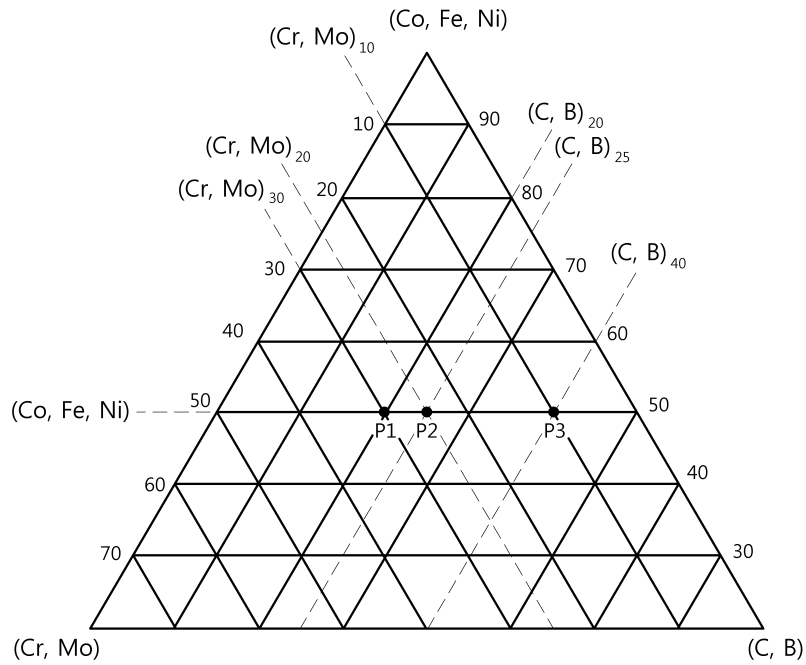
[0098] 이상으로, 일 실시 예에 따른 코발트계 비정질 합금에 대해 설명하였다. 전술한 실시 예는 발명의 예시적 조성에 불과하며 통상의 기술자가 쉽게 실시할 수 있는 범위 내의 변경을 포함하는 개념으로 넓게 이해되어야 할 것이다.

도면

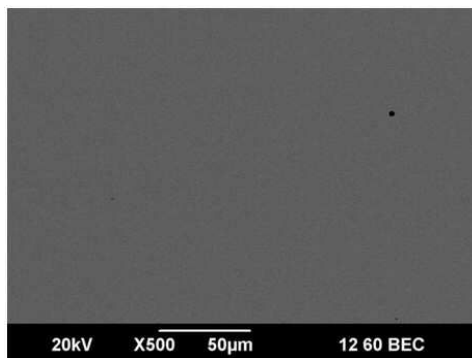
도면1



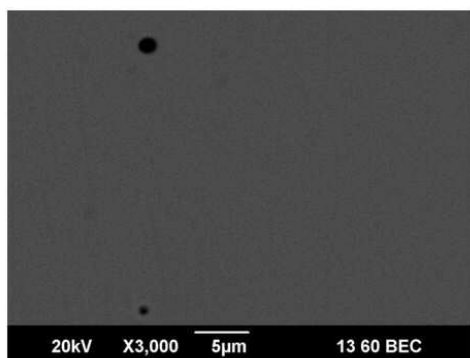
도면2



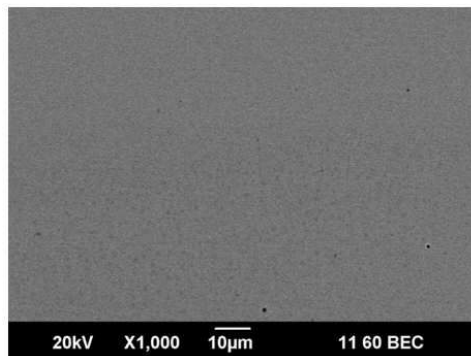
도면3a



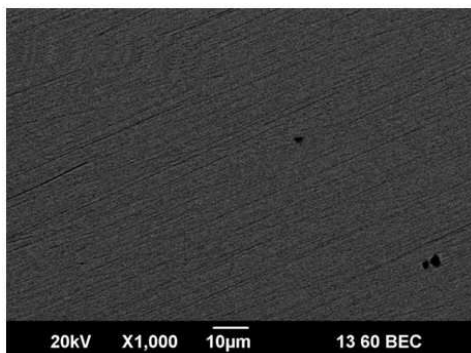
도면3b



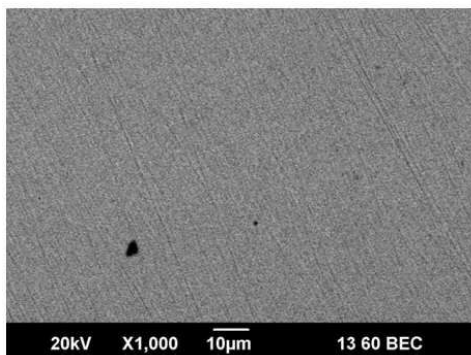
도면3c



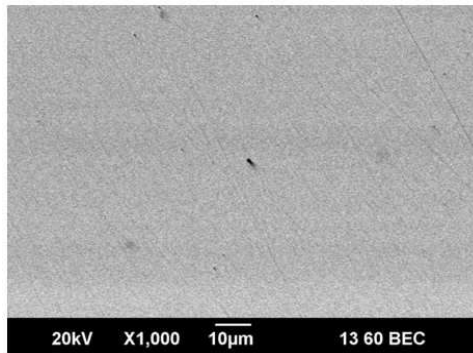
도면3d



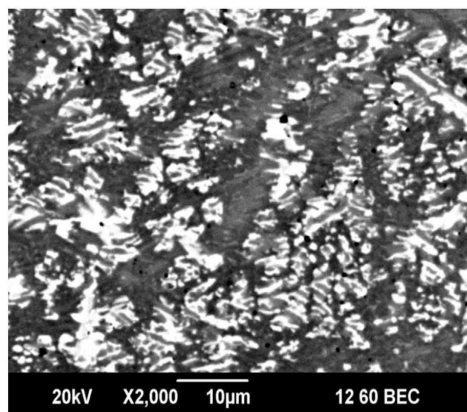
도면3e



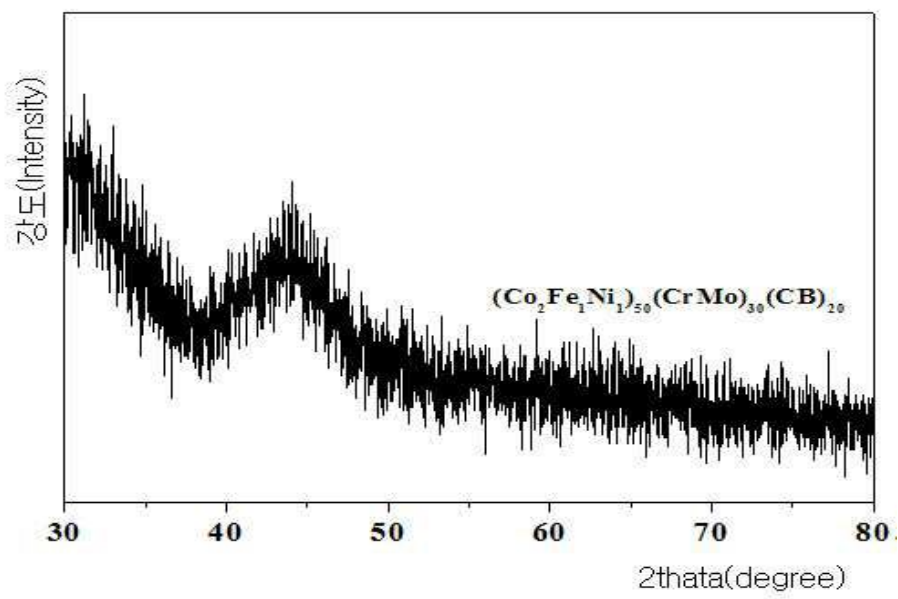
도면3f



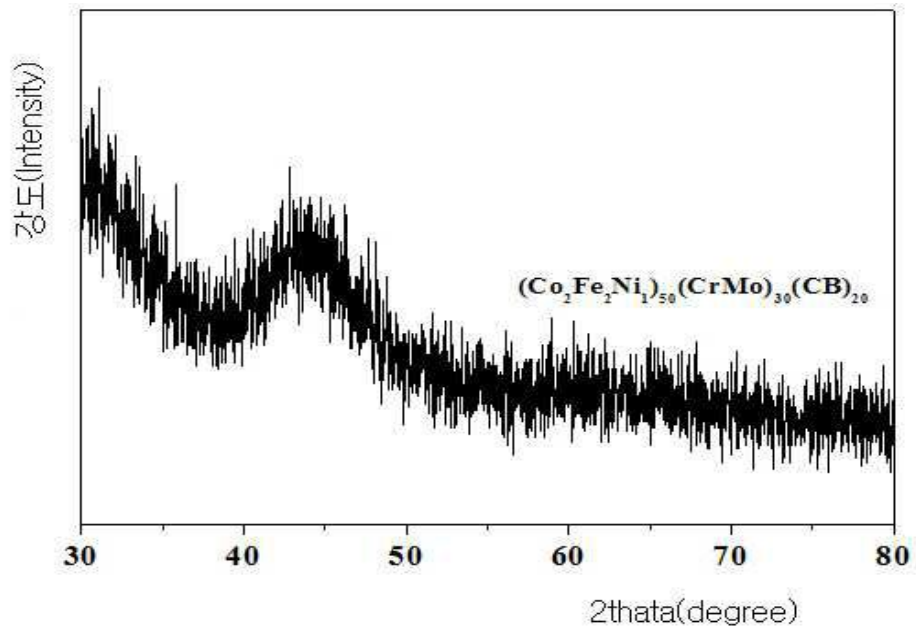
도면4



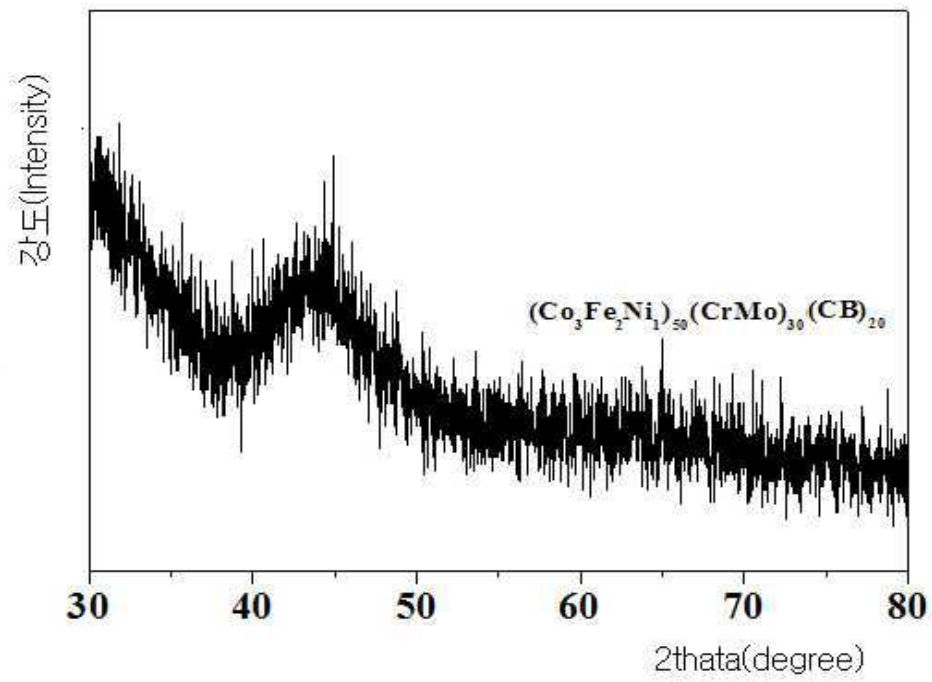
도면5a



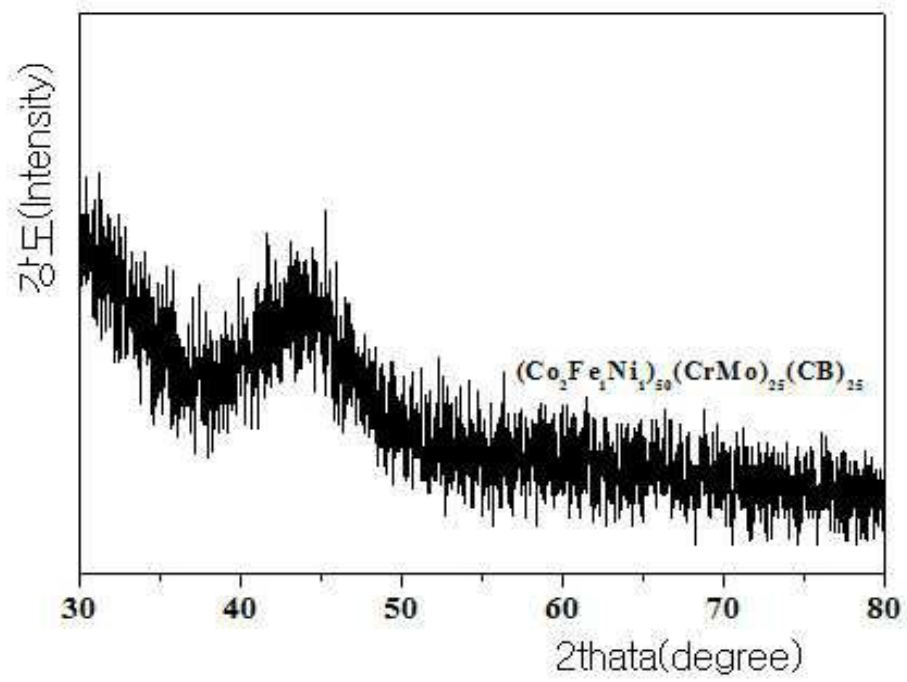
도면5b



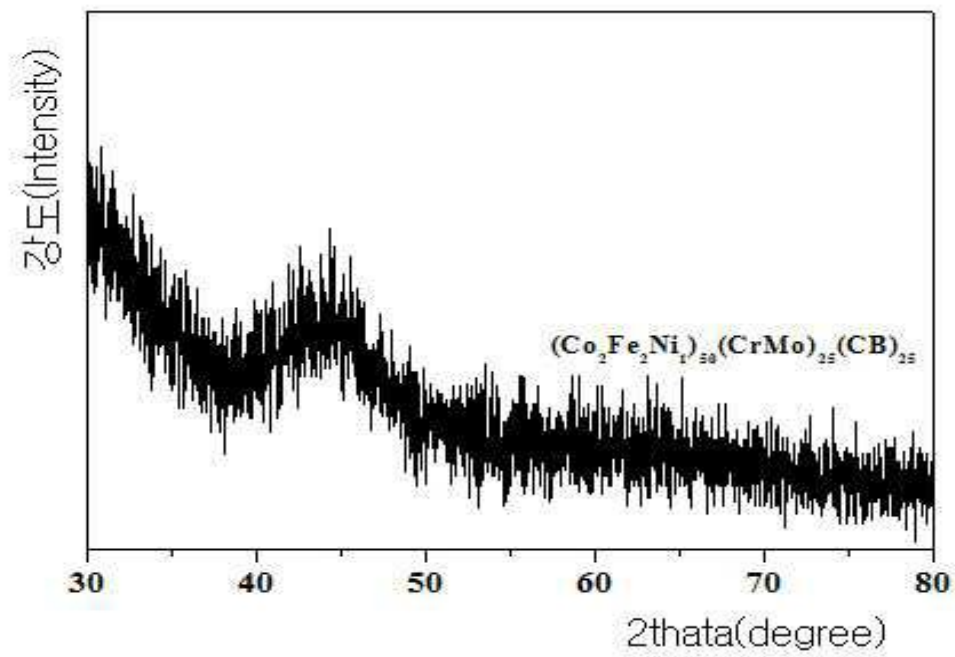
도면5c



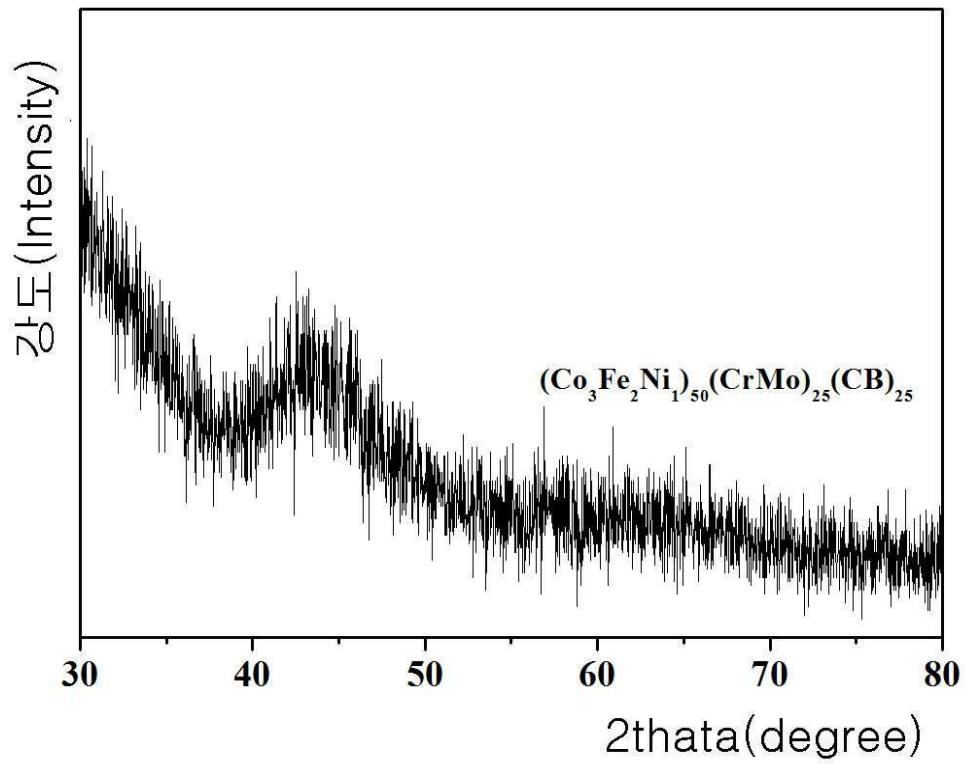
도면5d



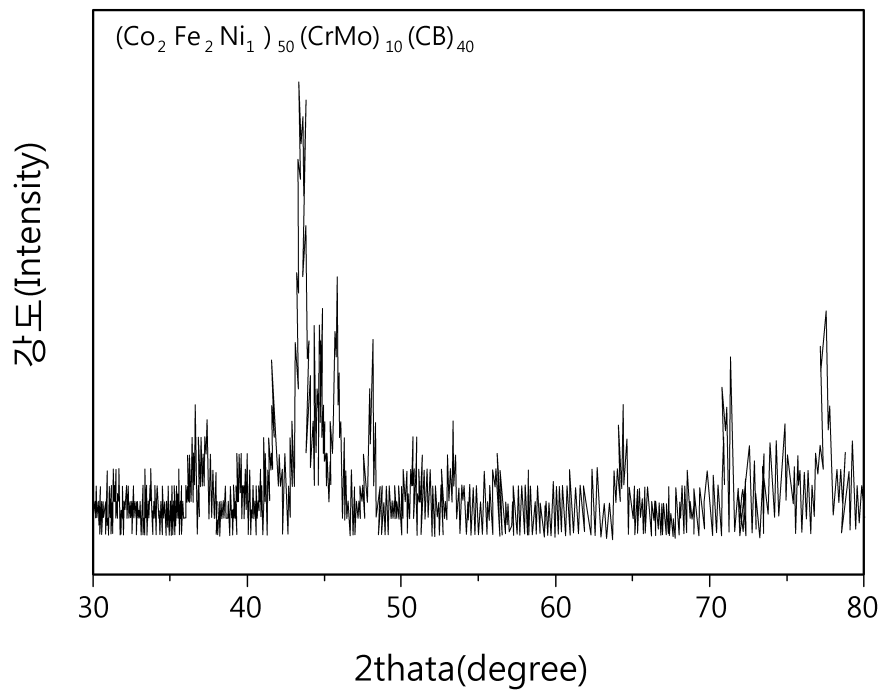
도면5e



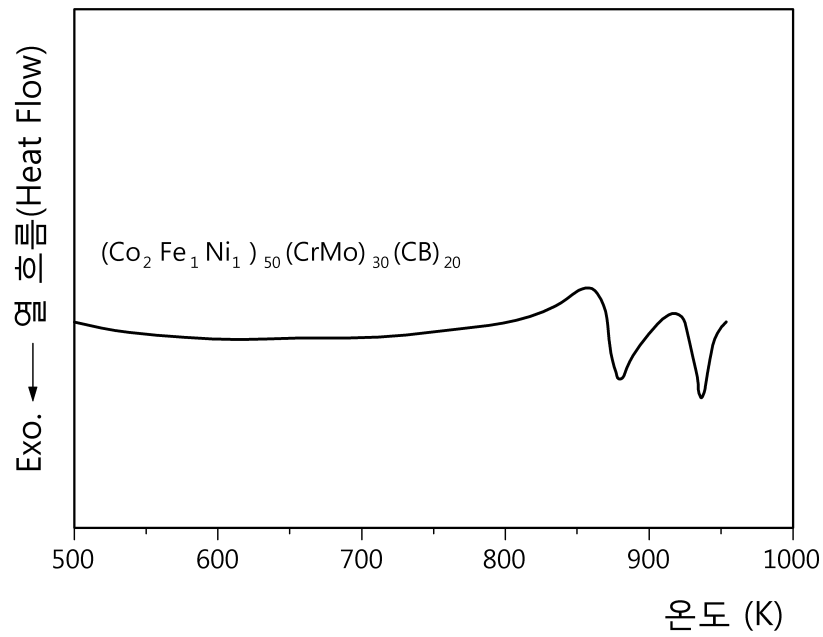
도면5f



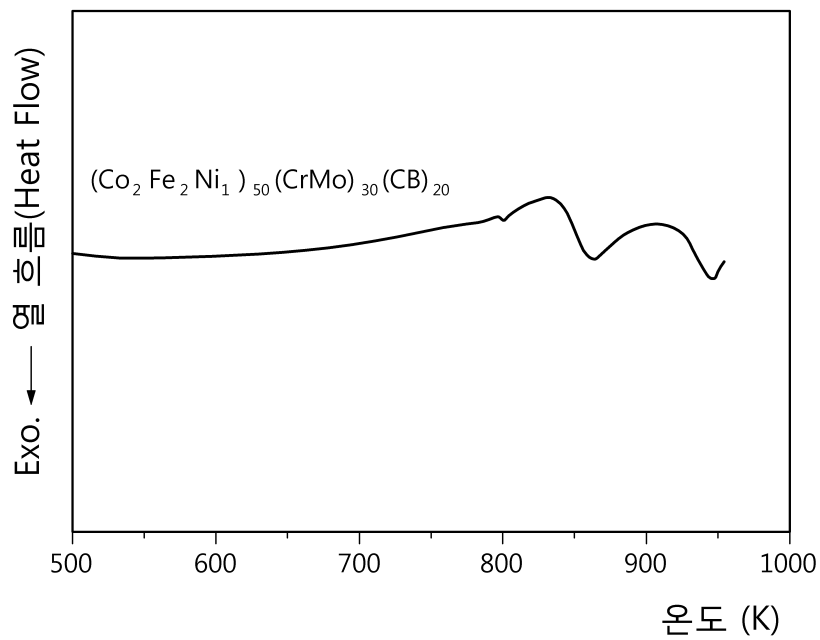
도면6



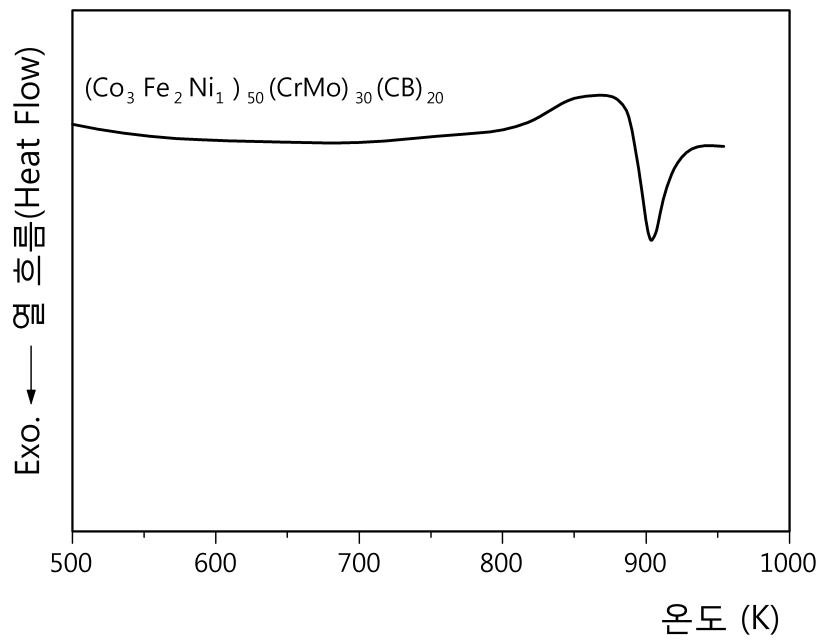
도면7a



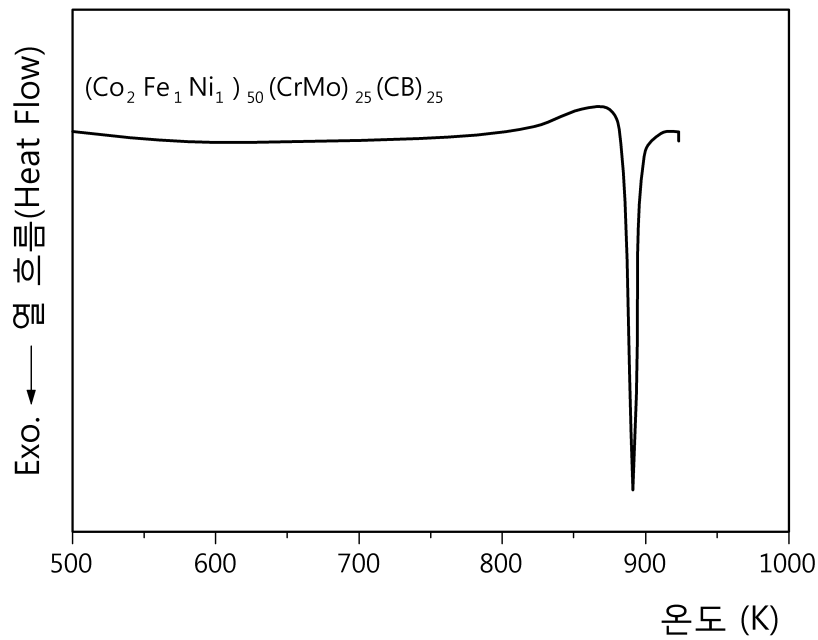
도면7b



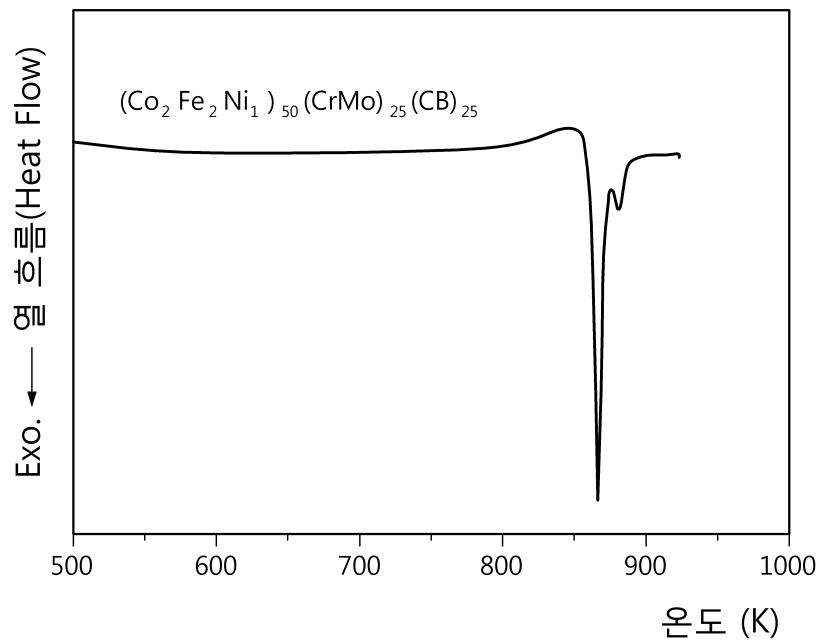
도면7c



도면7d



도면7e



도면7f

