



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월21일
(11) 등록번호 10-2697778
(24) 등록일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 45/10 (2006.01) C22C 14/00 (2006.01)
C23C 14/16 (2006.01) C23C 14/34 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 45/10 (2013.01)
C22C 14/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0017036
(22) 출원일자 2017년02월07일
심사청구일자 2022년01월28일
(65) 공개번호 10-2018-0091602
(43) 공개일자 2018년08월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050006270 A*
KR1020160135558 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(72) 발명자
구경진
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
사범동
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이상훈

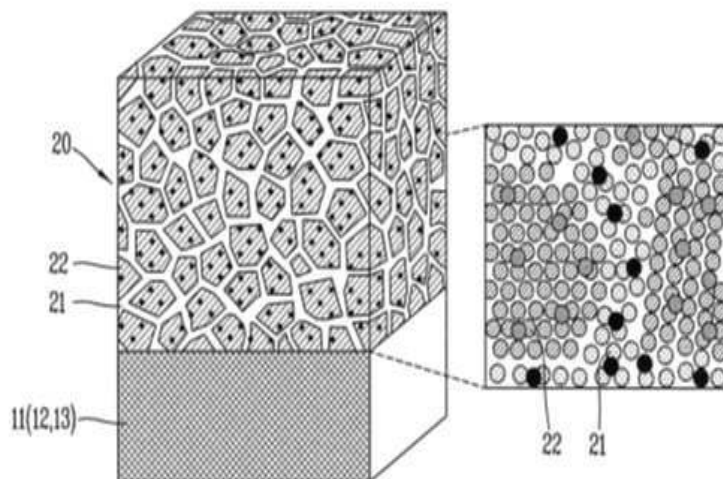
(54) 발명의 명칭 초탄성 B2상을 포함한 타이타늄 비정질 합금

(57) 요약

본 발명은 마찰 저항이 작고 내마모성을 개선할 수 있으며, 내구성과 신뢰성을 확보할 수 있는 비정질 합금과 상기 비정질 합금으로 이루어진 타겟, 그리고 상기 합금을 코팅층으로 포함하는 부품 또는 상기 합금으로 된 부품을 포함한 압축기에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, Ti, Cu, Ni, Mo를 포함하며, 비정질을 기지 또는 주상으로 하며 B2상을 추가로 포함하는 미세 조직을 가지는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금을 제공함으로써, 높은 경도와 낮은 탄성계수 그리고 큰 탄성 변형율을 확보하게 되어 그 결과 압축기의 마찰 및 마모 특성, 내구성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과를 가지게 된다

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 14/16 (2013.01)

C23C 14/34 (2013.01)

(72) 발명자

김동한

서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허
센터

박은수

경기도 수원시 팔달구 수성로 232번길 7 화서래미
안 클래식 104동 403호

류옥하

경북 경산시 압량면 화랑로63길 한라아파트
101-1405호

김진우

서울특별시 송파구 중대로 24, 212동 504호 (문정
동, 웨미리아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1의 조성범위를 가지고,

비정질을 기지 또는 주상으로 하며 B2상을 추가로 포함하는 미세조직을 가지는 것을 특징으로 하는 비정질 합금.

화학식 1 : $(\text{Ti}_a\text{Cu}_b\text{Ni}_c\text{Si}_d)_{1-x}\text{Mo}_x$,

상기 a는 0.51~0.65이고,

상기 b는 0.15~0.41이고,

상기 c는 0.07~0.2이고,

상기 d는 0.01 이하이고(0을 포함한다)

상기 x는 0.01~0.05이하이다.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항의 비정질 합금의 조성을 포함하는 스퍼터링 타겟.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 타겟의 미세조직은 결정질인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 타겟의 결정립 평균 크기는 0.1~10 μm 범위인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟.

청구항 7

제1항의 비정질 합금으로 된 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 코팅층은 강재, 알루미늄이 함유된 합금 및 마그네슘이 함유된 합금 중 적어도 하나를 포함하는 모재에 코팅되는 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 9

제1항의 비정질 합금으로 된 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 코팅층은 강재, 알루미늄이 함유된 합금 및 마그네슘이 함유된 합금 중 적어도 하나를 포함하는 모재에 코팅되는 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 11

제1항 비정질 합금으로 된 부품을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰 저항이 작고 내마모성을 개선할 수 있는 비정질 합금과 상기 비정질 합금으로 이루어진 코팅층을 형성하기 위한 스퍼터링 타겟, 그리고 상기 비정질 합금이 코팅되거나 또는 상기 비정질 합금으로 된 부품을 포함한 압축기에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 에어컨, 냉장고 등의 공조기에는 압축기와 같은 기계적 장치가 일반적으로 포함된다. 이러한 압축기는 유체를 압축하여 유체에 기계적 에너지를 가하는 원리를 이용하므로, 유체를 압축하기 위해서는 왕복 운동 또는 회전 운동이 필수적이다.

[0004] 상기와 같은 압축기의 작동에는 압축기를 구성하는 기계적 요소들 간의 마찰이나 진동이 필연적으로 수반된다. 예를 들면, 왕복동식 압축기와 같이 왕복을 기초로 작동하는 압축기에 있어서 피스톤과 실린더의 마찰은 피할 수 없다.

[0005] 일반적으로 압축기에서 마찰을 개선하기 위해서는 먼저 마찰저항을 줄이기 위해 가스베어링과 같은 별도의 기계적인 구성요소를 사용한다. 더 나아가 피스톤과 상기 베어링의 마찰 저항까지도 줄이기 위해 코팅층을 형성한다.

[0006] 종래에는 액상의 윤활막이 코팅층으로 주로 이용되었다. 그러나 최근에 들어와서는 주로 고체 코팅막을 부품들 간의 마찰면에 사용하여 마찰 및/또는 마모 등을 감소시키려고 노력이 진행되고 있다.

[0007] 이러한 고체 코팅막을 적용시키는 방법으로, 상호 접촉하여 상대 운동하는 구성 요소의 일부 또는 전부 그리고 일 측 또는 양 측 마찰면에, 마찰 및 마모 특성이 우수한 고체 재료를 코팅하여 마찰면의 트라이볼로지(Tribology) 특성을 향상시키는 다양한 방법 및 공정들이 알려져 있다.

[0008] 한편, 최근들어 가진 기기들의 소형화 추세에 따라 압축기도 점점 고속화 및 소형화가 급속하게 진행되고 있다. 압축기의 소형화 및 고속화는 결국 압축기가 작동되는 조건이 점점 더 가혹해짐을 의미한다. 특히 고속화 및 소형화 조건으로 설계된 압축기가 대형의 압축기와 동등 혹은 그 이상의 효율을 발휘하기 위해서는 가혹한 운전 조건에서도 열화되지 않아야 한다. 따라서 고체 코팅막을 이용한 마찰 및 마모 저감 방법은 그 중요성이 더해가고 있다.

[0009] 그러나 종래 고체 코팅막 성분들은 소형화 및 고속화된 압축기에 사용되기에 기술적 한계를 드러내고 있다. 예

를 들면, 망간계 피막은 자기 소진에 의해 저마찰 특성이 유지되므로 가혹한 운전 조건에서는 내마모성에 대한 신뢰성 및 효율 개선 측면에서 한계가 있었다. 또한 DLC의 경우 루브라이트 코팅 대비 마모성 손실에 대한 향상이 보고되고 있으나, 압축기에 사용되는 오일의 첨가제와의 친화력이 부족하여 저속 운전의 특성 개선에는 한계가 있다.

- [0010] 상기 피스톤이나 실린더의 마찰 및 마모를 줄이기 위해서는, 마찰이 일어나는 계면을 가지는 부품의 탄성계수를 줄이는 것이 유리하다. 더 나아가 피스톤의 왕복 운동 중에 발생할 수 있는 응력을 상기 마찰이 일어나는 계면을 가지는 부품이 탄성적으로 흡수하게 되면, 마찰 및 마모도 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 부품의 치수 안정성도 획기적으로 향상시킬 수 있다.
- [0011] 한편 부품의 탄성 변형률이 증가하면 이는 부품의 파괴 인성(Fracture toughness)을 증가시킨다. 향상된 파괴인성은 부품의 신뢰성을 획기적으로 개선시킬 수 있다.
- [0012] 따라서 종래 고체 코팅막 또는 부품을 대체할 수 있으며, 더 나아가 탄성 변형 능력이 우수한 새로운 성분의 고체 코팅막 또는 부품과 이를 적용한 압축기에 대한 요구가 증대되고 있다.
- [0013] 관련된 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2014-0145219호가 있으며, 상기 선행문헌에는 비정질 형성능을 갖는 Zr기 비정질 합금 조성물이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 에어컨, 냉장고와 같은 공조기기의 압축기의 가스베어링에 있어서, 마찰 특성과 내마모성을 향상시키기 위해 새로운 성분 및 미세조직을 가지는 가스베어링을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 구체적으로, 본 발명은 새로운 조성범위의 비정질 합금을 제공하여, 가스베어링을 구성하는 부품 사이의 마찰 저항을 감소시킨 새로운 비정질 코팅을 가지는 부품 또는 상기 비정질 합금으로 이루어진 부품을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 보다 구체적으로, 마찰저항을 줄일 수 있도록 탄성계수가 낮은 비정질상을 주상(Main phase)으로 포함하고, 동시에 초고탄성 변형한계 및 고인성을 가지는 B2상을 포함한 복합 미세조직으로 이루어진 Ti 기지의 비정질 합금을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명은 상기 비정질 코팅층을 형성하기 위해, 비정질 형성능을 가지는 특정 조성범위의 Ti-Cu-Ni-(Si)-Mo 4원계 또는 5원계 합금으로 된, 열적 안정성이 비정질에 비해 현저하게 우수한 결정질 스퍼터링 타겟을 제공하는 것을 목적으로 한다
- [0019] 이와 더불어, 본 발명은 상기 스퍼터링 타겟을 이용하여 코팅층을 형성한 부품, 또는 상기 비정질 합금으로 된 리본으로 된 부품을 제공함으로써, 종래보다 개선된 마찰 및 마모 특성, 길들임 특성 및 신뢰성을 가지는 가스베어링을 포함하는 압축기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0020]

과제의 해결 수단

- [0021] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 측면에 따르면, 비정질을 기지 또는 주상으로 하며 B2상을 추가로 포함하는 미세조직을 가지는 비정질 합금이 제공될 수 있다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 비정질 합금의 탄성 변형한계는 약 2.0% 이상인 비정질 합금이다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 비정질 합금은 약 100 GPa 이하의 탄성계수를 가지는 비정질 합금이다
- [0024] 바람직하게는, 상기 비정질 합금은 추가로 Si을 포함하는 비정질 합금이다.
- [0025] 특히, 상기 비정질 합금은 상기 합금은 원자 %로, Ti: 51~65 %, Cu: 15~41 %, Ni: 7~20 %, Si: 1% 이하(0% 포함), Mo: 1~5%의 조성범위를 가지는 비정질 합금이다.
- [0026] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 비정질 합금의 조성을 포함하는 스퍼터링 타겟이 제공된다.
- [0027] 바람직하게는, 상기 타겟의 미세조직은 결정질인 스퍼터링 타겟이다.

- [0028] <24> 특히, 상기 타겟의 결정립 평균 크기는 0.1~10 μ m 범위인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 타겟이다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 어느 하나의 비정질 합금으로 된 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기가 제공된다.
- [0030] 바람직하게는, 상기 코팅층은 강재, 주물, 알루미늄이 함유된 합금 및 마그네슘이 함유된 합금 중 적어도 하나를 포함하는 모재에 코팅되는 것을 특징으로 하는 압축기이다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 어느 하나의 비정질 합금으로 된 부품을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기가 제공된다

발명의 효과

- [0033] 본 발명에 따르면, 상기 Ti 기지 합금의 조성은 비정질 형성능을 가지므로 비정질을 포함하거나 더 나아가 비정질을 주상(Main phase)으로 하는 미세조직을 가질 수 있다. 그 결과 결정질 미세조직 대비 비정질 미세조직은 고유의 낮은 탄성계수로 인해 마찰 및 마모 특성의 향상과 내구성까지 확보할 수 있다.
- [0034] 더 나아가, 본 발명의 Ti 기지 비정질 합금은, Mo 첨가에 의해 상온에서 가역 상변화가 가능한 초고탄성 변형물을 가지는 B2상을 형성함으로써 마찰이 발생하는 계면에서의 응력 및/또는 변형을 가역적으로 탄성영역에서 흡수하여 마찰 및 마모 특성의 개선과 부품의 치수 안정성도 확보할 수 있다. 또한 B2상의 초고탄성 변형물로 인해, 인성이 향상되어 부품의 신뢰성도 개선시킬 수 있다.
- [0035] 또한 본 발명의 스퍼터링 타겟은 타겟의 열적/기계적 안정성이 크게 개선되어 스퍼터링 과정 중에 타겟의 파괴 현상을 현저히 억제시킬 수 있어 스퍼터링 공정의 안정화를 향상시킬 수 있다. 또한 매우 균일한 미세조직을 가지게 되므로 타겟을 구성하는 다원계 다성분에서 유래한 각 성분들의 스퍼터링 수율(Yield) 차이에 의해 발생할 수 있는 타겟 조성과 박막 조성간의 조성편차를 해소하여, 조성 균일성 확보에 유리한 효과가 있다.
- [0036] 또한 본 발명의 압축기는 상기 Ti 기지의 합금으로 된 비정질 코팅층을 포함한 부품, 또는 상기 비정질 합금으로 된 리본으로 된 부품을 포함함으로써, 압축기의 마찰, 마모 특성 및 신뢰성도 획기적으로 개선되는 효과가 있다. 그 결과, 비정질 미세조직의 상대적으로 낮은 탄성계수와 초고탄성 변형한계를 가지는 B2상으로부터 압축기의 내마모성, 마찰 특성 및 내구성 향상뿐만 아니라 부품의 안정성도 획기적으로 개선시킬 수 있는 유리한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 비정질 구조와 나노 결정질 구조로 이루어진 본 발명의 비정질 합금 또는 코팅층을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 2는 비정질 금속을 금속 질화물, 결정질 금속, B2상 및 마르텐사이트(martensite) 상과 비교한 응력-변형률 곡선도이다.
- 도 3은 Ti와 Ni의 2원계 합금의 상평형도이다.
- 도 4는 Ti와 Cu의 2원계 합금의 상평형도이다.
- 도 5은 Ti-Cu-Ni-Mo 4원계 합금의 구성 원소들 사이의 혼합열을 나타낸 것이다.
- 도 6은 Ti-Cu-Ni-Mo 4원계 합금의 XRD(X-ray Diffraction Pattern, 이하 XRD라 한다) 패턴을 도시한 것이다.
- 도 7은 Ti-Cu-Ni-Si 4원계 합금의 구성 원소들 사이의 반경 차이와 혼합열을 나타낸 것이다
- 도 8은 Ti-Cu-Ni-Si-Mo 5원계 합금의 XRD 패턴을 도시한 것이다.
- 도 9은 Ti-Cu-Ni-Si-Mo 5원계 합금 중 Mo가 2~3 at.% 첨가된 합금의 DSC 분석 결과를 도시한 것이다.
- 도 10은 가스 베어링이 적용된 왕복동식 압축기의 일반적인 예를 보인 종단면도이다.
- 도 11은 종래의 판스프링이 적용된 왕복동식 압축기의 일반적인 예를 보인 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본원에 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 타이타늄 비정질 합금, 상기 비정질

합금으로 된 코팅층을 형성하기 위한 스퍼터링 타겟 그리고 상기 비정질 합금이 코팅되거나 또는 상기 비정질 합금으로 된 부품을 포함한 압축기를 상세히 설명하기로 한다.

- [0040] 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.
- [0041] 대부분의 고체재료는 미세 결정의 집합체로서, 3 차원 공간에서 각 원자는 장범위 병진 주기성(Long range translational periodicity)을 가지고, 정해진 결정 격자에 위치한다. 이와는 달리, 액체재료는 열 진동에 의해 병진 주기성이 결여된 무질서한 원자배열(Disordered structure)을 갖는다.
- [0042] 원자구조 측면에서 비정질(Amorphous) 금속은, 결정질 합금의 전형적인 원자 구조인 장거리 규칙적 배열 패턴들(Long-range order patterns)이 없고, 액체의 구조를 갖는 무질서한 상태로 존재하는 고체라는 점에서, 결정질 합금과 대비되는 개념이다.
- [0043] 본 발명에서 비정질이라 함은 전체적으로 상기의 일반적인 개념의 비정질 구조가 미세조직상 주를 이루고, XRD 패턴이 널리 퍼진(Diffuse) 할로(Halo) 형태를 이루는 등의 본 발명이 속하는 해당 기술분야에서 통상적으로 알려진 비정질 상의 특성을 가지는 경우를 포함한다.
- [0044] 더 나아가, 본 발명에서 비정질이라 함은, 조성물의 구조가 100% 비정질인 경우뿐만 아니라, 비록 결정질이 일부 포함된다 하더라도 비정질이 주상(main phase)으로 존재하여 비정질의 특성을 잃지 않는 경우까지도 포함한다. 구체적으로, 비정질 구조 내에 일부가 결정질(또는 나노 결정질)로 존재하거나, 일부 질화물 및/또는 탄화물 석출물이 존재하거나, 일부 금속간 화합물(Inter-metallic compound)이 존재하거나, 또는 일부 실리사이드가 존재하는 경우도 포함한다. 여기서 상기 나노 결정질이란 결정립의 평균크기가 나노 사이즈(수백 nm 이하인 경우)인 금속합금을 의미한다.
- [0045] 본 발명에서 비정질 형성능(Glass Forming Ability, GFA)이란 특정조성의 합금이 얼마나 용이하게 비정질화 될 수 있는가를 나타낸 것이다. 일반적으로 금속 및/또는 합금의 비정질 형성능은 그 조성에 크게 좌우되며, 이 형성능은 연속 냉각 변태 곡선(Continuous cooling transformation diagram) 또는 시간-온도-변태 곡선(Time-Temperature-Transformation diagram)으로부터 비정질을 형성할 수 있는 임계 냉각속도(Critical cooling rate, 이하 Rc라 한다)를 계산하여 직접적으로 평가할 수 있다. 그러나 현실적으로는 각 합금의 조성에 따른 용탕(Melt)의 점성이나 용해 잠열 등의 물성치가 다르므로, 실험이나 계산에 의해 Rc를 구하는 것은 용이하지 않다.
- [0046] 가장 통상적이고 일반적인 방법인 주조를 통해 비정질 합금을 형성하기 위해서는 Rc 이상의 일정 수준 이상의 높은 냉각속도를 필요로 한다. 만일 응고속도가 상대적으로 느린 주조방법(예를 들면 금형주조법)을 이용할 경우 비정질 형성 조성범위는 줄어든다. 이와는 달리, 회전하는 구리 롤에 용융합금을 떨어뜨려 리본이나 선재로 합금을 응고시키는 멜트스피닝(Melt spinning)과 같은 급속응고법은 $10^4 \sim 10^6$ K/sec 이상의 극대화된 냉각속도를 이용하여 통상적으로 수십 μ m 두께의 비정질 리본을 얻을 수 있어서 비정질을 형성할 수 있는 조성범위가 확대되게 된다. 따라서 특정 조성이 어느 정도의 비정질 형성능을 가지고 있는지에 대한 평가는 일반적으로 주어진 냉각공정의 냉각속도에 따라 상대적인 값을 나타내는 특징을 가진다.
- [0047] 이와 같은 비정질 형성능의 상대적인 특성을 고려하여, 본 발명에 있어서 비정질 형성능을 가지는 합금의 의미는 멜트스피닝법을 사용하여 주조시 비정질 리본을 얻을 수 있는 합금을 의미한다.
- [0048] 본 발명의 비정질 합금은 압축기, 보다 구체적으로 가스베어링을 포함한 압축기의 마찰 부위에 형성되는 코팅층 및/또는 내부 링(Inner ring) 등의 부품에 적용될 수 있다. 본 발명에서의 코팅층 및 부품은 내구성, 저마찰 특성, 내마모성, 길들임 특성을 개선시킬 수 있다.
- [0050] 도 1은 본 발명의 비정질 합금 또는 코팅층을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0051] 도 1에서 도시한 본 발명에서의 코팅층은, 회전축과 베어링의 마찰 부위에 형성된 예를 도시한 것이다. 도 1에는 코팅층(20)과 상기 코팅층(20)이 형성되는 모재(11, 12, 13)를 도시하였다. 코팅층(20)이 코팅되는 모재(11, 12, 13)는 구조용 재료로 사용될 수 있는 모든 재료를 포함할 수 있다. 다만, 다른 재료보다는 금속이 더욱 바람직하며, 이는 금속 고유의 높은 열전도도에 의한 급속한 냉각이 가능하여 코팅층(20)의 비정질 형성을 촉진시킬 수 있기 때문이다.

- [0052] 또한 본 발명에서의 비정질 합금은, 도 1에서의 코팅층(20)의 비정질 조직으로만 이루어진 단일 미세조직을 가지는 부품에도 적용될 수 있다.
- [0053] 본 발명에서 비정질 코팅층(20)을 포함하는 부품 또는 비정질 부품은, 비정질(21)로만 이루어지거나 또는 주상(Main phase)이 비정질이거나 또는 비정질(21)과 나노 크기의 결정질(22)이 혼합된 복합구조를 가질 수도 있다.
- [0054] 도 2는 비정질 금속(Metallic glass)을 금속 질화물(Metal nitride), 결정질 금속(Crystalline metal), B2상 및 B19 마르텐사이트와 비교한 응력-변형률 곡선이다. 여기서 응력은 재료에 외력을 가했을 때 재료 내에 생기는 저항력을 가리킨다. 변형률은 재료에 생긴 변형량과 재료의 원래 길이의 비율을 가리킨다. 응력-변형률 곡선에서의 기울기는 탄성 계수에 해당한다.
- [0055] 일반적으로 코팅층의 내구성(내마모성에 대한 신뢰성)은 경도(H)와 탄성 계수(E)의 비(H/E)로 평가할 수 있다. 경도와 탄성 계수의 비가 상대적으로 큰 값을 갖는다는 것은 코팅층의 내구성이 높아 박리 또는 파괴될 가능성이 낮다는 것을 의미한다.
- [0056] 만일 모재(11, 12, 13)와 코팅층(20) 간의 계면 탄성 특성(또는 기계적 특성)이 유사하지 않으면, 변형 중 잔류 응력의 영향으로 코팅층(20)이 모재(11, 12, 13)로부터 쉽게 박리되거나 코팅층(20)이 파괴될 수 있다. 탄성 특성이 일치하지 않는다는 것은 모재(11, 12, 13)와 코팅층(20) 간의 탄성 계수 차이가 크다는 것을 의미한다.
- [0057] 종래의 코팅 소재들은 일반적으로 고경도 세라믹 상이 주를 이루어 큰 탄성계수를 갖는다. 이에 따라 종래의 코팅 소재 들은 연질 결정상을 석출시키더라도 모재(11, 12, 13)와 큰 탄성계수 차이를 갖기 때문에 초기 코팅 성능은 우수하더라도 낮은 계면 안정성을 보인다. 그 결과 종래의 코팅 소재들은 모재로부터 쉽게 박리되거나 파괴되어 지속가능성을 충분히 갖지 못하였다. 코팅층(20)의 박리 또는 파괴가 발생한다는 것은 코팅층(20)의 내구성(내마모성에 대한 신뢰성)이 낮다는 것을 의미한다.
- [0058] 금속 질화물은 매우 높은 경도를 갖는다. 그러나 금속 질화물은 도 2에 도시된 그래프의 기울기로부터 알 수 있듯이 높은 탄성 계수를 갖는다. 또한 금속 질화물은 0.5% 이하의 낮은 탄성 변형한계를 갖는다. 결과적으로 금속 질화물은 상대적으로 높은 경도로 인해 고경도 코팅층을 형성할 수 있는 반면, 상대적으로 높은 탄성 계수로 인해 내구성 확보에 어려움이 있다.
- [0059] 반면, 결정질 금속은 도 2에 도시된 그래프의 기울기로부터 알 수 있듯이 매우 낮은 탄성 계수를 갖는다. 그러나 결정질 금속은 금속 질화물과 마찬가지로 0.5% 이하의 낮은 탄성 변형한계를 갖는다. 결정질 금속의 탄성 변형한계는 매우 작아서, 통상적으로 0.2% 이상의 변형률부터 소성 변형(Plastic deformation)이 일어난 것으로 간주된다(0.2% Offset yield strain). 더 나아가 결정질 금속의 경도는 금속 질화물에 비해 매우 낮은 경도를 갖는다. 그 결과 결정질 금속은 낮은 탄성 계수로 인해 코팅층의 내구성은 어느 정도 확보할 수 있는 반면, 상대적으로 낮은 경도로 인해 고경도 코팅층을 형성하기는 어렵다.
- [0060] 한편, 금속 질화물과 결정질 금속의 상기 결과에서 확인할 수 있는 바와 같이 일반적으로 경도가 높아지면 탄성 계수도 높아지는 경향을 갖는다. 반대로 탄성 계수가 낮아지면 경도도 같이 낮아지는 경향을 갖는다. 따라서 경도와 탄성 계수의 비를 동시에 향상시키는 것은 매우 어렵다. 이는 높은 경도와 낮은 탄성 계수를 통해 고경도 코팅층의 내구성을 확보한다는 것이 어렵다는 것을 의미한다.
- [0061] 그러나 본 발명은 비정질과 나노 결정질로 이루어진 복합구조의 미세조직을 통해 고경도 및 저탄성 계수를 구현할 수 있다. 비정질 금속의 경도는 금속 질화물에 비해서는 낮은 경도를 가지나, 결정질 금속에 비해서는 높은 경도를 갖는다. 도 2를 참조하면 비정질 금속의 탄성 계수는 결정질 금속이나 금속 질화물의 탄성 계수에 비해 매우 낮다. 또한 비정질 금속의 탄성 변형한계는 1.5% 이상이므로, 비정질 금속은 넓은 탄성 한계를 나타내어 코팅층과 마찰재 간의 완충 역할을 수행한다.
- [0062] 따라서 앞서 설명했던 금속 재료에서의 일반적인 경향과 달리 비정질 금속은 고경도, 저 탄성 계수 및 큰 탄성 변형한계를 갖는다. 이에 따라 비정질 금속의 경도와 탄성 계수의 비(H/E)는 결정질 금속이나 금속 질화물이 비해 큰 값을 갖는다.
- [0063] 결과적으로 비정질 금속을 활용한 코팅층은 비정질의 고경도에서 기인한 내마모성뿐만 아니라 신뢰성(내구성)도 함께 갖는다는 장점이 있다. 보다 구체적으로, 도 1에서 도시된 본 발명에서의 코팅층(20)을 포함하는 또는 비정질 합금으로 된 부품은 비정질(21)과 나노 결정질(22)로 이루어진 복합구조를 형성할 수 있다. 그런데 본 발명에서의 비정질(21)을 포함하는 코팅층(20)은 결정질 합금에 비해 고경도 및 저탄성계수 값을 가지므로, 질화물 및/또는 탄화물 석출상 및/또는 금속간 화합물 및/또는 실리사이드 석출을 통해 고경도막을 형성하여도 코팅

층(20)의 박리 또는 파괴를 최소화할 수 있다. 이에 따라 본 발명의 코팅층 (20)은 종래의 코팅 소재들에 비해 내구성(내마모성에 대한 신뢰성)이 높다.

- [0064] 본 발명에서의 비정질 합금은 상기 비정질 이외에 추가적으로 B2상을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0065] 도 3은 Ti-Ni 이원계 상태도를 도시한 것이다. 본 발명에서 말하는 B2상은 결정질 상으로, Ti-Ni 이원계 상태에서 TiNi 금속간 화합물(Inter-metallic compound)을 의미하며, 열역학적으로 평형상에 해당한다. 이 B2상의 결정구조는 소위 말하는 CsCl 타입으로, Ti 또는 Ni 원자 중 하나가 체심입방격자(Body centered cubic, 이하 BCC라 한다)의 체심에 위치하고, 다른 한 원자는 BCC의 꼭지점에 위치하는 구조를 가진다.
- [0066] 다시 도 2에서도 도시된 바와 같이, 본 발명 B2상의 탄성계수(~89 GPa)는 일반적인 결정질 금속의 탄성계수는 물론이거니와 관련 조성 비정질의 탄성계수(~100 GPa) 보다도 더 낮다. 반면, B2상은 변형 중 가역 상변화를 통해 초고탄성 변형을 하는 것으로 알려져 있고, 약 2.0% 이상의 초고탄성 변형율을 가진다.
- [0067] 일반적으로 탄성 변형율이 증가하면, 탄성계수와 탄성 변형율의 곱으로 정의되는 레질리언스(Resilience)도 증가하고, 응력-변형을 곡선에서의 면적에 해당하는 파괴 인성(Fracture toughness)도 증가하게 된다. 여기서 파괴 인성이란 재료가 파괴될 때까지 흡수된 에너지를 의미한다. 결국 탄성 변형율이 증가하게 되면 재료가 파괴될 때까지 흡수할 수 있는 에너지가 증가하게 되어 그 결과 재료가 파괴되기 더욱 어렵게 된다는 것을 의미한다. 따라서 탄성 변형율의 증가는 부품의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0068] 반면, B19 또는 B19' 마르텐사이트 상은 B2상과는 달리 사방정계(Orthorhombic) 또는 단사정계(Monoclinic) 결정구조를 가지고, 탄성계수는 더욱 낮은 것으로(~69 GPa) 알려져 있다. 그러나 B2상과는 달리 일반적으로 의탄성 변형을 하며, 탄성 변형율은 B2상보다 작은 것으로 알려져 있다.
- [0069] 본 발명에서는 결정질 또는 금속 질화물 대비 낮은 탄성계수와 높은 탄성 변형률을 가지는 비정질 미세조직에 더하여, 상기 비정질 미세조직 보다도 더 낮은 탄성계수 및 더 높은 탄성변형률을 가질 수 있는 B2 상을 포함하는 Ti 기지 비정질 합금을 발명하고자 한다.
- [0070] 특히 비정질에 가역 상변화가 가능한 B2 상이 포함되게 되면 더 높은 탄성변형률을 얻을 수 있는데, 이로 인해 압축기 등에서 강성이 높은 부품인 피스톤이나 실린더와 마찰을 일으키는 베어링, 특히 가스 베어링에서의 내부링 등의 부품에 탄성 변형량을 늘림으로써 마찰 및 마모특성과 치수안정성 및 내구성을 획기적으로 개선시킬 수 있기 때문이다.
- [0071] 이를 위해 본 발명에서는 종래의 Ti-Ni 2원계 합금이나, 본 발명자들이 다른 발명에서 발명한 Ti-Cu-Ni 3원계 합금 또는 Ti-Cu-Ni-Si 4원계 합금보다 더 낮은 탄성계수와 더 큰 탄성변형률을 가지는 Ti 기지 비정질 합금을 발명하고자 한다. 본 발명에서 Ti 기지 조성을 가지는 비정질 합금을 채택한 이유는 Ti의 함량이 높아짐에 따라 합금 전체의 경도가 높아지기 때문이다. 특히 Ti의 함량이 높을수록, B2상의 형성으로 인해 낮아질 수 있는 경도의 저하를 억제할 수 있기 때문이다.
- [0072] 이를 위해 먼저 본 발명에서는, 비정질 형성능을 확보하면서도 Ti 기지에 B2상의 형성을 위해 Ni 이외에, Cu를 추가로 포함하였다. 도 4에서 도시한 바와 같이 Cu는 Ti에 첨가되면 Ni과 유사하게 Ti 기지 합금의 용점을 낮출 수 있다. 이에 더하여 Ti-Cu 합금은 비정질 형성능을 가지는 조성범위가 매우 넓은 장점이 있다. 이는 Cu가 Ti 기지 합금의 비정질 형성능의 안정적인 확보에 유리한 합금원소임을 의미한다.
- [0073] Ti 기지 합금도 일반적인 조성 및 제조방법에서는 주로 결정질 합금이 만들어지므로, 비정질 형성능을 갖는 조성은 좁은 것이 일반적이다. 그런데 지나치게 좁은 조성 범위에서만 비정질 형성능이 있다면, 조성에 따라 달라지는 여러 가지 특성의 개선에도 한계를 가질 수 밖에 없다. 따라서 본 발명에서는 Cu 첨가로 우선 Ti 기지 합금의 비정질 형성을 보다 안정적으로 확보하고자 하였다.
- [0074] 다음으로, 본 발명에서는 체심 입방 (Body Centered Cubic, BCC) 구조 안정화 원소인 Mo를 Ti-Cu-Ni 3원계 합금에 임계값 이상 첨가하게 되면, 10⁵ K/s의 빠른 냉각속도 하에서도 비정질 기지에 B2상이 안정적으로 석출됨을 발견하였다.
- [0075] 일반적으로 비정질을 안정적으로 형성하기 위해서는 몇 가지의 경험법칙이 만족해야 하는데, 이러한 법칙들 중 하나로, 비정질 합금에서의 성분들 사이에 음의 혼합열이 클수록 비정질 형성능이 우수한 것으로 알려져 있다. 그런데 도 5에서 도시한 바와 같이, Mo는 Ti, Cu, Ni과 혼합열에 있어, 큰 값의 음의 혼합열(Negative heat of mixing)을 가지지 못한 것으로 조사되었다.

- [0076] 따라서 본 발명에서는 본 발명자가 개발한 넓은 조성범위에서 안정적으로 비정질 형성능을 가지는 Ti-Cu-Ni 3원계 합금을 기반으로, Mo를 첨가하여 B2상을 포함한 새로운 Ti 기지 비정질 합금을 발명하고자 하였다. 이에 더하여 비정질 형성능과 B2 상의 안정적인 확보를 위해, Ti-Cu-Ni-Si-Mo 5원계 합금도 설계하였다.
- [0077]
- [0078] **실시예**
- [0079] 본 발명에서는 비정질 기지 또는 주 상 내에 B2상 결정질이 포함된 새로운 Ti 기지 합금을 발명하기 위하여, 다음과 같은 비정질 합금의 제조 및 비정질 형성능의 평가방법을 사용하였다.
- [0081] 먼저 원하는 성분의 Ti기지 비정질 합금조성물은 비정질 합금주조재, 비정질 합금분말, 포일(Foil) 형태의 비정질 합금리본 등으로 구현하였다. 이를 구현하는 방법들은 본 발명이 속하는 해당 기술분야에서는 널리 알려져 있으며, 예를 들면 급속응고법, 급형캐스팅법, 고압 캐스팅법, 아토마이징법 및 멜트스피닝법 등이 있다.
- [0082] 본 발명에서는 먼저 원하는 조성을 가지는 합금버튼(alloy button)을 진공아크멜팅(Vacuum arc remelting) 방법을 이용하여 제조하였다. 그 후 상기 버튼 형상의 합금은 다시 재용해되어 합금용탕을 제조한 후, 고속 회전하는 구리 롤 표면에 상기 합금 용탕을 노즐을 통해 투입하여 급속응고시킴으로써 리본 형상으로 제조되었다.
- [0083] 상기와 같은 멜트스피닝법으로 제조된 리본 형상의 비정질 여부는 본 발명이 속하는 해당 기술분야에서 널리 알려진 X선 회절(X-ray Diffraction, 이하 XRD라 한다)법을 이용하여 판별하였다.
- [0084] 도 6은 본 발명자들이 다른 발명에서 발명한 원자 % (이하 %라 한다)로, Ti 65%-Cu 15%-Ni 20% 합금에 Mo를 첨가한 4원계 합금의 XRD 결과를 도시한 것이다.
- [0085] 먼저 Mo가 합금 전체 조성범위 대비 2% 포함된 (Ti 65%-Cu 15%-Ni 20%)₉₈-Mo₂ 합금(Ti 65%-Cu 15%-Ni 20% 조성의 합금 98%에 다시 2%의 Mo를 첨가한 합금을 의미하며, 이하 동일 방식으로 표시된 다른 합금들도 동일 방식의 조성을 가짐)의 XRD 패턴은, 비정질 상들의 전형적인 XRD 패턴인 널리 퍼진(Diffuse) 할로(Halo) 형태를 보여준다. 상기의 XRD 결과는 상기 조성의 4원계 합금은 미세조직의 전부가 비정질임을 나타낸다.
- [0086] 반면에 Mo의 함량이 4%로 증가하게 되면, 기존의 비정질 XRD 패턴에 더하여 결정질 B2 상들의 XRD 피크(peak)들이 관찰된다. 이는 Mo가 4% 첨가된 4원계 합금에서는 비정질 상들과 결정질 B2상이 혼합된 복합 미세조직이 형성됨을 의미한다.
- [0087] Mo의 함량이 6%로 더욱 증가하게 되면, XRD 패턴상 기존의 비정질 고유의 할로 형태의 패턴은 거의 다 사라지고, BCC 격자의 베타(β) Ti과 결정질 B2에 해당하는 피크들만이 존재한다. 이는 Mo가 6% 첨가된 4원계 합금은 더 이상 비정질 합금이 아닌, 결정질 합금임을 의미한다.
- [0088] 한편, Ti의 함량을 보다 줄이고 동시에 비정질 형성능을 확대하는 Si를 첨가한 Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1% 합금에 Mo를 첨가한 5원계 합금은, 앞에서의 4원계 합금 대비 Ti의 함량이 낮아서 용점이 낮아진다는 요인 이외에도 아래와 같은 이유로 인해, 비정질 형성능에 있어 보다 안정적인 것으로 예측되었다.
- [0089] 도 7은 Ti-Cu-Ni-Si 4원계 합금의 구성원소들 사이의 혼합열과 반경 차이를 조사한 것이다.
- [0090] 도 7에 도시된 바와 같이, Ti-Cu-Ni 3원계 합금에서의 각 성분들끼리의 혼합열보다, Si와 Ti, Cu 및 Ni와의 혼합열이, 절대값이 더 큰 음의 혼합열을 가짐을 알 수 있다. 이는 앞에서 살펴본 비정질 형성을 위한 혼합열과 관련된 경험법칙을 근거로, Si의 첨가가 비정질 형성능 향상을 조장함을 의미한다.
- [0091] 한편 혼합열과 관련된 경험법칙 이외에도, 비정질 합금을 형성하는 구성원소들 사이에 12% 이상의 커다란 원자 반경 차이가 비정질 형성능을 증가시키는 것으로 알려져 왔다. 그런데 Si의 원자반경은 Ti, Cu 및 Ni의 원자반경과 최소 12% 이상의 차이를 보임을 알 수 있다. 따라서 Si의 첨가는 원자크기 측면에서도 비정질 형성에 유리한 효과가 있음을 알 수 있다.
- [0092] 도 8은 Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1% 합금에 Mo를 첨가한 5원계 합금의 XRD 결과를 도시한 것이다.
- [0093] 먼저 Mo가 포함되지 않은 Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1% 합금과 Mo가 1% 첨가된 (Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1%)₉₉Mo₁ 합금의 XRD 패턴은, 비정질 상들의 전형적인 XRD 패턴인 널리 퍼진 할로 형태를 보여준다. 이와 같은 XRD 결과는 상기 조성의 4원계 또는 5원계 합금은 미세조직의 전부 또는 거의 전부(Mo가 1% 첨가된 합금은 미세한 B2 피크가 관찰됨)가 비정질임을 나타낸다.

- [0094] 반면에 Mo의 함량이 2%로 증가하게 되면, 기존의 비정질 XRD 패턴에 더하여 결정질 B2 상들의 XRD 피크(peak)들이 관찰된다. 이는 (Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1%)₉₃Mo₂ 합금에서는 비정질 상들과 결정질 B2상이 혼합된 복합 미세조직이 형성됨을 의미한다. 그리고 이와 같은 비정질 기지 또는 주 상(Main phase)에 결정질 B2 상이 혼합된 복합조직은 Mo 함량이 5%인 조성범위까지 유지되는 것으로 도 8의 XRD 결과에 나타나 있다.
- [0095] 반면 Mo의 함량이 7%로 증가하게 되면, XRD 패턴상 기존의 비정질 고유의 할로 형태의 패턴은 거의 다 사라지고, BCC 격자의 베타(β) Ti과 결정질 B2에 해당하는 피크들만이 존재하게 된다. 이는 (Ti 51%-Cu 41%-Ni 7%-Si 1%)₉₃Mo₇ 합금은 더 이상 비정질 합금이 아닌, 결정질 합금임을 의미한다.
- [0096] 한편 도 9는 Mo가 2~3% 첨가된 상기 5원계 합금의 DSC 실험결과를 보여준다. 상기 Mo가 2~3% 첨가된 5원계 합금에서는 가열시 저온 영역에서 반응 피크가 관찰되었고, 상기 반응의 개시 및 종료 온도는 Mo의 첨가량과 무관하게 일정한 것으로 조사되었다. 상기 반응은, Ti-Ni 합금계에서 전형적으로 보고된, 결정질 B2와 마르텐사이트 상간의 가역반응에 해당한다. 다시 말하면, 상기 조성의 5원계 합금을 냉각하면, 석출된 B2상이 결정질의 마르텐사이트로 저온에서 상변태하고, 다시 가열을 하게 되면 B2상으로 상변화를 하게 됨을 알 수 있다. 이러한 B2 상의 온도에 의한 가역 상변화 거동은 응력 변화에 따라서도 같은 맥락으로 가능하며, 본 발명의 XRD 패턴으로 측정된 상이 가역 상변화가 가능한 B2 상에 해당한다는 것을 의미한다.
- [0097] 도 6 및 도 8의 XRD 결과와 도 9의 DSC 결과로부터 Mo의 첨가는 본 발명에서의 Ti 비정질 합금에 결정질 B2상의 석출을 유발시키는 것으로 확인되었다. 한편, 비정질+결정질 B2 복합 미세조직을 가지는 조성범위에 대해 살펴보면, Ti-Cu-Ni-Mo 4원계 비정질 합금에서는 Mo의 조성범위가 약 2% 부근으로 매우 좁은 반면 Ti-Cu-Ni-Si-Mo 5원계 비정질 합금에서는 Mo의 조성범위가 약 1~5%로 확대된 것으로 확인되었다.
- [0098] 이상의 실험결과들로부터, Ti: 51~65 %, Cu: 15~41 %, Ni: 7~20 %, Si: 1% 이하(0도 포함), Mo: 1~5%의 조성범위를 가지는 Ti-Cu-Ni-(Si)-Mo의 4원계 또는 5원계 합금이, 비정질 형성능을 가지면서 동시에 결정질 B2상을 안정적으로 가짐을 확인하였다.
- [0100] **스퍼터링 타겟**
- [0101] 이하에서는 본 발명에서 제안하는 스퍼터링 타겟에 대해 설명한다.
- [0102] 스퍼터링 공정은 반도체 제조분야, MEMS 등과 같은 마이크로 전자 디바이스 및 모터, 압축기에서 내마모 향상 등을 위한 코팅에 널리 이용되고 있다.
- [0103] 스퍼터링 공정을 이용하여 비정질상의 박막 또는 나노결정질을 포함하는 복합 비정질 박막을 제조할 경우, 사용되는 스퍼터링 타겟은 결정질 또는 비정질 타겟일 수 있다. 그러나 비정질 타겟은 스퍼터링 공정 중 플라즈마 이온의 충돌로 인해 타겟 표면이 국부적으로 온도가 증가되며, 이러한 온도 증가는 다시 타겟 표면의 미세조직 변화를 유발시킬 수 있다.
- [0104] 보다 자세히 설명하면, 비정질은 열역학적으로 불안정한 상이므로, 타겟의 온도 증가는 타겟 표면에서 열역학적으로 불안정한 비정질을 열역학적으로 안정한 결정질로 변태시키는 결정화를 유발시킨다. 그런데 이러한 국부적인 결정화는 타겟의 부피변화 및 구조 완화를 유발할 수 있고, 이로 인해 타겟의 취성이 증가되어 스퍼터링 공정 중에 타겟이 파괴되는 극단적인 결과마저도 초래하게 된다.
- [0105] 따라서 본 발명에서는 스퍼터링 타겟의 우수한 열적 안정성과 스퍼터링 공정의 공정 신뢰성 향상을 위해, 비정질 형성능을 가지는 조성범위 내에서 미세조직은 결정질을 가지는 스퍼터링 타겟을 제조하였다. 보다 구체적으로, 본 발명에서의 4원계 또는 Ti 비정질 합금을 이용하여 결정질 미세조직을 가지는 스퍼터링 타겟을 제조하였다.
- [0106] 먼저 본 발명에서는 상기 실시예들에서 비정질 형성능을 가진 것으로 밝혀진 조성의 Ti-Cu-Ni-(Si)-Mo 4원계 또는 5원계 합금을 진공아크멜팅을 통해 용해한 후, 펠트스피닝법을 이용하여 리본 또는 포일(Foil) 형태의 비정질 합금을 얻었다. 그 다음 상기 리본들을 복수 개로 적층한 후 상기 리본들이 가지는 조성에서의 결정화 개시 온도 보다는 높고, 용융 온도보다는 낮은 온도 범위에서 열가압함으로써 결정질을 가지는 스퍼터링 타겟을 얻을 수 있었다.
- [0107] 상기 열가압 공정 중 비정질 합금리본들은 리본들 간의 상호확산에 의한 결합이 진행되어 결정화가 진행되며, 결정화 후에 열가압 유지시간이 길어지게 되면 결정립 성장까지도 일어난다. 또한 이 과정에서 적층된 합금리본들 사이의 적층계면은 원자들의 상호확산에 의해 소멸될 수 있다.

- [0108] 최종적으로 결정화 또는 결정립 성장된 미세조직의 스퍼터링 타겟은 그 결정립 크기가 0.1~10 μ m의 범위를 가지는 것이 바람직하다. 결정립 크기가 0.1 μ m 보다 작은 경우는 충분한 결정화를 확보할 수 없을 수 있으므로 타겟의 열적 안정성 확보 측면에서 바람직하지 못하다. 반면에 결정립 크기가 10 μ m 보다 큰 경우 결정화는 충분히 확보할 수 있으나 플라즈마 공정의 안정성 및 균일성과 최종 코팅층의 조성 등의 균일성 측면에서 불리한 단점이 있다.
- [0109] 한편, 또 다른 방법으로 본 발명의 Ti-Cu-Ni-(Si)-Mo 4원계 또는 5원계 합금 조성을 가지는 비정질 합금 분말을 이용하여 결정질의 스퍼터링 타겟을 제조할 수 있다. 이 경우 아토마이징법 등으로 제조된 비정질 합금분말들의 응집체를 고온 소결 또는 고온가압소결하여 결합시킴으로써 결정질의 스퍼터링 타겟을 제조할 수 있다. 이 경우 소결 온도는 합금분말이 가지는 조성에서의 결정화 개시 온도보다는 높고 용융 온도보다는 낮은 온도 범위에서 수행된다.
- [0110] 또 다른 예로서, 구리금형 주조법 등과 같이 높은 냉각능을 가지는 구리 등과 같은 금형 내부에, 상기 금형 내부와 외부와의 압력차를 이용하여, 용탕을 노즐을 통해 구리금형에 주입하여 급속응고시킴으로써 일정형상의 비정질 합금주조재를 제조할 수 있다. 그 후 어닐링을 통해 결정질 합금타겟을 얻을 수도 있다.
- [0112] **압축기**
- [0113] 이하에서는 본 발명에서 제안하는 상기 비정질 합금이 코팅되거나 또는 상기 비정질 합금으로 된 부품을 포함한 압축기에 대하여 설명한다.
- [0114] 본 발명의 코팅층은 모든 움직이는 부품 또는 구성요소들 사이에 적용이 가능하다. 또한 본 발명의 비정질 합금이 적용되는 부품은 실린더 내부의 모든 부품(예를 들면 내부 링 등)에 적용이 가능하다. 비정질 합금으로 된 부품은 통상적인 방법으로 제조되어 압축기에 사용될 수 있다. 예를 들면, 벨트스피닝법에 의해 리본 등의 형상을 가진 중간재로 제조된 후, 상기 리본 자체 또는 리본을 적층한 적층체 형태로 부품으로 가공될 수 있다.
- [0115] 도 10은 본 발명과 관련된 일반적인 가스베어링이 형성된 압축기의 부분 단면도이다. 본 발명에서는 가장 간단한 예로서 피스톤이 실린더의 내부에서 직선으로 왕복운동을 하면서 냉매를 흡입 압축하여 토출하는 왕복동식 압축기를 예시한다.
- [0116] 도 10에서 도시한 바와 같이, 피스톤(1)과 실린더(2) 사이로 압축가스의 일부를 바이패스시켜 상기 피스톤(1)과 실린더(2) 사이에 가스베어링이 형성되도록 하는 구성은 널리 알려진 기술이다. 이러한 기술은 피스톤(1)과 실린더(2) 사이에 오일을 공급하는 오일 윤활 방식에 비해 별도의 오일공급장치가 필요하지 않아 압축기의 윤활구조를 간소화할 수 있을 뿐만 아니라, 운전조건에 따른 오일 부족을 예방하여 압축기의 성능을 일관되게 유지할 수 있다. 또, 압축기의 케이싱에 오일을 수용할 공간이 필요 없게 되므로 압축기를 소형화할 수 있고 압축기의 설치방향을 자유롭게 설계할 수 있다는 이점이 있다.
- [0117] 반면, 상기와 같은 가스베어링이 왕복동식 압축기에 적용되는 경우에는, 도11과 같이 피스톤의 공진운동을 위해 판스프링(3) 또는 다른 방식의 스프링 등이 적용된다. 그러나, 이와 같은 경우 유연한 커넥팅바로 부재 사이를 연결하거나 또는 복수 개의 커넥팅바 사이를 링크로 연결하여야 하므로 재료비용의 상승과 조립공수의 증가를 유발한다.
- [0118] 그런데 판스프링의 특성상 피스톤 운동방향 변위(종방향 변위)는 크게 발생하는 반면, 피스톤의 운동방향에 대한 직교방향 변위(횡방향 변위)는 거의 발생되지 않으므로 피스톤이 수직방향으로 운동을 하도록 배열되는 경우에는 피스톤의 정지시 피스톤이 수직 방향으로 늘어져 초기 위치가 변하게 될 수도 있다.
- [0119] 한편, 본 발명에 따른 비정질 합금이 코팅되거나 또는 상기 비정질 합금으로 된 부품은 도 10 및 11에서의 압축기의 모든 부품에 적용이 가능하다. 본 발명의 비정질 합금이 상기 피스톤과 실린더의 표면에 코팅이 될 경우, 비정질 고유의 높은 경도 및 낮은 탄성계수, 그리고 결정질 B2 특유의 초고탄성 변형한계로 인해 마찰 및 마모 특성의 향상뿐만 아니라 높은 인성으로 인한 파괴에 대한 저항성까지 개선시키는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 비정질 합금이 상기 실린더 내부 및 또는 외부의 다른 부품에 적용되면, 압축기의 피스톤의 공진운동을 위한 변위를 스프링에 전달하지 않고 내부 부품 자체적으로 탄성적으로 흡수할 수 있으므로, 피스톤 및 압축기의 위치 안정성 뿐만 아니라 높은 인성으로 인한 부품 자체의 신뢰성도 크게 향상시킬 수 있다.
- [0120] 한편, 본 발명의 비정질 합금의 코팅층이 형성되는 부품, 즉 코팅층의 모재는 특별히 특별히 한정되지는 않는다. 다만, 현재 상용화되어 많이 쓰이는 강재, 주물, 알루미늄이 함유된 합금, 마그네슘이 함유된 합금 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 상기의 강재, 주물, 알루미늄이 함유된 합금, 마그네

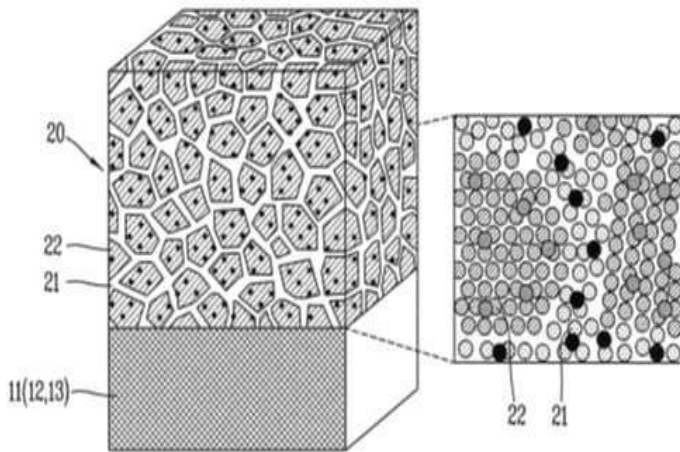
습이 함유된 합금 등과 같은 금속은 높은 열전도로 인해 코팅층의 비정질 형성능을 조장할 수 있다는 부수적인 효과가 있기 때문이다.

[0122]

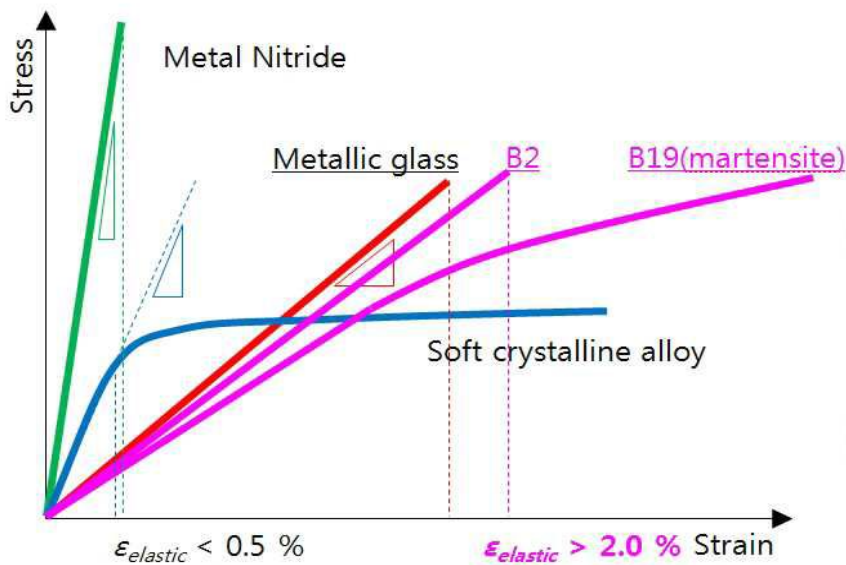
이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

도면

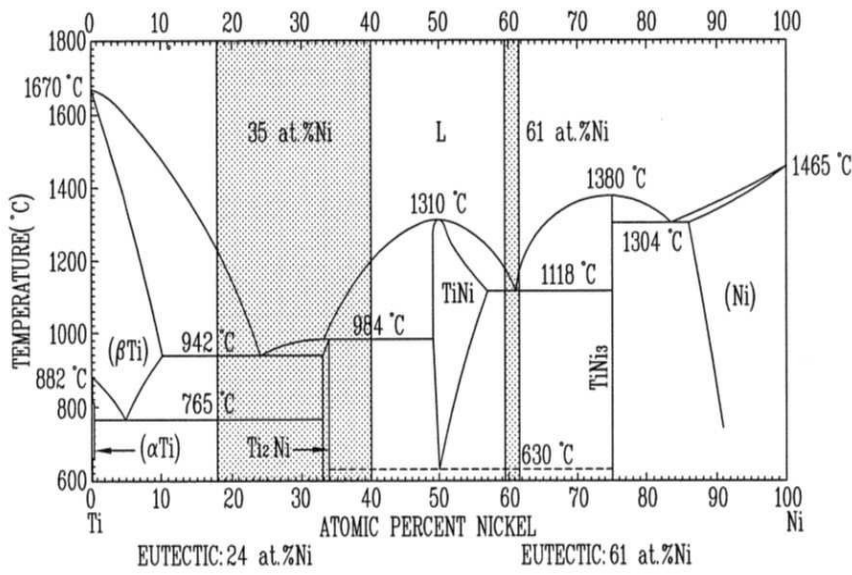
도면1



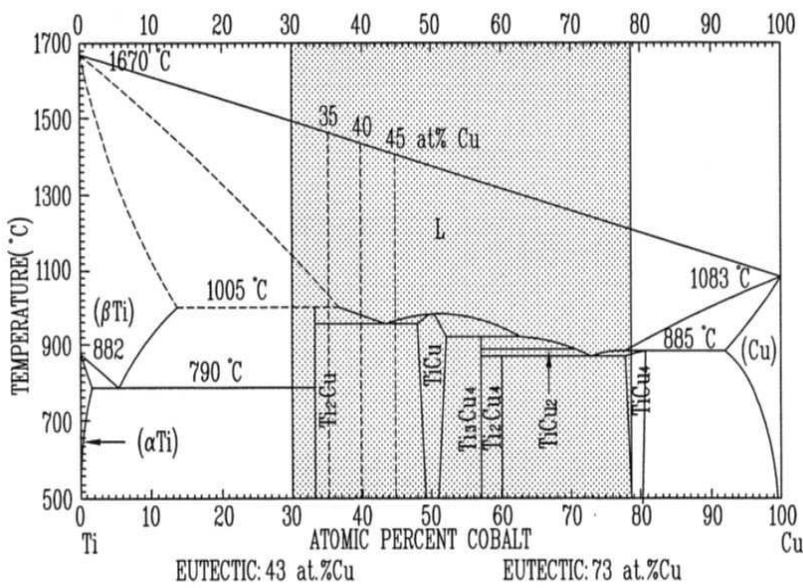
도면2



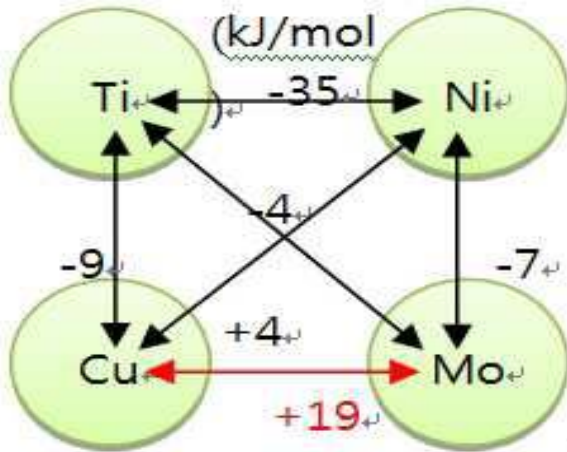
도면3



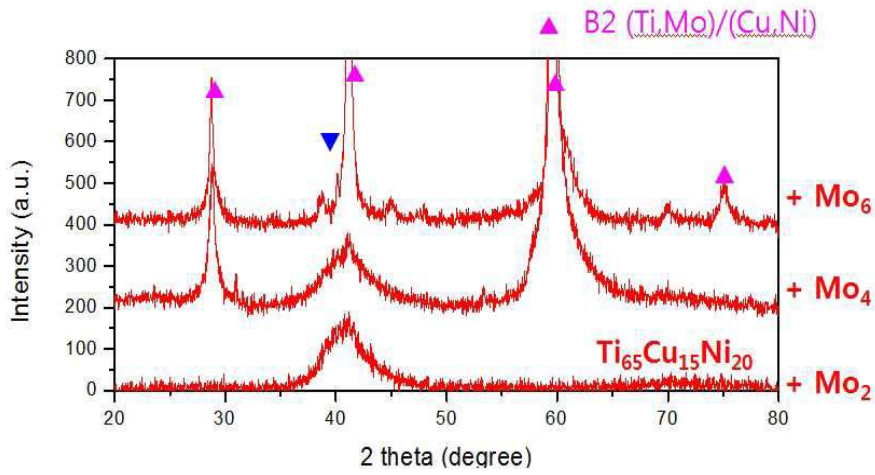
도면4



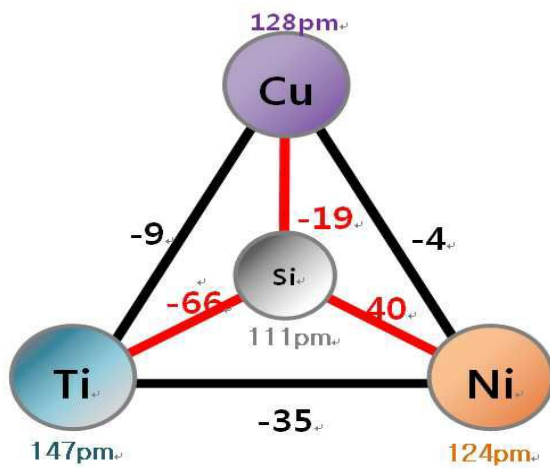
도면5



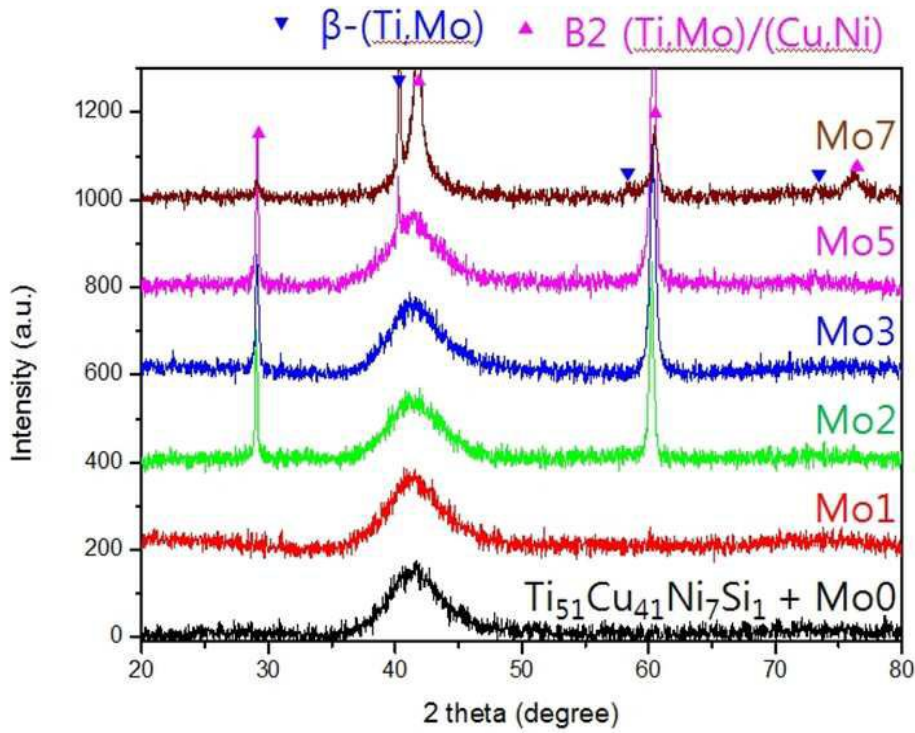
도면6



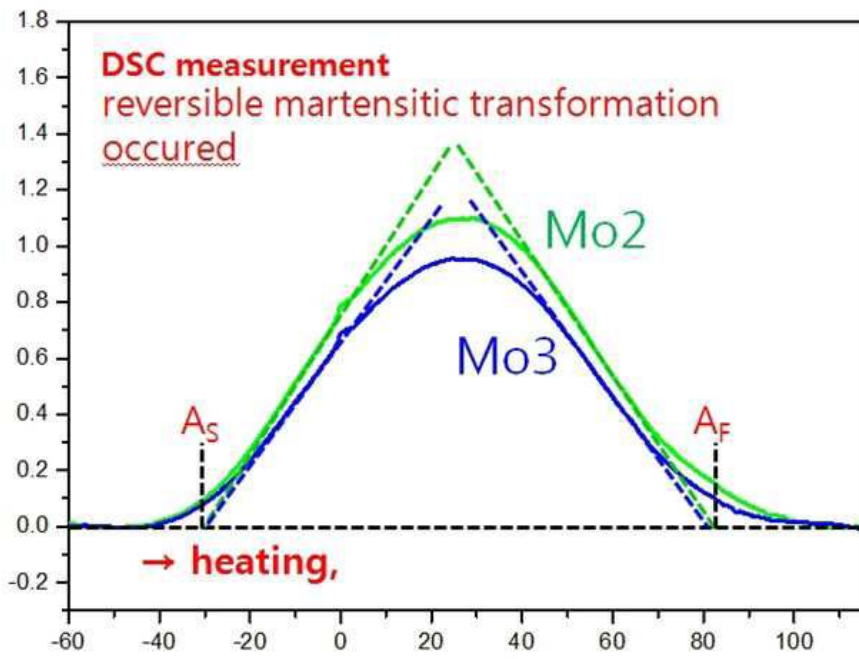
도면7



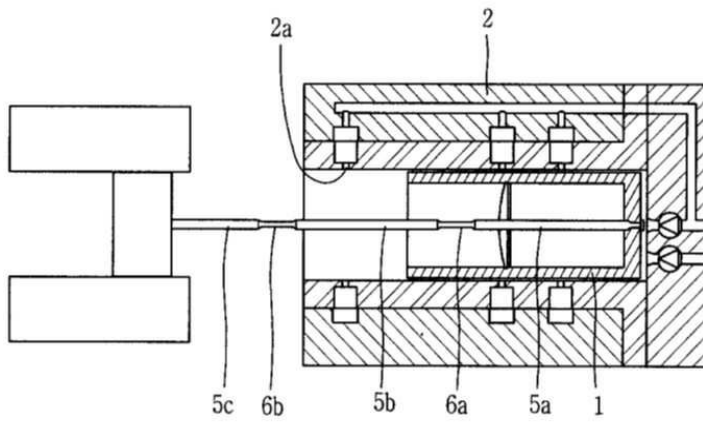
도면8



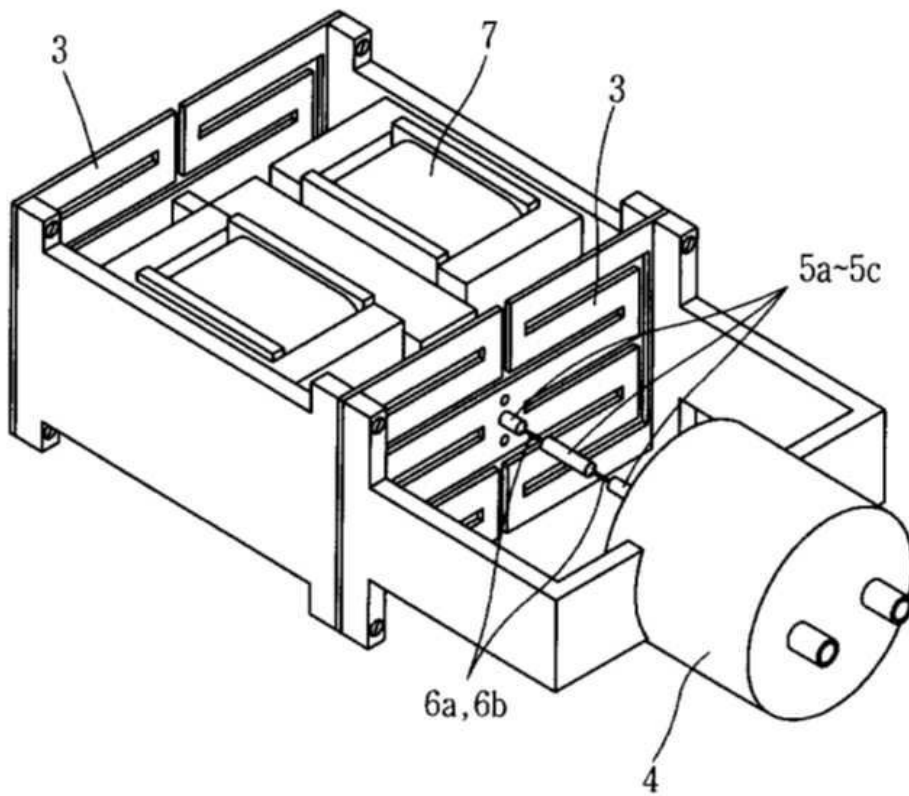
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제3항의 비정질 합금으로 된 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기.

【변경후】

제1항의 비정질 합금으로 된 코팅층을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기.