



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0069943
(43) 공개일자 2019년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 26/00 (2006.01) C22C 9/02 (2006.01)
C22C 9/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 26/00 (2013.01)
C22C 9/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0170318
(22) 출원일자 2017년12월12일
심사청구일자 2017년12월12일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
홍순익
대전광역시 유성구 대덕대로541번길 68 (도룡동,
대덕연구원현대아파트) 103동 1006호
송재숙
대전광역시 중구 서문로 96 (문화동, 센트럴파크
2단지아파트) 303동 501호
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 연성상 분산 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조방법

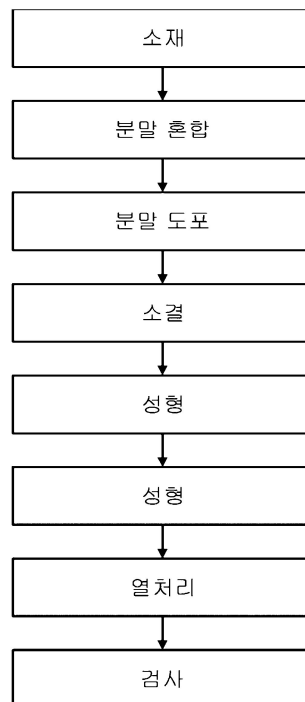
(57) 요약

연성상 분산 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조방법이 제공된다.

본 발명의 제조방법은, 금속 모재를 준비하는 공정; 경질의 동 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 혼합하여 금속 분말을 마련하는 공정; 상기 금속 모재의 표면에 상기 혼합된 금속 분말을 적층하는 공정; 상기 금속 분말이 적

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



충된 금속 모재를 700~900℃, 환원성 분위기로에서 10~40분 유지시켜줌으로써 경질의 합금상에 연질의 순금속상을 균일하게 분포시키며 금속 모재에 상기 금속 분말을 일체화하여 피복층을 형성하는 공정; 및 상기 피복층이 일체화된 금속 모재를 성형함으로써 소정 형상의 기계 부품을 제조하는 공정;을 포함하고, 상기 혼합된 금속 분말에 대한 중량%로, 상기 경질의 합금 분말은 황동 분말 85~95%와 청동 분말 5~12%를 포함하여 조성되고, 상기 연질의 순금속 분말은, 구리(Cu) 분말: 0.01~5%, 알루미늄(Al) 분말: 0.01~5%, 실리콘(Si) 분말: 0.01~5%, 티타늄(Ti) 분말: 0.01~5%, 철(Fe) 분말: 0.01~5%, 니켈(Ni) 분말: 0.01~5%, 망간(Mn) 분말: 0.01~5% 및 코발트(Co) 분말: 0.01~5% 중 선택된 1종 이상의 순금속 분말로 이루어진 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

C22C 9/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

금속 모재를 준비하는 공정;

경질의 동 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 혼합하여 금속 분말을 마련하는 공정;

상기 금속 모재의 표면에 상기 혼합된 금속 분말을 적층하는 공정;

상기 금속 분말이 적층된 금속 모재를 700~900℃, 환원성 분위기로에서 10~40분 유지시켜줌으로써 경질의 합금 상에 연질의 순금속상을 균일하게 분포시키며 금속 모재에 상기 금속 분말을 일체화하여 피복층을 형성하는 공정; 및

상기 피복층이 일체화된 금속 모재를 성형함으로써 소정 형상의 기계 부품을 제조하는 공정;을 포함하고,

상기 혼합된 금속 분말에 대한 중량%로,

상기 경질의 합금 분말은 황동 분말 85~95%와 청동 분말 5~12%를 포함하여 조성되고,

상기 연질의 순금속 분말은, 구리(Cu) 분말: 0.01~5%, 알루미늄(Al) 분말: 0.01~5%, 실리콘(Si) 분말: 0.01~5%, 티타늄(Ti) 분말: 0.01~5%, 철(Fe) 분말: 0.01~5%, 니켈(Ni) 분말: 0.01~5%, 망간(Mn) 분말: 0.01~5% 및 코발트(Co) 분말: 0.01~5% 중 선택된 1종 이상의 순금속 분말로 이루어진 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 황동 분말은 아연(Zn)을 15~20% 범위로 포함하는 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 청동 분말은 주석(Sn)을 7~12% 범위로 포함하는 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 청동 분말은 인청동분말(Cu-Sn-P) 분말인 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 인청동 분말에 포함된 P 함량이 0.1% 이하인 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 연질의 순금속 분말은 그 평균입경이 0.5~50 μ m인 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 연질 순금속 분말은 은(Ag)을 0.01~5.0% 범위로 추가로 포함함을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 기지 금속 모재에 상기 피복층을 일체화한 후, 환원성 분위기하에서 300~600℃에서 10~40분 동안 이를 유지시키는 공정을 추가로 포함하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 성형공정으로 다단계 점진 성형공정을 이용하는 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기지에 연성상(Ductile phase)을 분산시켜 동력전달 또는 동력제어 시에 순간 접합성이 우수한 이중 구조 또는 다중구조의 마찰 기계 부재의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 모재 금속 표면에 분말이 피복된 이중 또는 다중구조를 갖는 기계 부재를 제조함에 있어서, 표면 층상 조직에서 합금 분말의 경질상 내에 순금속 연성상을 균일하게 분산시켜 우수한 마찰특성과 순간 접합성을 갖는 복합구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 비철합금 중에 기계부재 또는 구조재료로 널리 사용되는 고강도 동합금은 Cu-Zn 합금을 기본으로 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 실리콘(Si), 망간(Mn) 등과 같은 합금원소를 첨가하여 용해 주조하여 제조된 합금으로서, 단일구조 또는 분말 소결구조를 나타내며 경도, 강도, 내마모성 및 인성 등의 기계적 특성이 우수하다. 특히, 이러한 동합금은 자동차용 싱크로라이저 링이나 일반 기계용으로 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬리퍼 및 기타 고속 운동용 부품을 만드는데 많이 사용되고 있으며 연관 부품으로 사용량도 꾸준히 증가하고 있으나, 표면경도가 높아지는 경우 마찰계수의 감소로 순간 동력전달이나 동력제어 능력이 감소한다.

[0004] 이러한 기술의 일예로 특허문헌 1에 기술된 발명을 들 수 있다. 상기 특허문헌 1에는, 55 내지 75 중량%의 구리, 0.1 내지 8 중량%의 알루미늄, 0.3 내지 3.5 중량%의 철, 0.5 내지 8 중량%의 망간, 0 내지 5 중량% 미만의 니켈, 0 내지 0.1 중량% 미만의 납, 0 내지 3 중량%의 주석, 0.3 내지 5 중량%의 실리콘, 0 내지 0.1 중량% 미만의 코발트, 0 내지 0.05 중량% 미만의 티타늄, 0 내지 0.02 중량% 미만의 인, 불가피한 불순물 및 잔량의 아연을 포함하는 구리-아연계 합금을 이용하여 용해 주조하는 방법으로 고강도 동합금이 제조되는 방식을 제시하고 있다.

[0005] 그런데 합금으로 구성되는 고강도 동합금으로 제조된 부품들은 단일 구조 또는 분말 소결된 구조로 경도는 높으나 마찰력은 낮으며, 장시간 사용할 때 회전운동에 의한 마모와 충격으로 인해 이들 부품들로 구성되는 기구의 작동이 원활하지 않으며, 이들 부품 또는 상대 접촉재의 수명이 단축되거나 때로는 이들 부품이 파손되는 문제점이 나타난다. 최근 자동차용 변속기의 동력전달 메커니즘이 순간적으로 강력한 접합력과 효과적인 동력의 전달 및 제어를 요구하는 경향으로 변함에 따라, 변속기용 부품소재로 마찰계수가 크고 내마모성이 우수한 성질의 소재가 요구되고 있으나 단일구조의 고강도 동합금 소재로는 그 특성을 충족시키는데 어려움이 수반되고 있다. 따라서 동력 전달 및 제어의 효율성을 향상시키기 위하여 마찰특성 및 내마모 특성이 우수하며, 에너지 효율

율성을 향상시킬 수 있는 부품들이 요구되고 있다.

[0007] 자동차용 변속기 분야에 사용되는 부품은 일반적으로 기계적 강도가 높고 상대 부재와 접촉하는 내주면의 마찰 특성이 우수함과 동시에 충분한 내마모성이 요구되는데, 이를 구현하기 위한 다양한 제조방법들이 알려져 있다. 기존의 자동차용 변속기 분야에 사용되는 Cu-Zn, Cu-Sn계 합금분말 부품보다 내마모성이 향상된 층 제조방법으로는 금속과 이종금속으로 높은 용점과 경도를 갖는 세라믹스 산화물(Mo계 산화물)을 균일하게 혼합하여 플라즈마를 이용하여 제조하는 방법과, 금속 분말과 비금속 분말을 혼합하고 성형하여 고온에서 소결하여 얻은 소결체로부터 화염 분사법으로 내주면을 부착시키는 제조 방법 등이 사용되어 오고 있다. 그러나 이러한 제조 방법으로 제조된 자동차용 변속기 분야에 사용되는 부품의 경우, 경도 향상 및 내마모 특성을 개선하기 위해 첨가된 산화물, 탄화물, 질화물 등의 비금속 분말을 첨가하는 경우, 오히려 금속성분의 확산부족 또는 계면 젖음성의 저하에 의해서 비금속 첨가물이 사용 중에 분리되는 현상이 나타나 강도가 저하하거나 피막의 재질 불균일로 인해 품질 불균형이 나타나 마찰특성 및 내마모성이 떨어지며 궁극적으로 수명저하의 문제점이 나타난다. 특히, 플라즈마 용사 코팅법으로 자동차용 변속기 분야에 사용되는 부품을 제조하는 경우, 기어 변속시 발생하는 마찰 열에 의해 모재와 표면층의 열팽창 계수의 차이에 따른 표면 박리 현상이 나타나며, 표면층이나 프레임에 불완전한 용해 입자들이 부착되어 표면 결함을 발생시킴으로써 마찰특성이 저하되거나 부착된 입자의 탈락에 의해 미션계 각부의 마모를 야기하는 원인이 되는 등의 문제점이 발생한다.

[0008] 이러한 기술의 일 예로 특허문헌 2에 기재된 발명을 들 수 있으며, 특허문헌 2에는 황동분말 80%, 실리콘산화물(SiO_2) 4-6%, 알루미늄산화물(Al_2O_3) 0.5-1.5%, 탄소(C) 4-6%, 주석(Sn) 3.5-6.5%, 철(Fe) 18-22% 이하인 것을 특징으로 하는 마찰재료로 금속합금 분말과 산화물 분말을 혼합하여 소결하는 방법으로 제조되는 것을 제시하고 있다.

[0010] 한편 높은 강도와 열전도도를 갖는 동합금 분말을 이용하는 소결 합금의 경우 싱크로나이저 링 이외에도 다양한 기계부품(터보차지의 베어링, 엔진의 밸브 가이드, 기어 펌프의 thrust 받이 부재 및 열쇠 부품) 등에 이용되고 있다. 하지만, 동합금 소결체의 조성 유지가 어려우며 모재와 이종금속 간 결합력이 충분히 확보되지 못해 동합금 소결체로부터 제조되는 제품의 표면에 결함을 일으키거나 소결체의 표면과 중심부의 기계적 특성 및 조성이 불균일하여 품질이 저하되는 문제점이 동반된다. 이러한 기술의 일예로 특허문헌 3에 기재된 발명을 들 수 있으며, 상기 특허문헌 3에는 아연(Zn)의 비율이 10-15%이고 주석(Sn)의 비율이 4-7%이고 인(P)의 비율이 0.3% 이하인 것을 특징으로 하는 마찰링 제조방법을 제시하고 있다.

[0011] 최근에는 접착제를 이용하여 스틸면에 탄소섬유를 부착시키는 부품이 개발되어 우수한 내마모성 및 마찰계수를 제공하나, 마찰 저항열에 의한 탄소섬유 탈락의 문제점이 또한 야기 되고 있다.

[0012]

[0013] 상술한 바와 같이, 수송기기용 변속기 등의 기계 부품 제조를 위해, 순 금속을 이용하여 용해 주조하는 합금방식(특허문헌 1), 분말과 산화물을 혼합하여 제조하는 방법(특허문헌 2), 그리고 분말을 이용하는 소결방식(특허문헌 3)으로 분류할 수 있으며, 동합금계 싱크로라이저 링의 구성성분들은 제조 유형에 무관하게 아연(Zn) 10-40%, 주석(Sn) 10%이하의 성분을 기본으로 철계 또는 비철계 금속 또는 분말을 이용하여 제조하거나 또는 산화물을 복합첨가하는 방식으로 제조된다. 그리고 용해 주조(특허문헌 1) 또는 분말소결법으로 제조되는 싱크로라이저 링은 마찰계수 및 조직, 그리고 수명의 신뢰성이 저하하는 문제점이 있다. 특히, 산화물을 복합첨가하는 방식으로 제조되는 경우(특허문헌 2), 고용점 금속(Fe) 또는 산화물(SiO_2 , Al_2O_3)들은 소결시 소결성을 저하시켜, 분말 간 계면강도 감소, 기공분포 증가와 접합력 저하를 초래하여 기계적 특성 및 수명을 저하시키는 물론 동력 전달 및 제어의 비효율성으로 에너지 효율의 감소의 원인으로 작용한다는 점에서 한계가 있다

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2008-0080156

(특허문헌 0002) 미국공개특허 US 5324592

(특허문헌 0003) 한국공개특허 10-2013-0002584

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 따라서 본 발명은 상술한 종래기술의 한계를 극복하기 위하여 안출된 것으로서, 높은 마찰계수와 내마모 특성을 나타내는 이중 또는 다중구조의 마찰 기계 부재를 제조함에 있어서, 강도가 높은 합금분말에 연성 분말을 첨가하여 주기지(Matrix) 내에 연성상(Ductile phase)을 균일하게 분포시킴으로써 고강도와 내마모성, 마찰계수 특성 및 순간 접합력이 우수한 이중구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법을 제공함을 그 목적으로 한다.
- [0017] 또한 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들에 한정되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은,
- [0020] 금속 모재를 준비하는 공정;
- [0021] 경질의 동 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 혼합하여 금속 분말을 마련하는 공정;
- [0022] 상기 금속 모재의 표면에 상기 혼합된 금속 분말을 적층하는 공정;
- [0023] 상기 금속 분말이 적층된 금속 모재를 700~900℃, 환원성 분위기에서 10~40분 유지시켜줌으로써 경질의 합금 상에 연질의 순금속상을 균일하게 분포시키며 금속 모재에 상기 금속 분말을 일체화하여 피복층을 형성하는 공정; 및
- [0024] 상기 피복층이 일체화된 금속 모재를 성형함으로써 소정 형상의 기계 부품을 제조하는 공정;을 포함하고,
- [0025] 상기 혼합된 금속 분말에 대한 중량%로,
- [0026] 상기 경질의 합금 분말은 황동 분말 85~95%와 청동 분말 5~12%를 포함하여 조성되고,
- [0027] 상기 연질의 순금속 분말은, 구리(Cu) 분말: 0.01~5%, 알루미늄(Al) 분말: 0.01~5%, 실리콘(Si) 분말: 0.01~5%, 티타늄(Ti) 분말: 0.01~5%, 철(Fe) 분말: 0.01~5%, 니켈(Ni) 분말: 0.01~5%, 망간(Mn) 분말: 0.01~5% 및 코발트(Co) 분말: 0.01~5% 중 선택된 1종 이상의 순금속 분말로 이루어진 것을 특징으로 하는 높은 마찰계수와 내마모성 우수한 층상 구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0029] 상기 황동 분말은 아연(Zn)을 15~20% 범위로 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 청동 분말은 주석(Sn)을 7~12% 범위로 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 청동 분말은 인청동분말일 수가 있다.
- [0035] 상기 인청동 분말에 포함된 P 함량이 0.1% 이하, 바람직하게는 0.05%이하인 것이 바람직하다.

- [0037] 상기 연질의 순금속 분말은 그 평균입경이 0.5~50 μ m 일 수가 있다.
- [0039] 상기 기지 금속 모재에 상기 피복층을 일체화한 후, 환원성 분위기하에서 300~600℃에서 10~40분 동안 이를 유지시키는 공정을 추가로 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 연질 순금속 분말은 은(Ag)을 0.01~5.0% 범위로 추가로 포함함이 바람직하다.
- [0043] 본 발명에서 상기 성형공정으로 다단계 점진 성형공정을 이용함이 바람직하다.

발명의 효과

- [0045] 상술한 구성의 본 발명은, 이중구조의 마찰 기계 부재를 제조함에 있어서, 강도가 높은 합금분말에 연성상을 형성하는 구리(Cu)분말, 알루미늄(Al) 분말, 티타늄(Ti)분말, 실리콘(Si)분말, 철(Fe)분말, 니켈(Ni)분말, 망간(Mn)분말, 코발트(Co)분말, 은(Ag)분말 등의 연성 분말을 첨가하여 주기지(Matrix)에 연성상(Ductile phase)을 균일하게 분포시켜 우수한 접합강도를 보유하고, 마찰 기계부재의 순간 접합력을 향상시켜 동역전달 및 제어를 원활하게 하여, 에너지 효율성을 향상시키는 높은 마찰계수와 우수한 내마모 특성을 부여할 수 있다.
- [0046] 또한 기지 모재와 이중금속 피복층 계면에 결함이 없고, 나아가, 피복층이 균일하게 형성되어 성형 가공능을 향상시킬 뿐만 아니라 공정 효율을 개선할 수 있으므로 고강도와 내마모성, 마찰계수 특성 및 순간 접합력이 우수한 이중구조 또는 다중구조의 마찰 기계 부재를 효과적으로 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 본 발명의 환원공정법을 이용하여 경질의 합금 분말을 이용한 주기지(Matrix) 조직 내에 순금속의 연성상이 균일하게 분포된 피복층을 갖는 이중 또는 다중구조의 마찰 기계 부재의 제조 과정을 설명하기 위한 공정 순서도이다.
- 도 2(a-b)는 본 발명의 경질의 합금 분말을 이용한 주기지(Matrix) 조직 내에 순금속의 연성상이 균일하게 분포된 피복층이 피복된 이중 또는 다중구조 고강도 내마모성 합금의 미세조직 단면을 보이는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 이하, 본 발명을 설명한다.
- [0050] 본 발명은 이중 또는 다중구조의 마찰 기계 부재를 제조함에 있어서, 강도가 높은 합금 분말에 연성 분말을 첨가하여 경질상인 주기지(Matrix) 내에 연성상(Ductile phase)이 균일하게 분포된 피복층을 제공함으로써 고강도와 내마모성, 마찰계수 특성 및 순간 접합력이 우수한 이중구조의 마찰 기계 부재의 제조 방법을 제공함을 특징으로 한다.
- [0051] 이러한 본 발명의 마찰 기계 부재의 제조 방법은, 금속 모재를 준비하는 공정; 경질의 동 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 혼합하여 금속 분말을 마련하는 공정; 상기 금속 모재의 표면에 상기 혼합된 금속 분말을 적층하는 공정; 상기 금속 분말이 적층된 금속 모재를 700~900℃, 환원성 분위기에서 10~40분 유지시켜줌으로써 경질의 합금상에 연질의 순금속상을 균일하게 분포시키며 금속 모재에 상기 금속 분말을 일체화하여 피복층을 형성하는 공정; 및 상기 피복층이 일체화된 금속 모재를 성형함으로써 소정 형상의 기계 부품을 제조하는 공정;을 포함한다.
- [0053] 도 1은 본 발명의 환원공정법을 이용하여 경질의 합금 분말을 이용한 주기지(Matrix) 조직 내에 순금속의 연성상이 균일하게 분포된 피복층을 갖는 이중 또는 다중구조의 마찰 기계 부재의 제조 과정을 설명하기 위한 공정 순서도이다.

- [0054] 먼저, 금속 모재를 준비한다. 판상의 스틸 디스크(disc) 형태의 모재를 구준비하고, 구비된 스틸 모재의 표면에 존재하는 오염물질을 세척한다. 모재의 세척은 모재 표면의 각종 유기물과 이물질, 먼지 등 소결 시 모재와 이종 금속 간 결합을 방해하는 물질을 제거하는 단계로서, 세척제에 담그거나 스팀 브러쉬 등으로 닦아내도록 한다. 한편, 모재의 재질로는 철계 합금을 사용함이 바람직하다.
- [0056] 이어, 본 발명에서는 경질의 동 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 혼합하여 금속 분말을 마련한다.
- [0057] 본 발명에서 상기 경질의 동 합금분말은, 혼합된 금속 분말에 대한 중량%로, 황동(Cu-Zn) 분말 85~95%와 청동(Cu-Sn) 분말 5~12%를 포함하여 조성된다.
- [0058] 상기 합금 분말의 조성성분 중 황동 분말은 중량%로 85~95% 범위, 보다 바람직하게는 90~92%가 되도록 함유하는 것이 바람직하다. 상기 황동분말은 주기지를 형성하여 피복층의 기계적 특성을 향상시키는 역할을 하며, 함량이 너무 많으면 경도가 높아 접촉하는 상대부품의 마모를 촉진시켜 성능을 저하시키는 반면에, 함량이 너무 적게 첨가되면 피복층의 경도가 낮아 동합금 피복층이 쉽게 마모되는 문제가 야기될 수 있다. 상기 황동 분말은 아연(Zn)을 15~20% 범위로 포함하는 것이 바람직하다.
- [0059] 한편 상기 청동분말은 피복층의 강도를 증가시키는 역할을 하며, 그 함량을 5~12%, 보다 바람직하게는 5~5.8% 범위로 포함하는 것이다.
- [0060] 또한 본 발명에서 상기 청동 분말은 주석(Sn)을 7~12% 범위로 함유하는 것이 바람직하다.
- [0061] 나아가, 상기 청동 분말은 인청동(Cu-Sn-P) 분말인 것이 바람직하다. 이때, 상기 인(P)의 함량 비는 0.1% 이하가 되도록 함이 바람직하며, 보다 바람직하게는 0.05%이하가 되도록 하는 것이다. 이러한 인(P)은 소결 시 소결로 내의 산소를 감소시킴으로써 소결 분위기를 개선하며, 소결 과정에서 비등점이 낮은 합금원소의 증발을 감소시킴으로써 아연 성분의 조절이 용이하게 하고, 아울러, 구리(Cu) 기지 내에 주석(Sn)의 고용도를 증가시켜 기계적 성질을 증가시키므로 소결 피복층이 높은 마찰특성 및 내마모성을 나타낼 수 있다. 그러나 인은 과량을 첨가할 경우 피복층의 물성을 악화시키고 피복층의 강도를 떨어뜨리므로 극소량을 첨가하도록 한다.
- [0063] 한편 본 발명에서 상기 연질의 순금속분말은, 구리(Cu) 분말: 0.01~5%, 알루미늄(Al) 분말: 0.01~5%, 실리콘(Si) 분말: 0.01~5%, 티타늄(Ti) 분말: 0.01~5%, 철(Fe) 분말: 0.01~5%, 니켈(Ni) 분말: 0.01~5%, 망간(Mn) 분말: 0.01~5% 및 코발트(Co) 분말: 0.01~5% 중 선택된 1종 이상의 순금속 분말로 이루어질 수 있다.
- [0064] 즉, 본 발명에서는 상기 연질의 금속 분말인 구리(Cu), 알루미늄(Al), 실리콘(Si), 티타늄(Ti), 철(Fe), 니켈(Ni), 망간(Mn), 코발트(Co) 분말은 경질의 합금 분말과 혼합되어, 강도가 높은 주기지 내에 연성상을 형성시켜 주기지와 순간 결합력을 높여 마찰계수와 내마모 특성을 향상시키는 역할을 하며 그 함량이 각각 0.01~5%가 되도록 함이 바람직하며, 보다 바람직하게는 0.1~2.0%가 되도록 하는 것이다. 만일 연질의 순금속 분말의 함량이 0.01% 미만이면 연성상 형성에 의한 마찰계수 보정 효과가 나타나지 않으며, 5%를 초과하면 주기지 내에 연성상이 과다하게 형성하여 경도 감소의 원인으로 작용하여 마찰계수의 감소를 유발할 수 있다.
- [0065] 또한 상기 연질의 순금속 분말의 평균 입경은 0.5~50 μ m가 바람직하다, 만일 그 평균입경이 0.5 μ m 미만으로 될 경우 마찰계수 제어가 어려우며, 50 μ m를 초과하면 계면에서 결합에 의한 파손 및 국부적 연화에 의한 내마모성의 감소를 야기할 수 있다.
- [0066] 한편 본 발명에서 은(Ag)분말을 추가로 포함함이 바람직하다.
- [0067] 본 발명에서 은(Ag)분말은 강도를 향상시키고 열전도도를 증가시켜 자동차용 변속기 부품이나 일반 기계용으로 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬리퍼 및 기타 고속 운동용 부품의 냉각능을 높여 내마모성을 향상시키는 역할을 한다. 본 발명에서 이러한 은(Ag)분말 비율이 0.01~5%가 되도록 함이 바람직하며, 보다 바람직하게는 0.1~0.5%가 되도록 하는 것이다.
- [0069] 후속하여, 본 발명에서는 상기 금속 모재의 표면에 상기 혼합된 금속 분말을 적층한다.
- [0070] 즉, 이종 또는 다중구조 피복재로 사용할 경질의 합금 분말과 연질의 순금속 분말을 균일한 조성이 되도록 정량하고 혼합하여 금속 분말을 마련하고, 이어, 세척이 완료된 금속 모재 표면에 피복층을 형성할 금속 분말을 균

일한 두께로 적층한다.

- [0072] 이어, 본 발명에서는 상기 금속 분말이 적층된 금속 모재를 700~900℃에서 10~40분 유지시켜줌으로써 경질의 합금상에 연질의 순금속상을 균일하게 분포시키며 금속 모재에 상기 금속 분말을 일체화하여 피복층을 형성한다.
- [0073] 즉, 금속 모재의 표면에 합금 분말과 연성상을 형성하는 금속분말을 균일하게 적층한 후, 연속식 소결로 또는 일반 로에 투입한 후 일정시간 유지시켜 소결한다. 이러한 소결 단계에서는 분말이 산화되지 않도록 보호 분위기에서 합금분말과 연성상의 형성하는 금속분말이 적층된 모재에 고온의 열을 가함으로써 금속 모재와 금속 분말을 접합시켜 일체화시킨다.
- [0074] 이러한 소결 공정을 진행함에 있어서 바람직한 조건은, 소결 온도: 700~900℃, 소결 시간: 10~40분, 분위기: 환원성 분위기로 제어하는 것이다.
- [0075] 이때, 본 발명에서 합금 분말 및 연성상을 형성하는 금속 분말이 균일하게 적층된 모재를 이용하여 상기 보호 가스분위기하에서 소결 시, 소결 과정에서 비등점이 낮은 금속원소(Zn)가 증발하여 그 함량이 감소하는 것을 방지할 수 있으며, 소결 후에도 합금분말 및 연성의 금속분말 조성 성분의 조성 비율을 유지할 수 있다. 또한 금속 분말 피복층을 균일하게 형성할 뿐만 아니라 우수한 계면 접합력을 만들어 소결 피복층의 기계적 특성을 높여 자동차용 변속기 부품이나 일반 기계용으로 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬라이퍼 및 기타 고속 운동용 부품의 마찰특성 및 내구성을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0076] 한편 도 2(a-b)는 전술한 소결과정을 거친, 본 발명의 경질의 합금 분말을 이용한 주기지(Matrix) 조직 내에 순금속 분말의 연성상이 균일하게 분포된 피복층이 피복된 이중 또는 다중구조 고강도 내마모성 합금에 대한 미세조직 단면을 보이는 모식도이다.
- [0078] 상기 기지 금속 모재에 상기 피복층을 일체화한 후, 환원성 분위기하에서 300~600℃에서 10~40분 동안 이를 유지시키는 공정을 추가로 포함할 수 있으며, 이에 의해, 피복층의 고강도와 내마모성, 마찰계수 특성 및 순간 접합력을 효과적으로 조절할 수 있다.
- [0080] 그리고 본 발명에서는 상기 피복층이 일체화된 금속 모재를 성형함으로써 소정 형상의 기계 부품을 제조한다. 상술한 소결 공정에서 소결이 완료되면, 소결로에서 소결체를 꺼낸 후 성형용 금형에 투입하고, 다단계 점진성형 공정을 적용하여 자동차용 변속기 부품이나 일반 기계용으로 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬라이퍼 및 기타 고속 운동용 부품을 완성한다. 즉, 다단계 점진 성형공정을 이용하여 성형하면 부품 성형 시 소결 피복층의 손상을 방지할 수 있으므로 소결 피복층 손상으로 인한 특성저하를 방지할 수 있다.
- [0081] 본 발명에서는 이중 구조 또는 다중 구조를 갖는 자동차용 변속기 부품이나 일반 기계용으로 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬라이퍼 및 기타 고속 운동용 부품의 제조 공정 시 동반되는 동합금 소결층의 손상을 방지하는 방법으로서 다단계 점진성형 공정을 사용하여 성형하는 방법을 제안한다. 이중 구조 또는 다중 구조를 갖는 소결체에 각각의 성형 단계마다 소결층 보호처리 후, 성형하면 공정 완료 후에도 소결층을 원형 그대로 보존할 수 있게 된다. 즉, 공정완료 후 소결층이 손상을 입지 않고 원형 그대로 보존되는 경우, 높은 기계적 특성과 물성이 유지되어 고품질과 고성능의 이중구조 또는 다중 구조 자동차용 변속기 부품이나, 워엄 휠과 베어링, 압축기용 슬라이퍼 및 기타 고속 운동용 부품과 같은 일반 기계용 부품의 제조가 가능하다.
- [0082] 본 발명에서는 상술한 성형 공정 이후, 제조된 부품의 기계적 특성을 부여하는 열처리하는 공정을 추가적으로 부가할 수 있다.
- [0084]
- [0085] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0086] (실시예)

표 1

[0087]

	금속 모재 조성(중량%)					
	C	Si	Mn	P	S	Fe
금속 모재	0.32~0.38	0.15~0.35	0.60~0.90	0.03이하	0.035이하	잔부

표 2

[0089]

구분	금속 분말(경질 합금분말 + 연질 금속분말)의 조성(중량%)																중량 손실 (1000rpm)
	Cu-Zn	Cu-Sn	Al	Si	Al ₂ O ₃	Ag	Mn	Fe	Pb	Ni	Co	Ti	Cu	Zn	Sn	SiO ₂	
발명예 1	92.0	5.0											3.0				25mg
발명예 2	93.0	5.0		2.0													28mg
발명예 3	93.0	5.0	2.0														37mg
발명예 4	94.0	5.0				1.0											32mg
발명예 5	92.0	5.0						3.0									27mg
발명예 6	93.0	5.0								2.0							28mg
발명예 7	93.0	5.0	2.0				3.0										40mg
발명예 8	91.0	5.0				1.0						3.0					33mg
발명예 9	90.0	5.0						3.0					2.0				34mg
발명예 10	91.0	5.0								2.0	2.0						39mg
비교예 1													잔부	15.0	5.0		52mg
비교예 2			8.0	5.0			8.0	3.5	0.1	5.0	0.1	0.05	33.0	잔부	3.0		48mg
비교예 3					6.0		1.5	22	6.0				잔부	30	5.5	1.5	42mg

[0091]

상기 표 1과 같은 조성성분을 갖는 철계 금속 모재의 표면에 존재하는 오염물질을 세척하였다. 이어, 상기 표 2와 같은 조성성분을 갖는 합금 분말과 연성상을 형성하는 금속 분말을 균일한 조성이 되도록 정량하고 혼합한 후, 이를 상기 금속 모재의 표면에 균일한 두께로 적층하였다. 이후, 상기 합금분말과 연성상 형성 금속분말이

적층된 금속 모재를 소결로에 장입하여 소결을 진행하였으며, 이때 소결 조건은 소결 온도: 870℃, 소결 시간: 20분, 분위기: 75%N₂+25%H₂ 환원성 분위기로 제어하였다. 상기 소결이 완료된 후, 소결로에서 소결체를 꺼내고, 이어, 성형용 금형에 투입한 후, 다단계 점진성형 공정을 적용하여 자동차용 변속기 부품을 제조하였다. 제조된 자동차용 변속기 부품의 상대 부재와 접촉시 마찰특성을 평가하기 위하여 마찰계수 측정장비를 이용하여 모터 1500rpm, 75kgf의 조건에서 10,000rpm 후 마찰계수와 중량 감소량을 측정하였다.

[0092] 본 발명에 1-10의 자동차용 변속기 부품의 경우, 마찰계수는 초기에 0.12수준에서 만 회전 후 대략 0.09 수준을 나타내어 자동차용 변속기 부품에서 요구되는 마찰계수 0.08~0.12 범위를 만족하였다.

[0093] 또한 합금상으로 이루어진 주기지 내에 연성상을 형성하는 연성상 분말을 첨가한 본 발명에 1-10에 대하여 마모시험 후 중량 감소량을 측정하였으며, 그 결과를 상기 표 2에 나타내었다.

[0094] 상기 표 2에서 보는 바와 같이, 합금 분말상 내에 연성상 형성 금속 구리(Cu) 분말을 주기지에 균일하게 분포한 발명에 1은 중량 감소량이 25mg으로 측정되었으며, 연성상 형성 금속 분말로 실리콘(Si)을 첨가한 발명에 2는 28mg로 측정되었다. 연성상을 형성하는 금속 분말로 알루미늄(Al)이 첨가한 발명에 3은 37mg로 측정되었으며, 그리고 은(Ag)이 첨가된 발명에 4는 32mg, 철(Fe)이 첨가된 발명에 5의 중량 감소량은 27mg, 니켈(Ni)이 첨가된 발명에 6은 28mg의 중량 감소량이 측정되었다.

[0095] 한편 2종 이상의 연성상 형성 금속분말 알루미늄(Al)과 망간(Mn)이 첨가한 발명에 7은 37mg로 측정되었으며, 그리고 은(Ag)와 티타늄(Ti)이 첨가된 발명에 8는 32mg, 철(Fe)과 구리(Cu)가 첨가된 발명에 9의 중량 감소량은 34mg, 니켈(Ni)과 코발트(Co)가 첨가된 발명에 10은 39mg의 중량 감소량이 측정되었다

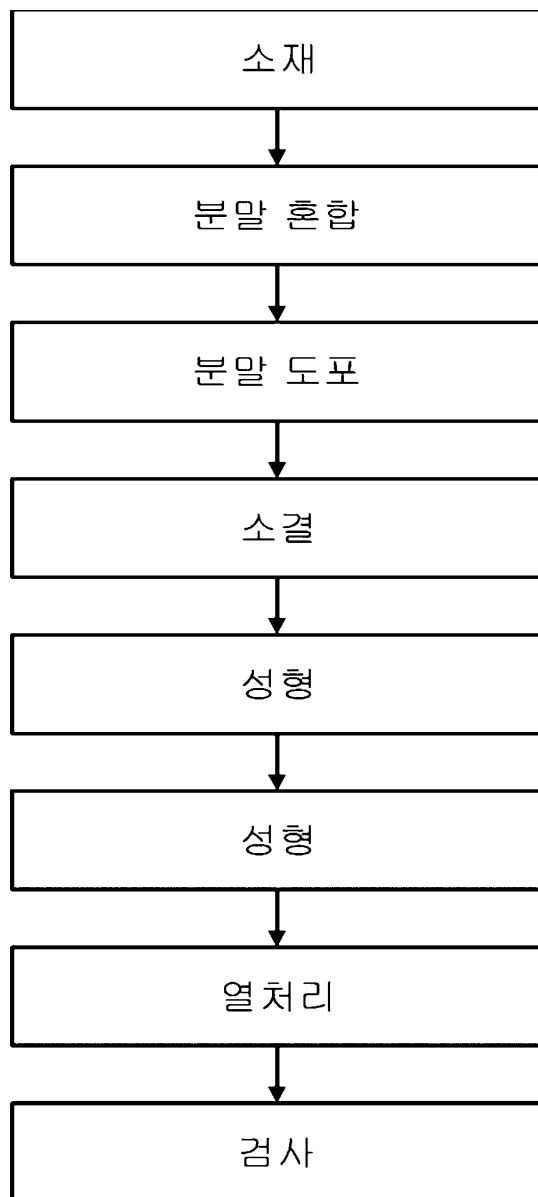
[0096] 즉, 강도가 높은 합금 분말이 주기지(Matrix)를 형성하고 주기지 내에 연성상을 형성하는 금속 분말을 혼합하여 소결하는 경우 주기지에 연성상이 균일하게 분포하여 상대 부품과 접촉시 주기지와 순간 접합력을 향상시켜 중량 감소량을 현저히 감소시켜 높은 마찰특성 및 내마모성을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

[0098] 이에 반하여, 비교예 1은 아연(Zn) 함량이 낮아 내마모 특성이 낮은 문제점을 나타내었으며, 비교예 1의 중량 감소량은 52mg으로 측정되었으며, 비교예 2는 48mg, 비교예 3은 42mg의 중량 감소량을 보여 본 발명에 1-10의 중량 감소량 25~40mg 보다 높은 중량 감소량을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0100] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 청구 범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

도면1



도면2

