(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월10일
(11) 등록번호 10-2752510
(24) 등록일자 2025년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16C 33/12 (2006.01) *F16C 9/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16C 33/122 (2013.01)
F16C 9/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0099238
(22) 출원일자 2022년08월09일
심사청구일자 2022년08월09일
(65) 공개번호 10-2023-0050226
(43) 공개일자 2023년04월14일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-165439 2021년10월07일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP6454234 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
다이도 메탈 고교 가부시키가이샤
일본 나고야시 나카쿠 사카에 2쵸메 3반 1고 나고야히로코지 빌딩 13층
(72) 발명자
하야시 마사키
일본국 아이치켄 이누야마시 오아자 마에하라 아자 덴도 신덴 다이도 메탈 고교 가부시키가이샤 내
이즈미다 마나부
일본국 아이치켄 이누야마시 오아자 마에하라 아자 덴도 신덴 다이도 메탈 고교 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 김진호

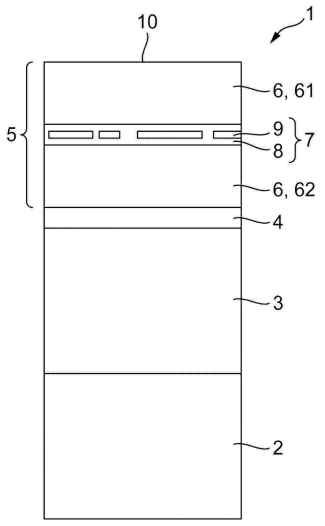
(54) 발명의 명칭 **슬라이딩 베어링 및 그 제조 방법**

(57) 요 약

[과제] 비소부성이 우수한 슬라이딩 베어링의 제공.

[해결 수단] 본 발명의 슬라이딩 베어링은, 기층 및 피복층을 구비한다. 피복층은, 적어도 2개의 오버레이층과, 이웃하는 오버레이층의 사이에 각각 위치하는 금속간 화합물 함유층으로 이루어지며, 금속간 화합물 함유층이, 금속간 화합물 매트릭스 내에 층 형상의 금속부를 포함한다. 층 형상의 금속부의 면적은, 금속간 화합물 함유층의 면적의 60%~95%이다. 본 발명은, 이 슬라이딩 베어링의 제조 방법에도 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
F16C 2360/22 (2024.08)
F16C 2360/42 (2024.08)
(72) 발명자
이나미 시게루
일본국 아이치켄 이누야마시 오아자 마에하라 아자 덴도 신덴 다이도 메탈 고교 가부시키가이샤 내
장 이
영국 티에이19 9피에이치 서머셋 일민스터 윈터하이 레인
바지와 리즈완
영국 티에이19 9피에이치 서머셋 일민스터 윈터하이 레인

명 세 서

청구범위

청구항 1

기층 및 피복층을 구비하는 슬라이딩 베어링으로서,

상기 피복층이, 적어도 2개의 오버레이층과, 이웃하는 오버레이층의 사이에 각각 위치하는 금속간 화합물 함유층으로 이루어지며,

상기 금속간 화합물 함유층이, 금속간 화합물 매트릭스 내에 층 형상의 금속부를 포함하고, 상기 층 형상의 금속부는, 비연속의 상태이며, 상기 층 형상의 금속부의 면적이, 상기 금속간 화합물 함유층의 면적의 60%~95%인 것을 특징으로 하는, 슬라이딩 베어링.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 피복층이, 2개의 오버레이층과 당해 2개의 오버레이층의 사이에 위치하는 금속간 화합물 함유층으로 이루어지는, 슬라이딩 베어링.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 오버레이층이 SnCu 합금을 포함하고, 상기 금속간 화합물 매트릭스가 SnNi 금속간 화합물 및 SnNiCu 금속간 화합물을 포함하며, 상기 금속부가 금속 Ni를 포함하는, 슬라이딩 베어링.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 SnNi 금속간 화합물이 Ni_3Sn_4이고, 상기 SnNiCu 금속간 화합물이 $Sn_5(CuNi)_6$인, 슬라이딩 베어링.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 금속간 화합물 함유층의 두께는 1~10㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 금속간 화합물 함유층의 두께는 2~5㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 오버레이층의 두께는 1~30㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 오버레이층의 두께는 5~20㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기층이 라이닝층을 접착한 백메탈층이고, 상기 피복층이 상기 라이닝층 상에 마련되어 있는, 슬라이딩 베어링.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 라이닝층이, 구리기 합금 또는 알루미늄기 합금으로 이루어지는, 슬라이딩 베어링.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 라이닝층과 상기 피복층의 사이에 마련된 댐층을 추가로 구비하고, 상기 댐층이 니켈, 코발트, 철, 구리, 크롬, 아연, 알루미늄, 및 그들의 합금으로 이루어지는 군 중의 적어도 1개를 포함하는, 슬라이딩 베어링.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 댐층의 두께는 0.5~10㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 댐층의 두께는 1~6㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 피복층의 전체 두께가 5㎛~50㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 15

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 슬라이딩 베어링의 제조 방법으로서,

상기 기층을 준비하는 단계와,

제 1 금속 또는 합금의 층을 부착시키는 단계와,

상기 제 1 층 위에, 제 2 금속 또는 합금의 층을 부착시키는 단계와,

상기 제 2 층 위에, 상기 제 1 금속 또는 합금의 다른 층을 부착시키는 단계와,

상기 제 1 금속 또는 합금의 층의 금속 원자의 확산을 가능하게 하는 온도까지 상기 부착된 층을 열처리하여, 상기 금속 원자가 상기 제 2 금속 또는 합금의 층으로 확산하여 반응하고, 상기 제 2 금속 또는 합금을 잔존시키면서, 상기 제 2 금속 또는 합금의 층의 위치 내에 금속간 화합물을 형성하는 단계

를 포함하는, 슬라이딩 베어링의 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 기층이 라이닝층을 접착한 백메탈층인, 슬라이딩 베어링의 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 라이닝층 상에 댐층을 부착시키는 단계를 추가로 포함하는, 슬라이딩 베어링의 제조 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 열처리 전에, 상기 제 2 층 위에 부착된 상기 제 1 금속 또는 합금의 다른 층 위에, 제 2 및 제 1 금속 또는 합금의 층의 세트를 적어도 1세트 부착시키는 단계를 추가로 포함하는, 슬라이딩 베어링의 제조 방법.

청구항 19

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 층 형상의 금속부의 두께가 0.1㎛~0.5㎛인, 슬라이딩 베어링.

청구항 20

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 층 형상의 금속부는 순금속인, 슬라이딩 베어링.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 특히 내연 기관이나 피스톤 컴프레서 등에 이용하는 슬라이딩 베어링의 피복 구조에 관한 것이다. 특히, 이상 부하 시의 비소부성(非燒付性)이 우수한 피복 구조를 가지는 슬라이딩 베어링에 관련된 것이다. 본 발명은, 이 슬라이딩 베어링의 제조 방법에도 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 내연 기관의 평베어링 등의 슬라이딩 부재는, 강철제의 백메탈에 접합된 구리 또는 알루미늄의 라이닝 합금을 포함하는 경우가 많다. 구리 합금 또는 알루미늄 합금에 의해, 사용 시에 슬라이딩 부재가 받는 하중을 견딜 수 있는 강인한 표면이 얻어진다. 이와 같은 슬라이딩 부재는, 양호한 매수성(埋收性) 및 친화성뿐만 아니라 적절한 비소부성을 갖지 않으면 안된다. 이 목적을 위하여, 통상은, 라이닝층(베어링 합금층) 상에 연질 피복층이 마련되는 경우가 있다.

[0003] 예를 들면 특허문헌 1(일본공개특허 특개2002-310158호 공보)에는, 베어링 합금층 상에, 구리의 확산을 방지하기 위한 중간층을 개재하여 주석-구리계의 주석기(基) 오버레이층을 마련한 복층 슬라이딩 재료가 기재되어 있다. 이 문헌에서는, 중간층을 두껍게 하지 않더라도, 주석기 합금으로 이루어지는 오버레이층의 표층 부분의 구리가 감소하는 것을 장기에 걸쳐 방지할 수 있도록 하기 위해, 구리의 함유량이 상이한 복수의 층을 마련하고, 이에 의해 비소부성의 유지를 도모하고 있다.

[0004] 한편, 내마모성이나 비소부성의 향상을 위해, 특허문헌 2(일본공개특허 특개평11-182549호 공보)에는 오버레이의 주(主) 하중부에, 평균 입자경을 15㎛ 이하로 하는 경질 입자를 0.3~25용량% 분산시킴으로써 내마모성을 높여, 소부를 생기기 어렵게 한 슬라이딩 베어링이 개시되어 있다.

[0005] 슬라이딩 베어링의 사용 환경에 있어서는, 탑재한 애플리케이션의 동작 상황 또는 외란 요인에 의해 설계 상정을 상회하는 이상 부하가 발생하는 잠재적인 가능성을 생각할 수 있다. 예를 들면, 슬라이딩 베어링을 탑재한 차량 등이 고장났을 때 등에는, 슬라이딩 베어링에 이상 부하가 걸려, 차량이 급정차한 경우 등이 있다. 그와 같은 경우를 상정하여 베어링에는, 특히 우수한 비소부성 향상이 요구된다. 특허문헌 2와 같이 경질 입자를 채워 넣는 방법에서는 사전에 오버레이 재질 내에의 혼합이 필요하여, 그 배합이나 제조 방법에 제약을 초래할 가능성이 있다. 또한, 이상 부하 시나 고장 시를 상정한 비소부성 향상을 위해 경질 입자 등의 물질을 오버레이 재료에 적절하게 혼합하기 위해서는, 모재 재료 및 첨가 재료의 성질로부터 제조상의 제약이 생긴다. 또한, 통상 사용 시의 성능에도 제약이 생길 가능성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본공개특허 특개2002-310158호 공보

(특허문헌 0002) 일본공개특허 특개평11-182549호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 해결하고자 하는 과제

[0008] 본 발명은, 비소부성이 우수한 슬라이딩 베어링의 피복 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 제조가 용이하고, 제조 비용에도 유리한 슬라이딩 베어링의 피복 구조 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 관점에 의하면, 기층 및 피복층을 구비하는 슬라이딩 베어링이 제공된다. 이 슬라이딩 베어링의 피복층은, 두께 방향으로 적어도 2개의 오버레이층과, 이웃하는 오버레이층의 사이에 각각 위치하는 금속간 화합물 함유층으로 이루어진다. 금속간 화합물 함유층은, 금속간 화합물 매트릭스 내에 층 형상의 금속부를 포함하고, 층 형상의 금속부의 면적이, 금속간 화합물 함유층의 면적의 60%~95%이다.

[0011] 일 구체예에 의하면, 피복층은, 2개의 오버레이층과 이 2개의 오버레이층의 사이에 위치하는 금속간 화합물 함유층으로 이루어진다.

[0012] 일 구체예에 의하면, 오버레이층이 SnCu 합금을 포함하고, 금속간 화합물층이 SnNi 금속간 화합물 및 SnNiCu 금속간 화합물을 포함하며, 금속부가 금속 Ni를 포함한다. 바람직하게는, SnNi 금속간 화합물이 Ni_3Sn_4이고, SnNiCu 금속간 화합물이 $Sn_5(CuNi)_6$이다.

[0013] 일 구체예에 의하면, 금속간 화합물 함유층의 두께는 1~10㎛이고, 바람직하게는 2~5㎛이다.

[0014] 일 구체예에 의하면, 오버레이층의 두께는 1~30㎛이고, 바람직하게는 5~20㎛이다.

[0015] 일 구체예에 의하면, 기층이 라이닝층을 접착한 백메탈층이고, 피복층이 라이닝층 상에 마련된다. 라이닝층은, 구리기 합금 또는 알루미늄기 합금으로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0016] 일 구체예에 의하면, 슬라이딩 베어링은, 라이닝층과 피복층의 사이에 마련된 댐층을 추가로 구비한다. 댐층은, 니켈, 코발트, 철, 구리, 크롬, 아연, 알루미늄, 및 그들의 합금으로 이루어지는 군 중의 적어도 1개를 포함하는 것이 바람직하다.

[0017] 일 구체예에 의하면, 댐층의 두께는 0.5~10㎛이고, 바람직하게는 1~6㎛이다.

[0018] 일 구체예에 의하면, 피복층의 전체 두께가 5㎛~50㎛이다.

[0019] 본 발명의 다른 관점에 의하면, 상기의 슬라이딩 베어링의 제조 방법이 제공된다. 이 제조 방법은, 기층을 준비하는 단계와, 기층상에, 제 1 금속 또는 합금의 층을 부착시키는 단계와, 제 1 층 위에, 제 2 금속 또는 합금의 층을 부착시키는 단계와, 제 2 층 위에, 제 1 금속 또는 합금의 다른 층을 부착시키는 단계와, 임의 선택으로, 그 위에 제 2 및 제 1 금속 또는 합금의 층의 세트를 적어도 1세트를 부착시키는 단계와, 열처리 단계를 포함한다. 열처리 단계는, 제 1 금속 또는 합금의 층의 금속 원자의 확산을 가능하게 하는 온도까지 부착된 층을 가열하여, 제 1 금속 또는 합금의 층의 금속 원자가 제 2 금속 또는 합금의 층에 확산하여 반응하고, 제 2 금속 또는 합금을 잔존시키면서, 제 2 금속 또는 합금 내에 금속간 화합물을 형성한다.

[0020] 일 구체예에 의하면, 기층이 라이닝층을 접착한 백메탈층이다. 일 구체예에 의하면, 이 제조 방법은, 베어링 라이닝층 상에 댐층을 부착시키는 단계를 추가로 포함한다.

[0021] 본 발명 및 그 많은 이점을, 첨부의 개략 도면을 참조하여 이하에 보다 상세하게 서술한다. 도면은, 예시만의 목적으로, 몇 가지의 비한정적인 실시예를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은, 본 발명의 일 구체예에 의한 슬라이딩 베어링의 개략 단면도이다.

도 2는, 본 발명의 다른 구체예에 의한 슬라이딩 베어링의 개략 단면도이다.

도 3은, 슬라이딩면에 평행한 방향의 금속부의 연장을 도시한 개략도이다.

도 4는, 비소부성 시험에 의한 본 발명 시료와 비교재의 소부가 일어날 때까지의 시간의 비교이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 도 1에 본 발명의 슬라이딩 베어링(1)의 일례의 단면 구조의 개략도를 나타낸다. 슬라이딩 베어링(1)은, 백메탈(2) 및 백메탈에 접합된 라이닝층(베어링 합금층)(3)으로 이루어지는 기층, 임의 선택으로 마련되는 라이닝층 상의 댐층(확산 차폐층)(4), 및 댐층 상의 피복층(5)을 포함한다. 제 1 오버레이층(61), 금속간 화합물 함유층(7), 제 2 오버레이층(62)이 적층된 구조를 가진다. 제 1 오버레이층(61)의 표면이 슬라이딩면(10)을 구성한다. 금속간 화합물 함유층(7)은, 금속간 화합물로 이루어지는 금속간 화합물 매트릭스(8) 내에, 금속으로 이루어지는 금속부(9)가 존재한다. 금속부(9)는 층 형상으로 슬라이딩면(10)에 대략 평행하게 연장되지만 금속간 화합물 매트릭스(8)에 의해 분단되어 있다. 층 형상의 금속부(9)의 면적은, 금속간 화합물 함유층(7)의 면적의 60%~95%이다. 바람직하게는, 층 형상의 금속부(9)의 면적은, 금속간 화합물 함유층(7)의 면적의 70%~90%인 것이 바람직하다.

[0024] 백메탈(2)은, 본 발명에서는 특별히 규정하지 않지만, 강철이나 또는 청동 또는 알루미늄 합금 등의 임의의 적절한 재료로 할 수 있다.

[0025] 라이닝층(3)은, 임의의 적절한 재료로 할 수 있지만, 실제로는 구리 합금 또는 알루미늄 합금 중 어느 것이 사용된다.

[0026] 슬라이딩 베어링(1)이 고온에서 장시간 사용되면, 열적 영향에 의해 라이닝층(3)과 피복층(5)의 사이에서의 확산이 생기기 때문에, 이 확산을 방지하기 위해 댐층(4)을 마련하는 것이 바람직하다. 댐층(4)은, 니켈, 코발트, 철, 구리, 크롬, 아연, 알루미늄, 및 그들의 합금으로 이루어지는 군 중의 적어도 1개를 포함하며, 임의의 종래의 코팅법에 의해 부착된다. 라이닝층이 구리 합금인 경우는 댐층은 니켈을 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 댐층은, 금속, 합금뿐만 아니라, 금속간 화합물을 함유 또는 금속간 화합물로 되어 있어도 된다. 후술하는 열처리에 의해 금속간 화합물이 형성되는 경우가 있어, 금속 또는 합금층과 금속간 화합물층의 2층 구조 등의 다층 구조로 되어 있어도 된다.

[0027] 댐층(4)의 두께는, 통상은 0.5~10㎛의 범위이고, 바람직하게는 1㎛~6㎛의 범위로 할 수 있다. 댐층(4)의 두께는 목적에 따라 선택되며, 예를 들면, 댐층(4)을 두껍게 함으로써 우수한 베어링 합금 기능을 가져올 수 있고, 반대로 댐층(4)의 두께를 얇게 함으로써 피복층(5)의 마멸 시에도 우수한 친화성을 가져올 수 있다.

[0028] 피복층(5)은, 제 1 오버레이층(61), 금속간 화합물 함유층(7), 제 2 오버레이층(62)이 적층된 구조를 가진다. 상기의 예에 한정되지 않고, 본 발명에서는, 3개 이상의 오버레이층을 가지고, 오버레이층의 사이에 금속간 화합물 함유층을 가지는 구체예도 가능하다. 도 2에, 피복층이, 3개의 오버레이층(61', 62', 63')과 2개의 금속간 화합물 함유층(71, 72)을 가지는 슬라이딩 베어링(1)의 다른 예의 단면 구조의 개략도를 나타낸다. 이 예에서는, 피복층(5) 이외에는, 백메탈(2), 라이닝층(3), 댐층(4), 피복층(5')의 구성을 가지는 것은 상기와 같다.

[0029] 도시는 하지 않지만, 4층 이상의 오버레이층을 가지는 구성도 본 발명의 범위인 것은 말할 필요도 없다.

[0030] 피복층(5)에 있어서의 복수의 오버레이층(6)은, 동일한 조성으로 하는 것도 상이한 조성으로 해도 된다. 오버레이층(6)은, 주석, 비스무트, 납, 은, 인듐, 금, 안티몬, 알루미늄, 및 그들의 합금 중 적어도 1개를 포함할 수 있다. 오버레이층(6)은, 임의의 종래의 코팅법에 의해 부착시킬 수 있다.

[0031] 오버레이층(6)은, PTFE, 불소화 폴리머, 금속 황화물, 금속 불화물, 금속 황산염, 흑연 및 다른 연질 탄소질 입자, 육방정 질화붕소, 층 형상 규산염, 산화티탄, 산화아연 및 산화납, 및 다른 육방정 구조를 나타내는 입자로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종류 또는 복수 종류의 연질 입자도 포함할 수 있다. 또한, 오버레이층(6)은, 금속 산화물, 붕화물, 탄화물, 질화물, 황산염 및 규화물, 다이아몬드, 카본·나노튜브, 그래핀 및 다른 경질 탄소질 입자, 및 다른 입방정 구조를 나타내는 입자로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종류 또는 복수 종류의 경질 입자를 포함할 수 있다.

[0032] 피복층(5)에 있어서의 금속간 화합물 함유층(7)이 복수층 존재하는 경우, 그 금속간 화합물 매트릭스(8)는, 동

일한 조성으로도 상이한 조성으로도 할 수 있고, 금속부(9)도 동일한 조성으로도 상이한 조성으로도 할 수도 있다. 금속간 화합물 매트릭스(8)는, 임의의 종래의 코팅법을 사용하여 금속층을 부착시키고 다음에 열처리를 행하여 형성할 수 있으며, 적어도 2종류의 원소를 필요로 한다. 그 중 1종류는, 주석, 비스무트, 납, 은, 인듐, 금, 안티몬, 알루미늄의 군으로부터 선택되고, 다른 1종류 또는 복수 종류의 원소는, 니켈, 코발트, 아연, 은, 철, 구리, 크롬, 카드뮴, 알루미늄을 포함하는 군으로부터 선택할 수 있다.

[0033] 금속간 화합물 매트릭스(8) 및/또는 금속부(9)는, PTFE, 불소화 폴리머, 금속 황화물, 금속 불화물, 금속 황산염, 흑연 및 다른 연질 탄소질 입자, 육방정 질화붕소, 층 형상 규산염, 산화티탄, 산화아연 및 산화납, 및 다른 육방정 구조를 나타내는 입자로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종류 또는 복수 종류의 연질 입자도 포함할 수 있다. 또한, 금속간 화합물 매트릭스(8) 및/또는 금속부(9)는, 금속 산화물, 붕화물, 탄화물, 질화물, 황산염 및 규화물, 다이아몬드, 카본·나노튜브, 그래핀 및 다른 경질 탄소질 입자, 및 다른 입방정 구조를 나타내는 입자로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종류 또는 복수 종류의 경질 입자도 포함할 수 있다.

[0034] 피복층(5)에 있어서의 금속간 화합물 함유층(7) 중의 금속부(9)는, 니켈, 코발트, 아연, 은, 철, 구리, 크롬, 카드뮴, 알루미늄 등으로부터 선택할 수 있다. 금속부는 순금속으로 이루어져도 되지만 합금이어도 된다.

[0035] 금속부(9)는 층 형상 또는 박편 형상으로 슬라이딩면(10)에 대략 평행하게 연장되지만 금속간 화합물에 의해 분단되어 있다. 도 3은, 슬라이딩면(10)에 평행한 방향의 금속부(9)의 연장을 도시한 개략도이다. 층 형상의 금속부(9)는 슬라이딩면(10)에 수직한 방향으로 포개지는 경우는 실질적으로 없다. 층 형상의 금속부(9)의 면적은, 금속간 화합물 함유층(7)의 면적의 60%~95%, 바람직하게는 70%~90%이다. 여기서, 층 형상의 금속부(9)의 면적이란, 금속부(9)를 슬라이딩면(10)에 투영한 경우의 슬라이딩면(10)에 있어서의 투영된 금속부(9)의 면적이며, 금속간 화합물 함유층(7)의 면적은 슬라이딩면의 면적과 동일하다(단, 면적비의 측정은 이하와 같이 단면 관찰에 의해 행한다).

[0036] 층 형상의 금속부의 면적 비율의 측정은, 슬라이딩 베어링의 단면을, 광학 현미경 또는 주사형 전자 현미경(SEM)에 의해 관찰하여, 금속부의 슬라이딩면(10)에 평행한 방향의 길이를 측정하고, 금속간 화합물 함유층(7)의 길이와의 비를 구한다. 이 비는 면적비와 동일하다.

[0037] 본 발명의 슬라이딩 베어링은, 피복층(5)이 다층 구조를 가지고, 이상 부하 시에 금속간 화합물 함유층(7)이 그 부하에 의해 분산됨으로써 비소부성이 향상한다. 가령 최상부의 오버레이층이 마멸된 경우에도 금속간 화합물에 의해 마모 및 소부로부터 그 이후의 하층 부분을 보호한다. 그 때, 금속부(9)를 분단하는 금속간 화합물의 개소에 크랙이 생긴다고 생각할 수 있다. 그에 의해, 금속간 화합물 함유층에 큰 마찰력이 인가되어도 금속간 화합물 함유층 전체가 동시에 박리되지 않고, 국부적인 박리에 그친다. 금속부(9)를 분단하는 금속간 화합물의 개소는, 제품 열처리 시간의 조정에 의해 조정할 수 있으므로, 그 결과 금속간 화합물의 분단 사이즈를 제어할 수 있다. 오버레이층(6)의 막 두께, 재질, 적층수 등에 따라 적절한 분단 사이즈로 제어하는 것이 가능하다. 적절한 분단 사이즈는 0.1㎛~30㎛가 바람직하고, 더 바람직하게는 1㎛~ 20㎛이다.

[0038] 베어링 사용 용도에 따라 요구되는 막 두께, 재질, 적층수에 따라 금속부(9)의 분단 사이즈는 제어되지만, 어느 경우에 있어서도 금속부(9)를 비연속의 상태로 함으로써, 금속간 화합물 매트릭스(8)와 금속부(9)를 상호 배치하는 것이 가능하여, 이상 부하 시에 우수한 비소부성을 발휘하는 것이 가능하다.

[0039] 본 발명에 의하면, 금속간 화합물 함유층(7)과 오버레이층(6)의 얇은 층으로 이루어지고, 또한, 금속간 화합물 함유층(7) 중의 금속간 화합물 매트릭스(8)와 금속부(9)로 이루어지는 적층 다층 피복 구조가 만들어진다. 이와 같이 적층 피복 구조로 함으로써, 단일층과 동등한 총 두께를 유지하면서 각 층의 두께를 얇게 설정할 수 있어, 외부 하중 하에서의 소성 변형의 축적이 훨씬 저감됨으로써 피복의 피로 성능을 향상시킬 수도 있다.

[0040] 금속간 화합물 함유층(7)의 두께는 1~10㎛의 범위이고, 바람직하게는 2~5㎛의 범위이다. 이 구조에 의해 최선의 금속부(9)를 형성하여, 베어링의 비소부성 향상을 가져올 수 있다. 금속부(9)의 두께는 특별히 규정하지 않지만, 상기 효과를 가지기 위해서는 0.1㎛~0.5㎛가 바람직하다. 금속부(9)의 두께가 너무 크면 금속간 화합물이 적어져 상기 효과가 얻어지기 어려우므로, 금속간 화합물 함유층(7)의 두께의 30% 이하가 바람직하다.

[0041] 각 오버레이층(6)의 두께는 1~30㎛의 범위이고, 바람직하게는 5~20㎛의 범위이다. 각 오버레이층(6)의 두께는 목적에 따라 선택된다. 예를 들면, 오버레이층(6)을 두껍게 함으로써 슬라이딩면에서의 우수한 친화성, 이물 매수성이 얻어진다. 반대로 오버레이층(6)을 얇게 함으로써 슬라이딩면에서의 우수한 내피로성을 가져온다. 모든 오버레이층(6)을 모두 두껍게 함으로써 매우 우수한 친화성, 이물 매수성을 가져온다. 모든 오버레이층(6)을 모두 얇게 함으로써 매우 우수한 내피로성을 가져온다. 복층화에 의해 피복층(5) 전체로서의 층 두께를

확보함으로써 계속해서 우수한 친화성, 이물 매수성을 가져온다.

[0042] 다음에, 본 발명의 슬라이딩 베어링의 제조 방법을 설명한다. 먼저, 기층(라이닝층을 접착한 백메탈층이 바람직함)을 준비하고, 다음에 임의로 댐층을 부착시키고, 다음에 제 1 금속 또는 합금의 층을 부착시키고, 제 1 층 위에 제 2 금속 또는 합금의 층을 부착시키고, 제 2 층 위에 제 1 금속 또는 합금의 다른 층을 부착시킨다. 또한, 임의 선택으로, 그 위에 제 2 및 제 1 금속 또는 합금의 층의 세트를 1세트 또는 복수 세트를 부착시킨다. 부착 방법은, 도금, PVD 등의 종래 이용되는 방법이면 된다. 다음에, 이 부재에 열처리를 행한다. 상기의 금속간 화합물은 열처리에 의해 형성한다. 열처리에 의해, 제 1 금속 또는 합금의 층의 금속 원자가 제 2 금속 또는 합금의 층에 확산하여 반응하고, 금속 화합물을 형성한다. 그러나, 제 2 금속 또는 합금을 완전히 금속간 화합물로 하지는 않고, 제 2 금속 또는 합금이 층 형상으로 잔존하여, (상기에 정의한)그 면적율이 60%~95%가 되도록, 열처리 온도 및 시간을 조정한다.

[0043] 열처리는, 100℃~250℃, 바람직하게는 150℃~180℃의 온도에서 실행하는 것이 유리하다. 그보다 고온에서는, 오버레이층의 결정 구조가 변화하여 그 트라이볼러지 성능에 영향을 미칠 우려가 있고, 또한, 그보다 낮은 열확산 온도에서는, 처리 시간이 길어져 제조 비용이 증대한다. 열확산 공정의 시간은, 피복의 구성에 따라 조정하지만, 2시간~60시간, 바람직하게는 12시간~36시간으로 하는 것이 유리하다.

[0044] 본 발명에 의하면, 열확산에 의한 제조 방법에 의해, 복잡한 화학적 공정의 관리가 회피되고, 또한, 유해한 내부 응력이 경감되어, 품질 관리 및 제품 성능의 향상을 도모할 수 있다.

[0045] (실시예)

[0046] 적합한 구체예를, 예시로서만 설명한다.

[0047] 1.2㎜ 강(鋼)의 백메탈 상에 CuPb22Sn(22질량% Pb, 1.5질량% Sn, 잔부 Cu), Ni, SnCu3(3질량% Cu, 잔부 Sn), Ni, SnCu3을 표 1에 나타내는 두께로 도금에 의해 순서대로 부착시켰다. 다음에, 이 부재를 165℃에서 8시간의 열처리를 2회(합계 16시간) 행하여, 도 1에 나타내는 구조의 슬라이딩 베어링의 시료를 제작했다. 열처리에 의해 SnCu3과 Ni의 반응에 의해 금속간 화합물 $Sn_5(CuNi)_6$ 및 Ni_3Sn_4가 형성되었지만, Ni는 분단되면서도 최대 두께가 약 0.5㎛인 층 형상으로 잔존했다. Ni층의 면적율은, 약 80%였다. 열처리 후의 각 층의 두께를 표 2에 나타낸다.

표 1

[0048]

	성분	부착 두께
제 1 오버레이층	SnCu3	10μm
금속부	Ni	1μm
금속간 화합물	-	-
제 2 오버레이층	SnCu3	10μm
댐층	Ni	3μm
라이닝층	CuPb22Sn	0.3mm

표 2

[0049]

	성분	부착 두께
제 1 오버레이층	SnCu3	9μm
금속간 화합물층 7 (금속부 9)	$Sn_5(CuNi)_6$ + Ni_3Sn_4 (Ni)	3μm (0.1~0.5μm)
제 2 오버레이층	SnCu3	9μm
댐층	Ni, $Sn_5(CuNi)_6$ + Ni_3Sn_4	2μm
라이닝층	CuPb22Sn	0.3mm

[0050] 소부성 시험

[0051] 상기 표 2에 기재한 본 발명의 실시예 시료를, 비소부성을 조사하기 위해 소부성 시험에 제공했다. 비교재로서, 0.7㎜ 강의 백메탈 상에 CuPb22Sn(라이닝층):0.3㎜, Ni(댐층):2㎛, 및 SnCu3(피복층):20㎛를 도금 등에 의해 순서대로 부착시킨 시료를 제작했다. 비교재의 구성은, 피복층을 Sn-Cu 합금의 단층으로 한 것이 본 발명 시료와 상이하다.

[0052] 소부 성능 시험은 링·온·디스크 시험기로 오일 커트 조건에 의해 행했다. 시험 조건을 표 3에 나타낸다. 시험 방법은 이하와 같다.

[0053] 외경 φ27㎜, 내경 φ22㎜의 피시험부를 가지는 평판 형상의 공시재를 준비하고, 회전하는 환(環) 형상 상대재의 하부에 설치했다. 공시재에는 배후에 마련한 윤활유 급유구로부터 윤활유를 급유할 수 있도록 되어 있다. 공시재 하면에는 유압 장치가 마련되어, 유압에 의해 상대재에 대하여 가압할 수 있고, 공시재에 관련되는 마찰 토크 및 공시재 배면 온도를 측정할 수 있도록 되어 있다.

[0054] 먼저, 가압하지 않고 상대재를 회전시켜, 점차 회전수를 증가시킨다. 상대재의 주속(周速)이 2m/s, 배면 온도가 130℃에 도달한 시점에, 2분마다 2MPa의 페이스로 10MPa의 시험 하중까지 하중을 증가시킨다. 공시재에 대한 상대재로부터의 하중이 10MPa에 도달한 단계에서 윤활유 급유를 정지하고, 시험을 개시한다. 마찰 토크가 5Nm을 넘거나 또는 배면 온도가 200℃를 넘으면 소부가 발생했다고 판단했다.

[0055] 도 4에 소부성 시험의 결과를 나타낸다. 비교재는, 약 40분~75분에 소부가 발생한 것에 비하여, 본 발명의 슬라이딩 베어링은 103분~140분에 소부가 발생했다.

표 3

[0056]

공시재 형상 및 피시험부	평판 피시험부는 외경 φ27㎜, 내경 φ22㎜의 환 형상
시험 하중	10MPa
주속	2m/s
윤활유	SAE 10
공시재 배면 온도	130℃
상대재 재질	S55C
상대재 경도	500~600 Hv10
상대재 거칠기	Ra < 0.1μm
최대 시험 시간	200min

부호의 설명

[0057] 1 : 슬라이딩 베어링

2 : 백메탈

3 : 라이닝층

4 : 댐층

5, 5' : 피복층

6, 61, 62, 61', 62', 63' : 오버레이층

7, 71, 72 : 금속간 화합물 함유층

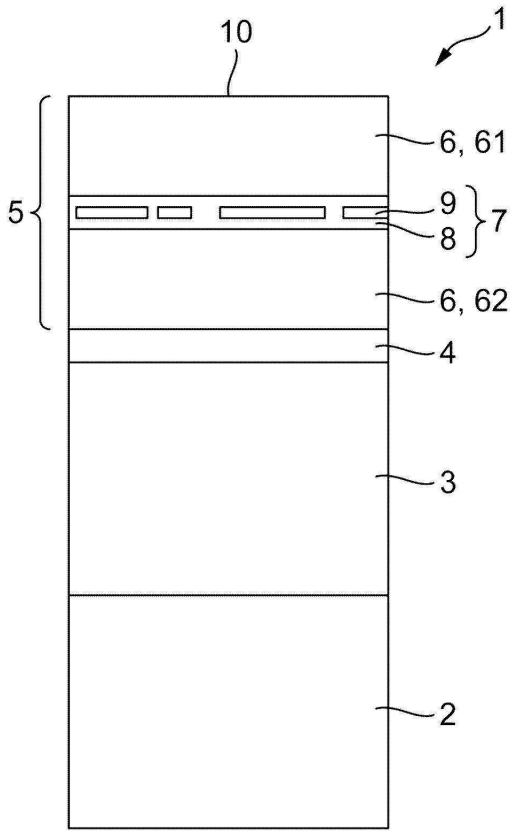
8 : 금속간 화합물 매트릭스

9 : 금속부

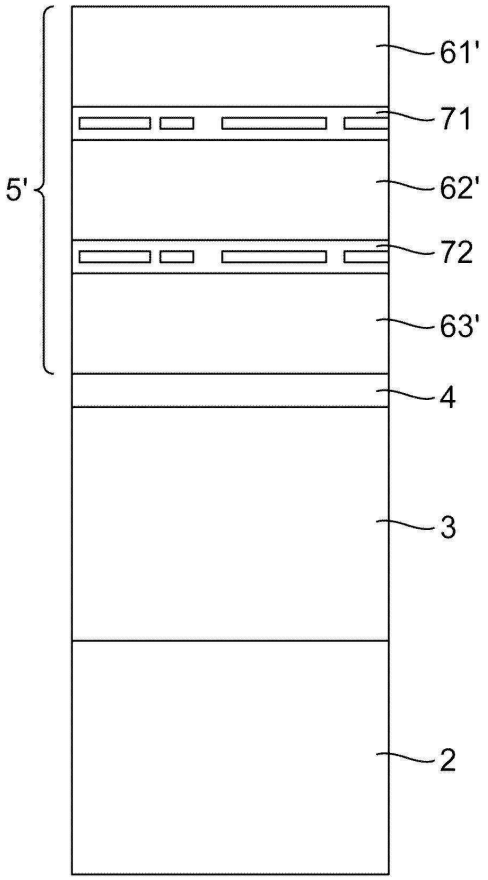
10 : 슬라이딩면

도면

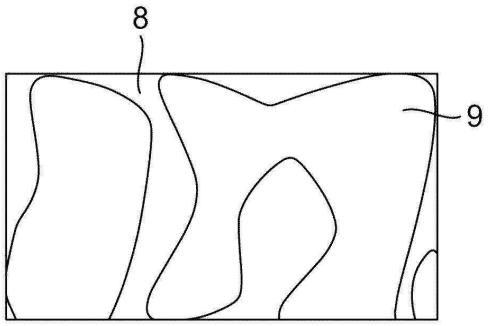
도면1



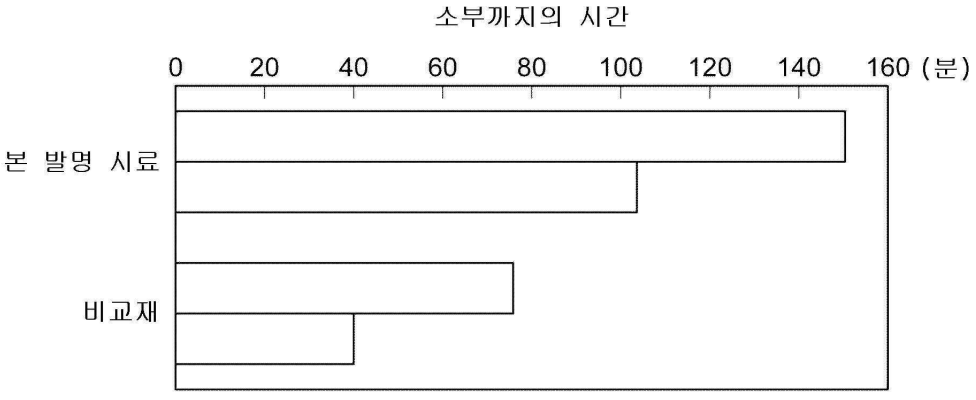
도면2


61'
71
5'
62'
72
63'
4
3
2

도면3


8
9

도면4


소부까지의 시간
0
20
40
60
80
100
120
140
160 (분)
본 발명 시료
비교재