



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2022년04월04일  
(11) 등록번호 10-2382450  
(24) 등록일자 2022년03월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F16C 33/10 (2006.01) C22C 13/02 (2006.01)  
F16C 33/12 (2006.01) F16C 33/14 (2006.01)  
F16C 33/24 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
F16C 33/10 (2013.01)  
C22C 13/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7015473
- (22) 출원일자(국제) 2018년12월27일  
심사청구일자 2020년05월29일
- (85) 번역문제출일자 2020년05월29일
- (65) 공개번호 10-2020-0072550
- (43) 공개일자 2020년06월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/048166
- (87) 국제공개번호 WO 2019/187448  
국제공개일자 2019년10월03일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2018-062026 2018년03월28일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP10046272 A\*  
KR1019850007812 A\*  
KR1020090028481 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
다이도 메탈 고교 가부시카가이샤  
일본 나고야시 나카쿠 사카에 2쵸메 3반 1고 나고야히로코지 빌딩 13층
- (72) 발명자  
하라 타케요시  
(우:484-0061) 일본국 아이치켄 이누야마시 오아자 마에하라 아자 덴도신덴 다이도 메탈 고교 가부시카가이샤 내
- (74) 대리인  
윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 8 항

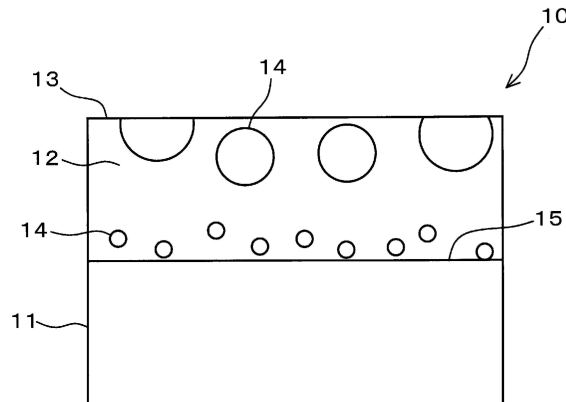
심사관 : 윤미연

(54) 발명의 명칭 **슬라이딩 부재 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

본 실시 형태의 슬라이딩 부재는, 이금층(裏金屬), 베어링 합금층 및 금속간 화합물을 구비한다. 베어링 합금층은, 이금층에 적층되고, 이금층과 반대측에 슬라이딩 면(摺動面)을 형성한다. 금속간 화합물은, 베어링 합금층의 조직 중에 포함되어, 베어링 합금층의 전체에서의 평균 경도보다도 단단하고, 베어링 합금층에 있어서 이금층에 가까운 쪽보다도 슬라이딩 면에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름이 크다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*F16C 33/12* (2013.01)

*F16C 33/14* (2013.01)

*F16C 33/24* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

이금층(裏金屬)과,

상기 이금층에 적층되고, 상기 이금층과 반대측에 슬라이딩 면(摺動面)을 형성하는 베어링 합금층과,

상기 베어링 합금층의 조직 중에 포함되고, 상기 베어링 합금층의 전체에서의 평균 경도보다도 단단하고, 상기 베어링 합금층에 있어서 상기 이금층에 가까운 쪽보다도 상기 슬라이딩 면에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름이 큰 금속간 화합물을,

구비하는 슬라이딩 부재.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속간 화합물은, 상기 슬라이딩 면 측에서의 입자의 평균지름이  $80\mu\text{m}$  이상인 슬라이딩 부재.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 금속간 화합물은, 상기 이금층 측에서의 입자의 평균지름(A)에 대한 상기 슬라이딩 면 측에서의 입자의 평균지름(B)의 비(比)의 값(B/A)이,

$B/A \geq 1.3$ 인 슬라이딩 부재.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 비의 값(B/A)은,

$B/A \geq 1.5$ 인 슬라이딩 부재.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 베어링 합금층은, Sn기(基)인 슬라이딩 부재.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 금속간 화합물은, Sn-Sb 합금인 슬라이딩 부재.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,  
상기 이금층은 강철(鋼)인 슬라이딩 부재.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항 기재된 슬라이딩 부재의 제조 방법이며,  
원환상(圓環狀)의 상기 이금층의 한쪽 면 측을 생각하면서, 상기 이금층의 다른 쪽 면 측에, 원심 주조에 의해 상기 베어링 합금층을 형성해서, 상기 베어링 합금층에 포함되는 상기 금속간 화합물의 입자 지름을 제어하는 슬라이딩 부재의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 슬라이딩(摺動) 부재 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 베어링 장치에 사용되는 슬라이딩 부재는, 상대 부재와 슬라이딩 이동하는 면(面) 측에 베어링 합금층을 구비하고 있다. 베어링 합금층은, 예를 들면 철강과 같은 이금층(裏金屬)과 적층됨에 따라 슬라이딩 부재로서 이용된다. 이 베어링 합금층은, 환경으로의 부하 경감을 도모하기 위해, 예를 들면 Cd, Pb 등을 포함하지 않는 재료의 사용이 요구된다. 종래, Sn이나 Cu를 주성분으로 하는 베어링 합금층에 있어서도 환경으로의 부하가 되는 물질을 포함하지 않고, 높은 강도의 요구에 부응하는 재료가 제안되었다(인용문헌 1, 2 참조).

[0003] 인용문헌 1의 경우, 베어링 합금층의 성분이 되는 Sn-Sb-Cu에, Co, Mn, Sc, Ge 등을 첨가함으로써 베어링 합금층에 석출되는 금속간 화합물을 미세화하고 있다. 따라서, 인용문헌 1의 슬라이딩 부재는, 강도의 향상을 도모하고 있다. 또한, 인용문헌 2의 경우, 주성분이 되는 Sn에 Zn을 첨가함으로써, 모상(母相)의 강도를 높이면서 동시에 금속간 화합물을 미세화하고 있다. 이에 의해, 인용문헌 2의 슬라이딩 부재는 강도의 향상을 도모하고 있다.

[0004] 그러나, 어떤 종래 기술도, 슬라이딩 부재의 베어링 합금층의 강도는 높아지지만, 내마모성은 충분히 확보할 수 없다. 즉, 인용문헌 1의 경우, 베어링 합금층에 포함되는 금속간 화합물은 미세화함으로써, 슬라이딩 면(摺動面)의 마모에 수반하여 베어링 합금층으로부터 탈락하기 쉬워진다. 따라서, 베어링 합금층의 마모가 진행되기 쉬워 내마모성이 저하되는 문제점이 있다. 마찬가지로, 인용문헌 2의 경우, 베어링 합금층의 모상의 강도를 높여도 미세화된 금속간 화합물은 베어링 합금층에서 탈락하기 쉬우며, 내마모성이 저하된다. 한편, 베어링 합금층의 내마모성을 향상시키기 위해 금속간 화합물의 입자 지름을 크게 하면, 모상과 금속간 화합물의 계면에서 크랙이 발생하기 쉬워진다. 발생한 크랙이 이금층과의 계면에 신장되면, 베어링 합금층과 이금층과의 계면(界面)에서는 박리가 발생할 우려가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공표 제2011-513592호  
(특허문헌 0002) 일본 특허공표 제2016-520715호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 따라서, 본 발명의 목적은, 내마모성을 향상하면서 동시에, 베어링 합금층과 이금층과의 접촉 강도도 높은 슬라이딩 부재를 제공하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 실시형태의 슬라이딩 부재는, 이금층과, 베어링 합금층과, 금속간 화합물을 구비한다. 베어링 합금층은, 상기 이금층에 적층되고, 상기 이금층과 반대측에 슬라이딩 면을 형성한다. 금속간 화합물은, 상기 베어링 합금층의 조직 중에 포함되어, 상기 베어링 합금층 전체에서의 평균 경도보다도 단단하고, 상기 베어링 합금층에 있어서 상기 이금층에 가까운 쪽보다도 상기 슬라이딩 면에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름(平均徑)이 크게 설정되어 있다.
- [0008] 이와 같이, 금속간 화합물은, 슬라이딩 면에 가까운 쪽에서 입자의 평균지름이 크고, 슬라이딩 면에서 먼 이금층에 가까운 쪽에서 입자의 평균지름이 작아진다.
- [0009] 금속간 화합물은, 베어링 합금층의 모상보다도 경도가 높다. 따라서, 베어링 합금층은 슬라이딩 면에 가까운 측에 입자의 평균지름이 큰 금속간 화합물이 존재함으로써 마모의 진행이 억제된다. 그 결과, 베어링 합금층은 내마모성이 향상된다. 슬라이딩 면 측에서의 입자의 평균지름은 70 μm보다 큰 것이 바람직하다. 한편, 금속간 화합물은, 이금층 측에서의 입자의 평균지름이, 슬라이딩 면 측에 가까운 측에서의 그것보다도 작다. 이에 의해, 베어링 합금층은, 모상과 금속간 화합물의 계면에서 크랙이 발생되기 어려워져, 베어링 합금층과 이금층과의 접착력이 충분히 확보된다. 이금층 측에서의 입자의 평균지름은 70 μm이하인 것이 바람직하다. 그리고 또한, 금속간 화합물의 입자의 평균지름이 작아짐에 따라 전체적으로 베어링 합금층의 강도 자체도 향상된다. 따라서, 베어링 합금층의 강도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 내마모성도 향상시킬 수 있으면서 동시에, 베어링 합금층에서의 크랙의 발생을 줄여서 이금층과의 접착 강도도 높일 수 있다. 본 실시 형태의 경우, 베어링 합금층에서의 금속간 화합물의 입자의 평균지름은, 슬라이딩 면 측에서 이금층측을 향해서 비례적으로 작아지는 영역을 갖는 것이 바람직하다. 베어링 합금층은, 금속간 화합물의 평균지름이 비례적으로 변화함에 따라, 온도의 변화에 따른 응력의 발생이 저감되고, 인성(靱性)의 확보를 용이하게 할 수 있다.
- [0010] 본 실시 형태의 슬라이딩 부재에서는, 상기 금속간 화합물은, 상기 슬라이딩 면 측에서의 입자의 평균지름이 80 μm이상인 것이 바람직하다.
- [0011] 이와 같이, 슬라이딩 면 측에서의 금속간 화합물의 입자의 평균지름을 80 μm이상으로 설정함으로써, 금속간 화합물은 마모의 진행을 억제하기 쉬워진다. 따라서, 내마모성을 확실하게 향상시킬 수 있다.
- [0012] 또한, 본 실시 형태의 슬라이딩 부재에서는, 상기 금속간 화합물은, 상기 이금층 측에서의 입자의 평균지름(A)에 대한 상기 슬라이딩 면 측에서의 입자의 평균지름(B)의 비(比)의 값(B/A)이,  $B/A \geq 1.3$ 인 것이 바람직하다. 그리고, 본 실시형태의 슬라이딩 부재에서는, 상기 비의 값(B/A)은,  $B/A \geq 1.5$ 인 것이 한층 더 바람직하다.
- [0013] 이와 같이, 입자의 평균지름의 비의 값을 설정함에 따라, 내마모성의 향상과 접착 강도의 향상이 양립된다. 즉, 이금층에 가까운 쪽과 슬라이딩 면에 가까운 쪽 사이에서 금속간 화합물의 입자의 평균지름에 충분한 차이를 생기게 함으로써 본 실시 형태의 슬라이딩 부재는, 큰 금속간 화합물의 입자에 의한 내마모성의 향상과, 작은 금속간 화합물에 의한 접착 강도의 향상이 양립된다. 따라서, 내마모성을 보다 향상시킬 수 있으면서 동시에, 이금층과의 접착 강도도 더 높일 수 있다.
- [0014] 본 실시 형태의 슬라이딩 부재에서는, 상기 베어링 합금층은 Sn을 주성분으로 하는 Sn기(基)이다. 또한, 본 실시형태의 슬라이딩 부재는, 상기 금속간 화합물은 Sn-Sb 합금이다. 본 실시 형태의 슬라이딩 부재에서는, 상기 이금층은 강철이다.
- [0015] 이와 같이, 베어링 합금층과 이금층을 다른 재료로 형성하는 경우에도 금속간 화합물의 입자의 평균지름을 이금층에 가까운 측에서 작게 한다. 이에 따라, 베어링 합금층에서의 크랙의 발생을 줄일 수 있으며, 이금층과의 접착 강도도 높일 수 있다.
- [0016] 본 실시형태의 슬라이딩 부재의 제조 방법에서는, 원환상의 상기 이금층의 한쪽 면 측을 냉각하면서 상기 이금층의 다른 쪽 면 측에, 원심 주조에 의해 상기 베어링 합금층을 형성해서, 상기 베어링 합금층에 포함되는 상기 금속간 화합물의 입자 지름을 제어한다.
- [0017] 소위 원심 주조를 이용함에 따라, 베어링 합금층은 이금층의 내주측에 균일하게 적층된다. 이 베어링 합금층이 되는 합금을 이금층에 주조할 때, 이금층의 베어링 합금층과 반대측의 면인 한쪽 면측은 냉각된다. 이때, 이금층의 한쪽 면 측의 냉각을 제어함으로써, 결정화하는 금속간 화합물의 입자 지름이 변화한다. 이에 따라, 베어링 합금층의 이금층에 가까운 측과 슬라이딩 면에 가까운 쪽에서의 금속간 화합물의 입자는, 평균지름이 정밀

하게 제어된다. 따라서, 베어링 합금층에서의 금속간 화합물의 입자 지름을 확실하게 다르게 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은, 일 실시 형태에 의한 슬라이딩 부재를 나타내는 모식도로서, 도 2의 I부분을 확대한 도면이고,
- 도 2는, 일 실시 형태에 의한 슬라이딩 부재를 나타내는 모식적인 사시도이고,
- 도 3은, 일 실시 예에 의한 슬라이딩 부재의 평가를 나타내는 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하, 슬라이딩 부재의 일 실시 형태를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0020] 도 1 및 도 2에 나타내는 바와 같이 슬라이딩 부재(10)는, 이금층(11) 및 베어링 합금층(12)을 구비하고 있다. 이금층(11)은, 예를 들면 Fe나 저탄소강을 비롯한 강철(鋼) 혹은 구리 합금 등으로 형성되어 있다. 베어링 합금층(12)은, 이금층(11)의 한쪽 단면 측에 적층되어 있다. 예를 들면, 도 2에 도시하는 바와 같이 이금층(11)을 원통상으로 형성하는 경우, 베어링 합금층(12)은 이금층(11)의 내주면 측에 설치된다. 베어링 합금층(12)은, 이금층(11)과 반대측의 단면에 슬라이딩 면(13)을 형성하고 있다. 슬라이딩 면(13)은, 도시되지 않은 상대부재와 슬라이딩 이동(摺動)한다.
- [0021] 베어링 합금층(12)은, Sn을 주성분으로 하는 Sn합금으로 구성된다. 베어링 합금층(12)은, 도 1에 도시하는 바와 같이 조직 중에 금속간 화합물을 포함하고 있다. 금속간 화합물(14)의 주성분은, 베어링 합금층(12)의 주성분인 Sn이다. 이 금속간 화합물(14)은, 베어링 합금층(12)의 평균 경도보다도 단단하다. 본 실시 형태의 경우, 베어링 합금층(12)은 Sn을 주성분으로 하고, 적어도 Sb가 첨가되어 있다. 이 경우, 베어링 합금층(12)은, 금속간 화합물(14)로서 Sn-Sb 화합물을 포함한다. 또한, 베어링 합금층(12)은, Cu나 Ag를 첨가해도 좋다. 이 경우, 베어링 합금층(12)은, 금속간 화합물(14)로서 Sn-Cu, Sn-Ag 화합물을 포함할 수 있다. 베어링 합금층(12)은, 예를 들면 Sn-Sb-Cu, Sn-Sb-Ag, Sn-Sb-Cu-Ag 화합물과 같이, 첨가 원소(X)를 갖는 Sn-X 화합물을 포함할 수도 있다. 그리고 또한, 베어링 합금층(12)은, 금속간 화합물(14)이 되는 원소에 한정되지 않고, 조직 중에 고용(固溶)하는 Bi, Cd, In 등을 포함할 수 있다.
- [0022] 본 실시 형태의 경우, 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14)은, 이금층(11)에 가까운 쪽보다도 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름이 크게 설정되어 있다. 이때, 입자의 평균지름이란, 베어링 합금층(12)을 관찰 한 임의의 시야에 있어서, 입자 지름이 큰 것에서 3개의 입자를 추출하고, 추출한 3개의 입자의 입자 지름의 평균값이다. 이금층(11)에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름은, 평균지름(A)으로 한다. 한편, 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름은, 평균지름(B)으로 한다.
- [0023] 본 실시 형태의 경우, 베어링 합금층(12)의 이금층(11)에 가까운 쪽에서는, 이금층(11)과 베어링 합금층(12)과의 계면(15)을 0 $\mu$ m으로 했을 때, 계면(15)에서 슬라이딩 면(13) 쪽을 향하는 두께 방향으로 10 $\mu$ m의 위치에서 510 $\mu$ m의 위치까지와 당해 두께 방향에 수직인 방향으로 500 $\mu$ m 사방의 범위에서 베어링 합금층(12)을 관찰해서 화상 해석을 실시한다. 그리고, 임의의 관찰 시야에 있어서, 관찰 시야에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자 중 입자 지름이 큰 것에서 3개를 추출한다. 입자의 평균지름(A)은, 이러한 추출된 3개의 입자 지름을 평균해서 산출한다.
- [0024] 또한, 베어링 합금층(12)의 슬라이딩 면(13)에 가까운 측에서는, 슬라이딩 면(13)을 0 $\mu$ m로 했을 때, 슬라이딩 면(13)의 위치에서 계면(15)을 향하는 두께 방향으로 500 $\mu$ m의 위치까지와 당해 두께 방향에 수직인 방향으로 50 $\mu$ m 사방의 범위에서 베어링 합금층(12)을 관찰해서 화상 해석을 실시한다. 그리고, 임의의 관찰 시야에 있어서, 관찰 시야에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자 중 입자 지름이 큰 것에서 3개를 추출한다. 입자의 평균지름(B)은, 추출한 3개의 입자 지름을 평균해서 산출한다.
- [0025] 입자지름의 측정 방법은, 예를 들면 외접원의 지름을 이용하는 방법, 대상이 되는 입자의 무게중심(重心)을 지나며 또 외곽의 2점을 연결하는 직선 중 최대가 되는 직선의 길이를 이용하는 방법 등, 임의의 방법으로 측정할 수 있다. 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자는, 반드시 구형이나 직육면체 등의 정형적이지 않고, 날뿔형상의 부분이 돌출된 일그러진 형상을 띠는 경우가 있다. 따라서, 화상 해석에 의해 임의의 방법을 채용하면 된다. 본 실시 형태에서는, 후자인, 대상이 되는 입자의 무게중심을 지나며 또 외곽의 2점을 잇는 직선 중 최대가 되는 직선의 길이를 입자 지름으로서 채용하고 있다.
- [0026] 본 실시 형태의 슬라이딩 부재(10)에서는, 금속간 화합물(14)은, 슬라이딩 면(13) 측에서의 입자의 평균지름

(B)이 80 μm 이상이다. 금속간 화합물(14)은, 베어링 합금층(12)의 Sn 모상보다도 경도가 높다. 이와 같이, 베어링 합금층(12)은 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽에, 입자의 평균지름이 평균지름(B)이 되는 비교적 큰 금속간 화합물(14)이 존재한다. 이에 따라, 베어링 합금층(12)은, 입자의 평균지름(B)이 크고, 경도가 높은 금속간 화합물(14)에 의해 마모의 진행이 억제된다. 즉, 베어링 합금층(12)에, Sn 모상보다도 경도가 높고, 비교적 큰 금속간 화합물(14)이 존재함으로써 베어링 합금층(12)에서의 마모의 진행은 경도가 높은 금속간 화합물(14)에 의해 억제된다. 그 결과, 베어링 합금층(12)은 내마모성이 향상된다.

[0027] 이에 비해, 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14) 모두를 평균지름(B)으로 설정하면, 다음과 같은 문제가 생긴다. 즉, 이금층(11)과 베어링 합금층(12)은, 선팡창계수가 다르다. 따라서, 슬라이딩 부재(10)에 온도의 변화가 생겼을 때, 이금층(11)과 베어링 합금층(12)과의 계면(15)에서는, 팽창량의 차이에 기인하여 베어링 합금층(12)의 이금층(11)에 가까운 쪽에 응력이 생긴다. 그 결과, 금속간 화합물(14)의 입자가 커지면, 모상과 이차상(二次相)인 금속간 화합물(14)과의 계면에 생기는 응력이 집중해서 커지기 쉬우며, 크랙이 발생할 우려가 있다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 이금층(11) 측에서의 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A)을, 슬라이딩 면(13) 측에 가까운 쪽에서의 입자의 평균지름(B)보다 작게 설정한다. 평균지름(A)을 평균지름(B)보다 작게 설정함으로써, 모상과 금속간 화합물(14)과의 계면에 생기는 응력을 작게 할 수 있다. 즉, 베어링 합금층(12)은, 이에 포함되는 금속간 화합물(14)의 평균지름(A)이 작기 때문에, 크랙의 발생이 억제된다. 그 결과, 베어링 합금층(12)은, 이금층(11)에 가까운 측에 있어서 크랙이 베어링 합금층(12)과 이금층(11)의 계면에 신장되기 어려워져, 접착 강도가 향상된다. 이에 따라, 베어링 합금층(12)은 이금층(11)으로부터 벗겨지기 어려워진다. 그리고 또한, 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(B)이 작아짐에 따라, 베어링 합금층(12)의 강도 자체도 전체적으로 향상된다. 따라서, 베어링 합금층(12)의 강도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 내마모성도 향상할 수 있으면서 동시에 베어링 합금층(12)에서의 크랙의 발생을 저감하여, 이금층(11)과 베어링 합금층(12)과의 접착 강도도 높일 수 있다.

[0028] 본 실시 형태의 슬라이딩 부재(10)에서는, 금속간 화합물(14)은, 슬라이딩 면(13) 측에서의 입자의 평균지름(B)이 80 μm 이상이다. 이와 같이, 슬라이딩 면(13) 측에서의 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(B)이 80 μm 이상임에 따라 금속간 화합물(14)은 충분히 큰 입자 지름을 갖게 된다. 그 결과, 금속간 화합물(14)은, 베어링 합금층(12)에서의 마모의 진행을 억제하기 쉬워진다. 따라서, 내마모성을 확실하게 향상시킬 수 있다.

[0029] 본 실시 형태의 슬라이딩 부재(10)에서는, 금속간 화합물(14)은, 이금층(11) 측에서의 입자의 평균지름(A)에 대한 슬라이딩 면(13) 측에서의 입자의 평균지름(B)의 비(比)의 값을 다음과 같이 설정한다. 즉, 비의 값(B/A)은,  $B/A \geq 1.3$ 로 설정한다. 그리고, 이 비의 값(B/A)은,  $B/A \geq 1.5$ 로 설정함에 따라, 베어링 합금층(12)의 보다 높은 내마모성의 향상과 크랙의 저감을 양립할 수 있다. 즉, 금속간 화합물(14)은, 이금층(11)에 가까운 쪽의 평균지름(A)과 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽의 평균지름(B)과의 사이에 충분한 차이가 발생함에 따라, 큰 금속간 화합물(14)의 입자에 의한 내마모성의 향상과, 작은 금속간 화합물(14)에 의한 접착 강도의 향상이 확실히 양립된다.

[0030] 이어서, 본 실시 형태에 따른 슬라이딩 부재(10)의 제조 방법에 관해서 설명한다.

[0031] 슬라이딩 부재(10)는, 원심 주조에 의해 제조된다. 구체적으로는, 이금층(11)으로서 도 2에 도시하는 바와 같은 원통상의 통(筒)부재가 준비된다. 그리고, 베어링 합금층(12)이 되는 용융한 합금은, 회전하는 이금층(11)의 내주측에 공급된다. 이금층(11)에 공급된 합금을 냉각함에 따라, 베어링 합금층(12)은 이금층(11)의 내주측에 형성된다. 이때, 이금층(11)은 베어링 합금층(12)이 주조되는 면과는 반대측의 외주면이 냉각된다. 이금층(11)의 외주면의 냉각은, 예를 들면 내뿜는 액체의 종류나 공급량에 따라서 변화한다. 이 이금층(11)의 냉각을 조정함에 따라, 이금층(11)의 내주측에 주조되는 베어링 합금층(12)의 냉각 속도가 변화한다. 이처럼 주조되는 베어링 합금층(12)의 냉각 속도를 변화시킴으로써, 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A) 및 평균지름(B)은 제어된다. 즉, 냉각 속도를 크게 하면 작은 평균지름(A)의 금속간 화합물(14)이 생성되고, 냉각 속도를 작게 하면 큰 평균지름(B)의 금속간 화합물(14)이 생성된다. 이에 따라, 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14)은, 이금층(11)에 가까운 측에서 작은 평균지름(A)으로, 슬라이딩 면(13)에 가까운 측에서 큰 평균지름(B)으로 제어된다. 비의 값(B/A)을 크게 하고 싶은 경우, 내뿜는 액체로서 물을 이용하고, 단위 시간당 공급량을 많게 하는 것이 바람직하다. 일례로서, 본 실시 형태의 경우, 슬라이딩 부재(10)는, 베어링 합금층(12)을 Sn합금으로 하고, 이금층(11)을 저탄소강으로 한다. 또한, 슬라이딩 부재(10)는, 외경을 600mm, 축 방향의 길이를 200mm, 이금층(11)의 두께를 12mm로 설정한다. 이 경우, 냉각시에 공급되는 물량은 2400~2800L/min, 냉각 시간은 13초이다.

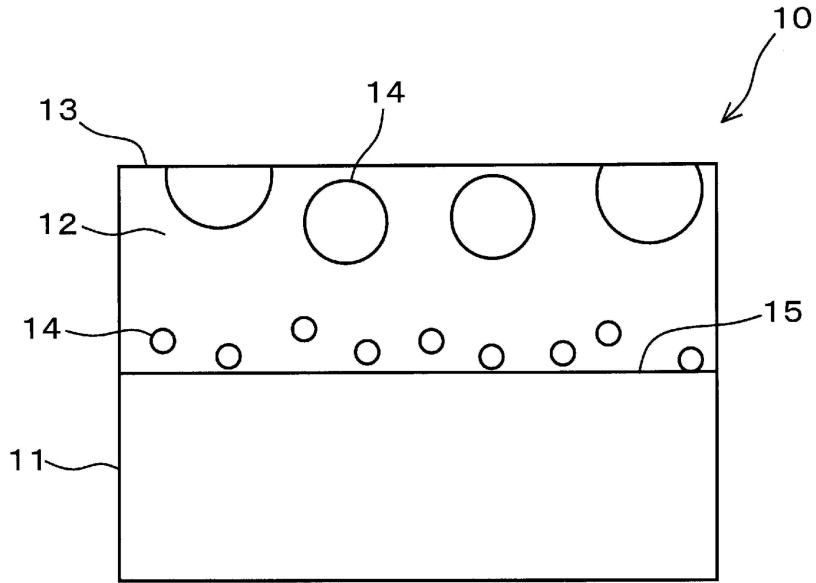
- [0032] 이하, 본 실시 형태의 슬라이딩 부재(10)의 실시 예를 도 3을 근거로 해서 설명한다.
- [0033] 실시 예에서는, 베어링 합금층(12)에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A) 및 평균지름(B)이 슬라이딩 부재(10)의 성능에 미치는 영향을 평가하고 있다. 구체적으로는, 슬라이딩 부재(10)의 평가는, 슬라이딩 부재(10)의 마모량, 및 이금층(11)과 베어링 합금층(12)과의 접촉 강도를 토대로 한다. 내마모성의 평가에서는, 상기의 제조 방법으로 제조된 슬라이딩 부재(10)에서 두께가 2mm인 평판상의 시험편을 깎아 내고, 이 시험편에 대해서 왕복 슬라이딩 시험을 실시했다. 왕복 슬라이딩 시험의 조건은, 왕복 슬라이딩 거리를 20mm, 슬라이딩 속도를 1.0mm/s, 왕복 횟수를 50회, 하중을 10N으로 설정했다. 접촉 강도의 평가에서는, 상기의 제조 방법으로 제조한 슬라이딩 부재(10)로부터 ISO 4386에 의거하여 베어링 합금층(12)의 두께를 3mm로 하고, 이금층(11)의 두께를 12mm로 한 차루마 시험편을 제작하였다. 그리고, 이 시험편에 대해서 접촉 강도 시험을 실시했다. 접촉 강도 시험 조건은, 10MPa/s로 설정했다. 그리고, 시험편은 마모량 및 접촉 강도를 평가했다. 슬라이딩 부재(10)의 마모량은, 4 $\mu$ m이하이면 우량품 「◎」, 4 $\mu$ m보다 크고 6 $\mu$ m이하이면 합격품 「○」, 6 $\mu$ m보다 크면 본 실시 형태에 해당하지 않는 불합격품 「×」로 하였다. 또한, 슬라이딩 부재(10)의 접촉 강도는 80MPa 이상을 우량품 「◎」, 70MPa이상이며 80MPa 미만을 합격품 「○」, 70MPa 미만을 본 실시 형태에 해당하지 않는 불합격품 「×」로 하였다.
- [0034] 도 3에 도시하는 바와 같이 실시 예에 해당하는 「시험편(1)」~「시험편(11)」은, 모두 이금층(11)에 가까운 쪽에서의 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A)보다도 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽에서의 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(B)이 크다. 따라서, 「시험편(1)」~「시험편(11)」은, 모두 마모량이 작고 또 접촉 강도가 높다. 이에 비해, 비교 예에 해당하는 「시험편(13)」은, 평균지름(A)보다도 평균지름(B) 쪽이 작다. 따라서, 「시험편(13)」은, 마모량이 커져있다.
- [0035] 실시 예에 해당하는 「시험편(1)」~「시험편(7)」, 「시험편(9)」 및 「시험편(10)」은, 슬라이딩 면(13)에 가까운 쪽에서의 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(B)이 80 $\mu$ m보다도 크다. 따라서, 「시험편(1)」~「시험편(7)」, 「시험편(9)」 및 「시험편(10)」은, 모두 마모량이 작다. 한편, 비교 예에 해당하는 「시험편(12)」~「시험편(14)」 및 「시험편(16)」은, 모두 평균지름(B)이 80 $\mu$ m보다 작다. 또한, 실시 예에 상당하는 「시험편(8)」 및 「시험편(11)」은, 평균지름(B)이 79 $\mu$ m이면, 80 $\mu$ m에 가깝기 때문에, 실시 예에 해당하는 다른 시험편보다도 약간 내마모성이 낮다. 이들로 인해, 베어링 합금층(12)에 있어서 슬라이딩 면(13)에 가까운 측에 포함되는 금속간 화합물(14)의 입자는, 그 평균지름(B)을 80 $\mu$ m보다 크게 설정함으로써 베어링 합금층(12)의 마모의 저감에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.
- [0036] 실시 예에 해당하는 「시험편(1)」~「시험편(10)」은, 금속간 화합물(14)의 평균지름(A)과 평균지름(B)의 비인 (B/A)가 모두 1.3이상이다. 따라서, 「시험편(1)」~「시험편(10)」은, 모두 이금층(11)과 베어링 합금층(12) 사이의 접촉 강도가 충분히 확보되어 있다. 특히, 「시험편(1)」~「시험편(5)」, 「시험편(9)」는, 모두 (B/A)가 1.5이상이다. 따라서, 이들 「시험편(1)」~「시험편(5)」, 「시험편(9)」은, 내마모성이 우수할 뿐만 아니라, 모두 이금층(11)과 베어링 합금층(12) 사이의 접촉 강도가 더 커져 있다. 「비교 예 16」는, (B/A)가 1.5보다도 크지만, 평균지름(B)이 50 $\mu$ m로 작다. 따라서, 「비교 예 16」는, 접촉 강도가 확보되지만, 내마모성이 낮다. 이 때문에 금속간 화합물(14)의 평균지름(A)과 평균지름(B)의 비의 값(B/A)은, 이금층(11)과 베어링 합금층(12) 사이의 접촉 강도에 영향을 주고, 이를 1.3이상으로 함으로써, 내마모성뿐만 아니라 접촉 강도가 향상되는 것을 알 수 있다. 그리고, 비의 값(B/A)을 1.5이상으로 함으로써 내마모성 및 접촉 강도는 한층 더 향상되는 것을 알 수 있다.
- [0037] 그 밖에, 비교 예에 해당하는 「시험편(12)」~「시험편(14)」은, 베어링 합금층(12)에서의 첨가 원소로서 Sb를 포함하고 있지 않다. 따라서, 이들 「시험편(12)」~「시험편(14)」은, 금속간 화합물(14)의 입경의 제어가 곤란하고, 평균지름(B) 및 비(比)의 값(B/A)이 원하는 범위에 포함되지 않는다. 그 결과, 베어링 합금층(12)의 마모가 진행되는 것을 알 수 있다. 또한, 「비교 예 15」는, 평균지름(B)이 80 $\mu$ m보다도 크지만, 비의 값(B/A)이 1.3보다 작고, 접촉 강도가 작다. 이것은, 「비교 예 15」는, 베어링 합금층(12)에 첨가되는 Sb가 20질량%로 과잉인 것이 원인으로 생각된다. 즉, Sb가 과잉인 「비교 예 15」는, 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A) 및 평균지름(B)이 커지기 쉬우며, 이금층(11)과 베어링 합금층(12) 사이의 접촉 강도에 영향을 주는 것으로 생각된다. 마찬가지로, 「비교 예 17」은, 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(B)이 80 $\mu$ m보다 크고 내마모성이 높지만, 비의 값(B/A)이 1.3보다 작고, 접촉 강도가 작다. 이 점에서, 금속간 화합물(14)의 입자의 평균지름(A)과 평균지름(B)의 비의 값(B/A)은, 이금층(11)과 베어링 합금층(12) 사이의 접촉 강도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

[0038]

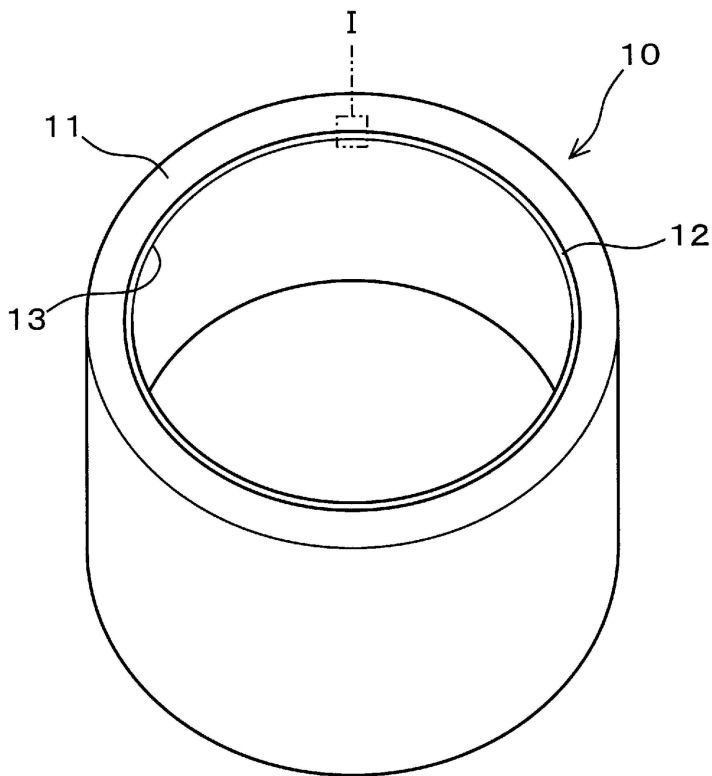
이상 설명한 본 발명은, 상기 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 그 요지를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 실시 형태로 적용 가능하다.

도면

도면1



도면2



도면3

시험편	성분(질량%)								입자의 평균지름(μm)			평가	
	Sn	Sb	Cu	Ag	Cd	In	Bi	A	B	B/A	접착강도	마모량	
실 시 예	1	rem.	9.8	6.1	4.9	0.5	—	—	60	94	1.57	◎	◎
	2	rem.	9.8	6.0	5.0	—	0.5	—	69	105	1.52	◎	◎
	3	rem.	10.1	5.9	4.9	—	—	0.5	70	117	1.67	◎	◎
	4	rem.	9.9	6.1	4.8	—	—	—	61	99	1.62	◎	◎
	5	rem.	10.0	—	5.0	—	—	—	45	85	1.89	◎	◎
	6	rem.	15.3	5.9	—	—	—	—	80	110	1.38	○	◎
	7	rem.	14.9	—	—	—	—	—	77	101	1.31	○	◎
	8	rem.	8.4	4.9	3.9	—	—	—	58	79	1.36	◎	○
	9	rem.	10.0	6.0	5.0	—	—	—	61	102	1.67	◎	◎
	10	rem.	11.5	7.1	6.1	—	—	—	79	114	1.44	○	◎
	11	rem.	8.0	6.1	5.1	—	—	—	71	79	1.11	○	○
비 교 예	12	rem.	—	5.9	5.0	—	—	—	38	41	1.08	◎	×
	13	rem.	—	6.0	—	—	—	—	31	28	0.90	◎	×
	14	rem.	—	—	4.9	—	—	—	23	26	1.13	◎	×
	15	rem.	20.0	—	—	—	—	—	100	110	1.10	×	◎
	16	rem.	7.1	3.9	2.9	—	—	—	32	50	1.56	◎	×
	17	rem.	12.9	8.2	7.0	—	—	—	110	130	1.18	×	◎