



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0049605
 (43) 공개일자 2010년05월12일

- | | |
|--|--|
| (51) Int. Cl.
C22C 1/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7003725
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년07월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2010년02월19일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2008/059233
(87) 국제공개번호 WO 2009/013178
국제공개일자 2009년01월29일
(30) 우선권주장
10 2007 033 902.1 2007년07월20일 독일(DE) | (71) 출원인
페데탈-모글 비스바덴 게엠베하
독일연방공화국, 65201 비스바덴, 스틸슈트라세 11
(72) 발명자
슈밋 홀저
독일 폰그스타르트 64319, 마인스트라세 32
옹호프 토마스
독일 비스바덴 65201 라이히사펠스트라세 5
삭스톤, 데이비드 엠
미국 미시간 48108, 앤 아버 바인야드 애버뉴 6106
(74) 대리인
조철현, 이범호 |
|--|--|

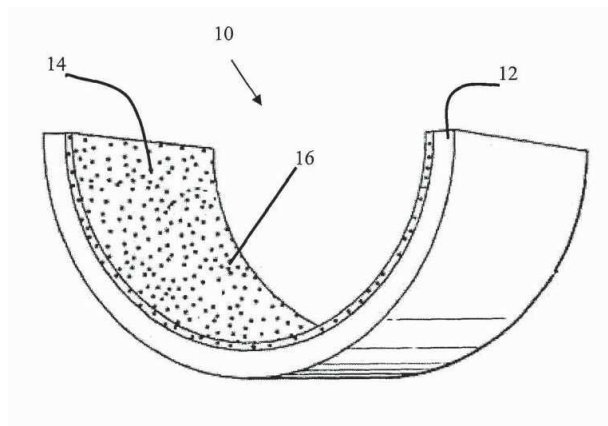
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 무납의 소결 슬라이딩 베어링 재료와 이를 제조하기 위한 소결 파우더

(57) 요약

본 발명은 구리계 또는 CuSn계 소결 매트릭스와 고휘 윤활제를 구비한 무납 슬라이딩 베어링 재료에 관한 것이다. 고휘 윤활제는 10 μ m 이하의 평균 입자 크기의 미세-결정 분포의 육방 보론니트라이드를 함유하고, 육방 보론니트라이드의 입자(16)들 덩어리는 200 μ m 이하이다. 또한 본 발명은 슬라이딩 베어링 재료를 제조하기 위한 소결 파우더, 강제 보호층이 마련된 슬라이딩 베어링 복합 재료 및 그러한 소결 슬라이딩 베어링 재료로 형성된 베어링 층에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기한 유형의 슬라이딩 베어링 복합 재료로 형성된 슬라이딩 요소에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

Cu 또는 CuSn계로 형성된 소결 매트릭스(18)와 고휘 운활제가 마련된 무납 운활 재료로서, 고휘 CuSn₈Ni 매트릭스는, 육방 보르니트라이드의 입자(16)들의 덩어리가 200 μm 이하이고, 10μm 이하의 평균 입자 크기의 미세 결정 분포로 존재하는 육방 보르니트라이드를 함유하는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 2

제1항에 있어서, 육방 보르니트라이드는 5 μm 내지 7 μm의 평균 입자 크기의 미세 결정 분포로 존재하는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 덩어리들은 80 μm 이하인 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 4

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서, 입자들의 덩어리는 소결 매트릭스(18)의 평균적으로 관찰되는 결정 크기 이하인 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 5

제4항에 있어서, 미국 재료 시험 협회 표준 E-112에 의해 측정되는 소결 매트릭스(18)의 관찰되는 평균 결정 크기는 2 내지 3.5인 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 6

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서, 육방 보르니트라이드는 운활 재료에서 전체 화합물의 0.05 내지 5 중량%의 양으로 존재하는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 7

제6항에 있어서, 육방 보르니트라이드는 운활 재료에서 전체 화합물의 0.05 내지 1 중량%의 양으로 존재하는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 8

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서, 매트릭스(18)는 0 내지 10 중량%의 주석을 함유하는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 9

제8항에 있어서, 매트릭스(18)는 CuSn₈Ni-브론즈 또는 CuSn₈Ni-브론즈로 형성되는 것을 특징으로 하는 무납 운활 재료.

청구항 10

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

경질 상이, Fe₃P, MoSi₂, c-BN로 구성되는 집합으로부터의 물질중 적어도 한 물질 의해서 형성되는 것을 특징으로 하는 무납 윤활 재료.

청구항 11

선행하는 청구항 중 어느 한 항에 따른 윤활 재료의 소결-융합 베어링 금속층(14)과 강제 지지층(12)이 마련된 윤활 화합물 재료.

청구항 12

제11항에 따른 윤활 화합물 재료로부터의 윤활 요소.

청구항 13

Cu 또는 CuSn계의 매트릭스 파우더가 마련된 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 윤활 재료의 제조를 위한 소결 파우더로서,

육방 보르니트라이드의 입자(16)들이, 육방 보르니트라이드의 입자(16)들의 덩어리가 200 μm 이하이고, 평균 입자 크기가 10μm 이하인 미세 결정 분포로 존재하는 것을 특징으로 하는 소결 파우더.

청구항 14

제13항에 있어서,

육방 보르니트라이드의 입자(16)들이 5 μm 내지 7 μm의 평균 결정 크기의 미세 결정 분포로 존재하는 것을 특징으로 하는 소결 파우더.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

덩어리들은 80μm 이하인 것을 특징으로 하는 소결 파우더.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 Cu 또는 CuSn 계의 소결 매트릭스(matrix) 및 고형 윤활제(lubricant)를 구비한 무납 윤활 재료에 관한 것이다. 또한 본 발명은 이를 제조하기 위한 소결 파우더, 강제 지지층을 구비한 윤활 혼합재, 및 그러한 소결-융합 윤활재 및 윤활요소의 베어링 금속층에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 구리로 형성되거나 또는 구리와 주석계의, 특히 브론즈 매트릭스를 기초로 하는 재료를 구비한 무납의 소결 윤활제는 납을 함유한 유사 재료들과 비교하였을 때 열 전도성이 우수하고 마모, 찢어짐 및 부식에 높은 강도를 나타내는 것으로 알려져 있다. 그와 같은 재료들의 개발은 납을 함유한 윤활 재료를 대체하기 위한 것이었는데, 그 이유는 납이 환경에 유해한 물질로 분류되었기 때문이다. 재료에 함유된 납이 고형 윤활제(solid lubricant)의 기능을 가지기 때문에 대체 재료 역시 그러한 기능을 가져야만 한다. 그렇지 않으면, 예를 들어 윤활 연질상(lubricating soft phase)이 없는 일-상의 브론즈 재료(one-phase bronze material)는 복합적인 마찰 환경 하에서 고착(seize-up)되는 경향이 증가하는 것을 보이게 된다. 이러한 관점에서, 이론적으로 그리고 실질적으로 일련의 다양한 조합에 관한 연구가 행해지고 사용되어 왔다.

[0003] 납을 제외하고 대부분의 일반적으로 사용되는 고형 윤활제들은 이황화몰리브덴(MoS₂)과 그래파이트(graphite)인데, 이들은 또한 고형 윤활제들로서 또 다른 매트릭스 재료에 기반한 다른 윤활 코팅들에 사용된다.

[0004] 예를 들어서, 미국 등록 특허 제6,613,453 B2호에는 주석 함량이 7 내지 13 중량%, 은 함량이 0.7 내지 2 중량%

이고, 선택적으로 이황화몰리브데늄이 최대 0.5 중량%이며 또한 선택적으로 그래파이트가 최대 2 중량%인 구리계의 소결 윤활층이 고행 윤활제로서 제안되었다.

- [0005] 유럽 공개 특허 제0 224 619 A1호에는 구리 합금의 납 함량을 감소시키고 동시에 5 내지 25 중량% 비율의 비스무트(bismuth)를 제공함으로써 부식이 대한 저항을 개선하려는 상이한 방향을 제시하고 있다. 납을 제거하는 데 있어서, 비스무트의 비율이 12 내지 20 중량%이고 주석의 비율이 1 내지 2 중량% 인 것이 바람직한 비율임이 알려져왔다.
- [0006] 위 점에서 시작하여, 독일 공개 특허 제10 2004 011 831 B3는, 주석이 10 내지 15 중량%, 비스무트가 0.5 내지 10 중량%, 그래파이트가 1 내지 12 중량% 이고 나머지는 구리로 형성된 소결 윤활 재료를 개시하고 있다. 그래파이트를 첨가하고 주석의 비율을 증가시킴으로써, 비스무트의 양이 감소될 수 있고 이를 통해서 윤활 재료의 비용이 감소된다. 더욱이, 이러한 혼합물은 납을 완전히 제거할 수 있게 하고 훌륭한 마찰 특성(tribological characteristics)을 제공한다. 확실히, 위와 같은 재료에 고행 윤활 그래파이트를 위한 결합 재료로서 사용되는 주석은 상대적으로 고가인 합금 재료이다. 결합 재료인 주석을 줄이고 동시에 윤활 재료인 비스무트를 줄이는 것은 가능한 것 같지 않다.
- [0007] 또한, 납과 유사한 비스무트는 대체로 납에 비해서 경도가 크고 더 깨지기 쉽지만 용융점이 낮다. 윤활 재료인 그래파이트와 이황화 몰리브데늄 역시 문제점이 있다. 이들은 지지층의 강재와, 또한 특정 환경에서는 익스펠러(expeller)의 재료와 화합물을 형성하고 베어링의 흐름 특성에 영향을 미친다.
- [0008] 특히, 평 베어링(plain bearing) 또는 부시(bush), 특히 기어 박스와 연소 엔진에서 나타날 수 있는 고하중 및 고온과 관련하여, 소결 재료의 고행 윤활제로서 이황화 탄소 또는 몰리브데늄은 화학적 내구성이 불충분하다. 더욱이, 주석의 함량을 증가시킴에 따라서 매트릭스의 열 전도성이 저하되고 베어링 온도가 결과적으로 증가한다는 점에 의하여 이와 같은 부정적인 특성은 더욱 증가한다.
- [0009] 또한, 육방 보르니트라이드(hexagonal boronitride, h-BN)가 고행 윤활제로 알려져 있다. 예를 들어서, 독일 특허문헌 제197 08 197호에서는 철계 매트릭스 재료에 파우더 혼합물 형태로서 육방 보르니트라이드 0.1 내지 3.5 중량%와 그래파이트 0.1 내지 3/5 중량%를 첨가하는 것이 제안되었다. 그리고 상기 파우더 혼합물을 농축화하고 구리 또는 구리 합금과 접촉시켜서 소결해서는 구리 또는 구리 합금이 소결체(sinter body)의 세공으로 침투되게 한다.
- [0010] 연질 성분 또는 고행 윤활제로서 육방 보르니트라이드를 사용하는 것은 "Surface & Coatings Technology 200(2005)" 1825 내지 1829 페이지에 기술된 레온(Leon) 등의 논문 "Ni-P-BN(h) 복합물 자기 촉매 코팅의 마모 기구(Wear mechanism of Ni-P-BN(h) composite autocatalytic coatings)"에 또한 개시되어 있다. 상기 논문에서는, 니켈-인을 기반으로 자기 촉매식으로 적용된 윤활층이 기술되어 있으며 그 마찰 특성에 대한 연구가 행해졌다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 한편 본 발명은, 특히 기계적으로 높은 응력을 받는 베어링에서 양호한 열 전도성을 제공하고 복합적인 마찰 환경에서 양호한 윤활 거동을 제공하는, 구리 또는 구리-주석 기반의 윤활제를 형성하는 것을 단순화하기 위한 것이다.
- [0012] 구리 매트릭스에 보르니트라이드 또는 h-BN을 사용하는 것은 독일 공개 출원 제12 93 967 A호와 독일 공개 출원 제103 05 808 A1호에서 제안되었다. 그렇지만, 이와 관련하여 사용 조건에 관한 정확한 정보는 알려진 바 없다.
- [0013] 본 발명의 목적은, 뛰어난 건식 운용 성능, 높은 내구성 및 낮은 반응성을 가지는 윤활제가 생성될 수 있고 강재 지지층에 양호한 소결 성능과 결합이 보장되는, 고행 윤활제로서 h-BN을 사용하는 구리 또는 구리-주석계의 개선된 재료를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 목적은, 청구항 1에 따른 윤활 재료, 청구항 14에 따른 소결 파우더, 청구항 12에 따른 윤활 복합 재료 및 청구항 13에 따른 윤활 요소에 의하여 달성된다.
- [0015] 본 발명의 발명자는, 육방 보르니트라이드 파우더를 구리 또는 구리-주석계의 매트릭스 파우더와 혼합하고 강재

스파인(steel spine)에 파우더 믹스(powder mix)의 관련된 직접 소결 융합 및 압연을 하여 재료 화합물을 생성하는 것과, 한편으로는 강제 기관과 베어링 재료 사이, 다른 한편으로는 강제 기관과 상하의 소결 피스(sinter piece)들 사이에서 충분히 강력한 결합력을 가지는 화합물을 생성하는 것이 가능하다는 것을 밝혀냈다.

- [0016] 세라믹, 육방 보르니트라이드는 입자 간에 존재하며 금속 재료 또는 금속 매트릭스와 물리적 또는 화학적 결합하지 않는다. 이황화 탄소 또는 몰리브데넘과는 반대로, 지지층의 강제 또는 익스펠러의 금속 간에는 상호작용이 존재하지 않는데, 이것은 베어링 또는 익스펠러의 유동 특성을 떨어뜨릴 수 있다. 또한, 최대 700℃의 온도에서 이것은 모터와 기어 오일들과 같은 기체 및 액체들에 완전히 불활성이고, 따라서 자동차 엔진과 기어박스에서 일반적인 활동적인 환경에 사용하기에 아주 적합하다.
- [0017] 본 발명에 따른 윤활 재료의 육방 보르니트라이드는 열 전달 성능이 상대적으로 높다. 그러나 고품 윤활제를 고장하는 것이 결합 재료 주석에 의존적인 것과 마찬가지로 매트릭스의 주석 함량을 감소시키는 것은 열 전도성을 상당히 증가시킬 수 있는데, 본질적으로 순수 구리의 열 전도성으로까지 증가시킬 수 있다. 이렇게 우선 마찰열을 신속하게 내보내고 다음으로 재료 내의 열을 균일하게 분포하는 것이 보장된다. 이것은 높은 작동 온도에서도 열적으로 안정적인 미세 구조를 보장하고 이를 통해서 고품 윤활제와 매트릭스 사이의 일정하게 양호한 결합을 보장한다. 따라서 윤활 재료는 모터, 내연 기관 및 자동식 기어박스에 사용하기에 아주 적합하다.
- [0018] 또한, 베어링 온도, 특히 윤활 실패 조건 또는 윤활 오일의 불균일한 제공과는 무관하게, 육방 보르니트라이드는 그 뛰어난 윤활 성능에 기초하여 고착되는 경향을 감소시키고 부시 또는 평 베어링의 마모 및 찢어짐에 대한 강도를 특히 복합적인 마찰 환경 하에서 증가시킨다.
- [0019] 잘 알려진 바와 같이, 매트릭스 재료는 중간 정도의 경도를 가지는데, 이는 고품 윤활제를 첨가함으로써 감소될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 육방 보르니트라이드를 사용하는 경우에 그러하다. 반면에, 그러나 뒤틀림이 증가하면 경도가 증가한다는 것이 알려져 있다. 그리고 고품 윤활제로서 h-BN 입자들을 내부 결합(in-binding)함으로써 재료의 고품화가 표준 고품 윤활제에서보다 매트릭스의 뒤틀림 정도에 덜 의존적이 되는 추가적인 효과를 나타낸다. 위와 같은 효과는 보르니트라이드의 비율이 증가함에 따라서 훨씬 강해진다. 이로부터 실질적인 장점은 결과적으로 재료가 그 고품성을 유지하고 따라서 재료에 요구되는 요청과는 무관하게 구체적 화합물에 의하여 최초로 설정된 그 형태를 조정할 수 있는 능력을 가지게 된다는 점이다. 이것은 베어링과 익스펠러 사이에서 부적절한 위치 설정으로 인하여 지지 에지들에서와 같이 베어링에 불균일한 응력이 가해지는 경우에 베어링의 사용 연한을 증가시킨다.
- [0020] 본 발명에 따르면, h-BN은 평균 결정 크기가 10 μm 이하인 미세 결정 분포를 나타낸다. 바람직하게는 평균 결정 크기는 5 내지 7 μm이다.
- [0021] h-BN 입자들의 크기 분포는 소결 결과로 변화되지 않고, 결과적으로 소결 파우더에 동일한 평균 결정 크기의 입자들이 재료 내에 있는 것으로 간주될 수 있다. h-BN 입자들의 양호한 균질 분포는 가압된 평균 결정 크기(stressed average grain size)로 설정되고, 따라서 브론즈 매트릭스의 이러한 입자들의 내부 결합이 충분히 강력하다. 이와 같은 방식으로, 내구적인 양호한 균일한 윤활이 전체 사용 연한 내내 보장된다.
- [0022] 본 발명에 따르면, 육방 보르니트라이드의 입자들이 적어도 부분적으로 응집되어서 입자들의 덩어리가 200 μm보다 크지 않다. 120 μm 이하의 크기가 바람직하고 80 μm 이하가 특히 바람직하다. 덩어리의 크기는 공지의 방식으로 설정되는데, 이 때 마이크로 그라운드 섹션(micro-ground section)들이 채용되고 이 그라운드 섹션들은 광학 현미경(light-optical microscope) 하에서 측정되어서는 덩어리의 관찰된 구체적 최대 길이가 도시된다.
- [0023] 바람직하게는 보르니트라이드 덩어리들은 소결된 매트릭스의 관찰된 평균 결정 크기보다 크지 않다. 미국 재료 시험 협회(ASTM) 표준 E-112에 따라 측정하면, 이것은 바람직하게는 2 내지 3.5 인데, 이것은 179.6 내지 106.8 μm의 횡단면에 대응한다.
- [0024] h-BN 덩어리들이 너무 크면, 이로 인해 소결 성능을 저하시키고 베어링 금속층과 강제 지지층 사이의 에지 영역들에서 결합상 문제를 야기한다. 보다 큰 덩어리를 형성하려는 경향은 베어링 금속의 그러한 전체 조성에서 h-BN 함량에 의지한다. 응집 정도는 적합한 그라인딩 기술과 주어진 h-BN 함량을 위한 소결 파우더의 그라인딩 기간에 의해 조정될 수 있다.
- [0025] 바람직하게는 윤활 재료의 전체 조성에서 육방 보르니트라이드의 비율은 0.05 내지 5 중량%, 특히 0.05 내지 0.3 중량%이고, 0.25 내지 2 중량%가 특히 바람직하다. 윤활 재료에서 보르니트라이드가 0.5 내지 1 중량%의 범위에 있을 때 최상의 결과가 얻어진다.

- [0026] h-BN 입자들의 비율이 전체 조성에서 0.05 중량% 미만이라면, 특히 복합적인 마찰 환경에서는 충분한 윤활이 보장되지 않는다. 더욱이, 소결이 수 차례 아주 낮은 h-BN 함량에서 행해진다면, 상부 표면에 자연적인 돌출부(bulge)가 형성될 수 있다.
- [0027] 바람직하게는 매트릭스는 주석이 0 내지 10 중량%이고, 특히 바람직하게는 주석이 2 내지 8 중량%이다.
- [0028] 특히 바람직한 실시예에서는, 매트릭스는 CuSn₈Ni-브론즈, 또는 CuSn₈Ni-브론즈로 형성된다.
- [0029] 본 발명의 바람직한 다른 태양에서는, 윤활 재료가 적어도 Fe₃P, MoSi₂, c-BN(입방 보르니트라이드)로 형성된 집합으로부터의 물질에 의해서 형성되는 경질상(hard phase)을 가지고 있다. 바람직하게는 경질 부분은 최대 3 중량%의 크기에 있으며, 사용 후에는 최대 1 중량%인 것이 특히 바람직하다. 마모 및 찢어짐에 대한 강도 및 소결 성능과 관련하여, 최상의 결과들은 0.01 내지 0.5 중량%의 범위에서 관찰된다.
- [0030] 바람직하게는, 본 발명에 따른 윤활 재료는 강제 지지층과 윤활 베어링 코팅이 구비된 윤활 복합 재료에 사용된다. 그러한 윤활 베어링 복합물로부터의 윤활 요소는 특히 이것이 부식 또는 베어링 셸을 형성하는 경우 특히 바람직하다.
- [0031] 본 발명의 다른 목적, 특징 및 장점들을 도면을 참조하여 예시적인 실시예들을 사용하여 이하에서 자세히 기술한다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명에 따른 윤활 재료는, 육방 보르니트라이드의 함량, 그 입자 크기 및 덩어리의 수준을 최적화하고 적절한 매트릭스 재료를 사용하면 일련의 유리한 특성이 조정될 수 있게 하고, 또한 일련의 유리한 효과들을 설정할 수 있게 하며, 또한 납을 포함하고 있는 재료들의 내구성과 형태를 조정하는 강도를 가질 수 있게 한다. 따라서, 본 발명에 따른 재료는 열을 전달하는 우수한 성능과 궁극적으로 본 재료의 사용이 어떠한 생태학적인 문제를 야기하지 않는다는 점 때문에 납을 함유하는 재료보다 뛰어나다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 특징을 구비한 베어링 하프-셸의 사시도.
- 도 2는 도 1에 따른 베어링 셸의 확대 단면도.
- 도 3은 본 발명에 따른 윤활 요소의 시험 과정의 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 베어링 하프 셸(10)로서 본 발명에 따른 윤활 요소의 도 1에 도시된 실시예는 예를 들어서 크랭크 샤프트 베어링들을 위한 대형 연결 베어링에 또는 내연 기관의 크랭크 샤프트의 주 베어링으로서 사용된다. 이것은 외측에 위치한 방사상의 강제 지지층(12)과 그 강제 지지층(12)의 내측에 위치한 방사상의 소결-융합 베어링 금속층(radial sinter-fused bearing metal layer)(14)을 구비한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 베어링 금속층(14)은 브론즈 매트릭스(18)을 구비하고, 그 브론즈 매트릭스에는 매우 균질하게 분포되어 있는 고품 윤활제로서 육방 보르니트라이드 입자(16)들이 마련되어 있다.
- [0035] 구리 또는 구리-주석 합금의 매트릭스, 특히 브론즈 매트릭스와 육방 보르니트라이드의 입자들을 구비한 베어링 금속층(14)의 윤활 재료는 소결 성능이 아주 뛰어나고 중간층을 적용하지 않고서도 강제 지지층(12)에 직접 충분한 결합 정착으로 소결-융합될 수 있다.
- [0036] 4 mm 직경의 샘플이 탄소강 100Cr6의 회전 디스크에 대하여 압착되는 CuSn₈Ni 매트릭스와 1 중량% h-BN의 본 발명에 따른 윤활 재료의 샘플을 이용한 핀-디스크 시험 시행 결과가 도 3에 주어진 측정값으로 도시되어 있다. 도 3의 상부 다이어그램에 마찰값(도시된 직선)이 시험 기간에 인가된다. 측정 중에, 하중 강도는 점진적으로 100 N으로부터 1100 N까지 증가되었다. 재료가 전체적으로 매우 낮은 마찰값을 가지고 있다는 점과, 최대 하중 시에도 재료의 마모 및 찢어짐의 징후는 보이지 않았다는 점이 밝혀졌다. 약 0.06으로부터 시작해서, 약 10분의 진행 시점 내에서 약 0.015까지 값이 감소하고 그 이후에는 거의 변하지 않았다.
- [0037] 온도의 작은 상승은 핀의 낮은 일정한 마찰값과, 윤활 재료의 높은 열 전도 성능을 나타내는 요소와 관련성을 가진다. 도 3의 가운데 다이어그램으로부터 22분 시점 이후에는 일정한 RPM에서 온도가 60 ° 로부터 80 ° 까지

상승한 것으로 기록되었다는 점을 알 수 있다.

[0038] 도 3의 아래에 있는 다이어그램은 일측은 마모 및 찢어짐 값을, 타측은 마모 모멘트(wear moment)를 도시하고 있다. 이 다이어그램은 10분 진행 시점 이후에서 하중의 증가에도 불구하고 뚜렷한 마모 발생은 더 이상 일어나지 않았다는 것을 보여주고 있다. 마모 모멘트 곡선도 동일한 사항을 보여주고 있다. 이것은 힘 하중(force load) 증가로 인한 중간 수준의 증가에도 불구하고 재료의 윤활 성능의 저하가 두드러지지 않는다는 점을 보여준다.

[0039] 다음 표 1에서, CuSn₃Ni-매트릭스 및 1.0 중량% h-BN 입자들로 구성되고 강제 지지층과 소결-융합 베어링 금속층이 구비된 본 발명에 따른 윤활제 화합물 재료의 4 개의 샘플들이 뒤틀림 하에서 시험되었다. 샘플 1 내지 4는 처음에는 강제 지지층의 두께가 동일하였다. 샘플 번호가 클수록 사용된 비소결 파우더 층의 두께가 증가한다는 것을 나타낸다. 최초 소결 후 샘플들은 중간에 있는 수단에 압연되었고 그리고 나서 개별 층들의 두께와 경도 값들이 측정되었다. 두께가 약 5% 감소되고 윤활 재료가 단부에 있는 수단으로 가져가지는 추가적인 소결 단계와 다른 압연 단계(rolling step) 후에, 개별 층들의 두께와 경도가 다시 측정되었다. 동일한 단부 수단에서의 소결층의 초기 두께뿐만 아니라 베어링 금속층의 두께와 변형 수준에 관계없이, 본질적으로 금속 베어링층은 완전히 압연된 상태에서 동일하게 유지되는 경도를 가진다는 점이 밝혀졌다. 재료의 낮은 최종 경도의 상태는 두 번째 소결 단계와 후속 압연 단계에 본질적으로 의지한다.

표 1

[0040]

압연 단계	1	2	3	4
첫번째 소결 후의 표본의 전체 두께(mm)	2.27	2.32	2.36	2.4
강제층의 두께(mm) -진행도중	1.10	1.12	1.08	1.08
강제층의 두께(mm) -완료시	1.05	1.04	1	1
베어링 금속층의 두 께(mm) -진행도중	0.59	0.58	0.62	0.62
베어링 금속층의 두 께(mm) -완료시	0.56	0.57	0.58	0.6
전체 두께(mm) -진행도중	1.69	1.70	1.70	1.70
전체 두께(mm) -완료시	1.61	1.61	1.58	1.6
전체 감소량(%)	29	31	33	33
강제 경도(HBW 1/30/10) -진행도중	195	201	195	190
강제 경도(HBW 1/30/10)-완료시	140	139	145	147
베어링 금속 경도(HBW 1/5/30) -진행도중	185	177	181	177
베어링 금속 경도(HBW 1/5/30) -완료시	93	82	91	94

[0041] 동일한 매트릭스 재료 CuSn₃Ni에서 시작해서, 베어링 층의 경도가 시험되었는데, 이는 h-BN 함량에 1차적으로 지배되고 2차적으로는 베어링 금속층의 변형 정도에 지배된다. 측정 값들이 표 2에 기재되어 있다. 순수 소결된 매트릭스 재료(샘플 5)로부터 시작해서, 이 샘플이 그 초기 상태에서 상대적으로 높은 경도를 보이고 경도가 크게 증가하는 것은 변형 정도에 지배된다는 점이 밝혀졌다. h-BN 함량이 증가함에 따라서, 최초 경도와 베어링 금속층 형성 시의 경도 증가 모두 감소한다. 이것이 의미하는 것은, 첫째 h-BN 함량이 높으면 연질 베어링 금속

층이 형성될 수 있다는 점과, 둘째 이 영역의 층의 경도는 후속 공정에 의해서는 h-BN 함량을 전체적으로 조정하는 것에 비해서는 조정이 거의 행해질 수 없다는 점이다. 그와 같은 층의 이점은 뒤틀림 정도와 따라서 층에 인가된 하중과는 전적으로 무관하게 그 형태를 조정할 수 있는 성능이 괄목하다는 점이다. 따라서 형태를 조정하는 성능은 그러한 재료를 사용하는 경우 불균일한 하중 상황에서 조차도 실제로 변화되지 않고 유지된다. 넓은 영역에서 베어링 금속층의 경도를 조정하기 원한다면 낮은 h-BN 함량이 선택되어야만 하고, 이로써 변형 정도를 통해서 조정 성능을 증가시킬 수 있다.

표 2

[0042]

샘플	h-BN 함량(중량%)	경도	
		1. 라인 HBW 1/30/10 2. 라인 HBW 1/5/30	변형(%)
5	0	144	20
		104	6.7
6	0.5	140	19.1
		95	7.4
7	1	138	20.6
		97	6.7
8	2	126	20
		93	6.7
9	4	98	21.4
		83	3.9

[0043]

이하의 표 3에서, 본 발명에 따른 윤활 재료는 고행 윤활제로서 납을 사용하는 CuSn₃Pb₂₃으로 형성된 비교 재료와 순수 CuSn₈Ni 매트릭스로부터 유래하는 두 개의 비교 재료와 대비된다. 순수 브론즈 매트릭스의 비교 재료들 둘 모두 최종 압연 단계에서 다양한 압축을 통해서 105 HBW 내지 130 HBW의 밴드 재료의 여러 초기 경도로 설정되었다. 납을 포함하는 전형적인 베어링 금속 재료들은 70 HBW의 상대적으로 낮은 경도를 가진다. 또한, 이러한 재료들은 베어링 쉘 내로 변형됨으로써 매우 낮은 고행성을 경험한다는 것이 알려져 있다. 이러한 특성에 기초해서, 이들은 그 형태를 조정할 수 있는 모범적인 성능을 가지고 있는데, 이것은 작동 중에, 변형 또는 과하중의 경우에도 저하되지 않는다. 따라서 납을 포함하는 재료들은 측정 로드(measuring rod)와 같은 대부분의 적용 예에서 사용된다.

표 3

[0044]

경도(HBW 1/5/30)	밴드 재료(베어링 금속)	베어링 쉘(베어링 금속)
CuSn ₈ Ni+h-BN 1 중량%	92	104
비교 재료들		
CuSn ₃ Pb ₂₃	70	85
CuSn ₈ Ni 연결	105	125
CuSn ₈ Ni 경질	130	150

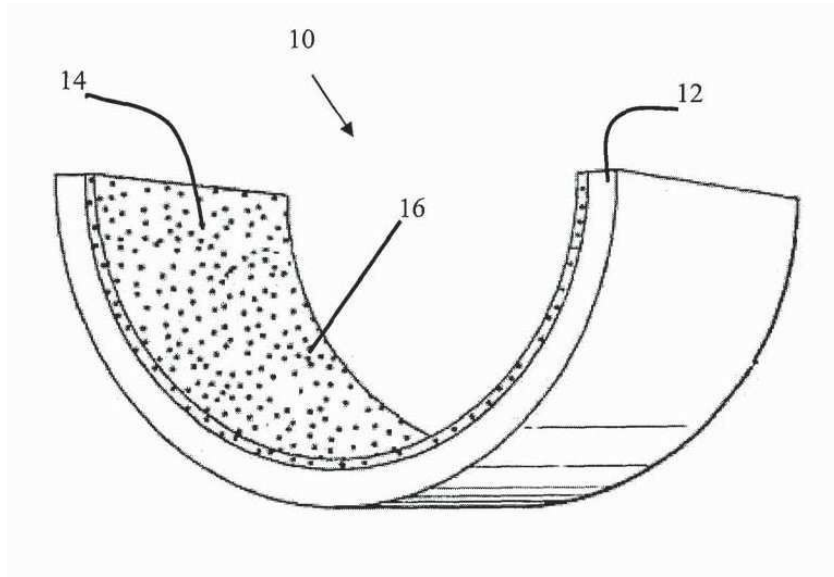
부호의 설명

[0045]

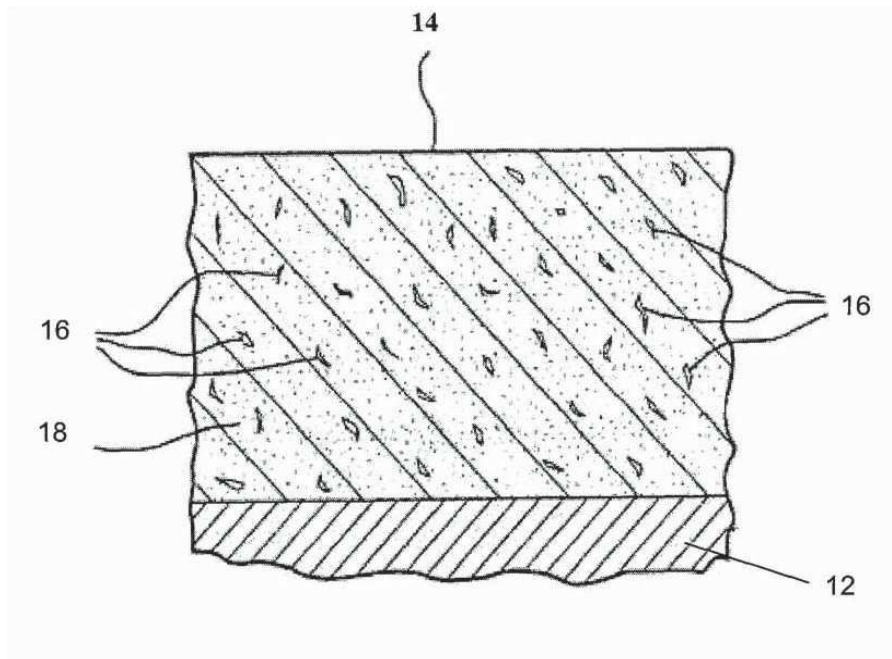
- 10: 베어링 하프-셸
- 12: 강제 지지층
- 14: 베어링 금속층
- 16: 보르니트라이드 입자들
- 18: 매트릭스

도면

도면1



도면2



도면3

