



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0031743
(43) 공개일자 2009년03월27일

(51) Int. Cl.

C22C 21/00 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)
F16C 33/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7001206

(22) 출원일자 2009년01월20일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2009년01월20일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2007/002497

국제출원일자 2007년07월05일

(87) 국제공개번호 WO 2008/003965

국제공개일자 2008년01월10일

(30) 우선권주장

0613526.3 2006년07월07일 영국(GB)

(71) 출원인

말레 인터내셔널 게엠베하

독일, 70376 슈투트가르트, 프라그슈트라세 26-46

(72) 발명자

맥미킨, 케네스, 맥클레오드 (사망)

영국 에어서 케이에이10 6티제이 트룬 배러시 6
베리데일로드

브릿지맨, 레이몬드

영국 에어서 에이치1 4유포 킬말녹 카프링톤 4 커
닝햄 드라이브

(74) 대리인

김윤배, 강철중, 조영신

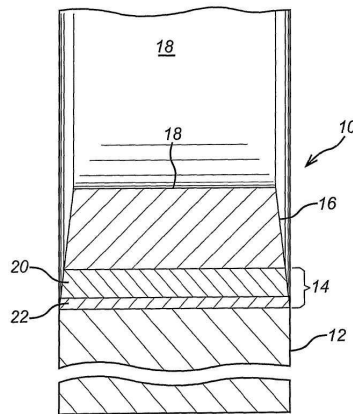
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 알루미늄 베어링 합금

(57) 요약

알루미늄계 베어링 합금 재료 및 이것으로 만든 베어링이 개시되고, 베어링 재료는 5-10 중량% 주석; 0.8-1.3 중량% 구리; 0.8-1.3 중량% 니켈; 1.5-3 중량% 실리콘; 0.13-0.19 중량% 바나듐; 0.8-1.2 중량% 망간; 0.4-0.6 중량% 크롬, 불가피한 불순물과 함께 잔량의 알루미늄을 포함하는 조성을 갖는다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

5-10 중량% 주석; 0.8-1.3 중량% 구리; 0.8-1.3 중량% 니켈; 1.5-3 중량% 실리콘; 0.13-0.19 중량% 바나듐; 0.8-1.2 중량% 망간; 0.4-0.6 중량% 크롬; 불가피한 불순물과 함께 잔량의 알루미늄을 포함하는 조성물을 가지는 알루미늄계 베어링 합금 재료.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주석 함량은 5.5 내지 7 중량%인 베어링 합금 재료.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 합금은 적어도 MnCrV의 금속간 입자를 포함하는 구조 내에 금속간 입자들의 분배를 가지는 베어링 합금 재료.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 금속간 입자들의 크기가 일반적으로 10 μm 미만인 베어링 합금 재료.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른, 알루미늄계 베어링 합금 재료의 슬라이딩 표면을 갖는 라이닝을 함유하는 베어링.

청구항 6

제5항에 있어서, 베어링 재료 라이닝과 강한 배킹 재료 사이에 끼워진 알루미늄계 재료의 중간층을 갖는 베어링.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 중간층 그 자체는 다수의 다른 알루미늄 합금 재료들을 포함하는 베어링.

청구항 8

제8항에 있어서, 상기 중간층은 두개의 층; 알루미늄-구리-망간 합금의 제1층과 알루미늄-실리콘 합금의 제2층을 포함하는 것인 베어링.

청구항 9

실질적으로 명세서와 도면에 관하여 앞서 설명된 바와 같은 알루미늄계 베어링 합금 재료.

청구항 10

실질적으로 명세서와 도면에 관하여 앞서 설명된 바와 같은 베어링.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 알루미늄계 베어링 재료와 특히, 비록 제한적이지는 않지만, 유체역학적으로 유효한 엔진 크랭크축 베어링의 재료로 만든 슬라이딩 베어링의 생산에 관한 것이다.

배경기술

<2> 높은 효율의 내연 기관은 강한 배킹(backing) 또는 강철 등과 같은 기관 재료에 몇몇 방법으로 결합된, 구리계 합금이나 알루미늄계 베어링 합금을 포함하는 크랭크축 베어링을 통상적으로 사용했다. 또한 베어링 합금의 실제 가공 표면, 즉 엔진 크랭크축 저널 표면에 면한 표면은 납-주석, 납-주석-구리 또는 납-인듐 등과 같은 상대적으로 더 부드러운 금속 합금의 얇은 코팅인, 소위 오버레이 코팅이 종종 제공되었다. 오버레이 코팅의 목적은

베어링에 순응성(conformability)과 오물 매몰성(dirt embeddability)을 제공하는 것이다. 순응성은 베어링과 샤프트 표면 사이의 작은 기계적 오정렬을 수용하도록 허용하는 베어링의 특성이고 오버레이 합금 능력을 측정하여 적용 부하(applied load)를 분배한다. 오물 매몰성은 윤활유에 있는 부스러기 입자들이 샤프트의 스코어링(scoring)과 같은 손상없이 부드러운 오버레이 합금에 매몰되어지는 특성이다. 오버레이로 코팅된 베어링은 몇 가지 기술적 이점을 가지는 반면, 상대적으로 매우 노동 집약적 과정인 전기도금 또는 스퍼터(sputter) 증착으로 오버레이가 증착되기 때문에, 만드는 것이 고가라는 상당한 단점을 갖는다.

- <3> 자동차 제조자들은 더 저렴한 가격으로 구입하기 위해 오버레이 코팅이 없는 베어링을 자주 요구한다. 그러나, 특히 고티크출력을 보유하지는 않지만, 몇몇 엔진들은 이들의 디자인 때문에, 크랭크축 베어링에 고부하를 부과하거나 베어링과 샤프트 저널 사이의 특히 얇은 오일 필름을 가져, 결국 베어링 표면의 소위 "스커프(scuffing)"을 일으키기 쉽다. 스커프는 크랭크축 저널 표면과 베어링 표면 사이의 금속간 접촉이 발생하는 곳, 즉 접촉 점에 오일 필름이 금속간 접촉을 허용하는 것을 단절하는 것이다. 스커프는 사실상의 소착(seizure:늘어 붙음) 및 이로인한 베어링의 실패없이 순간적인 금속간 접촉과 연관된다. 그러나, 오버레이로 코팅된 베어링은 특히 스커프 내성인 반면, 대부분의 통상적인 구리와 알루미늄계 합금은 오버레이 없이 사용될 때 스커프 내성 면에서 상대적으로 약하다. 스커프에 견디는 능력이 합금의 순응성 척도이다. 스커프와 반대로, 소착은 합금의 적합성(compatibility)의 부족과 관련있고, 발생할 때 통상적으로 베어링(및 가능하게는 엔진의)의 실패를 야기한다.
- <4> 본 출원인의 GB 2 358 872는 5-10 중량% 주석; 0.7-1.3 중량% 구리; 0.7-1.3 중량% 니켈; 1.5-3.5 중량% 실리콘; 0.1-0.3 중량% 바나듐; 0.1-0.3 중량% 망간, 불가피한 불순물 이외에 잔량의 알루미늄을 포함하는, 슬라이딩 베어링, 주로 유체역학적으로 윤활된 엔진 베어링을 위한 알루미늄계 베어링 합금을 개시하고 있다. 강철등과 같은 강한 배킹 재료에 결합될 때 이 베어링 합금은 우수한 피로강도를 가지고, 또한 상기에서 설명되는 바와 같이 오버레이 코팅없이 사용될 때 그리고 알려진 다른 고-강도 알루미늄계 베어링 재료와 비교할 때 뛰어난 스커프 내성을 나타낸다.
- <5> 그러나, 최근 예를 들면, 상대적으로 작고, 높은-회전속도의 터보-차지된(turbo-charged) 디젤 엔진과 같은 고티크출력의 엔진에 대한 개발은 여전히 스커프에 높은 내성을 요구하고, 소착 또한 피로와 마모에 대한 증가된 내성, 즉 더 높은 강도를 현재 요구한다. 그러나, 오버레이 코팅의 사용을 막는 부득이한 비용이 여전히 존재한다. 대개, 증가된 피로강도와 유지되거나 증가된 스커프 및/또는 소착 내성의 두가지 요건들은 서로 양립하지 않는다; 더 높은 강도는 대개 스커프/소착 내성의 감소를 야기한다.
- <6> 우리는 지금 증가된 강도 및 증가된 소착 내성의 서로 양립할 수 없는 요건들을 놀랍게도 충족시키는 알루미늄계 베어링 재료에 대한 조성물을 발견하게 되었다.

발명의 상세한 설명

- <7> **발명의 요약**
- <8> 본 발명의 첫번째 관점에 따르면, 5-10 중량% 주석; 0.8-1.3 중량% 구리; 0.8-1.3 중량% 니켈; 1.5-3.0 중량% 실리콘; 0.13-0.19 중량% 바나듐; 0.8-1.2 중량% 망간; 0.4-0.6 중량% 크롬; 불가피한 불순물 이외의 잔량의 알루미늄을 포함하는 조성물을 갖는 알루미늄계 베어링 재료 합금이 제공된다.
- <9> 명세서 전체에 걸쳐, "알루미늄계" 라는 용어는 그 안에 가장 큰 단일 성분으로서 알루미늄을 갖는 조성물을 의미한다.
- <10> 본 발명의 바람직한 구현예에서, 주석 함량은 5.5-7.0 중량%를 포함한다.
- <11> 통상적으로, 유체역학적으로 윤활된 상태 하에서 엔진 크랭크축 베어링이 사용될 때, 본 발명에 따른 합금은 강철이나 청동 등과 같은 강한 배킹 재료에 결합될 수 있다. 그러한 재료를 생산하기 위한 생산 과정은 기본 알루미늄 합금을 주조하고, 열-역학적 과정에 의해 주조 합금을 가공하여 원하는 치수로 이것의 두께를 줄이고, 그리고 나서 합금을 압연 압력 웰딩 등과 같은 과정으로 강한 배킹 재료에 결합시키는 통상적으로 알려진 방식을 따른다.
- <12> 주조 상태로 있을 때와 또한 최종 베어링 라이닝(lining)으로 처리될 때, 본 발명에 따른 알루미늄계 합금 베어링 재료는 그 중에서도 MnCrV를 포함하는 금속간 상(Intermetallic Phase)을 갖는다. 주조 재료에서 상은 각을 이룬 형태이고 전형적으로 50-100 μm의 최대 치수를 갖는다. 완전히 가공된 재료에서 금속간 상은 불규칙적인 모양에 각이 적고 전형적으로 5-10 μm의 최대 치수를 갖는다. 최종 합금 재료에서 금속간 화합물이 강한 배킹에

결합될 때, 금속간 화합물은 조성물과 분배 모두에서 복잡하다. 예를 들어, 압연(rolling) 등에 의해 만들어진 합금에서, 금속간 화합물은 부서지고 압연 방향에서 연신된 클러스터(cluster)로, 그리고 또한 상기한 바와 같은 크기의 개별 입자로 주석의 영역에서 나타난다. 입자들 그 자체는 크롬, 바나듐 및 가프늄은 실리콘을 갖는 망간; 실리콘 및 망간; 및, 구리 및 니켈의 집합물이다.

<13> 본 발명에 따른 베어링 합금은, 상기 명시된 GB 2 358 872에 따라 공지된 합금과 비교하여, 대략 0.75 중량% 이상의 망간과 0.4-0.6 중량% 크롬의 추가된 함량을 갖는다. 이는 베어링 형태로 있을 때 더 높은 진성 강도 및 더 높은 피로강도를 제공해온 합금 경도를 이끈다. 그러므로 본 발명에 따른 재료는 이러한 점에서 소착 내성을 유지하는, 실질적으로는 증가시키는 것이 매우 놀라운 것이다. GB 2 358 872에 따른 합금은 91 MPa 및 85 MPa의 전형적인 피로율 및 소착율을 갖는 반면, 본 발명에 따른 베어링 합금은 100 MPa 및 90 MPa의 전형적인 피로율 및 소착율을 갖는다.

<14> 빈번하게, 형성된 베어링은 알루미늄 합금과 강한 배킹 재료 사이의 중간층에 제공된다. 본 발명의 관점에서 그러한 중간층 재료는 알루미늄이나 또다른 알루미늄 합금 등 일 수 있다. 중간층은 예를 들어 열-역학적 가공 과정 동안 압연 가압 결합 단계에 의해 원하는 재료의 포일을 알루미늄 합금에 결합하는 것과 같은 주요 알루미늄 베어링 합금의 가공 동안 한 단계로 제공될 수 있다. 알루미늄과 알루미늄 합금 중간층은 베어링 기술분야에서 잘 알려져 있고, 최종 엔진 베어링의 피로 강도를 증진시키거나 유지시키는 것과 통상적으로 관련된 여러 이유로 사용될 수 있다. 예를 들면, 주석과 같이 상대적으로 높은 함량의 연성, 저융점 금속상이 합금 조성물에 사용되는 경우, 중간층의 사용 연성상이 고온 작업동안 강철 경계면에 베어링 합금으로 이동하는 것을 막을 수 있어서, 피로 강도를 감소시키는 것이 발견되었다. 몇몇 경우에서, 중간층의 재료 그 자체가 베어링의 피로 강도를 증진시킬 수 있음이 발견되었다.

<15> 본 발명에서 바람직한 중간층은 알루미늄 합금 베어링 재료와 강한 배킹 재료 사이에 끼어진 두-층의 중간층을 실질적으로 포함한다. 그러한 중간층의 예는 알루미늄-구리-망간 합금의 알루미늄 합금 베어링 재료에 접한 제1층과 알루미늄-실리콘 재료의 강한 배킹 재료에 접한 제2층을 포함한다. 제1층의 조성물의 예는 중량%로: Al / 0.05-0.2 Cu / 1-1.5 Mn이고; 그리고, 제2층의 조성물의 예는 중량%로: Al / 8 Si이다.

<16> 일반적인 면에서, 알루미늄 합금 베어링 재료는 베어링에서 약 0.25-0.35 mm의 두께를 가질 수 있고 중간층은 베어링에서 약 0.025-0.35 mm 두께를 가질 수 있다. 강한 배킹 재료는 엔진 디자인 매개변수에 따라 약 1 mm 이상의 상대적으로 넓은 두께 범위를 가질 수 있다.

<17> 본 발명의 두번째 관점에 따르면, 본 발명의 첫번째 관점을 따른 알루미늄계 베어링 합금 재료의 라이닝을 갖는 엔진 베어링이 제공된다.

<18> **발명의 상세한 설명**

<19> 도 1은 본 발명에 따른, 베어링 합금 라이닝을 갖는 전형적인 베어링(10)의 부재의 도식적 단면도를 나타낸다. 베어링은 강철의 강한 배킹 재료의 층(12), 중간층(14) 및 슬라이딩 베어링 표면(18)을 갖는 베어링 합금 라이닝의 층(16)을 포함한다. 중간층(14) 그 자체는 Al-0.1 Cu-1.2 Mn의 조성을 가지는 베어링 합금 라이닝(16)에 접하고, 중간층(14) 총 두께의 약 90%를 차지하는 제1층(20); 그리고, Al-8% Si 조성을 가지는 배킹(12)에 접하고 중간층(14) 총 두께의 약 10%를 차지하는 제2층(22)인 두개의 층을 포함한다:

<20> 피로 및 소착 테스트를 위한 베어링은 다음의 일반적인 절차에 따라 만들어졌다:

<21> 1) 중량%로 Al-5.85Sn-1.8Si-0.8Ni-0.9Cu-0.13V-0.8Mn-0.4Cr의 조성을 가지는 합금 재료는 반-연속 주조 공정에 의해 주조되었다;

<22> 2) 주조 합금은 4시간 동안 350°C에서 균질화되도록 열처리 되었다;

<23> 3) 주조 합금은 여러 단계의 압연 및 인터스테이지 어닐링을 포함하는 열-기계 가공 기술에 의해 처리되었다;

<24> 4) 압연 합금은 압연 가압 결합에 의해 중간층 재료로 피복된 후, 수회의 압연 및 어닐링 단계가 이어졌다;

<25> 5) 피복된 합금은 결합 단계 후 압연 가압 결합과 열처리에 의해 강철 스트립에 결합되었다;

<26> 6) 테스트 용 샘플 베어링은 형성된 베어링 합금/강철 복합 스트립으로부터 통상적인 기술로 만들어졌다.

실시 예

<31> 테스트 베어링 또한 본 발명의 베어링 합금에 따른 상기한 설명과 비슷한 생산 공정에 따라 선행 기술의 다른

비교 합금으로 만들어졌다. 테스트된 모든 합금의 조성은 아래 표 1에 나타냈다.

<32> 표1- 합금 조성물

<33>

재료	조성물(중량%)							
	Sn	Si	Ni	Cu	V	Mn	Cr	Al
본 발명 합금	5.85	1.8	0.8	0.9	0.13	0.8	0.4	잔량
비교 1	18.0	-	-	1.0	-	-	-	"
비교 2	6.1	2.15	1.0	1.0	0.15	0.23	-	"
비교 3	9.9	2.6	-	1.0	0.2	0.13	-	" +Ti 0.07

<34> 상기 합금의 기계적 특성들은 아래 표 2에 나타냈다.

<35> 표 2- 기계적 특성들

<36>

재료	라이닝 경도 (hv)	UTS (MPa)	& 파열에 대한 연신	인성*
본 발명 합금	57.6	187	10.7	13.3
비교 합금 1	34	117	18.5	14.4
비교 합금 2	54	176	16.3	19.1
비교 합금 3	50	161	19.1	20.5

<37> * 인성 = (0.66 X UTS) X 연신. / 100. 이는 강도와 내구성 사이의 관계를 제공하는 상대적 비이고 단위는 없다.

<38> 피로 내성 및 소착 내성에 관한 테스트 결과는 아래 표 3에 나타냈다.

<39> 표 3- 피로 및 소착 내성 결과

<40>

재료	사파이어 L-N 200hr 부하 수용량	피로 상대적 사파이어 스커프 내성	상대적 사파이어 소착 내성
본 발명 합금	100	스커프의 증거 없음	90
비교 합금 1	55	스커프의 증거 없음	58
비교 합금 2	91	스커프의 증거 없음	85
비교 합금 3	77	스커프의 증거 없음	69

<41> 상기 테스트 결과로부터, 특히 베어링 형태일 때 본 발명에 따른 베어링 재료의 성능 매개변수에 관한 표 3에서, 상기 표 2에서 입증된 바와 같이 일반적으로 본 발명의 합금이 더 높은 경도와 UTS로부터 기대되지 않는 소착 내성에서 놀라운 향상을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 더욱이, 과거 경험으로부터, 표 2에 나타난 파열에 대한 연신의 약간의 감소 또한 소착 내성의 저하가 기대된다는 것을 나타낼 수 있다. 스키퍼핑 내성 또한 우리의 GB 2 358 872의 대상 합금인 비교 합금 2와 비교하여 낮지 않았다.

도면의 간단한 설명

<27> 본 발명이 더 잘 이해될 수 있게 하기 위해, 실시예는 첨부된 도면과 관련하여서만 설명의 목적으로 주어질 것이다:

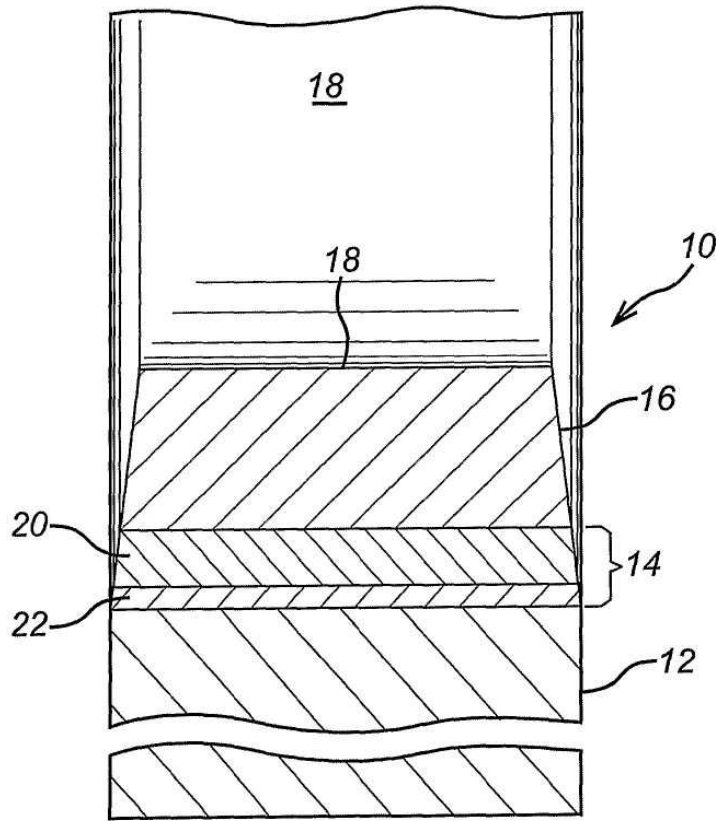
<28> 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 합금 베어링 재료 라이닝을 갖고 구성층을 나타내는 베어링을 통해 도식적으로, 스케일 없이, 축 방향으로 절단된 단면도이고;

<29> 도 2는 본 발명에 따른 알루미늄 합금 라이닝과 다른 비교 합금을 갖는 베어링의 피로 강도를 나타내는 막대그래프이고; 그리고

<30> 도 3은 본 발명에 따른 알루미늄 합금 라이닝과 비교 합금을 갖는 베어링의 소착 내성을 나타낸 막대 그래프이다.

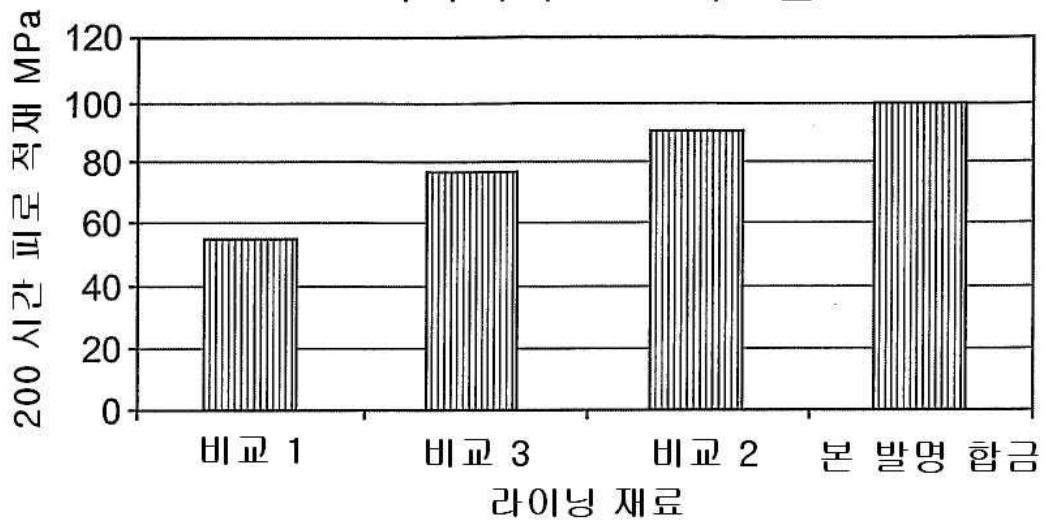
도면

도면1



도면2

사파이어 L-N 피로율



도면3

