(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월23일
(11) 등록번호 10-2013886
(24) 등록일자 2019년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C22C 9/04* (2006.01) *F16C 33/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C22C 9/04* (2013.01)
*F16C 33/06* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7029668
(22) 출원일자(국제) 2015년05월13일
심사청구일자 2016년11월14일
(85) 번역문제출일자 2016년10월24일
(65) 공개번호 10-2016-0145039
(43) 공개일자 2016년12월19일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/060566
(87) 국제공개번호 WO 2015/173291
국제공개일자 2015년11월19일
(30) 우선권주장
10 2014 106 933.1 2014년05월16일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
US20120020600 A1*
US20090022620 A1*
KR1020160125380 A
KR101784748 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**오토 푹스 카게**
독일 마이네르츠하겐 데어슐라거 슈트라쎄 26 (우: 데-58540)
(72) 발명자
**프레트, 토마스**
독일 57392 슈말렌베르크 말로부 18
**구메르트, 헤르만**
미국 41749 피르젠 슈타우퍼슈트라쎄 15
**리츠, 뵤른**
독일 47809 크레펠트 회프너슈트라쎄 82
(74) 대리인
**특허법인 남앤남**

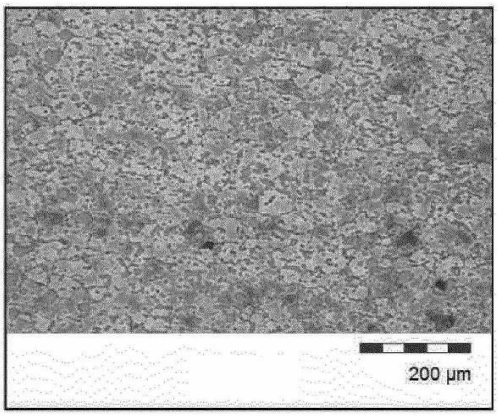
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 조현정

(54) 발명의 명칭 **고인장 황동 합금 및 합금 제품**

## (57) 요 약

본 발명은, 58-66 중량% Cu; 1.6-7 중량% Mn; 0.2-6 중량% Ni; 0.2--5.1 중량% Al; 0.1-3 중량% Si; ≤ 1.5 중량% Fe; ≤ 0.5 중량% Sn; ≤ 0.5 중량% Pb; 및 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn을 포함하는 고인장 황동 합금에 관한 것이다. 또한, 이러한 합금 조성을 갖는 고인장 황동 제품, 및 고인장 황동 합금으로 제조되는 이러한 제품을 제조하는 방법이 설명된다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*F16C 2204/10* (2013.01)
*F16C 2360/24* (2013.01)

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

고인장 황동 합금으로서,

58-64 중량% Cu;

5-7 중량% Mn;

4.3-4.7 중량% Ni;

4-6 중량% Al;

0.5-2.5 중량% Si;

0.1-1.5 중량% Fe;

≤ 0.3 중량% Sn;

≤ 0.5 중량% Pb; 및

불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn을 포함하며,

상기 고인장 황동 합금 내에서, 상대적으로 연질인 α 페이즈가 상대적으로 경질인 β 페이즈의 그레인 경계에 놓이는,

고인장 황동 합금.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

60-62 중량% Cu;

5.8-6.2 중량% Mn;

4.3-4.7 중량% Ni;

4.9-5.1 중량% Al;

1.3-1.7 중량% Si;

0.9-1.1 중량% Fe;

≤ 0.1 중량% Sn;

≤ 0.1 중량% Pb; 및

불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn을 포함하는,

고인장 황동 합금.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 고인장 황동 합금의 합금 조성을 갖는 고인장 황동 합금 제품으로서,

0.2% 항복 강도($R_{P0.2}$)가 760-810 MPa 범위에 있도록, 인장 강도($R_m$)가 780-920 MPa 범위에 있도록, 그리고 파단점 신율($A_5$)이 1-8 % 범위에 있도록, 열간 성형 및 어닐링에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는,

고인장 황동 합금 제품.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

제 9 항에 있어서,

상기 고인장 황동 합금 제품은, 시간에 따라 가변인 마찰 부하에 대해 구성된 구성요소인,

고인장 황동 합금 제품.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

제 9 항에 있어서,

상기 파단점 신율($A_5$)이 1.5-3 % 범위에 있는,

고인장 황동 합금 제품.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고인장 황동 합금 및, 마찰 부하를 받는, 고인장 황동 합금으로 제조되는 제품에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 윤활제 환경에서 전형적 마찰 적용을 위해서, 사용되는 합금의 낮은 마찰계수가 요구되고, 또한 마찰 계수는 특정 적용, 특히 마찰 상대재, 사용되는 윤활제, 및 마찰 조건, 예를 들어 접촉 압력 및 상대적인 속도에 대한 미리 정의된 한계 내에서 적용가능해야 한다. 이것은 특히, 높은 정적 부하 및 동적 부하가 작용하는 피스톤 슬리브에 대해서 맞다. 또한, 터보차져의 축방향 베어링에 대해서 존재하는 바와 같은 마찰 상대재의 높은 상대 속도를 갖는 적용은, 예를 들어 감소된 발열에 부가하여 마찰 표면으로부터의 양호한 열 방출을 보장하는 합금을 요구한다.

[0003] 마찰 파워 및 오일 접촉은 베어링 표면 상에 적층된 윤활제 성분을 갖는 마찰공학적 층으로 귀결된다. 윤활제 성분 및 이의 분해 산물의 균일하고 높은 증착 속도는 슬라이딩 층 상의 충분하게 안정된 흡수 층을 얻기 위해서 필요하다.

[0004] 적합한 베어링 재료는 추가적으로 넓은 범위의 오일 허용오차에 의해서 특징지워져, 마찰공학적 층의 구조가 특정한 오일 첨가물의 선택에 대해서 크게 비민감성이다. 다른 목적은, 양호한 비상 활주 성질을 가져 건조한 마찰 조건 하에서 충분한 서비스 수명이 보장될 수도 있는 마찰 적용을 위한 합금을 제공하는 것이다.

[0005] 마찰 부하 하의 구성요소에 대해서, 사용되는 합금이 충분한 강도를 갖는 것이 또한 중요하다. 따라서, 높은 0.2% 항복 강도가 부하 하에서 발생될 수 있는 소성 변형을 최소화하기 위해서 존재해야 한다. 또한, 마멸 스트레스 및 접착 스트레스에 대한 합금의 저항성을 증가시키기 위해서, 특히 경질, 고인장강도 합금을 제공하는 것이 필요하다. 동시에, 충격 스트레스에 대한 보호로서 충분한 인성이 있어야 한다. 이와 관련하여, 미소결함의 갯수를 감소시키고, 결과적인 결함 성장을 지연시키는 것이 필요하다. 내부 스트레스로부터 크게 자유로운 바람직하게는 높은 파괴 인성을 갖는 합금을 제공하는 요구가 이와 함께 존재한다.

[0006] 많은 경우에, 마찰 부하 하의 부품에 대한 적합한 합금은, 주된 성분으로서 구리 및 아연에 부가하여, 원소 니켈, 철, 망간, 알루미늄, 실리콘, 티타늄, 또는 크롬 중 적어도 하나와 합금되는 특수 황동이다. 특히 실리콘 황동은 위에서 언급된 요건을 만족하고; CuZn31Si1은 피스톤 슬리브와 같은 마찰 적용을 위한 표준 합금을 대표한다. 또한, 마찰 적용을 위해서 또는 채광(mining)을 또한 위해서 주석 및 구리에 부가하여, 추가적으로 니켈, 아연, 철 및 망간을 함유하는 주석 황동을 사용하는 것이 알려져 있다.

[0007] 슬라이딩으로부터의 스트레스 하에 있는 기계 부품, 예를 들어 베어링, 웜기어, 기어휠, 슬라이드 슈, 등을 위해 적합한 구리-아연 합금의 예시로서, CH 223 580 A가 참조된다. 인용 문헌은, 2-8 중량% 알루미늄, 0.05-3% 실리콘, 및 0.5-10 중량% 마그네슘, 및 잔부 아연과 합급되는, 50-70 중량%의 구리 함량을 개시한다. 또한, 합금은 최대 10 중량%의 납, 및 철, 니켈 및 코발트를 포함하는 그룹 중, 0.1-5 중량%의 하나 이상의 원소를 함유할 수도 있다. 또한, 고인장 황동 합금은 EP 0 407 596 B1으로부터 알려지며, 이 합금은 구리, 아연, 망간, 알루미늄 및 실리콘에 부가하여 철, 니켈 및 코발트를 선택적 합금 성분으로서 함유한다. 또한, 0.03-1 중량%의 산소 함량이 제공된다. 또한, DE 15 58 467 A는 슬라이딩 및 마찰로부터의 스트레스 하에 있는 목적물을 위해서 제공되는 다른 고인장 황동 합금을 개시한다. 45 중량%만큼 클 수도 있는 구리 및 아연의 함량에 부가하여, 망간, 실리콘 및 텔루륨의 합금 첨가물이 존재한다. 또한, Fe, Ni, Al 및 Be는 다른 선택적인 합금 구성요소를 나타낸다. 또한, DE 15 58 817 B2 및 DE 101 59 949 01는 감소된 마모 베어링 재료를 형성하는 넓은 범위의 조성을 갖는 구리 합금을 개시한다.

[0008] 고인장 황동 합금으로부터 제조되는 제품의 특정 성질을 달성하기 위해서, 상이한 합금 원소를 함유하는 합금이 사용된다. 따라서, 이 타입의 성분을 위해서, 이러한 상이한 제품을 구입하여 두고, 그리고 특히 이 다양한 합금을 가지고 작업할 수 있는 것이 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 이 배경에 대해서, 본 발명의 목적은, 고강도, 마찰 부하 하에서 향상된 마모, 및, 부적당한 윤활이 있을 때 양호한 비상 활주 성질에 의해서 특징지워지는 제품이 만들어질 수도 있고, 또한 추가적인 합금 원소에 대한 필요 없이 이러한 베이스 합금의 합금 원소의 함량을 변경함으로써만 합금들이 형성될 수도 있고 베이스 고인장 황동 합금을 제안하는 것이며, 이의 제품이 다양한 종류의 성질을 갖는다. 다른 목적은 합금을 위한 그리고 고인장 황동 합금으로 만들어지는 제품을 위한 제조 방법을 제공하는 것이다.

## *과제의 해결 수단*

[0010] 상기 목적은 다음 합금 성분을 갖는 고인장 황동 합금에 의해서 달성된다:

[0011] 58-66 중량% Cu;

[0012] 1.6-7 중량% Mn;

[0013] 0.2-6 중량% Ni;

[0014] 0.2-5.1 중량% Al;

[0015] 0.1-3 중량% Si;

[0016] ≤ 1.5 중량% Fe;

[0017] ≤ 0.5 중량% Sn;

[0018] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0019] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0020] 상술된 합금 조성을 갖는 고인장 황동에 대해서, 존재하는 특정 마찰 적용에 대한 놀라운 적응성이 실별되었다. 마모 성질 및 비상 활주 성질은 변경가능하게 설정가능하고, 이로 인해 알루미나이드 및 실리사이드의 형태의 경질 페이즈가 합금 내에 존재하며, 이 페이즈는 합금 구조체에서 분포, 형상, 평균 사이즈 및 조성에 대한 넓은 범위에 걸쳐 선택가능하다. 이것은, 단지 베이스 합금에 포함되는 합금 원소의 특정 함량을, 특히 상대적으로 좁은 한계 내에서 변화시킴으로써 달성된다.

[0021] 베이스 합금은 상대적으로 높은, 특히 20 내지 35 중량%의 zn 함량을 갖는다. 이것은, 58 내지 66 중량%의 Cu 함량이 좁은 범위에서 선택되기 때문에, 주의할 가치가 있다. 원하는 특정 상이한 성질을 갖는 함금을 제공하기 위해서, Cu 균등물의 비율은 상대적으로 높게, 전형적으로 45 내지 65 중량%이도록 선택된다. 따라서, 특정 합금 및 따라서 이로부터 제조되는 제품의 성질은 Cu 균등물과 관련된 원소를 변경함으로써 설정된다. 이와 관련하여, 원소 Mn, Ni, Al, 및 Si는 매우 중요하다. 고인장 황동 합금에서 이 원소의 관여를 변경함으로써, 예를 들어 매트릭스에서 α 및 β 페이즈의 부분이 조정될 수도 있다. 합금은 따라서 이 원소를 적절하게 변경함으로써 형성될 수도 있으며, 이 합금의 제품은 우세하게 α 페이즈를 갖거나, 우세하게 β 페이즈를 갖거나, 또는 이들 페이즈의 혼합물을 갖는다. 프로세싱 방법을 변경시킬 필요 없이, 주로 이 원소를 적절하게 변경함으로써 고인장 황동 합금 제품을 위한 상이한 그레인 사이즈를 설정하는 것이 또한 가능하다.

[0022] 이러한 베이스 고인장 황동 합금 및 이로부터 유도된 특수 고인장 황동 합금의 사용은, 특히 베이스 고인장 황동 합금 아래에 포함되는 상이한 합금의 캐스팅이 빠르게 교대되는 순서로 제련될 때 또한 공업적 프로세싱에서 유리하다. 합금 모두는 동일한 합금 원소를 함유하고 있기 때문에, 오염의 위험, 및 따라서 오염에 의해 알려지지 않게 합금 성질을 변경하는 위험이 최소로 감소된다.

[0023] 경질 페이즈에 부가하여, 합금의 경도 및 인성은 마찰 층의 성질에 상당한 영향을 준다. 본 발명에 따른 합급은 현저하게 넓은 범위의 달성가능한 기계적 파라미터에 의해서 특징지워져, 합금 캐스팅 후에 프로세싱 작업의 선택에 의해서, 마찰 적용을 위해 지금까지 사용되어 온 합금에 비교하여 향상된 방식으로 항복 강도, 인장 강도, 파단점에서 연신, 경도 및 인성이 서로 독립적으로 설정될 수도 있다. 적용의 요건을 위해서 특별하게 선택된 합금 제품은 본 발명에 따른 성분의 용융 후에 다음 처리 동작에 의해서 얻어질 수도 있다.

[0024] - 추가적인 처리 단계없이, 또는 최종 어닐링 단계만 뒤따르는 합금 캐스팅, 특히 연속 캐스팅 후 바로 열간 성형,

[0025] - 최종 어닐닝 단계가 후속하는, 냉간 성형이 직접적으로 후속하는 압출,

[0026] - 냉간 성형 및 최종 어닐링 단계를 실시하기 전에 후속의 중간 어닐링을 갖는 압출.

[0027] 이 지점에서, 상술된 베이스 고인장 황동 합금 아래에 포함되는 특수 고인장 황동 합금은 모두 동일한 방법을 사용하여 생산될 수도 있어, 열 처리가 동일한 방식으로 실시될 수도 있다는 점이 다시 한번 강조되어야 한다.

[0028] 상술된 베이스 고인장 황동 합금 아래에서 성립되는 제1 특수 고인장 황동 합금은 소정 성질에서 특별한 향상을 갖고, 다음 조성을 갖는다:

[0029] 58-64 중량% Cu;

[0030] 5-7 중량% Mn;

[0031] 3-5 중량% Ni;

[0032] 4-6 중량% Al;

[0033] 0.5-2.5 중량% Si;

[0034] 0.1-1.5 중량% Fe;

[0035] ≤ 0.3 중량% Sn;

[0036] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0037] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0038] 이 제1 실시형태에 따른 고인장 황동 합금은 베어링 재료로서 사용될 때 특히 양호한 비상 활주 성질에 의해서 특징지워진다. 이것은 합금의 금속간 페이즈의 큰 영역 비율에 기인한다. 적층된 윤활제 성분의 흡수층까지 연장되는, 고마모 저항성을 갖는 복수의 편평하게 연장되는 접촉 지점은 따라서 마찰 표면 상에 존재한다. 동시에, 본 발명에 따라 존재하는 금속간 페이즈의 편평한 특징은, 흡수 층 성분과 표면 근처의 합금 성분의 반응 산물로 구성되는, 흡수 층 아래에 형성되는 반응 층의 강도를 증가시킨다. 개별 경질 페이즈 입자의 부스러지는(flake off) 경향, 및 관련된 노치 효과는 금속간 페이즈의 고영역 비율에 의해서 감소된다. 대체로, 이것은 고마모 저항성을 갖는 베어링 재료로 귀결된다.

[0039] 또한, 제1 실시형태는 특히 유리한 기계적 성질에 의해서 특징지워진다. 특징은 큰 경도, 높은 항복 강도, 및 높은 인장 강도이고, 같은 방식으로 유리하게 높은 파단점 신율을 가지며, 이 신율은 후속하는 어닐링 동안에도 상대적으로 높은 값에서 유지될 수도 있다. 또한, 기계적 값이 합금 캐스팅을 따르는 열간 성형 단계를 통해서, 그리고 후속하는 열간 처리의 프로세스 제어에 의해서 설정될 수도 있다. 따라서, 유리한 기계적 값은, 냉간 성형에 의한 추가적인 합금 스트레인 경화를 실시할 필요 없이, 열 처리 단계를 위한 후속 어닐링 및 열간 성형을 실시하기 위한 압출로부터 직접적으로 기인한다.

[0040] 이 제1 실시형태에 따른 합금 조성의 하나의 특별한 장점은 우세한 β 페이즈를 갖는 압출 상태이다. 따라서, 압출 상태로 귀결되는, 용융 및 열간 성형의 프로세스 순서를 직접적으로 후속하는 최종 어닐링에 의해서, α 페이즈 대 β 페이즈의 비율은 기계적 성질이 넓은 범위 내에서 적응가능하도록 설정된다. 더욱 연성인 α 페이즈의 비율을 증가시킴으로써, 결과적인 합금 제품의 마찰 층에서 외부 입자를 매립하기 위한 능력은 증가될 수도 있으며, 주어진 적용에서 존재하는 윤활제 환경과 합동하여 마찰 표면 상의 흡수 층의 안정화로 귀결된다. 상대적으로 더 부드러운 α 페이즈가 비교적 경질인 β 페이즈의 그레인 경계에 놓이기 때문에, 이것은 특히 성공적이다. 외부 입자의 매립때문에, 상대적으로 부드러운 α 페이즈에 외부 입자를 매립하는 특별한 능력은, 이러한 성분이 사용되는 마찰공학적 회로로부터 외부 입자가 추출되도록 한다. 이것은, 이 합금으로부터의 구성요소에 부가하여, 이 마찰공학적 시스템에 관련되는 다른 구성요소 상에서 마모를 감소시킨다.

[0041] 이 고인장 황동 합금을 형성하는 실리사이드는 둥근 형상을 갖고, 따라서 단지 약간의 노치 효과를 갖는다.

[0042] 결과적인 그레인 사이즈는 전형적으로 10 내지 20 μm이고, 그리고 따라서 매우 미세한 그레인으로 일컬어진다.

[0043] 본 발명에 따른 합금 조성의 제1 실시형태의 상술된 장점은 다음 합금 범위에 대해서 특히 언급된다:

[0044] 60-62 중량% Cu;

[0045] 5.8-6.2 중량% Mn;

[0046] 4.3-4.7 중량% Ni;

[0047] 4.9-5.1 중량% Al;

[0048] 1.3-1.7 중량% Si;

[0049] 0.9-1.1 중량% Fe;

[0050] ≤ 0.1 중량% Sn;

[0051] ≤ 0.1 중량% Pb;

[0052] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0053] 고인장 황동 합금이 다음 조성을 가질 때, 상술된 베이스 고인장 황동 합금 아래에 포함되는 제2 특수 고인장 황동 합금은 귀결된다:

[0054] 60-66 중량% Cu;

[0055] 1-2.5 중량% Mn;

[0056] 4-6 중량% Ni;

[0057] 1-2.5 중량% Al;

[0058] 1-3 중량% Si;

[0059] 0.1-1 중량% Fe;

[0060] ≤ 0.5 중량% Sn;

[0061] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0062] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0063] 제2 실시형태에 따른 합금 조성은 매우 양호하게 조절가능한 마멸 마모 거동에 의해서 특징지워진다. 존재하는 정적 마찰 부하 및 동적 마찰 부하, 및 대항 마찰 표면 및 윤활제의 선택에 의존하여, 마멸 마모는, 합금 매트릭스의 α 페이즈 및 β 페이즈에 대한 페이즈 비율이 넓은 구간 내에서 설정가능하기 때문에 논의되는 적용에 적응될 수도 있다. β 페이즈는 더 큰 경도 및 마멸 저항성을 갖는다.

[0064] 압출 상태에서 우세한 α 비율은 압출 상태로부터 직접적으로 냉간 성형가능한 고인장 황동 합금으로 귀결된다. 압출 후의 어닐링은 따라서 생략된다. 이 중간 단계가 없어도, 냉간 성형 동안에, 특히, 냉간 인발 동안에, 유사한 고합금 고인장 황동에 비교하여 상당하게 높은 변형도가 달성될 수도 있다. 냉간 성형 동안에 증가된 인발 속도는 비교적 높은 항복 강도 및 향상된 강도로 귀결된다. 결과적인 합금 제품의 기계적 성질은 본 발명의 제2 실시형태에서 특히 넓은 범위 내에서 설정가능하다.

[0065] 제2 실시형태의 선택된 합금 조성은, 2.0-2.5 중량%의 비교적 높은 실리콘 함량에도 불구하고, 대응하게 높은 실리콘 함량을 갖는 비교예 합금에서 존재하지 않는 유리한 프로세싱 성질에 의해서 특징지워진다. 본 발명에 따라 선택된 실리콘 비율에 대한 하측 한계는 높은 강도 결과를 갖는 합금이 귀결되도록 설정되었다. 첨가된 실리콘의 상측 한계는 캐스팅 동안에 표면 인장이 크랙 형성이 일어나지 않도록 충분하게 증가되지 않는도록 결정된다.

[0066] 또한, 본 발명에 따른 합금 조성의 이 실시형태는 특히 실리콘 비율이 실리사이드의 형태로 따라서 경질 페이즈로 완전히 묶여있지 않다는 사실 때문에 특히 유리하다. 차라리, 프리 실리콘이 합금 매트릭스 내에서 검출가능하다. 이것은, 윤활제 환경의 마찰 부하 아래에서, 비록 반응율이 낮아지나, 동시에 더욱 안정되고 넓은 범위의 오일-내성 흡수 층으로 귀결되도록, 결과적인 합금 제품에서 층 구조에 영향을 준다.

[0067] β 페이즈는 α 페이즈 내에 섬-모양 방식으로 함유된다. 이것은 이 합금으로부터 제조되는 제품의 강도 측면에서 등방화(isotropization)에 좋은 영향을 준다. 이것은 설정된 강도가 상대적으로 방향에 독립적이라는 점을 의미한다.

[0068] 이 특수 고인장 황동 합금 및 이로부터 제조되는 제품은 또한 매우 미세한 입자이고, 10 내지 20 μm의 전형적인 그레인 사이즈를 갖는다.

[0069] 본 발명에 따른 합금 조성의 제2 실시형태의 상술된 장점은 다음 합금 범위에 대해서 특히 언급된다:

[0070] 63-65 중량% Cu;

[0071] 1.8-2.2 중량% Mn;

[0072] 4.8-5.2 중량% Ni;

[0073] 1.9-2.1 중량% Al;

[0074] 2.0-2.5 중량% Si;

[0075] 0.2-0.4 중량% Fe;

[0076] ≤ 0.1 중량% Sn;

[0077] ≤ 0.1 중량% Pb;

[0078] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0079] 유리하게 높은 기계적 마모 저항성을 갖는, 상술된 베이스 고인장 황동 합금 아래에 포함되는 제3 특수 고인장 황동 합금은 다음 조성에 의해서 표현될 수도 있다:

[0080] 58-64 중량% Cu;

[0081] 1.5-3.5 중량% Mn;

[0082] 0.1-1 중량% Ni;

[0083] 2-4 중량% Al;

[0084] 0.1-1 중량% Si;

[0085] ≤ 0.5 중량% Fe;

[0086] ≤ 0.5 중량% Sn;

[0087] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0088] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0089] 관찰된 높은 기계적 마모 저항성은, 압출 방향의 종방향 배향을 향하는 양호한 경향을 보이는 세장형 금속간 페이즈의 존재에 기인한다. 제3 실시형태에 따른 고인장 황동 합금으로부터 귀결되는 합금 제품의 베어링 표면은 다음으로, 마찰 부하 방향이 금속간 페이즈의 종방향 배향에 실질적으로 평행하게 연장되도록 구성된다. 바람직하게 세장형 구성의 실리사이드, 주로 망간 실리사이드는 마모 부하로부터 매트릭스를 방어하는 기능을 갖는다.

[0090] 제3 실시형태는 또한 합금 매트릭스에서 α 페이즈 대 β 페이즈의 비율의 양호한 조절성에 의해서 특징지워진다. 마멸 마모 거동은 따라서 적용에 직접적으로 적응될 수도 있다.

[0091] 또한, 상대적으로 높은 항복 강도 및 높은 달성가능한 강도는 α/β 페이즈 비율에 대한 선택가능한 기본 구조체로부터 귀결된다. 또한, 프로세싱 작동 후에 귀결되는 합금 제품의 기계적 성질의 놀랍게 넓은 조절성이 보여진다. 따라서, 존재하는 특정 마찰 적용의 조건에 대한 유리하게 양호한 조절성이 제공된다.

[0092] 결과적인 그레인 사이즈는 100 내지 300 μm 이고, 상술된 2개의 특수 고인장 황동 합금에 비교하여 상대적으로 큰-그레인이다. 그러나, 이것은 이 합금으로 제조되는 반-완료 제품의 기계가공을 위해서 유리하다.

[0093] 본 발명에 따른 합금 조성의 제3 실시형태의 상술된 장점은 다음 합금 범위에 대해서 특히 언급된다:

[0094] 58-64 중량% Cu;

[0095] 1.5-3.5 중량% Mn;

[0096] 0.1-1 중량% Ni;

[0097] 2-4 중량% Al;

[0098] 0.1-1 중량% Si;

[0099] ≤ 0.5 중량% Fe;

[0100] ≤ 0.5 중량% Sn;

[0101] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0102] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0103] 상술된 3개의 특수 고인장 황동 합금에 있어서, Mn/Al 비율은 바람직하게는 0.9 내지 1.1 사이에, 바람직하게는 약 1에 설정된다.

[0104] 언급된 베이스 합금 아래에 포함되는 제4 특수 고인장 황동 합금은 다음 합금 조성을 갖는다:

[0105] 58-64 중량% Cu;

[0106] 1-3 중량% Mn;

[0107] 1-3 중량% Ni;

[0108] 0.1-1 중량% Al;

[0109] 0.2-1.5 중량% Si;

[0110] 0.1-1.5 중량% Fe;

[0111] ≤ 0.5 중량% Sn;

[0112] ≤ 0.5 중량% Pb;

[0113] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

[0114] 이 고인장 황동 합금은 특히 여전히 충분한 강도 및 높은 파단점 신율에 의해서 특징지워진다. 또한, 특히 높은 마모 저항성이 존재하며, 이는 황동 매트릭스의 단일-로우(row) 구조에 기여한다. 또한, 상술된 유리한 기계적 성질과 조합되는 고인성이 또한 달성될 수도 있다는 점이 밝혀졌다. 이 성질은 매트릭스가 α 페이즈로 우세하게 구성되는 사실에 근거한다. 존재하는 β 페이즈는 작은 섬을 형성한다. 둥근 실리사이드는 노치 효과에 상대적으로 비민감성이다.

[0115] 본 발명에 따른 합금 조성의 제4 실시형태의 상술된 장점은 다음 합금 범위에 대해서 특히 언급된다:

[0116] 60-62 중량% Cu;

[0117] 1.6-2.0 중량% Mn;

[0118] 1.8-2.2 중량% Ni;

[0119] 0.2-0.4 중량% Al;

[0120] 0.65-0.95 중량% Si;

[0121] 0.9-1.1 중량% Fe;

[0122] ≤ 0.1 중량% Sn;

[0123] ≤ 0.1 중량% Pb;

[0124] 불가피한 불순물과 함께 잔부 Zn.

## *도면의 간단한 설명*

[0125] 본 발명은 다음을 도시하는 도면을 참조하여 바람직한 예시적인 실시형태에 근거하여 아래에 설명된다:

도 1은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제1 실시형태로서 제1 특수 고인장 황동 합금의 압출 상태의 광학 현미경 사진을 100 x 확대의 단면으로 도시하고,

도 2는 도 1로부터의 압출 상태를 광학 현미경 사진으로서 500x 확대로 도시하고,

도 3은, 450° C에서 소프트 어닐링 후 본 발명에 따른 고인장 황동의 제1 실시형태의 광학 현미경 사진을 50x 확대의 단면으로 도시하고,

도 4는, 도 3으로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제1 실시형태의 소프트 어닐링 상태의 광학 현미경 사진을

500x 확대의 단면으로 도시하고,

도 5 및 도 6은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제1 실시형태의 부차적인 전자 콘트라스트(electron contrast)를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 압출 상태에서 6000x 확대로 도시하고,

도 7은, 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 압출 상태의 광학 현미경 사진을 50x 확대의 단면으로 도시하고,

도 8은, 도 7로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 압출 상태를 500x 확대의 광학 현미경 사진으로서 도시하고,

도 9는, 450° C에서 소프트 어닐링 후 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 광학 현미경 사진을 50x 확대의 단면으로 도시하고,

도 10은, 도 9로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 소프트 어닐링 상태의 광학 현미경 사진을 500x 확대의 단면으로 도시하고,

도 11은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 7000x 확대로 합금 최종 상태에서 도시하고,

도 12는 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 7000x 확대로 합금 최종 상태에서 도시하고,

도 13은 본 발명에 따른 고인장 황동의 또 다른 실시형태로서 제3 특수 고인장 황동 합금의 압출 상태의 광학 현미경 사진을 100 x 확대의 단면으로 도시하고,

도 14는 도 13으로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제3 실시형태의 압출 상태를 500x 확대의 광학 현미경 사진으로서 도시하고,

도 15는, 450° C에서 소프트 어닐링 후 본 발명에 따른 고인장 황동의 제3 실시형태의 광학 현미경 사진을 50x 확대의 단면으로 도시하고,

도 16은, 도 15로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제3 실시형태의 소프트 어닐링 상태의 광학 현미경 사진을 500x 확대의 단면으로 도시하고,

도 17은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제3 실시형태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 7000x 확대로 도시하고,

도 18은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제3 실시형태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 2000x 확대로 도시하고,

도 19는 본 발명에 따른 고인장 황동의 또 다른 실시형태로서 제4 특수 고인장 황동 합금의 압출 상태의 광학 현미경 사진을 100 x 확대의 단면으로 도시하고,

도 20은 도 19로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제4 실시형태의 압출 상태를 500x 확대의 광학 현미경 사진으로서 도시하고,

도 21은, 450° C에서 소프트 어닐링 후 본 발명에 따른 고인장 황동의 제4 실시형태의 광학 현미경 사진을 50x 확대의 단면으로 도시하고,

도 22는, 도 15로부터 본 발명에 따른 고인장 황동의 제4 실시형태의 소프트 어닐링 상태의 광학 현미경 사진을 500x 확대의 단면으로 도시하고,

도 23은 본 발명에 따른 고인장 황동의 제4 실시형태의 합금 최종 상태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 3000x 확대로 도시하고, 그리고

도 24는 본 발명에 따른 고인장 황동의 제4 실시형태의 합금 최종 상태의 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 사진을 6500x 확대로 도시한다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0126] 캐스트 상태에서, 미세한 황동 매트릭스 구조체에 매립된 금속간 페이즈(IMP)는 청구항 1에 따른 합금 조성을 갖는 제1 실시형태에 따른 고인장 황동에 존재한다. 또한, 캐스트 구조체는, 단면에서 또는 캐스트 스트랜드의

종방향 범위에 걸쳐서 상당한 구조적 변경를 갖지 않는다. 이 제1 실시형태에 따른 고인장 황동 합금의 화학적 조성은 다음과 같다(중량% 데이타):

표 1

[0127]

| Cu | Zn | Pb | Sn | Fe | Mn | Ni | Al | Si | As | Sb | P | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61.0 | 잔부 | 0.005 | 0.005 | 1.0 | 5.9 | 4.5 | 5.0 | 1.5 | 0.02 | - | 0.005 | 0.03 |

[0128] 본 발명에 따른 고인장 황동 브라스의 제1 실시형태에 대한 알루미늄 함량은 상대적으로 높게 선택되었고, 캐스트 상태에서 합금의 냉각 동안에 β 페이즈로부터 α 페이즈로의 변환을 억제하여, 선택된 상대적으로 높은 아연 비율에도 불구하고, α/β 혼합 페이즈가 아니라, 우세한 β 페이즈로 귀결된다.

[0129] 캐스팅에 후속하는 압출 때문에, 각각 100x 및 500x의 단면 확대를 갖는 도 1 및 도 2의 광학 현미경 사진처럼 보여지는 압출 상태가 달성된다. 캐스팅에 비교하여 상당히 리파인된 구조체는 균일한 β 페이즈를 갖는 매트릭스를 갖고, 이 페이즈에서 2 개의 평균 사이즈로 분리되는 금속간 페이즈가 삽입된다. 더 큰 금속간 페이즈가 그레인 경계에 그리고 또한 그레인의 내부에 존재하면 할 수록, 더 작은 금속간 페이즈가 단지 그레인 경계에만 존재한다. 상세하게 도시되지 않았으나, 종방향 단면에 기초하여, 황동 매트릭스 뿐만 아니라 금속간 페이즈가 압출 방향으로 상대적으로 약한 배향을 갖는다는 점을 결정하는 것이 가능하다.

[0130] 제1 실시형태에 따른 합금은 스캐닝 전자 현미경 사진 및 EDX 분석에 의한 압출 상태를 특징으로 하였다. 도 5 및 도 6은 부차적인 전자 콘트라스트를 갖는 스캐닝 전자 현미경 이미지의 예를 6000x 확대로 도시하고; 대조되는 어두운 영역은 2개의 상이한 평균 사이즈를 갖는 편평한 금속간 페이즈를 보여준다. EDX 측정값은 금속간 페이즈의 화학 조성이 (Fe, Mn, Ni) 혼합 실리사이드, 대부분은 망간 혼합 실리사이드 Mn5Si3, Mn5Si2, Mn6Si, 또는 Mn44.1Si8.9 이라는 점을 보여 주었다.

[0131] 기계적 성질을 세팅하기 위해서, 제1 실시형태에 따른 고인장 황동 합금의 압출 제품은 450° C의 온도에서 소프트 어닐링의 형태로 열처리를 받을 수도 있어, 14%의 최대 α 페이즈 비율이 달성될 수 있다. α 페이즈의 감소된 용해성은 더 낮은 어닐링 온도 및 더 높은 어닐링 온도에서 보여진다. 450° C에서의 소프트 어닐링 동안에 형성되는 α 페이즈는 주로 그레인 경계에 존재한다는 점이 또한 밝혀졌다.

[0132] 기계적 성질에 관해서, 압출 상태의 제1 실시형태에 따른 고인장 황동은 760-920 MPa의 0.2% 항복 강도, 780-920 MPa의 인장 강도(Rm), 및 1.5-3%의 파단점 신율을 갖는다. 고인장 황동 제품의 요구되는 기계적 성질은 어닐링 및 선택적인 최종 어닐링 동안에 선택된 온도 제어의 함수로서 조절될 수도 있다. 열처리에 후속하는 냉각 성형 없이 설정되는 합금 최종 상태에서, 제1 실시형태에 따른 고인장 황동 합금은 높은 기계적 강도를 달성한다.

[0133] 청구항 3에 따른 합금 조성을 갖는 본 발명에 따른 고인장 황동의 제2 실시형태의 경우에, 금속간 페이즈(IMP)는 캐스트 상태에서 발생된다. 도 7 및 도 8의 광학 현미경 사진에서 도시되는 압출 상태에서, β 페이즈가 섬-모양 분포를 갖는 우세한 α 페이즈로 귀결된다. 금속간 페이즈는 매트릭스의 α 및 β 부분에 존재하고; 둥근 형상을 갖는 경질상의 폭넓은 사이즈 분포가 결정되었다. 구체적으로, 이 조사된 샘플의 고인장 황동 합금은 다음의 조성을 갖는다(중량% 데이타):

표 2

[0134]

| Cu | Zn | Pb | Sn | Fe | Mn | Ni | Al | Si | As | Sb | P | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64.0 | 잔부 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 2.0 | 5.0 | 2.0 | 2.2 | - | - | - | 0.03 |

[0135] 상세하게 도시되지 않으나, 종방향 단면은, 압출 방향으로, 금속간 페이즈가 아무런 배향을 갖지 않고, 황동 매트릭스가 단지 상대적으로 약한 배향을 갖는 점을 보였다.

[0136] 제2 실시형태에 따른 고인장 황동 합금의 압출 제품은 후속 프로세스 단계에서 소프트 어닐링에 의해서 처리되고; 소프트 어닐링 상태는 도 9 및 도 10에 도시된 단면의 광학 현미경 사진에 의해서 도시된다. 450° C-550° C의 어닐링 온도에서의 소프트 어닐링 후의 구조체는 α 페이즈에 의해서 지배되고, 그리고 섬-모양 β 페이즈 부분을 갖는다.

[0137] 냉간 성형이 소프트 어닐링을 후속하며, 변형의 정도가 전형적으로 단면에서 5-15% 감소의 범위에서 선택된다.

마지막으로, 최종 어닐링이 실시되고; 450° C-550° C의 어닐링 온도에 대해서, 소프트 어닐링 상태와 비교하여 증가된 β 페이즈 부분과 함께 우세한 α 페이즈로 귀결된다.

[0138] 제2 실시형태에 따른 합금은 스캐닝 전자 현미경 사진 및 EDX 분석에 의한 합금 최종 상태를 특징으로 하였다. 도 11 및 도 12는 α/β 혼합된 매트릭스 및 금속간 페이즈의 스캐닝 전자 현미경 관찰 이미지의 예를 도시한다. EDX 측정값은 금속간 페이즈의 화학 조성이 (Fe, Mn, Ni) 혼합 실리사이드, 대부분은 망간 혼합 실리사이드 Mn5Si3, Mn5Si2, Mn6Si, 또는 Mn44.1Si8.9 이라는 점을 보여 주었다.

[0139] 기계적 성질에 관해서, 압출 상태의 제2 실시형태에 따른 고인장 황동은 280-300 MPa의 0.2% 항복 강도, 590-630 MPa의 인장 강도(Rm), 및 9-14%의 파단점 신율을 갖는다. 최종 합금 상태에서, 450-650 MPa의 0.2% 항복 강도, 570-770 MPa의 인장 강도(Rm), 및 4-9.4%의 파단점 신율이 존재한다.

[0140] 본 발명에 따른 고인장 황동 합금의 제3 실시형태에 대해서, 청구항 5에 따른 바람직한 합금 조성이 선택된다. 압출 상태에서 그레인 내부에 둥글고, 세장형의 경질 페이즈로서 결정되어진 금속간 페이즈가 캐스트 상태에서 존재한다. 압출 상태에서 합금 매트릭스는 β 페이즈에 의해서 형성된다. 구체적으로, 이 조사된 샘플의 고인장 황동 합금의 제3 실시형태는 다음의 조성을 갖는다(중량% 데이타):

표 3

[0141]

| Cu | Zn | Pb | Sn | Fe | Mn | Ni | Al | Si | As | Sb | P | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61.0 | 잔부 | 0.05 | 0.005 | 0.05 | 2.3 | 0.4 | 3.0 | 0.6 | - | - | 0.02 | 0.013 |

[0142] 상세하게 도시되지 않으나, 종방향 단면으로부터, 압출 방향으로 황동 매트릭스가 단지 상대적으로 약한 배향을 갖는 점이 드러난다. 대조적으로, 압출 방향에 평행한 금속간 페이즈의 구별되는 배향이 있다.

[0143] 그레인 내부의 금속간 페이즈는 단일 페이즈를 제공한다; 10 μm 이하의 평균 길이가 측정되었다. 금속간 페이즈의 화학적 조성은 EDX 측정값으로부터 결정되었고, 주로 Mn5Si3 및 Mn5Si2의 형태인 망간 실리사이드인 혼합된 실리사이드를 보였다.

[0144] 압출 상태로부터 시작하여, 제3 실시형태에 따른 고인장 황동 합금이 후속 프로세스 단계에서 소프트 어닐링에 의해서 처리되고; 소프트 어닐링 상태는 도 9 및 도 10에 도시된 단면의 광학 현미경 사진에 의해서 도시된다. 450° C의 소프트 어닐링 온도에 대해서 우세한 β 페이즈로 귀결되고; 랜덤 분포를 갖는 α 페이즈 부분이 그레인 경계의 영역 및 그레인 내부에 존재한다. 소프트 어닐링 온도를 550° C 로 증가시키는 것은 균일한 β 페이즈로 귀결된다.

[0145] 냉간 성형이 소프트 어닐링을 후속하며, 변형의 정도가 전형적으로 단면에서 5-15% 감소의 범위에서 선택되었다. 마지막으로, 최종 어닐링이 실시되고; 450° C의 어닐링 온도에 대해서, 소프트 어닐링 상태와 비교하여 크게 증가된 α 페이즈 부분 및 연속적으로 우세한 β 페이즈 부분 이 존재한다. 비교하면, 550° C의 최종 어닐링 온도에서, 소프트-어닐링 상태에 비하여 합금 구조체에서 어떠한 상당한 변화가 발생하지 않는다.

[0146] 기계적 성질에 관해서, 압출 상태의 제3 실시형태에 따른 고인장 황동은 480-550 MPa의 0.2% 항복 강도, 720-770 MPa의 인장 강도(Rm), 및 9.3-29%의 파단점 신율을 갖는다. 최종 합금 상태에서, 570-770 MPa의 0.2% 항복 강도, 750-800 MPa의 인장 강도(Rm), 및 7.5-12%의 파단점 신율이 존재한다.

[0147] 본 발명에 따른 고인장 황동 합금의 제4 실시형태는 청구항 7에 의해서 정의되는 합금에 기초한다. 이 제4 실시형태에 대해서, 압출 상태에서 α 페이즈의 그레인 내부에 존재하는 둥글고 경질 페이즈로서 결정되어진 금속간 페이즈가 캐스트 상태에서 형성된다. 압출 상태에서, 우세한 α 페이즈가 발견되었으며, 추가적인 β 페이즈 부분이 α 페이즈의 그레인 경계에 존재한다. 상세하게 도시되지 않으나, 종방향 단면에 기초하여, 황동 매트릭스에 대해서, 이것은 압출 배향으로 구별되는 배향으로 귀결되는 한편, 금속간 페이즈는 단지 약하게 배향된다. 구체적으로, 이 조사된 샘플의 고인장 황동 합금의 제4 실시형태는 다음의 조성을 갖는다(중량% 데이타):

표 4

[0148]

| Cu | Zn | Pb | Sn | Fe | Mn | Ni | Al | Si | As | Sb | P | Cr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61.0 | 잔부 | 0.02 | 0.05 | 0.5 | 1.8 | 2.0 | 0.3 | 0.8 | - | - | - | - |

[0149] 제4 실시형태에 따른 고인장 황동 합금의 압출 제품은 후속 프로세스 단계에서 소프트 어닐링에 의해서 처리되고; 소프트 어닐링 상태는 도 21 및 도 22에 도시된 단면의 광학 현미경 사진에 의해서 도시된다. 450° C의 소프트 어닐링 온도에 대해서, 섬-모양 β 페이즈 부분을 갖는 우세한 α 페이즈가 귀결된다. 550° C 범위의 증가된 소프트 어닐링 온도는 균일한 α 페이즈로 귀결되고, 감소된 섬-모양 β 페이즈 부분은 더 낮은 소프트 어닐링 온도에 비교된다.

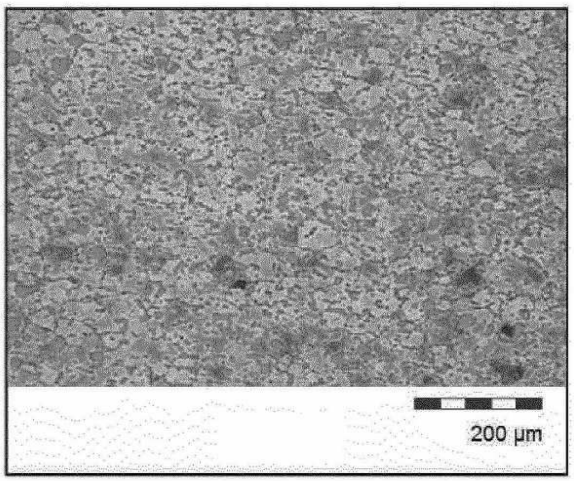
[0150] 냉간 성형이 소프트 어닐링을 후속하며, 변형의 정도가 전형적으로 단면에서 5-15% 감소의 범위에서 선택되었다. 마지막으로, 최종 어닐링이 실시되고; 합금 구조체는 소프트-어닐링된 상태와 상당히 상이하지 않다.

[0151] 합금 최종 상태에 대해서, 베이스 매트릭스의 그레인 내부의 금속간 페이즈는 7 μm이하의 평균 길이를 갖는 단일-페이즈 구조체를 갖고; 폴리크리스털라인 구조체가 보여졌다. EDX 측정값에 기초하여, 금속간 페이즈의 화학 조성에 관해서, (Fe, Mn, Ni) 혼합 실리사이드에 부가하여, 특히 Fe5Ni3Si2 및 Fe3Si 형태의 규화철이 존재한다. 또한, 0.2 μm 이하의 평균 사이즈를 갖는 경질 페이즈 퇴적물이 그레인 경계에서 그리고 β 페이즈에서 발견되었다.

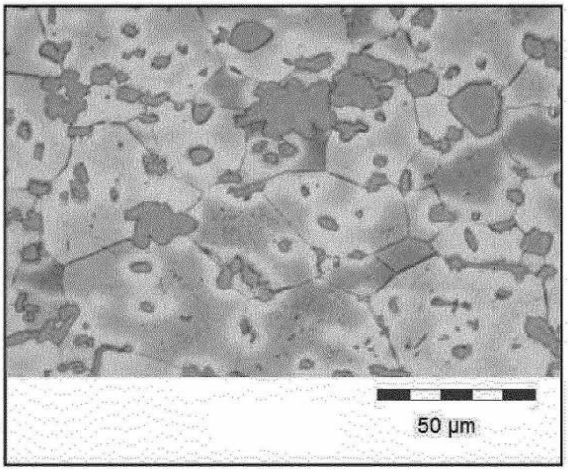
[0152] 기계적 성질에 관해서, 압출 상태의 제4 실시형태에 따른 고인장 황동은 480-550 MPa의 0.2% 항복 강도, 430-470 MPa의 인장 강도(Rm), 및 22-42%의 파단점 신율을 갖는다. 최종 합금 상태에서, 350-590 MPa의 0.2% 항복 강도, 400-650 MPa의 인장 강도(Rm), 및 3-19%의 파단점 신율이 존재한다.

## 도면

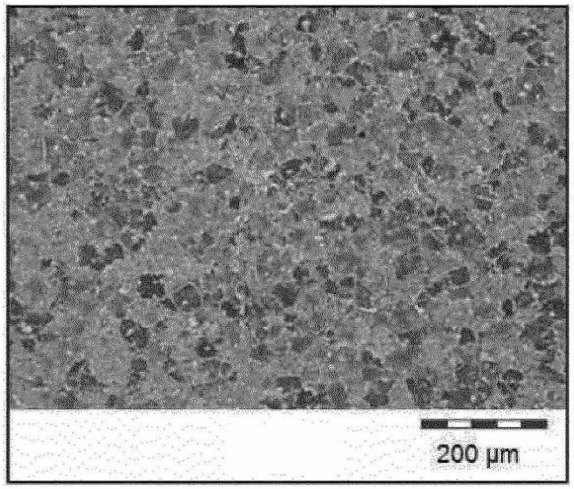
### 도면1



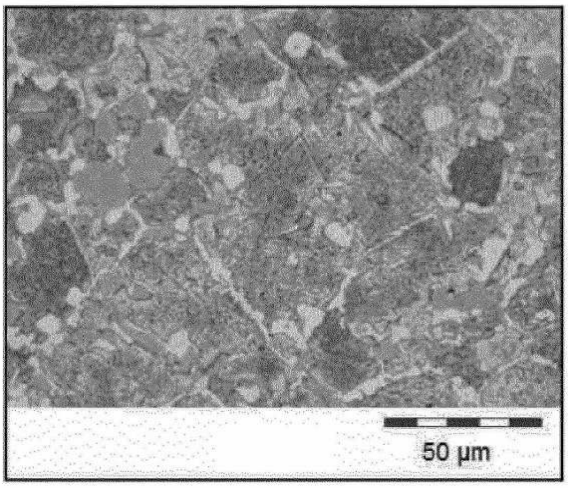
도면2



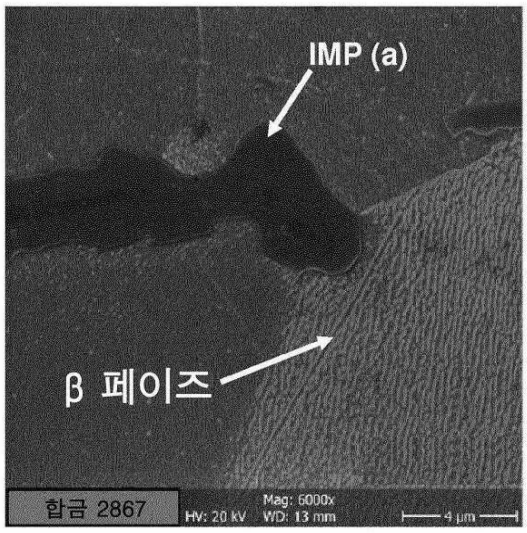

도면3



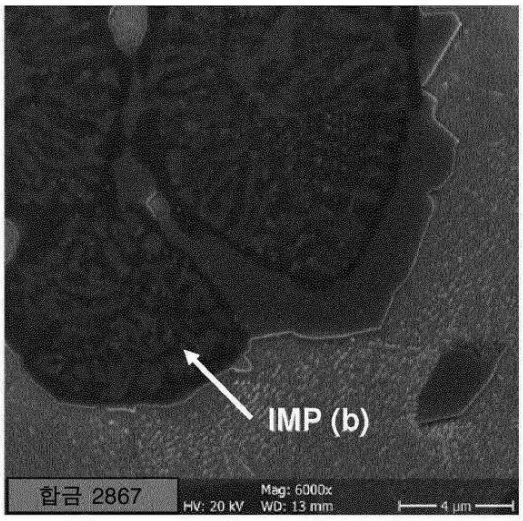

도면4



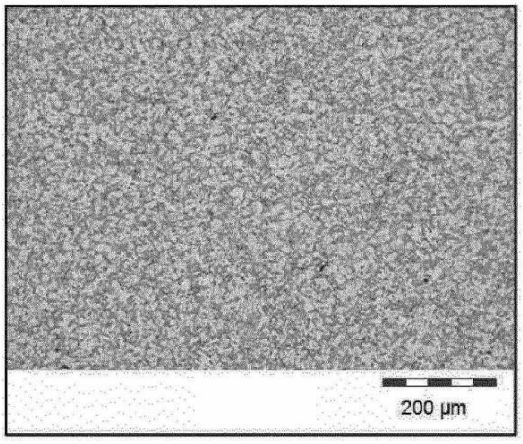
도면5


IMP (a)
β 페이즈
합금 2867
Mag: 6000x
HV: 20 kV
WD: 13 mm
4 μm

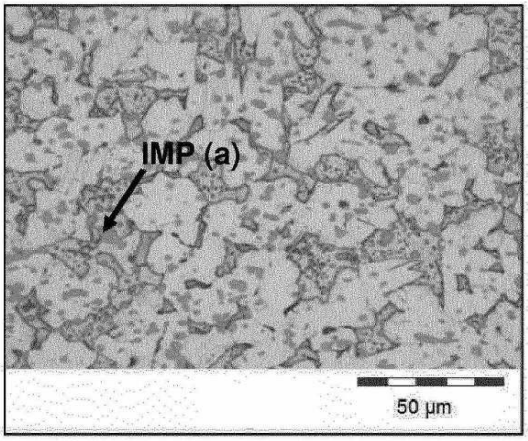
도면6


IMP (b)
합금 2867
Mag: 6000x
HV: 20 kV
WD: 13 mm
4 μm

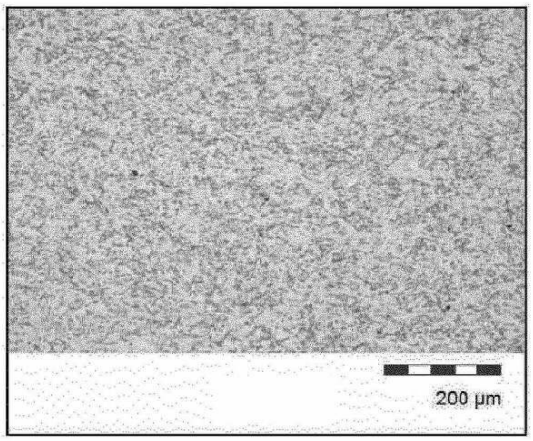
도면7


200 μm

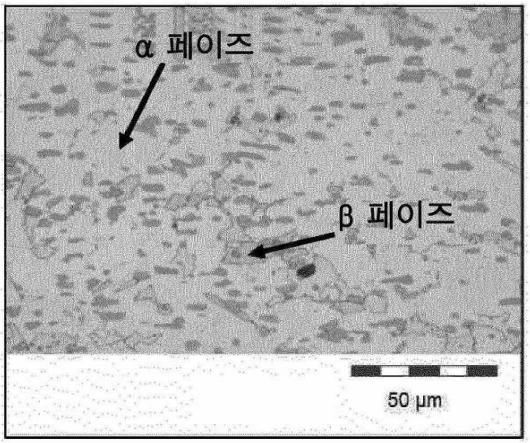
도면8



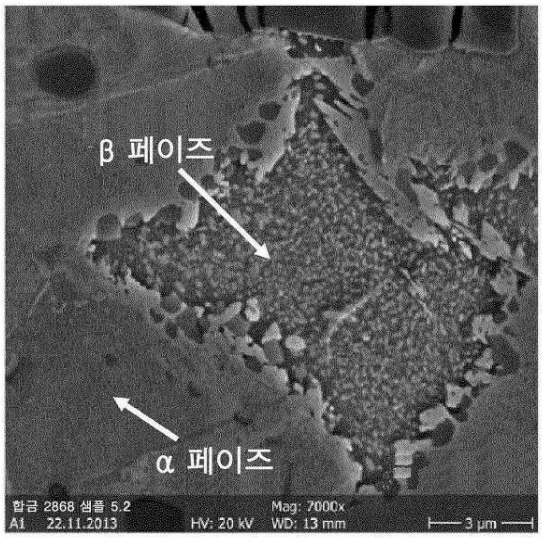

도면9



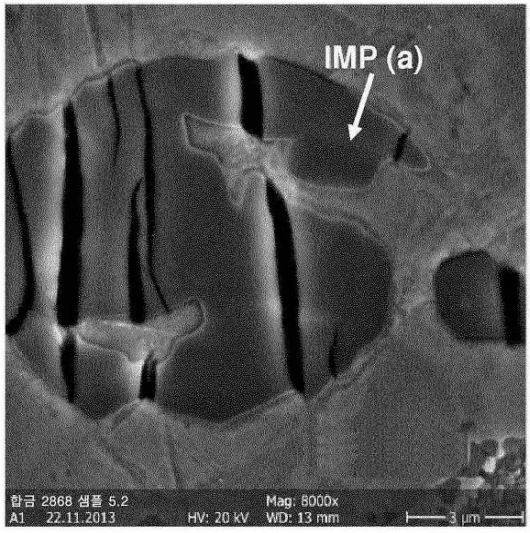

도면10



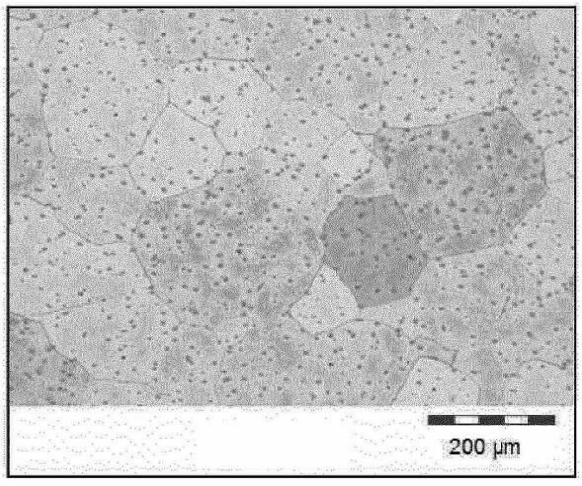
도면11



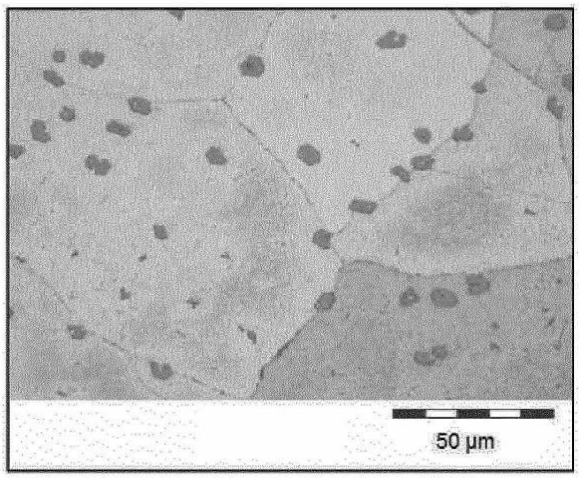

도면12



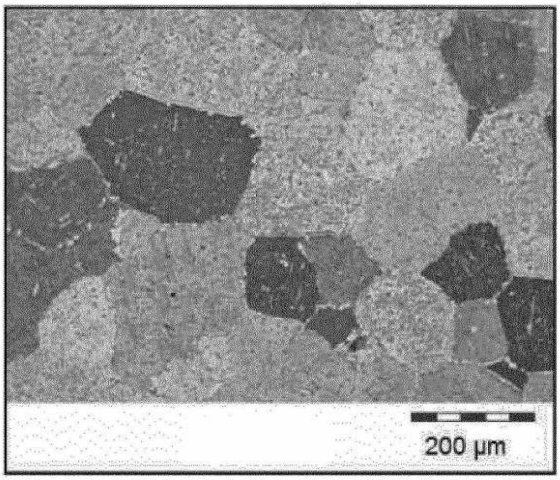

도면13



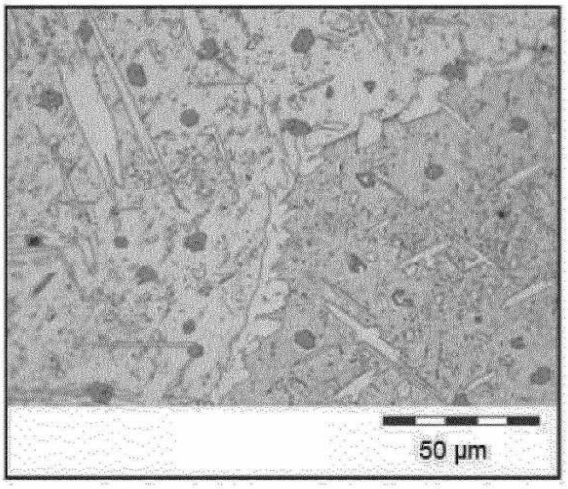
도면14




도면15



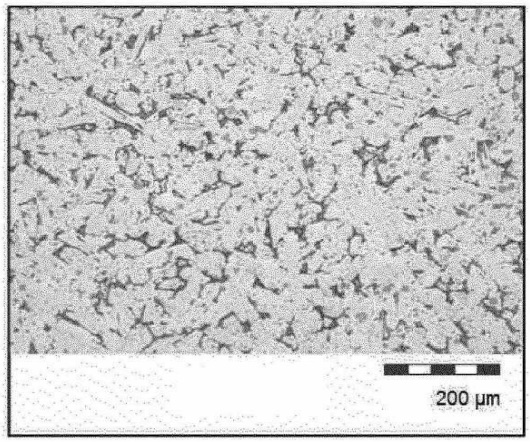

도면16



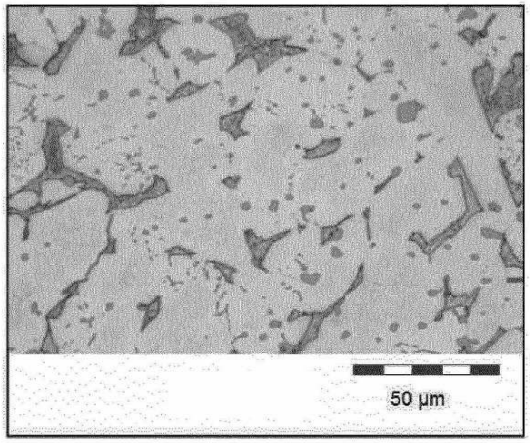
도면17

도면18

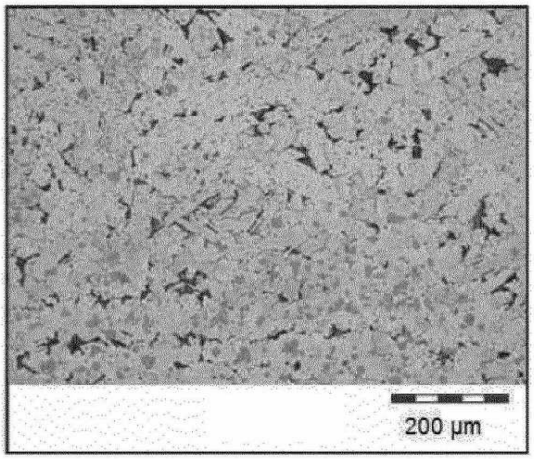
도면19



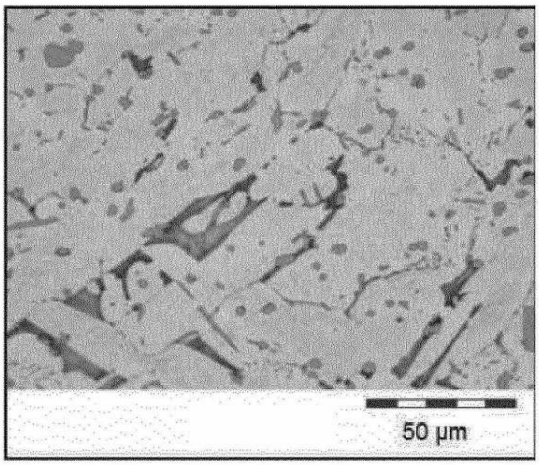
도면20



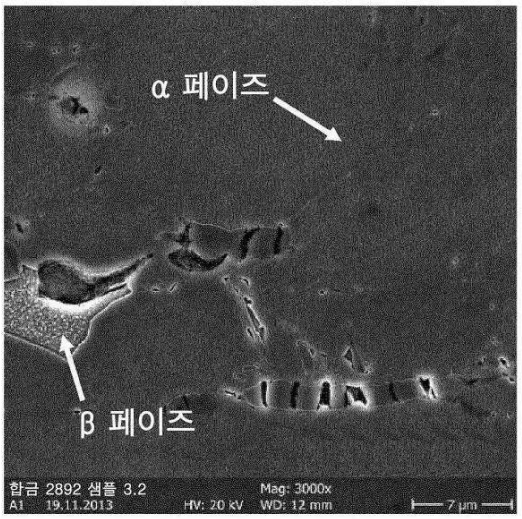

도면21



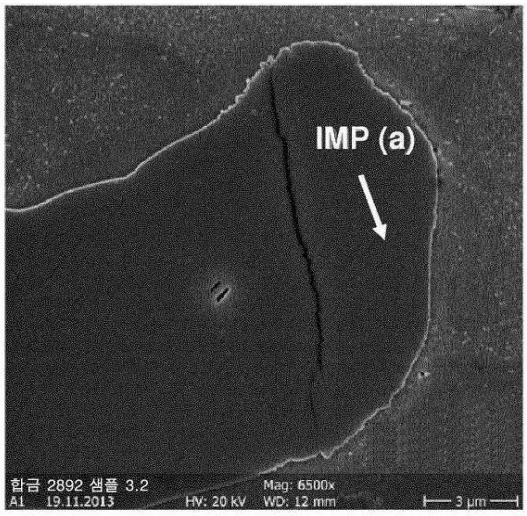

도면22



도면23


α 페이즈
β 페이즈
합금 2892 샘플 3.2
A1 19.11.2013
HV: 20 kV
Mag: 3000x
WD: 12 mm
7 µm

도면24


IMP (a)
합금 2892 샘플 3.2
A1 19.11.2013
HV: 20 kV
Mag: 6500x
WD: 12 mm
3 µm