(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0090128
(43) 공개일자 2024년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/00 (2006.01) *C22F 1/08* (2006.01)
H01B 1/02 (2006.01) *H01B 5/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 9/00 (2013.01)
C22F 1/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7003556
(22) 출원일자(국제) 2022년10월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/038028
(87) 국제공개번호 WO 2023/063346
국제공개일자 2023년04월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-167385 2021년10월12일 일본(JP)

(71) 출원인
미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고
(72) 발명자
고바야시 다카노리
일본 후쿠시마켄 아이즈와카마츠시 오기마치 128 노 7 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 와카마츠 세이사쿠쇼 나이
후나키 신이치
일본 후쿠시마켄 아이즈와카마츠시 오기마치 128 노 7 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 와카마츠 세이사쿠쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

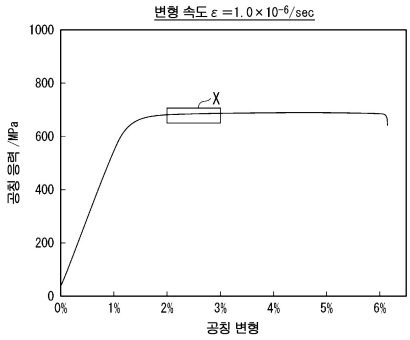
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **구리 합금, 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품, 단자, 버스 바, 리드 프레임**

(57) 요 약

이 구리 합금은, Mg 를 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물인 조성을 갖고, 변형 속도 1.0 × 10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 MPa 이상 2 MPa 이하이며, 또한 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하 및 응력의 고저차가 0.1 MPa 이상 2 MPa 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖는다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01B 1/026 (2013.01)
H01B 5/02 (2013.01)
(72) 발명자
마키 가즈나리
일본 사이타마켄 기타모토시 시모이시토 7쵸메 14 7반치 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 이노베이션센타 나이
이토 유키
일본 사이타마켄 기타모토시 시모이시토 7쵸메 14 7반치 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 이노베이션센타 나이
이노우에 유키
일본 사이타마켄 기타모토시 시모이시토 7쵸메 14 7반치 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 이노베이션센타 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

Mg 를 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물인 조성을 갖고,

변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이며, 또한 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하 및 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖는 것을 특징으로 하는 구리 합금.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

EBSD 법에 의해, 1000 ㎛^{2} 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하여, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

인장 강도가 350 ㎫ 이상인 것을 특징으로 하는 구리 합금.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 하는 구리 합금.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A^2 + 0.5769 \times A + 1.7) \times 100$$

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

추가로 P 를 0.0005 mass% 이상 0.1 mass% 이하의 범위 내에서 함유하는 것을 특징으로 하는 구리 합금.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하고, Mg 당량 A_X 를, A_X=(A-1.5×B) 로 했을 경우에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 하는 구리 합금.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A_X^2 + 0.5769 \times A_X + 1.7) \times 100$$

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 구리 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구리 합금 소성 가공재.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

두께가 0.1 ㎜ 이상 10 ㎜ 이하인 범위 내의 압연판인 것을 특징으로 하는 구리 합금 소성 가공재.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

표면에 금속 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는 구리 합금 소성 가공재.

청구항 10

제 7 항에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 부품.

청구항 11

제 7 항에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 단자.

청구항 12

제 7 항에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 버스 바.

청구항 13

제 7 항에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 리드 프레임.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품에 적합한 구리 합금, 이 구리 합금으로 이루어지는 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품, 단자, 버스 바, 리드 프레임에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2021년 10월 12일에, 일본에 출원된 일본 특허출원 2021-167385호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배 경 기 술

[0003] 종래, 단자, 버스 바, 리드 프레임판 등의 전자·전기 기기용 부품에는, 도전성이 높은 구리 또는 구리 합금이 사용되고 있다.

[0004] 최근에는, 전자 기기나 전기 기기 등에 있어서는, 자동차의 엔진 룸 등의 고온 환경하에서 사용되는 경우가 있고, 또한 대전류가 부하되는 경향이 있다.

[0005] 여기서, 대전류에 대응하기 위해서, 상기 서술한 전자·전기 기기용 부품에는, 도전율이 우수한 무산소동 등의 순동재가 적용된다. 그러나, 순동재에 있어서는, 열에 의한 스프링의 주저앉음 정도를 나타내는 내응력 완화 특성이 열등하여, 고온 환경하에서 안정적으로 사용을 할 수 없다는 문제가 있었다.

[0006] 또, 단자, 특히 암형 단자는, 수형 단자와의 접속을 유지하기 위한 스프링을 갖는데, 고온 환경에서 사용했을 때에는, 크리프 현상에 의해 주저앉음을 일으켜, 접속 신뢰성을 열화시킬 우려가 있었다. 그 때문에, 스프링에는, 주저앉기 어려움을 나타내는 내응력 완화 특성이 요구된다.

[0007] 그러나, 내응력 완화 특성은, 강도와 트레이드 오프의 관계에 있어, 양립은 곤란하였다.

[0008] 그래서, 특허문헌 1 에는, Mg 를 0.005 mass% 이상 0.1 mass% 미만의 범위에서 포함하는 구리 압연판이 개시되어 있다.

[0009] 특허문헌 1 에 기재된 구리 압연판에 있어서는, Mg 를 0.005 mass% 이상 0.1 mass% 미만의 범위에서 포함하고, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 이루어지는 조성을 갖고 있으므로, Mg 를 구리의 모상 중에 고용시킴으로써, 도전율을 크게 저하시키지 않고, 강도, 내응력 완화 특성을 향상시키는 것이 가능하다.

[0010] 그런데, 최근에는, 상기 서술한 전자·전기용 부품에 사용되는 부재의 소형화가 진행되어, 사용되는 동재는 동일 판두께에서의 고강도와 높은 굽힘 가공성의 양립이 요구된다. 강도와 굽힘 가공성은 트레이드 오프의 관계에 있기 때문에, 양립은 곤란하였다.

[0011] 또, 상기 서술한 전자·전기용 부품은, 종래보다 더 가혹한 고온 환경하에서 사용되고 있어, 가일층의 강도 및 내응력 완화 특성의 향상이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2016-056414호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 이 발명은, 전술한 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 높은 강도와 우수한 내응력 완화 특성을 가짐과 함께, 굽힘 가공성이 우수한 구리 합금, 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품, 단자, 버스 바, 리드 프레임을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 이 과제를 해결하기 위해서, 본 발명자들이 예의 검토한 결과, 이하의 지견을 얻었다.

[0015] 첨가 원소인 Mg 를 이용하여 코트렐 분위기를 형성하고, 전위의 안정화를 도모함으로써, 강도를 유지하면서, 내응력 완화 특성을 향상시키는 것이 가능하다. 또한, 전위를 안정 배치함으로써, 응력 집중을 피해 신장의 개선으로 이어진다.

[0016] 그리고, Mg 에 의해 전위를 안정화시킨 경우에는, 저속 인장 시험을 실시했을 때에, 응력-변형 곡선의 소성역에 있어서, 칼날형 곡선 (세레이션) 이 발생한다.

[0017] 본 발명은, 상기 서술한 지견에 기초하여 이루어진 것으로서, 본 발명의 일 양태는, 이하의 요건을 갖는다.

[0018] [1] Mg 를 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물인 조성을 갖고, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이며, 또한 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하 및 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖는 것을 특징으로 하는 구리 합금.

[0019] 이 구성의 구리 합금에 의하면, Mg 를 상기 서술한 범위에서 함유하고 있고, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이며, 또한 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하 및 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖고 있다. 이 때문에, Mg 에 의해 전위가 안정화되어 있어, 강도를 유지하면서, 내응력 완화 특성을 향상시킬 수 있다. 또, 신장을 개선시켜, 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0020] [2] EBSD 법에 의해, 1000 ㎛^{2} 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하여, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하인 것을 특징으로 하는 [1] 에 기재된 구리 합금.

[0021] 이 경우, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하로 되어 있으므로, 가공에 의해 충분히 전위가 도입되어 있고, 이들 전위가 Mg 에 의해 안정화됨으로써, 강도를 유지하면서, 더욱 내응력 완화 특성을 향상시킬 수 있음과 함께, 신장을 개선시켜, 더욱 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0022] [3] 인장 강도가 350 ㎫ 이상인 것을 특징으로 하는 [1] 또는 [2] 에 기재된 구리 합금.

[0023] 이 경우, 인장 강도가 350 ㎫ 이상으로 되어 있으므로, 용이하게 변형되는 경우가 없어, 커넥터나 프레스 피트 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임, 버스 바 등의 전자·전기 기기용 부품의 구리 합금으로서 특히 적합하다.

[0024] [4] Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 하는 [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금.

[0025] $$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A^2 + 0.5769 \times A + 1.7) \times 100$$

[0026] 이 경우, 도전율 σ 이 상기 서술한 바와 같이 규정되어 있으므로, 첨가된 Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있어, Mg 를 포함하는 석출물의 생성이 억제되어 있다. 따라서, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0027] [5] 추가로 P 를 0.0005 mass% 이상 0.1 mass% 이하의 범위 내에서 함유하는 것을 특징으로 하는 [1] ~ [4] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금.

[0028] 이 경우, P 의 함유량이 0.001 mass% 이상으로 되어 있으므로, 주조성을 향상시키는 것이 가능해진다. 또, P 의 함유량이 0.1 mass% 이하로 되어 있으므로, P 를 첨가했을 경우여도 도전율이 크게 저하되는 것을 억제할 수 있다.

[0029] [6] Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하고, Mg 당량 A_X 를, $A_X=(A-1.5\times B)$ 로 했을 경우에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 하는 [5] 에 기재된 구리 합금.

[0030] $$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A_X^2 + 0.5769 \times A_X + 1.7) \times 100$$

[0031] Mg 와 P 가 공첨가되어 있는 경우에는 모상 내에 Mg_3P_2 가 생성되기 때문에, Mg 의 고용 정도를 평가할 때에는, Mg 의 함유량이 아니고, Mg 당량 $A_X=(A-1.5\times B)$ 로, 도전율을 규정할 필요가 있다.

[0032] 그리고, 도전율 σ 이, Mg 당량 A_X 를 사용하여 상기 서술한 바와 같이 규정되어 있으므로, 첨가된 Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있어, Mg 를 포함하는 석출물의 생성이 억제되어 있다. 따라서, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0033] [7] [1] ~ [6] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 구리 합금 소성 가공재.

[0034] 이 구성의 구리 합금 소성 가공재에 의하면, 상기 서술한 구리 합금으로 구성되어 있는 점에서, 강도, 내응력 완화 특성, 굽힘 가공성이 우수하여, 대전류 용도, 고온 환경하에서 사용되는 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

[0035] [8] 두께가 0.1 ㎜ 이상 10 ㎜ 이하인 범위 내의 압연판인 것을 특징으로 하는 [7] 에 기재된 구리 합금 소성 가공재.

[0036] 이 경우, 두께가 0.1 ㎜ 이상 10 ㎜ 이하인 범위 내의 압연판인 점에서, 이 구리 합금 소성 가공재 (압연판) 에 대해 타발 가공이나 굽힘 가공을 실시함으로써, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품을 성형할 수 있다.

[0037] [9] 표면에 금속 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는 [7] 또는 [8] 에 기재된 구리 합금 소성 가공재.

[0038] 이 경우, 표면에 금속 도금층을 갖고 있으므로, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

[0039] 또한, 금속 도금층으로는, 예를 들어, Sn 도금, Ag 도금, Ni 도금, Au 도금, Pd 도금, Rh 도금 등을 들 수 있다. 또, 본 발명의 일 양태에 있어서는, 「Sn 도금」은 순 Sn 도금 또는 Sn 합금 도금, 「Ag 도금」은 순 Ag 도금 또는 Ag 합금 도금, 「Ni 도금」은 순 Ni 도금 또는 Ni 합금 도금, 「Au 도금」은 순 Au 도금 또는 Au 합금 도금, 「Pd 도금」은 순 Pd 도금 또는 Pd 합금 도금, 「Rh 도금」은 순 Rh 도금 또는 Rh 합금 도금, 을 포함한다.

[0040] [9a] 압연 가공된 압연재이며, RD 면에 있어서, EBSD 법에 의해, 1000 ㎛^{2} 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하여, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하인 것을 특징으로 하는 [7] ~ [9] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금 소성 가공재.

[0041] 이 경우, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하로 되어 있으므로, 압연 가공에 의해 충분히 전위가 도입되어 있고, 이들 전위가 Mg 에 의해 안정화됨으로써, 강도를 유지하면서, 나아가 내응력 완화 특성을 향상시킬 수 있음과 함께, 신장을 개선시켜, 더욱 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0042] [10] [7] ~ [9] 및 [9a] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 부품. 또한, 본 발명의 일 양태에 있어서의 전자·전기 기기용 부품이란, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등을 포함하는 것이다.

[0043] 이 구성의 전자·전기 기기용 부품은, 상기 서술한 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 고온 환경하에 있어서도, 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

[0044] [11] [7] ~ [9] 및 [9a] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 단자.

[0045] 이 구성의 단자는, 상기 서술한 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 고온 환경하에 있어서도, 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

[0046] [12] [7] ~ [9] 및 [9a] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 버스 바.

[0047] 이 구성의 버스 바는, 상기 서술한 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 고온 환경하에 있어서도, 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

[0048] [13] [7] ~ [9] 및 [9a] 중 어느 하나에 기재된 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 리드 프레임.

[0049] 이 구성의 리드 프레임은, 상기 서술한 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 고온 환경하에 있어서도, 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

발명의 효과

[0050] 본 발명의 일 양태에 의하면, 높은 강도와 우수한 내응력 완화 특성을 가짐과 함께, 굽힘 가공성이 우수한 구리 합금, 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품, 단자, 버스 바, 리드 프레임을 제공하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1A 는 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선이다.

도 1B 는 도 1A 중의 영역 X 의 확대도이다.

도 2 는, 본 실시형태인 구리 합금의 제조 방법의 플로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하에, 본 발명의 일 실시형태인 구리 합금에 대해 설명한다.

[0053] 본 실시형태인 구리 합금은, Mg 를 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물인 조성을 갖는다.

[0054] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, 추가로 P 를 0.0005 mass% 이상 0.1 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고 있어도 된다.

[0055] 그리고, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, 변형 속도 1.0 × 10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-

변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선 (세레이션) 의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이다. 또한, 응력-변형 곡선의 소성 변형역 내에, 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 또한 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖고 있다.

[0056] 본 실시형태인 구리 합금의 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 일례를 도 1A, 도 1B 에 나타낸다. 도 1A, 도 1B 에 나타내는 바와 같이, 소성 변형역에 있어서, 변형이 증가함에 따라 응력이 주기적으로 오르내림으로써, 칼날형 곡선 (세레이션) 이 형성되어 있다.

[0057] 또, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, EBSD 법에 의해, 1000 ㎛^{2} 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하고, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0058] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, 인장 강도가 350 ㎫ 이상인 것이 바람직하다.

[0059] 또, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것이 바람직하다.

[0060] $$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A^2 + 0.5769 \times A + 1.7) \times 100$$

[0061] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, Mg 와 함께 P 를 포함하는 경우에는, Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하고, Mg 당량 A_X 를, A_X=(A-1.5×B) 로 했을 경우에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 것이 바람직하다.

[0062] $$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A_X^2 + 0.5769 \times A_X + 1.7) \times 100$$

[0063] 여기서, 본 실시형태의 구리 합금에 있어서, 여기서, 상기 서술한 바와 같이 성분 조성, 각종 특성, 결정 조직을 규정한 이유에 대해 이하에 설명한다.

[0064] (Mg)

[0065] Mg 는, 구리의 모상 중에 고용됨으로써, 도전율을 크게 저하시키는 일 없이, 내응력 완화 특성을 향상시키는 작용 효과를 갖는 원소이다. 또, Mg 를 이용하여 코트렐 분위기를 형성하고, 전위를 안정화시킴으로써, 강도, 내응력 완화 특성, 및, 신장의 향상을 도모하는 것이 가능해진다.

[0066] 여기서, Mg 의 함유량이 0.10 mass% 미만인 경우에는, 그 작용 효과를 충분히 발휘시킬 수 없게 될 우려가 있다. 한편, Mg 의 함유량이 2.6 mass% 를 초과하는 경우에는, 제조 부하의 증대로 인한 비용 상승, 수율의 저하를 초래하기 때문에, 공업 제품으로서 적합하지 않는다.

[0067] 이상과 같이, 본 실시형태에서는, Mg 의 함유량을 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내로 설정하고 있다.

[0068] 또한, 강도, 내응력 완화 특성 및 신장을 더욱 향상시키기 위해서는, Mg 의 함유량의 하한을 0.12 mass% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.15 mass% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.17 mass% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0069] 또, 제조 비용의 증가 및 수율의 저하를 더욱 억제하기 위해서는, Mg 의 함유량의 상한을 2.5 mass% 미만으로 하는 것이 바람직하고, 2.4 mass% 미만으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 2.3 mass% 미만으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0070] (P)

[0071] 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, P 를 0.0005 mass% 이상 함유하는 경우에는, 탕 흐름성이 향상되어, 주조성이 향상되게 된다. 한편, P 의 함유량을 0.1 mass% 이하로 제한함으로써, 도전율이 크게 저하되는 것을

억제하는 것이 가능해진다.

[0072] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, 주조성을 더욱 향상시키기 위해서는, P 의 함유량의 하한을 0.0006 mass% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.0007 mass% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 또, 도전율의 저하를 더욱 억제하기 위해서는, P 의 함유량의 상한을 0.095 mass% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.092 mass% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0073] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, P 를 불순물로서 함유하는 경우에는, P 를 0.0005 mass% 미만으로 함유하고 있어도 된다.

[0074] (그 밖의 불가피 불순물)

[0075] 상기 서술한 원소 이외의 그 밖의 불가피적 불순물로는, Ag, Al, B, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Sc, 희토류 원소, V, Nb, Ta, Mo, Ni, W, Mn, Re, Ru, Sr, Ti, Os, Co, Rh, Ir, Pb, Pd, Pt, Au, Zn, Zr, Hf, Hg, Ga, In, Ge, Y, Tl, N, Si, Sn, Li, S, Se, Te, SbBi, As 등을 들 수 있다. 이들 불가피 불순물은, 특성에 영향을 주지 않는 범위에서 함유되어 있어도 된다.

[0076] 여기서, 이들 불가피 불순물은, 도전율을 저하시킬 우려가 있는 점에서, 총량으로 0.1 mass% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05 mass% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.03 mass% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 나아가서는 0.01 mass% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0077] 또, 이들 불가피 불순물의 각각의 함유량의 상한은, 10 massppm 이하로 하는 것이 바람직하고, 5 massppm 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 2 massppm 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0078] (저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선)

[0079] 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, 상기 서술한 바와 같이, Mg 를 이용하여 코트렐 분위기를 형성하고, 전위의 안정화를 도모함으로써, 강도를 유지하면서, 내응력 완화 특성을 향상시키고 있다.

[0080] 여기서, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험을 실시했을 때에는, Mg 에 의해 안정화된 전위를 다른 전위가 타고 넘을 때에, 응력 변화가 발생하고, 응력-변형 곡선에 칼날형 곡선 (세레이션) 이 발현되게 된다.

[0081] 또한, 본 실시형태에서는, 상기 저속 인장 시험으로 얻어진 응력-변형 곡선에 있어서, 응력이 0.2 % 내력 $\sigma_{0.2}$ 이상의 영역을 소성 변형역으로 한다. 이 소성 변형역에 있어서, 이하의 요건 (1), (2) 를 만족하는 경우에, 본 실시형태에서 규정하는 칼날형 곡선 (세레이션) 이 있음이라고 판단한다. 이로써, 시험 설비에서 발생하는 노이즈나 외적 요인에 의한 돌발적인 변동과 구별할 수 있다.

[0082] (1) 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이다.

[0083] (2) 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 또한 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖는다.

[0084] 응력-변형 곡선에 있어서, 주기적인 응력의 변동 중, 1 개의 응력의 극소점 A 로부터 그 응력의 극소점 A 에 인접하는 다른 응력의 극소점 B 까지의 곡선이 1 개의 칼날형 곡선이다 (단, 극소점 B 는 포함하지 않는다). 1 개의 칼날형 곡선에는, 1 개의 응력의 극소점 (골부) 과 1 개의 응력의 극대점 (산부) 이 존재한다. 변형의 주기는, 2 개의 인접하는 응력의 극소점 (골부) 의 변형의 차이다. 응력의 고저차는, 1 개의 칼날형 곡선에 있어서의 응력의 극대점 (산부) 과 극소점 (골부) 의 응력의 차이다.

[0085] 변형의 주기의 평균치는, 소성 변형역에 있어서의 모든 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치이며, 응력의 고저차의 평균치는, 소성 변형역에 있어서의 모든 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치이다.

[0086] 변형의 주기의 평균치는, 0.95 % 이하인 것이 바람직하고, 0.90 % 이하인 것이 보다 바람직하다. 또 변형의 주기의 평균치는, 0.02 % 이상인 것이 바람직하고, 0.03 % 이상인 것이 보다 바람직하다. 응력의 고저차의 평균치는, 1.90 ㎫ 이하인 것이 바람직하고, 1.80 ㎫ 이하인 것이 보다 바람직하다. 또 응력의 고저차의 평균치는, 0.10 ㎫ 이상인 것이 바람직하다.

[0087] (애스펙트비 b/a)

[0088] 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, 상기 서술한 바와 같이, Mg 에 의해 전위의 안정화를 도모함으로써,

강도, 내응력 완화 특성 및 신장의 향상을 도모하고 있는 점에서, 전위를 충분히 갖는 것이 바람직하다.

[0089] 여기서, 결정립 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하가 되는 결정립을 형성시키는 경우에는, 충분히 전위가 존재하게 되어, 강도, 내응력 완화 특성 및 신장의 가일층의 향상을 도모하는 것이 가능해진다. 애스펙트비 b/a 가 0.95 보다 커지면, 충분한 전위를 갖지 않고, Mg 에 의한 전위의 안정화를 얻을 수 없다.

[0090] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 결정립 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.93 이하인 것이 더욱 바람직하고, 0.90 이하인 것이 보다 바람직하다. 또 애스펙트비 b/a 는, 0.005 이상인 것이 바람직하고, 0.01 이상인 것이 보다 바람직하다.

[0091] 여기서, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, EBSD 법에 의해, 1000 μm^2 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 μm 스텝으로 측정하고, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하여 해석하고, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 를 0.95 이하로 하고 있다.

[0092] (인장 강도)

[0093] 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, 인장 강도가 350 MPa 이상인 경우에는, 강도가 충분히 확보되어 있고, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합한 것이 된다. 또한, 본 실시형태에 있어서의 인장 강도는, 압연 방향에 평행한 방향에 있어서의 인장 강도로 되어 있다.

[0094] 여기서, 본 실시형태에 있어서는, 상기 서술한 인장 강도는, 360 MPa 이상인 것이 더욱 바람직하고, 370 MPa 이상인 것이 보다 바람직하다. 또, 본 실시형태에 있어서는, 인장 강도 (압연 방향에 평행한 방향에 있어서의 인장 강도) 의 상한은 정하지 않지만, 코일 감김된 조재를 사용할 때의 코일의 코일링에 의한 생산성 저하를 회피하기 위해, 인장 강도는 2000 MPa 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 1700 MPa 이하, 더욱 바람직하게는 1500 MPa 이하로 한다.

[0095] (도전율)

[0096] 본 실시형태의 구리 합금에 있어서는, Mg 가 충분히 고용되어 있는 경우에는, Mg 의 석출물의 발생을 억제할 수 있어, 굽힘 가공성을 더욱 향상시키는 것이 가능해진다.

[0097] 여기서, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족함으로써, Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있어, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A^2 + 0.5769 \times A + 1.7) \times 100$$

[0098]

[0099] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, Mg 와 함께 P 를 포함하는 경우에는, 모상 내에 Mg_3P_2 가 생성되기 때문에, Mg 의 고용 정도를 평가할 때에는, Mg 의 함유량이 아니고, Mg 당량 A_X=(A-1.5×B) 로, 도전율을 규정할 필요가 있다.

[0100] 그래서, Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하고, Mg 당량 A_X 를, A_X=(A-1.5×B) 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족함으로써, Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있어, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A_X^2 + 0.5769 \times A_X + 1.7) \times 100$$

[0101]

[0102] 다음으로, 이와 같은 구성으로 된 본 실시형태인 구리 합금의 제조 방법에 대해, 도 2 에 나타내는 플로도를 참조하여 설명한다.

[0103] (용해·주조 공정 S01)

[0104] 먼저, 구리 원료를 용해하여 얻어진 동 용탕에, 전술한 원소를 첨가하여 성분 조정을 실시하고, 구리 합금 용탕을 제작한다. 또한, 각종 원소의 첨가에는, 원소 단체나 모합금 등을 사용할 수 있다. 또, 상기 서술한 원소를 포함하는 원료를 구리 원료와 함께 용해해도 된다. 또, 본 합금의 리사이클재 및 스크랩재를 사용해

도 된다. 여기서, 동 용탕은, 순도가 99.99 mass% 이상으로 된 이른바 4 NCu, 혹은 순도가 99.999 mass% 이상으로 된 이른바 5 NCu 로 하는 것이 바람직하다.

[0105] 용해 공정에서는, Mg 의 산화를 억제하기 위해, 또 수소 농도의 저감을 위해, H_2O 의 증기압이 낮은 불활성 가스 분위기 (예를 들어 Ar 가스) 에 의한 분위기 용해를 실시하고, 용해시의 유지 시간은 최소한으로 그치게 하는 것이 바람직하다.

[0106] 그리고, 성분 조정된 구리 합금 용탕을 주형에 주입하여 주괴를 제작한다. 또한, 양산을 고려한 경우에는, 연속 주조법 또는 반연속 주조법을 사용하는 것이 바람직하다.

[0107] 이 때, 용탕의 응고시에, Mg 와 P 를 포함하는 정출물이 형성되기 때문에, 응고 속도를 빠르게 함으로써 정출물 사이즈를 보다 미세하게 하는 것이 가능해진다. 그 때문에, 용탕의 냉각 속도는 0.1 ℃/sec 이상으로 하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 0.5 ℃/sec 이상이며, 가장 바람직하게는 1 ℃/sec 이상이다.

[0108] (균질화/용체화 공정 S02)

[0109] 다음으로, 얻어진 주괴의 균질화 및 용체화를 위해 가열 처리를 실시한다.

[0110] 주괴의 내부에는, 응고 과정에 있어서 Mg 가 편석되어 농축됨으로써 발생한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물 등이 존재하는 경우가 있다. 그래서, 이들 편석 및 금속간 화합물 등을 소실 또는 저감시키기 위해, 주괴를 300 ℃ 이상 900 ℃ 이하로까지 가열하는 가열 처리를 실시함으로써, 주괴 내에 있어서, Mg 를 균질하게 확산시키거나, Mg 를 모상 중에 고용시키거나 한다. 또한, 이 균질화/용체화 공정 S02 는, 비산화성 또는 환원성의 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0111] 여기서, 가열 온도가 300 ℃ 미만에서는, 용체화가 불완전해지고, 모상 중에 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 잔존할 우려가 있다. 한편, 가열 온도가 900 ℃ 를 초과하면, 구리 소재의 일부가 액상이 되어, 조직이나 표면 상태가 불균일해질 우려가 있다. 따라서, 가열 온도를 300 ℃ 이상 900 ℃ 이하의 범위로 설정하고 있다.

[0112] 또한, 후술하는 조압연의 효율화와 조직의 균일화를 위해서, 전술한 균질화/용체화 공정 S02 의 후에 열간 가공을 실시해도 된다. 이 경우, 가공 방법에 특별한 한정은 없고, 예를 들어 압연, 선긋기, 압출, 홈 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다. 또, 열간 가공 온도는, 300 ℃ 이상 900 ℃ 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하다.

[0113] (조가공 공정 S03)

[0114] 소정의 형상으로 가공하기 위해서, 조가공을 실시한다. 또한, 이 조가공 공정 S03 에 있어서의 온도 조건은 특별한 한정은 없지만, 재결정을 억제하기 위해서, 혹은 치수 정밀도의 향상을 위해, 냉간 또는 온간에서의 압연이 되는 -200 ℃ 에서 200 ℃ 의 범위 내로 하는 것이 바람직하고, 특히 상온이 바람직하다. 가공률에 대해서는, 20 % 이상이 바람직하고, 30 % 이상이 더욱 바람직하다. 또, 가공 방법에 대해서는, 특별한 한정은 없고, 예를 들어 압연, 선긋기, 압출, 홈 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다.

[0115] (중간 열처리 공정 S04)

[0116] 조가공 공정 S03 후에, 용체화의 철저, 재결정 조직화 또는 가공성의 향상을 위한 연화를 목적으로 하여 열처리를 실시한다. 열처리의 방법은 특별한 한정은 없지만, 바람직하게는 400 ℃ 이상 900 ℃ 이하의 유지 온도, 10 초 이상 10 시간 이하의 유지 시간으로, 비산화 분위기 또는 환원성 분위기 중에서 열처리를 실시한다. 또, 가열 후의 냉각 방법은, 특별히 한정하지 않지만, 물 퀜칭 등 냉각 속도가 200 ℃/min 이상이 되는 방법을 채용하는 것이 바람직하다.

[0117] 또한, 조가공 공정 S03 및 중간 열처리 공정 S04 는, 반복 실시해도 된다.

[0118] (상전 가공 공정 (WORKING BEFORE FINISHING STEP) S05)

[0119] 중간 열처리 공정 S04 후의 구리 소재를 소정의 형상으로 가공하기 위해, 상전 가공을 실시한다. 또한, 이 상전 가공 공정 S05 에 있어서의 온도 조건은 특별한 한정은 없지만, 가공시의 재결정을 억제하기 위해, 또는 연화를 억제하기 위해서, 냉간 또는 온간에서의 가공이 되는 -200 ℃ 에서 200 ℃ 의 범위 내로 하는 것이 바람직하고, 특히 상온이 바람직하다. 또, 가공률은, 최종 형상에 근사하도록 적절히 선택되게 되지만, 가공 경화에 의해 강도를 향상시키기 위해 5 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0120] 또, 가공 방법에 대해서는, 특별한 한정은 없고, 예를 들어 압연, 인발, 압출, 홈 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다.

[0121] (상전 열처리 공정 (HEAT TREATMENT BEFORE FINISHING STEP) S06)

[0122] 상전 가공 공정 S05 에 의해 얻어진 소성 가공재에 대해, Mg 에 의한 전위 고착 및 전위 재배열에 의한 안정화를 목적으로 하여 상전 열처리를 실시한다. 열처리 온도는, 100 ℃ 이상 800 ℃ 이하의 범위 내가 되는 것이 바람직하다. 또한, 재결정에 의한 강도의 대폭적인 저하를 피하도록, 열처리 조건 (온도, 시간, 냉각 속도) 을 설정할 필요가 있다. 예를 들어 300 ℃ 에서는 1 초 이상 120 초 이하 유지하는 것이 바람직하다. 이 열처리는, 비산화 분위기 또는 환원성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0123] 열처리의 방법은 특별한 한정은 없지만, 제조 비용 저감의 효과로, 연속 어닐링로에 의한 단시간의 열처리가 바람직하다. 또한, 상기 서술한 상전 가공 공정 S05 및 상전 열처리 공정 S06 을 반복하여 실시해도 된다.

[0124] (경가공 공정 S07)

[0125] 상전 열처리 공정 S06 을 실시한 소성 가공재에 대해, 가일층의 Mg 에 의한 전위 고착·안정화에 의한 세레이션의 발현을 위해, 경가공률에서의 소성 가공을 실시한다. 또한, 이 경가공 공정 S07 에 있어서의 온도 조건은 특별한 한정은 없지만, 재결정을 억제하기 위해서, 혹은 치수 정밀도의 향상을 위해, 냉간 또는 온간에서의 압연이 되는 -200 ℃ 에서 200 ℃ 의 범위 내로 하는 것이 바람직하고, 특히 상온이 바람직하다.

[0126] 또, 경가공 공정 S07 에서는, 고가공률로 하면 내응력 완화 특성의 저하를 초래하기 때문에, 총 가공률을 5 % 이상 50 % 이하의 범위 내로 하고, 1 패스마다의 가공률을 20 % 이하로 제한하는 것이 바람직하다. 또한, 경가공률의 경우, 균일하게 변형시키는 것이 곤란해져 판형상을 악화시키는 원인이 되기 때문에, 길이 방향으로 장력을 50 ㎫ 이상 가하면서 압연을 실시하는 것이 바람직하다.

[0127] (마무리 열처리 공정 S08)

[0128] 마지막으로, 경가공 공정 S07 에 의해 얻어진 소성 가공재에 대해, 가일층의 Mg 에 의한 전위 고착 및 전위 재배열에 의한 안정화를 목적으로 하여 마무리 열처리를 실시한다. 열처리 온도는, 100 ℃ 이상 800 ℃ 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 또한, 재결정에 의한 강도의 대폭적인 저하를 피하도록, 열처리 조건 (온도, 시간, 냉각 속도) 를 설정할 필요가 있다. 예를 들어 300 ℃ 에서는 1 초 이상 120 초 이하 유지하는 것이 바람직하다. 이 열처리는, 비산화 분위기 또는 환원성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0129] 열처리의 방법은 특별한 한정은 없지만, 제조 비용 저감의 효과로, 연속 어닐링로에 의한 단시간의 열처리가 바람직하다. 또한, 상기 서술한 경가공 공정 S07 및 마무리 열처리 공정 S08 를, 반복 실시해도 된다.

[0130] 이와 같이 하여, 본 실시형태인 구리 합금 (구리 합금 소성 가공재) 이 제작되게 된다. 또한, 압연에 의해 제작된 구리 합금 소성 가공재를 구리 합금 압연판이라고 한다.

[0131] 여기서, 구리 합금 소성 가공재의 판두께를 0.1 ㎜ 이상으로 한 경우에는, 대전류 용도에서의 도체로서의 사용에는 적합하다. 또, 구리 합금 소성 가공재의 판두께를 10.0 ㎜ 이하로 함으로써, 프레스기의 하중의 증대를 억제하고, 단위 시간당 생산성을 확보할 수 있어, 제조 비용을 억제할 수 있다.

[0132] 이 때문에, 구리 합금 소성 가공재 (구리 합금 압연재) 의 판두께는 0.1 ㎜ 이상 10.0 ㎜ 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하다.

[0133] 또한, 구리 합금 소성 가공재 (구리 합금 압연재) 의 판두께의 하한은 0.5 ㎜ 이상으로 하는 것이 바람직하고, 1.0 ㎜ 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 구리 합금 소성 가공재 (구리 합금 압연재) 의 판두께의 상한은 9.0 ㎜ 미만으로 하는 것이 바람직하고, 8.0 ㎜ 미만으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0134] 또, 본 실시형태인 구리 합금 소성 가공재 (구리 합금 압연재) 의 표면에 금속 도금층 (예를 들어, Sn 도금, Ag 도금, Ni 도금, Au 도금, Pd 도금, Rh 도금 등) 을 형성해도 된다.

[0135] 또한, 본 실시형태인 구리 합금 (구리 합금 소성 가공재) 에 있어서는, 압연 가공된 압연재 (구리 합금 압연판) 인 경우에는, RD 면에 있어서, EBSD 법에 의해, 1000 ㎛^{2} 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하여, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하인 것이 바람직하다.

[0136] 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하인 경우에는, 압연

가공에 의해 충분히 전위가 도입되어 있고, 이 전위가 Mg 에 의해 안정화됨으로써, 강도, 내응력 완화 특성 및 신장의 가일층의 향상을 도모하는 것이 가능해진다.

[0137] 또한, 본 실시형태에 있어서, 상기 서술한 애스펙트비 b/a 는 0.93 이하인 것이 더욱 바람직하고, 0.90 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0138] 이상과 같은 구성으로 된 본 실시형태인 구리 합금에 있어서는, Mg 를 0.10 mass% 이상 2.6 mass% 이하의 범위 내에서 함유한다. 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하이다. 또한, 응력-변형 곡선의 소성 변형역 내에, 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 또한 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선을 5 개 이상 갖고 있다. 이 때문에, Mg 에 의해 전위가 안정화되어 있어, 강도를 유지하면서, 내응력 완화 특성을 향상시킬 수 있다. 또, 신장을 개선시켜, 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0139] 또, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, EBSD 법에 의해, 1000 μm^2 이상의 측정 면적을 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 측정하여, 데이터 해석 소프트 OIM 에 의해 해석된 CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 해석했을 때, 결정 입경 (쌍정을 포함한다) 의 장경 a 와 단경 b 로 나타내는 애스펙트비 b/a 가 0.95 이하로 되어 있는 경우에는, 가공에 의해 충분히 전위가 도입되어 있고, 이들 전위가 Mg 에 의해 안정화됨으로써, 강도를 유지하면서, 더욱 내응력 완화 특성을 향상시킬 수 있음과 함께, 신장을 개선시켜, 더욱 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

[0140] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, 인장 강도가 350 ㎫ 이상인 경우에는, 인장 강도가 충분히 높아, 용이하게 변형되는 경우가 없고, 커넥터나 프레스 피트 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임, 버스 바 등의 전자·전기 기기용 부품의 구리 합금으로서 특히 적합하다.

[0141] 또, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 경우에는, 첨가된 Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있고, Mg 를 포함하는 석출물의 생성이 억제되어 있다. 따라서, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A^2 + 0.5769 \times A + 1.7) \times 100$$

[0142]

[0143] 또한, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, 추가로 P 를 0.0005 mass% 이상 0.1 mass% 이하의 범위 내에서 함유하는 경우에는, 주조성을 향상시키는 것이 가능해짐과 함께, P 를 첨가했을 경우여도 도전율이 크게 저하되는 것을 억제할 수 있다.

[0144] 또, 본 실시형태인 구리 합금에 있어서, Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하고, Mg 당량 A_X 를, A_X=(A-1.5×B) 로 했을 경우에, 도전율 σ (% IACS) 이 이하의 관계식을 만족하는 경우에는, Mg 와 P 가 공첨가되어 모상 내에 Mg_3P_2 가 생성되어 있어도, 첨가된 Mg 가 구리 모상 중에 충분히 고용되어 있고, Mg 를 포함하는 석출물의 생성이 억제되어 있다. 따라서, 굽힘 가공성을 더욱 향상시킬 수 있다.

$$\sigma \leqq 1.7680 / (-0.0200 \times A_X^2 + 0.5769 \times A_X + 1.7) \times 100$$

[0145]

[0146] 본 실시형태인 구리 합금 소성 가공재는, 상기 서술한 구리 합금으로 구성되어 있는 점에서, 도전성, 내응력 완화 특성, 굽힘 가공성이 우수하고, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

[0147] 또, 본 실시형태인 구리 합금 소성 가공재를, 두께가 0.1 ㎜ 이상 10 ㎜ 이하인 범위 내의 압연판으로 한 경우에는, 구리 합금 소성 가공재 (압연판) 에 대해 타발 가공이나 굽힘 가공을 실시함으로써, 단자, 버스 바, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품을 비교적 용이하게 성형할 수 있다.

[0148] 또한, 본 실시형태인 구리 합금 소성 가공재의 표면에 금속 도금층 (예를 들어, Sn 도금, Ag 도금, Ni 도금, Au 도금, Pd 도금, Rh 도금 등) 을 형성한 경우에는, 단자, 버스 바 등의 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

[0149] 또한, 본 실시형태인 전자·전기 기기용 부품 (단자, 버스 바, 리드 프레임 등) 은, 상기 서술한 구리 합금 소성 가공재 및 구리 합금으로 구성되어 있으므로, 고온 환경하에 있어서도, 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

[0150] 이상, 본 발명의 실시형태인 구리 합금, 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 (단자, 버스 바, 리드 프레임 등) 에 대해 설명했지만, 본 발명은 이것으로 한정되지는 않고, 그 발명의 기술적 요건을 일탈하지 않는 범위에서 적절히 변경 가능하다.

[0151] 예를 들어, 상기 서술한 실시형태에서는, 구리 합금 (구리 합금 소성 가공재) 의 제조 방법의 일례에 대해 설명했지만, 구리 합금의 제조 방법은, 실시형태에 기재한 것으로 한정되지는 않고, 기존의 제조 방법을 적절히 선택하여 제조해도 된다.

[0152] 실시예

[0153] 이하에, 본 발명의 효과를 확인하고자 실시한 확인 실험의 결과에 대해 설명한다.

[0154] 순도 99.99 질량% 이상의 무산소동 (ASTM B152 C10100) 으로 이루어지는 구리 원료를 준비하고, 이것을 고순도 그라파이트 도가니 내에 장입하여, Ar 가스 분위기로 된 분위기로 내에 있어서 고주파 용해하였다. 얻어진 동 용탕 내에, 각종 첨가 원소를 첨가하여 표 1 에 나타내는 성분 조성으로 조제하고, 카본 주형에 주탕하여 주괴를 제작했다. 또한, 주괴의 크기는, 두께 10 ~ 30 ㎜ × 폭 약 20 ㎜ × 길이 약 100 ~ 120 ㎜ 로 하였다.

[0155] 얻어진 주괴에 대해, Ar 가스 분위기 중에 있어서, 715 ℃ 의 온도 조건에서 4 시간의 가열을 실시하는 가열 공정을 실시하고, 그 후, 물 퀜칭을 실시하였다.

[0156] 열처리 후의 주괴를 절단함과 함께, 산화 피막을 제거하기 위해서 표면 연삭을 실시하였다. 그 후, 설정한 최종 두께가 되도록 적절히 조가공 전의 두께를 조정하여 절단을 실시하였다. 이어서 표 2, 3 에 기재된 가공률·온도 조건에서 조가공, 중간 열처리, 상전 냉간 압연, 상전 열처리를 실시하고, 그 후, 동일하게 표 2, 3 에 기재된 조건에서 경가공 (경압연), 마무리 열처리를 실시하고, 표 2, 3 에 나타내는 판두께로 폭 약 20 ㎜ 의 특성 평가용 조재를 제작하였다.

[0157] 얻어진 특성 평가용 조재에 대해, 이하의 항목에 대해 평가를 실시하였다.

[0158] (조성 분석)

[0159] 얻어진 주괴로부터 측정 시료를 채취하고, Mg 량은 유도 결합 플라즈마 발광 분광 분석법으로 측정하고, 그 밖의 원소의 양은 글로 방전 질량 분석 장치 (GD-MS) 를 사용하여 측정하였다.

[0160] 또한, 측정은, 시료 중앙부와 폭방향 단부의 2 지점로부터 시료를 채취하여 실시하고, 함유량이 많은 쪽을 그 샘플의 함유량으로 하였다. 그 결과, 표 1 에 나타내는 성분 조성인 것을 확인하였다. 표 1 의 항목 "Mg 당량" 은, Mg 당량 A_X 이며, Mg 의 함유량을 A 원자%, P 의 함유량을 B 원자% 로 하면, $A_X=(A-1.5\times B)$ 로 산출되는 값이다.

[0161] (저속 인장 시험)

[0162] 특성 평가용 조재로부터 JIS Z 2201 에 규정되는 13 B 호 시험편을 채취하고, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험을 실시하였다. 이 저속 인장 시험에 의해, 인장 강도 및 신장을 측정하였다.

[0163] 또한, 시험편은, 인장 시험의 인장 방향이 특성 평가용 조재의 압연 방향에 대해 평행이 되도록 채취하였다.

[0164] 그리고, 저속 인장 시험으로 얻어진 하중-신장 곡선을 해석하고, 칼날형 곡선 (세레이션) 의 유무를 확인하였다.

[0165] 얻어진 데이터에서, JIS Z 2241 의 오프셋법에 의해 측정되는 0.2 % 내력 $\sigma_{0.2}$ 이후의 곡선 (소성 변형역) 에 있어서, 칼날형 곡선 (주기적인 응력의 변동) 의 유무를 확인하였다. 표 4, 5 의 항목 "유무" 에서는, 변형의 주기, 응력의 고저차가 실시형태에 기재된 범위 밖이어도 칼날형 곡선이 존재하는 경우에는 "유" 라고 기재하였다.

[0166] 그리고, 이들 칼날형 곡선이 인정된 것에 대해서는, 소성 변형역에 있어서의 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치, 및, 칼날형 곡선의 개수를 표 4, 5 에 기재하였다.

[0167] 또한, 소성 변형역에 있어서의 각 칼날형 곡선의 변형의 주기를 측정하고, 그들의 합계를 칼날형 곡선의 개수로 나누어 평균치를 산출하고, 그 평균치를 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치로 하였다. 동일하게, 소성 변형역에 있어서의 각 칼날형 곡선의 응력의 고저차를 측정하고, 그들의 합계를 칼날형 곡선의 개수로 나누어 평균치를 산출하고, 그 평균치를 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치로 하였다.

[0168] 또, 칼날형 곡선의 개수는, 소성 변형역에 있어서, 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 또한 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선의 개수이다.

[0169] (애스펙트비)

[0170] 특성 평가용 조재의 압연 방향에 대해 수직인 면, 즉 RD (roll direction) 면에 대해, 내수 연마지, 다이아몬드 지립을 사용하여 기계 연마를 실시한 후, 콜로이달 실리카 용액을 사용하여 마무리 연마를 실시하였다. 그리고, EBSD 측정 장치 (FEI 사 제조 Quanta FEG 450, EDAX/TSL 사 제조 (현 AMETEK 사) OIM Data Collection) 와, 해석 소프트 (EDAX/TSL 사 제조 (현 AMETEK 사) OIM Data Analysis ver. 5.3) 에 의해, 전자선의 가속 전압 20 ㎸, 측정 간격 0.1 ㎛ 스텝으로 1000 $㎛^2$ 이상의 측정 면적에서, CI 값이 0.1 이하인 측정점을 제외하고 각 결정립 (쌍정을 포함한다) 의 방위차의 해석을 실시하였다. 인접하는 측정점간의 방위차가 15° 이상이 되는 측정점간을 입계로 하여, 각 결정립의 결정 입경의 장경을 a, 단경을 b 로 했을 때, b/a 로 나타내는 애스펙트비를 측정하였다. 또, 애스펙트비의 측정에서는, EBSD 상의 Grain Size 로서 Grain Tolerance Angle 을 5° 로 하고, Minimum Grain Size 를 2 픽셀로 하였다. 그리고 결정립의 애스펙트비의 평균치를 산출하고, 그 평균치를 시료의 애스펙트비로 하였다.

[0171] (도전율)

[0172] 특성 평가용 조재로부터 폭 10 ㎜ × 길이 60 ㎜ 의 시험편을 채취하고, 4 단자법에 의해 전기 저항을 구하였다. 또, 마이크로 미터를 사용하여 시험편의 치수 측정을 실시하고, 시험편의 체적을 산출하였다. 그리고, 측정한 전기 저항값과 체적으로부터, 도전율을 산출하였다. 또한, 시험편은, 그 길이 방향이 특성 평가용 조재의 압연 방향에 대해 평행이 되도록 채취하였다.

[0173] (내응력 완화 특성)

[0174] 내응력 완화 특성 시험은, 일본 신동 협회 기술 표준 JCBA-T309 : 2004 의 외팔보 나사식에 준한 방법에 의해 응력을 부하하고, 150 ℃ 의 온도에서 1000 시간 유지 후의 잔류 응력률을 측정하였다.

[0175] 시험 방법으로는, 각 특성 평가용 조재로부터 압연 방향에 대해 평행한 방향으로 시험편 (폭 10 ㎜) 을 채취하고, 시험편의 표면 최대 응력이 내력의 80 % 가 되도록, 초기 휨 변위를 2 ㎜ 로 설정하고, 스팬 길이를 조정하였다. 상기 표면 최대 응력은 다음 식으로 정해진다.

[0176] 표면 최대 응력 (㎫) = $1.5\ Et\delta_0/L_s^2$

[0177] 단, E, t, δ_0, L_s 는 이하의 값을 나타낸다.

[0178] E : 영률 (㎫)

[0179] t : 시료의 두께 (㎜)

[0180] δ_0 : 초기 휨 변위 (㎜)

[0181] L_s : 스팬 길이 (㎜)

[0182] 150 ℃ 의 온도에서, 1000 시간 유지 후의 굽힘 자국으로부터, 잔류 응력률을 측정하고, 내응력 완화 특성을 평가하였다. 또한 잔류 응력률은 다음 식을 이용하여 산출하였다.

[0183] 잔류 응력률 (%) = $(1-\delta_t/\delta_0)\times 100$

[0184] 단, δ_t, δ_0 은 이하의 값을 나타낸다.

[0185] δ_t : (150 ℃ 에서 1000 시간 유지 후의 영구 휨 변위 (㎜)) - (상온에서 24 시간 유지 후의 영구 휨 변위 (㎜))

[0186] δ_0 : 초기 휨 변위 (㎜)

[0187] (굽힘 가공성)

[0188] 일본 신동 협회 기술 표준의 JBMA-T307 : 2007 의 4 시험 방법에 준거하여 굽힘 가공을 실시하였다. 압연 방향과 시험편의 길이 방향이 평행이 되도록, 특성 평가용 조재로부터 폭 10 ㎜ × 길이 30 ㎜ 의 시험편을 복수 채취하고, 굽힘 각도가 90 도, 굽힘 반경이 0.5 ㎜ 인 W 형의 지그를 사용하여, W 굽힘 시험을 실시하였다.

[0189] 그리고, 휨부의 외주부를 육안으로 확인하여, 파단된 경우에는 "×" (poor) 로 판정하고, 일부만 파단이 일어난 경우에는 "△" (fair) 로 판정하였다. 파단이 일어나지 않고 미세한 균열만이 발생한 경우에는 "○" (good) 로 판정하고, 파단이나 미세한 균열을 확인할 수 없는 경우를 "◎" (excellent) 로 판정하였다.

표 1

[0190]

		성분 조성(질량비)			성분 조성(원자비)		
		Mg %	P %	Cu	Mg %	P %	Mg 당량 %
본 발명예	1	0.11	0.0007	나머지	0.29	0.002	0.28
	2	1.60	0.0040	나머지	4.08	0.010	4.06
	3	1.20	0.0030	나머지	3.08	0.008	3.07
	4	0.27	0.0015	나머지	0.70	0.004	0.70
	5	2.30	0.0010	나머지	5.80	0.003	5.79
	6	0.70	0.0100	나머지	1.81	0.010	1.77
	7	1.54	0.0007	나머지	3.93	0.002	3.93
	8	0.50	0.0005	나머지	1.30	0.001	1.29
	9	0.75	0.0005	나머지	1.94	0.001	1.94
	10	0.40	0.0300	나머지	1.04	0.078	0.92
	11	1.00	0.0800	나머지	2.57	0.206	2.26
	12	2.10	0.0900	나머지	5.31	0.227	4.96
	13	2.57	0.0600	나머지	6.45	0.151	6.22
	14	1.50	0.0080	나머지	3.83	0.020	3.80
	15	1.90	0.0200	나머지	4.82	0.051	4.74
	16	1.63	0.0000	나머지	4.15	0.000	4.15
비교예	1	3.00	0.0008	나머지	7.48	0.002	7.48
	2	0.60	0.2000	나머지	1.55	0.517	0.78
	3	0.30	0.0100	나머지	0.78	0.026	0.74
	4	0.60	0.0800	나머지	1.55	0.207	1.24
	5	2.10	0.0010	나머지	5.31	0.003	5.31
	6	0.06	0.0100	나머지	0.16	0.026	0.12
	7	0.40	0.0300	나머지	1.04	0.078	0.92

표 2

	제조 공정													두께 mm
	균질화/용체화		조가공	중간 열처리		상전 가공	상전 열처리		경가공 공정		마무리 열처리			
		온도 ℃	압연율 %	온도 ℃	시간 sec.	압연율 %	온도 ℃	시간 sec.	총 압연율 %	1 패스의 최대 압연율 %	온도 ℃	시간 sec.		
본 발명예	1	715	60	600	30	60	350	30	20	9	300	30		3.0
	2	715	30	650	60	99	350	15	15	4	300	30		0.1
	3	715	80	550	60	10	250	40	5	2	380	5		3.5
	4	715	90	600	60	50	350	5	20	9	320	40		1.0
	5	715	40	650	40	95	250	60	50	19	280	30		0.3
	6	715	90	625	180	40	280	30	20	8	280	40		1.0
	7	715	95	625	60	80	300	45	10	10	250	30		0.2
	8	715	90	575	180	70	250	60	20	17	370	5		0.5
	9	715	90	625	60	65	300	20	35	14	300	30		0.6
	10	715	94	675	60	40	320	30	30	7	400	5		0.5
	11	715	95	650	40	60	250	30	50	13	350	20		0.2
	12	715	65	600	240	80	250	20	40	8	350	15		0.8
	13	715	90	700	120	85	220	50	30	15	300	20		0.2
	14	715	20	550	120	35	300	40	10	2	220	20		9.8
	15	715	80	700	30	95	350	20	40	18	350	20		0.1
	16	715	90	650	40	75	250	30	20	20	300	40		0.4

[0191]

표 3

	제조 공정												두께 mm
	균질화/용체화	조가공	중간 열처리		상전 가공	상전 열처리		경가공 공정		마무리 열처리			
	온도 ℃	압연율 %	온도 ℃	시간 sec.	압연율 %	온도 ℃	시간 sec.	총 압연율 %	1 패스의 최대 압연율 %	온도 ℃	시간 sec.		
비교예	1	715	95	715	90	70	280	30	35	35	360	45	0.2
	2	715	80	350	180	50	250	20	10	10	270	5	1.8
	3	715	60	600	60	30	300	15	40	9	250	10	2.0
	4	715	70	400	200	50	350	10	20	14	250	5	2.0
	5	715	80	650	30	3	350	60	3	12	350	60	4.0
	6	715	70	500	90	50	360	30	20	8	360	30	2.4
	7	715	94	675	60	40	320	30	50	30	400	5	0.4

[0192]

표 4

		칼날형 곡선			애스펙트비	도전율 IACS%	강도 MPa	신장 %	잔류 응력률 %	굽힘 가공성
		유무	주기의 평균치 %	고저차의 평균치 MPa	개수					
본 발명예	1	유	0.70	0.30	13	0.30	92	400	7	64	○
	2	유	0.03	1.00	34	0.01	41	840	4	70	○
	3	유	0.20	1.20	46	0.85	48	380	10	63	○
	4	유	0.30	0.40	20	0.40	81	450	10	80	○
	5	유	0.03	1.90	51	0.03	33	800	3	74	○
	6	유	0.30	0.30	25	0.50	62	450	9	86	○
	7	유	0.06	1.40	66	0.20	42	650	9	82	○
	8	유	0.20	0.90	28	0.30	69	680	7	77	○
	9	유	0.08	0.60	55	0.20	59	700	8	87	○
	10	유	0.40	0.10	10	0.40	76	600	10	84	○
	11	유	0.90	0.60	6	0.20	56	630	6	79	○
	12	유	0.10	1.50	30	0.15	37	700	4	74	○
	13	유	0.04	1.60	28	0.10	31	820	3	80	○
	14	유	0.80	0.30	11	0.60	43	410	7	71	○
	15	유	0.04	1.80	40	0.03	37	920	3	71	○
	16	유	0.05	1.50	57	0.20	40	680	7	81	○

[0193]

표 5

		평가									
		칼날형 곡선				애스펙트비	도전율 IACS%	강도 MPa	신장 %	잔류 응력률 %	굽힘 가공성
		유무	주기의 평균치 %	고저차의 평균치 MPa	개수						
비교예	1	유	0.10	2.10	52	0.20	32	640	7	83	×
	2	무	-	-	0	0.50	79	600	5	68	×
	3	유	1.20	0.70	10	0.30	80	580	2	52	○
	4	유	0.90	0.04	9	0.40	70	640	3	74	×
	5	무	-	-	0	0.95	35	330	12	88	○
	6	무	-	-	0	0.40	96	320	8	58	×
	7	유	0.70	0.07	3	0.30	75	650	8	57	○

[0194]

[0195] 비교예 1 에 있어서는, Mg 의 함유량이 본 실시형태의 범위를 초과하였고, 도전율이 32 % IACS 로 낮아졌다.

또, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 실시형태의 범위보다 높고, 굽힘 가공성이 열등하였다.

[0196] 비교예 2 에 있어서는, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 본 실시형태에서 규정하는 칼날형 곡선 (세레이션) 이 확인되지 않고, 굽힘 가공성이 열등하였다.

[0197] 비교예 3 에 있어서는, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 변형의 주기의 평균치가 실시형태의 범위보다 높아져, 신장이 2 %, 잔류 응력률이 52 % 로 낮아졌다.

[0198] 비교예 4 에 있어서는, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 실시형태의 범위보다 낮고, 굽힘 가공성이 열등하였다.

[0199] 비교예 5 에 있어서는, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역

에 있어서, 본 실시형태에서 규정하는 칼날형 곡선 (세레이션) 이 확인되지 않고, 인장 강도가 330 ㎫ 로 낮아졌다.

[0200] 비교예 6 에 있어서는, Mg 의 함유량이 본 실시형태의 범위보다 적고, 잔류 응력률은 58 % 이며, 내응력 완화 특성이 열등하였다. 또, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 본 실시형태에서 규정하는 칼날형 곡선 (세레이션) 이 확인되지 않고, 인장 강도가 320 ㎫ 로 낮아졌다.

[0201] 비교예 7 에 있어서는, 변형 속도 1.0×10^{-6}/s 의 저속 인장 시험에서 얻어지는 응력-변형 곡선의 소성 변형역에 있어서, 변형의 주기가 0.01 % 이상 1.0 % 이하이며, 또한 응력의 고저차가 0.1 ㎫ 이상 2 ㎫ 이하인 칼날형 곡선 (세레이션) 의 개수가 3 개로, 5 개 미만이었다. 또, 칼날형 곡선의 응력의 고저차의 평균치가 실시형태의 범위보다 낮았다. 이 때문에, 잔류 응력률이 57 % 로 낮아졌다.

[0202] 이에 비하여, 본 발명예 1 ~ 16 에 있어서는, 인장 강도와 내응력 완화 특성이 밸런스 좋게 향상되어 있는 것이 확인되었다. 또, 굽힘 가공성도 충분히 우수하였다.

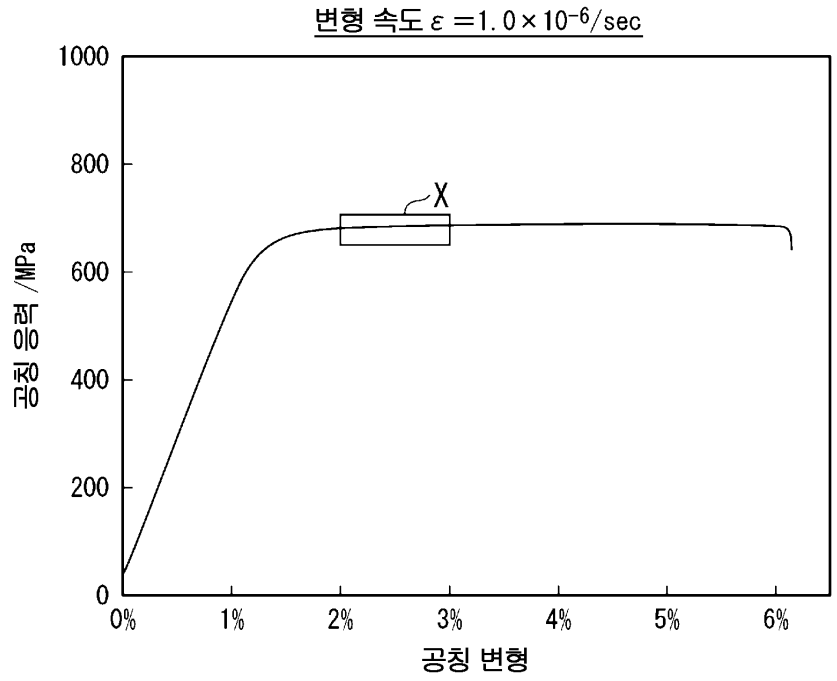
[0203] 이상으로부터, 본 발명예에 의하면, 높은 강도와 우수한 내응력 완화 특성을 가짐과 함께, 굽힘 가공성이 우수한 구리 합금을 제공 가능한 것이 확인되었다.

[0204] 산업상 이용가능성

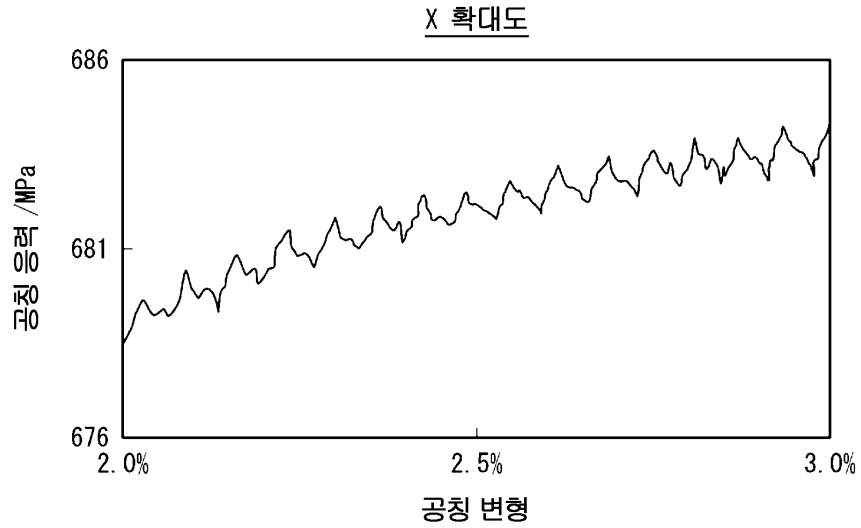
[0205] 본 실시형태의 구리 합금 (구리 합금 소성 가공재) 은, 단자, 버스 바, 리드 프레임판 등의 전자·전기 기기용 부품에 바람직하게 적용된다.

도면

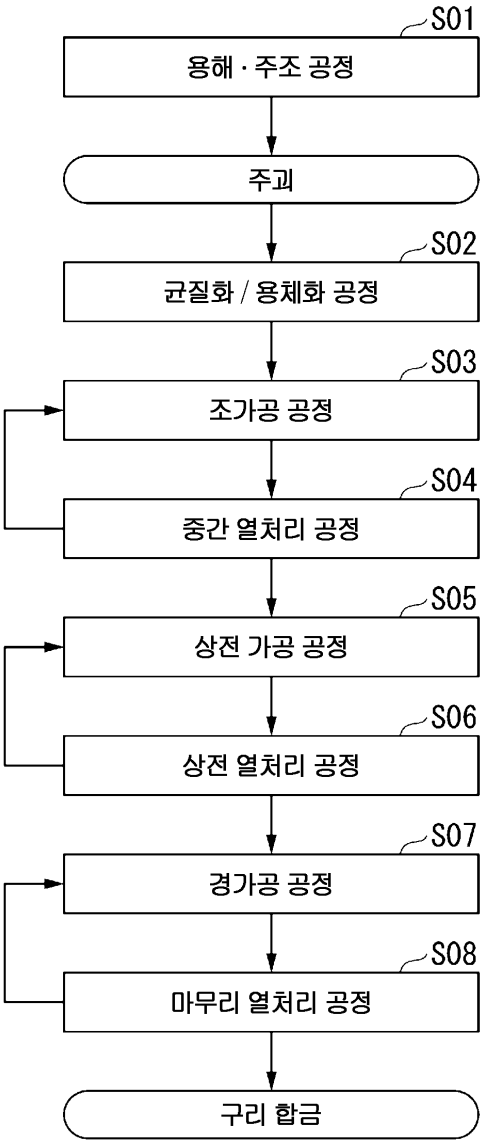
도면1a



도면1b


X 확대도
686
681
676
공칭 응력 /MPa
2. 0%
2. 5%
3. 0%
공칭 변형

도면2


S01
용해 · 주조 공정
주괴
S02
균질화 / 용체화 공정
S03
조가공 공정
S04
중간 열처리 공정
S05
상전 가공 공정
S06
상전 열처리 공정
S07
경가공 공정
S08
마무리 열처리 공정
구리 합금