



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월28일
 (11) 등록번호 10-0966287
 (24) 등록일자 2010년06월18일

(51) Int. Cl.
C22B 3/02 (2006.01) *C22C 9/02* (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01) *B22D 11/00* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-7000285
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2006년06월19일
 심사청구일자 2008년01월04일
 (85) 번역문제출일자 2008년01월04일
 (65) 공개번호 10-2008-0019274
 (43) 공개일자 2008년03월03일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/312252
 (87) 국제공개번호 WO 2007/007517
 국제공개일자 2007년01월18일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2005-00199022 2005년07월07일 일본(JP)
 JP-P-2005-00375454 2005년12월27일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 EP0769563 A1
 JP2002294364 A
 전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
가부시키가이샤 고베 세이코쇼
 일본 효고켄 고베시 주오쿠 와키노하마쵸 2쵸메 10반26고
 (72) 발명자
아루가 야스히로
 일본 효고켄 고베시 니시쿠 다카즈카다이 1쵸메 5반 5고가부시키가이샤 고베 세이코쇼 고베 종합 기술연구소 내
가지하라 가츠라
 일본 효고켄 고베시 니시쿠 다카즈카다이 1쵸메 5반 5고가부시키가이샤 고베 세이코쇼 고베 종합 기술연구소 내
구도 다케시
 일본 효고켄 고베시 니시쿠 다카즈카다이 1쵸메 5반 5고가부시키가이샤 고베 세이코쇼 고베 종합 기술연구소 내
 (74) 대리인
김창세

심사관 : 오준철

(54) 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금 및 구리합금판의 제조 방법

(57) 요약

고강도화, 고도전율화와 함께, 우수한 굽힘 가공성을 겸비한 Cu-Fe-P계 합금을 제공한다. 질량%로 Fe: 0.01 내지 1.0%, P: 0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물로 이루어지는 구리 합금으로서, 특정 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 특정 측정 방법에 의한 Mg량의, 상기 구리 합금 중의 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 제어된 구리 합금으로 하여, 고강도와 우수한 굽힘 가공성을 겸비시킨다.

특허청구의 범위

청구항 1

질량%로 Fe: 0.01 내지 1.0%, P: 0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물로 이루어지는 구리 합금으로서, 하기 추출 잔사법에 의해 구멍 크기 0.1 μ m의 필터 상에 추출 분리된 추출 잔사에 있어서의 하기 Mg량이, 상기 구리 합금 중의 Mg 함유량에 대한 비율로 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 제어되어 있는 것을 특징으로 하는 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금.

여기에서, 상기 추출 잔사법은, 10질량%의 아세트산 암모늄 농도의 메탄올 용액 300ml에 10g의 상기 구리 합금을 침지하고, 이 구리 합금을 양극으로 하는 한편, 백금을 음극으로 이용하여, 전류 밀도 10mA/cm²로 정전류 전해를 행하여, 이 구리 합금의 매트릭스만을 용해시킨 상기 용액을, 구멍 크기 0.1 μ m의 폴리카보네이트제 멤브레인 필터에 의해 흡인 여과하여, 이 필터 상에 미용해물 잔사를 분리 추출하는 것으로 한다.

또한, 상기 추출 잔사 중의 상기 Mg량은, 상기 필터 상의 미용해물 잔사를 왕수와 물을 1 대 1의 비율로 혼합한 용액에 의해 용해한 후에, ICP 발광 분광법에 의해 분석하여 구하는 것으로 한다.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 구리 합금의 조직이, 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방 산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 입경에 있어서, 하기 평균 결정 입경이 6.5 μ m 이하, 하기 평균 결정 입경의 표준편차가 1.5 μ m 이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금.

여기에서, 측정된 결정립의 수를 n, 각각의 측정된 결정 입경을 x로 했을 때, 상기 평균 결정 입경은 $(\sum x)/n$, 상기 평균 결정 입경의 표준편차는 $[\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}]^{1/2}$ 로 표시된다.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금 조직에 있어서의 상기 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 방위의 차이가 5 내지 15° 로 작은 결정립 사이의 입계인 소경각 입계의 비율이, 이들 소경각 입계의 결정 입계 전체 길이의, 결정 방위의 차이가 5 내지 180° 인 결정 입계 전체 길이에 대한 비율로서, 4% 이상 30% 이하인 구리 합금.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, 추가로 Ni, Co 중 1종 또는 2종을 0.01 내지 1.0% 함유하는 구리 합금.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, 추가로 Zn: 0.005 내지 3.0%를 함유하는 구리 합금.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, 추가로 Sn: 0.01 내지 5.0%를 함유하는 구리 합금.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, 추가로 Mn, Ca 중 1종 또는 2종을 함께 질량%로 0.0001 내지 1.0% 함유하는 구리 합금.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, 추가로 Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt 중 1종 또는 2종 이상을 함께 질량%로 0.001 내지 1.0% 함유하는 구리 합금.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 구리 합금이, Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 함유량을 이들 원소의 합계로 0.1질량% 이하로 한 구리 합금.

청구항 11

제 1 항의 구리 합금의 판을 제조하는 방법으로서,

구리 합금의 주조, 열간 압연, 냉간 압연, 풀림에 의해 구리 합금판을 얻을 때, 구리 합금 용해로에서의 합금 원소의 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간을 1200초 이내로 하고, 또한 주괴의 가열로로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 소요 시간을 1200초 이하로 하는 구리 합금판의 제조 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항 또는 제 2 항 중 어느 한 항에 따른 구리 합금의 판을 제조하는 방법으로서,

구리 합금의 주조, 열간 압연, 냉간 압연, 재결정 풀림, 석출 풀림, 냉간 압연을 포함하는 공정에 의해 구리 합금판을 얻을 때,

구리 합금 용해로에서의 합금 원소의 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간을 1200초 이내로 하고, 또한 주괴의 가열로로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 소요 시간을 1200초 이하로 함과 동시에,

열간 압연의 종료 온도를 550℃ 내지 850℃로 하고, 이어지는 냉간 압연에서의 냉연율을 70 내지 98%로 하고, 그 후의 재결정 풀림에서의 평균 승온 속도를 50℃/초 이상, 재결정 풀림 후의 평균 냉각 속도를 100℃/초 이상으로 각각 하고, 그 후의 최종 냉간 압연에서의 냉연율을 10 내지 30%의 범위로 하는 것을 특징으로 하는 구리 합금판의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고강도, 고도전율이며, 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금에 관한 것으로서, 예를 들면, 가전, 반도체 장치용 리드 프레임 등의 반도체 부품, 프린트 배선판 등의 전기·전자 부품 재료, 개폐기 부품, 부스바, 단자·커넥터 등의 기구 부품 등에 사용되는 구리 합금 소재 판조(板條)로서 바람직한 구리 합금에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 이 구리 합금의 판의 제조 방법에 관한 것이기도 하다.

배경기술

[0002] 반도체 리드 프레임용 등을 비롯한 상기 각종 용도의 구리 합금으로는, 종래부터 Fe와 P를 함유하는 Cu-Fe-P계 구리 합금(Cu-Fe-P계 합금이라고도 함)이 널리 사용되고 있다. 이들 Cu-Fe-P계 구리 합금으로는, 예를 들면

Fe: 0.05 내지 0.15%, P: 0.025 내지 0.040%를 함유하는 구리 합금(C 19210 합금)이나, Fe: 2.1 내지 2.6%, P: 0.015 내지 0.15%, Zn: 0.05 내지 0.20%를 함유하는 구리 합금(CDA 194 합금)이 예시된다. 이들 Cu-Fe-P계 구리 합금은, 구리 모상 중에 Fe 또는 Fe-P 등의 금속간 화합물을 석출시키면, 구리 합금 중에서도 강도, 도전성 및 열전도성이 우수하다는 점에서, 국제표준 합금으로서 널리 사용되고 있다.

- [0003] 최근, Cu-Fe-P계 구리 합금의 용도 확대나, 전기, 전자 기기의 경량화, 박육화, 소형화 등에 따라, 이들 구리 합금에도 한층 높은 강도나, 전도성, 우수한 굽힘 가공성이 요구되고 있다. 이러한 굽힘 가공성으로는, 밀착 굽힘 또는 노칭(notching) 후의 90° 굽힘 등의 엄격한 굽힘 가공을 할 수 있는 특성이 요구된다.
- [0004] 이에 대하여, 종래부터 결정립을 미세화하거나, 정·석출물의 분산 상태를 제어함으로써 굽힘 가공성을 어느 정도 향상시킬 수 있다는 것은 알려져 있다(특허문헌 1 내지 6 참조).
- [0005] 또한, Cu-Fe-P계 합금에 있어서, 굽힘 가공성 등의 여러 가지 특성을 향상시키기 위해 집합 조직을 제어하는 것도 제안되어 있다. 보다 구체적으로는, 구리 합금판의, (200)면의 X선 회절 강도 I(200)와, (220)면의 X선 회절 강도 I(220)의 비, I(200)/I(220)이 0.5 이상 10 이하인 것이나, 또는 Cube 방위의 방위 밀도: D(Cube 방위)가 1 이상 50 이하인 것, 또는 Cube 방위의 방위 밀도: D(Cube 방위)와 S 방위의 방위 밀도: D(S 방위)의 비: D(Cube 방위)/D(S 방위)가 0.1 이상 5 이하인 것이 제안되어 있다(특허문헌 7 참조).
- [0006] 또한, 구리 합금판의 (200)면의 X선 회절 강도 I(200) 및 (311)면의 X선 회절 강도 I(311)의 합과, (220)면의 X선 회절 강도 I(220)의 비, [I(200)+I(311)]/I(220)이 0.4 이상인 것이 제안되어 있다(특허문헌 8 참조).
- [0007] 특허문헌 1: 일본 공개특허공보 제1994-235035호(전문)
- [0008] 특허문헌 2: 일본 공개특허공보 제2001-279347호(전문)
- [0009] 특허문헌 3: 일본 공개특허공보 제2005-133185호(전문)
- [0010] 특허문헌 4: 일본 공개특허공보 제1998-265873호(전문)
- [0011] 특허문헌 5: 일본 공개특허공보 제2000-104131호(전문)
- [0012] 특허문헌 6: 일본 공개특허공보 제2005-133186호(전문)
- [0013] 특허문헌 7: 일본 공개특허공보 제2002-339028호(단락 0020 내지 0030)
- [0014] 특허문헌 8: 일본 공개특허공보 제2000-328157호(실시예)

발명의 상세한 설명

- [0015] 발명의 개시
- [0016] 발명이 해결하고자 하는 과제
- [0017] 지금까지의 구리 합금 고강도화의 수단인, Sn이나 Mg의 고용 강화 원소의 첨가나 냉간 압연의 가공율 증가에 의한 강(強)가공에 의한 가공 경화량 증대에서는, 필연적으로 굽힘 가공성의 열화를 수반하여, 필요한 강도와 굽힘 가공성을 양립시키는 것이 어렵다. 그러나, 최근의 전기, 전자 부품의 상기 경박단소화에 대응할 수 있는 인장강도 400MPa 이상의 고강도 Cu-Fe-P계 합금을 얻기 위해서는, 이러한 냉간 압연의 강가공에 의한 가공 경화량의 증대가 필수적이 된다.
- [0018] 이러한 고강도 Cu-Fe-P계 합금에 대해서는, 상기 특허문헌 1 내지 6 등의 결정립 미세화나, 정·석출물의 분산 상태 제어 등의 조직 제어 수단, 또한 상기 특허문헌 7, 8 등의 집합 조직의 제어 수단만으로는 상기 밀착 굽힘 또는 노칭 후의 90° 굽힘 등의 엄격한 굽힘 가공에 대하여 굽힘 가공성을 충분히 향상시킬 수 없다.
- [0019] 본 발명은 이러한 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 겸비한 Cu-Fe-P계 합금을 제공하는 것이다.
- [0020] 과제를 해결하기 위한 수단
- [0021] 이 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금의 제 1 국면에서는, 질량 %로 Fe: 0.01 내지 1.0%, P: 0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물로 이루어지는 구리 합금으로서, 하기 추출 잔사법에 의해 구멍 크기 0.1 μ m의 필터 상에 추출 분리된 추출

잔사에 있어서의 하기 Mg량이, 상기 구리 합금 중의 Mg 함유량에 대한 비율로 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 제어되어 있는 것으로 한다.

- [0022] 여기에서, 상기 추출 잔사법은, 10질량%의 아세트산 암모늄 농도의 메탄올 용액 300ml에 10g의 상기 구리 합금을 침지하고, 이 구리 합금을 양극으로 하는 한편, 백금을 음극으로 이용하여, 전류 밀도 10mA/cm²로 정전류 전해를 행하여, 이 구리 합금의 매트릭스만을 용해시킨 상기 용액을, 구멍 크기 0.1 μ m의 폴리카보네이트계 멤브레인 필터에 의해 흡인 여과하여, 이 필터 상에 미용해물 잔사를 분리 추출하는 것으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 추출 잔사 중의 상기 Mg량은, 상기 필터 상의 미용해물 잔사를 왕수와 물을 1 대 1의 비율로 혼합한 용액에 의해 용해한 후에, ICP 발광 분광법에 의해 분석하여 구하는 것으로 한다.
- [0024] 상기 구리 합금의 조직은, 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방 산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 입경에 있어서, 하기 평균 결정 입경이 6.5 μ m 이하, 하기 평균 결정 입경의 표준편차가 1.5 μ m 이하이다.
- [0025] 여기에서, 측정된 결정립의 수를 n, 각각의 측정된 결정 입경을 x로 했을 때, 상기 평균 결정 입경은 $(\sum x)/n$, 상기 평균 결정 입경의 표준편차는 $[\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}]^{1/2}$ 로 표시된다.
- [0026] 또한, 본 발명의 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금의 제 2 국면에서는, 질량%로 Fe: 0.01 내지 3.0%, P: 0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물로 이루어지는 구리 합금으로서, 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방 산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 입경에 있어서, 하기 평균 결정 입경이 6.5 μ m 이하, 하기 평균 결정 입경의 표준편차가 1.5 μ m 이하이다.
- [0027] 여기에서, 측정된 결정립의 수를 n, 각각의 측정된 결정 입경을 x로 했을 때, 상기 평균 결정 입경은 $(\sum x)/n$, 상기 평균 결정 입경의 표준편차는 $[\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}]^{1/2}$ 로 표시된다.
- [0028] 본 발명에서는, 굽힘 가공성을 향상시키기 위해, 추가로 상기 구리 합금 조직에 있어서의 상기 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 방위의 차이가 5 내지 15° 로 작은 결정립 사이의 입계인 소경각 입계의 비율이, 이들 소경각 입계의 결정 입계 전체 길이의, 결정 방위의 차이가 5 내지 180° 인 결정 입계 전체 길이에 대한 비율로서 4% 이상 30% 이하일 수도 있다.
- [0029] 본 발명에서는, 굽힘 가공성을 향상시키기 위해, 추가로 Ni, Co 중 1종 또는 2종을 0.01 내지 1.0% 함유할 수도 있다.
- [0030] 또한, Sn 도금이나 뎀납의 내열 박리성을 개선하고, 열박리를 억제하기 위해서는, 상기 구리 합금이 추가로 Zn: 0.005 내지 3.0%를 함유하는 것이 바람직하다.
- [0031] 또한, 강도를 향상시키고 싶은 경우에는, 상기 구리 합금이 추가로 Sn: 0.01 내지 5.0%를 함유하는 것이 바람직하다.
- [0032] 상기 구리 합금이, 추가로 Mn, Ca 중 1종 또는 2종을 함께 질량%로 0.0001 내지 1.0% 함유하는 것이 바람직하다.
- [0033] 상기 구리 합금이, 추가로 Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt 중 1종 또는 2종 이상을 함께 질량%로 0.001 내지 1.0% 함유하는 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 구리 합금은, Mn, Ca, Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt의 함유량을 이들 원소의 합계로 1.0질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0035] 상기 구리 합금은, Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 함유량을 이들 원소의 합계로 0.1질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0036] 이들 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금의 판을 제조하는 방법의 제 1 국면에서는, 구리 합금의 주조, 열간 압연, 냉간 압연, 풀림(annealing)에 의해 구리 합금판을 얻을 때, 구리 합금 용해로에서의 합금 원소의 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간을 1200초 이내로 하고, 또한 주괴의 가열로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 소요 시간을 1200초 이하로 한다.
- [0037] 또한, 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금의 판을 제조하는 방법의 제 2 국면에서는, 구리 합금의

주조, 열간 압연, 냉간 압연, 재결정 풀림, 석출 풀림, 냉간 압연을 포함하는 공정에 의해 구리 합금판을 얻을 때, 열간 압연의 종료 온도를 550℃ 내지 850℃로 하고, 이어지는 냉간 압연에서의 냉간 압연율을 70 내지 98%로 하고, 그 후의 재결정 풀림에서의 평균 승온 속도를 50℃/초 이상, 재결정 풀림 후의 평균 냉각 속도를 100℃/초 이상으로 각각 하고, 그 후의 최종 냉간 압연에서의 냉간 압연율을 10 내지 30%의 범위로 한다.

[0038] 발명의 효과

[0039] 본 발명은, 전제로서 Cu-Fe-P계 합금에 대하여 Mg를 추가로 함유시켜, Cu-Mg-P-Fe계 합금으로 하여 강도를 향상시킨다. 다만, Mg를 단순히 함유시키는 것만으로는, 강도는 향상하지만 굽힘 가공성이 열화된다.

[0040] Cu-Mg-P-Fe계 합금의 강도를 향상시키기 위해서는, Mg를 포함하는 석출물의 크기를 미세하게 많이 석출시키는 것이 효과적이고, 그것을 위해서는 풀림하기 전에 Cu 매트릭스 중에 고용되어 있는 Mg량이 많을 것이 요구된다.

[0041] 그러나, Cu-Mg-P-Fe계 구리 합금에서는, 첨가된 Mg량의 대부분이 Cu 매트릭스 중에 고용되어 있는 것이 아니다. 실제로는, 용해·주조 시에 생성된 산화물, 정출물, 및 주괴의 균열로부터 열간 압연에 걸쳐서 생성된 조대한 석출물에 Mg량의 대부분이 포함되어 있다.

[0042] 이들 조대한 Mg 산화물, 정출물, 석출물, 즉 조대한 Mg 화합물은, 강도 향상에 기여하지 않을 뿐만 아니라, 파괴의 기점이 되어 굽힘 가공성을 저하시킨다.

[0043] 한편, 크기(입경)가 작은 미세 Mg 화합물은, 강도 향상에 기여하고 굽힘 가공성을 저하시키지 않는다.

[0044] 따라서, 본 발명에서는 강도 향상에 효과적인 Mg를 포함하는 미세한 산화물, 정출물 및 석출물(Mg 화합물)을, 첨가한(함유시킨) Mg량에 따라 많이 잔존시킨다. 그와 동시에, 조대한 Mg를 포함하는 산화물, 정출물 및 석출물(Mg 화합물)의 양을 적게 제어함으로써, 고강도 및 우수한 굽힘 가공성의 밸런스를 잘 갖춘 구리 합금을 얻는다.

[0045] 본 발명에서는, Cu-Fe-P계 합금에 대하여 Mg를 추가로 함유시켜 강도를 향상시킨 다음, 굽힘 가공성을 열화시키지 않기 위해 구리 합금 조직의 결정립을 미세화함과 동시에, 개개의 결정 입경의 편차를 억제한다. 즉, 구리 합금 조직으로부터 조대한 결정립을 배제함과 동시에, 개개의 결정 입경을 가능한 한 미세한 쪽으로 갖춘다.

[0046] 이 결정립 미세화와 결정 입경의 편차의 척도 내지 기준으로서, 상기한 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 입경에 있어서, 평균 결정 입경이 6.5 μm 이하, 하기 평균결정 입경의 표준편차가 1.5 μm 이하로 한다. 이에 의해, 본 발명에서는 고강도 및 우수한 굽힘 가공성의 밸런스를 잘 갖춘 구리 합금을 얻는다.

[0047] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0048] <제 1 실시형태>

[0049] (구리 합금의 성분 조성)

[0050] 우선, 상기 각종 용도용으로서, 필요 강도나 도전율, 또한 높은 굽힘 가공성이나 내응력 완화 특성을 만족시키기 위한, 본 발명 Cu-Mg-P-Fe계 합금에 있어서의 화학 성분 조성을 이하에 설명한다.

[0051] 본 발명에서는, 고강도, 고도전율, 및 높은 굽힘 가공성을 달성하기 위해, 질량%로 Fe: 0.01 내지 1.0%, P: 0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물을 포함하는 구리 합금으로 이루어지는 기본 조성으로 한다. 한편, 이하의 각 원소의 설명에 있어서 기재하는 % 표시는 모두 질량%이다.

[0052] 이 기본 조성에 대하여, 추가로 Ni, Co 중 1종 또는 2종, 또는 Zn, Sn 중 1종 또는 2종을 하기 범위로 함유하는 태양일 수도 있다. 또한, 기타 불순물 원소는, 이들 특성을 저해하지 않는 범위에서의 함유를 허용한다.

[0053] (Fe)

[0054] Fe는, Fe-P계 등의 미세한 석출물을 형성하여, 강도나 도전율을 향상시키는데 필요한 원소이다. 0.01% 미만으로 함유하면, 미세한 석출물 입자가 부족하기 때문에, 이들 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 1.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자의 조대화가 초래되어 강도와 굽힘 가공성이 저하된다. 따라서, Fe의 함유량은 0.01 내지 1.0%의 범위로 한다.

[0055] (P)

[0056] P는, 탈산 작용을 갖는 이외에, Mg나 Fe와 미세한 석출물을 형성하여 구리 합금의 강도나 도전율을 향상시키는

데 필요한 원소이다. 0.01% 미만으로 함유하면, 미세한 석출물 입자가 부족하기 때문에, 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 0.4%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 조대한 Mg-P 석출 입자가 증가함에 따라 Mg 잔사량도 과잉으로 증가하기 때문에, 강도나 굽힘 가공성이 저하되고 열간 가공성도 저하된다. 따라서, P의 함유량은 0.01 내지 0.4%의 범위로 한다.

[0057] (Mg)

Mg는, P와의 미세한 석출물을 형성하여, 강도나 도전율을 향상시키는데 필요한 원소이다. 0.1% 미만으로 함유하면, 본 발명의 미세한 석출물 입자가 부족하기 때문에, 이들 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는 1.0% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 1.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자가 조대화되어 파괴의 기점이 되기 때문에 강도뿐만 아니라 굽힘 가공성도 저하된다. 따라서, Mg의 함유량은 0.1 내지 1.0%의 범위로 한다.

[0059] (Ni, Co)

구리 합금에, 추가로 Ni, Co 중 1종 또는 2종을 0.01 내지 1.0% 함유시킬 수도 있다. Ni, Co는, Mg와 마찬가지로, 구리 합금 중에 (Ni, Co)-P계 또는 (Ni, Co)-Fe-P계 등의 미세한 석출물 입자로서 분산되어 강도나 도전율을 향상시킨다. 이들 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 1.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자의 조대화가 초래되어 강도뿐만 아니라 굽힘 가공성도 저하된다. 따라서, 선택적으로 함유시키는 경우의 Ni, Co 중 1종 또는 2종의 함유량은 0.01 내지 1.0%의 범위로 한다.

[0061] (Zn)

구리 합금에, 추가로 Zn, Sn 중 1종 또는 2종을 함유시킬 수도 있다. Zn은, 전자 부품의 접합에 이용하는 Sn 도금이나 뿔납의 내열 박리성을 개선하고, 열박리를 억제하는데 효과적인 원소이다. 이러한 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는, 0.005% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 과잉으로 함유하면, 오히려 용융 Sn이나 납땜의 젖음성을 열화시킬 뿐만 아니라 도전율을 크게 저하시킨다. 따라서, Zn은 내열 박리성 향상 효과와 도전율 저하 작용을 고려하여, 0.005 내지 3.0질량%, 바람직하게는 0.005 내지 1.5질량%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0063] (Sn)

Sn은, 구리 합금 중에 고용되어 강도 향상에 기여한다. 이러한 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는, 0.01% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 과잉으로 함유하면, 그 효과가 포화되어 도전율을 크게 저하시킨다. 따라서, Sn은 강도 향상 효과와 도전율 저하 작용을 고려하여, 0.01 내지 5.0질량%, 바람직하게는 0.01 내지 1.0질량%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0065] (기타 원소)

기타 원소는 기본적으로 불순물로서, 가능한 한 적은 편이 바람직하다. 예를 들면, Al, Cr, Ti, Be, V, Nb, Mo, W 등의 불순물 원소는, 조대한 정·석출물이 생성되기 쉬워지는 이외에, 도전율의 저하도 야기하기 쉬워진다. 따라서, 총량으로 0.5질량% 이하의 매우 적은 함유량으로 하는 것이 바람직하다. 그밖에, 구리 합금 중에 미량으로 포함되어 있는 B, C, Na, S, Ca, As, Se, Cd, In, Sb, Pb, Bi, MM(미슈메탈) 등의 원소도, 도전율의 저하를 야기하기 쉽기 때문에, 이들의 총량으로 0.1질량% 이하의 매우 적은 함유량으로 억제하는 것이 바람직하다.

[0067] 보다 구체적으로는, (1) Mn, Ca, Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt의 함유량을 이들 원소 전체의 합계로 1.0질량% 이하, (2) Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 함유량을 이들 원소 전체의 합계로 0.1질량% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0068] (Mg 화합물)

[0069] 본 발명에서는, 상기한 대로 강도 향상에 효과적이고 미세한 Mg 화합물을 많이 존재시킴과 동시에, 조대한 Mg 화합물을 적게 제어함으로써, 고강도 및 우수한 굽힘 가공성의 밸런스를 잘 갖춘 구리 합금을 얻는다.

[0070] 이 때문에, 구리 합금 조직 중의 특정 크기의 Mg 화합물로서, Mg 석출물뿐만 아니라 Mg 산화물 및 정출물도 포함시켜, 이들 양의 비율을 규정할 필요가 생긴다. 그러나, 이들 구리 합금 중에 존재하는 산화물, 정출물, 석출물의 크기는 수 10nm 레벨(수 0.01 μ m)부터 수 μ m 정도까지 여러 가지이다. 따라서, 이들 여러 종류의 Mg 화합물을 직접 동정하여 규정하는 것은 매우 복잡해진다.

- [0071] 이 때문에, 본 발명에서는 하기 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 일정 크기이상의 조대한 추출 잔사(각각 조대한 Mg 석출물, Mg 산화물, Mg 정출물을 포함함) 중의 Mg량을, 조대한 Mg 화합물에 사용(소비)된 Mg량으로 규정한다. 그리고, 이 조대한 추출 잔사 중의 Mg량의, 구리 합금 중의 Mg 함유량(합금으로서 함유하는 Mg량: 이하, 합금 Mg 함유량이라고도 함)에 대한 비율을 구하여, 이 비율을 합금 Mg 함유량에 대한 조대한 Mg 화합물에 사용(소비)된 Mg의 비율로 규정한다.
- [0072] 또한, 본 발명에서는 이 조대한 Mg 화합물을 후술하는 여과 필터의 구멍 크기로 0.1 μ m를 초과하는 것으로 규정한다.
- [0073] 그리고, 본 발명에서는 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금으로 하기 위해, 하기 추출 잔사법에 의해 구멍 크기 0.1 μ m의 필터 상에 추출 분리된 추출 잔사에서의 하기 Mg량이 구리 합금 중의 Mg 함유량에 대한 비율로 60% 이하이도록 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기를 규제, 제어한다. 추출 잔사 중의 하기 Mg량이 이 합금 Mg 함유량에 대한 비율로서 60%를 넘은 경우, 조직 중의 조대한 Mg 산화물, 정출물, 석출물(조대한 Mg 화합물)이 많아져서 강도가 향상하지 않을 뿐만 아니라, 굽힘 가공성을 저하시킨다.
- [0074] (추출 잔사법)
- [0075] 여기에서, 구리 합금 중의 Mg를 포함하는 산화물, 정출물 및 석출물의 추출 분리법에 대하여 설명한다. 구리 합금 중의 구리 및 고용 원소(매트릭스)만을 용해하여, 구리 합금 중의 정출물, 석출물, 산화물을 용실시키는 일없이 추출 분리하기 위해서는, 구리 합금의 매트릭스인 구리가 산소 공존하의 암모니아에 용해되는 성질을 이용한다. 이를 위한 용해 용액으로는, 아세트산 암모늄의 알코올 용액을 이용하는 것이 바람직하다. 이밖에, 질산 암모늄의 알코올 용액을 이용하는 것도 가능하지만, 측정에 재현성을 갖게 하기 위해, 본 발명에서는 아세트산 암모늄의 알코올 용액을 이용하는 것으로 한다.
- [0076] 구체적으로, 본 발명에서는 하기 추출 분리액을 이용하여 하기의 요령으로 추출 잔사를 회수한다. 즉, 용액 중의 아세트산 암모늄 농도가 10질량%인 아세트산 암모늄-메탄올 용액(추출 분리액)을 300ml 준비하고, 이것에 10g의 구리 합금 시료를 침지한다. 그리고, 구리 합금 시료를 양극으로 하고, 백금을 음극으로 이용하여, 전류 밀도 10mA/cm²로 정전류 전해를 행한다. 이때, 구리 합금 시료의 용해 상태를 관찰하면서 매트릭스를 용해시킨 후, 폴리카보네이트제 멤브레인 필터(구멍 크기 0.1 μ m)를 이용하여, 구리 합금 용해 후의 추출 분리액을 흡인 여과하여 미용해물로서 필터 상에 남은 잔사를 회수한다.
- [0077] (추출 잔사 중의 상기 Mg량)
- [0078] 이렇게 하여 회수된 상기 필터 상의 미용해물 추출 잔사를 왕수와 물을 1 대 1의 비율로 혼합한 용액(「왕수 1+1」 용액)에 의해 용해한 후, ICP(유도 결합 고주파: Inductively Coupled Plasma) 발광 분광법에 의해서 분석하여, 추출 잔사 중의 상기 Mg량을 구한다.
- [0079] (제조 조건)
- [0080] 다음으로, 구리 합금 조직을 상기 본 발명에서 규정된 조직으로 하기 위한, 바람직한 제조 조건에 대하여 이하에 설명한다. 본 발명 구리 합금은 기본적으로 구리 합금판이고, 이를 폭 방향으로 슬릿한 조(條)나, 이들 판조를 코일화한 것이 본 발명 구리 합금의 범위에 포함된다.
- [0081] 본 발명에 있어서 고강도 및 우수한 굽힘 가공성을 갖춘 구리 합금의 판을 제조하기 위하여 최적의 제조 방법으로는, 구리 합금의 주조, 열간 압연, 냉간 압연, 풀림에 의해 구리 합금판을 얻을 때, 구리 합금 용해로에서의 합금 원소의 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간을 1200초 이내로 하고, 또한 주괴의 가열로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 소요 시간을 1200초 이하로 한다.
- [0082] 일반적인 제조 공정에 있어서는, 특정 성분 조성으로 조정된 구리 합금 용탕의 주조, 주괴 면삭(面削), 균열, 열간 압연, 그리고 냉간 압연과 풀림의 반복에 의해 최종 (제품)판이 얻어진다. 그리고, 강도 레벨 등의 기계적 특성의 제어는 주로 냉연 조건, 풀림 조건에 의해, 0.1 μ m 이하의 미세 생성물의 석출을 제어함으로써 이루어진다. 그때, 알맞게 분산된 금속간 화합물로의 Mg 등의 합금 원소의 확산이 Mg 등의 고용량 및 미세 생성물의 석출량을 안정화시킨다.
- [0083] 그러나, 이들 일반적인 제조 공정에 있어서, 열연 이후의 냉연 조건, 풀림 조건에 의해, 상기 미세 생성물을 많이 석출시켜도, 강도와 굽힘 가공성의 밸런스를 좋게 향상시키는 것은 곤란하였다.
- [0084] 그 이유는, 첨가된 Mg량의 대부분이 용해·주조시에 생긴 산화물, 정출물, 및 주괴의 균열로부터 열연 종료까지

생긴 조대 석출물로 취급되어 버려, 첨가된 Mg량에 따라 생성해야 할 미세 생성물의 생성량이 의외로 적어져 버리기 때문이다. 또한, 조대한 정출물이 많은 경우, 냉연, 풀림 공정에서 석출된 미세 생성물은 이 조대 생성물에 갇혀버려, 매트릭스 중에 독립하여 존재하는 미세 생성물은 점점 더 적어진다. 이 때문에, 상기한 일반적인 제조 방법에서는, Mg의 첨가량이 많은 것에 비하여 충분한 강도와 우수한 굽힘 가공성을 얻을 수 없었다.

- [0085] 이 때문에, 본 발명에서는 상기 제조 공정에 있어서 보다 상류 측에서 조대 Mg 화합물을 억제한다. 즉, 특히 조대 Mg 화합물의 억제를 위해, (1) 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 시간 관리, 및 (2) 가열로로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 시간 관리를 중요한 것으로 한다.
- [0086] 우선, 용해·주조 자체는 연속 주조, 반연속 주조 등의 통상의 방법에 의해 할 수 있다. 다만, 상기 (1)의 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 시간 관리에 있어서는, 용해로에서의 원소 첨가가 완료하고 나서 1200초 이내, 바람직하게는 1100초 이내에 주조를 하고, 냉각·응고 속도를 0.1℃/초 이상, 바람직하게는 0.2℃/초 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0087] 이에 의해, Mg를 포함하는 산화물이나 정출물의 생성이나 성장·조대화를 억제하여, 이들을 미세하게 분산시킬 수 있다. Mg를 포함하는 산화물의 생성 억제의 관점에서는, 진공 용해·주조, 또는 산소 분압이 낮은 분위기하에서의 용해·주조를 실시하는 것이 보다 바람직하다.
- [0088] 종래, 첨가 원소를 포함하는 Cu-P 등의 모합금을 확실히 용해하고, 고용된 첨가 원소를 용탕 중에 균일하게 분산시키기 위해, 또한 원료 추장 후의 재분석이 필요하기 때문에, 주조를 개시하기까지 1500초 정도 이상의 시간이 요구되고 있었다. 그러나, 이와 같이 주조까지에 시간이 걸리면, Mg를 포함하는 산화물의 생성·조대화가 촉진되고, 또한 첨가 원소의 수율을 저하시키는 것을 알았다.
- [0089] 이러한 Mg를 포함하는 산화물의 생성·조대화를 피하기 위해, 본 발명의 구리 합금의 제조시에는, 상기와 같이 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간을 1200초 이내, 바람직하게는 1100초 이내가 되도록 단축한다. 이러한 주조까지의 시간 단축은, 과거의 용제 실적을 기초로 원료 추장 후의 조성을 예측하여, 재분석에 요하는 시간을 단축하는 것 등으로 달성할 수 있다.
- [0090] 다음으로, 상기 (2)의 가열로로부터 주괴를 추출하고부터 열연 종료까지의 시간 관리에 있어서, 주괴를 가열로에서 가열 후 노로부터 취출된 주괴는 열연 개시까지 기다리는 시간이 생긴다. 그러나, 본 발명의 Mg 화합물의 조대화가 억제된 구리 합금을 제조하기 위해서는, 상기 용해로부터 주조 개시까지의 시간 및 냉각·응고 속도를 제어함과 동시에, 주괴를 가열로로부터 추출한 시점부터 열연 종료까지의 소요(총경과) 시간을 1200초 이하, 바람직하게는 1100초 이하로 제어하는 것이 권장된다.
- [0091] 종래, 이러한 가열로 추출로부터 열연 종료까지의 시간을 관리하는 것은 검토되어 있지 않고, 가열로로부터 열연 라인으로의 운반이나, 생산성 향상을 겨냥한 슬래브의 대형화에 따른 열연 시간의 연장에 의해 1500초를 넘는 시간이 소비되는 것이 일반적이었다. 그러나, 이렇게 시간이 걸리면, 그동안에 Mg-P 등의 Mg계 조대 석출물이 석출되고, 또한 용해·주조 중에 생긴 정출물이나 산화물을 핵으로 하여 Mg, P가 석출되는 것을 알았다. 이들 조대한 Mg-P 석출 입자가 증가하면, Mg 잔사량도 과잉으로 증가하기 때문에, 강도나 굽힘 가공성이 저하되고 열간 가공성도 저하된다.
- [0092] 이러한 고용 Mg, 고용 P의 감소와 Mg 화합물의 조대화 등의 작용을 회피하기 위해, 본 발명 합금의 제조에 있어서는, 상기한 바와 같이 적극적으로 가열로 추출로부터 열연 종료까지의 합계 소요 시간을 1200초 이내로 관리한다. 이러한 시간 관리는, 가열로로부터 열연 라인으로 주괴를 신속하게 운반하거나, 열연 시간이 길어지는 대형 슬래브의 사용을 피하고 오히려 소형 슬래브를 사용하는 것 등으로 달성할 수 있다.
- [0093] 열간 압연에 관해서는, 통상적 방법에 따르면 되고, 열간 압연의 개시 온도는 100 내지 600℃ 정도, 종료 온도는 600 내지 850℃ 정도로 한다. 그 후, 냉간 압연과 풀림을 실시하여, 제품판 두께의 구리 합금판 등으로 한다. 풀림과 냉간 압연은 최종 (제품)판 두께에 따라 반복될 수도 있다.

실시예

- [0094] 실시예 1
- [0095] 이하에 본 발명의 실시예를 설명한다. 조직 중의 Mg 화합물의 상태가 다른, Cu-Mg-P-Fe계 합금의 여러 가지 구리 합금 박판을 제조하여, 강도, 도전율, 굽힘 가공성 등의 특성을 평가하였다.

- [0096] 구체적으로는, 표 1에 나타내는 각 화학 성분 조성의 구리 합금을 각각 코어리스로(coreless furnace)에서 용제한 후, 반연속 주조법으로 조괴하여 두께 70mm×폭 200mm×길이 500mm의 주괴를 수득하였다. 각 주괴의 표면을 면삭하여 가열 후, 열간 압연을 실시하여 두께 16mm의 판으로 하고, 650℃ 이상의 온도로부터 수중에서 급냉하였다. 다음으로, 산화 스케일을 제거한 후, 일차 냉간 압연(중신장)을 하였다. 이 판을 면삭 후, 일차 풀림을 하고, 냉간 압연을 하였다. 이어서, 2차 풀림, 최종 냉간 압연을 실시한 후, 저온의 변형 제거 풀림을 하여, 두께 약 0.2mm인 구리 합금판을 수득하였다.
- [0097] 이때, 표 1에 나타낸 바와 같이, 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간(표 1에서는 주조 개시까지의 소요 시간으로 기재), 주조시의 냉각 응고 속도, 가열로 추출 온도, 열연 종료 온도, 가열로 추출로부터 열연 개시까지의 소요 시간(표 1에서는 열연 개시까지의 소요 시간으로 기재)을 여러 가지 바꿔, 조직 중의 Mg 화합물의 상태를 제어하였다.
- [0098] 한편, 표 1에 나타내는 각 구리 합금 모두, 기재 원소량을 제외한 잔부 조성은 Cu이고, 표 1에 기재된 이외의 기타 원소로서, Al, Cr, Ti, Be, V, Nb, Mo, W는 이들의 총량으로 0.1질량% 이하였다. 또한, B, C, Na, S, Ca, As, Se, Cd, In, Sb, Pb, Bi, MM(미슈메탈) 등의 원소도, 이들의 총량으로 0.1질량% 이하였다. 또한, 표 1의 각 원소 함유량에서 나타내는 「-」는 검출 한계 이하인 것을 나타낸다.
- [0099] 이렇게 하여 얻은 각 구리 합금판으로부터 10g의 추출 잔사 측정용 시험편을 채취하여, 상기한 방법에 의해 구멍 0.1 μ m의 메쉬에 의해 추출 분리된 추출 잔사에 포함되는 Mg량을 상기한 ICP 발광 분광 분석법에 의해 구하였다. 그리고, 상기 합금의 Mg 함유량에 대한 비율(%)을 구하였다. 이들 결과를 표 2에 나타낸다.
- [0100] 또한, 각 예 모두 수득된 구리 합금판으로부터 시료를 잘라내어, 인장 시험, 도전을 측정, 굽힘 시험을 하였다. 이들의 결과도 표 2에 나타낸다.
- [0101] (인장 시험)
- [0102] 인장 시험은, JIS 13호 B 시험편을 사용하고, 5882형 인스트론사 제품 만능 시험기에 의해, 실온, 시험 속도 10.0mm/분, GL=50mm의 조건으로, 인장 강도, 0.2% 내력을 측정하였다.
- [0103] (도전을 측정)
- [0104] 구리 합금판 시료의 도전을, 밀링에 의해 폭 10mm×길이 300mm의 단책(短冊)상의 시험편을 가공하여, 더블 브릿지식 저항 측정 장치에 의해 전기 저항을 측정하여 평균 단면적법에 의해 산출하였다.
- [0105] (굽힘 가공성의 평가 시험)
- [0106] 구리 합금판 시료의 굽힘 시험은, 니혼신도협회(Japan Copper and Brass Association) 기술 표준에 따라 실시하였다. 판재를 폭 10mm, 길이 30mm로 잘라내고, 굽힘 반경 0.05mm로 GoodWay(굽힘 축이 압연 방향에 직각) 굽힘을 실시하여, 굽힘부에서의 균열 유무를 50배 광학 현미경으로 육안 관찰하였다. 균열이 없는 것을 ○, 균열이 생긴 것을 ×로 평가하였다.
- [0107] 표 1로부터 분명한 것처럼, 본 발명 조성 내의 구리 합금인 발명에 1 내지 13은, 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간이 1000초 이내, 주조시의 냉각 응고 속도가 0.5℃/초 이상, 가열로 추출로부터 열연 개시까지의 소요 시간이 1050초 이내의 바람직한 조건 내에서 제조되고 있다. 또한, 가열로 추출 온도, 열연 종료 온도 모두 적절하다.
- [0108] 이 때문에, 발명에 1 내지 13은 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 미세화 되도록 제어되어 있다.
- [0109] 이 결과, 발명에 1 내지 13은 내력이 400MPa 이상, 도전율이 60% IACS 이상인 고강도, 고도전율이고, 또한 굽힘 가공성이 우수하다.
- [0110] 이에 비하여, 비교예 14의 구리 합금은 Mg의 함유량이 하한 0.1%를 낮게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있고, 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하임에도 불구하고, Mg가 너무 적다. 따라서, 굽힘 가공성은 우수하지만, 강도가 낮다.
- [0111] 비교예 15의 구리 합금은, Mg의 함유량이 상한 1.0%를 높게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예

와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60%를 넘고 있다. 이 결과, 강도는 높지만, 굽힘 가공성이나 도전율이 낮다.

[0112] 비교예 16의 구리 합금은, 제조 방법은 바람직한 조건 내에서 제조되어, 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하이다. 그럼에도 불구하고, P의 함유량이 하한 0.01%를 낮게 벗어나고 P가 너무 적기 때문에, 굽힘 가공성은 우수하지만 강도가 낮다.

[0113] 비교예 17의 구리 합금은, P의 함유량이 상한 0.4%를 높게 벗어나 있다. 이 때문에, 조대한 Mg-P 석출 입자가 증가함에 따라 Mg 잔사량도 지나치게 증가하고 있어, 강도, 굽힘 가공성, 도전율이 모두 낮다.

[0114] 비교예 18 내지 23의 구리 합금은, 성분 조성은 범위 내임에도 불구하고, 각각 제조 조건이 바람직한 범위에서 벗어난다. 비교예 18, 21, 22는 용해로에서의 합금 원소 첨가 완료로부터 주조 개시까지의 소요 시간이 너무 길다. 비교예 19, 21, 23은 주조시의 냉각 응고 속도가 너무 늦다. 비교예 20, 22, 23은 가열로 추출로부터 열연 개시까지의 소요 시간이 너무 길다.

[0115] 이 때문에, 이들 비교예의 구리 합금은, 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60%를 넘고 있다. 이 결과, 강도, 굽힘 가공성이 모두 낮다.

[0116] 이상의 결과로부터, 고강도, 고도전율화시킨 다음, 굽힘 가공성도 우수하게 하기 위한, 본 발명 구리 합금판의 성분 조성, 조직, 또한 조직을 얻기 위한 바람직한 제조 조건의 의의가 뒷받침된다.

표 1

구분	번호	구리 합금판의 화학 성분 조성 (잔부 Cu 및 불순물)							주조 개시까지의 소요 시간 sec	주조시의 냉각 응고 속도 ℃/sec	가열로 추출 온도 ℃	열연 온도 ℃	열연 개시까지의 소요 시간 sec
		Mg	P	Fe	Ni	Co	Zn	Sn					
발명예	1	0.23	0.11	0.17	-	-	-	-	900	2	960	800	500
	2	0.12	0.11	0.17	-	-	-	-	600	1	950	730	900
	3	0.85	0.11	0.17	-	-	-	-	1000	2	920	700	800
	4	0.23	0.03	0.17	-	-	-	-	600	0.5	970	810	500
	5	0.23	0.35	0.17	-	-	-	-	700	1	900	650	1000
	6	0.23	0.11	0.03	-	-	-	-	600	1	970	720	1050
	7	0.23	0.11	0.88	-	-	-	-	800	1.5	960	760	800
	8	0.23	0.11	0.17	-	-	0.5	-	600	1	960	810	600
	9	0.23	0.11	0.17	-	-	-	0.5	900	1.5	930	700	900
	10	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	900	2	950	750	700
	11	0.23	0.11	0.17	0.17	-	-	-	600	1.5	920	700	900
	12	0.23	0.11	0.17	-	0.17	-	-	600	1	950	800	550
	13	0.23	0.11	0.17	0.17	0.17	0.1	0.1	600	1	950	820	500
비교예	14	0.02	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	600	1.5	950	770	600
	15	1.2	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	600	1.5	970	800	500
	16	0.23	0.006	0.17	-	-	0.1	0.1	600	1.5	930	720	750
	17	0.23	0.45	0.17	-	-	0.1	0.1	600	1.5	960	750	700
	18	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	2400	1	960	760	750
	19	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	600	0.05	920	740	600
	20	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	600	1	980	660	1400
	21	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	1800	0.07	950	720	800
	22	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	1500	1	970	680	1300
	23	0.23	0.11	0.17	-	-	0.1	0.1	600	0.07	950	650	1350

[0117]

표 2

구 번 호	구리 합금판 조직		구리 합금판 특성				
	추출 잔사 Mg량 (%)	추출 잔사 Mg 량의 합금 Mg 량에 대한 비율 (%)	인장 강도 (MPa)	0.2% 내력 (MPa)	도전율 (%IACS)	굽힘성	
발 명 예	1	0.066	29	443	424	69	○
	2	0.054	45	435	416	69	○
	3	0.19	22	471	450	60	○
	4	0.090	39	436	418	69	○
	5	0.075	33	445	425	65	○
	6	0.12	52	434	415	69	○
	7	0.070	30	443	426	65	○
	8	0.060	26	461	440	61	○
	9	0.056	24	465	442	60	○
	10	0.054	23	460	438	64	○
	11	0.065	28	453	431	67	○
	12	0.062	27	455	434	66	○
	13	0.060	26	467	444	62	○
비 교 예	14	0.002	10	391	370	65	○
	15	0.80	67	430	408	50	×
	16	0.018	8	400	377	63	○
	17	0.17	74	420	400	52	×
	18	0.15	65	429	407	65	×
	19	0.17	74	420	402	66	×
	20	0.16	70	424	405	65	×
	21	0.18	78	417	398	66	×
	22	0.18	78	416	396	66	×
	23	0.19	83	410	392	67	×

[0118]

[0119]

다음으로, 표 3에 구리 합금으로서 상기 선택적 첨가 원소나 상기 그 밖의 원소량(불순물량)이 상기한 바람직한 상한 규정을 초과하는 실시예를 제시한다. 이들 예는 모두 두께 0.2mm의 구리 합금 박판을 상기한 발명에 1과 같은 조건(주조 개시까지의 소요 시간 900초, 주조의 냉각 온도 2℃/초, 가열로 추출 온도 960℃, 열연 종료 온도 800℃, 열연 개시까지의 소요 시간 500초)으로 제조하였다. 상기한 실시예와 같이, 이들 구리 합금 박판의 강도, 도전율, 굽힘성 등의 특성을 평가하였다. 이들 결과를 표 4에 나타낸다.

[0120]

표 3의 발명예 24는, 상기 실시예 표 1, 2에 있어서의 발명예 1에 해당하고, 표 3에 기재된 A 그룹 및 B 그룹의 기타 원소량(불순물량)을 보다 구체적으로 나타내고 있다.

[0121]

발명예 25는, 표 3의 A 그룹으로서의 Mn, Ca, Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt의 함유량이 많다.

[0122]

발명예 26은, 표 3의 B 그룹으로서의 Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 함유량이 이들 원소 전체의 합계로 0.1질량%를 넘고 있다.

[0123]

발명예 27, 28은 Zn 함유량이 많다. 발명예 29, 30은 Sn 함유량이 많다.

[0124]

이들 발명예 25 내지 30은, 주요 원소인 Fe, P, Mg의 함유량은 본 발명 조성 내이고, 또한 바람직한 조건 내에서 제조되고 있다. 이 때문에, 이들 발명예 25 내지 30은, 본 발명 규정의 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 미세화되도록 제어되어 있다.

[0125]

이 결과, 발명예 25 내지 30은, 내력이 400MPa 이상 도전율이 60% IACS 이상 또는, 내력이 450 MPa 이상 도전율이 55% IACS 이상인 고강도, 고도전율 밸런스이고, 또한 굽힘 가공성이 우수하다. 그러나, A 그룹 및 B 그룹의 기타 원소의 함유량이 높기 때문에, 발명예 24(표 1, 2의 발명예 1에 해당)에 비하여 도전율이 낮게 되어 있다.

[0126]

비교예 31, 32는, Zn, Sn이 각각 상한 규정을 넘게 함유한다. 이들 비교예 31, 32도, 주요 원소인 Fe, P, Mg의 함유량은 본 발명 조성 내이고, 또한 바람직한 조건 내에서 제조되고 있다. 이 때문에, 비교예 31, 32는, 본

발명 규정의 상기한 추출 잔사법에 의해 추출 분리된 추출 잔사 중의 Mg량의 합금 Mg 함유량에 대한 비율이 60% 이하이도록, 구리 합금 중의 Mg 산화물, 정출물, 석출물의 크기가 미세화되도록 제어되어 있다. 이 결과, 비교 예 31, 32도, 고강도이고, 또한 굽힘 가공성이 우수하다. 그러나, Zn, Sn의 함유량이 상한을 넘어서 너무 높기 때문에, 발명예 25 내지 30에 비하더라도 도전율이 현저히 낮게 되어 있다.

표 3

구 분 번호	구리 합금판의 화학 성분 조성(잔부 Cu)									
	Mg	P	Fe	Ni	Co	Zn	Sn	A 그룹 합계	B 그룹 합계	
발 명 예	24	0.23	0.11	0.17	-	-	-	-	0.05	0.02
	25	0.25	0.10	0.15	-	-	-	-	0.55	0.02
	26	0.25	0.10	0.15	-	-	-	-	0.12	0.12
	27	0.25	0.10	0.15	-	-	1.6	-	0.12	0.02
	28	0.25	0.10	0.15	-	-	2.5	-	0.12	0.02
	29	0.25	0.10	0.15	-	-	-	1.5	0.12	0.02
	30	0.25	0.10	0.15	-	-	-	4.0	0.12	0.02
비 교 예	31	0.25	0.10	0.15	-	-	3.5	-	0.12	0.02
	32	0.25	0.10	0.15	-	-	-	5.5	0.12	0.02

* A 그룹은 Mn, Ca, Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co,

Ni, Au, Pt 의 각 원소

* B 그룹은 Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si,

C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb,

Bi, Te, B, 미슈메탈의 각 원소

[0127]

표 4

구 분 번호	구리 합금판 조직		구리 합금판 특성			
	추출 잔사 Mg량 (%)	추출 잔사 Mg 량의 합금 Mg 량에 대한 비율 (%)	인장 강도 (MPa)	0.2% 내력 (MPa)	도전율 (%IACS)	굽힘성
발 명 예	24	29	443	424	69	○
	25	30	452	431	63	○
	26	29	450	429	65	○
	27	29	447	427	61	○
	28	29	455	433	60	○
	29	29	477	455	59	○
	30	29	500	476	56	○
비 교 예	31	29	458	435	57	○
	32	29	502	479	52	○

[0128]

[0129]

<제 2 실시형태>

[0130]

본 발명에서는, 고강도, 고도전율, 또한 높은 굽힘 가공성을 달성하기 위해, 질량%로 Fe: 0.01 내지 3.0%, P:

0.01 내지 0.4%, Mg: 0.1 내지 1.0%를 각각 함유하고, 잔부 구리 및 불가피적 불순물을 포함하는 구리 합금으로 이루어지는 기본 조성으로 한다. 이 조성은, 구리 합금 조직의 결정립을 미세화함과 동시에, 개개의 결정 입경의 편차를 억제하기 위해 필요한, 미세한(조대화시키지 않음) 석출 입자를 석출시키기 위한, 성분 조성으로부터의 중요한 전제 조건이기도 하다. 한편, 이하의 각 원소의 설명에 있어서 기재하는 % 표시는 모두 질량%이다.

- [0131] 이 기본 조성에 대하여, 굽힘 가공성을 향상시키기 위해, 추가로 이하의 원소를 함유시킬 수도 있다.
- [0132] Ni, Co 중 1종 또는 2종: 합계로 0.01 내지 1.0질량%
- [0133] Zn: 0.005 내지 3.0%
- [0134] Sn: 0.01 내지 5.0%
- [0135] Mn, Ca 중 1종 또는 2종: 합계로 0.0001 내지 1.0%
- [0136] Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Co, Ni, Au, Pt 중 1종 또는 2종 이상: 합계로 0.001 내지 1.0%
- [0137] Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 함유량: 합계로 0.1질량% 이하
- [0138] (Fe)
- [0139] Fe는, Fe-P계 등의 미세한 석출물을 형성하여, 강도나 도전율을 향상시키는데 필요한 원소이다. 0.01% 미만으로 함유하면, 미세한 석출물 입자가 부족하다. 이 때문에, 석출 입자에 의한 결정립 성장의 억제 효과가 작아진다. 이 결과, 평균 결정 입경이나 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 강도가 저하된다. 따라서, 이들 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는, 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 3.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자의 조대화가 초래되어, 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 굽힘 가공성이 저하된다. 또한, 도전율도 저하된다. 따라서, Fe의 함유량은 0.01 내지 3.0%의 범위로 한다.
- [0140] (P)
- [0141] P는, 탈산 작용을 하는 이외에, Fe와 결합하여 Fe-P계 등의 석출물을 형성하여, 구리 합금의 강도나 도전율을 향상시키는데 필요한 원소이다. 또한, Mg와 결합하여 Mg-P계 등의 석출물을 형성하여, 구리 합금의 강도나 도전율을 향상시킨다. P의 함유가 너무 적으면, 이들의 작용 내지 미세한 석출물 입자가 부족하다. 이 때문에, 석출 입자에 의한 결정립 성장의 억제 효과가 작아진다. 이 결과, 평균 결정 입경이나 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 강도가 저하된다. 따라서, 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 0.4%를 넘어 지나치게 함유시키면, 조대한 석출 입자가 증가함에 따라 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 굽힘 가공성이 저하된다. 또한, 도전율도 저하된다. 따라서, P의 함유량은 0.01 내지 0.4%의 범위로 한다.
- [0142] (Mg)
- [0143] Mg는, P와의 미세한 석출물을 형성하여, 강도나 도전율을 향상시키는데 필요한 원소이다. Mg의 함유가 너무 적으면, 이들의 작용 내지 미세한 석출물 입자가 부족하다. 이 때문에, 석출 입자에 의한 결정립 성장 억제 효과가 작아진다. 이 결과, 평균 결정 입경이나 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 강도가 저하된다. 따라서, 0.1% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 1.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자가 조대화되고 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 굽힘 가공성도 저하된다. 또한, 도전율도 저하된다. 따라서, Mg의 함유량은 0.1 내지 1.0%의 범위로 한다.
- [0144] (Ni, Co)
- [0145] 구리 합금에, 추가로 Ni, Co 중 1종 또는 2종을 합계로 0.01 내지 1.0% 함유시킬 수도 있다. Ni, Co는, Mg와 마찬가지로, 구리 합금 중에 (Ni, Co)-P계 또는 (Ni, Co)-Fe-P계 등의 미세한 석출물 입자로서 분산되어, 강도나 도전율을 향상시킨다. 이들 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는 0.01% 이상의 함유가 필요하다. 다만, 1.0%를 넘어 과잉으로 함유시키면, 석출 입자의 조대화가 초래되고 평균 결정 입경의 표준편차가 너무 커져서 굽힘 가공성이 저하된다. 또한, 도전율도 저하된다. 따라서, 선택적으로 함유시키는 경우의 Ni, Co 중 1종 또는 2종의 함유량은 합계로 0.01 내지 1.0%의 범위로 한다.
- [0146] (Zn)
- [0147] 구리 합금에, 추가로 Zn, Sn 중 1종 또는 2종을 함유시킬 수도 있다. Zn은, 전자 부품의 접합에 이용하는 Sn 도금이나 뱀납의 내열 박리성을 개선하여, 열박리를 억제하는데 효과적인 원소이다. 이러한 효과를 유효하게

발휘시키기 위해서는, 0.005% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 3.0%를 넘어 과잉으로 함유하면, 오히려 용융 Sn이나 납땜의 번짐성을 열화시킬 뿐만 아니라, 도전율을 크게 저하시킨다. 따라서, Zn은 내열 박리성 개선 효과와 도전율 저하 작용에 모두 알맞도록 0.005 내지 3.0질량%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0148] (Sn)

[0149] Sn은, 구리 합금 중에 고용되어 강도 향상에 기여한다. 이러한 효과를 유효하게 발휘시키기 위해서는, 0.01% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 5.0%를 넘어 과잉으로 함유하면, 그 효과가 포화되어 도전율을 크게 저하시킨다. 따라서, Sn은 강도 향상 효과와 도전율 저하 작용에 모두 알맞도록 0.01 내지 5.0질량%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0150] (Mn, Ca)

[0151] Mn, Ca는, 구리 합금의 열간 가공성의 향상에 기여하기 때문에, 이들 효과가 필요한 경우에 선택적으로 함유된다. Mn, Ca의 1종 또는 2종 이상의 함유량이 합계로 0.0001% 미만인 경우, 원하는 효과가 얻어지지 않는다. 한편, 그 함유량이 합계로 1.0%를 초과하면, 조대한 정출물이나 산화물이 생성되어 굽힘 가공성을 저하시킬 뿐만 아니라, 도전율의 저하도 심해진다. 따라서, 이들 원소의 함유량은 합계로 0.0001 내지 1.0%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0152] (Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Au, Pt의 양)

[0153] 이들 성분은 구리 합금의 강도를 향상시키는 효과가 있는 것으로, 이들 효과가 필요한 경우에 선택적으로 함유된다. 이들 성분의 1종 또는 2종 이상의 함유량이 합계로 0.001% 미만인 경우, 원하는 효과가 얻어지지 않는다. 한편, 그 함유량이 합계로 1.0%를 초과하면, 조대한 정출물이나 산화물이 생성되어 굽힘 가공성을 저하시킬 뿐만 아니라, 도전율의 저하도 심하여 바람직하지 않다. 따라서, 이들 원소의 함유량은 합계로 0.001 내지 1.0%의 범위로 선택적으로 함유시킨다.

[0154] (Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈의 양)

[0155] 이들 성분은 불순물 원소로서, 이들 원소 함유량의 합계가 0.1%를 초과한 경우, 조대한 정출물이나 산화물이 생성되어 굽힘 가공성을 저하시킨다. 따라서, 이들 원소의 함유량은 합계로 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0156] (구리 합금 조직)

[0157] 본 발명에서는, 이상 언급한 강도를 향상시킨 조성의 Cu-Mg-P-Fe계 합금에 대하여, 상기한 바와 같이, 굽힘 가공성을 열화시키지 않기 위해 구리 합금 조직의 결정립을 미세화함과 동시에, 개개의 결정 입경의 편차를 억제한다. Cu-Mg-P-Fe계 합금에서는, 특히 평균 결정 입경뿐만 아니라, 결정 입경의 편차가 굽힘 가공성에 크게 영향을 미친다. 이 때문에, 본 발명에서는 고강도 및 우수한 굽힘 가공성의 밸런스를 잘 갖춘 구리 합금을 얻기 위해, 구리 합금 조직 중의 조대한 결정립을 적게 하고, 개개의 결정 입경을 가능한 한 미세한 쪽으로 갖춘다.

[0158] 이 척도로서, 상기한 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방 산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 입경에 있어서, 하기 평균 결정 입경이 6.5 μm 이하, 바람직하게는 4 μm 이하, 하기 평균 결정 입경의 표준편차가 1.5 μm 이하, 바람직하게는 0.9 μm 이하로 한다.

[0159] 여기에서, 상기 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정립의 수를 n, 각각의 측정된 결정 입경을 x로 했을 때, 상기 평균 결정 입경은 $(\sum x)/n$, 상기 평균 결정 입경의 표준편차는 $[\sum x^2 - (\sum x)^2/n] / [n(n-1)]^{1/2}$ 로 표시된다.

[0160] 상기 평균 결정 입경이 6.5 μm 를 초과하고, 상기 평균 결정 입경의 표준편차가 1.5 μm 를 초과한 경우, 구리 합금 조직 중의 조대한 결정립이 늘고 개개의 결정 입경의 편차도 커져서 굽힘 가공성이 열화된다.

[0161] (평균 결정 입경, 평균 결정 입경의 표준편차 측정 방법)

[0162] 본 발명에서, 이들 평균 결정 입경과 평균 결정 입경의 표준편차의 측정 방법을, 전계 방출형 주사 전자 현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope: FESEM)에 후방 산란 전자 회절상[EBSP: Electron Back Scattering(Scattered) Pattern] 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법으로 규정하는 것은, 이 측정 방법이 고분해능이므로 고정밀도이기 때문이다.

[0163] EBSP법은, FESEM의 경통(鏡筒) 내에 세팅한 시료에 전자선을 조사하여 스크린 상에 EBSP를 투영한다. 이것을 고감도 카메라로 촬영하여, 컴퓨터에 화상으로서 받아들인다. 컴퓨터에서는, 이 화상을 해석하여 이미 알려진

결정계를 이용한 시뮬레이션에 의한 패턴과의 비교에 의해, 결정의 방위가 결정된다. 산출된 결정의 방위는 3차원 오일러 각(Eulerian angles)으로서, 위치 좌표(x, y) 등으로 모두 기록된다. 이 프로세스가 전측 정점에 대하여 자동적으로 행해지기 때문에, 측정 종료시에는 수만 내지 수십만 점의 결정 방위 데이터가 얻어진다.

[0164] 이와 같이, EBSP법에는 X선 회절법이나 투과 전자 현미경을 이용한 전자선 회절법보다도, 관찰 시야가 넓고, 수백 개 이상의 다수의 결정립에 대한 평균 결정 입경, 평균 결정 입경의 표준편차, 또는 방위 해석의 정보를 수 시간 이내로 얻을 수 있는 이점이 있다. 또한, 결정립마다 측정하는 것이 아니라, 지정한 영역을 임의의 일정 간격으로 주사하여 측정하기 때문에, 측정 영역 전체를 망라한 상기 다수의 측정 포인트에 관한 상기 각 정보를 얻을 수 있는 이점도 있다. 한편, 이들 FESEM에 EBSP 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법의 상세한 것은, 고베 세이코기보/Vol. 52 No. 2(Sep. 2002) P 66-70 등에 구체적으로 기재되어 있다.

[0165] 이들 FESEM에 EBSP 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법을 이용하여, 본 발명에서는 제품 구리 합금판 두께 방향의 표면부의 집합 조직을 측정하여, 평균 결정 입경, 평균 결정 입경의 표준편차, 소경각 입계의 측정을 실시한다.

[0166] 여기에서, 통상의 구리 합금판인 경우, 주로 이하에 나타내는 것 같은 Cube 방위, Goss 방위, Brass 방위(이하, B 방위라고도 함), Copper 방위(이하, Cu 방위라고도 함), S 방위 등이라 불리우는 많은 방위 인자로 이루어지는 집합 조직을 형성하고, 그들에 적합한 결정면이 존재한다. 이러한 사실은, 예를 들면 나가시마 신이치(長島晋一) 편저, 「집합 조직」(마루젠 주식회사 간행)이나 경금속 학회 「경금속」 해설 Vol. 43, 1993, P 285-293 등에 기재되어 있다.

[0167] 이들 집합 조직의 형성은 같은 결정계의 경우라도 가공, 열처리 방법에 따라 다르다. 압연에 의한 판재의 집합 조직의 경우는, 압연면과 압연 방향으로 표시되고 있는데, 압연면은 {ABC}로 표현되고, 압연 방향은 <DEF>로 표현된다(ABCDEF는 정수를 나타냄). 이러한 표현에 근거하여, 각 방위는 하기와 같이 표현된다.

[0168] Cube 방위 {001}<100>

[0169] Goss 방위 {011}<100>

[0170] Rotated-Goss 방위 {011}<011>

[0171] Brass 방위(B 방위) {011}<211>

[0172] Copper 방위(Cu 방위) {112}<111>

[0173] (또는 D 방위 {4411}<11118>)

[0174] S 방위 {123}<634>

[0175] B/G 방위 {011}<511>

[0176] B/S 방위 {168}<211>

[0177] P 방위 {011}<111>

[0178] 본 발명에 있어서는, 기본적으로 이들 결정면으로부터 ±15° 이내로 방위가 어긋난 것은 동일한 결정면(방위 인자)에 속하는 것으로 한다. 또한, 이웃하는 결정립의 방위 차이가 5° 이상인 결정립의 경계를 결정 입계라 정의한다.

[0179] 그리고, 본 발명에 있어서, 상기 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정립의 수를 n, 각각의 측정된 결정 입경을 x로 했을 때, 상기 평균 결정 입경을 $(\sum x)/n$, 상기 평균 결정 입경의 표준편차를 $[n\sum x^2 - (\sum x)^2]/[n(n-1)]^{1/2}$ 로 각각 표시한다.

[0180] (소경각 입계)

[0181] 본 발명에서는, 상기 결정 입경의 제어에 더하여, 굽힘 가공성을 보다 향상시키기 위해, 바람직하게는 소경각 입계의 비율을 추가로 규정한다. 이 소경각 입계는, 상기 FESEM에 EBSP 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 결정 방위 내, 결정 방위의 차이가 5 내지 15° 로 작은 결정립 사이의 입계이다. 본 발명에서는, 이 소경각 입계의 비율이 상기 EBSP 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된 이들 소경각 입계의 결정 입계의 전체 길이(측정된 전체 소경각 입자의 결정 입계의 합계 길이)의, 마찬가지로 측정된 결정 방위의 차이

가 5 내지 180° 인 결정 입계의 전체 길이(측정된 전체 결정립의 결정 입계의 합계 길이)에 대한 비율로서, 4% 이상 30% 이하인 것이 바람직하다.

[0182] 즉, 소경각 입계의 비율(%)은, [(5-15° 의 결정 입계의 전체 길이)/(5-180° 의 결정 입계의 전체 길이)]×100으로서, 4% 이상 30% 이하, 바람직하게는 5% 이상 25% 이하로 한다.

[0183] 본 발명의 Cu-Mg-P-Fe계 합금에서는, 상기 평균 결정 입경이나 평균 결정 입경의 표준편차뿐만 아니라, 소경각 입계의 비율도 굽힘 가공성에 크게 영향을 준다. 따라서, Cu-Mg-P-Fe계 합금의 굽힘 가공성을 확실히 향상시키기 위해서는, 이러한 결정 입계의 길이로서의, 소경각 입계의 전체 결정 입계에 대한 비율을 4% 이상 30% 이하로 하는 것이 바람직하다. 이 소경각 입계의 비율이 4% 미만으로 적어진 경우에는, 굽힘 가공성을 향상시킬 수 없는 경우가 생길 가능성이 있다. 이 소경각 입계의 비율이 30% 이상으로 많아진 경우, 강도가 커져 굽힘 가공성을 향상시킬 수 없다.

[0184] (제조 조건)

[0185] 다음으로, 구리 합금 조직을 상기 본 발명에서 규정된 조직으로 하기 위한, 바람직한 제조 조건에 대하여 이하에 설명한다. 본 발명 구리 합금은 기본적으로 구리 합금판이고, 이를 폭 방향으로 슬릿한 조(條)나, 이들 판조를 코일화한 것이 본 발명 구리 합금의 범위에 포함된다.

[0186] 본 발명에서도, 일반적인 제조 공정과 마찬가지로 특정 성분 조성으로 조정된 구리 합금 용탕의 주조, 주괴 면삭, 균열, 열간 압연, 그리고 냉간 압연과, 재결정 풀림, 석출 풀림 등을 포함하는 풀림과의 반복에 의해 최종(제품)판이 얻어진다. 다만, 상기 제조 공정 중, 이하에 설명하는 각 제조 조건을 조합하여 실시함으로써, 본 발명 규정의 조직, 강도·고도전율 및 굽힘 가공성을 얻을 수 있다.

[0187] 우선, 열간 압연의 종료 온도를 550 내지 850℃로 한다. 이 온도가 550℃ 보다 낮은 온도 영역에서 열간 압연을 하면, 재결정이 불완전하기 때문에 불균일 조직이 되어, 표준편차가 지나치게 커지고, 굽힘 가공성이 열화된다. 열간 압연의 종료 온도가 850℃보다 높으면, 결정립이 조대화되어 굽힘 가공성이 열화된다. 이 열간 압연 후에는 수냉한다.

[0188] 다음으로, 이 수냉 후에, 재결정을 목적으로 하는 풀림 전의 냉간 압연에서의 냉간 압연율을 70 내지 98%로 한다. 냉간 압연율이 70%보다 낮으면, 재결정 핵이 되는 위치가 너무 적기 때문에, 본 발명이 얻고자 하는 평균 결정 입경보다도 필연적으로 커져서 굽힘성이 열화된다. 한편, 냉간 압연율이 98%보다 높으면, 결정 입경의 격차가 커지기 때문에, 결정립이 불균일하게 되어, 본 발명이 얻고자 하는 평균 결정 입경의 표준편차보다 필연적으로 커져서 역시 굽힘성이 열화된다.

[0189] 다음으로, 재결정을 목적으로 하는 풀림(용체화)을 실시한다. 이때, 결정립의 성장을 억제하기 위해, 재결정 풀림 온도는 550 내지 850℃의 범위 내의 보다 저온측인 550 내지 700℃를 선택하는 것이 바람직하다. 이 재결정 풀림에는, 결정립의 성장을 억제시키기 위해, 추가로 승온 속도와 냉각 속도를 모두 제어할 필요가 있다. 즉, 이 풀림 시의 승온 속도는 50℃/초 이상으로 한다. 승온 속도가 50℃/초보다 작으면, 재결정립의 핵 생성이 불균일해지기 때문에, 평균 결정 입경의 표준편차가 필연적으로 커진다. 또한, 이 풀림 후의 냉각 속도는 100℃/초 이상으로 한다. 이 냉각 속도가 100℃/초보다 작으면, 풀림 시의 결정립의 성장이 촉진되어, 본 특허가 얻고자 하는 평균 결정 입경보다도 필연적으로 커진다.

[0190] 이 재결정 풀림 후에, 약 300 내지 450℃ 범위의 온도에서 석출 풀림(중간 풀림, 2차 풀림)을 실시하여 미세한 석출물을 형성시켜, 구리 합금판의 강도와 도전율을 향상(회복)시킨다.

[0191] 이들 풀림 후의, 최종 냉간 압연에서의 냉간 압연율은 10 내지 30%의 범위로 한다. 이 최종 냉간에 의해 변형을 도입함으로써, 소경각 입계의 비율을 증가시킬 수 있다. 최종 냉간 압연율이 10%보다 작으면, 충분한 변형이 도입되지 않고, 소경각 입계의 비율이 상기 4% 이상으로 증가하지 않는다. 한편, 최종 냉간 압연율이 30%보다 높으면, 강도가 너무 커짐과 동시에, 평균 결정 입경이 너무 커져서 굽힘성이 열화된다. 한편, 이 최종 냉간 압연 전 상기 재결정 풀림 후에, 도전율을 회복하기 위한 중간 풀림을 실시할 수도 있다.

[0192] 이렇게 하여 얻어지는 본 발명의 구리 합금은 고강도·고도전율이고, 가전, 반도체 부품, 산업용 기기 및 자동차용 전기전자 부품에 폭넓고 효과적으로 활용할 수 있다.

[0193] 이하, 실시예를 들어 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 물론 하기 실시예에 의해 제한을 받는 것이 아니라, 상기·하기의 취지에 적합한 범위에서 적당히 변경을 가하여 실시하는 것도 물론 가능하고, 그들

은 모두 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

[0194] 실시예 2

[0195] 이하에, 본 발명의 실시예를 설명한다. 조직 중의 평균 결정 입경이나, 평균 결정 입경의 표준편차 등이 다른, Cu-Mg-P-Fe계 합금의 여러 가지의 구리 합금 박판을 제조하여, 강도, 도전율, 굽힘성 등의 특성을 평가하였다.

[0196] 구체적으로는, 하기 표 5에 나타내는 화학 성분 조성의 구리 합금을 각각 코어리스로에서 용제한 후, 반연속 주조법으로 주괴하여 두께 70mm×폭 200mm×길이 500mm의 주괴를 수득하였다. 이들 각 주괴의 표면을 면삭하여 950℃에서 2시간 가열한 후, 열간 압연을 실시하여 두께 20mm의 판으로 하고, 하기 표 6에 나타내는 여러 가지의 온도로부터 수중에서 급냉하였다.

[0197] 다음으로, 산화 스케일을 제거한 후, 하기 표 6에 나타내는 여러 가지의 냉연율로 일차 냉간 압연(중신장)을 실시하였다. 이 판을 면삭한 후, 일차 풀림으로서 하기 표 6에 나타내는 여러 가지의 승온 속도, 냉각 속도에서, 600℃의 재결정 풀림을 하였다. 그 후, 400℃×10시간의 도전율 회복을 위한 석출 풀림(2차 풀림)을 실시한 후에, 하기 표 6에 나타내는 여러 가지의 냉연율로 최종 냉간 압연을 실시하였다. 그리고, 극히 저온의 변형 제거 풀림을 하여, 두께 0.2mm인 제품 구리 합금판을 수득하였다.

[0198] 한편, 표 5에 나타내는 각 구리 합금 모두, 기재된 원소량을 제외한 잔부 조성은 Cu이고, 표 1에 기재된 기타 원소로서, Zr, Ag, Cr, Cd, Be, Ti, Au, Pt는 이들의 총량으로 0.05질량%였다. 또한, Hf, Th, Li, Na, K, Sr, Pd, W, S, Si, C, Nb, Al, V, Y, Mo, Pb, In, Ga, Ge, As, Sb, Bi, Te, B, 미슈메탈(MM)의 원소도, 이들의 총량으로 0.1질량% 이하였다. 표 5의 각 원소 함유량에서 나타내는 「-」는 검출 한계 이하인 것을 나타낸다.

[0199] (평균 결정 입경, 평균 결정 입경의 표준편차, 소경각 입계의 비율)

[0200] 이들 제품 구리 합금판의 평균 결정 입경, 평균 결정 입경의 표준편차, 소경각 입계를 측정하였다. 이들의 측정에 관해서는, 상기한 바와 같이, FESEM에 EBSP 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법을 이용하여, 제품 구리 합금판의 판두께 방향의 표면부 집합 조직을 측정하여 실시하였다. 이들의 결과를 표 6에 나타낸다.

[0201] 구체적으로는, 제품 구리 합금의 압연면 표면을 기계 연마하고, 추가로 버프 연마에 이어 전해 연마하여 표면을 조정된 시료를 준비하였다. 그 후, 일본전자사 제품 FESEM(JEOL JSM 5410)을 이용하여, EBSP에 의한 결정 방위 측정 및 결정 입경 측정을 하였다. 측정 영역은 300 μ m×300 μ m의 영역이고, 측정 스텝 간격은 0.5 μ m로 하였다. EBSP 측정·해석 시스템은 EBSP:TSL사 제품(OIM)을 이용하였다.

[0202] 또한, 각 예 모두 수득된 구리 합금판으로부터 시료를 잘라내어, 인장 시험, 도전율 측정, 굽힘 시험을 하였다. 이들의 결과도 표 6에 나타낸다.

[0203] (인장 시험)

[0204] 인장 시험은, 길이 방향을 압연 방향으로 한 JIS 13호 B 시험편을 이용하여, 5882형 인스트론사 제품 만능 시험기에 의해, 실온, 시험 속도 10.0mm/분, GL=50mm의 조건으로, 인장 강도, 0.2% 내력(MPa)을 측정하였다.

[0205] (도전율 측정)

[0206] 도전율은, 시험편의 길이 방향을 압연 방향으로 하여, 밀링에 의해 폭 10mm×길이 300mm의 단축상의 시험편을 가공하여, 더블 브릿지식 저항 측정 장치에 의해 전기 저항을 측정하여, 평균 단면적법에 의해 산출하였다.

[0207] (굽힘 가공성의 평가 시험)

[0208] 구리 합금판 시료의 굽힘 시험은, 니혼신도협회 기술 표준에 따라서 실시하였다. 판재를 폭 10mm, 길이 30mm로 잘라내고, 굽힘 반경 0.05mm로 GoodWay(굽힘축이 압연 방향에 직각) 굽힘을 실시하여, 굽힘부에서의 균열의 유무를 50배의 광학 현미경으로 육안 관찰하였다. 이때, 균열이 없는 것을 ○, 표면 거침이 생긴 것을 △, 균열이 생긴 것을 ×라고 평가하였다.

[0209] 이 굽힘 시험이 우수하면, 상기 밀착 굽힘 또는 노칭 후의 90° 굽힘 등의 엄격한 굽힘 가공성도 우수하다고 할 수 있다.

[0210] 표 5로부터 분명한 바와 같이, 본 발명 조성 내의 구리 합금인 발명에 1 내지 14는, 일차 냉간 압연(냉연율), 재결정 풀림(승온 속도, 냉각 속도), 최종 냉간 압연(압연율)이 바람직한 조건 범위 내에서, 제품 구리 합금판을 얻고 있다.

- [0211] 이 때문에, 발명에 1 내지 14의 조직은, 전계 방출형 주사 전자 현미경에 후방 산란 전자 회절상 시스템을 탑재한 결정 방위 해석법에 의해 측정된, 평균 결정 입경이 $6.5\mu\text{m}$ 이하, 하기 평균 결정 입경의 표준편차가 $1.5\mu\text{m}$ 이하, 결정 방위의 차이가 5 내지 15° 인 소경각 입계의 비율이 4% 이상이도록 제어되어 있다.
- [0212] 이 결과, 발명에 1 내지 14는, 내력이 400MPa 이상, 도전율이 60% IACS 이상인 고강도, 고도전율이고, 또한 굽힘 가공성이 우수하다.
- [0213] 이에 비하여, 비교예 15의 구리 합금은, Fe의 함유량이 하한 0.01%를 낮게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 미세한 석출물 입자가 부족하고, 평균 결정 입경과 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 굽힘 가공성은 우수하지만, 특히 강도가 낮다.
- [0214] 비교예 16의 구리 합금은, Fe의 함유량이 상한 3.0%를 높게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 조대한 석출물 입자가 많아지고, 평균 결정 입경이 상한에 가까워지며, 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 특히 굽힘 가공성이 뒤떨어진다.
- [0215] 비교예 17의 구리 합금은, P의 함유량이 하한 0.01%를 낮게 벗어나 있고, P가 너무 적기 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 미세한 석출물 입자가 부족하고, 평균 결정 입경과 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 굽힘 가공성은 우수하지만, 특히 강도가 낮다.
- [0216] 비교예 18의 구리 합금은, P의 함유량이 상한 0.4%를 높게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 조대한 Mg-P 석출 입자가 증가함에 따라 평균 결정 입경이 상한에 가까워져서, 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 특히 굽힘 가공성이 뒤떨어진다.
- [0217] 비교예 19의 구리 합금은, Mg의 함유량이 하한 0.1%를 낮게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 미세한 석출물 입자가 부족하고, 평균 결정 입경과 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 굽힘 가공성은 우수하지만, 특히 강도가 낮다.
- [0218] 비교예 20의 구리 합금은, Mg의 함유량이 상한 1.0%를 높게 벗어나 있다. 이 때문에, 제조 방법은 상기 발명예와 같이 바람직한 조건 내에서 제조되고 있음에도 불구하고, 조대한 Mg-P 석출 입자가 증가함에 따라 평균 결정 입경의 표준편차가 높게 벗어나 있다. 이 결과, 특히 굽힘 가공성이 뒤떨어진다.
- [0219] 비교예 21 내지 28의 구리 합금은, 성분 조성은 범위 내임에도 불구하고, 각각 제조 조건이 바람직한 범위로부터 벗어난다. 비교예 21은 열간 압연의 종료 온도가 너무 낮다. 비교예 22는 열간 압연의 종료 온도가 너무 높다. 비교예 23은 일차 냉간 압연의 냉연율이 너무 작다. 비교예 24는 일차 냉간 압연의 냉연율이 너무 크다. 비교예 25는 재결정 소둔의 승온 속도가 너무 느리다. 비교예 26은 재결정 소둔의 냉각 속도가 너무 느리다. 비교예 27은 최종 냉간 압연의 냉연율이 너무 작다. 비교예 28은 최종 냉간 압연의 냉연율이 너무 크다.
- [0220] 이 때문에, 이들 비교예의 구리 합금은, 강도의 고저에 상관없이 공통적으로 굽힘 가공성이 뒤떨어진다.
- [0221] 이상의 결과로부터, 고강도, 고도전율화시킨 다음, 굽힘 가공성도 우수하게 하기 위한, 본 발명 구리 합금판의 성분 조성, 조직, 또한 조직을 얻기 위한 바람직한 제조 조건의 의의가 뒷받침된다.

표 5

구 번	구리 합금판의 화학 성분 조성 (잔부 Cu 및 불순물)							열간 압연 의 종료 온도 ℃	재결정 폴림 전의 냉각 압연율 %	재결정 폴림의 승온 속도 ℃/sec	재결정 폴림의 냉각 속도 ℃/sec	최종 냉각 압연율 %	
	Mg	P	Fe	Ni	Co	Zn	Sn						
예	1	0.23	0.10	0.15	-	-	-	690	90	100	200	25	
	2	0.29	0.10	0.05	-	-	-	700	85	150	200	25	
	3	0.24	0.10	2.60	-	-	-	700	98	80	150	20	
	4	0.25	0.04	0.15	-	-	-	700	85	150	200	20	
	5	0.25	0.35	0.15	-	-	-	760	98	80	150	20	
	6	0.16	0.11	0.15	-	-	-	750	87	150	200	12	
	7	0.93	0.10	0.15	-	-	-	560	98	80	150	12	
	8	0.25	0.11	0.16	0.30	-	-	770	87	100	200	20	
	9	0.24	0.12	0.15	-	0.30	-	770	87	100	200	20	
	10	0.24	0.09	0.15	0.10	0.10	-	660	95	100	200	20	
	11	0.25	0.09	0.14	-	-	0.30	790	85	100	200	17	
	12	0.25	0.09	0.15	-	-	0.60	780	87	100	200	17	
	13	0.25	0.10	0.15	-	-	0.20	0.30	750	87	100	200	17
	14	0.25	0.10	0.17	0.10	0.10	0.10	0.10	740	68	100	200	17
비 예	15	0.25	0.10	0.005	-	-	-	750	95	100	200	20	
	16	0.25	0.10	3.20	-	-	-	760	85	100	200	20	
	17	0.23	0.001	0.15	-	-	-	750	95	100	200	25	
	18	0.26	0.5	0.15	-	-	-	790	85	100	200	25	
	19	0.001	0.10	0.15	-	-	-	720	95	100	200	17	
	20	1.1	0.10	0.15	-	-	-	710	85	100	200	17	
	21	0.24	0.10	0.15	-	-	-	530	93	80	200	15	
	22	0.24	0.11	0.15	-	-	-	880	90	100	200	20	
	23	0.25	0.10	0.15	-	-	-	800	85	100	200	20	
	24	0.25	0.10	0.15	-	-	-	800	99	100	200	20	
	25	0.25	0.10	0.15	-	-	-	800	90	45	200	20	
	26	0.25	0.10	0.16	-	-	-	800	90	100	90	10	
	27	0.25	0.10	0.16	-	-	-	800	90	100	200	5	
	28	0.25	0.10	0.15	-	-	-	800	90	100	200	50	

[0222]

표 6

구 번	구리 합금판 조직			구리 합금판 특성			
	평균 결정 입경(μm)	평균 결정 입경의 표준편차(μm)	소경각 입계의 비율(%)	0.2% 내력 (MPa)	도전율 (%IACS)	굽힘성	
예	1	3.0	0.8	7.3	410	69.0	○
	2	2.1	0.6	5.3	401	71.0	○
	3	4.4	1.3	6.1	420	62.9	△
	4	2.9	0.8	6.8	403	72.1	○
	5	3.2	1.0	4.3	418	65.1	△
	6	1.5	0.4	10.7	403	72.0	○
	7	4.3	1.3	26.9	438	64.0	△
	8	2.5	0.7	9.3	425	66.3	○
	9	2.4	0.7	7.5	429	65.3	○
	10	2.2	0.6	6.2	431	66.1	○
	11	3.0	0.9	10.1	436	63.1	○
	12	3.2	0.9	9.3	450	60.1	○
	13	2.8	0.8	8.2	437	61.7	○
	14	2.5	0.8	8.5	431	64.9	○
비 예	15	7.5	2.3	6.5	361	68.0	×
	16	4.8	1.8	7.2	418	58.1	×
	17	7.7	2.6	5.5	393	67.9	×
	18	5.0	1.7	5.3	420	59.3	×
	19	8.0	2.4	5.5	385	69.3	×
	20	3.0	1.8	5.1	415	59.5	×
	21	4.8	1.9	7.3	408	65.5	×
	22	7.9	2.2	5.2	423	62.5	×
	23	6.9	1.4	6.0	410	65.9	×
	24	2.9	2.2	5.8	415	67.3	×
	25	4.7	2.5	6.5	392	66.7	×
	26	12.1	3.3	7.2	390	67.2	×
	27	3.5	1.0	2.1	385	65.3	×
	28	7.0	2.5	31.2	460	63.6	×

[0223]

산업상 이용 가능성

[0224]

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 고강도화, 고도전율화와 함께, 우수한 굽힘 가공성을 겸비한 Cu-Mg-P-Fe계 합금을 제공할 수 있다. 이 결과, 소형화 및 경량화한 전기전자 부품용으로서, 반도체 장치용 리드 프레임 이외에도, 리드 프레임, 커넥터, 단자, 스위치, 계전기(繼電器) 등의 고강도 고도전율화와 엄격한 굽힘 가공성이 요구되는 용도에 적용할 수 있다.