



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0036038  
 (43) 공개일자 2016년04월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C22C 9/00* (2006.01) *C22F 1/08* (2006.01)  
*H01R 4/58* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C22C 9/00* (2013.01)  
*C22F 1/08* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7001487
- (22) 출원일자(국제) 2014년07월29일  
 심사청구일자 空
- (85) 번역문제출일자 2016년01월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/069942
- (87) 국제공개번호 WO 2015/016218  
 국제공개일자 2015년02월05일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2013-159642 2013년07월31일 일본(JP)  
 JP-P-2014-117998 2014년06월06일 일본(JP)

- (71) 출원인  
**미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤**  
 일본국 도쿄도 지요다구 오테마치 1쵸메 3방 2고
- (72) 발명자  
**이토 유키**  
 일본 사이타마肯 기타모토시 시모이시토카미  
 1975-2 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 주오정  
 큐쇼 나이  
**마키 가즈나리**  
 일본 사이타마Ken 기타모토시 시모이시토카미  
 1975-2 미쓰비시 마테리알 가부시키가이샤 주오정  
 큐쇼 나이
- (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자

### (57) 요 약

본 발명은, 기계적 특성이 우수함과 함께, 판두께를 얇고, 혹은, 선경을 가늘게 가공한 경우에도 결함의 발생을 억제하는 것이 가능한 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자를 제공한다. 본 발명에 의한 전자·전기 기기용 구리 합금은, Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되고, H 의 함유량이 10 massppm 이하, O 의 함유량이 100 massppm 이하, S 의 함유량이 50 massppm 이하, C 의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류  
**H01R 4/58** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되고, H 의 함유량이 10 massppm 이하, O 의 함유량이 100 massppm 이하, S 의 함유량이 50 massppm 이하, C 의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경  $0.1 \mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가,  $1 \text{ 개}/\mu\text{m}^2$  이하로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

도전율  $\sigma$  (% IACS) 가, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에,

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

의 범위 내로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

Sn, Zn, Al, Ni, Si, Mn, Li, Ti, Fe, Co, Cr, Zr, P 중 1 종 또는 2 종 이상을 합계로 0.01 mass% 이상 3.0 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.2 % 내력이 400 MPa 이상의 기계적 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

판 표면에 있어서의 {111} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {111} , {200} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {200} , {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {220} , {311} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {311} , {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 을 R {220} = I {220} / (I {111} + I {200} + I {220} + I {311} ) 로 한 경우에, R {220} 이 0.9 이하로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

R {220} 이 0.3 이상 0.9 이하로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와, 0.2 % 내력 YS 로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 를 초과하는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

평균 결정 입경이  $50 \mu\text{m}$  이하로 되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금.

**청구항 10**

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 기재된 전자·전기 기기용 구리 합금으로 이루어지는 구리 소재를 소성 가공함으로써 성형된 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 구리 소재를  $400^{\circ}\text{C}$  이상  $900^{\circ}\text{C}$  이하의 온도로까지 가열함과 함께, 가열된 상기 구리 소재를  $60^{\circ}\text{C}/\text{min}$  이상의 냉각 속도로  $200^{\circ}\text{C}$  이하로까지 냉각시키는 열처리 공정파, 상기 구리 소재를 소성 가공하는 소성 가공 공정을 갖는 제조 방법에 의해 성형된 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재.

**청구항 12**

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

표면에 Sn 도금이 실시되어 있는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재.

**청구항 13**

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자·전기 기기용 부품.

**청구항 14**

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 단자.

**발명의 설명****기술 분야**

[0001] 본 발명은, 반도체 장치의 커넥터 등의 단자, 혹은 전자 릴레이의 가동 도전편이나, 리드 프레임 등의 전자·전자 기기용 부품으로서 사용되는 전자·전기 기기용 구리 합금과, 그것을 사용한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2013년 7월 31일에, 일본에 출원된 일본 특허출원 2013-159642호, 및 2014년 6월 6일에 출원된 일본 특허출원 2014-117998호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

**배경기술**

[0003] 종래, 전자 기기나 전기 기기 등의 소형화에 따라, 이를 전자 기기나 전기 기기 등에 사용되는 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 소형화 및 박육화가 도모되고 있다. 이 때문에, 전자·전기 기기용 부품을 구성하는 재료로서 탄성, 강도, 굽힘 가공성이 우수한 구리 합금이 요구되고 있다.

특히, 비특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이, 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품으로서 사용되는 구리 합금으로서는, 내력이 높은 것이 바람직하다.

[0004] 여기서, 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품에 사용되는 구리 합금으로서, 비특허문헌 2에 기재되어 있는 Cu-Mg 합금이나, 특허문헌 1에 기재되어 있는 Cu-Mg-Zn-B 합금 등이 개발되어 있다.

[0005] 이들의 Cu-Mg 계 합금에서는, 도 1에 나타내는 Cu-Mg 계 상태도로부터 알 수 있는 바와 같이, Mg의 함유량이 1.3 mass% 이상 (3.3 원자% 이상)의 경우, 용체화 처리와 석출 처리를 실시함으로써, Cu와 Mg로 이루어지는 금속간 화합물을 석출시킬 수 있다. 즉, 이들의 Cu-Mg 계 합금에 있어서는, 석출 경화에 의해 비교적 높

은 도전율과 강도를 갖는 것이 가능해지는 것이다.

[0006] 그러나, 비특허문헌 2 및 특허문헌 1에 기재된 Cu-Mg 계 합금에서는, 모상 중에 많은 조대한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 분산되어 있는 점에서, 굽힘 가공 시에 이들의 금속간 화합물이 기점이 되어 균열등이 발생하기 쉽기 때문에, 복잡한 형상의 전자·전기 기기용 부품을 성형할 수 없다는 문제가 있었다.

[0007] 특히, 휴대 전화나 PC 등의 민생품에 사용되는 전자·전기 기기용 부품에 있어서는, 소형화 및 경량화가 요구되고 있고, 강도와 굽힘 가공성을 양립한 전자·전기 기기용 구리 합금이 요구되고 있다. 그러나, 상기 서술한 Cu-Mg 계 합금과 같은 석출 경화형 합금에 있어서는, 석출 경화에 의해 강도 및 내력을 향상시키면 굽힘 가공성이 현저하게 저하되어 버리게 된다. 이 때문에, 박육이고 복잡한 형상의 전자·전기 기기용 부품을 성형할 수는 없었다.

[0008] 그래서, 특허문헌 2에는, Cu-Mg 합금을 용체화 후에 금냉함으로써 제작한 Cu-Mg 과포화 고용체의 가공 경화형 구리 합금이 제안되어 있다.

[0009] 이 Cu-Mg 합금은, 우수한 강도, 도전율, 굽힘성의 밸런스가 우수하고, 상기 서술한 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평07-018354호

(특허문헌 0002) 일본 특허 제5045783호

### 비특허문헌

[0011] (비특허문헌 0001) 노무라 코야, 「커넥터용 고성능 구리 합금조의 기술 동향과 당사의 개발 전략」, 코베 제강기보 Vol. 54 No. 1(2004) p. 2-8

(비특허문헌 0002) 호리 시게노리, 외 2 명, 「Cu-Mg 합금에 있어서의 입계형 석출」, 신동 기술 연구회지 Vol. 19 (1980) p. 115-124

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0012] 그런데, 최근에는, 전자·전기 기기의 가밀충의 경량화에 따라, 이를 전자 기기나 전기 기기 등에 사용되는 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품의 박육화 및 미세화가 도모되고 있다. 이 때문에, 전자·전기 기기용 부품의 소재가 되는 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 있어서는, 종래보다, 판두께를 얇고, 혹은, 선경(線徑)을 가늘게 가공하는 것이 요구되고 있다.

[0013] 여기서, 전자·전기 기기용 구리 합금의 내부에 산화물 등의 조대한 재료들이 많이 존재하고 있는 경우에는, 이를 재료 등을 기인으로 한 결함이 발생하여, 제조 수율이 대폭 저하된다는 문제가 있었다. 특히 Mg 는 활성 원소인 점에서, 상기 서술한 Cu-Mg 합금에 있어서는, Mg 를 기인으로 하는 재료들이 발생하기 쉬운 경향이 있고, 가공 시에 결함이 발생하기 쉽다는 문제가 있었다.

[0014] 이 발명은, 전술한 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 기계적 특성이 우수함과 함께, 판두께를 얇고, 혹은, 선경을 가늘게 가공한 경우여도 결함의 발생을 억제하는 것이 가능한 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0015] 이 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금은, Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되고, H 의 함유량이 10 massppm 이하, 0

의 함유량이 100 massppm 이하, S 의 함유량이 50 massppm 이하, C 의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있는 것을 특징으로 하고 있다.

[0016] 상기 서술한 구성으로 된 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, O 의 함유량이 100 massppm 이하, S 의 함유량이 50 massppm 이하로 되어 있으므로, Mg 산화물이나 Mg 황화물 등으로 이루어지는 개재물을 저감할 수 있어, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다. 또, O 및 S 와 반응함으로써 Mg 가 소비되는 것을 방지할 수 있어, 기계적 특성의 열화를 억제할 수 있다.

[0017] 또, H 의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있으므로, 주괴 내에 블로우홀 결함이 발생하는 것을 억제할 수 있어, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다.

[0018] 또한, C 의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있으므로, 냉간 가공성을 확보 할 수 있어, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다.

[0019] 여기서, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에서는, 주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가, 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0020] 이 경우, 도 1 의 상태도에 나타내는 바와 같이, Mg 를 고용 한도 이상의 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하 (3.3 원자% 이상 6.9 원자% 이하) 의 범위에서 함유하고 있고, 또한, 주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가, 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하로 되어 있는 점에서, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 석출이 억제되어 있고, Mg 가 모상 중에 과포화로 고용된 Cu-Mg 과포화 고용체가 된다.

[0021] 또한, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수는, 전계 방출형 주사 전자 현미경을 사용하여, 배율 : 5 만배, 시야 : 약 4.8  $\mu\text{m}^2$  에서 10 시야의 관찰을 실시하여 산출한다.

[0022] 또, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 입경은, 금속간 화합물의 장경 (도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 입자 내에 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 과 단경 (장경과 직각으로 교차하는 방향에서, 도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 의 평균치로 한다.

[0023] 이와 같은 Cu-Mg 과포화 고용체로 이루어지는 구리 합금에 있어서는, 모상 중에는, 균열의 기점이 되는 조대한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 분산되어 있지 않고, 굽힘 가공성이 향상되게 되는 점에서, 복잡한 형상의 커넥터 등의 단자, 텔레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품을 성형하는 것이 가능해진다.

[0024] 또한, Mg 를 과포화로 고용시키고 있는 점에서, 가공 경화에 의해 강도를 향상시키는 것이 가능해진다.

[0025] 또, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 도전율  $\sigma$  (%IACS) 가, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에,

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100 \text{ 의 범위 내로 되어 있는 것이 바람직하다.}$$

[0027] 이 경우, 도 1 의 상태도에 나타내는 바와 같이, Mg 를 고용 한도 이상의 Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하 (3.3 원자% 이상 6.9 원자% 이하) 의 범위에서 함유하고 있고, 또한, 도전율이 상기의 범위 내로 되어 있는 점에서, Mg 가 모상 중에 과포화로 고용된 Cu-Mg 과포화 고용체가 된다.

[0028] 따라서, 상기 서술한 바와 같이, 모상 중에는, 균열의 기점이 되는 조대한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 분산되어 있지 않아, 굽힘 가공성이 향상되게 되는 점에서, 복잡한 형상의 커넥터 등의 단자, 텔레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품을 성형하는 것이 가능해진다.

[0029] 또한, Mg 를 과포화로 고용시키고 있는 점에서, 가공 경화에 의해 강도를 향상시키는 것이 가능해진다.

[0030] 또한, Mg 의 원자% 에 대해서는, 불가피 불순물 원소를 무시하고, Cu 와 Mg 및 그 밖의 원소만으로 이루어진다고 가정하여 산출하면 된다.

[0031] 또, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, Sn, Zn, Al, Ni, Si, Mn, Li, Ti, Fe, Co, Cr, Zr, P 중 1 종 또는 2 종 이상을 합계로 0.01 mass% 이상 3.0 mass% 이하의 범위 내에서 함유하고 있어도 된다.

[0032] 이들의 원소는, Cu-Mg 합금의 강도 등의 특성을 향상시키는 작용 효과를 갖는 점에서, 요구 특성에 따라 적절히

첨가하는 것이 바람직하다. 여기서, 상기 서술한 원소의 첨가량의 합계가 0.01 mass% 미만에서는, 상기 서술한 강도 향상의 작용 효과를 충분히 얻을 수 없다. 한편, 상기 서술한 원소의 첨가량의 합계가 3.0 mass% 를 초과하면 도전율이 크게 저하되게 된다. 그래서, 본 발명에서는, 상기 서술한 원소의 첨가량의 합계를 0.01 mass% 이상 3.0 mass% 이하의 범위 내로 설정하고 있다.

[0033] 또한, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 0.2 % 내력이 400 MPa 이상의 기계적 특성을 갖는 것이 바람직하다.

[0034] 0.2 % 내력이 400 MPa 이상인 경우에는, 용이하게 소성 변형하지 않게 되기 때문에, 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등의 전자 기기용 부품에 특히 적합하다.

[0035] 또, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 판 표면에 있어서의 {111} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {111}, {200} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {200}, {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {220}, {311} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {311}, {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 을 R {220} = I {220} / (I {111} + I {200} + I {220} + I {311}) 로 한 경우에, R {220} 이 0.9 이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0036] 이 경우, 판 표면에 있어서의 {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 이 0.9 이하로 되어 있는 점에서, 판 표면에 있어서 {220} 면의 존재가 억제되어 있게 된다. {220} 면은, 압연 가공에 의해 형성되고, 이 {220} 면의 비율이 높아지면, 압연 방향에 대해 굽힘의 축을 평행으로 했을 때의 굽힘 가공성이 현저하게 저하되게 된다. 따라서, 이 판 표면에 있어서의 {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 을 0.9 이하로 억제함으로써, 굽힘 가공성을 확보할 수 있고, 내력-굽힘 밸런스를 향상시킬 수 있다.

[0037] 또한, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, R {220} 이 0.3 이상 0.9 이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0038] 또한, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와, 0.2 % 내력 YS로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 를 초과하는 것이 바람직하다.

[0039] 이 경우, 압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와 0.2 % 내력 YS로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 초과로 되어 있는 점에서, 0.2 % 내력 YS 가 강도 TS 에 대해 상대적으로 높아지고 있다. 따라서, 내력-굽힘 밸런스가 향상되고, 압연 방향에 대해 평행 방향에 있어서의 굽힘 가공성이 우수한 것이 된다. 그 때문에, 릴레이이나 대형 단자와 같이, 구리 합금 압연판의 압연 방향에 대해 평행 방향으로 굽힘 가공하여, 복잡한 형상으로 성형한 경우여도, 균열 등의 발생을 억제할 수 있다.

[0040] 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 평균 결정 입경이 50  $\mu\text{m}$  이하로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0041] 결정 입경과 항복비 YS/TS 의 관계를 조사한 결과, 결정 입경을 작게 함으로써 항복비 YS/TS 를 향상하는 것이 가능한 것이 판명되었다. 그리고, 본 발명의 Cu-Mg 계 합금에 있어서는, 평균 결정 입경을 50  $\mu\text{m}$  이하로 억제함으로써, 상기 서술한 항복비를 크게 향상시켜 90 % 를 초과하도록 할 수 있다.

[0042] 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금으로 이루어지는 구리 소재를 소성 가공함으로써 형성된 것을 특징으로 하고 있다. 또한, 이 명세서에 있어서 소성 가공재란, 어느 제조 공정에 있어서, 소성 가공이 실시된 구리 합금을 말하는 것으로 한다.

[0043] 이 구성의 구리 합금 소성 가공재에 있어서는, 상기 서술한 바와 같이, 기계적 특성이 우수한 전자·전기 기기용 구리 합금으로 이루어지는 점에서, 전자·전기 기기용 부품의 소재로서 특히 적합하다.

[0044] 여기서, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 있어서는, 상기 구리 소재를 400 °C 이상 900 °C 이하의 온도로까지 가열함과 함께, 가열된 상기 구리 소재를 60 °C / min 이상의 냉각 속도로 200 °C 이하로 까지 냉각시키는 열처리 공정과, 상기 구리 소재를 소성 가공하는 소성 가공 공정을 갖는 제조 방법에 의해 성형된 것이 바람직하다.

[0045] 이 경우, 상기 서술한 조성의 구리 소재를 400 °C 이상 900 °C 이하의 온도로까지 가열함으로써, Mg 의 용체화를 실시할 수 있다. 또, 가열된 상기 구리 소재를, 60 °C / min 이상의 냉각 속도로 200 °C 이하로 까지 냉각시킴으로써, 냉각의 과정에서 금속간 화합물이 석출되는 것을 억제할 수 있어, 구리 소재를 Cu-Mg 과포화 고용체로 하는 것이 가능해진다. 따라서, 모상 중에 조대한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이

분산되어 있지 않아, 굽힘 가공성이 향상되게 된다.

[0046] 또, 본 발명의 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 있어서는, 표면에 Sn 도금이 실시되어 있는 구조으로 해도 된다.

[0047] 본 발명의 전자·전기 기기용 부품은, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하고 있다. 또한, 본 발명에 있어서의 전자·전기 기기용 부품이란, 커넥터 등의 단자, 릴레이, 리드 프레임 등을 포함하는 것이다.

[0048] 또, 본 발명의 단자는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재로 이루어지는 것을 특징으로 하고 있다.

[0049] 이 구성의 전자·전기 기기용 부품 및 단자는, 기계적 특성이 우수한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 복잡한 형상이어도 균열 등이 발생하지 않고, 신뢰성이 향상되게 된다.

### 발명의 효과

[0050] 본 발명에 의하면, 기계적 특성이 우수함과 함께, 판두께를 얇고, 혹은, 선경을 가늘게 가공한 경우에도 결함의 발생을 억제하는 것이 가능한 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0051] 도 1 은, Cu-Mg 계 상태도이다.

도 2 는, 본 발명의 제 1 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법의 플로우도이다.

도 3 은, 본 발명의 제 2 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법의 플로우도이다.

도 4 는, 본 발명의 제 3 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법의 플로우도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하에, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조하여 설명한다.

[0053] (제 1 실시형태)

[0054] 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 성분 조성은, Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되어 있어, 이른바 Cu-Mg 의 2 원계 합금으로 되어 있다.

[0055] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 0.2 % 내력이 400 MPa 이상으로 되어 있다.

[0056] 여기서, 도전율  $\sigma$  (% IACS) 가, Mg 의 함유량을 A 원자 % 로 했을 때에,  $\sigma \leq 1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$  의 범위 내로 되어 있다.

[0057] 또, 주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경  $0.1 \mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가,  $1 \text{ 개}/\mu\text{m}^2$  이하로 되어 있다.

[0058] 즉, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금은, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 거의 석출되어 있지 않고, Mg 가 모상 중에 고용 한도 이상으로 고용된 Cu-Mg 과포화 고용체로 되어 있는 것이다.

[0059] 그리고, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 불순물 원소인 H, O, S, C 의 함유량이 이하와 같이 정해져 있다.

[0060] H : 10 massppm 이하

[0061] O : 100 massppm 이하

[0062] S : 50 massppm 이하

[0063] C : 10 massppm 이하

[0064] 여기서, 상기 서술한 바와 같이 성분 조성, 도전율, 석출물의 개수를 규정한 이유에 대해 이하에 설명한다.

[0065] ( $Mg$  : 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하)

[0066]  $Mg$  는, 도전율을 크게 저하시키지 않고, 강도를 향상시킴과 함께 재결정 온도를 상승시키는 작용 효과를 갖는 원소이다. 또,  $Mg$  를 모상 중에 고용시킴으로써, 우수한 굽힘 가공성이 얻어진다.

[0067] 여기서,  $Mg$  의 함유량이 1.3 mass% 미만에서는, 그 작용 효과를 발휘시킬 수는 없다. 한편,  $Mg$  의 함유량이 2.8 mass% 를 초과하면, 용체화 때문에 열처리를 실시했을 때에,  $Cu$  와  $Mg$  를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 잔존하게 되어, 그 후의 열간 가공 및 냉간 가공 시에 균열이 발생해 벌릴 우려가 있다. 이와 같은 이유에서,  $Mg$  의 함유량을, 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하 (3.3 원자% 이상 6.9 원자% 이하) 로 설정하고 있다.

[0068] 또한,  $Mg$  의 함유량이 적으면 강도가 충분히 향상되지 않는다. 또,  $Mg$  는 활성 원소인 점에서, 과잉으로 첨가됨으로써, 용해 주조 시에, 산소와 반응하여 생성된  $Mg$  산화물이 말려들 우려가 있다. 따라서,  $Mg$  의 함유량을, 1.4 mass% 이상 2.6 mass% 이하 (3.6 원자% 이상 6.5 원자% 이하) 의 범위로 하는 것이, 더욱 바람직하다.

[0069] 여기서, 상기 서술한 원자% 의 조성치에 대해서는, 본 실시 형태에서는  $Cu$  와  $Mg$  의 2 원계 합금으로 되어 있는 점에서, 불가피 불순물 원소를 무시하여  $Cu$  와  $Mg$  만으로 이루어진다고 가정하고, mass% 의 값으로부터 산출한 것이다.

[0070] ( $H$  (수소) : 10 massppm 이하)

[0071]  $H$  는, 주조 시에 0 와 결부되어 수증기가 되고, 주괴 중에 블로우홀 결함을 발생시키는 원소이다. 이 블로우홀 결함은, 주조 시에는 균열, 압연 시에는 팽창 및 박리 등의 결함의 원인이 된다. 이들의 균열, 팽창 및 박리 등의 결함은, 응력 집중하여 파괴의 기점이 되기 때문에, 강도, 내응력 부식 균열 특성을 열화시키는 것이 알려져 있다. 여기서,  $H$  의 함유량이 10 massppm 을 초과하면, 상기 서술한 블로우홀 결함이 발생하기 쉬워진다.

[0072] 그래서, 본 실시 형태에서는,  $H$  의 함유량을 10 massppm 이하로 규정하고 있다. 또한, 블로우홀 결함의 발생을 한층 더 억제하기 위해서는,  $H$  의 함유량을 4 massppm 이하로 하는 것이 바람직하고, 2 massppm 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기  $H$  의 함유량의 하한치는 0.01 massppm 이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0073] (0 (산소) : 100 massppm 이하)

[0074] 0 는, 구리 합금 중의 각 성분 원소와 반응하여 산화물을 형성하는 원소이다. 이들의 산화물은, 파괴의 기점이 되기 때문에, 냉간 압연성이 저하되고, 또한 굽힘 가공성도 나빠진다. 또, 0 가 100 massppm 을 초과한 경우에는,  $Mg$  와 반응함으로써,  $Mg$  가 소비되어 벌려,  $Cu$  의 모상 중에 대한  $Mg$  의 고용량이 저감되어, 기계적 특성이 열화될 우려가 있다.

[0075] 그래서, 본 실시 형태에서는, 0 의 함유량을 100 massppm 이하로 규정하고 있다. 또한, 0 의 함유량은, 상기의 범위 내에서도 특히 50 massppm 이하가 바람직하고, 20 massppm 이하가 더욱 바람직하다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기 0 의 함유량의 하한치는 0.01 massppm 이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0076] (S (황) : 50 massppm 이하)

[0077] S 는 금속간 화합물 또는 복합 황화물 등의 형태로 결정립계에 존재하는 원소이다. 이들의 입계에 존재하는 금속간 화합물 또는 복합 황화물은, 열간 가공 시에 입계 균열을 일으켜, 가공 균열의 원인이 된다. 또, 이들은 파괴의 기점이 되기 때문에, 냉간 압연성이나 굽힘 가공성이 열화된다. 또한,  $Mg$  와 반응함으로써,  $Mg$  가 소비되어 벌려,  $Cu$  의 모상 중에 대한  $Mg$  의 고용량이 저감되어, 기계적 특성이 열화될 우려가 있다.

[0078] 그래서, 본 실시 형태에서는, S 의 함유량을 50 massppm 이하로 규정하고 있다. 또한, S 의 함유량은, 상기의 범위 내에서도 특히 40 massppm 이하가 바람직하고, 30 massppm 이하가 더욱 바람직하다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기의 하한치 S 의 함유량은 0.01 massppm 이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0079] (C (탄소) : 10 massppm 이하)

C 는, 용탕(溶湯)의 탈산 작용을 목적으로 하여, 용해, 주조에 있어서 용탕 표면을 괴복하도록 사용되는 것이며, 불가피적으로 혼입될 우려가 있는 원소이다. C 의 함유량이 10 massppm 을 초과하면, 주조 시의 C 의 말려듦이 많아진다. 이들의 C 나 복합 탄화물, C 의 고용체의 편석은 냉간 압연성을 열화시킨다.

[0081] 그래서, 본 실시 형태에서는, C 의 함유량을 10 massppm 이하로 규정하고 있다. 또한, C 의 함유량은, 상기의 범위 내에서도 5 massppm 이하가 바람직하고, 1 massppm 이하가 더욱 바람직하다.

[0082] 그 밖의 불가피 불순물로서는, Ag, B, Ca, Sr, Ba, Sc, Y, 희토류 원소, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W, Re, Ru, Os, Se, Te, Rh, Ir, Pd, Pt, Au, Cd, Ga, In, Ge, As, Sb, Tl, Pb, Bi, Be, N, Hg 등을 들 수 있다. 이들의 불가피 불순물은, 총량으로 0.3 mass% 이하인 것이 바람직하다.

[0083] (도전율 σ (% IACS))

[0084] Cu 와 Mg 의 2 원계 합금에 있어서, 도전율 σ (% IACS) 가, Mg 의 함유량을 A 원자% 로 했을 때에,

[0085]  $\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$  의 범위 내인 경우에는, 금속간 화합물이 거의 존재하지 않게 된다.

[0086] 즉, 도전율 σ (% IACS) 가 상기 식을 초과하는 경우에는, 금속간 화합물이 다량으로 존재하고, 사이즈도 비교적 큰 점에서, 굽힘 가공성이 대폭 열화하게 된다. 따라서, 도전율 σ (% IACS) 가, 상기 식의 범위 내가 되도록, 제조 조건을 조정한다.

[0087] 또한, 상기 서술한 작용 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, 도전율 σ (% IACS) 를,

[0088]  $\sigma \leq 1.7241 / (-0.0292 \times A^2 + 0.6797 \times A + 1.7) \times 100$  의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 이 경우, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 보다 소량이기 때문에, 굽힘 가공성이 한층 더 향상되게 된다.

[0089] (석출물)

[0090] 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 주사형 전자 현미경으로 관찰한 결과, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가, 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하로 되어 있다. 즉, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 거의 석출되어 있지 않고, Mg 가 모상 중에 고용되어 있는 것이다.

[0091] 여기서, 용체화가 불완전하거나 용체화 후에 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 석출함으로써, 사이즈가 큰 금속간 화합물이 다량으로 존재하면, 이들의 금속간 화합물이 균열의 기점이 되어, 굽힘 가공성이 대폭 열화하게 된다.

[0092] 조직을 조사한 결과, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 합금 중에 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하의 경우, 즉, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 존재하지 않거나 혹은 소량인 경우, 양호한 굽힘 가공성이 얻어지게 된다.

[0093] 또한, 상기 서술한 작용 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, 입경 0.05  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 개수가 합금 중에 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하인 것이, 보다 바람직하다.

[0094] 또한, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수는, 전계 방출형 주사 전자 현미경을 사용하여, 배율 : 5 만배, 시야 : 약 4.8  $\mu\text{m}^2$  에서 10 시야의 관찰을 실시하고, 그 평균치를 산출한다.

[0095] 또, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 입경은, 금속간 화합물의 장경 (도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 입자 내에 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 과 단경 (장경과 직각으로 교차하는 방향에서, 도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 의 평균치로 한다.

[0096] 여기서, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물은, 화학식  $\text{MgCu}_2$ , 프로토타입  $\text{MgCu}_2$ , 피어슨 기호 cF24, 공간군 번호 Fd-3m 으로 나타내는 결정 구조를 갖는 것이다.

[0097] 다음으로, 이와 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 및 전자·전기 기

기용 구리 합금 소성 가공재의 제조 방법에 대해, 도 2 에 나타내는 플로우도를 참조하여 설명한다.

[0098] (용해 · 주조 공정 S01)

먼저, 구리 원료를 용해하여 얻어진 구리 용탕에, 전술한 원소를 첨가하여 성분 조정을 실시하고, 구리 합금 용탕을 제출한다. 또한, Mg 의 첨가에는, Mg 단체나 Cu-Mg 모합금 등을 사용할 수 있다. 또, Mg 를 함유하는 원료를 구리 원료와 함께 용해해도 된다. 또, 본 합금의 리사이클재 및 스크랩재를 사용해도 된다.

[0100] 여기서, 구리 용탕은, 순도가 99.99 질량% 이상으로 된 이른바 4NCu 로 하는 것이 바람직하다. 특히, 본 실시 형태에서는, H, O, S, C 의 함유량을 상기 서술한 바와 같이 규정하고 있는 점에서, 이들의 원소의 함유량의 적은 원료를 선별하여 사용하게 된다. 또, 용해 공정에서는, Mg 의 산화를 억제하기 위해서, 진공로, 혹은, 불활성 가스 분위기 또는 환원성 분위기로 된 분위기로를 사용하는 것이 바람직하다.

[0101] 그리고, 성분 조정된 구리 합금 용탕을 주형에 주입하여 주괴를 제출한다. 또한, 양산을 고려한 경우에는, 연속 주조법 또는 반연속 주조법을 사용하는 것이 바람직하다.

[0102] (균질화/용체화 공정 S02)

[0103] 다음으로, 얻어진 주괴의 균질화 및 용체화를 위해서 가열 처리를 실시한다. 주괴의 내부에는, 응고의 과정에 있어서 Mg 가 편석으로 농축됨으로써 발생한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물 등이 존재하게 된다. 그래서, 이들의 편석 및 금속간 화합물 등을 소실 또는 저감시키기 위해서, 주괴를 400 °C 이상 900 °C 이하로까지 가열하는 가열 처리를 실시함으로써, 주괴 내에 있어서, Mg 를 균질로 확산시키거나, Mg 를 모상 중에 고용시키거나 하는 것이다. 또한, 이 균질화/용체화 공정 S02 는, 비산화성 또는 환원성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다. 또, 400 °C 이상 900 °C 이하로까지 가열된 구리 소재를, 200 °C 이하의 온도로 까지, 60°C / min 이상의 냉각 속도로 냉각시킨다.

[0104] 여기서, 가열 온도가 400 °C 미만에서는, 용체화가 불완전해져, 모상 중에 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 잔존할 우려가 있다. 한편, 가열 온도가 900 °C 를 초과하면, 구리 소재의 일부가 액상이 되어, 조직이나 표면 상태가 불균일해질 우려가 있다. 따라서, 가열 온도를 400 °C 이상 900 °C 이하의 범위로 설정하고 있다. 보다 바람직하게는 500 °C 이상 850 °C 이하, 더욱 바람직하게는 520 °C 이상 800 °C 이하로 한다.

[0105] (열간 가공 공정 S03)

[0106] 조가공의 효율화와 조직의 균일화를 위해서, 열간 가공을 실시해도 된다. 이 열간 가공 공정 S03 에 있어서의 온도 조건은 특별히 한정은 없지만, 400 °C 내지 900 °C 의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 또, 가공 후의 냉각 방법은, 물 퀸칭 등 60 °C / min 이상의 냉각 속도로 200 °C 이하로까지 냉각시키는 것이 바람직하다. 또한, 가공 방법에 대해서는, 특별히 한정은 없고, 예를 들어 압연, 선ぐ기, 압출, 홈 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다.

[0107] (중간 가공 공정 S04)

[0108] 다음으로, 구리 소재를 필요에 따라 절단함과 함께, 표면에 생성된 산화막 등을 제거하기 위해서 필요에 따라 표면 연삭을 실시한다. 그리고, 소성의 형상으로 소성 가공을 실시한다.

[0109] 또한, 이 중간 가공 공정 S04 에 있어서의 온도 조건은 특별히 한정은 없지만, 냉간 또는 온간 가공이 되는 -200 °C 내지 200 °C 의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 또, 가공율은, 최종 형상에 근사하도록 적절히 선택되게 되지만, 최종 형상을 얻기까지의 중간 열처리 공정 S05 의 횟수를 줄이기 위해서는, 20 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또, 가공율을 30 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 소성 가공 방법은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 압연, 선ぐ기, 압출, 홈 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다. 상기 서술한 전자 · 전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기 가공율의 상한치는 99 % 이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0110] (중간 열처리 공정 S05)

[0111] 중간 가공 공정 S04 후에, 용체화의 철저, 재결정 조직화 또는 가공성 향상을 위한 연화를 목적으로 하여 열처리를 실시한다.

[0112] 열처리의 방법은 특별히 한정은 없지만, 바람직하게는 400 °C 이상 900 °C 이하의 조건에서, 비산화 분위기 또

는 환원성 분위기 중에서 열처리를 실시한다. 보다 바람직하게는 400 °C 이상 850 °C 이하, 더욱 바람직하게는 520 °C 이상 800 °C 이하로 한다.

[0113] 또한, 중간 가공 공정 S04 및 중간 열처리 공정 S05는, 반복하여 실시해도 된다.

[0114] 여기서, 중간 열처리 공정 S05에 있어서는, 400 °C 이상 900 °C 이하로까지 가열된 구리 소재를, 200 °C 이하의 온도로까지, 60 °C / min의 냉각 속도로 냉각시키는 것이 바람직하다. 이와 같이 급냉함으로써, 모상 중에 고용된 Mg가 Cu와 Mg를 주성분으로 하는 금속간 화합물로서 석출되는 것이 억제되게 되어, 구리 소재를 Cu-Mg 과포화 고용체로 할 수 있다.

[0115] (마무리 가공 공정 S06)

[0116] 중간 열처리 공정 S05 후의 구리 소재를 소정의 형상으로 마무리 가공을 실시한다. 또한, 이 마무리 가공 공정 S06에 있어서의 온도 조건은 특별히 한정은 없지만, 상온에서 실시하는 것이 바람직하다. 또, 가공율은, 최종 형상에 근사하도록 적절히 선택되게 되지만, 가공 경화에 의해 강도를 향상시키기 위해서는, 20 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또 가일층의 강도의 향상을 도모하는 경우에는, 가공율을 30 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 여기서, 가공 방법으로 특별히 한정은 없고, 예를 들어 최종 형태가 판이나 조의 경우에는 압연, 선이나 봉의 경우에는 선긋기나 압출이나 흠 압연 등, 벌크 형상의 경우에는 단조나 프레스를 채용할 수 있다.

[0117] (마무리 열처리 공정 S07)

[0118] 다음으로, 마무리 가공 공정 S06에 의해 얻어진 소성 가공재에 대해, 마무리 열처리를 실시한다.

[0119] 열처리 온도는, 100 °C 이상 800 °C 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 또한, 이 마무리 열처리 공정 S07에 있어서는, 용체화된 Mg가 석출되지 않도록, 열처리 조건(온도, 시간, 냉각 속도)을 설정할 필요가 있다. 예를 들어 200 °C에서는 1분 ~ 24시간 정도, 800 °C에서는 1초 ~ 5초 정도로 하는 것이 바람직하다. 이 열처리는, 비산화 분위기 또는 환원성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0120] 또, 냉각 방법은, 물 퀸칭 등, 가열된 상기 구리 소재를, 60 °C / min 이상의 냉각 속도로, 100 °C 이하로까지 냉각시키는 것이 바람직하다. 이와 같이 급냉함으로써, 모상 중에 고용된 Mg가 Cu와 Mg를 주성분으로 하는 금속간 화합물로서 석출되는 것이 억제되게 되어, 구리 소재를 Cu-Mg 과포화 고용체로 할 수 있다.

[0121] 또한, 상기 서술한 마무리 가공 공정 S06과 마무리 열처리 공정 S07을, 반복하여 실시해도 된다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기 냉각 온도의 하한치는 0 °C이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0122] 이와 같이 하여, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재가 제출되게 된다. 또한, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 표면에 Sn 도금을 형성해도 된다.

[0123] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 부품 및 단자는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 대해, 타발 가공, 급침 가공 등을 실시함으로써 제조된다.

[0124] 이상과 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 의하면, O의 함유량이 100 massppm 이하, S의 함유량이 50 massppm 이하로 되어 있으므로, Mg 산화물이나 Mg 황화물 등으로 이루어지는 개재물량을 저감할 수 있고, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다. 또, O 및 S와 반응함으로써 Mg가 소비되는 것을 방지할 수 있어 기계적 특성의 열화를 억제할 수 있다.

[0125] 또, H의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있으므로, 주괴 내에 블로우홀 결함이 발생하는 것을 억제할 수 있어, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다.

[0126] 또한, C의 함유량이 10 massppm 이하로 되어 있으므로, 냉간 가공성을 확보할 수 있어, 가공 시에 있어서의 결함의 발생을 억제할 수 있다.

[0127] 또, 본 실시 형태의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경 0.1 μm 이상의 Cu와 Mg를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수가, 1개/μm<sup>2</sup> 이하로 됨과 함께, 도전율 σ(%) IACS)가, Mg의 함유량을 A 원자%로 했을 때에,

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100 \text{의 범위 내로 되어 있고, Mg가 모상 중에 과포화}$$

로 고용된 Cu-Mg 과포화 고용체로 되어 있다.

[0129] 이 때문에, 모상 중에는, 균열의 기점이 되는 조대한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 분산되어 있지 않아, 굽힘 가공성이 향상되게 된다. 따라서, 복잡한 형상의 커넥터 등의 단자, 텔레이, 리드 프레임 등의 전자·전기 기기용 부품 등을 성형하는 것이 가능해진다. 또한, Mg 를 과포화로 고용시키고 있는 점에서, 가공 경화에 의해 강도를 향상시키는 것이 가능해진다.

[0130] 여기서, 본 실시 형태에서는, 상기 서술한 조성으로 된 구리 소재를 400 °C 이상 900 °C 이하의 온도로까지 가열함과 함께, 가열된 구리 소재를 60 °C /min 이상의 냉각 속도로, 200 °C 이하로까지 냉각시키는 균질화/용체화 처리 공정 S02, 중간 열처리 공정 S05 및 마무리 열처리 공정 S07 과, 구리 소재를 소성 가공하는 중간 가공 공정 S04 및 마무리 가공 공정 S06 을 갖는 제조 방법에 의해 제조되어 있으므로, 전자·전기 기기용 구리 합금을, 상기 서술한 바와 같이, Mg 가 모상 중에 과포화로 고용된 Cu-Mg 과포화 고용체로 할 수 있다.

[0131] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 부품 및 단자는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재를 사용하여 제조되어 있으므로, 내력이 높고, 또한, 굽힘 가공성이 우수하고, 복잡한 형상이어도 균열 등이 없어, 신뢰성이 향상되게 된다.

[0132] (제 2 실시형태)

[0133] 다음으로, 본 발명의 제 2 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 대해 설명한다.

[0134] 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 성분 조성은, Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되어 있어, 이른바 Cu-Mg 의 2 원계 합금으로 되어 있다.

[0135] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 불순물 원소인 H, O, S, C 의 함유량이 이하와 같이 정해져 있다.

[0136] H : 10 massppm 이하

[0137] O : 100 massppm 이하

[0138] S : 50 massppm 이하

[0139] C : 10 massppm 이하

[0140] 그리고, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 판 표면에 있어서의 {111} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {111} , {200} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {200} , {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {220} , {311} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {311} , {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 을 R {220} = I {220} /(I {111} + I {200} + I {220} + I {311} ) 로 했을 경우에, R {220} 이 0.9 이하로 되어 있다.

[0141] 판 표면에 있어서의 {220} 면은, 압연 집합 조직에 의한 것이며, 이 {220} 면의 비율이 높아지면, 압연 방향에 대해 굽힘의 축이 평행이 되도록 굽힘 가공을 실시한 경우에, 굽힘 가공의 응력 방향에 대해 글라이드 시스템이 활동하기 어려운 방위 관계가 된다. 이로써, 굽힘 가공 시에 변형이 국소적으로 발생하여, 크랙의 원인이 된다.

[0142] 이 때문에, 본 실시 형태에서는, 판 표면에 있어서의 {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 을 0.9 이하로 억제하고 있다. 또, {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 은, 상기의 범위 내에서도 0.85 이하가 바람직하고, 나아가서는 0.8 이하가 바람직하다.

[0143] 또한, {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 의 하한에는, 특별히 규정은 없지만, 0.3 이상으로 하는 것이 바람직하다. 나아가서는 하한을 0.4 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0144] 다음으로, 이와 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 제조 방법에 대해, 도 3 에 나타내는 플로우도를 참조하여 설명한다.

[0145] 본 실시 형태에서는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 용해·주조 공정 S01, 균질화/용체화 처리 공정 S02, 조가공 공정 S13, 열처리 공정 S14, 중간 가공 공정 S04, 중간 열처리 공정 S05, 마무리 가공 공정 S06, 마무리 열처리 공정 S07 을 구비하고 있고, 도 2 에 나타내는 제 1 실시형태에 있어서의 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 중, 열간 가공 공정 S03 이 조가공 공정 S13 및 열처리 공정 S14 로 치환되어 있다. 따라서, 용해·주

조 공정 S01, 균질화/용체화 처리 공정 S02, 중간 가공 공정 S04, 중간 열처리 공정 S05, 마무리 가공 공정 S06, 마무리 열처리 공정 S07 은, 제 1 실시형태와 동일하다.

[0146] (조가공 공정 S13)

조가공 공정 S13 에서는, 주조 조직의 균일화를 한층 더 촉진시키기 위해서, 균질화/용체화 공정 S02 를 거친 주괴에 대해 조가공을 실시한다. 또한, 이 조가공 공정 S13 에 있어서의 온도 조건은 특별히 한정은 없지만, 석출을 억제하기 위해서, 냉간 또는 온간 가공이 되는  $-200^{\circ}\text{C}$  내지  $200^{\circ}\text{C}$  의 범위 내로 하는 것이 바람직하다. 가공율에 대해서는, 20 % 이상이 바람직하고, 30 % 이상이 더욱 바람직하다. 또, 가공 방법에 대해서는, 특별히 한정은 없고, 예를 들어 압연, 선긋기, 압출, 훔 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다.

[0148] (열처리 공정 S14)

용체화의 철저를 위해, 조가공 공정 S13 후에 열처리를 실시한다. 열처리 조건은,  $400^{\circ}\text{C}$  이상  $900^{\circ}\text{C}$  이하에서, 비산화 분위기 중 또는 환원 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

또, 냉각 방법은, 물 퀸칭 등, 가열된 상기 구리 소재를,  $60^{\circ}\text{C}/\text{min}$  이상의 냉각 속도로,  $200^{\circ}\text{C}$  이하로까지 냉각시키는 것이 바람직하다.

이와 같이 하여, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재가 제출되게 된다.

또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 부품 및 단자는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 대해, 타발 가공, 굽힘 가공 등을 실시함으로써 제조된다.

이상과 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 의하면, 제 1 실시형태와 동일한 작용 효과를 발휘하는 것이 가능해진다.

또, 본 실시 형태에 있어서는, 판 표면에 있어서의 {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율  $R_{\{220\}}$  이 0.9 이하로 되어 있으므로, 압연 집합 조직인 {220} 면의 비율이 적고, 압연 방향에 대해 굽힘의 축이 평행이 되도록 굽힘 가공한 경우여도, 크랙의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 내력을 유지한 채로 굽힘 가공성을 향상 시킬 수 있어 내력-굽힘 밸런스를 현저하게 향상시키는 것이 가능해진다.

[0155] (제 3 실시형태)

[0156] 다음으로, 본 발명의 제 3 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 대해 설명한다.

[0157] 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 성분 조성은, Mg 를 1.3 mass% 이상 2.8 mass% 이하의 범위에서 함유하고, 잔부가 실질적으로 Cu 및 불가피 불순물로 되어 있어, 이른바 Cu-Mg 의 2 원계 합금으로 되어 있다.

[0158] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 불순물 원소인 H, O, S, C 의 함유량이 이하와 같이 정해져 있다.

[0159] H : 10 massppm 이하

[0160] O : 100 massppm 이하

[0161] S : 50 massppm 이하

[0162] C : 10 massppm 이하

[0163] 그리고, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와 0.2 % 내력 YS 로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 를 초과하도록 구성되어 있다.

[0164] 또한, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 평균 결정 입경이  $50 \mu\text{m}$  이하로 되어 있다.

[0165] (항복비)

[0166] 압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와 0.2 % 내력 YS 로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 를 초과하고 있으면, 강도 TS 에 대해 상대적으로 0.2 % 내력이 높아진다. 굽힘성은,

파괴의 문제이며, 강도와 강한 상관이 있다. 이 때문에, 강도에 대해 상대적으로 0.2 % 내력이 높은 경우에는, 내력-굽힘 밸런스가 높아져, 굽힘 가공성이 우수한 것이 된다.

[0167] 여기서, 상기 서술한 작용 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, 항복비를 91 % 이상, 나아가서는 92 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기 항복비의 상한치는 99.8 % 이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0168] (평균 결정 입경)

[0169] 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 평균 결정 입경이 50  $\mu\text{m}$  이하로 되어 있다. 결정 입경이 작아지면 항복비 YS/TS 가 향상되는 점에서, 평균 결정 입경을 50  $\mu\text{m}$  이하로 설정함으로써, 압연 방향에 대해 평행 방향에 있어서의 항복비 YS/TS 를 확실하게 90 % 초과로 하는 것이 가능해진다.

[0170] 또한, 평균 결정 입경은, 40  $\mu\text{m}$  이하로 하는 것이 바람직하고, 30  $\mu\text{m}$  이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 가장 바람직하게는 10  $\mu\text{m}$  이하가 좋다. 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금의 얻어지는 효과를 고려하면, 바람직한 상기 평균 결정 입경의 하한치는 1  $\mu\text{m}$  이지만, 이것으로 한정되는 일은 없다.

[0171] 다음으로, 이와 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 제조 방법에 대해, 도 4 에 나타내는 플로우도를 참조하여 설명한다.

[0172] 본 실시 형태에서는, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 용해·주조 공정 S01, 가열 공정 S22, 굽냉 공정 S23, 중간 가공 공정 S04, 중간 열처리 공정 S05, 마무리 가공 공정 S06, 마무리 열처리 공정 S07 을 구비하고 있고, 도 2 에 나타내는 제 1 실시 형태에 있어서의 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 중, 균질화/용체화 공정 S02 및 열간 가공 공정 S03 이 가열 공정 S22 및 굽냉 공정 S23 으로 치환되어 있다. 따라서, 용해·주조 공정 S01, 중간 가공 공정 S04, 중간 열처리 공정 S05, 마무리 가공 공정 S06, 마무리 열처리 공정 S07 은 제 1 실시 형태와 동일하다.

[0173] (가열 공정 S22)

[0174] 가열 공정 S22 에서는, 얻어진 주괴의 균질화 및 용체화를 위해서 가열 처리를 실시한다. 주괴의 내부에는, 용고의 과정에 있어서 Mg 가 편석으로 농축됨으로써 발생한 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물 등이 존재하게 된다. 그래서, 이들의 편석 및 금속간 화합물 등을 소실 또는 저감시키기 위해서, 주괴를 400 °C 이상 900 °C 이하로까지 가열하는 가열 처리를 실시함으로써, 주괴 내에 있어서, Mg 를 균질로 확산시키거나, Mg 를 모상 중에 고용시키거나 하는 것이다. 또한, 이 가열 공정 S22 는, 비산화성 또는 환원성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0175] 여기서, 가열 온도가 400 °C 미만에서는, 용체화가 불완전해져, 모상 중에 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물이 많이 잔존할 우려가 있다. 한편, 가열 온도가 900 °C 를 초과하면, 구리 소재의 일부가 액상이 되어, 조직이나 표면 상태가 불균일해질 우려가 있다. 따라서, 가열 온도를 400 °C 이상 900 °C 이하의 범위로 설정하고 있다. 보다 바람직하게는 400 °C 이상 850 °C 이하, 더욱 바람직하게는 420 °C 이상 800 °C 이하로 한다.

[0176] (굽냉 공정 S23)

[0177] 굽냉 공정 S23 에서는, 가열 공정 S22 에 있어서 400 °C 이상 900 °C 이하로까지 가열된 구리 소재를, 200 °C 이하의 온도로까지, 60 °C / min 이상의 냉각 속도로 냉각시킨다.

[0178] 이 굽냉 공정 S23 에 의해, 모상 중에 고용된 Mg 가, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물로서 석출되는 것을 억제하고, 주사형 전자 현미경 관찰에 있어서, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 평균 개수를 1 개/ $\mu\text{m}^2$  이하로 할 수 있다. 즉, 구리 소재를 Cu-Mg 과포화 고용체로 할 수 있는 것이다.

[0179] 또한, 조가공의 효율화와 조직의 균일화를 위해서, 전술한 가열 공정 S22 후에 열간 가공을 실시하고, 이 열간 가공 후에 상기 서술한 굽냉 공정 S23 을 실시하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 가공 방법으로 특별히 한정은 없고, 예를 들어 압연, 선긋기, 압출, 훔 압연, 단조, 프레스 등을 채용할 수 있다.

[0180] 이와 같이 하여, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재가 제출되게 된다.

- [0181] 또, 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 부품 및 단자는, 상기 서술한 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재에 대해, 타발 가공, 굽힘 가공 등을 실시함으로써 제조된다.
- [0182] 이상과 같은 구성으로 된 본 실시 형태인 전자·전기 기기용 구리 합금에 의하면, 제 1 실시형태와 동일한 작용 효과를 발휘하는 것이 가능해진다.
- [0183] 또, 본 실시 형태에 있어서는, 압연 방향에 대해 평행 방향으로 인장 시험을 실시했을 때의 강도 TS 와 0.2 % 내력 YS 로부터 산출되는 항복비 YS/TS 가 90 % 초과로 되어 있으므로, 내력-굽힘 밸런스가 높아져, 압연 방향에 대해 평행 방향에 있어서의 굽힘 가공성이 우수하다.
- [0184] 따라서, 릴레이나 대형 단자와 같이, 구리 합금 압연판의 압연 방향에 대해 평행 방향으로 굽힘 가공시킨 경우 여도, 균열 등의 발생을 억제할 수 있다.
- [0185] 또, 본 실시 형태의 전자·전기 기기용 구리 합금에 있어서는, 평균 결정 입경이 50  $\mu\text{m}$  이하로 되어 있으므로, 항복비 YS/TS 를 향상시킬 수 있어, 압연 방향에 대해 평행 방향에 있어서의 항복비 YS/TS 를 확실하게 90 % 초과로 하는 것이 가능해진다.
- [0186] 이상, 본 발명의 실시형태인 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자에 대해 설명했지만, 본 발명은 이것으로 한정되는 일은 없고, 그 발명의 기술적 사상을 일탈하지 않는 범위에서 적절히 변경 가능하다.
- [0187] 예를 들어, 상기 서술한 실시형태에서는, 전자·전기 기기용 구리 합금의 제조 방법 및 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재의 제조 방법의 일례에 대해 설명했지만, 제조 방법은 본 실시 형태로 한정되는 일은 없고, 기존의 제조 방법을 적절히 선택하여 제조해도 된다.
- [0188] 또, 본 실시 형태에서는, Cu-Mg 의 2 원계 합금을 예로 들어 설명했지만, 이것으로 한정되는 일은 없고, Sn, Zn, Al, Ni, Si, Mn, Li, Ti, Fe, Co, Cr, Zr, P 중 1 종 또는 2 종 이상을 합계로 0.01 mass% 이상 3.0 mass % 이하의 범위 내에서 함유하고 있어도 된다.
- [0189] Sn, Zn, Al, Ni, Si, Mn, Li, Ti, Fe, Co, Cr, Zr, P 와 같은 원소는, Cu-Mg 합금의 강도 등의 특성을 향상시키는 원소인 점에서, 요구 특성에 따라 적절히 첨가하는 것이 바람직하다. 여기서, 첨가량의 합계를 0.01 mass% 이상으로 하고 있으므로, Cu-Mg 합금의 강도를 확실하게 향상시킬 수 있다. 한편, 첨가량의 합계를 3.0 mass% 이하로 하고 있으므로, 도전율을 확보할 수 있다.
- [0190] 또한, 상기 서술한 원소를 함유하는 경우에는, 실시 형태에서 설명한 도전율의 규정은 적용되지 않지만, 석출물의 분포 상태로부터 Cu-Mg 의 과포화 고용체인 것을 확인할 수 있다.
- [0191] 실시예
- [0192] (실시예 1)
- [0193] 이하에, 본 발명의 효과를 확인하기 위해 실시한 확인 실험의 결과에 대해 설명한다.
- [0194] H 함유량이 0.1 ppm 이하, O 함유량이 1.0 ppm 이하, S 함유량이 1.0 ppm 이하, C 함유량이 0.3 ppm 이하, Cu 의 순도 99.99 질량% 이상의 선별된 구리를 원료로서 준비하고, 이것을 고순도 알루미나 도가니 내에 장입(裝入)하여, 고순도 Ar 가스 (노점 -80 °C 이하) 분위기에 있어서 고주파 용해로를 사용하여 용해했다. 구리 합금 용탕 내에, 각종 원소를 첨가함과 함께, H, O 를 도입하는 경우에는, 용해 시의 분위기를 고순도 Ar 가스 (노점 -80 °C 이하), 고순도 N<sub>2</sub> 가스 (노점 -80 °C 이하), 고순도 O<sub>2</sub> 가스 (노점 -80 °C 이하), 고순도 H<sub>2</sub> 가스 (노점 -80 °C 이하) 를 사용하여, Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> 및 Ar-O<sub>2</sub> 혼합 가스 분위기로 했다. C 를 도입하는 경우에는, 용해에 있어서 용탕 표면에 C 입자를 피복시켜, 용탕과 접촉시켰다. 또, S 를 도입하는 경우에는, 직접, S 를 첨가했다. 이로써, 표 1 에 나타내는 성분 조성의 합금 용탕을 용제하고, 주형에 주탕(注湯)하여 주괴를 제출했다. 또한, 주괴의 크기는, 두께 약 120 mm × 폭 약 220 mm × 길이 약 300 mm 로 했다.
- [0195] 계속해서 각 주괴에 대해, 절단·표면 연삭을 실시 후, 주괴의 성분 분석을 실시했다. 또한, Mg 및 그 밖의 첨가 원소의 분석은, 유도 결합 플라즈마 발광 분광 분석법으로 실시했다. 또, H 의 분석은, 열전도도법으로 실시하고, O, S, C 의 분석은, 적외선 흡수법으로 실시했다.
- [0196] 얻어진 주괴로부터 주물 표면 균방을 면삭하여, 100 mm × 200 mm × 100 mm 의 블록을 잘랐다.

- [0197] 이 블록을, Ar 가스 분위기 중에 있어서, 표 2 에 기재된 온도 조건으로 4 시간의 가열을 실시하고, 균질화/용체화 처리를 실시했다.
- [0198] 열처리를 실시한 구리 소재를, 적절히, 최종 형상으로 적절한 형태로 하기 위해서, 절단함과 함께, 산화 희망을 제거하기 위해서 표면 연삭을 실시했다. 그 후, 상온에서, 표 2 에 기재된 압연율로 중간 압연을 실시했다.
- [0199] 그리고, 얻어진 조재(條材)에 대해, 표 2 에 기재된 조건으로 솔트 배스로 중간 열처리를 실시했다. 그 후, 물 퀸칭을 실시했다.
- [0200] 다음으로, 표 2 에 나타내는 압연율로 마무리 압연을 실시하고, 두께 0.25 mm, 폭 약 200 mm 의 박판을 제출했다. 상기의 마무리 압연 시에는, 표면에 압연유를 도포하여 냉간 압연을 실시했다.
- [0201] 그리고, 마무리 압연 후에, 표 2 에 나타내는 조건으로, Ar 분위기 중에서 마무리 열처리를 실시하고, 그 후, 물 퀸칭을 실시하여, 특성 평가용 박판을 제조했다.
- [0202] (가공성 평가)
- [0203] 가공성의 평가로서, 전술한 중간 압연 및 마무리 압연 시에 있어서의 에지 균열의 유무를 관찰했다. 육안으로 에지 균열이 전혀 혹은 거의 확인되지 않은 것을 A, 길이 1 mm 미만의 작은 에지 균열이 발생한 것을 B, 길이 1 mm 이상 3 mm 미만의 에지 균열이 발생한 것을 C, 길이 3 mm 이상의 큰 에지 균열이 발생한 것을 D, 에지 균열에서 기인하여 압연 도중에 파단된 것을 E 로 했다.
- [0204] 또한, 에지 균열의 길이란, 압연재의 폭방향 단부로부터 폭방향 중앙부를 향하는 에지 균열의 길이이다.
- [0205] (석출물 관찰)
- [0206] 각 시료의 압연면에 대해, 경면 연마, 이온 에칭을 실시했다. Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 석출 상태를 확인하기 위해, FE-SEM (전계 방출형 주사 전자 현미경) 을 사용하여, 1 만배의 시야 (약 120  $\mu\text{m}^2$ /시야) 에서 관찰을 실시했다.
- [0207] 다음으로, Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 밀도 ( $\text{kg}/\mu\text{m}^2$ ) 를 조사하기 위해서, 금속간 화합물의 석출 상태가 특이하지 않은 1 만배의 시야 (약 120  $\mu\text{m}^2$ /시야) 를 선택하고, 그 영역에서, 5 만배로 연속한 10 시야 (약 4.8  $\mu\text{m}^2$ /시야) 의 활영을 실시했다. 금속간 화합물의 입경에 대해서는, 금속간 화합물의 장경 (도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 입자 내에 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 과 단경 (장경과 직각으로 교차하는 방향에서, 도중에 입계에 접하지 않는 조건으로 가장 길게 그을 수 있는 직선의 길이) 의 평균치로 했다. 그리고, 입경 0.1  $\mu\text{m}$  이상의 Cu 와 Mg 를 주성분으로 하는 금속간 화합물의 밀도 ( $\text{kg}/\mu\text{m}^2$ ) 를 구했다.
- [0208] (기계적 특성)
- [0209] 특성 평가용 조재로부터 JIS Z 2241 에 규정되는 13B 호 시험편을 채취하고, JIS Z 2241 의 오프셋법에 의해, 0.2 % 내력  $\sigma_{0.2}$  를 측정했다. 또, 탄성역의 기울기로부터 영률을 산출했다. 또한, 시험편은, 압연 방향에 수직인 방향에서 채취했다.
- [0210] (인장 시험의 파단 횟수)
- [0211] 상기의 13B 호 시험편을 사용하여 인장 시험을 10 회 실시하고, 항복점에 접어들기 전에 탄성역에서 인장 시험편이 파단된 개수를 인장 시험의 파단 횟수로 하여, 측정을 실시했다. 또한 탄성역이란 응력 변형 곡선에 있어서 선형의 관계를 만족시키는 영역을 가리킨다. 이 파단 횟수가 많을수록, 재료에 의해 가공성이 저하되고 있는 것이 된다.
- [0212] (도전율)
- [0213] 특성 평가용 조재로부터 폭 10 mm × 길이 150 mm 의 시험편을 채취하여, 4 단자법에 의해 전기 저항을 구했다. 또, 마이크로 미터를 사용하여 시험편의 치수 측정을 실시하여, 시험편의 체적을 산출했다. 그리고, 측정한 전기 저항값과 체적으로부터 도전율을 산출했다. 또한, 시험편은, 그 길이 방향이 특성 평가용 조재의 압연 방향에 대해 수직이 되도록 채취했다.
- [0214] 조건, 평가 결과에 대해, 표 1, 2, 3 에 나타낸다.

표 1

	성분 조성 mass%				불순물 (mass ppm)				Cu
	Mg	다른 원소	Mg	다른 원소	H	O	S	C	
1	3.3	—	—	1.3	—	—	0.5	3.0	4.0
2	3.9	—	—	1.5	—	—	8.9	3.0	12
3	4.2	—	—	1.6	—	—	1.0	96	3.0
4	4.5	—	—	1.8	—	—	0.1	3.0	47
5	5.4	—	—	2.1	—	—	0.4	4.0	2.8
6	6.2	—	—	2.5	—	—	0.9	19	5.0
7	6.7	—	—	2.7	—	—	0.3	4.0	0.3
8	4.1	Ti:0.02	Li:0.15	—	1.6	Ti:0.02	—	0.9	3.0
9	4.4	Ni:0.15	Zn:0.3	—	1.7	Ni:0.14	Zn:0.32	—	0.6
10	4.2	P:0.02	Al:0.25	Si:0.05	1.7	P:0.01	Al:0.11	Si:0.02	0.4
11	4.1	Cr:0.03	Mn:0.2	—	1.6	Cr:0.03	Mn:0.18	—	0.5
12	4.4	Fe:0.05	Sn:0.15	Co:0.03	1.7	Fe:0.05	Sn:0.29	Co:0.03	0.7
13	4.3	Co:0.15	Zr:0.02	—	1.7	Co:0.14	Zr:0.03	—	0.6
14	4.2	Zn:0.5	—	—	1.7	Zn:0.53	—	—	0.4
1	1.9	—	—	0.7	—	—	—	0.3	4.0
2	8.8	—	—	3.6	—	—	—	0.9	3.0
3	4.2	—	—	1.7	—	—	—	49	3.0
4	4.9	—	—	1.9	—	—	—	1.0	352
5	4.9	—	—	1.9	—	—	—	1.0	1.0
6	5.1	—	—	2.0	—	—	—	2.0	2.0

[0215]

표 2

		제조 조건							
		균질화/ 용체화	중간 가공율	중간 소둔		마무리 압연		마무리 열처리	
				온도	시간	압연율	온도	시간	
본 발명 예	1	750	98%	500°C	300sec	50%	290°C	50sec	
	2	700	80%	550°C	5sec	50%	290°C	40sec	
	3	720	90%	520°C	60sec	45%	310°C	50sec	
	4	720	90%	620°C	90sec	50%	320°C	60sec	
	5	720	60%	580°C	110sec	40%	320°C	50sec	
	6	720	70%	690°C	80sec	45%	300°C	70sec	
	7	720	80%	650°C	50sec	40%	320°C	40sec	
	8	720	65%	580°C	80sec	55%	290°C	60sec	
	9	720	90%	560°C	90sec	50%	280°C	60sec	
	10	720	50%	600°C	80sec	55%	290°C	40sec	
	11	720	80%	620°C	60sec	55%	310°C	80sec	
	12	720	90%	690°C	90sec	50%	280°C	50sec	
	13	720	90%	650°C	90sec	50%	200°C	60sec	
	14	720	95%	540°C	70sec	55%	300°C	60sec	
비교 예	1	750	50%	600°C	60sec	40%	320°C	60sec	
	2	710	—	—	—	—	—	—	
	3	710	60%	650°C	10sec	70%	300°C	60sec	
	4	720	50%	600°C	10sec	50%	300°C	60sec	
	5	720	60%	600°C	30sec	60%	280°C	80sec	
	6	720	50%	650°C	30sec	70%	250°C	30sec	

[0216]

표 3

		예지 균열	석출물 (개 / $\mu\text{m}^2$ )		0.2% 내력 MPa	인장 시험의 파단 횟수 회 / 10	도전율 % IACS
			입경 0.05 $\mu\text{m}$ 이상	입경 0.1 $\mu\text{m}$ 이상			
본 발명 예	1	A	0	0	599	0	47%
	2	B	0	0	677	1	42%
	3	B	3.1	1.2	648	1	41%
	4	B	0	0	639	1	39%
	5	B	2.1	0.6	614	1	36%
	6	B	0	0	695	0	34%
	7	A	0	0	674	0	31%
	8	A	0	0	670	0	37%
	9	A	0	0	670	0	36%
	10	A	0	0	674	0	34%
	11	A	0	0	660	0	33%
	12	A	0	0	665	0	30%
	13	A	0	0	676	0	30%
	14	A	0	0	669	0	38%
비교 예	1	A	0	0	453	0	62%
	2	E	—	—	—	—	—
	3	C	0	0	—	10	40%
	4	C	0	0	605	8	37%
	5	C	0	0	630	8	35%
	6	B	0	0	642	6	34%

[0217]

Mg 의 함유량이 본 발명의 범위보다 낮은 비교 예 1에 있어서는, 0.2 % 내력이 453 MPa 로 낮았다.

- [0219] Mg 의 함유량이 본 발명의 범위보다 높은 비교예 2 에 있어서는, 중간 압연 시에 큰 에지 균열이 발생하여, 그 후의 특성 평가를 실시하는 것이 불가능했다.
- [0220] H 의 함유량이 본 발명의 범위보다 높은 비교예 3 에 있어서는, 중간 압연 시에 길이 1 mm 이상의 에지 균열이 발생했다. 또, 인장 시험을 10 회 실시했지만 모두 탄성역에서 인장 시험편이 파단되어 버려, 0.2 % 내력  $\sigma_{0.2}$  를 측정할 수 없었다.
- [0221] O 의 함유량이 본 발명의 범위보다 높은 비교예 4 및 S 의 함유량이 본 발명의 범위보다 높은 비교예 5 에 있어서는, 중간 압연 시에 길이 1 mm 이상의 에지 균열이 발생했다. 또, 인장 시험을 10 회 실시한 결과, 탄성역에 있어서의 인장 시험편의 파단이 8 회 발생하고 있고, 재료에 의한 가공성의 열화가 확인되었다.
- [0222] C 의 함유량이 본 발명의 범위보다 높은 비교예 6 에 있어서는, 인장 시험을 10 회 실시한 결과, 탄성역에 있어서의 인장 시험편의 파단이 6 회 발생하고 있고, 재료에 의한 가공성의 열화가 확인되었다.
- [0223] 이에 대하여, Mg, H, O, S, C 의 함유량이 본 발명의 범위 내로 된 본 발명에 1-7 에 있어서는, 0.2 % 내력이 높고, 또한, 에지 균열의 발생도 없고, 인장 시험에 있어서의 탄성역에서의 파단도 확인되지 않았다.
- [0224] 또, Mg, H, O, S, C 의 함유량이 본 발명의 범위 내로 되고, 또한 첨가 원소를 함유하는 본 발명에 8-14 에 있어서도, 0.2 % 내력이 높고, 또한, 에지 균열의 발생도 없고, 인장 시험에 있어서의 탄성역에서의 파단도 확인되지 않았다.
- [0225] 이상의 점에서, 본 발명에 의하면, 기계적 특성이 우수함과 함께, 판두께를 얇고, 혹은, 선경을 가늘게 가공한 경우에도 결함의 발생을 억제하는 것이 가능한 전자·전기 기기용 구리 합금, 전자·전기 기기용 구리 합금 소성 가공재, 전자·전기 기기용 부품 및 단자를 제공할 수 있는 것이 확인되었다.
- [0226] (실시예 2)
- [0227] 다음으로, 실시예 1 과 동일한 방법에 의해, 표 4 에 나타내는 성분 조성의 주괴를 제출했다. 또한, 주괴의 크기는, 두께 약 150 mm × 폭 약 350 mm × 길이 약 2000 mm 로 했다. 얻어진 주괴로부터 주물 표면 균방을 10 mm 이상 면삭하고, 100 mm × 200 mm × 100 mm 의 블록을 잘랐다.
- [0228] 이 블록을, Ar 가스 분위기 중에 있어서, 표 5 에 기재된 온도 조건으로 4 시간의 가열을 실시하여, 균질화/용체화 처리를 실시했다.
- [0229] 그 후, 표 5 에 기재된 조건으로 조압연을 실시한 후, 솔트 배스를 사용하여 표 1 에 기재된 온도 조건으로 1 시간의 열처리를 실시하고, 물 퀸칭을 실시했다.
- [0230] 열처리를 실시한 구리 소재를 절단함과 함께, 산화 피막을 제거하기 위해서 표면 연삭을 실시했다. 그 후, 상온에서, 표 5 에 기재된 압연율로 중간 압연을 실시했다.
- [0231] 그리고, 얻어진 조재에 대해, 표 5 에 기재된 조건으로 솔트 배스로 중간 열처리를 실시했다. 그 후, 물 퀸칭을 실시했다.
- [0232] 다음으로, 표 5 에 나타내는 압연율로 마무리 압연을 실시하여, 두께 0.25 mm, 폭 약 200 mm 의 박판을 제출했다. 상기의 마무리 압연 시에는, 표면에 압연유를 도포하여 마무리 압연을 실시했다.
- [0233] 그리고, 마무리 압연 후에, 표 5 에 나타내는 조건으로, Ar 분위기 중에서 마무리 열처리를 실시하고, 그 후, 물 퀸칭을 실시하여, 특성 평가용 박판을 제조했다.
- [0234] 실시예 1 과 마찬가지로, 가공성 평가 (중간 압연 및 마무리 압연 시에 있어서의 에지 균열의 유무), 석출물 관찰, 0.2 % 내력, 도전율의 측정을 실시했다. 또, 이하와 같은 순서에 의해, X 선 회절 강도, 굽힘 가공성을 평가했다.
- [0235] (X 선 회절 강도)
- [0236] 판 표면에 있어서의 {111} 면으로부터의 X 선 회절 강도를 I {111}, {200} 면으로부터의 X 선 회절 강도 I {200}, {220} 면으로부터의 X 선 회절 강도 I {220}, {311} 면으로부터의 X 선 회절 강도 I {311} 은, 다음과 같은 순서로 측정한다. 특성 평가용 박판으로부터 측정 시료를 채취하고, 반사법으로, 측정 시료에 대해 1 개의 회전축의 둘레의 X 선 회절 강도를 측정했다. 타겟에는 Cu 를 사용하고, K $\alpha$  의 X 선을 사용했다. 판 전류 40 mA, 판 전압 40 kV, 측정 각도 40 ~ 150 °, 측정 스텝 0.02 ° 의 조건으로 측정하고, 회절각과 X

선 회절 강도의 프로파일에 있어서, X 선 회절 강도의 백그라운드를 제거 후, 각 회절면으로부터의 피크의  $K\alpha 1$  과  $K\alpha 2$  를 합한 적분 X 선 회절 강도 I 를 구하고, 이하의 식으로부터, R {220} 의 값을 구했다.

$$R \{220\} = I \{220\} / (I \{111\} + I \{200\} + I \{220\} + I \{311\})$$

[0238] (굽힘 가공성)

[0239] 낫폰 신동 협회 기술 표준 JCBA-T307 : 2007 의 4 시험 방법에 준거하여 굽힘 가공을 실시했다.

[0240] 압연 방향과 시험편의 길이 방향이 수직이 되도록, 특성 평가용 조재로부터 폭 10 mm × 길이 30 mm 의 시험편을 복수 채취하고, 굽힘 각도가 90 도, 굽힘 반경 0.25 mm 의 W 형의 지그를 사용하여 W 굽힘 시험을 실시했다.

[0241] 그리고, 굽힘부의 외주부를 육안으로 확인하여 균열이 관찰된 경우에는 B, 파단이나 미세한 균열을 확인할 수 없는 경우를 A 로 하여 판정을 실시했다.

[0242] 성분 조성, 제조 조건, 평가 결과에 대해, 표 4, 5, 6 에 나타낸다.

표 4

	성분 조성						불순물 (mass ppm)	Cu			
	Mg	다른 원소	Mg	다른 원소	H	O	S	C			
101	3.3	—	—	1.3	—	—	0.3	2.5	3.8	0.2	
102	4.0	—	—	1.6	—	—	0.4	2.6	4	0.2	
103	4.2	—	—	1.7	—	—	0.6	96	2.5	0.2	
104	4.7	—	—	1.9	—	—	0.2	3.1	5	0.5	
105	5.5	—	—	2.2	—	—	0.4	2.1	2.6	8.9	
106	6.2	—	—	2.5	—	—	8.9	14	4.8	0.5	
107	6.7	—	—	2.7	—	—	0.6	3.5	2.1	0.6	
108	4.1	Ti:0.02	Li:0.05	—	1.6	Ti:0.02	Li:0.006	—	0.9	3.1	46.0
109	4.2	Ni:0.15	Zn:0.30	—	1.7	Ni:0.14	Zn:0.32	—	0.5	3.1	4.6
110	4.2	P:0.02	Al:0.25	Si:0.05	1.7	P:0.01	Al:0.11	Si:0.02	0.6	2.9	4.6
111	4.3	Cr:0.03	Mn:0.20	—	1.7	Cr:0.03	Mn:0.18	—	0.4	2.9	3.5
112	4.3	Fe:0.05	Sn:0.15	Ge:0.03	1.7	Fe:0.05	Sn:0.29	Ge:0.03	0.6	3.5	3.1
113	4.2	Co:0.03	—	—	1.7	Co:0.03	—	—	0.5	2.8	4.8
114	4.1	Zr:0.02	—	—	1.6	Zr:0.03	—	—	0.4	2.8	5.8

[0243]

표 5

	제조 조건									
	균질화/ 용체화	조가공 기공율	열처리 온도	중간 기공율	중간 온도	소둔 시간	마무리 암연 압연율	마무리 온도	열처리 시간	
온도별 제조 조건	101	750	70%	750°C	50%	520°C	10sec	45%	290°C	50sec
	102	700	50%	700°C	60%	560°C	10sec	45%	290°C	40sec
	103	720	60%	720°C	40%	540°C	10sec	40%	310°C	50sec
	104	720	60%	720°C	50%	600°C	10sec	40%	320°C	60sec
	105	720	50%	720°C	60%	590°C	10sec	35%	320°C	50sec
	106	720	40%	720°C	50%	700°C	10sec	30%	280°C	70sec
	107	720	60%	720°C	55%	590°C	10sec	30%	320°C	40sec
	108	720	60%	720°C	80%	580°C	10sec	45%	290°C	60sec
	109	720	50%	720°C	50%	550°C	10sec	40%	320°C	60sec
	110	720	50%	720°C	60%	560°C	10sec	45%	290°C	40sec
	111	720	50%	720°C	50%	650°C	10sec	45%	310°C	80sec
	112	720	80%	720°C	30%	700°C	10sec	40%	280°C	50sec
	113	720	80%	720°C	40%	650°C	10sec	45%	300°C	60sec
	114	720	60%	720°C	40%	540°C	10sec	45%	300°C	60sec

[0244]

표 6

제조 조건	0.05 μm 이상 일정 0.1 μm 이상	석출률 (kg / μm <sup>2</sup> )		R {220}	0.2% 내력 MPa	% I ACS	도전율 % IACS	금형 가공성	인장시험의 파단 횟수 회 / 10
		이지 균열	3						
온도별 제조 조건	101	A	0	0.8	0.75	616	47%	A	0
	102	A	0	0	0.78	649	42%	A	0
	103	A	0	0	0.76	614	41%	A	1
	104	A	1.2	0.6	0.67	632	39%	A	0
	105	A	0	0	0.70	636	36%	A	1
	106	A	0	0	0.50	655	34%	A	1
	107	A	3.5	1.4	0.78	658	31%	A	0
	108	A	0	0	0.75	653	37%	A	1
	109	A	0	0	0.76	609	37%	A	0
	110	A	0	0	0.78	658	34%	A	0
	111	A	0	0	0.59	652	33%	A	0
	112	A	0	0	0.42	634	31%	A	0
	113	A	0	0	0.65	653	38%	A	0
	114	A	0	0	0.78	648	38%	A	0

[0245]

{220} 면으로부터의 X 선 회절 강도의 비율 R {220} 이, 0.9 이하로 된 본 발명에 101-114 에 있어서는, 0.2

% 내력이 높고, 또한, 굽힘 가공성도 양호하고, 내력-굽힘 밸런스가 우수한 것이 확인되었다.

[0247] (실시예 3)

[0248] 다음으로, 실시예 1 과 동일한 방법에 의해, 표 7 에 나타내는 성분 조성의 주괴를 제출했다. 또한, 주괴의 크기는, 두께 약 150 mm × 폭 약 350 mm × 길이 약 2000 mm 로 했다. 얻어진 주괴로부터 주물 표면 균방을 10 mm 이상 면삭하고, 100 mm × 200 mm × 100 mm 의 블록을 잘랐다.

[0249] 이 블록을, Ar 가스 분위기 중에 있어서, 표 8 에 기재된 온도 조건으로 4 시간의 가열을 실시하는 가열 공정을 실시하고, 그 후, 물 퀸칭을 실시했다.

[0250] 열처리 후의 주괴를 절단함과 함께, 산화 피막을 제거하기 위해서 표면 연삭을 실시했다.

[0251] 그 후, 상온에서, 표 1 에 기재된 압연율로 중간 압연을 실시했다. 그리고, 얻어진 조재에 대해, 표 8 에 기재된 온도의 조건으로 솔트 배스로 중간 열처리를 실시했다. 그 후, 물 퀸칭을 실시했다.

[0252] 다음으로, 표 8 에 나타내는 압연율로 마무리 압연을 실시하고, 두께 0.25 mm, 폭 약 200 mm 의 조재를 제출했다.

[0253] 그리고, 마무리 압연 후에, 표 8 에 나타내는 조건으로, Ar 분위기 중에서 마무리 열처리를 실시하고, 그 후, 물 퀸칭을 실시하여, 특성 평가용 조재를 제조했다.

[0254] 실시예 1 과 마찬가지로, 가공성 평가 (중간 압연 및 마무리 압연 시에 있어서의 에지 균열의 유무), 석출물 관찰, 도전율의 측정을 실시했다. 또, 이하와 같은 순서에 의해, 평균 결정 입경, 기계적 특성을 평가했다.

[0255] (평균 결정 입경)

[0256] 각 시료에 있어서, 압연면을 경면 연마한 후 예칭을 실시하고, 광학 현미경으로, 압연 방향이 사진의 가로가 되도록 촬영하고, 1000 배의 시야 (약 300 × 200  $\mu\text{m}^2$ ) 에서 관찰을 실시했다. 그리고, 결정 입경을 JIS H 0501 의 절단법에 따라, 사진의 세로, 가로의 소정 길이의 선분을 5 개씩 긋고, 완전히 잘리는 결정립수를 세어, 그 절단 길이의 평균치를 평균 결정 입경으로서 산출했다.

[0257] 결정 입경이 10  $\mu\text{m}$  이하로 미세한 경우에는, SEM-EBSD (Electron Backscatter Diffraction Patterns) 측정 장치에 의해, 평균 결정 입경을 측정했다. 내수 연마지, 다이아몬드 지립을 사용하여 기계 연마를 실시한 후, 콜로이달 실리카 용액을 사용하여 마무리 연마를 실시했다. 그 후, 주사형 전자 현미경을 사용하여, 시료 표면의 측정 범위 내의 개개의 측정점 (픽셀) 에 전자선을 조사하고, 후방 산란 전자선 회절에 의한 방위 해석에 의해, 인접하는 측정점간의 방위차가 15 ° 이상이 되는 측정점간을 대경각 입계로 하고, 15 ° 이하를 소경각 입계로 했다. 대경각 입계를 사용하여, 결정립계 맵을 작성하고, JIS H 0501 의 절단법에 준거하여, 결정립계 맵에 대해, 세로, 가로의 소정 길이의 선분을 5 개씩 긋고, 완전히 잘리는 결정립수를 세어, 그 절단 길이의 평균치를 평균 결정 입경으로 했다.

[0258] (기계적 특성)

[0259] 특성 평가용 조재로부터 JIS Z 2241 에 규정되는 13B 호 시험편을 채취하고, JIS Z 2241 의 오프셋법에 의해, 강도 TS, 0.2 % 내력 YS 를 측정했다. 또한, 시험편은, 압연 방향에 평행한 방향에서 채취했다. 그리고, 얻어진 강도 TS, 0.2 % 내력 YS 로부터, 항복비 YS/TS 를 산출했다.

[0260] 성분 조성, 제조 조건, 평가 결과에 대해, 표 7, 8, 9 에 나타낸다.

표 7

	성분 조성						불순물 (mass ppm)					
	원자 %			mass %			H	O	S	C		
	Mg	다른원소	Mg	다른원소								
201	3.5	-	-	-	1.4	-	-	0.2	90.0	2.0	0.2	
202	4.1	-	-	-	1.6	-	-	4.5	2.5	2	0.3	
203	4.3	-	-	-	1.7	-	-	0.5	3	2.0	0.2	
204	4.5	-	-	-	1.8	-	-	1.0	2.5	2	0.3	
205	5.1	-	-	-	2.0	-	-	0.5	2.3	44.0	0.5	
206	6.3	-	-	-	2.5	-	-	0.5	4	4.5	0.2	
207	6.8	-	-	-	2.7	-	-	8.8	3.1	2.3	0.2	
208	4.2	Co:0.03	-	-	1.7	Co:0.03	-	-	0.3	2.5	2.1	7.7
209	3.9	Ni:0.20	Li:0.05	-	1.5	Ni:0.2	Li:0.006	-	0.3	2.5	2.2	0.2
210	4.3	P:0.03	Zn:0.30	Si:0.05	1.7	P:0.02	Zn:0.32	Si:0.02	0.5	2.6	1.5	0.4
211	4.1	Cr:0.03	Mn:0.1	-	1.6	Cr:0.03	Mn:0.09	-	0.4	3.2	2.1	0.5
212	4.1	Al:0.20	Fe:0.05	-	1.6	Al:0.09	Fe:0.05	-	0.6	3.5	2.1	0.5
213	4.2	Co:0.05	Ti:0.05	-	1.7	Co:0.06	Ti:0.04	-	0.3	2.8	2.3	0.5
214	3.9	Zr:0.02	Sn:0.20	-	1.5	Zr:0.03	Sn:0.38	-	0.3	2.8	2.6	0.3

[0261]

표 8

제조 조건						
	균질화 / 용체화	중간 가공율	중간 소둔		마무리 암연 암연율	마무리 열처리
			온도	시간		
201	750°C	60%	520°C	15sec	45%	300°C 55sec
202	700°C	70%	560°C	5sec	50%	350°C 60sec
203	720°C	50%	540°C	10sec	40%	200°C 1800sec
204	720°C	40%	600°C	20sec	40%	250°C 60sec
205	720°C	60%	590°C	20sec	35%	300°C 30sec
206	720°C	50%	700°C	60sec	40%	350°C 30sec
207	720°C	60%	590°C	60sec	30%	280°C 50sec
208	720°C	50%	580°C	5sec	45%	260°C 100sec
209	720°C	80%	550°C	15sec	40%	300°C 3600sec
210	720°C	60%	560°C	15sec	45%	240°C 60sec
211	720°C	60%	650°C	60sec	45%	250°C 80sec
212	720°C	50%	700°C	5sec	50%	370°C 40sec
213	720°C	30%	650°C	30sec	50%	350°C 60sec
214	720°C	50%	540°C	10sec	45%	270°C 120sec

[0262]

표 9

제작 번호	제작 일자	석출률 (kg / μm <sup>2</sup> )		평균 결정 입경 μm		0.2% 내력 YS MPa		강도 TS MPa		항복비 YS/TS		도전율 % IACS		굽힘 기공성 %		인장 시험의 파단 횟수 회 / 10					
		0.05 μm 이상	0.1 μm 이상	0.8	1.5	606	634	95.6%	46%	A	1	93.2%	42%	A	0	98.9%	41%	A	0		
201	A	3	0	0	2.3	624	669	93.2%	42%	A	1	670	670	A	0	666	97.9%	40%	A	0	
202	A	0	0	0	2.4	662	670	98.9%	41%	A	0	652	652	A	0	621	96.8%	37%	A	1	
203	A	0	0	0	6.7	666	704	94.6%	33%	A	0	688	703	A	1	703	97.9%	31%	A	1	
204	A	0	0	0	5.9	666	704	94.6%	33%	A	0	621	641	A	1	666	97.9%	40%	A	0	
205	A	0	0	0	48.5	666	704	94.6%	33%	A	0	621	641	A	1	666	96.8%	37%	A	1	
206	A	0	0	0	1.4	6.4	688	703	97.9%	31%	A	1	641	670	A	1	688	97.1%	38%	A	1
207	A	3.5	1.4	6.4	6.4	688	703	97.9%	31%	A	1	670	690	A	1	703	97.9%	31%	A	1	
208	A	3.2	1.2	3.3	3.3	670	690	97.1%	38%	A	1	670	690	A	1	690	97.1%	38%	A	1	
209	A	0	0	0	3.5	608	628	96.8%	38%	A	0	608	628	A	0	628	96.8%	38%	A	0	
210	A	0	0	0	3.5	682	706	96.6%	35%	A	0	682	706	A	0	706	96.6%	35%	A	0	
211	A	0	0	0	20.3	668	691	96.7%	36%	A	0	668	691	A	0	691	96.7%	36%	A	0	
212	A	0	0	26.8	615	680	90.4%	34%	A	0	615	680	A	0	680	90.4%	34%	A	0		
213	A	0	0	18.3	637	684	93.1%	32%	A	0	637	684	A	0	684	93.1%	32%	A	0		
214	A	0	0	3.1	652	679	96.0%	34%	A	0	652	679	A	0	679	96.0%	34%	A	0		

[0263]

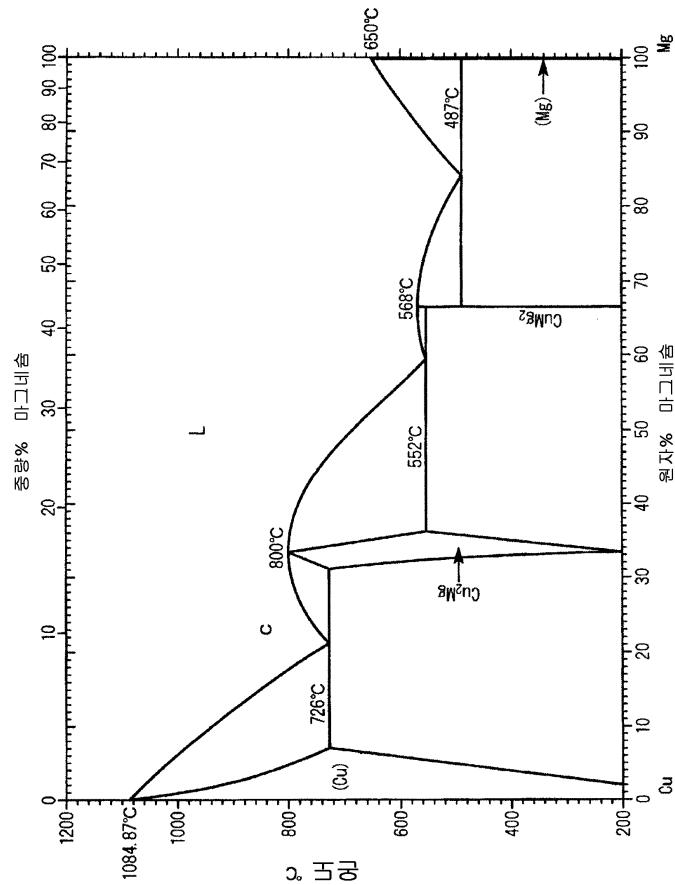
[0264] 본 발명에 201-214 에 있어서는, 모두 항복비 YS/TS 가 90 % 를 초과하고 있고, 강도 TS, 0.2 % 내력 YS 모두 높아져 있었다. 또한, 굽힘 가공성도 양호한 것이 확인되었다.

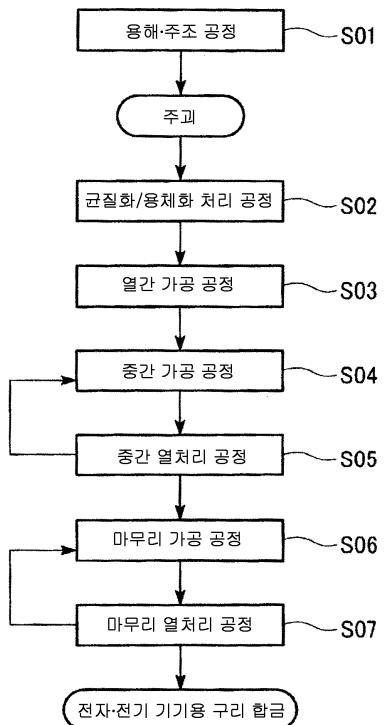
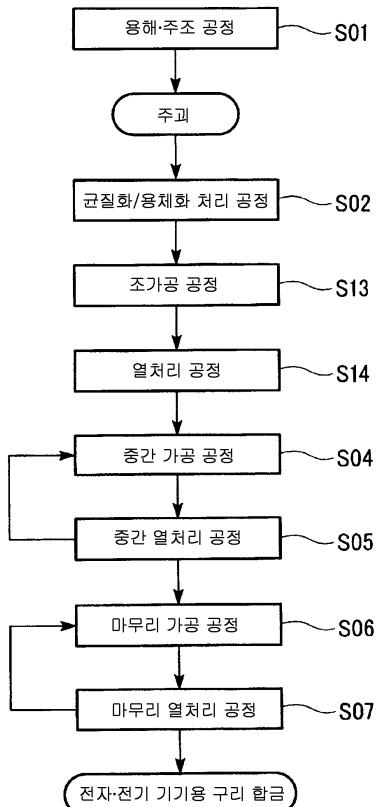
#### 산업상 이용가능성

[0265] 본 발명의 전자 · 전기 기기용 구리 합금을 사용함으로써, 제조 수율을 향상할 수 있다.

도면

도면1



**도면2****도면3**

**도면4**