



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0126064
(43) 공개일자 2015년11월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/00 (2006.01) C22C 9/06 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 9/00 (2013.01)
C22C 9/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7030854(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년08월24일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2013-7006257
원출원일자(국제) 2011년08월24일
심사청구일자 2013년03월12일
- (85) 번역문제출일자 2015년10월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/069043
- (87) 국제공개번호 WO 2012/026488
국제공개일자 2012년03월01일
- (30) 우선권주장
JP-P-2010-187294 2010년08월24일 일본(JP)

- (71) 출원인
제이엑스 닛코 닛세키 킨조쿠 가부시카가이사
일본국 도쿄도 치요다쿠 오테마치 2초메 6반 3고
- (72) 발명자
오카후지 야스히로
일본 이바라키켄 히타치시 시로가네쵸 1-1-2 제이엑스 닛코 닛세키 킨조쿠 가부시카가이사 기쥬츠가이하츠센타 나이
- (74) 대리인
특허법인코리아나

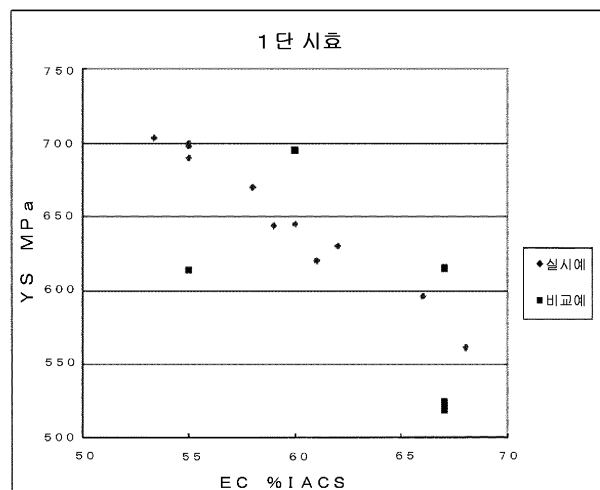
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 전자 재료용 Cu-Co-Si 계 합금

(57) 요약

본 발명은, 도전성, 강도, 및 굽힘 가공성의 밸런스가 개량된 Cu-Co-Si 계 합금을 제공하는 것을 목적으로 한 전자 재료용 구리 합금이고, Co 를 0.5~3.0 질량%, 및 Si 를 0.1~1.0 질량% 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지고, Co 및 Si 의 질량% 비 (Co/Si) 가 $3.5 \leq Co/Si \leq 5.0$ 이고, 압연 방향에 평행한 단면에 있어서 입경이 1~50 nm 의 범위에 있는 제 2 상 입자의 평균 입경이 2~10 nm 이고, 또한 당해 제 2 상 입자끼리의 평균 거리가 10~50 nm 이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22F 1/08 (2013.01)

H01B 1/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

발명의 상세한 설명에 기재된 전자 재료용 구리 합금.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 석출 경화형 구리 합금에 관한 것으로, 특히 각종 전자 부품에 사용하기에 바람직한 Cu-Co-Si 계 합금에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 커넥터, 스위치, 릴레이, 핀, 단자, 리드 프레임 등의 각종 전자 부품에 사용되는 전자 재료용 구리 합금에는, 기본 특성으로서 고강도 및 고도전성 (또는 열전도성) 을 양립시킬 것이 요구된다. 최근, 전자 부품의 고집적화 및 소형화·박육화가 급속히 진행되고, 이것에 대응하여 전자 기기 부품에 사용되는 구리 합금에 대한 요구 레벨은 점점 고도화되고 있다. 특히, 가동 커넥터 등에 사용되는 구리 합금은, 고전류화가 진행되고 있고, 커넥터를 대형화시키지 않기 위해서는, 후육화 (0.3 mm 이상) 해도 양호한 굽힘성을 갖고, 60 % (65) IACS 이상의 도전율과 650 MPa 정도 이상의 0.2 % 내력이 요구된다.

[0003] 비교적 높은 도전성, 강도, 및 굽힘 가공성을 겸비하는 대표적인 구리 합금으로는 코르손계 구리 합금이라고 일반적으로 불리는 Cu-Ni-Si 계 합금이 종래 알려져 있다. 이 구리 합금에서는, 구리 매트릭스 중에 미세한 Ni-Si 계 금속간 화합물 입자를 석출시킴으로써 강도와 도전율의 향상을 도모할 수 있다. 그러나, Cu-Ni-Si 계에서는 고강도를 유지하면서 60 % IACS 이상의 도전율을 달성하는 것은 어려우므로, Cu-Co-Si 계 합금이 착안되고 있다. Cu-Co-Si 계 합금은, 코발트실리사이드 (Co₂Si) 의 고용량이 적으므로, Cu-Ni-Si 계의 구리 합금보다 고도전화할 수 있다는 이점이 있다.

[0004] Cu-Co-Si 계의 구리 합금의 특성에 크게 영향을 주는 공정으로서, 용체화 처리, 시효시 처리, 최종 압연 가공도를 들 수 있고, 그 중에서도 시효 조건은 코발트실리사이드의 석출물의 분포나 크기에 크게 영향을 주는 공정의 하나이다.

[0005] 특허문헌 1 (일본 공개특허공보 평9-20943호) 에는, 고강도, 고도전성, 및 고굽힘 가공성의 실현을 목적으로 하여 개발된 Cu-Co-Si 계 합금이 기재되어 있고, 그 구리 합금의 제조 방법으로서, 열간 압연 후, 85 % 이상의 냉간 압연을 실시하고, 450~480 °C 에서 5~30 분간 어닐링 후, 30 % 이하의 냉간 압연을 실시하고, 또한 450~500 °C 에서 30~120 분간 시효 처리를 실시하는 방법이 기재되어 있다.

[0006] 특허문헌 2 (일본 공개특허공보 2008-56977호) 에는, 구리 합금의 조성과 함께, 구리 합금 중에 석출되는 개재물의 크기 및 총량에 착안한 Cu-Co-Si 계 합금이 기재되어 있고, 용체화 처리 후에 400 °C 이상 600 °C 이하에서 2 시간 이상 8 시간 이하 가열하는 시효 처리를 실시하는 것이 기재되어 있다.

[0007] 특허문헌 3 (일본 공개특허공보 2009-242814호) 에는, Cu-Ni-Si 계에서는 실현하기 어려운 50 % IACS 이상의 높은 도전율을 안정적으로 실현할 수 있는 석출형 구리 합금재로서 Cu-Co-Si 계 합금이 예시되어 있다. 여기서는 면삭 후에 시효 처리를 400~800 °C 에서 5 초~20 시간 실시하고, 50~98 % 의 냉간 압연, 900 °C ~1050 °C 에서 용체화 처리, 및 400~650 °C 의 시효 열처리를 순서대로 실시하는 방법이 기재되어 있다.

[0008] 특허문헌 4 (W02009-096546호) 에서는, Co 와 Si 의 양방을 포함하는 석출물의 사이즈가 5~50 nm 인 것을 특징으로 하는 Cu-Co-Si 계 합금이 기재되어 있다. 용체화 재결정 열처리 후의 시효 처리는 450~600 °C ×1~4 시간 실시하는 것이 바람직하다는 기재가 있다.

[0009] 특허문헌 5 (W02009-116649호) 에는, 강도, 도전율, 및 굽힘 가공성이 우수한 Cu-Co-Si 계 합금이 기재되어 있다. 당해 문헌의 실시예에는, 시효 처리를 525 °C ×120 분간 실시하고, 실온으로부터 최고 온도에 도달할 때까지의 승온 속도는 3~25 °C/분의 범위 내에 있고, 강온에 관해서는 300 °C 까지는 노 내에서 1~2 °C/분의

범위에서 냉각을 실시한 것이 기재되어 있다.

- [0010] 특허문헌 6 (W02010-016428호) 에는, Co/Si 비를 3.5~4.0 으로 조정함으로써, Cu-Co-Si 계 합금의 강도, 도전율, 및 굽힘 가공성을 향상시킬 수 있는 것이 기재되어 있다. 재결정 열처리 후에 실시하는 시효 열처리는, 온도 400~600 °C 에서 30~300 분간 (실시예에서는 525 °C×2 시간) 의 가열 조건으로 하는 것, 승온 속도를 3~25 K/분으로 하는 것, 강온 속도를 1~2 K/분으로 하는 것이 기재되어 있다. 또한, 굽힘성의 평가로서, 90 도 W 굽힘으로 R/t=0 에서의 평가나 180 도 굽힘으로 R/t=0.5 에서의 평가를 실시하고 있는데, GW 및 BW 중 어느쪽인가가 구부러지면 ○ 로 되어 있고, GW 는 ○ 이지만, BW 는 × 가 되는 결과도 포함되어 있게 되어, 정확한 R/t 가 평가되어 있지 않다. 또한, 평가 두께가 0.2 mm 로 얇아, 0.3 mm 등의 후속화에는 대응할 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평9-20943호
 (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2008-56977호
 (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2009-242814호
 (특허문헌 0004) 국제공개 제2009-096546호
 (특허문헌 0005) 국제공개 제2009-116649호
 (특허문헌 0006) 국제공개 제2010-016428호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 이와 같이, Cu-Co-Si 계 합금의 특성 개량이 여러 가지 제안되어 있지만, 최적의 시효 처리 조건이 확립되어 있지 않고, 코발트실리사이드를 대표로 하는 제 2 상 입자의 석출 상태는 아직 개선의 여지가 남아 있다. W02009-096546호에는 강도 등에 기여하는 제 2 상 입자의 사이즈를 제어하는 것은 기재되어 있지만, 실시예에 기재되어 있는 것은 10 만배의 배율에서의 관찰 결과만이고, 이러한 배율에서는 10 nm 이하의 미세한 석출물의 사이즈를 정확히 재는 것은 곤란하다. 또한, W02009-096546호에는 석출물의 사이즈가 5~50 nm 인 것이 기재되어 있지만, 발명에 기재된 석출물의 평균 사이즈는 전부 10 nm 이상이다.

- [0013] 그래서, 본 발명은, 제 2 상 입자의 석출 상태를 개선함으로써, 도전성, 강도, 및 굽힘 가공성의 밸런스가 개량된 Cu-Co-Si 계 합금을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명자는 투과형 전자 현미경 (TEM) 을 사용하여 100 만배의 배율로 1~50 nm 정도의 초미세한 제 2 상 입자의 분포와 합금 특성의 관계를 예의 연구한 결과, 이러한 초미세한 제 2 상 입자의 입경과 제 2 상 입자끼리의 거리가 합금 특성에 유의하게 영향을 주고 있는 것을 알아냈다. 그리고, 제 2 상 입자의 평균 입경과 제 2 상 입자끼리의 평균 거리를 적절한 시효 처리에 의해 제어함으로써, Cu-Co-Si 계 합금에 있어서의 도전성, 강도, 및 굽힘 가공성의 밸런스가 개량되는 것을 알았다.

- [0015] 상기 지견을 기초로 하여 완성된 본 발명은, 일 측면에 있어서, Co 를 0.5~3.0 질량%, 및 Si 를 0.1~1.0 질량% 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지고, Co 및 Si 의 질량% 비 (Co/Si) 가 $3.5 \leq Co/Si \leq 5.0$ 이고, 압연 방향에 평행한 단면에 있어서 입경이 1~50 nm 의 범위에 있는 제 2 상 입자의 평균 입경이 2~10 nm 이고, 또한 당해 제 2 상 입자끼리의 평균 거리가 10~50 nm 인 전자 재료용 구리 합금이다.

- [0016] 본 발명에 관련된 전자 재료용 구리 합금은 다른 일 실시형태에 있어서, 압연 방향에 대하여 평행한 단면에 있어서의 평균 결정 입경이 3~30 μm 이다.

- [0017] 본 발명에 관련된 전자 재료용 구리 합금은 또 다른 일 실시형태에 있어서, Ni, Cr, Sn, P, Mg, Mn, Ag, As,

Sb, Be, B, Ti, Zr, Al 및 Fe 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 합금 원소를 추가로 함유하고, 또한 당해 합금 원소의 총량이 2.0 질량% 이하이다.

[0018] 또한, 본 발명은 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에 관련된 전자 재료용 구리 합금을 가공하여 얻어진 신동품이다.

[0019] 또한, 본 발명은 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에 관련된 전자 재료용 구리 합금을 구비한 전자 부품이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면, 강도, 도전성, 및 굽힘 가공성의 밸런스가 향상된 Cu-Co-Si 계 합금이 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1 은 1 단 시효 처리에 의해 제조한 발명에 No.1~11 및 비교예 No.34~39 에 관해서, 도전율 (EC) 과 0.2 % 내력 (YS) 의 관계를 플롯한 도면이다.

도 2 는 2 단 시효 처리에 의해 제조한 발명에 No.12~22 및 비교예 No.40~41 에 관해서, 도전율 (EC) 과 0.2 % 내력 (YS) 의 관계를 플롯한 도면이다.

도 3 은 3 단 시효 처리에 의해 제조한 발명에 No.23~33 및 비교예 No.42~43 에 관해서, 도전율 (EC) 과 0.2 % 내력 (YS) 의 관계를 플롯한 도면이다.

도 4 는 시효 처리의 바람직한 조건의 경계선을, x 축을 재료의 유지 온도 (°C) 로 하고, y 축을 유지 온도에 있어서의 유지 시간 (h) 으로 하여 그래프화하였다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] (조성)

[0023] 본 발명에 관련된 전자 재료용 구리 합금은, Co 를 0.5~3.0 질량%, 및 Si 를 0.1~1.0 질량% 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지고, Co 및 Si 의 질량% 비 (Co/Si) 가 $3.5 \leq Co/Si \leq 5.0$ 인 조성을 갖는다.

[0024] Co 는 첨가량이 지나치게 적으면 커넥터 등의 전자 부품 재료로서 필요시되는 강도가 얻어지지 않는 한편, 지나치게 많으면 주조시에 정출상 (晶出相) 을 생성하여 주조 균열의 원인이 된다. 또한, 열간 가공성의 저하를 야기하고, 열간 압연 균열의 원인이 된다. 그래서 0.5~3.0 질량% 로 하였다. 바람직한 Co 의 첨가량은 0.7~2.0 질량% 이다.

[0025] Si 는 첨가량이 지나치게 적으면 커넥터 등의 전자 부품 재료로서 필요시되는 강도가 얻어지지 않는 한편, 지나치게 많으면 도전율의 저하가 현저하다. 그래서 0.1~1.0 질량% 로 하였다. 바람직한 Si 의 첨가량은 0.15~0.6 질량% 이다.

[0026] Co 및 Si 의 질량비 (Co/Si) 에 관해서, 강도의 향상으로 이어지는 제 2 상 입자인 코발트실리사이드의 조성은 Co_2Si 이고, 질량비로는 4.2 가 가장 효율적으로 특성을 향상시킬 수 있다. Co 및 Si 의 질량비가 이 값으로부터 지나치게 멀어지면 어느 원소가 과잉으로 존재하게 되는데, 과잉 원소는 강도 향상으로 이어지지 않는 것 외에, 도전율의 저하로 이어지기 때문에, 부적절하다. 그래서, 본 발명에서는 Co 및 Si 의 질량% 비를 $3.5 \leq Co/Si \leq 5.0$ 으로 하고 있고, 바람직하게는 $3.8 \leq Co/Si \leq 4.5$ 이다.

[0027] 그 밖의 첨가 원소로서, Ni, Cr, Sn, P, Mg, Mn, Ag, As, Sb, Be, B, Ti, Zr, Al 및 Fe 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 원소를 소정량 첨가하면, 첨가 원소에 따라 강도, 도전율, 굽힘 가공성, 나아가서는 도금성이나 주괴 조직의 미세화에 의한 열간 가공성 등을 개선하는 효과가 있다. 이 경우의 합금 원소의 총량은, 과잉이 되면 도전율의 저하나 제조성의 열화가 현저해지므로, 최대 2.0 질량%, 바람직하게는 최대 1.5 질량% 이다. 한편, 원하는 효과를 충분히 얻기 위해서는, 상기 합금 원소의 총량을 0.001 질량% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.01 질량% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 합금 원소의 함유량은 각 합금 원소에 대해 최대 0.5 질량% 로 하는 것이 바람직하다. 각 합금 원소의 첨가량이 0.5 질량% 를 초과하면, 상기 효과가 그 이상 추진되지 않을 뿐만 아니라, 도전율의 저하나 제조성의 열화가 현저해지기 때문이다.

- [0029] (제 2 상 입자)
- [0030] 본 발명에 있어서, 「제 2 상 입자」란, 모상과는 상이한 조성을 갖는 입자 전반을 가리키고, Co 및 Si 의 금속간 화합물 (코발트실리사이드) 로 구성되는 제 2 상 입자 외에, Co 및 Si 이외에도 다른 첨가 원소나 불가피적 불순물이 포함되는 제 2 상 입자도 포함된다.
- [0031] 본 발명에 있어서, 압연 방향에 평행한 단면에 있어서 입경이 1~50 nm 의 범위에 있는 제 2 상 입자에 착안하여, 그 평균 입경 및 입자간의 평균 거리를 규정하고 있다. 이러한 초미세한 제 2 상 입자의 입경과 제 2 상 입자끼리의 거리를 제어함으로써 합금 특성이 향상된다.
- [0032] 구체적으로는, 압연 방향에 평행한 단면에 있어서 입경이 1~50 nm 의 범위에 있는 제 2 상 입자의 평균 입경은, 지나치게 크면 충분한 강도가 얻어지지 않는 경향이 있고, 반대로 지나치게 작으면 충분한 도전율이 얻어지지 않는 경향이 있다. 그래서, 당해 평균 입경은 2~10 nm 로 제어하는 것이 바람직하고, 2~5 nm 로 제어하는 것이 보다 바람직하다.
- [0033] 또한, 평균 입경뿐만 아니라, 당해 제 2 상 입자끼리의 평균 거리를 제어하는 것도 중요하다. 제 2 상 입자끼리의 평균 거리를 작게 하면 높은 강도가 얻어지고, 제 2 상 입자끼리의 평균 거리를 50 nm 이하로 하는 것이 바람직하고, 30 nm 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 하한은 석출할 수 있는 첨가 원소의 양과 석출물의 직경으로부터 10 nm 이다.
- [0034] 본 발명에 있어서, 제 2 상 입자의 평균 입경은, 이하의 순서에 의해 측정한다. 투과 전자 현미경으로 100 만배로 1~50 nm 의 제 2 상 입자가 100 개 이상 포함되도록 촬영하고, 각 입자의 장경 (長徑) 을 측정하고, 그 합계를 입자 개수로 나눈 수치를 평균 입경으로 한다. 장경이란, 관찰 시야 중에서, 각 제 2 상 입자에 있어서 입자의 윤곽선 상에 있는 가장 먼 2 점을 연결하는 선분의 길이를 가리킨다.
- [0035] 본 발명에 있어서, 제 2 상 입자끼리의 평균 거리는, 이하의 순서에 의해 측정한다. 투과 전자 현미경으로 100 만배로 1~50 nm 의 제 2 상 입자가 100 개 이상 포함되도록 촬영하고, 관찰 시야 내의 제 2 상 입자 개수 ÷ (관찰 면적 × 시료 두께) 를 1/3 승 (乘) 함으로써 구해진다.
- [0036] (결정 입경)
- [0037] 결정립은, 강도에 영향을 주고, 강도가 결정립의 $-1/2$ 승에 비례한다는 홀 페치칙이 일반적으로 성립하기 때문에, 결정립은 작은 것이 바람직하다. 그러나, 석출 강화형 합금에 있어서는, 제 2 상 입자의 석출 상태에 유의할 필요가 있다. 시효 처리에 있어서는 결정립 내에 석출된 제 2 상 입자는, 강도 향상에 기여하는데, 결정립계에 석출된 제 2 상 입자는 거의 강도 향상에 기여하지 않는다. 따라서, 결정립이 작을수록, 석출 반응에 있어서의 입계 반응의 비율이 높아지므로, 강도 향상에 기여하지 않는 입계 석출이 지배적이게 되고, 결정 입경이 3 μm 미만인 경우, 원하는 강도를 얻을 수 없다. 한편, 조대한 결정립은, 굽힘 가공성을 저하시킨다.
- [0038] 그래서, 원하는 강도 및 굽힘 가공성을 얻는 관점에서, 평균 결정 입경이 3~30 μm 로 하는 것이 바람직하다. 또한, 평균 결정 입경은, 고강도 및 양호한 굽힘 가공성의 양립이라는 관점에서, 5~15 μm 로 제어하는 것이 보다 바람직하다.
- [0039] (강도, 도전성 및 굽힘 가공성)
- [0040] 본 발명에 관련된 Cu-Co-Si 계 합금은 일 실시형태에 있어서, 0.2 % 내력 (YS) 이 500~600 MPa 이고, 또한 도전율이 65~75 % IACS 를 가질 수 있고, 바람직하게는 0.2 % 내력 (YS) 이 600~650 MPa 이고, 또한 도전율이 65~75 % IACS 를 가질 수 있고, 보다 바람직하게는 0.2 % 내력 (YS) 이 650 MPa 이상이고, 또한 도전율이 65 % IACS 이상을 가질 수 있다.
- [0041] 본 발명에 관련된 Cu-Co-Si 계 합금은 일 실시형태에 있어서, 0.3 mm 의 두께에 있어서, W 자형의 금형을 사용하여 Badway (굽힘축이 압연 방향과 동일 방향) 의 W 굽힘 시험을 실시하고, 굽힘 부분에 균열이 발생하지 않는 최소 굽힘 반경 (MBR) 을 판두께 (t) 로 나눈 값인 MBR/t 를 1.0 이하로 할 수 있고, 바람직하게는 0.5 이하로 할 수 있고, 보다 바람직하게는 0.1 이하로 할 수도 있다.
- [0042] (제조 방법)
- [0043] 다음으로 본 발명에 관련된 구리 합금의 제조 방법에 관해서 설명한다.

- [0044] 본 발명에 관련된 구리 합금은 일부의 공정에 연구를 더하는 것 이외에는, 코르손계 합금의 제조 공정을 채용함으로써 제조 가능하다.
- [0045] 코르손계 구리 합금의 관례적인 제조 공정을 개설(概說)한다. 먼저 대기 용해로를 사용하고, 전기 구리, Co, Si 등의 원료를 용해하고, 원하는 조성의 용탕을 얻는다. 그리고, 이 용탕을 잉곳으로 주조한다. 그 후, 열간 압연을 실시하고, 냉간 압연과 열처리를 반복하여, 원하는 두께 및 특성을 갖는 조(條)나 관으로 마무리한다. 열처리에는 용체화 처리와 시효 처리가 있다. 용체화 처리에서는, 실리사이드(예: Co-Si 계 화합물)를 Cu 모지 중에 고용시키고, 동시에 Cu 모지를 재결정시킨다. 용체화 처리를, 열간 압연에서 겸하는 경우도 있다. 시효 처리에서는 용체화 처리로 고용시킨 실리사이드(예: Co-Si 계 화합물)를 미세 입자로서 석출시킨다. 이 시효 처리로 강도와 도전율이 상승한다. 시효 후에 냉간 압연을 실시하고, 그 후, 변형 제거 어닐링을 실시한다. 상기 각 공정 사이에는, 표면의 산화 스케일 제거를 위한 연삭, 연마, 쇼트 블라스트 산세 등이 적절히 실시된다. 또, 용체화 처리 후에는, 냉간 압연, 시효 처리의 순서여도 된다.
- [0046] 상기 관례적인 제조 공정에 대하여, 본 발명에 관련된 구리 합금을 제조하는 데에 있어서는 이하의 점에 유의할 필요가 있다.
- [0047] 주조시의 응고 과정에서는 조대한 정출물이, 그 냉각 과정에서는 조대한 석출물이 불가피하게 생성되므로, 그 후의 공정에서 이들 조대 정출물·석출물을 모상 중에 고용할 필요가 있다. 그 때문에, 열간 압연에서는 재료 온도를 950 °C~1070 °C 로 하여 1 시간 이상, 보다 균질하게 고용하기 위해 바람직하게는 3~10 시간 가열한 후에 실시하는 것이 바람직하다. 950 °C 이상이라는 온도 조건은 다른 코르손계 합금의 경우에 비교하여 높은 온도 설정이다. 열간 압연 전의 유지 온도가 950 °C 미만에서는 고용이 불충분하고, 1070 °C 를 초과하면 재료가 용해될 가능성이 있다.
- [0048] 열간 압연시에는, 재료 온도가 600 °C 미만에서는 고용된 원소의 석출이 현저해지므로, 높은 강도를 얻는 것이 곤란해진다. 또한, 균질한 재결정화를 실시하기 위해서는, 열간 압연 종료시의 온도를 850 °C 이상으로 하는 것이 바람직하다. 따라서, 열간 압연시의 재료 온도는 600 °C~1070 °C 의 범위로 하는 것이 바람직하고, 850~1070 °C 의 범위로 하는 것이 보다 바람직하다. 열간 압연 종료 후의 냉각 과정에서는 냉각 속도를 가능한 한 빠르게 하고, 제 2 상 입자의 석출을 억제하는 것이 좋다. 냉각을 빠르게 하는 방법으로는 수랭이 있다.
- [0049] 열간 압연을 실시한 후, 적절히 어닐링(시효 처리나 재결정 어닐링을 포함한다)과 냉간 압연을 반복한 후에 용체화 처리를 실시한다. 용체화 처리에서는, 충분한 고용에 의해 조대한 제 2 상 입자의 수를 저감시키고, 또한 결정립 조대화를 방지하는 것이 중요해진다. 구체적으로는, 용체화 처리 온도는 850 °C~1050 °C 로 설정하여 제 2 상 입자를 고용시킨다. 용체화 처리 후의 냉각도 빠른 것이 바람직하고, 구체적으로는 10 °C /sec 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0050] 또한, 재료 온도가 최고 도달 온도로 유지되어 있는 적절한 시간은 Co 및 Si 농도, 및 최고 도달 온도에 따라 상이한데, 재결정 및 그 후의 결정립의 성장에 의한 결정립의 조대화를 방지하기 위해, 전형적으로는 재료 온도가 최고 도달 온도로 유지되어 있는 시간을 480 초 이하, 바람직하게는 240 초 이하, 더욱 바람직하게는 120 초 이하로 제어한다. 단, 재료 온도가 최고 도달 온도로 유지되어 있는 시간이 지나치게 짧으면 조대한 제 2 상 입자의 수를 저감시킬 수 없는 경우가 있기 때문에, 10 초 이상으로 하는 것이 바람직하고, 30 초 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0051] 용체화 처리 공정 후에는 시효 처리를 실시한다. 본 발명에 관련된 구리 합금을 제조하는 데에 있어서는 시효 처리 조건을 엄밀히 제어하는 것이 요구된다. 시효 처리가 제 2 상 입자의 분포 상태의 제어에 가장 큰 영향을 주기 때문이다. 구체적인 시효 처리 조건에 관해서는 이하에 설명한다.
- [0052] 먼저, 재료 온도가 350 °C 로부터 유지 온도까지 도달할 때의 승온 속도는, 지나치게 높으면 석출 사이트가 적기 때문에, 제 2 상 입자의 수가 적어져 제 2 상 입자의 입자간 거리가 커지기 쉽다. 한편, 지나치게 낮으면 승온 중에 제 2 상 입자가 커진다. 그래서, 10~160 °C/h, 바람직하게는 10~100 °C/h, 보다 바람직하게는 10~50 °C/h 로 한다. 승온 속도는, (유지 온도-350 °C)/(재료 온도가 350 °C 로부터 유지 온도까지 상승하는 데에 필요한 시간)으로 주어진다.
- [0053] 다음으로, 재료의 유지 온도(°C)를 x, 유지 온도에 있어서의 유지 시간(h)을 y로 한 경우, 다음 식: $4.5 \times 10^{16} \times \exp(-0.075x) \leq y \leq 5.6 \times 10^{18} \times \exp(-0.075x)$ 를 만족하도록 유지 온도 및 유지 시간을 설정한다.

$y > 5.6 \times 10^{18} \times \exp(-0.075x)$ 가 되면, 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 평균 입경이 10 nm 초과가 되는 경향이 있고, $4.5 \times 10^{16} \times \exp(-0.075x) > y$ 가 되면, 제 2 상 입자의 성장이 불충분하고 평균 입경이 2 nm 미만이 되는 경향이 있다.

- [0054] 시효 처리는, 바람직하게는 다음 식 : $4.5 \times 10^{16} \times \exp(-0.075x) \leq y \leq 7.1 \times 10^{17} \times \exp(-0.075x)$ 를 만족하도록 유지 온도 및 유지 시간을 설정한다. 당해 조건에서 시효 처리를 실시하면 제 2 상 입자의 평균 입경이 2~5 nm 에 들어가기 쉽다.
- [0055] 도 4 에, 상기 식을, x 축을 재료의 유지 온도 (°C) 로 하고, y 축을 유지 온도에 있어서의 유지 시간 (h) 으로 하여 그래프에 나타냈다.
- [0056] 마지막으로, 재료 온도가 유지 온도로부터 350 °C 까지 저하될 때의 강온 속도는, 낮게 함으로써 도전율의 향상을 기대할 수 있다. 단, 지나치게 낮으면 강도가 저하된다. 그래서, 5~200 °C/h, 바람직하게는 10~150 °C/h, 보다 바람직하게는 20~100 °C/h 로 한다. 강온 속도는, (유지 온도-350 °C)/(강온을 개시한 후, 재료 온도가 유지 온도로부터 350 °C 까지 저하되는 데에 필요한 시간) 으로 주어진다.
- [0057] 또, 용체화, 냉간 압연, 시효 처리의 순서로 실시하는 경우에는, 시효 처리 전에 변형이 가해져 있고, 석출 속도가 빠르기 때문에, 시효 온도를 가공도 (%)×2 °C 정도 낮추면 된다.
- [0058] 시효 처리는 다만 시효를 실시하면 더욱 양호한 특성이 얻어진다.
- [0059] 상세한 조건으로는, 1 단계의 시효 처리를 상기 조건에서 실시한 후, 단 사이의 온도차를 20 °C~100 °C, 각 단의 유지시간을 3~20 h 로 하여 저온측을 향하여 다만 시효를 실시하는 것이 바람직하다.
- [0060] 단 사이의 온도차를 20 °C~100 °C 로 설정한 것은, 온도차가 20 °C 미만이면 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 강도가 저하되는 한편, 온도차가 100 °C 를 초과하면 석출 속도가 지나치게 느려 효과가 작기 때문이다. 단 사이의 온도차는 바람직하게는 30~70 °C 이고, 보다 바람직하게는 40~60 °C 이다. 예를 들어, 1 단계의 시효 처리를 480 °C 에서 실시한 경우, 2 단계의 시효 처리를 그것보다 20~100 °C 낮은 유지 온도인 380~460 °C 에서 실시할 수 있다. 3 단계 이후도 동일하다. 또, 유지 온도가 350 °C 미만이 되는 시효 처리를 실시해도 제 2 상 입자의 분포 상태는 거의 변화되지 않기 때문에, 시효 처리의 단수를 필요 이상으로 많게 설정할 필요는 없다. 바람직한 단수는 2 단 또는 3 단이고, 3 단이 보다 바람직하다.
- [0061] 각 단의 유지 시간을 3~20 h 로 설정한 것은, 유지 시간이 3 h 미만이면 효과가 얻어지지 않는 한편, 20 h 를 초과하면 시효 시간이 지나치게 길어져 제조 비용이 증가하기 때문이다. 유지 시간은 바람직하게는 4~15 h 이고, 보다 바람직하게는 5~10 h 이다.
- [0062] 재료 온도가 유지 온도로부터 350 °C 까지 저하될 때의 강온 속도에 관해서 상기 서술했는데, 다만 시효를 실시하는 경우에도, 재료 온도가 350 °C 이상에 있을 때에는, 동일한 강온 속도로 실시하는 것이 바람직하다. 다만 시효하는 경우의 강온 속도는 (1 단계의 유지 온도-350 °C)/(1 단계 종료 후에 강온을 개시한 후, 재료 온도가 유지 온도로부터 350 °C 까지 저하되는 데에 필요한 시간-각 단에 있어서의 유지 시간) 으로 주어진다. 즉, 각 단에 있어서의 유지 시간은 강온 시간으로부터 공제하여 강온 속도를 계산한다.
- [0063] 시효 처리 후에는, 필요에 따라 냉간 압연을 실시한다. 압연 가공도는 5~40 % 가 바람직하다. 냉간 압연 후에는, 필요에 따라 변형 제거 어닐링을 실시한다. 어닐링 온도는 300~600 °C 에서 5 초~10 시간이 바람직하다.
- [0064] 본 발명의 Cu-Si-Co 계 합금은 여러 가지 신동품, 예를 들어 관, 조, 관, 봉 및 선으로 가공할 수 있고, 또한 본 발명에 의한 Cu-Si-Co 계 구리 합금은, 리드 프레임, 커넥터, 핀, 단자, 릴레이, 스위치, 이차 전지용 박재 등의 전자 부품 등에 사용할 수 있다.
- [0065] 실시예
- [0066] 이하에 본 발명의 실시예를 비교예와 함께 나타내는데, 이들 실시예는 본 발명 및 그 이점을 보다 잘 이해하기 위해 제공하는 것이며, 발명이 한정되는 것을 의도하는 것은 아니다.
- [0067] <예 1>
- [0068] 표 1 에 기재된 질량 농도의 Co 및 Si 를 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을

갖는 Cu-Co-Si 계 구리 합금을, 고주파 용해로를 사용하여 Ar 분위기 중에서 1300 °C 에서 용체하고, 두께 30 mm 의 잉곳으로 주조하였다.

[0069] 이어서, 이 잉곳을 1000 °C 로 가열하여 3 시간 유지 후, 판두께 10 mm 까지 열간 압연하였다. 열간 압연 종료시의 재료 온도는 850 °C 였다. 그 후, 수랭하였다.

[0070] 이어서, 제 1 시효 처리를 재료 온도 600 °C, 가열 시간 10 시간의 조건에서 실시하였다.

[0071] 이어서, 제 1 냉간 압연을 95 % 이상의 가공도로 실시하였다.

[0072] 이어서, 용체화 처리를 Co 농도가 0.5~1.0 질량% 인 것은 재료 온도 850 °C, 가열 시간 100 초, Co 농도가 1.2 질량% 인 것은 재료 온도 900 °C, 가열 시간 100 초, Co 농도가 1.5~1.9 질량% 인 것은 가열 온도 950 °C, 가열 시간 100 초, Co 농도가 2.0 질량% 이상인 것은 가열 온도 1000 °C, 가열 시간 100 초의 조건에서 실시하고, 그 후에는 수랭하였다.

[0073] 이어서, 제 2 시효 처리를 표 1 에 기재된 조건에서 실시하였다.

[0074] 이어서, 제 2 냉간 압연을 압하율 20 % 의 조건에서 실시하고, 판두께 0.3 mm 인 것과 판두께 0.2 mm 인 것의 2 종류를 얻었다.

[0075] 마지막으로, 변형 제거 어닐링을 재료 온도 400 °C, 가열 시간 30 초의 조건에서 실시하고, 각 시험편으로 하였다. 동일 번호의 시험편에는 판두께 0.2 mm 와 판두께 0.3 mm 의 2 종류가 존재한다.

[0076] 또, 각 공정 사이에는 적절히 면삭, 산세, 탈지를 실시하였다.

표 1

No	첨가 원소			제 2 시효 처리 조건						승온 속도 °C/h	강온 속도 °C/h
	Co 질량%	Si 질량%	Co/Si	1 단계		2 단계		3 단계			
				시효 온도 °C	시간 h	시효 온도 °C	시간 h	시효 온도 °C	시간 h		
1	0.5	0.12	4.2	500	10					10	100
2	0.8	0.2	4.0	510	10					90	100
3	1.2	0.3	4.0	490	20					90	100
4	1.2	0.3	4.0	510	10					150	100
5	1.2	0.3	4.0	530	5					70	100
6	1.5	0.3	5.0	520	5					50	100
7	1.7	0.45	3.8	510	5					50	100
8	1.9	0.45	4.2	550	5					45	100
9	2.1	0.5	4.2	500	50					90	100
10	2.3	0.46	5.0	520	10					40	100
11	2.5	0.7	3.6	500	10					100	5
12	0.5	0.12	4.2	500	10	450	5			10	100
13	0.8	0.2	4.0	510	10	450	7			90	100
14	1.2	0.3	4.0	490	20	400	10			90	100
15	1.2	0.3	4.0	510	10	480	4			150	100
16	1.2	0.3	4.0	530	5	490	5			70	100
17	1.5	0.3	5.0	520	5	470	6			50	100
18	1.7	0.45	3.8	510	5	460	6			50	100
19	1.9	0.45	4.2	550	5	530	3			45	100
20	2.1	0.5	4.2	500	50	450	5			90	100
21	2.3	0.46	5.0	520	10	470	6			40	100
22	2.5	0.7	3.6	500	30	450	5			100	100
23	0.5	0.12	4.2	500	10	450	5	400	5	10	100
24	0.8	0.2	4.0	510	10	450	7	410	7	90	100
25	1.2	0.3	4.0	490	20	400	10	380	10	90	100
26	1.2	0.3	4.0	510	10	480	4	420	4	150	100
27	1.2	0.3	4.0	530	5	490	5	440	5	70	100
28	1.5	0.3	5.0	520	5	470	6	440	6	50	100
29	1.7	0.45	3.8	510	5	460	6	440	6	50	100
30	1.9	0.45	4.2	550	5	530	3	430	3	45	100
31	2	0.48	4.2	500	50	450	5	400	5	90	200
32	2.3	0.46	5.0	520	10	470	6	400	6	40	20
33	2.5	0.7	3.6	500	30	450	5	400	5	100	5
34	1.2	0.3	4.0	480	5					50	100
35	1.2	0.3	4.0	550	20					50	100
36	1.2	0.3	4.0	550	5					5	100
37	0.8	0.2	4.0	550	3					300	100
38	0.9	0.23	3.9	525	2					300	100
39	2.4	0.62	3.9	525	2					300	100
40	1.2	0.3	4.0	480	5	430	5			50	100
41	1.2	0.3	4.0	550	20	500	5			50	100
42	1.2	0.3	4.0	480	5	430	5	380	5	50	100
43	1.2	0.3	4.0	550	20	500	5	450	5	50	100

[0077]

[0078] 이렇게 하여 얻어진 각 시험편에 대해 각종 특성 평가를 이하와 같이 실시하였다.

[0079] (1) 0.2 % 내력 (YS) 및 인장 강도 (TS)

[0080] 압연 평행 방향의 인장 시험을 JIS-Z2241 에 따라서 실시하고, 0.2 % 내력 (YS : MPa) 및 인장 강도 (TS) ; MPa

를 측정하였다.

- [0081] (2) 도전율 (EC)
- [0082] 더블 브리지에 의한 제적 저항률 측정을 실시하여, 도전율 (EC : % IACS) 을 구하였다.
- [0083] (3) 평균 결정 입경 (GS)
- [0084] 시험편을 관찰면이 압연 방향에 대하여 평행한 두께 방향의 단면이 되도록 수지로 메우고, 관찰면을 기계 연마로 경면 마무리를 실시하고, 이어서 물 100 용량부에 대하여 질량 농도 36 % 의 염산 10 용량부의 비율로 혼합한 용액에, 그 용액의 중량에 대하여 5 % 의 중량의 염화 제 2 철을 용해시켰다. 이렇게 해서 완성된 용액 중에, 시료를 10 초간 침지하여 금속 조직을 현출시켰다. 다음으로, 이 금속 조직을 광학 현미경으로 100 배로 확대하여 관찰 시야 0.5 mm² 범위의 사진을 찍었다. 계속해서, 당해 사진에 기초하여 개개의 결정립의 압연 방향의 최대 직경과 두께 방향의 최대 직경의 평균을 각 결정에 관해서 구하고, 각 관찰 시야에 대하여 평균값을 산출하고, 추가로 관찰 시야 15 지점의 평균값을 평균 결정 입경으로 하였다.
- [0085] (4) 굽힘 가공성
- [0086] <W 굽힘>
- [0087] 0.2 mm 와 0.3 mm 의 두께의 시료를 폭 100 mm, 길이 200 mm 로 잘라낸 것을 굽힘용 시험편으로서 사용하였다. 시험편을 W 자형의 굽힘을 사용하여 Badway (굽힘축이 압연 방향과 동일 방향) 의 W 굽힘 시험을 실시하고, 굽힘 부분에 균열이 발생하지 않는 최소 굽힘 반경 (MBR) 을 판두께 (t) 로 나눈 값인 MBR/t 를 구하였다.
- [0088] <180° 굽힘>
- [0089] 0.2 mm 의 두께의 시료를 폭 100 mm, 길이 200 mm 로 잘라낸 것을 굽힘용 시험편으로서 사용하였다. 소정의 굽힘 반경 (R) 으로 170° 정도로 Badway 로 구부린 후, 굽힘 내측 반경 (R) 의 2 배의 개재물을 180° 로 누르고 구부려 180° 굽힘 시험을 실시하고, 굽힘 부분에 균열이 발생하지 않는 최소 굽힘 반경 (MBR) 을 판두께 (t) 로 나눈 값인 MBR/t 를 구하였다.
- [0090] (5) 입경이 1~50 nm 의 범위에 있는 제 2 상 입자의 평균 입경 및 평균 거리
- [0091] 각 시험편의 일부를 사용하여, 트윈 제트식 전해 연마 장치에 의해, 두께 10~100 nm 의 관찰용 시료를 제조하고, 투과형 전자 현미경 (HITACHI-H-9000) 에 의해 전술한 방법에 따라서 측정하였다. 10 시야의 평균값을 측정값으로 하였다.
- [0092] 본 실시예에서는, 투과형 전자 현미경의 시료 제조에 있어서 일반적으로 사용되는 전해 연마법을 사용했는데, FIB (Focused Ion Beam : 집속 이온 빔) 에 의한 박막 제조를 실시하여 측정해도 된다.
- [0093] 결과를 표 2 에 나타냈다. 이하에, 각 시험편의 결과 설명을 한다.
- [0094] No.1~33 은 발명예이고, 용체화 처리 후에 실시한 제 2 시효 처리 조건이 적절했기 때문에, 강도, 도전율, 및 굽힘 가공성의 밸런스가 우수하였다. 또한, 시효 처리의 단수를 늘림으로써 이 밸런스가 더욱 향상된 것을 알 수 있다. 특히 굽힘성에 관해서는, 0.2 mm 두께에서의 평가 결과는 MBR/t=0 이고, 0.3 mm 로 두꺼운 판 두께에서도 양호한 결과가 얻어지고 있다.
- [0095] 한편, No.34 는, 시효 처리시의 온도가 낮고, 시간도 짧았기 때문에 제 2 상 입자의 성장이 불충분하고 평균 입자경이 2 nm 이하가 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0096] No.35 는, 시효 처리시의 온도가 높고, 시간도 길었기 때문에 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 평균 입자경이 10 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0097] No.36 은, 시효 처리시의 승온 속도가 지나치게 낮았기 때문에 승온 중에 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 평균 입자경이 10 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0098] No.37 은, 시효 처리시의 승온 속도가 지나치게 높았기 때문에 석출 사이트의 수가 적어지고, 입자간 거리가 50 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0099] No.38 과 No.39 는, 시효 처리시의 승온 속도가 지나치게 높았기 때문에 석출 사이트의 수가 적어지고, 입자간 거리가 50 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 굽힘성이 열등했다.

- [0100] No.40 은, No.34 에 대하여 2 단계의 시효 처리를 추가한 예인데, 1 단계의 시효 처리시의 온도가 낮고, 시간도 짧았기 때문에 제 2 상 입자의 성장이 불충분하고 평균 입자경이 2 nm 이하가 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0101] No.41 은, No.35 에 대하여 2 단계의 시효 처리를 추가한 예인데, 1 단계의 시효 처리시의 온도가 높고, 시간도 길었기 때문에 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 평균 입자경이 10 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0102] No.42 는, No.34 에 대하여 2 단계 및 3 단계의 시효 처리를 추가한 예인데, 1 단계의 시효 처리시의 온도가 낮고, 시간도 짧았기 때문에 제 2 상 입자의 성장이 불충분하고 입자경이 2 nm 이하가 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.
- [0103] No.43 은, No.35 에 대하여 2 단계 및 3 단계의 시효 처리를 추가한 예인데, 1 단계의 시효 처리시의 온도가 높고, 시간도 길었기 때문에 제 2 상 입자가 지나치게 성장하여 평균 입자경이 10 nm 이상이 되었다. 그 때문에, 발명예에 비해 특성의 밸런스가 열등했다.

표 2

No	YS	TS	EC	GS	0.3mmt	0.2mmt	0.2mmt	100 만배 TEM : 제 2 상 입자	
					W 균질 (B.W.)	W 균질 (B.W.)	180° 균질 (B.W.)	평균 직경	거리
					MPa	MPa	%JACS	μm	MBR/t
1	561	582	68	5	0.0	0	0	2.3	19
2	596	614	66	6	0.1	0	0	3.5	25
3	645	655	60	15	0.7	0	0.1	2.8	18
4	620	638	61	15	0.4	0	0	8.7	46
5	630	642	62	15	0.4	0	0	5.0	31
6	670	687	58	17	0.8	0	0.3	4.1	24
7	690	702	55	20	0.9	0	0.3	3.5	19
8	644	659	59	25	0.5	0	0.1	8.9	47
9	698	716	55	27	0.9	0	0.3	6.0	31
10	700	712	55	25	0.9	0	0.3	6.0	30
11	704	714	53	22	0.9	0	0.3	4.3	21
12	564	577	70	5	0.0	0	0	2.4	20
13	609	621	69	6	0.2	0	0	3.5	24
14	659	670	65	15	0.8	0	0.3	2.9	18
15	633	650	67	15	0.5	0	0.3	8.7	45
16	637	648	67	15	0.4	0	0	5.0	30
17	680	690	63	17	0.8	0	0.4	4.1	24
18	701	715	60	20	1.0	0	0.4	3.5	19
19	652	667	63	25	0.5	0	0.3	9.0	47
20	708	723	61	27	1.0	0	0.4	6.0	30
21	709	727	60	25	0.9	0	0.4	6.1	30
22	715	731	60	22	1.0	0	0.4	5.7	27
23	571	583	71	5	0.0	0	0	2.4	20
24	608	620	70	6	0.1	0	0	3.7	26
25	650	663	68	15	0.7	0	0.2	2.9	18
26	634	652	67	15	0.4	0	0.2	8.8	45
27	643	653	69	15	0.4	0	0.2	5.2	32
28	682	695	64	17	0.9	0	0.4	4.2	24
29	701	719	63	20	1.0	0	0.4	3.7	20
30	654	667	66	25	0.5	0	0.3	9.0	47
31	704	720	62	27	1.0	0	0.4	6.2	32
32	706	721	62	25	0.9	0	0.4	6.2	31
33	718	732	60	22	1.0	0	0.4	5.7	27
34	614	624	55	15	0.5	0	0.5	1.4	9
35	495	505	66	15	0	0	0	13.1	81
36	524	555	67	15	0.1	0	0	10.8	67
37	519	543	67	22	0.5	0	0	9.9	62
38	615	629	67	13	0.7	0	0.5	11.3	76
39	695	712	60	5	1.5	0.2	0.5	11.3	57
40	619	629	59	15	0.6	0	0.5	1.4	9
41	500	510	69	15	0.2	0	0	13.2	80
42	618	630	60	15	0.6	0	0.5	1.4	9
43	501	512	70	15	0.1	0	0	13.3	65

- [0104] <예 2>
- [0105] 표 3 에 기재된 질량 농도의 Co, Si 및 그 밖의 원소를 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖는 Cu-Co-Si 계 구리 합금에 관해서, 예 1 의 No.27 과 동일한 제조 방법에 의해 시험편을 제조하였다. 얻어진 시험편에 관해서, 예 1 과 동일하게 특성 평가를 실시하였다. 결과를 표 4 에 나타낸다. 각종 원소를 첨가해도 본 발명의 효과가 얻어지는 것을 알 수 있다.
- [0106]

표 3

No	첨가 원소			
	Co	Si	Co/Si	그 외
	질량%	질량%		질량%
2-1	1.2	0.3	4.0	Ni:0.5,As:0.1,Sb:0.1
2-2	1.2	0.3	4.0	Cr:2.0
2-3	1.2	0.3	4.0	Sn:0.1,P:0.1,Mn:0.1
2-4	1.2	0.3	4.0	Mg:0.1,B:0.1,Al:0.1
2-5	1.2	0.3	4.0	Ag:1,Be:0.2
2-6	1.2	0.3	4.0	Ti:0.2,Zr:0.1,Fe:0.1

[0107]

표 4

No	YS	TS	EC	GS	0.3mmt	0.2mmt	0.2mmt	100 만배 TEM : 제 2 상 입자	
					W 급형 (B.W.)	W 급형 (B.W.)	180° 급형 (B.W.)	평균 직경	거리
					MPa	MPa	%IACS	μm	MBR/t
2-1	705	721	63	12	0.6	0	0.4	5.1	31
2-2	648	657	69	13	0.5	0	0	5.3	32
2-3	657	667	65	10	0.5	0	0	5.2	33
2-4	664	672	65	15	0.5	0	0	5.1	31
2-5	728	734	64	13	0.5	0	0	5.2	32
2-6	665	674	70	15	0.5	0	0	5.0	30

[0108]

[0109]

<예 3>

[0110]

표 5 에 기재된 질량 농도의 Co, Si 를 함유하고, 잔부가 Cu 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖는 Cu-Co-Si 계 구리 합금에 관해서, 제 1 시효 처리까지는 예 1 의 No.5 와 동일한 제조 방법으로, 제 1 시효 처리 후에, 제 1 냉간 압연을 95 % 이상의 가공도로 실시하였다.

[0111]

이어서, 용체화 처리를 재료 온도 900 °C, 가열 시간 100 초의 조건에서 실시하고, 그 후에는 수행하였다.

[0112]

이어서, 제 2 냉간 압연을 표 5 에 기재된 소정의 가공도로 실시하고, 그 후에 제 2 시효 처리를 실시하여 판두께 0.2 mm 인 것과 판두께 0.3 mm 인 시험편을 제조하였다. 또, 각 공정 사이에는 적절히 면삭, 산세, 탈지를 실시하였다.

[0113]

얻어진 시험편에 관해서 예 1 과 동일하게 특성 평가를 실시하였다. 결과를 표 6 에 나타낸다. 시효 처리와 냉간 압연의 순서를 변경해도, 시효 온도를 가공도×2 °C 낮춰 시효 처리함으로써 본 발명의 효과가 얻어지는 것을 알 수 있다.

표 5

No	첨가 원소			제 2 냉간 압연 가공도	제 2 시효 처리 조건						승온 속도	강온 속도
	Co	Si	Co/Si		1단계		2단계		3단계			
	질량%	질량%			시효 온도	시간	시효 온도	시간	시효 온도	시간		
3-1	1.2	0.3	4.0	20%	490	5					70	100
3-2	1.2	0.3	4.0	20%	490	5	450	5			70	100
3-3	1.2	0.3	4.0	20%	490	5	450	5	400	5	70	100
3-4	1.2	0.3	4.0	10%	510	5	470	5	430	5	70	100
3-5	1.2	0.3	4.0	30%	470	5	430	5	390	5	70	100

[0114]

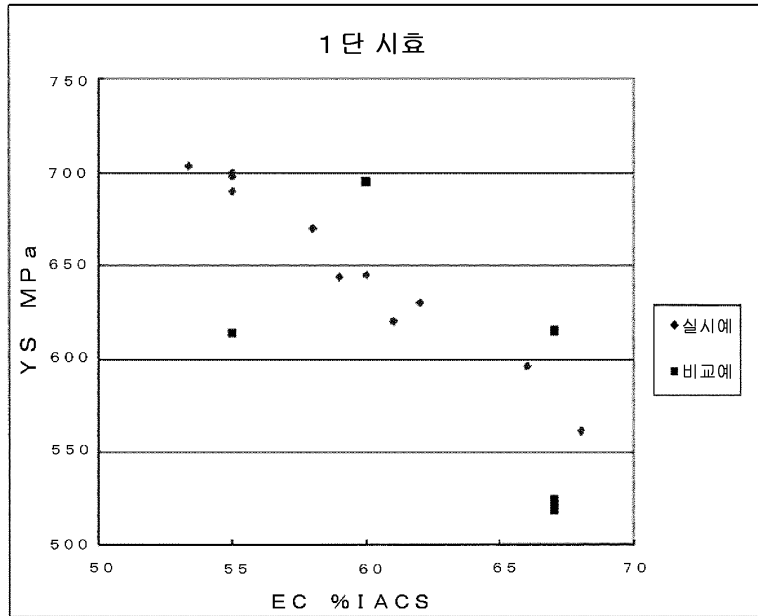
표 6

No	YS	TS	EC	GS	0.3mmt	0.2mmt	0.2mmt	100 만배 TEM : 제 2 상 입자	
					W 급형 (B.W.)	W 급형 (B.W.)	180° 급형 (B.W.)	평균 직경	거리
					MPa	MPa	%IACS	μm	MBR/t
3-1	613	641	62	15	0.4	0	0	5.0	31
3-2	615	645	67	15	0.4	0	0	5.0	30
3-3	623	653	69	15	0.4	0	0	5.1	32
3-4	619	638	69	15	0.3	0	0	5.1	32
3-5	630	661	69	15	0.4	0	0	5.1	32

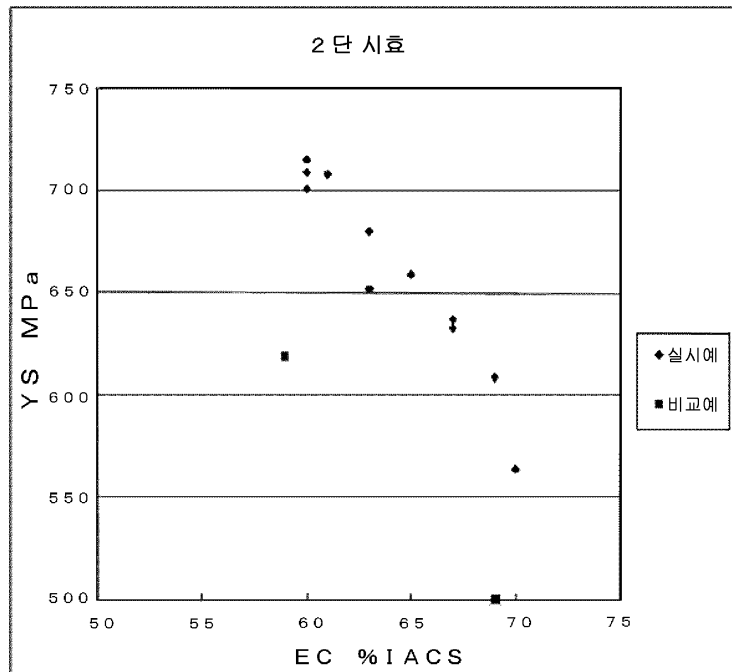
[0115]

도면

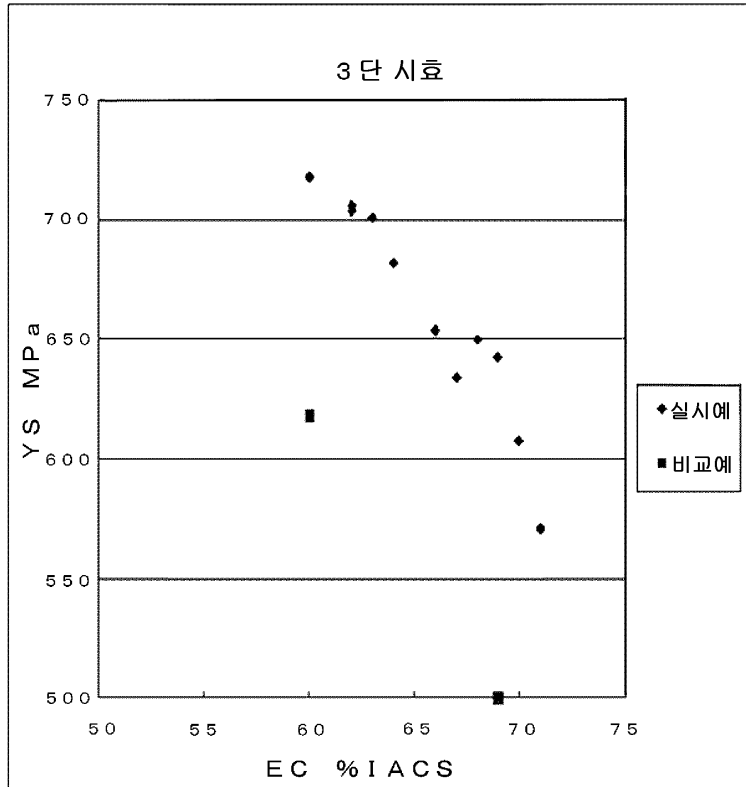
도면1



도면2



도면3



도면4

