(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0075875
(43) 공개일자 2020년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/06 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 9/06 (2013.01)
C21D 8/0226 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7015974
(22) 출원일자(국제) 2019년03월11일
심사청구일자 2020년06월03일
(85) 번역문제출일자 2020년06월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/009614
(87) 국제공개번호 WO 2019/176838
국제공개일자 2019년09월19일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-044895 2018년03월13일 일본(JP)

(71) 출원인
후루카와 덴키 고교 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고
(72) 발명자
아키야 슌타
일본국 1008322 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키가이샤 내
이소마츠 타케미
일본국 1008322 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

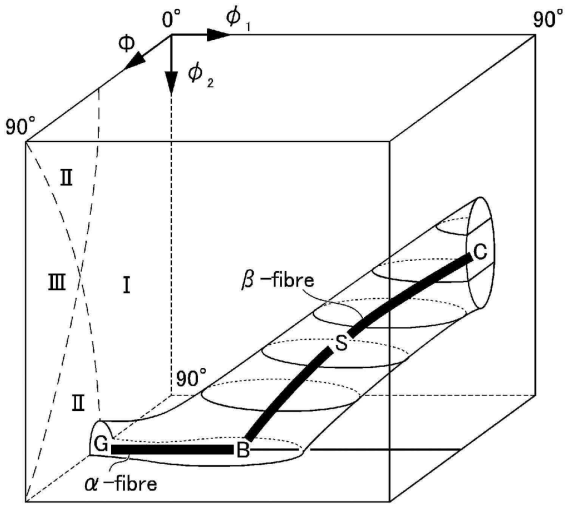
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **구리 합금 판재 및 그 제조 방법 및 전기 전자기기용 방열 부품 및 실드 케이스**

(57) 요 약

본 발명의 구리 합금 판재는 Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고, 압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서, 상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위 내이며, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고, JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 시험편의 튀어오르는 높이가 2.0㎜ 이하이며, 방열성이 우수하고, 충분한 강도를 갖고, 잔류 응력이 작고, 굽힘 가공성이 우수하다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C21D 8/0236 (2013.01)
C21D 8/0273 (2013.01)
C22F 1/08 (2013.01)
(72) 발명자
히구치 마사루
일본국 1008322 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키가이샤 내
단조 쇼이치
일본국 1008322 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고 후루카와 덴키 고교 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고,

Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한,

Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며,

잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고,

압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서,

상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진,

β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위 내이며,

압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고,

JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 시험편의 튀어오르는 높이가 2.0㎜ 이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

청구항 2

Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고,

Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한,

Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며,

잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고,

압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서,

상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진,

β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위 내이며,

압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고,

90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로써, 굽힘 주름 혹은 크랙의 깊이를 M(㎛), 판 두께를 t(㎛)라 할 때, M/t비가 모두 0.2이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

도전율이 35~80%IACS이고, 압연 평행 방향의 종탄성계수가 110~145GPa인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 합금 조성은 Mg: 0.05~0.5질량%, Cr: 0.05~0.5질량%, Sn: 0.05~0.25질량%, Zn: 0.2~0.6질량%, Zr: 0.05~0.15질량% 및 Mn: 0.05~0.25질량%로 구성되는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 성분을 함유하는 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압연 평행 방향의 인장강도가 600~950MPa인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 제조하는 방법으로서,

Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0인 합금 조성을 갖는 구리 합금 소재에,

주조[공정 1], 균질화 열처리[공정 2], 열간 압연[공정 3], 냉각[공정 4], 면삭[공정 5], 제1 냉간 압연[공정 6], 용체화 열처리[공정 7], 시효 석출 열처리[공정 8], 제2 냉간 압연[공정 9], 텐션 어닐[공정 10], 제3 냉간 압연[공정 11] 및 최종 소둔[공정 12]을 차례로 실시하고,

상기 텐션 어닐[공정 10]은 도달 온도가 200~450℃이며, 또한 150MPa 이상의 응력을 부여하는 조건에서 연속 소둔하는 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 사용한 전기 전자기기용 방열 부품.

청구항 8

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 사용한 실드 케이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 예를 들면, 전기 전자기기의 방열 부품 등에 사용하기 적합한 구리 합금 판재 및 그 제조 방법 및 전기 전자기기용 방열 부품 및 실드 케이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 예를 들면, 전자기기에 실장되는 반도체 부품이나 액정 디스플레이의 보강용 부품에는 강도 높은 스테인리스강(SUS)이 사용되고 있다. 그러나, 최근 전자기기의 고성능화나 배터리 용량의 대형화에 따라, 각 실장 부품으로부터의 발열량이 증가하는 경향이 있다. 이렇게 발열량이 증가하면, 단말 내 부품의 변형이나 성능 저하가 생길 우려가 있기 때문에, 반도체 부품이나 액정 디스플레이의 보강용 부품으로서 사용하여 온 스테인리스강(SUS)의 대체 재료로서, 방열성이 우수한 구리 합금이 주목받고 있다.

[0003] 구리 합금, 예를 들면 Cu-Ni-Si 합금은 열 전도율이 175W/m·K로서, 스테인리스강, 예를 들면 SUS304(H)의 열 전도율(16.7W/m·K)의 10배 이상이기 때문에, 스테인리스강에 비하여 현저히 우수한 방열성(열을 방산하여 내보내는 특성)을 갖고 있다. 또한, 스테인리스강, 예를 들면 SUS304(H)는 1000MPa 이상의 인장강도를 갖고 있지만, 전기 전자기기용 방열 부품이나 실드 케이스에서는, 600MPa 이상의 강도가 있으면 충분하다. 또한, 열 전도율은 레이저 플래시법에 따른 실측과 더불어, 도전율과 선형(비례) 관계에 있기 때문에, 도전율을 측정함으로써 산출하는 것이 가능하다(예를 들면, 비특허문헌 1 참조).

[0004] 또한, 스테인리스강(SUS)은 일반적으로 고강도이기 때문에, 반도체나 액정 디스플레이를 보호하는 재료로서는 적합하지만, 반도체나 액정 디스플레이가 발열하였을 때의 방열성은 배터리 용량이 대형화된 전자기기 등에서는 불충분하기 때문에, 모듈 전체의 발열 억제가 곤란한 상황에 있으며, 결과적으로, 모듈 전체의 온도가 상승하여, 전기 전자기기가 고장날 우려가 있었다.

[0005] 한편, 종래의 구리계 재료는 스테인리스강에 비하여 방열성이 우수하기 때문에, 예를 들면, 전기 전자기기의 보강 케이스로서 사용하면, 방열성을 개선할 수 있지만, 보강 케이스로서 필요한 강도(600MPa 이상)를 얻는 것은

어려웠다.

[0006] 또한, 종래의 구리계 재료로 구성되는 판은 반도체 부품이나 액정 디스플레이의 방열과 보호를 목적으로 하는 보강 케이스에 사용한 경우, 잔류 응력이 존재하면, 조립 후에 기판이나 다른 부품에 변형을 주어버리게 되기 때문에, 성능 악화가 생기기 쉽다.

[0007] 더욱이, 방열 부품에 사용되는 재료는 소정 형상의 보강 케이스로 가공되기 때문에, 특히 소형의 방열 부품으로 가공하는 경우도 포함하여 설계하면, 우수한 굽힘 가공성을 구비하는 것도 필요하다.

[0008] 방열 부품을 구성하는 재료로서 구리계 재료를 사용한 공지 기술로서는, 예를 들면, 특허문헌 1에 순동 또는 구리 합금판으로부터 방열 부품을 제조하는 과정의 일부에 650℃ 이상의 온도로 가열하는 과정이 포함되는 경우에 연화나 도전율 저하를 억제하여, 650℃ 이상의 온도로 가열하는 과정을 거쳐서 제조된 방열 부품에 충분한 강도와 방열 성능을 갖게 할 수 있는 구리 합금판이 기재되어 있다.

[0009] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 구리 합금판은 조성 성분과 제조 조건을 제어함으로써 제조한 것이지만, 구리 합금판의 잔류 응력 개선에 대해서는 개시가 없고, 더불어, 굽힘 가공성에 대해서도, W굽힘 시험 방법에 따른 90° 굽힘 가공의 평가 결과 밖에 없으며, 보다 엄격한 굽힘 시험인 U굽힘 시험(180° 밀착 굽힘)에 의한 180° 굽힘 가공에 대해서는 평가가 이루어지고 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 특허 제6031549호 공보

비특허문헌

[0011] (비특허문헌 0001) 쿠리타 토시히로, 「제4장 물리적 성질」 신동품 데이터북(제2판), 일본 신동 협회, 2009년 3월, p53-58

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 그래서, 본 발명의 목적은 스테인리스강에 비하여 방열성이 우수하고, 게다가, 예를 들면, 전기 전자기기의 보강 케이스로서 사용한 경우라도 충분한 강도를 가지며, 더불어, 잔류 응력이 작고, 굽힘 가공성도 우수한 구리 합금 판재 및 그 제조 방법 및 전기 전자기기용 방열 부품 및 실드 케이스를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 요지 구성은 이하와 같다.

[0014] (1) Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고, 압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서, 상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0 이상 25.0이하의 범위 내이며, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고, JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 시험편의 튀어오르는 높이가 2.0㎜ 이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

[0015] (2) Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고, 압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서, 상기 압연 집

합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0 이상 25.0이하의 범위 내이며, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고, 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로써, 굽힘 주름 혹은 크랙의 깊이를 M(㎛), 판 두께를 t(㎛)라 할 때, M/t비가 모두 0.2이하인 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재.

[0016] (3) 도전율이 35~80%IACS이고, 압연 평행 방향의 종탄성계수가 110~145GPa인 것을 특징으로 하는, 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 구리 합금 판재.

[0017] (4) 상기 합금 조성은 Mg: 0.05~0.5질량%, Cr: 0.05~0.5질량%, Sn: 0.05~0.25질량%, Zn: 0.2~0.6질량%, Zr: 0.05~0.15질량% 및 Mn: 0.05~0.25질량%로 구성되는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 성분을 함유하는 것을 특징으로 하는 상기 (1)~(3) 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재.

[0018] (5) 상기 압연 평행 방향의 인장강도가 600~950MPa인 것을 특징으로 하는, 상기 (1)~(4) 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재.

[0019] (6) 상기 (1)~(5) 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 제조하는 방법으로서, Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0인 합금 조성을 갖는 구리 합금 소재에 주조[공정 1], 균질화 열처리[공정 2], 열간 압연[공정 3], 냉각[공정 4], 면삭[공정 5], 제1 냉간 압연[공정 6], 용체화 열처리[공정 7], 시효 석출 열처리[공정 8], 제2 냉간 압연[공정 9], 텐션 어닐[공정 10], 제3 냉간 압연[공정 11] 및 최종 소둔[공정 12]을 차례로 실시하고, 상기 텐션 어닐[공정 10]은 도달 온도가 200~450℃이며, 또한, 150MPa 이상의 응력을 부여하는 조건에서 연속 소둔하는 것을 특징으로 하는 구리 합금 판재의 제조 방법.

[0020] (7) 상기 (1)~(5) 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 사용한 전기 전자기기용 방열 부품.

[0021] (8) 상기 (1)~(5) 중 어느 한 항에 기재된 구리 합금 판재를 사용한 실드 케이스.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 구리 합금 판재는 Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고, 압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서, 상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위 내이며, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고, 그리고, JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 시험편의 튀어오르는 높이가 2.0㎜ 이하인 것 및 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로써, 굽힘 주름 혹은 크랙의 깊이를 M(㎛), 판 두께를 t(㎛)라 할 때, M/t비가 모두 0.2이하인 것이 적어도 한쪽을 만족함으로써, 스테인리스강에 비하여 방열성이 우수하고, 게다가, 예를 들면, 전기 전자기기의 보강 케이스로서 사용한 경우라도 충분한 강도를 가지며, 더불어, 잔류 응력이 작고, 굽힘 가공성도 우수한 구리 합금 판재 및 그 제조 방법 및 전기 전자기기용 방열 부품 및 실드 케이스를 제공하는 것이 가능해졌다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 EBSD에 의해 측정하고, ODF(방위 분포 함수) 해석으로부터 얻어진 구리 합금 판재의 대표적인 결정 방위 분포도로서, 압연면 내의 2축 직교 방향인 압연 방향과 평행인 방향(RD) 및 판 폭 방향(TD)과, 압연면의 법선 방향(ND) 3방향의 오일러의 각으로 나타내며, 즉, RD축의 방위 회전을 φ, ND축의 방위 회전을 φ1, TD축의 방위 회전을 φ2로서 나타낸다.

도 2는 슬릿 변형 측정 방법으로 사용되는 단책형의 시험편을 구리 합금 판재로부터 잘랐을 때의 형상을 나타내는 개략 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명의 구리 합금 판재의 바람직한 실시형태에 대해서 상세하게 설명한다.

[0025] 본 발명에 따르는 구리 합금 판재는 Ni: 0~4.5질량%, Co: 0~2.0질량%, Si: 0.2~1.3질량%, Mg: 0~0.5질량%, Cr: 0~0.5질량%, Sn: 0~0.25질량%, Zn: 0~0.6질량%, Zr: 0~0.15질량% 및 Mn: 0~0.25질량%를 함유하고, Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0질량%이며, 또한, Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0이며, 잔부가 Cu 및 불가피 불순물로 구성되는 합금 조성을 갖고, 압연 집합 조직을 갖는 구리 합금 판재로서, 상기 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위 내이며, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상이고, 그리고, JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 시험편의 튀어오르는 높이가 2.0㎜ 이하인 것 및 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로써, 굽힘 주름 혹은 크랙의 깊이를 M(㎛), 판 두께를 t(㎛)라 할 때, M/t비가 모두 0.2이하인 것이 적어도 한쪽을 만족하는 것이다.

[0026] 여기서, 「구리 합금」이란, (가공 전이며 소정의 합금 조성을 갖는) 구리 합금 소재가 소정의 형상(예를 들면, 판, 조, 박, 봉, 선 등)으로 가공된 것을 의미한다. 또한, 「판재」란, 특정의 두께를 갖고 형상적으로 안정되어 있고, 면 방향으로 확대를 갖는 것을 가리키며, 넓은 의미로는 조재를 포함하는 의미이다. 본 발명에서, 판재의 두께는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 바람직하게는 0.05~1.0㎜, 더 바람직하게는 0.1~0.8㎜이다. 또한, 본 발명의 구리 합금 판재는 그 특성을 압연판의 소정의 방향에서의 원자면의 집적율로 규정하는 것이지만, 이는 구리 합금 판재로서 그러한 특성을 갖고 있으면 되는 것으로, 구리 합금 판재의 형상은 판재나 조재에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명에서는 관재도 판재에 포함되는 형상이라고 해석하여 취급할 수 있는 것으로 한다.

[0027] <합금 조성>

[0028] 본 발명의 구리 합금 판재의 합금 조성과 그 작용에 대해서 설명한다. 또한, 이하의 합금 조성의 각 성분의 설명에서는, 「질량%」를 단지 「%」로서 나타낸다. 여기서, 상기 합금 조성의 성분 중, 함유 범위의 하한치가 「0%」라고 기재되어 있는 원소 성분은 적당히, 필요에 따라서 임의로 구리 합금 판재에 첨가되는 성분인 것을 의미한다. 즉, 원소 성분이 「0%」인 경우, 그 원소 성분은 구리 합금 판재(또는 구리 합금 소재)에 포함되지 않거나 또는 검출 한계치 미만의 함유량인 것을 의미한다.

[0029] [Ni: 0~4.5%, Co: 0~2.0%, 그리고 Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8~5.0%]

[0030] Ni(니켈) 및 Co(코발트)는 Si(실리콘)과 함께 화합물을 형성하여, 모상(母相)에 분산시킴으로써 석출 강화를 발현하는 작용을 갖는 성분이며, 본 발명에서는, Ni 및 Co 중 적어도 1성분을 함유시키는 것이 필요하고, 구체적으로는, Ni 및 Co의 합계 함유량으로 0.8~5.0%로 한다. Ni 및 Co의 합계 함유량이 0.8% 미만이면, 상술한 작용을 충분히 발휘할 수 없다. 한편, Ni 및 Co의 합계 함유량이 5.0% 넘으면, 용질 원소의 모상에의 고용이 진행되어, 도전율이 저하된다는 문제가 생긴다. 또한, Ni 및 Co의 각 함유량 중 적어도 1성분이 상기 적정 범위를 넘으면, 도전율과 강도가 악화된다. 이 때문에, 본 발명에서는, Ni 함유량은 0~4.5%, Co 함유량은 0~2.0%로 하며, 또한 Ni 및 Co의 합계 함유량은 0.8~5.0%로 한다. 또한, Ni 및 Co의 각 함유량의 하한치는 특별히 한정은 하지 않지만, 최저한의 석출 강화를 발현시킨다는 관점에서, 모두 0.2%로 하는 것이 바람직하다.

[0031] [Si: 0.2~1.3%, 그리고 (Ni+Co)/Si비가 2.0~6.0]

[0032] Si(규소)는 납땜 시의 내열 박리성이나 내마이그레이션성을 향상시키는 작용을 갖는 원소이다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Si 함유량을 0.2% 이상으로 하는 것이 필요하다. 그렇지만, Si 함유량이 1.3%를 넘으면, 도전성이 저하되어 충분한 방열성을 얻지 못한다. 이 때문에, Si 함유량은 0.2~1.3%로 한다.

[0033] 또한, 본 발명에서는, 더욱이 Si 함유량에 대한 Ni 및 Co의 합계 함유량의 비 {(Ni+Co)/Si}가 2.0~6.0인 것이 필요하다. 상기 (Ni+Co)/Si비가 2.0미만이면, Si의 고용에 의해서 도전율이 저하된다는 문제가 있고, 또, 상기 (Ni+Co)/Si비가 6.0초과이면, 도전율 저하와 인장강도의 저하 문제가 있기 때문이다.

[0034] 본 발명에서는, Ni 및 Co 중 적어도 1성분과, Si를 함유하는 합금 조성을 기본으로 하는 것이지만, 그 밖의 임의 함유 성분으로서 Mg: 0~0.5%, Cr: 0~0.5%, Sn: 0~0.25%, Zn: 0~0.6%, Zr: 0~0.15% 및 Mn: 0~0.25%로부터 선택되는 적어도 1종의 성분을, 요구되는 성능에 따라서 적당히 함유시킬 수 있다.

[0035] [Mg: 0~0.5%]

[0036] Mg(마그네슘)은 응력 완화 특성을 향상시키는 작용을 갖는 원소이다. 이러한는 작용을 발휘시킬 경우에는, Mg 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Mg 함유량이 0.5%를 넘으면, 도전성을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Mg 함유량은 0~0.5%로 하고, 바람직하게는 0.05~0.5%로 한다.

[0037] [Cr: 0~0.5%]

[0038] Cr(크롬)은 화합물이나 단체에서 미세하게 석출되어, 석출 경화에 기여한다. 또한, 화합물로서 50~500nm 크기로 석출되어, 립성장을 억제함으로써 결정립 지름을 미세하게 하는 효과가 있어, 굽힘 가공성을 양호하게 한다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Cr 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Cr 함유량이 0.5%를 넘으면, 도전율과 굽힘 가공성을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Cr 함유량은 0~0.5%로 하고, 바람직하게는 0.05~0.5%로 한다.

[0039] [Sn: 0~0.25%]

[0040] Sn(주석)은 첨가함으로써 내응력 완화 특성을 향상시킨다. 각각을 첨가한 경우보다 함께 첨가한 경우에 상승 효과에 의해서 더욱 내응력 완화 특성이 향상한다. 또한, 땜납 취화가 현저하게 개선되는 효과가 있다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Sn 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Sn 함유량이 0.25%를 넘으면, 도전율을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Sn 함유량은 0~0.25%로 하고, 바람직하게는 0.05~0.25%로 한다.

[0041] [Zn: 0~0.6%]

[0042] Zn(아연)은 굽힘 가공성을 개선함과 동시에, Sn 도금이나 땜납 도금의 밀착성이나 마이그레이션 특성을 개선하는 작용을 갖는 원소이다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Zn 함유량을 0.2% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Zn 함유량이 0.6%를 넘으면, 도전성을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Zn 함유량은 0~0.6%로 하고, 바람직하게는 0.2~0.6%로 한다.

[0043] [Zr: 0~0.15%]

[0044] Zr(지르코늄)은 화합물이나 단체에서 미세하게 석출되어, 석출 경화에 기여한다. 또한, 화합물로서 50~500nm 크기로 석출되어, 립성장을 억제함으로써 결정립 지름을 미세하게 하는 효과가 있어, 굽힘 가공성을 양호하게 한다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Zr 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Zr 함유량이 0.15%를 넘으면, 도전율을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Zr 함유량은 0~0.15%로 하고, 바람직하게는 0.05~0.15%로 한다.

[0045] [Mn: 0~0.25%]

[0046] Mn(망간)은 첨가하면 열간 가공성을 향상시킴과 동시에, 강도를 향상시킨다. 이러한 작용을 발휘시킬 경우에는, Mn 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그렇지만, Mn 함유량이 0.25%를 넘으면, 도전율, 굽힘 가공성을 저하시키는 경향이 있다. 이 때문에, Mn 함유량은 0~0.25%로 하고, 바람직하게는 0.05~0.25%로 한다.

[0047] [잔부: Cu 및 불가피 불순물]

[0048] 상술한 성분 이외의 잔부는 Cu(구리) 및 불가피 불순물이다. 불가피 불순물은 제조 공정상, 불가피적으로 포함될 수 있는 함유 레벨의 불순물을 의미한다. 불가피 불순물은 함유량에 따라서는 가공성을 저하시키는 요인도 될 수 있기 때문에, 가공성 저하를 가미하여 불가피 불순물의 함유량을 어느 정도 억제하는 것이 바람직하다. 불가피 불순물로서 들 수 있는 성분으로서는, 예를 들면, Fe, Ti, C, S 등의 원소를 들 수 있다. 또한, 불가피 불순물의 함유량의 상한치는 상기 성분마다 0.05% 이하, 상기 성분의 합계로 0.15% 이하로 하면 좋다.

[0049] <압연 집합 조직>

[0050] 본 발명의 구리 합금 판재는 압연 집합 조직을 갖고, 이 압연 집합 조직은 EBSD에 의한 집합 조직 해석으로부터 얻어진 β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하, 바람직하게는 4.0이상 22.5이하이다. 여기서, 「방위 밀도」란, 결정립 방위 분포 함수(ODF: crystal orientation distribution function)로도 나타나며, 집합 조직의 결정 방위의 존재 비율 및 분산 상태를 정량적으로 해석할 때에 이용한다. 방위 밀도는 EBSD 및 X선 회절 측정 결과에 의해서, (100)양극점도, (110)양극점도, (111)양극점도 등 3종류 이상의 양극점도의 측정 데이터를 기본으로 하여, 급수 전개법에 따른 결정 방위 분포 해석법에 의해서 산출된다.

[0051] 방열성과 각종 부품의 보호를 겸비하기 위해서는, 재료 강도와 방열성의 양립이 불가결하며, 금속 또는 합금으

로 구성되는 판재를, 예를 들면, 상기 전자기기용 방열 부품이나 실드 케이스로서 사용할 경우, 이 판재는 600MPa 이상의 인장강도(TS)와, 35%IACS 이상의 도전율을 구비하는 것이 필요해진다. 또한, 상기 판재를 보강판으로서 사용할 경우에는, 판재를 밀어넣었을 때의 탄성 변형량이 작은 편이 부품과 보강판 및 방열판과의 접촉 가능성이 낮아져, 부품을 보호할 수 있기 때문에 바람직하고, 이러한 보호를 가능하게 하려면, 예를 들면, 판재의 종탄성계수가 110GPa 이상으로 하는 것이 바람직하다. 더욱이, 판재의 잔류 응력을 저감시킴으로써, 주위의 부품이나 기판에의 응력 부하가 없어져, 부품이 판재의 영향에 의해서 왜곡 변형되는 일도 없어진다. 더욱이, 판재의 도전율을 높이는 것은 방열성 향상으로도 이어진다. 특히, 전자 부품의 보호를 목적으로 한 실드 케이스의 용도로 사용할 경우에는, 압연 평행 방향의 인장강도가 600～950MPa인 것이 바람직하다. 또한, 전자 부품의 방열 부재의 용도로 사용할 경우에는, 도전율이 35～80%IACS이고, 압연 평행 방향의 종탄성계수가 110～145GPa인 것이 바람직하다.

[0052] 본 발명자들은 구리 합금 판재의 인장강도, 도전율 및 굽힘 가공성을 높이기 위해서, 압연 집합 조직과의 관계에 대해서 예의 검토하였다. 그 결과, 합금 조성을 상기 범위로 한정한 다음, EBSD 측정 결과로부터 얻어지는 β-fiber(φ2=45°～90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하로 제어함으로써, 600MPa 이상의 인장강도(TS) 및 110GPa 이상의 종탄성계수를 얻을 수 있음과 동시에, 우수한 방열성(35%IACS 이상의 도전율)과, 우수한 굽힘 가공성도 얻을 수 있다. 특히, 종탄성계수를 110～145GPa로 제어하려면, β-fiber의 제어가 중요하며, β-fiber의 방위 밀도가 3.0미만이 되면, 종탄성계수가 110GPa 미만으로, 방위 밀도 25.0초과가 되면, 종탄성계수가 145GPa를 넘어버린다. 또한, 판재의 신장은 0.5～10.0%, 판재의 표면 거칠기(Ra)는 0.1㎛ 이상으로 하는 것이 실드 케이스에의 가공성, 방열성이 양호해지는 점에서 바람직하다. 신장을 제어하려면, 최종 소둔[공정 12]에서의 소둔의 도달 온도를 조정하는 것이 필요하다. 판재의 표면 거칠기를 제어하려면, 각종 냉간 압연에서의 압연 롤의 표면 거칠기 조정이 필요하다.

[0053] [EBSD 측정에 의한 결정 방위의 측정 및 해석]

[0054] 본 발명에서의 상기 압연 집합 조직의 해석에는 EBSD법을 이용하였다. EBSD법이란, Electron BackScatter Diffraction의 약어로, 주사 전자 현미경(SEM) 내에서 시료에 전자선을 조사하였을 때에 생기는 반사 전자 키쿠치선 회절을 이용한 결정 방위 해석 기술이다. EBSD법에 의해, 측정 면적 $64\times10^4\mu m^2$(800㎛×800㎛)로 하고, 스캔 단계는 미세한 결정립을 측정하기 위해서, 0.1㎛로 하여 EBSD 측정을 실시하였다. 해석에서는, $64\times10^4\mu m^2$의 EBSD 측정 결과로부터, 해석으로써 역극점도 IPF(Inverse Pole Figure)를 확인하였다. 전자선은 주사 전자 현미경의 텅스텐(W) 필라멘트로부터의 열 전자를 발생원으로 하였다. 또한, 측정 시의 프로브 직경은 약 0.015㎛이다. EBSD법의 측정 장치로는 (주)TSL 솔루션즈사제 OIM5.0(상품명)을 사용하였다. EBSD에 의한 결정립의 해석에서 얻을 수 있는 정보는 전자선이 시료에 침입하는 수10㎚의 깊이까지의 정보를 포함하고 있다. 또한, 판 두께 방향의 측정 개소는 시료 표면으로부터 판 두께(t)의 1/8배～1/2배의 위치 부근으로 하는 것이 바람직하다.

[0055] 도 1은 EBSD에 의해서 측정하고, ODF(방위 분포 함수) 해석으로부터 얻어진 구리 합금 판재의 대표적인 결정 방위 분포도로서, 압연면 내의 2축 직교 방향인 압연 방향과 평행인 방향(RD) 및 판 폭 방향(TD)과, 압연면의 법선 방향(ND) 3방향의 오일러의 각으로 나타내며, 즉, RD축의 방위 회전을 φ, ND축의 방위 회전을 φ1, TD축의 방위 회전을 φ2로서 나타낸다. 여기서, α-fiber는 φ1=0℃～45°의 범위에 집적하고, β-fiber는 φ2=45°～90°의 범위에 집적하고 있다.

[0056] 본 발명에서는, JBMA T304:1999에 준거한 조건에서 판재를 100㎜ 길이의 단책형으로 가공 후의 튀어오르는 높이 2.0㎜ 이하로 제어하는 것 및 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로써, 굽힘 주름 혹은 크랙의 깊이를 M(㎛), 판 두께를 t(㎛)라 할 때, M/t비를 모두 0.2이하로 제어하는 것이 적어도 한쪽을 만족함으로써, 방열성과 가공 후의 치수 변화(잔류 왜곡량)가 작은 보강용 판재로서 적합한 구리 합금 판재를 얻을 수 있다. Cu의 모상 중에, Co 및 Ni 중 적어도 1성분과 Si로 구성되는 제2상 입자가 석출됨으로써, 석출물이 전위 이동을 억제하여, 재료 강도가 상승한다. 또한, Co는 Ni에 비하여 고용되었을 때의 도전율의 저하 비율이 크지만, 시효 처리에서의 석출량은 Cu-Ni-Si계 합금에서의 NiSi 화합물보다 Cu-Co-Si계에서의 CoSi 화합물 쪽이 많아, 도전율이 높아지는 경향이 있다. 예를 들면, 일반적인 Cu-Ni-Si계 합금(Cu-2.3%Ni-0.65%Si)은 도전율이 35%IACS 정도이지만, Cu-Co-Si계 합금은 50%IACS 이상이 되어, 높은 도전율을 얻을 수 있다. 또한, Cu-Co-Si계 합금은 제조 조건에도 의하지만, 시효 석출 후의 (압연 평행 방향의) 인장강도가 600MPa 이상이 되어, Cu-Ni-Si 합금과 동등 레벨의 강도를 얻을 수 있다.

[0057] 또한, 판재를 100㎜ 길이의 단책형으로 가공한 후의 튀어오르는 높이를 2.0㎜ 이하로 제어하는 방법이나, M/t비

가 0.2이하로 제어하는 방법으로서는, 예를 들면, 본 발명의 구리 합금 판재의 제조 방법에서, 후술하는 냉간 압연 2[공정 9]와 냉간 압연 3[공정 11]의 사이에서, 도달 온도 200~450℃, 150MPa 이상의 응력을 부여하면서 연속 소둔하는 텐션 어닐[공정 10]을 실시함으로써, 구리 합금 판재 내부 조직의 잔류 왜곡을 적당히 개방하여, 잔류(내부) 응력을 낮게 하는 방법을 들 수 있다.

[0058] 또한, M/t비의 산출 방법은 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 높이 프로파일을 측정하고, 측정된 높이 프로파일 중에서, 이웃하는 마루와 골의 고저차가 가장 높은 값을 주름 혹은 크랙의 깊이 M(㎛)으로서 구함으로써, M/t비를 산출할 수 있다.

[0059] <구리 합금 판재의 용도>

[0060] 본 발명의 구리 합금 판재는 각종 용도로 사용할 수 있으며, 예를 들면, 전기 전자기기의 방열 부품이나 실드 케이스 등에 사용하기에 적합하다.

[0061] <본 발명의 구리 합금 판재의 제조 방법>

[0062] 다음으로, 본 발명의 구리 합금 판재의 제조 방법의 일례를 이하에 설명한다.

[0063] 본 발명의 구리 합금 판재의 제조 방법은 상기 합금 조성을 갖는 구리 합금 소재를 용해·주조[공정 1]하여 얻은 주괴(피압연재)에 대하여, 800~1100℃의 온도에서 10분간~20시간 유지하는 균질화 열처리를 실시하는 균질화 열처리 공정[공정 2]과, 균질화 열처리 공정 후에 상기 피압연재에 대하여, 합계 가공율이 10~90%에서 1패스 이상의 열간 압연을 실시하는 열간 압연 공정[공정 3]과, 열간 압연 공정 후에 10℃/sec 이상의 평균 냉각 속도로 급냉을 실시하는 냉각 공정[공정 4]과, 냉각 공정 후에, 상기 피압연재의 양면(한쪽 면당 1.0㎜ 정도)의 면삭을 실시하는 면삭 공정[공정 5]과, 면삭 공정 후에, 합계 가공율이 75% 이상에서 1패스 이상의 냉간 압연을 실시하는 제1 냉간 압연 공정[공정 6]과, 제1 냉간 압연 공정 후에, 승온 속도가 100℃/sec 이상, 도달 온도가 700~1000℃, 유지 시간이 1초~30분 및 냉각 속도가 10~100℃/sec인 조건에서 열처리를 실시하는 용체화 열처리 공정[공정 7]과, 용체화 열처리 공정 후에, 승온 속도가 10~200℃/sec, 도달 온도가 300~800℃, 유지 시간이 10초~1시간 및 냉각 속도가 10~200℃/sec인 조건에서 열처리를 실시하는 시효 석출 열처리 공정[공정 8]과, 합계 가공율이 10~60%에서 1패스 이상의 냉간 압연을 실시하는 제2 냉간 압연 공정[공정 9]과, 승온 속도가 1~100℃/초, 도달 온도가 200~450℃, 150MPa 이상의 장력(응력)을 부여하면서 연속 소둔을 실시하는 텐션 어닐 공정[공정 10]과, 합계 가공율이 10~60%에서 1패스 이상의 냉간 압연을 실시하는 제3 냉간 압연[공정 11]과, 최종 소둔[공정 12]을 차례로 실시한다. 이렇게 하여, 본 발명의 구리 합금 판재를 제조할 수 있다.

[0064] 여기서 말하는 「압연 가공율」이란, 압연 전 단면적으로부터 압연 후 단면적을 뺀 값을 압연 전 단면적으로 나누고 100을 곱해서 퍼센트로 나타낸 값이다. 즉, 하기 식으로 나타난다.

[0065] [압연 가공율]={([압연 전 단면적]-[압연 후 단면적])/[압연 전 단면적]}×100(%)

[0066] 본 발명에서는, 상기 제조 방법 중에서, 특히 제1 냉간 압연 공정[공정 6], 용체화 열처리 공정[공정 7], 시효 석출 열처리 공정[공정 8], 제2 냉간 압연 공정[공정 9], 텐션 어닐 공정[공정 10], 제3 냉간 압연[공정 11] 및 최종 소둔[공정 12]을 제어하는 것이 중요하다. 즉, 제1 냉간 압연 공정[공정 6]에서의 합계 가공율을 75% 이상으로 크게 함으로써, 압연 집합 조직을 충분히 발달시킬 수 있다.

[0067] 또한, 제1 냉간 압연 공정 후, 용체화 열처리 공정[공정 7]을 승온 속도가 100℃/sec 이상, 도달 온도가 700~1000℃, 유지 시간이 1초~30분 및 냉각 속도가 10~100℃/sec인 조건에서 실시함으로써, 압연 집합 조직을 부분적으로 회복시켜, ø=0~10°, ø2=0~90° 의 범위의 방위 밀도를 제어할 수 있다. 또한, 용체화 열처리 공정[공정 7]을 승온 속도, 도달 온도, 유지 시간 및 냉각 속도 중 적어도 하나가 상기 적정 범위로부터 벗어난 조건에서 실시하면, 그 후에 실시하는 시효 석출 열처리 공정[공정 8]에서 재결정 조직이 랜덤화되어, 규정한 방위 밀도의 적정 범위로 하는 것은 불가능해질 우려가 있다.

[0068] 더욱이, 용체화 열처리 공정 후에, 시효 석출 열처리 공정[공정 8]을 승온 속도가 10~200℃/sec, 도달 온도가 300~800℃, 유지 시간이 10초~1시간 및 냉각 속도가 10~200℃/sec인 조건에서 실시함으로써, β-fiber의 방위 밀도를 적정 범위로 제어할 수 있다.

[0069] 더욱이 또한, 시효 석출 열처리 공정 후에, 제2 냉간 압연 공정[공정 9]을 합계 가공율이 10~60%에서 실시함으로써, 재결정 조직을 형성하여, ϕ=0~10°, ϕ2=0~90° 의 범위의 방위 밀도를 규정 범위로 제어할 수 있다.

[0070] 더불어, 제2 냉간 압연 공정 후에, 텐션 어닐 공정[공정 10]을 승온 속도가 1~100℃/초, 도달 온도가 200~450℃, 150MPa 이상의 장력(응력)을 부여하는 조건에서 실시함으로써, 가공에 의한 전위의 도입과 열처리에 의한 전위의 회복 밸런스가 양호해져, 압연 집합 조직 및 인장강도를 적절히 제어할 수 있다.

[0071] 더불어 또한, 텐션 어닐 공정 후에, 제3 냉간 압연[공정 11]을 합계 가공율이 10~60%에서 실시함으로써, 압연 집합 조직을 발달시킬 수 있고, 그 후, 최종 소둔[공정 12]을 실시함으로써, β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치가 3.0이상 25.0이하의 범위인, 목표로 하는 조직 및 특성을 얻을 수 있다.

[0072] [실시예]

[0073] 이하에, 본 발명을 실시예에 근거하여 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 그것들에 한정되는 것은 아니다.

[0074] (실시예 1~13 및 비교예 1~8)

[0075] 실시예 1~13 및 비교예 1~8은 표 1에 나타내는 성분 조성이 되도록 각각 Ni 및 Co 중 적어도 1성분 및 Sn 및 필요에 따라서 첨가하는 임의 첨가 성분을 함유하고, 잔부가 Cu와 불가피 불순물로 구성되는 구리 합금 소재를 고주파 용해로에 의해서 용해하여, 이것을 주조[공정 1]하여 주괴를 얻었다. 주괴에 대하여, 유지 온도 800~1100℃, 유지 시간 10분부터 20시간의 균질화 열처리[공정 2]를 실시하고, 그 후, 합계 가공율을 10~90%로 하는 열간 압연[공정 3]을 실시한 후, 수냉에 의한 급냉[공정 4]을 실시한다. 이 후, 표면의 산화막 제거를 위해서, 압연재의 표리 양면을 각각 1.0㎜ 정도의 면삭[공정 5]을 실시한다. 그 후, 합계 가공율을 75% 이상으로 하는 제1 냉간 압연[공정 6]을 실시한 후, 승온 속도가 100℃/sec 이상, 도달 온도가 700~1000℃, 유지 시간이 1초~30분 및 냉각 속도가 10~100℃/sec인 조건에서 용체화 열처리 공정[공정 7]을 실시하고, 그 후, 승온 속도가 10~200℃/sec, 도달 온도가 300~800℃, 유지 시간이 10초~1시간 및 냉각 속도가 10~200℃/sec인 조건에서 시효 석출 열처리 공정[공정 8]을 실시한 후, 합계 가공율을 10~60%로 하는 제2 냉간 압연 공정[공정 9]을 실시하고, 이어서, 승온 속도를 1~100℃/초로 하여, 표 2에 나타내는 도달 온도 및 부여하는 장력(응력)의 조건에서 텐션 어닐 공정[공정 10]을 실시하고, 그 후, 합계 가공율을 10~60%로 하는 제3 냉간 압연[공정 11]을 실시하고, 그 후, 200~600℃, 1초~1시간의 조건에서 최종 소둔[공정 12]을 실시하여, 구리 합금 판재(공시재)를 제작하였다. 각 실시예 및 각 비교예에서의 제조 조건과, 얻어진 공시재의 특성을 표 2에 나타낸다.

[0076] 이들 공시재에 대해서 하기의 특성 조사를 실시하였다.

[0077] [EBSD 측정에 의한 결정 방위의 측정 및 해석]

[0078] EBSD법에 의해서, 측정 면적 $64\times10^4\mu m^2$(800㎛×800㎛)로 하고, 스캔 단계는 미세한 결정립을 측정하기 위해서, 0.1㎛로 하여 EBSD 측정을 실시하였다. 해석에서는, $64\times10^4\mu m^2$인 EBSD 측정 결과로부터, 해석에서 역극점도 IPF(Inverse Pole Figure)를 확인하였다. 전자선은 주사 전자 현미경의 텅스텐(W) 필라멘트로부터의 열 전자를 발생원으로 하였다. 또한, 측정 시의 프로브 직경은 약 0.015㎛이다. EBSD법의 측정 장치에는, (주)TSL 솔루션즈사제 OIM5.0(상품명)을 사용하였다. EBSD에 의한 결정립의 해석에서 얻어지는 정보는 전자선이 시료에 침입하는 수10㎚의 깊이까지의 정보를 포함하고 있다. 또한, 판 두께 방향의 측정 개소(n=4)는 시료 표면으로부터 판 두께(t)의 1/8배~1/2배의 위치 부근으로 하여, 이들 측정 개소의 정보로부터, β-fiber(φ2=45° ~90°)의 방위 밀도의 평균치를 산출하였다.

[0079] [인장강도 및 종탄성계수의 산출]

[0080] 인장강도와 종탄성계수(영률)는 압연 방향과 평행인 방향(압연 평행 방향)으로 소정의 시험편의 치수로 잘라낸 각 공시재(n=3)에 대해서, JIS Z 2241:2011에 준한 인장 시험을 실시함으로써 얻어진 데이터로부터 산출하였다. 산출한 인장강도와 종탄성계수의 평균치(MPa)를 표 2에 나타낸다.

[0081] [잔류 왜곡(응력)의 평가]

[0082] 잔류 왜곡(응력)은 JBMA T304:1999(슬릿 변형 측정 방법)에 준거하여 평가를 실시하였다. 우선, 각 공시재로부터, 도 2에 나타내는 바와 같이, 길이(L)가 220, 폭(W)이 12㎜ 이상, 판 두께가 0.1~0.8㎜인 시험편을 압연 평행 방향으로 잘라내서, 시험편의 일단(도 2의 B단) 측으로부터 타단(도 2의 A단) 측을 향하여, 폭 2㎜, 길이(도 2의 치수(X1)와 치수(X2)의 합계 치수) 120㎜의 칼집(슬릿)을 0.5~1.0㎜ 간격으로 10개 이상 넣은 후, B단 측을 치수(X2)(20㎜)만큼 절단하여, 슬릿 길이(X1)가 100㎜가 되도록 제작하였다. 그리고, 제작한 각 시험편에 대하여, 매달기법에 의하여 튀어오르는 높이(휨)를 측정하여, 이 휨 측정치(㎜)로부터 잔류 왜곡(응력)을 평가하였다. 표 2에 그 결과를 나타낸다. 본 시험은 JBMA T304:1999의 측정 방법에 대하여, 보다 작은 변형을 관찰하

기 위해서, 칼집수를 늘리고 있다.

[0083] [도전율(EC)]

[0084] 각 공시재의 도전율은 20℃±0.5℃로 유지된 항온조 중에서 사단자법에 의해서 비저항의 수치를 계측하고, 계측한 비저항의 수치로부터 산출하였다. 또한, 단자간 거리는 100㎜로 하였다. 표 2에 그 결과를 나타낸다. 본 실시예에서는, 공시재의 도전율이 35%IACS 이상인 경우를 합격 레벨로 하였다.

[0085] [굽힘 가공성의 평가]

[0086] 굽힘 가공성은 W굽힘 시험 방법에 의한 90° 굽힘 가공과 U굽힘 시험(180° 밀착 굽힘)에 의한 180° 굽힘 가공 2종류의 굽힘 가공으로 평가하였다.

[0087] <90° 굽힘 가공>

[0088] 각 실시예와 각 비교예의 공시재에 대해서, 압연 방향에 대하여 수직으로 폭 10㎜, 길이 25㎜가 되도록 채취한 압연 수직 방향 시험편과, 압연 방향에 대하여 평행으로 폭 10㎜, 길이 25㎜가 되도록 채취한 압연 평행 방향 시험편을 시험에 제공하였다. 압연 평행 방향 시험편에 대하여 굽힘의 축이 압연 방향에 대하여 직각이 되도록 W굽힘한 것을 GW(Good Way), 압연 수직 방향 시험편에 대하여 굽힘의 축이 압연 방향에 대하여 평행이 되도록 W굽힘한 것을 BW(Bad Way)로 하여, 일본 신동 협회 기술 표준 JCBA－T307(200)에 준거하여 90° W굽힘 가공을 실시하였다. 판재의 판 두께는 0.05～0.4㎜이며, 90° W굽힘 시험 시의 내측 굽힘 반경(R)과, 판 두께(t)의 관계로 나타내는 R/t가 압연 평행 방향, 압연 수직 방향 모두 0이 되는 조건에서의 굽힘 가공을 실시하였다.

[0089] <180° 굽힘 가공>

[0090] 각 실시예와 각 비교예의 공시재에 대해서, 압연 방향에 대하여 수직으로 폭 1㎜, 길이 10㎜가 되도록 채취한 압연 수직 방향 시험편과, 압연 방향에 대하여 평행으로 폭 1㎜, 길이 10㎜가 되도록 채취한 압연 평행 방향 시험편을 시험에 제공하였다. 압연 평행 방향 시험편에 대하여 굽힘의 축이 압연 방향에 대하여 직각이 되도록 W굽힘한 것을 GW(Good Way), 압연 수직 방향 시험편에 대하여 굽힘의 축이 압연 방향에 대하여 평행이 되도록 W굽힘한 것을 BW(Bad Way)로 하고, 일본 신동 협회 기술 표준 JCBA-T307(2007)에 준거하여 90° W굽힘 가공 후, 압축 시험기로 내측 반경을 추가하지 않고 180° 밀착 굽힘 가공을 실시하였다. 판재의 판 두께는 0.05～0.4㎜이며, 180° U굽힘 시험 시의 내측 굽힘 반경(R)과, 판 두께(t)의 관계로 나타내는 R/t가 압연 평행 방향, 압연 수직 방향 모두 2.0이 되는 조건에서의 굽힘 가공을 실시하였다.

[0091] 굽힘 가공성은 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 굴곡 가공부의 외면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 측정한 높이 프로파일로부터 산출한 M/t비의 수치에 의해서 평가할 수 있다. 구체적으로는, 90° 굽힘 가공과 180° 굽힘 가공을 각각 실시한 후의 각 시험편의 표면 상에서, 레이저 현미경을 이용하여, 굽힘의 축 방향에 대하여 수직인 방향으로 높이 프로파일을 측정하여, 측정된 높이 프로파일 중에서, 이웃하는 마루와 골의 고저차가 가장 높은 값을 주름 혹은 크랙의 깊이 M(㎛)으로 서 구함으로써, M/t비를 산출한다. 또한, 높이 프로파일은 판 두께의 0.5배 이상의 거리를 시험편 폭의 중앙 위치의 1개소와, 중앙 위치로부터 좌우로 시험편 폭의 4분의 1의 거리만큼 떨어진 좌우 위치 2개소의 합계 3개소에서 측정하였다. 본 실시예에서는, M/t가 0.2이하가 되는 경우를 굽힘 가공성이 합격 레벨에 있다고 하였다.

[0092] [표 1]

	합금 성분(질량%)										Ni+Co (질량%)	(Ni+Co) /Si비
	Ni	Co	Si	Mg	Cr	Sn	Zn	Zr	Mn	Cu		
실시예 1	0.10	1.08	0.30	0.25	0.09	0.05	0.05	–	–	잔부	1.18	3.93
실시예 2	0.00	1.12	0.30	0.40	–	0.01	0.30	0.01	–	잔부	1.12	3.78
실시예 3	3.18	0.00	0.57	0.45	–	–	0.25	0.01	–	잔부	3.18	5.58
실시예 4	4.13	0.12	0.84	0.24	0.01	0.03	0.30	0.01	–	잔부	4.25	5.07
실시예 5	4.49	0.21	1.29	0.30	–	–	0.20	0.01	–	잔부	4.70	3.65
실시예 6	0.39	1.44	0.90	0.50	–	0.01	0.35	0.01	–	잔부	1.83	2.04
실시예 7	2.40	1.20	0.95	–	–	–	–	–	0.10	잔부	3.60	3.79
실시예 8	0.97	0.64	0.40	–	–	–	–	–	–	잔부	1.61	4.03
실시예 9	1.73	0.30	0.47	–	–	–	–	–	–	잔부	2.03	4.32
실시예 10	0.20	1.20	0.50	–	–	–	–	–	0.05	잔부	1.40	2.80
실시예 11	3.80	0.00	0.93	–	–	–	–	–	–	잔부	3.80	4.09
실시예 12	2.40	0.20	0.70	–	–	–	–	–	–	잔부	2.60	3.71
실시예 13	0.00	2.00	0.42	–	0.17	–	0.05	0.01	0.03	잔부	2.00	4.76
실시예 14	0.10	1.08	0.30	0.24	0.09	0.05	0.05	–	–	잔부	1.18	3.93
실시예 15	2.40	1.20	0.95	–	–	–	–	–	0.05	잔부	3.60	3.79
비교예 1	1.11	0.18	0.20	0.35	–	0.02	0.10	0.01	–	잔부	1.29	**6.46**
비교예 2	**5.56**	0.98	0.74	0.28	–	–	0.15	0.01	–	잔부	**6.54**	**8.83**
비교예 3	0.61	**2.26**	0.26	–	–	**0.45**	–	–	0.10	잔부	2.87	**11.03**
비교예 4	**6.22**	0.00	0.20	0.45	0.50	–	0.50	0.01	–	잔부	**6.22**	**31.12**
비교예 5	0.00	1.05	0.39	–	–	–	–	–	–	잔부	1.05	2.69
비교예 6	0.15	1.00	0.46	–	–	–	–	–	–	잔부	1.15	2.50
비교예 7	3.20	0.20	0.80	–	–	–	–	–	–	잔부	3.40	4.25
비교예 8	2.40	0.00	0.58	–	–	–	–	–	–	잔부	2.40	4.14

[0093]

[0094] [표 2]

	텐션 어닐 [공정 10]의 조건		압연 집합 조직	압연 평행 방향의 인장 특성		잔류 왜곡 (응력)량	굽힘 가공성(M/t비로 평가)				도전율 (%IACS)
	도달 온도 (℃)	부여 응력 (MPa)	β-fiber (φ2=45°~90°)의 방위 밀도의 평가치	인장 강도 TS (MPa)	종 탄성 계수 (GPa)	튀어오르는 높이(mm)	90° 굽힘 가공		180° 굽힘 가공		
							GW	BW	GW	BW	
실시예 1	345	340	20.5	725.0	135.0	1.8	0.05	0.04	0.08	0.07	66.0
실시예 2	240	400	19.0	690.0	142.0	1.3	0.04	0.03	0.05	0.04	73.0
실시예 3	440	200	4.5	860.0	120.0	0.8	0.08	0.11	0.09	0.13	38.0
실시예 4	200	160	23.0	920.0	139.0	1.8	0.10	0.15	0.12	0.17	35.0
실시예 5	400	260	9.0	948.0	125.0	1.4	0.13	0.12	0.16	0.15	36.0
실시예 6	390	200	12.0	730.0	131.0	1.6	0.80	0.09	0.10	0.11	60.0
실시예 7	220	175	24.0	800.0	140.0	1.9	0.07	0.09	0.08	0.11	40.0
실시예 8	355	200	17.0	615.0	131.0	1.4	0.08	0.08	0.10	0.10	41.0
실시예 9	430	190	3.5	680.0	112.0	0.9	0.04	0.06	0.08	0.08	44.0
실시예 10	280	160	16.0	740.0	120.0	1.5	0.07	0.09	0.11	0.14	62.0
실시예 11	330	240	25.0	920.0	142.0	1.8	0.09	0.10	0.10	0.11	39.0
실시예 12	375	200	5.0	870.0	115.0	1.1	0.08	0.10	0.09	0.12	48.0
실시예 13	240	400	19.0	740.0	143.0	1.3	0.09	0.09	0.10	0.11	67.0
실시예 14	345	340	20.5	725.0	135.0	1.8	0.05	0.04	**0.21**	0.18	65.0
실시예 15	220	175	24.0	800.0	140.0	**2.1**	0.07	0.09	0.08	0.11	40.0
비교예 1	**180**	235	23.0	**590.0**	140.0	1.9	0.10	0.10	0.14	0.12	**33.0**
비교예 2	250	200	17.5	980.0	138.0	1.1	**0.52**	**0.49**	파단에 의해 판정 불가		**24.0**
비교예 3	**480**	180	4.5	880.0	140.0	0.9	0.19	**0.23**	**0.30**	**0.54**	**33.0**
비교예 4	300	200	20.0	920.0	135.0	1.3	**0.33**	**0.54**	**0.70**	**0.81**	**22.5**
비교예 5	**160**	195	**27.0**	650.0	146.0	**3.0**	0.10	0.10	0.12	0.15	50.0
비교예 6	260	**90**	**28.5**	690.0	148.0	**3.5**	0.10	0.10	0.12	0.14	45.0
비교예 7	**480**	230	**2.3**	780.0	125.0	**2.7**	0.05	0.06	0.08	0.12	39.0
비교예 8	380	**95**	**25.5**	820.0	140.0	**2.9**	0.17	**0.23**	**0.30**	**0.54**	36.0

[0095]

[0096] 표 2에 나타내는 결과로부터, 실시예 1~15는 모두 합금 조성, 압연 집합 조직 및 텐션 어닐 공정(공정 10)의 조건이 모두 적정하기 때문에, 압연 평행 방향의 인장강도가 600MPa 이상으로서, 튀어오르는 높이(휨)가 2.0㎜

이하로 잔류 왜곡(응력)이 작거나, 혹은 90° 굽힘 가공 및 180° 굽힘 가공 쌍방에서 측정한 M/t비가 0.2이하로 작고, 굽힘 가공성이 우수하며, 더불어, 실시예 1~15는 모두 도전성이 35%IACS 이상으로 높아, 압연 평행 방향의 종탄성계수도 110~145GPa의 범위였다. 특히, 실시예 1~13은 모두 튀어오르는 높이(휨)가 2.0㎜ 이하로 잔류 왜곡(응력)이 작으며, 또한 90° 굽힘 가공 및 180° 굽힘 가공 쌍방에서 측정한 M/t비가 0.2이하로 작고, 굽힘 가공성도 우수하다.

[0097] 한편, 구리 합금 판재 중의 (Ni+Co)/Si비가 본 발명의 적정 범위를 초과한 비교예 1은 인장강도가 590MPa와 600MPa 미만이며, 도전율도 33.0IACS%로 낮았다. 또한, 구리 합금 판재 중의 Ni 함유량, Ni과 Co의 합계 함유량 및 (Ni+Co)/Si비 모두가 본 발명의 적정 범위를 초과한 비교예 2는 굽힘 가공성이 뒤떨어져 있고, 도전율도 24.0IACS%로 낮았다. 더욱이, 구리 합금 판재 중의 Co 함유량 및 (Ni+Co)/Si비가 본 발명의 적정 범위를 초과한 비교예 3은 굽힘 가공성이 뒤떨어져 있고, 도전율도 33.0IACS%로 낮았다. 더욱이 또한, 구리 합금 판재 중의 Ni 함유량, Ni과 Co의 합계 함유량 및 (Ni+Co)/Si비 모두가 본 발명의 적정 범위를 초과한 비교예 4는 굽힘 가공성이 뒤떨어져 있고, 도전율도 22.5IACS%로 낮았다. 더불어, 텐션 어닐 공정에서의 도달 온도 및 부여 응력 중 어느 하나가 본 발명의 적정 범위 밖이며, β-fiber의 방위 밀도의 평균치가 본 발명의 적정 범위 밖인 비교예 5~8은 모두 튀어오르는 높이(휨)가 2.0㎜보다 크고, 잔류 왜곡(응력)이 크며, 또한, 비교예 8은 굽힘 가공성도 떨어졌었다.

[0098] [산업상의 이용 가능성]

[0099] 본 발명에 따르면, 스테인리스강에 비하여 방열성이 우수하고 게다가, 예를 들면, 전기 전자기기의 보강 케이스로서 사용한 경우라도 충분한 강도를 가지며, 더불어, 잔류 응력이 작고, 굽힘 가공성도 우수한 구리 합금 판재 및 그 제조 방법 및 전기 전자기기용 방열 부품 및 실드 케이스를 제공하는 것이 가능해졌다.

부호의 설명

[0100] W: (잔류 왜곡 평가용) 시험편의 폭

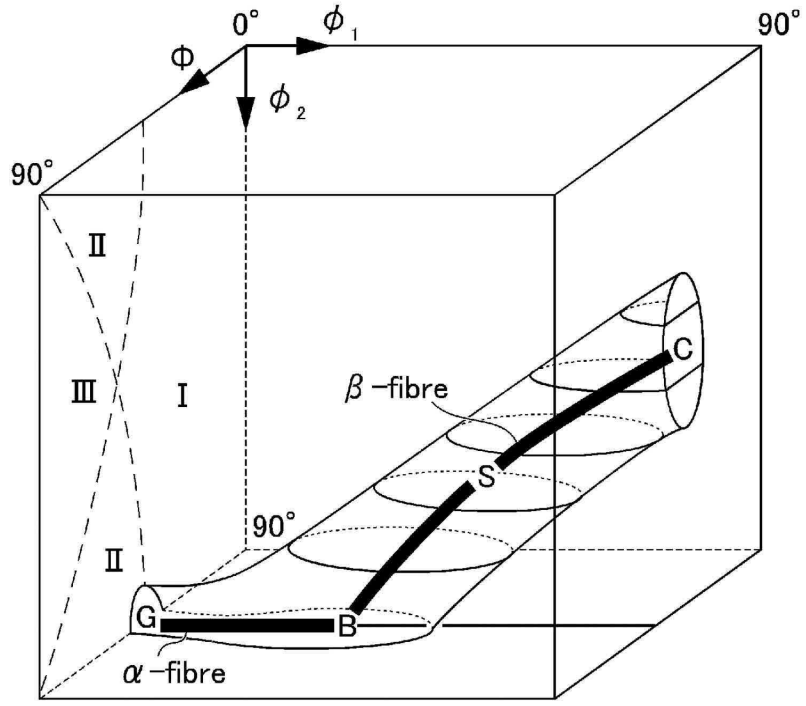
L: 시험편의 길이

X1: 슬릿 길이

X2: (단 잘라버림) 치수

도면

도면1



도면2

