

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/182776 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 9/06 (2006.01) C22C 9/10 (2006.01)
C22C 9/00 (2006.01) C22F 1/08 (2006.01)
C22C 9/02 (2006.01) H01R 13/03 (2006.01)
C22C 9/04 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
C22C 9/05 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065688
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 29 日(29.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-112974 2014 年 5 月 30 日(30.05.2014) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 磯松 岳己 (ISOMATSU, Takemi); 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 樋口 優 (HIGUCHI, Masaru); 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 飯田 敏三, 外 (IIDA, Toshizo et al.); 〒1050004 東京都港区新橋 3 丁目 1 番 10 号 石井ビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

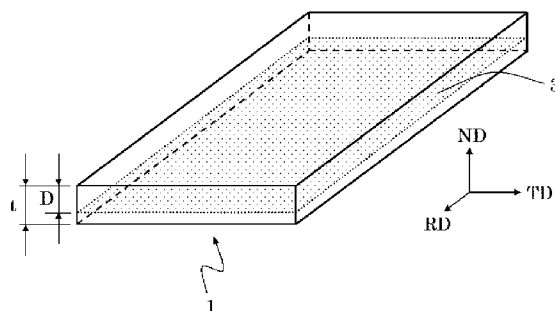
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COPPER ALLOY SHEET, CONNECTOR COMPRISING COPPER ALLOY SHEET, AND METHOD FOR PRODUCING COPPER ALLOY SHEET

(54) 発明の名称: 銅合金板材、銅合金板材からなるコネクタ、および銅合金板材の製造方法

[図2]



(57) Abstract: Provided is a copper alloy sheet having a composition containing 1.0 to 6.0 mass% Ni, and 0.2 to 2.0 mass% Si, further containing a total of 0 to 3.000 mass% of at least one type of element selected from the group comprising B, Mg, P, Cr, Mn, Fe, Co, Zn, Zr, Ag and Sn, with the remainder comprising copper and unavoidable impurities, wherein: the strain hardening exponent, n_{RD} , in the rolling direction, RD, is 0.010 to 0.150; and the ratio, n_{RD}/n_{TD} , between n_{RD} and the strain hardening component, n_{TD} , in the transverse direction, TD, is 0.500 to 1.500. On the surface parallel to the rolled surface of the copper alloy sheet at a depth D, the average value, Sa, of the area ratio, S(D), of crystal grains in which the angle of deviation from cube orientation $\{001\}<100>$ is within 15° is 5.0 to 30.0%. Thus, the copper alloy sheet has: excellent bendability; excellent strength; a low deflection coefficient as a spring property after bending work; and little specificity for each of the properties of bendability, strength and deflection coefficient in the rolling direction and transverse direction.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/182776 A1



Niを1.0～6.0質量%、Siを0.2～2.0質量%含有し、B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnからなる群から選ばれる少なくとも1種を合計で0～3.00質量%含有し、残部が銅および不可避不純物からなる組成を有する銅合金板材であって、圧延平行方向（RD）の加工硬化指数 n_{RD} が0.010～0.150であり、前記 n_{RD} と圧延垂直方向（TD）の加工硬化指数 n_{TD} との比 n_{RD}/n_{TD} が0.500～1.500であり、前記銅合金板材の深さDにおける前記圧延面表面と平行な面において、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内の結晶粒の面積率 $S(D)$ の平均値 S_a が5.0～30.0%である銅合金材により、曲げ加工性に優れ、優れた強度を有するとともに、曲げ加工後のばね特性としてたわみ係数が低く、かつ、これらの曲げ加工性、強度およびたわみ係数の各特性の圧延方向と圧延垂直方向での特異性の少ない銅合金材を提供する。

明 細 書

発明の名称：

銅合金板材、銅合金板材からなるコネクタ、および銅合金板材の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、銅合金板材およびその製造方法に関する。特に、曲げ加工性と強度、さらに曲げ加工後のばね特性に優れて、車載部品用や電気・電子機器用のリードフレーム、コネクタ、端子材、リレー、スイッチ、ソケットなどに適用される銅合金板材およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 車載部品用や電気・電子機器用のリードフレーム、コネクタ、端子材、リレー、スイッチ、ソケットなどの用途に使用される銅合金板材に要求される特性項目は、導電率、耐力（降伏応力）、引張強度、曲げ加工性等がある。近年、電気・電子機器の小型化、軽量化、高機能化、高密度実装化や使用環境の高温化に伴って、この要求特性が高まっている。特に、車載部品用や電気・電子機器用部品に用いられる銅や銅合金の板材には、薄肉化の要求が高まっているため、要求される強度レベルはより高度になってきている。

[0003] また、電気・電子機器、車載部品用途に使用される銅合金材料に要求される特性項目の1つとして、たわみ係数が低いことが要求されている。近年、コネクタ、車載部品の小型化の進行に伴い、端子の寸法精度やプレス加工の公差が厳しくなっている。材料のたわみ係数を低減することで、接点部の接圧に及ぼす寸法変動の影響を低減できるため、設計が容易となる。

[0004] また、車載部品や電気・電子部品を構成するコネクタ、端子、リードフレーム、リレー、スイッチなどの部品に使用される材料には、車載部品や電気・電子機器の組み立て時や作動時に付与される応力に耐えうる高い強度が要求される。

[0005] 従来、一般的に電気・電子機器用材料としては、鉄系材料の他、リン青銅、丹銅、黄銅等の銅系材料も広く用いられている。これらの合金はS nやZ

nの固溶強化と、圧延や線引きなどの冷間加工による加工硬化の組み合わせにより強度を向上させている。この方法では、導電率が不十分であり、また、高い圧延率の冷間加工を加えることによって高強度を得ているために、曲げ加工性や耐応力緩和特性が不十分である。

[0006] 銅合金の強化法として材料中に微細な第二相を析出させる析出強化法がある。この強化方法は、強度が高くなることに加えて、導電率を同時に向上させる利点があるため、多くの合金系で行われている。しかし、昨今の電気・電子機器や自動車用の車載部品の小型化に伴って、銅合金は、より高強度な材料により小さい半径の曲げ加工を施す様になっており、曲げ加工性に優れた銅合金板材が強く要求されている。さらに、高強度、高ばね性と良好な曲げ加工性を有する板材でも、圧延平行方向（RD、圧延方向）と圧延垂直方向（TD、幅方向）とで特性差があることは好ましくなく、いずれの方向でも良好な特性を示すことが重要である。特に、超小型端子として用いられる際、狭幅でピン型に微細な加工が施され、ここでも圧延平行方向と圧延垂直方向のいずれの方向でも良好な特性を示すことが重要である。従来のCu-Ni-Si系銅合金において、高い強度を得るには、圧延率を高めて大きな加工硬化を得ていた。しかし、この方法は先述した様に曲げ加工性を劣化させてしまい、高強度と良好な曲げ加工性を両立することが困難であった。

[0007] 近年、電気・電子機器用の端子やコネクタ、車載用端子等は、モジュール全体の小型化、電装部品の高密度化に伴い、これまで以上に小さい半径で曲げ加工され、さらに複雑な形状に加工されている。曲げの軸が圧延方向に垂直（GW曲げ）あるいは平行（BW曲げ）のいずれの場合にも、曲げ半径の小さい複雑な加工が入り、さらに加工後のばね特性（接圧、たわみ量）は均一（設計値通り）でなくてはならない。従来は、コルソン系合金（Cu-Ni-Si系合金）の板材を加工し、端子の接点部として使用する際は、特定の方向（GWもしくはBW）のみの加工であった。しかし最近では、上記のように複雑な形状に加工されるため、1つの端子でGW曲げ、BW曲げがいくつも入る設計になっている。この場合には、従来の、曲げ、強度、加工硬

化指数の異方性がある材料では、GW、BW曲げのどちらかでクラックが発生してしまい、端子やコネクタとして使用できない。また、異方性があると、加工後のばね特性も曲げ加工方向によってばらついてしまい、端子やコネクタとして使用できなくなってしまう。

- [0008] 従来、曲げ加工性の向上の要求に対して、加工硬化指数、結晶方位の制御によって解決する提案がいくつかなされている。例えば、特許文献1には、Cu-Ni-Si系合金において、圧延平行方向（LD）と圧延垂直方向（TD）の両方における引張強度、耐力、均一伸び、全伸び、および加工硬化指数を制御することで、GW、BWの曲げ加工性を改善することが提案されている。また、特許文献2には、Cu-Ni-Si系合金の結晶方位と加工硬化指数を制御することで、曲げ加工性が改善することが提案されている。また、特許文献3には、Cube方位面積率を10%以上に制御することで、強度と曲げ加工性が両立できることが提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2010-031379号公報
特許文献2：特開2013-047360号公報
特許文献3：特開2011-117034号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 特許文献1に記載された発明においては、圧延平行方向、圧延垂直方向での機械特性を制御することで、強度と曲げ加工性のバランスがとれた優れた特性を得ている。しかし、結晶方位や結晶粒径の制御については記載がない。特許文献2に記載された発明においては、結晶方位と加工硬化指数を制御することで、強度と曲げ加工性を両立させている。しかし、圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性の制御はなされておらず、また、各結晶方位は制御しているものの、その板厚方向での分布についての記載はない。特許文献3で

は、Cube方位面積率の集積で曲げ加工性を改善している。しかし、加工硬化指数の制御はなされておらず、また、圧延平行方向と圧延垂直方向の両方における異方性を制御するものではない。

[0011] 上記のような従来技術の問題点に鑑み、本発明は、曲げ加工性に優れ、優れた強度を有するとともに、曲げ加工後のばね特性としてたわみ係数が低く、かつ、これらの曲げ加工性、強度およびたわみ係数の各特性の圧延平行方向と圧延垂直方向での異方性の少ない、1つの部材に対してGW曲げとBW曲げを両方行うような複雑な加工を施すことが可能な高品質の電気・電子機器用のリードフレーム、コネクタ、端子材等、自動車車載用などのコネクタや端子材、リレー、スイッチ、ソケットなどに適した銅合金板材を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明者らは、Cu-Ni-Si系合金の銅合金板材において、曲げ加工性と強度を大きく向上させた、電気・電子部品用途や自動車車載部品用途に適した銅合金板材について研究を重ね、鋭意検討した結果、加工硬化指数、曲げ加工性および強度とそれらの異方性とは相関があることを見出した。また、板材の圧延平行方向および圧延垂直方向の加工硬化指数の関係を適正に制御することによって、曲げ加工と強度の異方性をいずれも低くすることができることを見出した。さらに、検討したところ、曲げ加工性とその異方性については、集合組織を適正に制御することによって曲げ加工性とその異方性を向上させることができることを見出した。本発明は、これらの知見に基づき完成するに至ったものである。

[0013] すなわち、本発明によれば、下記に記載の手段が提供される。

(1) Niを1.0～6.0質量%、Siを0.2～2.0質量%含有し、B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnからなる群から選ばれる少なくとも1種を合計で0.000～3.000質量%含有し、残部が銅および不可避不純物からなる組成を有する銅合金板材であって（ただし、上記B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、

A g および S n は、いずれか 1 種以上を含有させてもよいし、いずれの種も含有させなくてもよい任意添加成分である。）、

圧延平行方向（R D）の加工硬化指数 n_{RD} が 0.010～0.150 であり、

圧延平行方向の加工硬化指数 n_{RD} と圧延垂直方向（T D）の加工硬化指数 n_{TD} との比 n_{RD}/n_{TD} が 0.500～1.500 であり、

前記銅合金板材の板厚を t とし、前記銅合金板材の圧延面表面から板厚方向における深さを D とし、前記銅合金板材の深さ D における前記圧延面表面と平行な面において、Cube 方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内の結晶粒の面積率を $S(D)$ としたとき、板厚方向における $S(D)$ の平均値 S_a が 5.0～30.0% であることを特徴とする、銅合金板材。

(2) B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Ag および S n からなる群から選ばれる少なくとも 1 種を合計で 0.005～3.000 質量%含有する、(1) 項に記載の銅合金板材。

(3) 母材の結晶粒について、圧延平行方向の平均粒径 a と圧延垂直方向の平均粒径 b の比 a/b が 0.8 以上である、(1) または (2) 項に記載の銅合金板材。

(4) 圧延平行方向と圧延垂直方向のたわみ係数がいずれも 140 GPa 以下であり、圧延平行方向のたわみ係数 (E_{RD}) と圧延垂直方向のたわみ係数 (E_{TD}) の比 E_{TD}/E_{RD} が 1.05 以下である、(1)～(3) のいずれか 1 項に記載の銅基合金板材。

(5) (1)～(4) のいずれか 1 項に記載の銅合金板材からなるコネクタ。

(6) (1)～(4) のいずれか 1 項に記載の銅合金板材の製造方法であって、

溶解・鋳造工程、鋳塊圧延工程、均質化熱処理工程、熱間圧延工程、急冷工程、冷間圧延 1 工程、スリット・トリミング工程、冷間圧延 2 工程、中間

溶体化処理工程、急冷工程、時効熱処理工程の各工程をこの順で行い、

前記鋳塊圧延工程では、1パスあたりの圧延加工を1.0%以上の加工率で1回以上の圧延を行い、

前記冷間圧延1工程では、1パスあたりの平均圧延圧力を 50 N/mm^2 以上で、合計の加工率が30%以上となるように圧延し、

前記冷間圧延2工程では、1パスあたりの平均圧延圧力を 50 N/mm^2 以上で、合計の加工率が50%以上となるように圧延し、

前記中間溶体化処理工程では、昇温速度 5°C/sec 以上で、到達温度 $600\sim 1100^\circ\text{C}$ の高温域で溶体化処理を行うことを特徴とする、銅合金板材の製造方法。

(7) 前記時効熱処理工程の後に、酸洗・研磨工程、冷間圧延3工程、最終焼鈍工程をこの順で行う、(6)項に記載の銅合金板材の製造方法。

本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記の記載からより明らかになるであろう。

発明の効果

[0014] 本発明の銅合金板材は、曲げ加工性に優れ、優れた強度を示し、曲げ加工性と強度の各特性の圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性が少ない。従って、本発明の銅合金板材は、電気・電子機器用のリードフレーム、コネクタ、端子材等、自動車車載部品用のコネクタや端子材などの他、リレー、スイッチ、ソケットなどに特に適した性質を有する銅合金板材である。

また、本発明の製造方法によれば、上記銅合金板材を好適に製造することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の銅合金板材1と圧延方向RD、圧延垂直方向(幅方向)TD、圧延面法線方向(板厚方向)NDとの関係を表した説明図である。なお、銅合金板材1の板の主面を圧延面2と呼ぶ。

[図2]図2は、銅合金板材の板厚 t 未満の深さ D における圧延面表面と平行な面3を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の銅合金板材の好ましい一実施形態について説明する。なお、本発明における「板材」には、「条材」も含むものとする。

[0017] 本発明では、加工硬化指数を板材の圧延平行方向と圧延垂直方向で適正に制御することによって、高強度化しながら、曲げ加工性を改良することができる。

一般に、金属材料への塑性変形により、金属組織（結晶）内へひずみが蓄積し、加工硬化が起こり、材料強度（耐力、引張強さ）が上昇する。ここで、金属材料の加工硬化指数が大きい程、その材料の加工硬化による強度の上昇が大きい。一方、金属材料の加工硬化指数が小さい程、曲げ加工やプレス加工などの塑性変形における加工硬化量は小さく、加工の影響を受けにくくなる。つまり、変形量を同じにした場合、加工硬化指数が大きい材料の方が、高強度化しやすくなる。

[0018] この点で、例えば、端子やコネクタ用の曲げ加工では、曲げの頂点部付近は、それ以外の箇所比べて塑性変形量が大きい。この為、加工硬化指数の比較的高い材料を曲げ加工に付すと、加工硬化量が大きくなり、高強度化しやすい。一般的に、材料が高強度化すると曲げ加工性が悪化する傾向である。この為、端子やコネクタの曲げ表面で局所的に高強度化が進むと、高強度化した箇所を起点にクラックが発生してしまう。そのため、良好な曲げ加工性を得るためには、加工硬化指数を一定以下に制御する必要がある。特に、近年の電気・電子機器用コネクタや車載部品用コネクタなどでは、前述のとおり、曲げの軸が圧延方向に垂直なGW曲げと曲げの軸が圧延方向に平行なBW曲げのいずれも入った複雑な形状であることがあるので、板材の圧延平行方向と圧延垂直方向の両方の加工硬化指数をいずれも適正に制御することが望ましい。

[0019] また、本発明では、上記の加工硬化指数の制御に加えて、銅合金板材の集合組織状態も制御する。具体的には、銅合金板材の板厚を t とし、銅合金板材の圧延面表面から板厚方向における深さを D とし、銅合金板材の深さ D に

おける圧延面表面と平行な面において、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内の結晶粒の面積率を $S(D)$ としたとき、この板厚方向における $S(D)$ の平均値 S_a を $5.0 \sim 30.0\%$ とすることで、材料強度を維持したまま曲げ加工性を改善し、その異方性も低減する。このように、前記加工硬化指数と集合組織の2つを制御することで、曲げ加工後のばね特性としてたわみ係数にも優れる。

[0020] [合金組成]

まず、本発明の板材を構成する銅合金の組成を説明する。

[0021] (必須添加元素)

本発明の板材を構成する銅合金への必須添加元素 Ni と Si の含有量とその作用について示す。

[0022] (Ni)

Ni は、後述する Si とともに含有されて、時効析出熱処理で析出した Ni_2Si 相を形成して、銅合金板材の強度の向上に寄与する元素である。 Ni の含有量は $1.00 \sim 6.00$ 質量%であり、好ましくは $1.20 \sim 5.80$ 質量%、さらに好ましくは $1.50 \sim 5.50$ 質量%である。 Ni の含有量を前記範囲とすることによって、前記 Ni_2Si 相を適正に形成させ、銅合金板材の機械的強度（引張強さや 0.2% 耐力）を高めることができる。また、導電率も高い。また、熱間圧延加工性も良好である。

[0023] (Si)

Si は、前記 Ni とともに含有されて、時効析出熱処理で析出した Ni_2Si 相を形成して、銅合金板材の強度の向上に寄与する。 Si の含有量は $0.20 \sim 2.00$ 質量%であり、好ましくは $0.25 \sim 1.90$ 質量%、さらに好ましくは $0.50 \sim 1.70$ 質量%である。 Si の含有量は化学量論比で $Ni/Si = 4.2$ とするのが最も導電率と強度のバランスがよい。そのため Si の含有量は、 Ni/Si が $2.50 \sim 7.00$ の範囲となるようにするのが好ましく、より好ましくは $3.00 \sim 6.50$ である。 Si の含有量を前記範囲とすることによって、銅合金板材の引張強さを高くすることが

できる。この場合、過剰なS iが銅のマトリックス中に固溶して、銅合金板材の導電率を低下させることがない。また、鑄造時の鑄造性や、熱間および冷間での圧延加工性も良好であり、鑄造割れや圧延割れが生じることもない。

[0024] (副添加元素)

次に本発明の板材を構成する銅合金における副添加元素の種類とその添加効果について説明する。好ましい副添加元素としては、B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnが挙げられる。これらの元素は総量で3.000質量%以下であると導電率を低下させる弊害を生じないため好ましい。添加効果を十分に活用し、かつ導電率を低下させないためには、総量で、0.005～3.000質量%であることが好ましく、0.010～2.800質量%がさらに好ましく、0.030～2.500質量%であることが特に好ましい。以下に、各元素の添加効果を示す。

[0025] (Mg、Sn、Zn)

Mg、Sn、Znは、添加することで耐応力緩和特性を向上する。それぞれを添加した場合よりも併せて添加した場合に相乗効果によって更に耐応力緩和特性が向上する。また、半田脆化が著しく改善する効果がある。Mg、Sn、Znそれぞれの含有量は、好ましくは0.00～2.00質量%、さらに好ましくは0.10～1.80質量%である。

[0026] (Mn、Ag、B、P)

Mn、Ag、B、Pは添加すると熱間加工性を向上させるとともに、強度を向上する。Mn、Ag、B、Pそれぞれの含有量は、好ましくは0.00～1.00質量%、さらに好ましくは0.050～0.70質量%である。

[0027] (Cr、Zr、Fe、Co)

Cr、Zr、Fe、Coは、化合物や単体で微細に析出し、析出硬化に寄与する。また、化合物として50～500nmの大きさで析出し、粒成長を抑制することによって結晶粒径を微細にする効果があり、曲げ加工性を良好にする。Cr、Zr、Fe、Coそれぞれの含有量は、好ましくは0.00

～1.50質量%、さらに好ましくは0.10～1.30質量%である。

[0028] [加工硬化指数]

本発明の銅合金板材では、板材の圧延平行方向の加工硬化指数 n_{RD} は、0.01以上0.15以下、好ましくは0.01以上0.10以下、より好ましくは0.01以上0.08以下、さらに好ましくは0.01以上0.06以下である。

また、板材の圧延垂直方向の加工硬化指数 n_{TD} は、好ましくは0.01以上0.15以下、より好ましくは0.01以上0.10以下、さらに好ましくは0.01以上0.08以下、特に好ましくは0.01以上0.06以下である。

また、圧延平行方向の加工硬化指数 n_{RD} の圧延垂直方向の加工硬化指数 n_{TD} に対する比 n_{RD}/n_{TD} は、0.50～1.50、好ましくは0.70～1.40、より好ましくは0.75～1.35、さらに好ましくは0.80～1.30である。以上の加工硬化指数に制御することによって、Cube方位面積率の制御が容易となる。

[0029] 加工硬化指数をこの範囲とする理由は、加工硬化指数を一定以下に制御することで、端子の曲げ加工の際の加工硬化量が比較的小さくなり、良好な加工性が得られる傾向であるためである。

[0030] [集合組織]

本発明の銅合金板材は、銅合金板材の板厚を t とし、銅合金板材の圧延面表面から板厚方向における深さを D とし、銅合金板材の深さ D における圧延面表面と平行な面において、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内の結晶粒の面積率を $S(D)$ としたとき、板厚方向における $S(D)$ の平均値 S_a が5.0%以上30.0%以下である。Cube方位の解析には、EBSD測定における結晶方位解析を用いる。なお、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内(0° を含む)の結晶粒の面積率とは、Cube方位の面積率を意味する。これは、面を板厚方向から観察した場合において、面の全面積のうちCube方位からのずれ

角度が 15° 以内の結晶粒の領域の面積が占める割合のことをいう。

[0031] 図1は、本発明の銅合金板材1と圧延方向RD、圧延垂直方向（幅方向）TD、圧延面法線方向（板厚方向）NDとの関係を表した図である。なお、銅合金板材の板の主面を圧延面2と呼ぶ。図2は、銅合金板材の深さDにおける圧延面表面と平行な面3を示している。

[0032] 銅合金板材は、通常圧延を繰り返すことで製造され、圧延方向等と関連づいた集合組織を有する。互いに垂直なRD、TD、NDを規準軸として、この集合組織を表現する。本発明でいうCube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ の結晶粒とは、その結晶粒内の銅の結晶（面心立方格子）について、結晶の $\{001\}$ 面がNDと垂直であり、かつ、結晶の $\langle 100 \rangle$ 方向がRDと平行である状態を指す。

[0033] 本発明の銅合金板材は、表面からの深さDでの圧延面表面と平行な面3におけるCube方位を有する結晶粒の面積率 $S(D)$ について、この板厚方向における面積率 $S(D)$ の平均値 S_a が $5.0 \sim 30.0\%$ である。つまり、図2における深さDにおける圧延面表面と平行な面3について、この面のCube方位の面積率が $S(D)$ であり、この $S(D)$ の平均値が S_a である。深さDの値は $0 \sim t$ までの値をとる。従って、 S_a の概念を数式として表現するのであれば、下記のように表される。

[0034] [数1]

$$S_a = \frac{1}{t} \int_0^t S(D) \cdot dD$$

[0035] ただし、銅合金板材表面（ $D=0$ ）から裏面（ $D=t$ ）までのすべての面におけるCube方位の面積率 $S(D)$ を測定して S_a を算出するのは物理的に困難である。従って、本発明では、5種以上の深さ D_1 、 D_2 、 $\dots$ における $S(D_1)$ 、 $S(D_2)$ 、 $\dots$ を測定し、これらの平均値を算出することで S_a とする。特に、深さDは、 $D=1/20t$ 、 $1/4t$ 、 $1/2t$ 、 $3/4t$ 、 $19/20t$ の5種を採用するのが好ましい。また、板厚方向において、板厚の中心（ $D=1/2t$ ）を対象にして複数の深さDを選

択するのが好ましい。

[0036] 以下、前記面積率の平均値 S_a を、「板厚方向の $Cu b e$ 方位の面積率の平均値」ともいう。この板厚方向の $Cu b e$ 方位の面積率の平均値は、好ましくは 8.0% 以上 30.0% 以下である。 S_a を 5.0% 以上に制御することで、曲げ加工性を改善することができる。これは曲げ加工にて発生するせん断帯の発生を抑制することができるためと考えられる。また、曲げ加工の際の板厚方向裏面も同様に、 $Cu b e$ 方位面積率を 5.0% 以上とすることで、圧縮変形に伴うせん断帯発生を抑制することができる。さらに、板厚中央付近の $Cu b e$ 方位面積率を 5.0% 以上に制御することで、表裏面同様に、変形に伴うクラックへの発達を抑制することができる。したがって、深さ D での圧延面表面と平行な面 3 における $Cu b e$ 方位を有する結晶粒の面積率 $S(D)$ のそれぞれ個々の値も 5.0% 以上 30.0% 以下であることが好ましい。

[0037] (板厚方向の集合組織分布評価)

銅合金中の $Cu b e$ 方位結晶粒の面積率について、板厚方向での分布を調査するため、研磨量を変更して測定を行う。板厚方向から組織を観察するためには、試験片の片面をマスキングし、反対側の面だけ電解研磨を行う。この際、試験片表面が鏡面仕上げになっている点に注意しながら研磨を行う。実際には、ここでの電解研磨による研磨量の微調整により、組織を把握することが出来るようになり、EBSD 解析にて詳細な解析が可能となることがわかった。準備した試験片の測定は、EBSD による方位解析にて $300\mu m \times 300\mu m$ の範囲を $0.1\mu m$ ステップでスキャンし、 $Cu b e$ 方位結晶粒の面積率を測定する。

[0038] (EBSD 法)

本発明における上記結晶方位の解析には、EBSD 法を用いる。EBSD 法とは、Electron Back Scatter Diffraction の略で、走査電子顕微鏡 (SEM) 内で試料に電子線を照射したときに生じる反射電子菊池線回折を利用した結晶方位解析技術のことである。結晶

粒を200個以上含む、 $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ の試料面積に対し、 $0.1\mu\text{m}$ ステップでスキャンし、各結晶粒の結晶方位を解析する。測定面積およびスキャンステップは試料の結晶粒の大きさから $300 \times 300\mu\text{m}$ と $0.1\mu\text{m}$ とする。各方位の面積率は、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ の理想方位から $\pm 15^\circ$ 以内の範囲にその結晶粒の法線を有する結晶粒の面積を求め、得られた面積の全測定面積に対する割合として求めることができる。EBSDによる方位解析において得られる情報は、電子線が試料に侵入する数 10nm の深さまでの方位情報を含んでいるが、測定している広さに対して十分に小さいため、本明細書中では面積率として記載する。なお、EBSD測定結果の解析には、OIM Analysis（製品名）を用いる。

[0039] [銅合金板材の製造方法]

まず、従来の析出型銅合金の製造方法を説明する。

従来の析出型銅合金の製造方法は、銅合金素材を溶解・鑄造[工程1]して、鑄塊を得て、これを均質化熱処理[工程3]し、熱間圧延[工程4]、水冷[工程5]、面削[工程6]、冷間圧延[工程7]をこの順に行って薄板化し、 $700 \sim 1000^\circ\text{C}$ の温度範囲で中間溶体化処理[工程10]、時効析出熱処理[工程11]と仕上げ冷間圧延[工程13]によって必要な強度を満足させるものである。また、仕上げ冷間圧延[工程13]後に歪取りのための最終焼鈍[工程14]を行うこともある。さらに、時効析出熱処理[工程11]と仕上げ冷間圧延[工程13]の間に、酸化膜除去工程（酸洗・研磨[工程12]）が入ることもある。この一連の工程の中で、材料の集合組織は、中間溶体化処理中に起きる再結晶によっておおよそが決定し、仕上げ冷間圧延中に起きる方位の回転により、最終的に決定される。

[0040] これに対して、本発明方法においては、前記従来法とは異なる製造工程を経て、板厚方向のCube方位面積率の平均値 S_a と、圧延平行方向及び圧延垂直方向の両方の加工硬化指数とを、それぞれ制御した銅合金板材を製造する。

具体的には、本発明においては、溶解・鑄造[工程1]、鑄塊圧延[工程

2]、均質化熱処理[工程3]、熱間圧延[工程4]、水冷[工程5]、面削[工程6]、冷間圧延1[工程7]、スリット・トリミング[工程8]、冷間圧延2[工程9]、中間溶体化処理[工程10]、水冷[工程10-2]、時効析出熱処理[工程11]、酸洗・研磨[工程12]、冷間圧延3[工程13]、最終焼鈍[工程14]の順に行う。所望の性状の板材が得られていれば、前記酸洗・研磨[工程12]、冷間圧延3[工程13]、最終焼鈍[工程14]は省略して行わなくてもよい。

[0041] この中で、溶解・鋳造[工程1]では、所定の添加元素を入れ鋳塊を得る。鋳造時の冷却速度は通常 $0.1 \sim 100^\circ\text{C}/\text{秒}$ とする。

次に、鋳塊圧延[工程2]では、鋳塊に対して一定の冷間圧延を加えることで、均質化熱処理時に結晶粒界付近で部分的に再結晶し、さらに、後の中間溶体化での再結晶において、等軸な結晶粒の形成に寄与する。鋳塊圧延[工程2]での1パスあたりの圧延加工率は 1.0% 以上（好ましくは 5.0% 以下）であり、パス数は1回以上である。

[0042] 次に、到達温度が 800°C 以上 1100°C 以下で保持時間が5分～20時間となるように均質化熱処理[工程3]を行う。その後、 1100°C 以下（好ましくは 800°C 以上）の加工温度域で所定の板厚まで複数パスにて熱間圧延[工程4]を行い、熱間圧延終了後すぐに水冷[工程5]にて冷却（急冷、いわゆる焼き入れ）する。その後、熱間圧延材表面の酸化膜を除去するために面削[工程6]を行った後、冷間圧延1[工程7]を行う。

冷間圧延1[工程7]では、合計圧延加工率が 30% 以上（好ましくは 60% 以下）となるよう、数～数十パスで冷間圧延を施す。再結晶時に一定のCube方位結晶粒を成長させるとともに、加工硬化指数を制御するため、1圧延パスあたりの圧延時の平均圧延圧力を $50\text{N}/\text{mm}^2$ 以上に制御する。

[0043] 次に、冷間圧延時の材料端部の形状を整えるため、スリット[工程8]を行って不要な両端部をトリミングにより取り除く。

その後、冷間圧延2[工程9]にて、合計圧延加工率が 50% 以上（好ましくは 80% 以下）となるよう、数～数十パスにて冷間圧延を行う。ここで

も、再結晶時にC u b e方位結晶粒を成長させるとともに、加工硬化指数を制御するために、1圧延パスあたりの圧延時の平均圧延圧力を 50 N/mm^2 以上に制御する。

その後、中間溶体化処理〔工程10〕にて、昇温速度 5.0°C/sec 以上、到達温度 $600\sim 1100^\circ\text{C}$ にて溶質原元素を固溶させ、到達温度で一定時間（好ましくは1秒～5時間）保持することで、粒成長に伴いC u b e方位の結晶粒を形成する。中間溶体化処理〔工程10〕前の冷間圧延1および冷間圧延2では、一旦、加工組織を形成したが、この中間溶体化処理〔工程10〕で再結晶させることによって、以下に説明する等軸の結晶粒を得ることができる。到達温度、時間を満したら、急速に冷却（いわゆる焼き入れ）する水冷〔工程10-2〕を行う。

[0044] その後、保持温度 $400\sim 700^\circ\text{C}$ 、保持時間 $5\text{ min}\sim 10\text{ h}$ の時効析出熱処理〔工程11〕にて必要な強度を満足させる。

その後、必要により、板材表面の酸化膜を除去するために、酸洗・研磨〔工程12〕を行う。その後、必要により、冷間圧延3〔工程13〕で最終仕上げ圧延を行う。中間溶体化処理〔工程10〕で形成した等軸粒を維持するため、冷間圧延3〔工程13〕を行う場合であっても、 1.0% 以上でなるべく低い圧延加工率で行う。この冷間圧延3〔工程13〕での圧延加工率の上限値は、好ましくは 40% 以下である。

その後、必要により、 $200\sim 700^\circ\text{C}$ で1分～5時間保持する最終焼鈍（調質焼鈍）〔工程14〕にて、板材内部のひずみをとる。この最終焼鈍は歪取り焼鈍ともいう。

[0045] 以下に、各工程の好ましい条件をより詳細に説明する。

鋳塊圧延〔工程2〕では、鋳塊に対して冷間圧延を加えることで、次工程の均質化熱処理における再熱時に粒界近傍で核生成し、さらに、後の中間溶体化での再結晶において、等軸な結晶粒の形成に寄与する。ここでの1パスあたりの冷間圧延加工率は、 1.0% 以上であり、パス数は1回以上である。好ましくは、1パスあたりの冷間圧延加工率 2.0% 以上、パス数3回以

上、より好ましくは1パスあたりの冷間圧延加工率3.0%以上、パス数5回以上である。

[0046] 冷間圧延1〔工程7〕では、後の中間溶体化処理〔工程10〕における再結晶時のCube方位面積率と加工硬化指数を制御するため、合計加工率を30%以上となるよう、数～数十パスの圧延を施し、さらに1パスあたりの平均圧延圧力を50N/mm²以上に制御する。好ましくは、平均圧延圧力は60N/mm²以上であり、より好ましくは70N/mm²以上である。

冷間圧延2〔工程9〕では、冷間圧延1〔工程7〕と同じく、後の中間溶体化処理〔工程10〕における再結晶時のCube方位面積率と加工硬化指数を制御するため、合計加工率を50%となるよう、数～数十パスの圧延を施し、さらに1パスあたりの平均圧延圧力を50N/mm²以上に制御する。好ましくは、平均圧延圧力は60N/mm²以上であり、より好ましくは70N/mm²以上である。

[0047] その後の中間溶体化処理〔工程10〕では、昇温速度5℃/sec以上、到達温度600～1100℃の高温域での再結晶により、圧延平行方向の平均粒径（寸法）aと、圧延垂直方向の平均粒径bの比a/bが0.8以上の等軸の結晶粒が得られる。この等軸な結晶粒が多いことで、加工硬化指数の異方性が低減される。好ましくは、この結晶粒の粒径比a/bが0.85以上であり、より好ましくはa/bが0.9以上（好ましくは1.1以下）である。なお、中間溶体化処理後の冷間圧延3の加工率が小さいため、本発明の銅合金板材の母材の結晶粒径は冷間圧延3〔工程13〕の条件の範囲内で圧延しても、a/bが0.8以上となる。

[0048] ここで、加工率（又は圧延での断面減少率）は次式によって定義される値である。

$$\text{加工率 (\%)} = \{ (t_1 - t_2) / t_1 \} \times 100$$

式中、t₁は圧延加工前の厚さを、t₂は圧延加工後の厚さをそれぞれ表わす。

[0049] [板材の厚さ]

本発明の銅合金板材の厚さには、特に制限はないが、好ましくは0.04～0.50mm、さらに好ましくは0.05～0.45mmである。

[0050] [銅合金板材の特性]

本発明の銅合金板材は、例えばコネクタ用銅合金板材に要求される特性を満足することができる。本発明の銅合金板材は下記の特性を有することが好ましい。

[0051] ・曲げ加工性が、曲げ半径Rと板厚tで表わされる $R/t = 1.0$ となる 180° U曲げ試験において、曲げの軸が圧延方向に垂直（GW曲げ）と平行（BW曲げ）のいずれの場合にも、曲げ加工後の表面にクラックが発生しないことが好ましい。また、幅1.0mm以下の狭幅の供試材を同様に $R/t = 1.0$ となる 180° U曲げに付した場合にも、GW曲げとBW曲げのいずれの曲げ加工後にも表面にクラックが生じない曲げ加工性を有することがさらに好ましい。

[0052] ・板材の引張強度（TS）は、板材の圧延平行方向（RD）の引張強度（TS-RD）と圧延垂直方向（TD）の引張強度（TS-TD）のいずれも650MPa以上であることが好ましい。また、これらの比 $TS-RD/TS-TD$ が、1.10以下であることが好ましく、さらに好ましくは1.08以下である。引張強度の上限値には特に制限はないが、例えば1020MPa以下である。

[0053] ・板材の0.2%耐力（YS）は、板材の圧延平行方向の0.2%耐力（YS-RD）と圧延垂直方向の0.2%耐力（YS-TD）のいずれも600MPa以上であることが好ましい。また、これらの比 $YS-RD/YS-TD$ が、1.10以下であることが好ましく、さらに好ましくは1.08以下である。0.2%耐力の上限値には特に制限はないが、例えば1000MPa以下である。

[0054] ・ 180° 曲げ加工後のたわみ係数（E）は、板材の圧延平行方向のたわみ係数（E-RD）と圧延垂直方向のたわみ係数（E-TD）のいずれも140GPa以下であることが好ましい。また、これらの比 $E-RD/E-TD$

が、1.05以下であることが好ましく、さらに好ましくは1.03以下である。このたわみ係数の上限値には特に制限はないが、例えば140GPa以下である。

[0055] ・導電率は、20.0% IACS以上であることが好ましい。ここで、「% IACS」とは、万国標準軟銅 (International Annealed Copper Standard) の抵抗率 $1.7241 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ を100% IACSとした場合の導電率を表したものである。導電率の上限値には特に制限はないが、例えば50% IACS以下である。

なお、各特性の詳細な測定条件は特に断らない限り実施例に記載のとおりとする。

実施例

[0056] 以下に、本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

[0057] (実施例1～実施例16、比較例1～比較例14)

各実施例と比較例について、表1に示したそれぞれの量のNi、Si、及び必要により副添加元素等を含有し、残部がCuと不可避不純物から成る合金素材を高周波溶解炉にて溶解し、これを0.1℃/秒～100℃/秒の冷却速度で冷却して鑄造〔工程1〕し、鑄塊を得た。

[0058] この鑄塊を、加工率1.0%以上、パス数1回以上で冷間圧延する鑄塊圧延〔工程2〕を施した。その後、鑄塊を800℃以上1100℃以下で5分～20時間の均質化熱処理〔工程3〕した。その後、800℃以上1100℃以下で熱間加工としての熱間圧延〔工程4〕を行い、さらに水焼入れ冷却〔工程5〕を行って熱間圧延板を得た。次に、この熱間圧延板の表面の面削〔工程6〕を行って酸化被膜を除去した。その後、冷間圧延1〔工程7〕にて、合計加工率30%以上となるよう、数～数十パスで圧延した。このときの1パスあたりの平均圧延圧力は50N/mm²以上であった。次に、圧延材の両端部をスリット〔工程8〕した。その後、冷間圧延2〔工程9〕にて、合計加工率50%以上となるよう、数～数十パスで圧延し、1パスあたりの

平均圧延圧力は 50 N/mm^2 以上とした。その後、中間溶体化処理〔工程 10〕にて、昇温速度 5°C/sec 以上、到達温度 $600\sim 1100^\circ\text{C}$ で1秒～5時間保持する熱処理を施し、その後、急冷〔工程 10-2〕した。ここでは、高温域での再結晶により、圧延平行方向の寸法 a と、圧延垂直方向の寸法 b の比、 a/b が0.8以上で、等軸の結晶粒を得た。その後、保持温度 $400\sim 700^\circ\text{C}$ 、保持時間 $5\text{ min}\sim 10\text{ h}$ の時効析出熱処理〔工程 11〕にて必要な強度を満足させた。その後、板材表面の酸化膜を除去するために、酸洗・研磨〔工程 12〕を行った。その後、冷間圧延3〔工程 13〕で、最終仕上げ圧延を行った。冷間圧延3〔工程 13〕では、中間溶体化処理〔工程 10〕で形成した等軸粒を維持するため、1.0%以上でなるべく低い圧延加工率で行った。具体的には、冷間圧延3〔工程 13〕での圧延加工率を1.0～40.0%とした。その後、 $200\sim 700^\circ\text{C}$ で1分～5時間保持する最終焼鈍〔工程 14〕にて、板材内部のひずみを除いた。

[0059] 表2に示すように、各実施例と比較例の製造条件については、前記条件から変更したものを「工程X」（Xは工程の番号）の欄に示した。

以上のようにして、最終板厚（ t ）が 0.15 mm の銅合金板を得た。

[0060] 各供試材について下記の特性調査を行った。

[0061] (a) 加工硬化指数〔 n 値〕

各実施例と比較例の供試材について、加工硬化指数はJIS 5号試験片の引張試験にて、応力ひずみ曲線の塑性変形域の傾きによって測定した。なお、引張試験は、JIS Z 2241に準拠して測定した。その評価基準は、圧延平行方向の加工硬化指数（ n_{RD} ）が $0.010\sim 0.150$ を合格、圧延垂直方向の加工硬化指数（ n_{TD} ）が $0.010\sim 0.150$ を合格、圧延平行方向の加工硬化指数（ n_{RD} ）と圧延垂直方向の加工硬化指数（ n_{TD} ）との比 n_{RD}/n_{TD} が $0.500\sim 1.500$ を合格とし、この範囲から外れたものを不合格とした。

[0062] (b) Cube方位面積率

各実施例と比較例の供試材について、EBSD法により、測定面積 300

$\mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ 、スキャンステップ $0.1 \mu\text{m}$ の条件で結晶方位の測定を行った。解析では、 $300 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ のEBSD測定結果を、25ブロックに分割し、各ブロックのCube方位を有する結晶粒の面積率を以下のとおり確認した。電子線は走査電子顕微鏡のWフィラメントからの熱電子を発生源とした。EBSD法の測定装置は、(株)TSLソリューションズ製 OIM5.0 (製品名)を用い、解析には、OIM Analysisを用いた。

さらに、EBSD測定前の研磨では、組織観察を行うため、電解研磨にて目的部組織を露出させた。この研磨して露出させた部分として、板厚 t に対して、深さ $D = 1/20t$ 、 $1/4t$ 、 $1/2t$ 、 $3/4t$ 、 $19/20t$ の5か所についてEBSDにて観察した。全5か所において、Cube方位結晶粒の測定視野に対する占有率（すなわち面積率）をそれぞれ求めた。そしてこの5か所の面積率の平均値 S_a を求め、これを表中に「Cube方位面積率の板厚方向の平均値 (%)」として示した。

[0063] (c) 180° U曲げ試験

各実施例と比較例の供試材について、圧延方向に垂直に幅 0.25 mm 、長さ 1.5 mm となるようにプレスにより打ち抜きした圧延垂直方向試験片と、圧延方向に平行に幅 0.25 mm 、長さ 1.5 mm となるようにプレスにより打ち抜きした圧延平行方向試験片を、試験に供した。圧延平行方向試験片に対して曲げの軸が圧延方向に直角になるようにW曲げしたものをGW (Good Way)、圧延垂直方向試験片に対して曲げの軸が圧延方向に平行になるようにW曲げしたものをBW (Bad Way)とし、日本伸銅協会技術標準JCBAT307 (2007)に準拠して 90° W曲げ加工後、圧縮試験機にて内側半径を付けずに 180° 密着曲げ加工を行った。曲げ加工表面を100倍の走査型電子顕微鏡で観察し、クラックの有無を調査した。クラックの無かったものを「良」として「A」で表し、クラックの有ったものを「不良」として「D」で表した。生じた場合、クラックのサイズは、最大幅が $30 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 、最大深さが $10 \mu\text{m}$ 以上であった。

[0064] (d) 引張強度 [TS]

各実施例と比較例の供試材について、圧延方向に垂直に幅0.25mm、長さ1.5mmとなるようにプレスにより打ち抜きした圧延垂直方向試験片を引張試験に供して、圧延垂直方向引張強度(TS-TD)を求めた。別に、圧延方向に平行に幅0.25mm、長さ1.5mmとなるようにプレスにより打ち抜きした圧延平行方向試験片を引張試験に供して、圧延平行方向引張強度(TS-RD)を求めた。引張強度はJIS Z 2241に基づいて測定した。

引張強度の圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性を確認した。TSが600MPa以上を合格とし、TSが600MPa未満を不合格とした。

[0065] (e) 導電率 [EC]

20℃(±0.5℃)に保たれた恒温槽中で四端子法により比抵抗を計測して導電率を算出した。なお、端子間距離は100mmとした。ECが20%IACS以上を合格とし、TSが20%IACS未満を不合格とした。

[0066] (f) たわみ係数 [E]

日本伸銅協会技術標準 J C B A T 3 1 2 に準じて、各実施例と比較例の供試材について、圧延方向に垂直に幅0.25mm、長さ1.5mmとなるようにプレスにより打ち抜きした圧延垂直方向試験片から、圧延垂直方向たわみ係数(E_{TD})を求めた。別に、圧延平行方向に平行に幅0.25mm、長さ1.5mmとなるようにプレスにより打ち抜きした圧延平行方向試験片から、圧延平行方向たわみ係数(E_{RD})を求めた。なお、サンプリングは、コイルの幅方向5箇所から採取し、その測定結果の平均値をとった。

前記の各180°U曲げ試験片を治具に固定し、試験片を10回ずつ押し込み、その変位(押し込み深さ) f と応力 w の平均値を求めた。

たわみ係数 E (GPa) は下記式(1)で表される。

$$E = 4a / b \times (L / t)^3 \quad (1)$$

a は変位(押し込み深さ) f と応力 w の傾き、 b は供試材の幅、 L は固定端と荷重点の距離、 t は供試材の板厚である。 L での固定端は、曲げの頂点部

とした。

たわみ係数の圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性を確認した。E が 1 1 0 G P a 以上を合格とし、E が 1 1 0 G P a 未満を不合格とした。

[0067] (g) 0. 2 %耐力 [Y S]

各実施例と比較例の供試材について、圧延方向に垂直に幅 0. 2 5 m m、長さ 1. 5 m m となるようにプレスにより打ち抜きした圧延垂直方向試験片から、圧延垂直方向 0. 2 %耐力 (Y S - T D) を求めた。別に、圧延方向に平行に幅 0. 2 5 m m、長さ 1. 5 m m となるようにプレスにより打ち抜きした圧延平行方向試験片から、圧延平行方向 0. 2 %耐力 (Y S - R D) を求めた。

前記たわみ係数の測定において、各試験片の弾性限界までの押し込み量 (変位) から 0. 2 %耐力 Y (M P a) を下記式 (2) から算出した。

$$Y = \{ (3 E / 2) \times t \times (f / L) \times 1 0 0 0 \} / L \quad (2)$$

E はたわみ係数、t は板厚、L は固定端と荷重点の距離、f は変位である。

0. 2 %耐力の圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性を確認した。Y S が 6 0 0 M P a 以上を合格とし、Y S が 6 0 0 M P a 未満を不合格とした。

[0068]

[表1]

表1

	Ni	Si	B	Mg	P	Cr	Mn	Fe	Co	Zn	Zr	Ag	Sn
実施例1	3.750	0.950	—	0.150	—	0.200	—	—	—	0.500	—	—	0.150
実施例2	2.300	0.600	—	0.150	—	0.150	—	—	—	0.500	—	—	0.150
実施例3	3.800	0.900	—	0.150	—	0.190	—	—	—	0.450	—	—	0.140
実施例4	3.800	0.900	—	0.100	—	0.150	—	—	—	0.400	—	—	0.150
実施例5	2.300	0.550	—	0.100	—	—	—	—	—	0.500	—	—	0.150
実施例6	3.850	0.650	—	0.100	—	0.100	—	—	—	0.400	—	—	0.100
実施例7	2.500	0.600	—	0.050	—	—	—	—	—	0.050	—	—	—
実施例8	3.000	0.650	—	0.150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例9	1.500	0.600	—	—	—	—	—	—	1.150	—	—	—	—
実施例10	2.490	0.910	—	—	—	—	—	—	1.310	—	—	—	—
実施例11	2.800	0.600	—	—	—	—	—	—	—	0.400	—	—	0.500
実施例12	4.800	1.100	0.010	0.100	—	0.300	—	—	—	—	0.050	—	0.100
実施例13	5.300	1.300	—	—	—	0.100	—	—	—	0.100	—	—	0.100
実施例14	6.000	1.800	—	—	—	0.200	—	—	—	0.100	—	—	0.200
実施例15	3.000	0.850	—	0.100	0.200	0.500	0.120	0.100	—	1.350	0.100	0.300	0.200
実施例16	2.300	0.500	—	—	—	—	—	—	0.005	—	—	—	—
比較例1	1.500	0.600	—	—	—	—	—	—	1.150	—	—	—	—
比較例2	2.000	0.500	—	—	—	—	—	—	—	1.000	—	—	0.500
比較例3	2.800	0.650	—	—	—	—	—	—	—	0.600	—	—	0.500
比較例4	3.200	0.700	—	—	—	—	—	—	—	0.400	—	—	0.500
比較例5	2.800	0.600	—	—	—	—	—	—	—	0.400	—	—	0.500
比較例6	3.800	0.800	—	0.200	—	—	0.150	—	—	—	—	—	—
比較例7	2.700	0.600	0.050	—	—	—	—	—	—	1.500	—	0.050	0.300
比較例8	3.000	0.700	—	0.300	0.100	0.400	—	—	—	1.000	0.900	0.050	0.300
比較例9	6.400	2.200	—	0.100	—	0.200	—	—	—	0.400	—	—	0.500
比較例10	0.900	0.070	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比較例11	0.850	0.200	—	—	—	0.100	—	0.010	—	0.400	—	—	0.300
比較例12	6.500	1.750	—	0.100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比較例13	1.200	0.150	—	0.100	—	—	0.120	—	—	0.200	—	—	—
比較例14	5.900	2.350	—	0.100	—	0.100	—	—	—	—	0.100	—	—

註：単位はmass%。「—」は含有せず。

[0069]

[表2]

表2

表2	工程2					工程7	工程9	工程10	特性										導電率 EC		たわみ係数 E				
	鋳塊 圧延 加工率		鋳塊 圧延 パス数	鋳塊 圧延	中間溶体化 熱処理後の 結晶粒の a/b	冷間圧延1 平均 圧延圧力	冷間圧延2 平均 圧延圧力		加工硬化指数 n			Cube方位 面積率の 板厚方向の 平均値Sa		曲げ加工性		引張強度 TS		0.2%耐力 YS							
	%	回				N/mm ²	N/mm ²		η_{RD}	η_{TD}	η_{RD}/η_{TD}	%	GW	BW	TS _{RD} MPa	TS _{TD} MPa	TS _{RD} /TS _{TD}	YS _{RD} MPa	YS _{TD} MPa	YS _{RD} /YS _{TD}	%ACS	E _{RD} GPa	E _{TD} GPa	E _{RD} /E _{TD}	
							</																		

[0070] 表2に示した結果から、本発明に従った各実施例の試料では、曲げ加工性、引張強度、0.2%耐力、導電率、たわみ係数のいずれも良好であったことがわかる。曲げ加工性では、180° U曲げ試験において、曲げの頂部に割れが発生しなかった。特に、曲げ加工性、引張強度、0.2%耐力、導電率、たわみ係数のいずれも、圧延平行方向と圧延垂直方向での異方性が小さかった。

従って、本発明の銅合金板材は、電気・電子機器用のリードフレーム、コネクタ、端子材等、自動車車載用などのコネクタや端子材、リレー、スイッチ、ソケットなどに適した銅合金板材として好適である。

[0071] 一方、表2に示した結果から、各比較例の試料では、いずれかの特性が劣る結果となったことがわかる。

比較例1～比較例7は、本発明で規定する製造条件を外れて製造した試験例である。比較例1～7は、いずれも加工硬化指数とCube方位面積率の平均値Saのどちらも本発明の規定の範囲外であった。比較例2～7は曲げ加工性に劣り、比較例1～7はいずれも引張強度、0.2%耐力、導電率、たわみ係数のいずれも圧延平行方向と圧延垂直方向での異方性が大きく劣っていた。

また、比較例8～比較例14は、本発明で規定する合金組成を外れた試験例である。比較例8～14は、いずれもCube方位面積率の平均値Saが本発明の規定の範囲外であった。比較例8～14では、曲げ加工性、引張強度、0.2%耐力、導電率、たわみ係数が、その圧延平行方向と圧延垂直方向の異方性を含めて、少なくとも1つ以上で劣った。

[0072] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであるとする。

[0073] 本願は、2014年5月30日に日本国で特許出願された特願2014-112974に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照して

その内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

- [0074]
- 1 銅合金板材
 - 2 圧延面
 - 3 銅合金板材（１）の板厚 t 未満の深さ D における圧延面表面と平行な面

請求の範囲

[請求項1] Niを1.0～6.0質量%、Siを0.2～2.0質量%含有し、B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnからなる群から選ばれる少なくとも1種を合計で0.000～3.000質量%含有し、残部が銅および不可避不純物からなる組成を有する銅合金板材であって（ただし、上記B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnは、いずれか1種以上を含有させてもよいし、いずれの種も含有させなくてもよい任意添加成分である。）、

 圧延平行方向の加工硬化指数（ n_{RD} ）が0.010～0.150であり、

 圧延平行方向の加工硬化指数（ n_{RD} ）と圧延垂直方向の加工硬化指数（ n_{TD} ）との比 n_{RD}/n_{TD} が0.500～1.500であり、

 前記銅合金板材の板厚を t とし、前記銅合金板材の圧延面表面から板厚方向における深さを D とし、前記銅合金板材の深さ D における前記圧延面表面と平行な面において、Cube方位 $\{001\} \langle 100 \rangle$ からのずれ角度が 15° 以内の結晶粒の面積率を $S(D)$ としたとき、板厚方向における $S(D)$ の平均値 S_a が5.0～30.0%であることを特徴とする、銅合金板材。

[請求項2] B、Mg、P、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、AgおよびSnからなる群から選ばれる少なくとも1種を合計で0.005～3.000質量%含有する、請求項1に記載の銅合金板材。

[請求項3] 母材の結晶粒について、圧延平行方向の平均粒径 a と圧延垂直方向の平均粒径 b の比 a/b が0.8以上である、請求項1または2に記載の銅合金板材。

[請求項4] 圧延平行方向と圧延垂直方向のたわみ係数がいずれも140GPa以下であり、圧延平行方向のたわみ係数 E_{RD} と圧延垂直方向のたわみ係数 E_{TD} の比 E_{TD}/E_{RD} が1.05以下である、請

求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の銅合金板材。

[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の銅合金板材からなるコネクタ。

[請求項6] 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の銅合金板材の製造方法であって、

溶解・鋳造工程、鋳塊圧延工程、均質化熱処理工程、熱間圧延工程、急冷工程、冷間圧延 1 工程、スリット・トリミング工程、冷間圧延 2 工程、中間溶体化処理工程、急冷工程、時効熱処理工程の各工程をこの順で行い、

前記鋳塊圧延工程では、1 パスあたりの圧延加工を 1.0 % 以上の加工率で 1 回以上の圧延を行い、

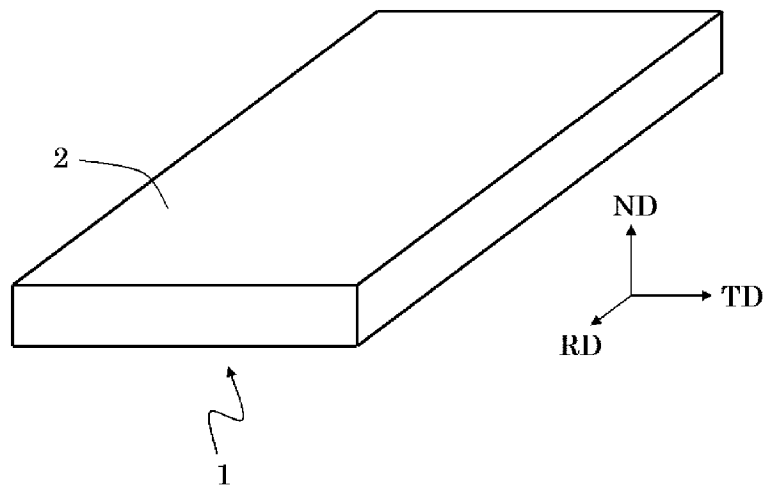
前記冷間圧延 1 工程では、1 パスあたりの平均圧延圧力を 50 N/mm^2 以上で、合計の加工率が 30 % 以上となるように圧延し、

前記冷間圧延 2 工程では、1 パスあたりの平均圧延圧力を 50 N/mm^2 以上で、合計の加工率が 50 % 以上となるように圧延し、

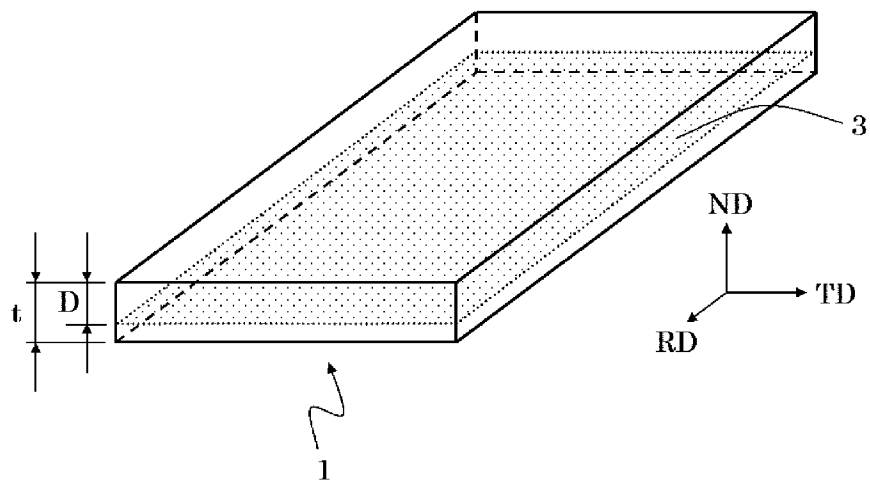
前記中間溶体化処理工程では、昇温速度 5°C/sec 以上で、到達温度 $600 \sim 1100^\circ\text{C}$ の高温域で溶体化処理を行うことを特徴とする、銅合金板材の製造方法。

[請求項7] 前記時効熱処理工程の後に、酸洗・研磨工程、冷間圧延 3 工程、最終焼鈍工程をこの順で行う、請求項 6 に記載の銅合金板材の製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065688

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C9/06(2006.01)i, C22C9/00(2006.01)i, C22C9/02(2006.01)i, C22C9/04(2006.01)i, C22C9/05(2006.01)i, C22C9/10(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01R13/03(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C9/06, C22C9/00, C22C9/02, C22C9/04, C22C9/05, C22C9/10, C22F1/08, H01R13/03, C22F1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-047360 A (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 07 March 2013 (07.03.2013), entire text & WO 2013/031279 A1 & TW 201309817 A & CN 103781925 A & KR 10-2014-0053376 A	1-7
A	JP 2013-040389 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 28 February 2013 (28.02.2013), entire text (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 August 2015 (20.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065688

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	JP 2015-120949 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 02 July 2015 (02.07.2015), entire text (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C9/06(2006.01)i, C22C9/00(2006.01)i, C22C9/02(2006.01)i, C22C9/04(2006.01)i, C22C9/05(2006.01)i, C22C9/10(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01R13/03(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C9/06, C22C9/00, C22C9/02, C22C9/04, C22C9/05, C22C9/10, C22F1/08, H01R13/03, C22F1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-047360 A（J X 日鉱日石金属株式会社）2013.03.07, 全文 & WO 2013/031279 A1 & TW 201309817 A & CN 103781925 A & KR 10-2014-0053376 A	1-7
A	JP 2013-040389 A（古河電気工業株式会社）2013.02.28, 全文 （ファミリーなし）	1-7
E, A	JP 2015-120949 A（古河電気工業株式会社）2015.07.02, 全文 （ファミリーなし）	1-7

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川村 裕二

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

3 3 4 9