

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/195219 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 9/00 (2006.01) *H01B 1/02* (2006.01)
C22F 1/00 (2006.01) *H01B 5/02* (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004663

(22) 国際出願日: 2020年2月6日(06.02.2020)

(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 2019-057466 2019年3月25日(25.03.2019) JP

(71) 出願人: J X 金属株式会社 (JX NIPPON
MINING & METALS CORPORATION) [JP/JP];
〒1008164 東京都千代田区大手町一丁
目1番2号 Tokyo (JP).

(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))

(72) 発明者: 武藤 有輝 (MUTO, Yuki); 〒3170056 茨
城県日立市白銀町1-1-2 J X 金属株式
会社技術開発センター内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: アクシス国際特許業務法人 (AXIS
PATENT INTERNATIONAL); 〒1050004 東京
都港区新橋二丁目6番2号 新橋アイ
マークビル 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,

(54) **Title:** COPPER ALLOY PLATE, ELECTRONIC COMPONENT FOR PASSAGE OF ELECTRICITY, AND
ELECTRONIC COMPONENT FOR HEAT DISSIPATION

(54) 発明の名称: 銅合金板、通電用電子部品及び放熱用電子部品

(57) **Abstract:** This copper alloy plate contains 0.1-0.6 mass% of Cr, and a total of 0.01-0.30 mass% of Zr and/or Ti, the
remaining portion being copper and incidental impurities. Regarding the copper alloy plate, the Schmid factor as measured
when tensile stress is applied in a direction parallel to a parallel rolling direction (RD) with respect to the peak orientation
of an integrated intensity in an inverse pole figure in the RD obtained from an XRD measurement, is 0.40 or more.

(57) 要約: Cr を 0.1 ~ 0.6 質量%, Zr 及び Ti のうちの一種又は二種を合計で 0.01 ~ 0.30 質量% 含有し、残部が銅及び不可避の不純物からなる銅合金板である。この銅合金板は、XRD
測定から得られる圧延平行方向 (RD) の逆極点図における集積強度のピーク方位に対して、RD と
平行方向に引張の応力が負荷された際のシュミットファクターが 0.40 以上である。



WO 2020/195219 A1

明 細 書

発明の名称：銅合金板、通電用電子部品及び放熱用電子部品

技術分野

[0001] 本開示は、銅合金板、通電用電子部品及び放熱用電子部品に関する。詳細には、本開示は、電機・電子機器、自動車などに搭載される端子、コネクタ、リレー、スイッチ、ソケット、バスバー、リードフレーム、放熱板などの電子部品の材料として使用される銅合金板、並びに該銅合金板を用いた通電用電子部品及び放熱用電子部品に関する。

背景技術

[0002] 電機・電子機器、自動車などに搭載される端子、コネクタ、スイッチ、ソケット、リレー、バスバー、リードフレーム、放熱板などの電子部品において、電気又は熱を伝えるための材料として、強度、電気伝導性、熱伝導性などの特性に優れた銅合金板が広く用いられている。

[0003] 近年、通電用電子部品、例えば、電子機器のコネクタにおいて高電流化が進んでおり、良好な曲げ性を有し、75% IACS以上の導電率、550 MPa以上の耐力を有することが必要と考えられている。

また、例えば、スマートフォンやタブレットPCの液晶には液晶フレームと呼ばれる放熱用電子部品が用いられている。このような放熱用途で用いられる銅合金板においても、高熱伝導率化が進んでおり、良好な曲げ性を有し、高強度を有することが必要と考えられている。そのため、放熱用途で用いられる銅合金板においても、75% IACS以上の導電率、550 MPa以上の耐力を有することが必要と考えられている。ここで、電気伝導性と熱伝導性は比例関係にあるため、導電率を高めることで熱伝導率も向上する。

[0004] しかしながら、75% IACS以上の導電率をコルソン合金系銅合金で達成することは難しいため、Cu-Cr系やCu-Zr系の銅合金の開発が進められてきた。

例えば、特許文献1には、Crを0.1～0.8質量%、Mg、Ti、Z

r、Zn、Fe、Sn、Ag、Siの一種若しくは二種以上を合計で0.005～0.5質量%含有し、残部が銅及び不可避不純物からなり、平均結晶粒径が15～80 μ mで、結晶粒径の変動係数（結晶粒径の標準偏差／平均結晶粒径）が0.40以下である銅合金材が提案されている。この銅合金材は、75% IACS以上の導電率を有し、強度及び曲げ加工性も良好であるとされている。

[0005] また、特許文献2には、Crを0.1～0.6質量%、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.01～0.30質量%含有し、残部が銅及び不可避的不純物からなり、材料表面のX線回折で求めた $I(220)/I_0(220)$ について、 $3 \leq I(220)/I_0(220) \leq 13$ を満たし、 $I(200)/I_0(200)$ について、 $0.2 \leq I(200)/I_0(200) \leq 2$ を満たす銅合金板が提案されている。この銅合金板は、80% IACS以上の導電率を有し、強度及び曲げ加工性も良好であるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2013-129889号公報

特許文献2：特開2017-179503号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 銅合金板の曲げ加工においては、曲げ部の曲げ肌が良好であることも必要とされる。これは、曲げ部の曲げ肌が良好でない場合、コネクタなどでは曲げ部の接触面積の減少につながり、通電性などが低下する要因となるためである。

しかしながら、特許文献1及び2は、曲げ性をクラックの有無で判断しているだけであり、クラックがない場合であっても、曲げ部の曲げ肌が不良であることがある。したがって、特許文献1及び2の技術では必ずしも良好な曲げ肌を得られるとは限らない。

[0008] 本発明の実施形態は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得る銅合金板を提供することを課題とする。

また、本発明の実施形態は、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ部の曲げ肌を劣化させることなく曲げ加工によって製造することが可能な通電用電子部品及び放熱用電子部品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

[0009] 本発明者は、上記の課題を解決すべく鋭意研究を行った結果、特定の組成を有する銅合金板において、銅合金板のシュミットファクターが、曲げ部の曲げ肌と密接に関係していることに着目し、圧延平行方向（RD）と平行方向に引張の応力が負荷された際のシュミットファクターを特定の範囲に制御することにより、曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0010] すなわち、本発明の実施形態は、Crを0.1～0.6質量%、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.01～0.30質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、XRD測定から得られる圧延平行方向（RD）の逆極点図における集積強度のピーク方位に対して、RDと平行方向に引張の応力が負荷された際のシュミットファクターが0.40以上である銅合金板である。

[0011] また、本発明の実施形態は、前記銅合金板を用いた通電用電子部品又は放熱用電子部品である。

発明の効果

[0012] 本発明の実施形態によれば、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得る銅合金板を提供することができる。

また、本発明の実施形態によれば、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ部の曲げ肌を劣化させることなく曲げ加工によって製造することが可能な通電用電子部品及び放熱用電子部品を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]応力緩和率の測定原理を説明する図である。

[図2]応力緩和率の測定原理を説明する図である。

[図3]シュミットファクターを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の好適な実施形態について具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されて解釈されるべきものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、改良などを行うことができる。この実施形態に開示されている複数の構成要素は、適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、この実施形態に示される全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよいし、異なる実施形態の構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0015] (組成)

本発明の実施形態に係る銅合金板は、Crを0.1～0.6質量%、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.01～0.30質量%含み、残部が銅及び不可避免の不純物からなる。一実施態様においては、Crを0.15～0.3質量%含み、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.05～0.20質量%含有することが好ましい。Crが0.6質量%を超えると曲げ加工性が低下し、0.1質量%未満になると550MPa以上の0.2%耐力を得ることが難しくなる。Zr及びTiのうちの一種又は二種の合計が0.30質量%を超えると曲げ加工性が低下し、0.01質量%未満になると、550MPa以上の0.2%耐力を得ることが難しくなる。

なお、本明細書において「不可避免の不純物」とは、原料を溶製する段階で不可避免に混入する成分のことを意味する。

[0016] さらに、本発明の実施形態に係る銅合金板は、Ag、Fe、Co、Ni、Mn、Zn、Mg、Si、P、Sn、Al、Ca、Y、Nb、Mo、Hf、W、Pt、Au及びBからなる群から選ばれる1種以上を合計で1.0質量%以下含有することが好ましい。これら元素は固溶強化や析出強化などにより強度上昇に寄与する。これら元素の合計量が1.0質量%を超えると導電

率が低下するか、或いは、熱間圧延で割れる場合がある。

[0017] なお、高強度及び高導電性を有する銅合金板において、添加する添加元素の組み合わせによって個々の添加量が変更されることは当業者によって理解可能なものである。典型的な一実施態様においては、例えば、A gは1.0質量%以下、F eは0.1質量%以下、C oは0.1質量%以下、N iは0.2質量%以下、M nは0.1質量%以下、Z nは0.5質量%以下、M gは0.1質量%以下、S iは0.1質量%以下、Pは0.05質量%以下、S nは0.1質量%以下、A lは0.1質量%以下、C aは0.1質量%以下、Yは0.1質量%以下、N bは0.1質量%以下、M oは0.1質量%以下、H fは0.1質量%以下、Wは0.1質量%以下、P tは0.1質量%以下、A uは0.1質量%以下、Bは0.05質量%以下添加することができるが、導電率が75% IACSを下回らない添加元素の組み合わせ及び添加量であれば、本発明の銅合金板は必ずしもこれらの上限値に限定されるものではない。

[0018] 本発明の実施形態に係る銅合金板の厚みは特に限定されないが、例えば0.03～0.6mmとすることができる。

[0019] (シュミットファクター)

銅合金板のシュミットファクターは、すべり変形の生じ易さを表す指標であり、曲げ加工で形成された曲げ部の曲げ肌と密接に関係する。

本発明者は、G. W. : G o o d W a y (銅合金板の曲げ軸が圧延方向と直角の方向)の曲げ肌に着目して研究を行った結果、圧延平行方向(RD)に対して引張の応力が負荷された場合のシュミットファクターの値を高くしたところ、良好な曲げ肌が得られることを確認した。これは、シュミットファクターの値が大きいほど、すべり面がすべり易いことから(なお、シュミットファクターの最大値は0.5である)、上記方向のシュミットファクターを高くすることで、G. W. に曲げ負荷がかかった際にすべり変形が生じ易くなり、結果として降伏応力が低減されたことに起因していると考えられる。

[0020] 図3は、単結晶の引張り分解せん断応力を簡易的に説明するモデルを示す。

具体的に、図3は、シュミットファクターについて簡易的に説明するためのモデル図であり、単結晶の塑性変形を模式的に示した図である。すなわち、断面積Aの単結晶丸棒10を、単軸荷重Fで引っ張った場合、単結晶丸棒10の結晶粒内のすべり面20、すべり方向25に分解せん断応力が生じる。この分解せん断応力 τ がその材料特有の臨界せん断応力 τ_c に達するとすべり変形（塑性変形）が生じる。分解せん断応力 τ は、軸応力を σ 、負荷軸とすべり面の法線とのなす角を ϕ 、負荷軸とすべり方向とのなす角を λ とすると、 $\tau = (F/A) \cdot \cos \lambda \cdot \cos \phi = \sigma \cdot \cos \lambda \cdot \cos \phi$ で表される。これがシュミットの法則であり、 $\cos \lambda \cdot \cos \phi$ がシュミットファクターである。シュミットファクターは、 $\lambda = \phi = 45^\circ$ の時に最大値になる（なお、シュミットファクターについては、塑性加工技術シリーズ2「材料」日本塑性加工学会編，コロナ社，p. 12を参照）。

[0021] 上記のシュミットファクターは、圧延平行方向（RD）の逆極点図における集積強度のピーク方位に対して、RDと平行方向に引張の応力が負荷された場合の値を算出した。逆極点図はXRD（X-ray diffraction）測定から求めた。この方法で求められたシュミットファクターが0.40以上の値を示した場合に良好な曲げ肌が得られた。シュミットファクターが0.40以上となることで、銅合金板に曲げ負荷がかかった際に転位運動が比較的容易となる。転位の運動によりすべり変形が生じることで連続的な変形が可能となり、材料表面において大きなくぼみ等が発生し難くなることが要因であると推測される。

なお、シュミットファクターは以下の式を用いて算出した。

$$(\text{シュミットファクター}) = \cos \lambda \cdot \cos \phi$$

$$\cos \lambda = t \cdot n / |t| |n|$$

$$\cos \phi = t \cdot s / |t| |s|$$

ただし、

ϕ : 負荷軸とすべり面の法線とのなす角

λ : 負荷軸とすべり方向とのなす角

t : 引張荷重負荷方向に平行な単位ベクトル

n : すべり面の法線ベクトルに平行な単位ベクトル

s : すべり方向に平行な単位ベクトル

[0022] (曲げ肌)

曲げ肌の評価には曲げ部の表面粗さ R_a を用いる。 R_a の値が低いほど曲げ部表面の凹凸は少なくなり、コネクタ等で用いる際に接触面積は大きくなるので、良好な通電性が確保される。曲げ部の R_a は、好ましくは $2.0 \mu m$ 以下、より好ましくは $1.5 \mu m$ 以下とする。

[0023] (引張強度)

本発明の一実施形態において、引張強度 (TS) は、好ましくは $550 MPa$ 以上、より好ましくは $600 MPa$ 以上である。引張強度を $550 MPa$ 以上とすることにより、銅合金板に要求される強度を確保することができる。

[0024] (0.2%耐力)

本発明の一実施形態において、0.2%耐力 (YS) は、好ましくは $550 MPa$ 以上、より好ましくは $580 MPa$ 以上である。0.2%耐力を $550 MPa$ 以上とすることにより、銅合金板に要求される強度を確保することができる。

[0025] (0.2%耐力／引張強度)

本発明の一実施形態において、0.2%耐力 (YS) と引張強度 (TS) との比 (YS/TS) の値が0.95以上であることが好ましい。 YS/TS の値が0.95以上であれば、十分に圧延集合組織が形成されることになりピークの集積強度が大きくなる。ピークの集積強度が高いほど、ピークを示す方位のシュミットファクターが曲げ肌に与える影響が高くなるという利点がある。

[0026] (導電率)

本発明の一実施形態において、導電率は、好ましくは75% IACS以上、より好ましくは、80% IACS以上である。導電率を75% IACS以上とすることにより、銅合金板に要求される導電率（熱伝導率）を確保することができる。

[0027] （応力緩和率）

本発明の一実施形態において、応力緩和率は、好ましくは15%以下、より好ましくは14%以下である。応力緩和率を15%以下とすることにより、銅合金板に要求される強度を確保することができる。

[0028] （用途）

本発明の実施形態に係る銅合金板は、端子、コネクタ、リレー、スイッチ、ソケット、バスバー、リードフレーム、放熱板などの電子部品の用途に好適に使用することができ、特に、電気自動車、ハイブリッド自動車などで用いられるコネクタや端子などの通電用電子部品の用途、又はスマートフォンやタブレットPCで用いられる液晶フレームなどの放熱用電子部品の用途に有用である。

[0029] （製造方法）

本発明の実施形態に係る銅合金板は以下の製造工程により製造することができる。まず、純銅原料として電気銅などを溶解し、カーボン脱酸などによって酸素濃度を低減した後、Crと、Zr及びTiのうちの一種又は二種と、必要に応じて他の合金元素を添加し、銅合金インゴットに鑄造する。次に、このインゴットを熱間圧延した後、第1の冷間圧延、溶体化処理、第2の冷間圧延、時効処理をこの順で行う。

[0030] 銅合金インゴットの厚みは、特に限定されないが、好ましくは30～300 mmである。

[0031] 熱間圧延は、800～1000℃の温度で厚み2～30 mm程度の板とすることが好ましい。

熱間圧延において、その合計加工度を20%以上とし、最終パスのひずみ速度を 30 s^{-1} よりも大きくする。上記条件により熱間圧延を行うことで、十

分に動的再結晶を発現させ、その結果として圧延平行方向（RD）の逆極点図における集積強度のピーク方位に対して、RDと平行方向に引張の応力が負荷された場合のシュミットファクターが0.40以上の値を有する銅合金とすることができる。

合計加工度は、（熱間圧延前の厚み－熱間圧延後の厚み）／熱間圧延前の厚み×100％により計算される。

最終パスのひずみ速度は、以下の式を用いて計算することができる。

$$d\varepsilon / dt = (2\pi n / 60 r^{1/2}) \cdot (R/H)^{1/2} \cdot \ln(1 / (1-r))$$

ここで、

$d\varepsilon / dt$: 最終パスのひずみ速度

n : ロールの回転数 (rpm)

r : 加工度 (%) / 100

R : ロール半径 (mm)

H : 最終パス前の板厚 (mm)

を意味する。

[0032] 熱間圧延後、第1の冷間圧延を行う。第1の冷間圧延では、厚みを好ましくは0.15～5mm、より好ましくは0.25～1.0mmとする。

[0033] 溶体化処理は、800～1000℃で保持後、水冷することが好ましい。

[0034] 溶体化処理後、第2の冷間圧延を行う。第2の冷間圧延では、合計加工度を75％以上とすることが好ましい。これにより最終時効後の0.2％耐力（MPa）／引張強度（MPa）の値を0.95以上とし、十分に圧延集合組織を形成させることができる。

[0035] 時効処理は、300～500℃で5～30h行うことが好ましい。

[0036] 本発明の一実施形態に係る銅合金板の製造方法は、Crを0.1～0.6質量％、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.01～0.30質量％含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなる銅合金インゴットを熱間圧延した後、第1の冷間圧延工程、溶体化処理工程、第2の冷間圧延工程、時効処理工程を含む銅合金板の製造方法であって、

前記熱間圧延工程において、合計加工度を20%以上とし、最終パスのひずみ速度を 30 s^{-1} よりも大きくする。

[0037] 上記の製造方法により高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得る銅合金板を製造することができる。

実施例

[0038] 以下、本発明の実施形態を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

[0039] 溶銅に合金元素を表1に示す割合で添加した後、厚みが200mmの銅合金インゴットに鑄造した。銅合金インゴットを950℃で3時間加熱し、表1に示す合計加工度の熱間圧延を行った。熱間圧延における最終パスのひずみ速度は表1に示したとおりである。次に、熱間圧延板表面の酸化スケールをグラインダーで研削して除去した後、冷間圧延で1.0mmの厚みの板とした。次に、900℃で溶体化処理を行った後、表1に示す合計加工度の冷間圧延を行い、板厚を0.2mmとした。その後、500℃で10hの時効処理を行った。

[0040] <引張強度(TS)>

引張試験機により、JIS Z2241:2011に従い、圧延方向と平行な方向における引張強度(TS)を測定した。

[0041] <0.2%耐力(YS)>

引張試験機により、JIS Z2241:2011に従い、圧延方向と平行な方向における0.2%耐力(YS)を測定した。

[0042] <導電率(EC)>

試験片の長手方向が圧延方向と平行になるように試験片を採取し、JIS H0505:1975に準拠し、四端子法によって20℃での導電率を測定した。

[0043] <応力緩和率>

幅10mm、長さ100mmの短冊形状の試験片を、試験片の長手方向が圧延方向と平行になるように採取した。図1のように、 $l=50\text{ mm}$ の位置

を作用点として、試験片に y_0 のたわみを与え、圧延方向の0.2%耐力（JIS Z 2241：2011に準拠して測定）の80%に相当する応力（ s ）を負荷した。 y_0 は次式により求めた。

$$y_0 = (2/3) \cdot l^2 \cdot s / (E \cdot t)$$

ここで、 E は圧延方向のヤング率であり、 t は試料の厚みである。150℃にて1000時間加熱後に除荷し、図2のように永久変形量（高さ） y を測定し、応力緩和率 $\{ [y \text{ (mm)} / y_0 \text{ (mm)}] \times 100 \text{ (\%)} \}$ を算出した。

[0044] <曲げ肌>

曲げ肌の評価では、幅1mm、長さ20mmに切り出した試料を曲げ試験片として用いた。JIS H 3130：2012に従ってG.W.（曲げ軸が圧延方向と直角の方向）のW曲げ試験を行い、曲げ部の表面を共焦点レーザー顕微鏡で解析し、JIS B 0601：2013に定められた R_a （ μm ）を算出した。曲げ肌は R_a が1.5 μm 以下であれば◎、1.5 μm より大きく2.0 μm 以下であれば○、2.0 μm より大きく3.0 μm 以下であれば△、3.0 μm より大きければ×と表記した。

[0045] <逆極点図>

逆極点図はXRD測定を用いて求めた。XRD測定には株式会社リガク社製RINT-TTRを用いて、銅合金板表面の厚み方向のX線回折を測定した。さらに、微粉末銅のX線回折を測定した。ここでX線は $K\alpha$ 線、管電圧30KV、管電流100mAとした。銅合金板の各方位における集積強度を微粉末銅の集積強度で除することで、規格化された圧延平行方向（RD）の逆極点図を作成した。求めた逆極点図から集積強度がピークを示す方位を決定した。

[0046] <シュミットファクター>

当成分の銅合金は面心立方構造（FCC）を有するため、その主すべり系は $\{111\} \langle 110 \rangle$ である。シュミットファクターは、圧延平行方向（RD）から見たときの集積強度がピークを示す方位に対して、RDと平行方

向に引張荷重を負荷した場合の主すべり系における値を算出した。このとき、R D方向から見たときの集積強度がピークを示す方位はR D方向と平行であることに留意する必要がある。

上記の通り具体的には以下の式を用いて、シュミットファクターを求めることができる。

$$(\text{シュミットファクター}) = \cos \lambda \cdot \cos \phi$$

$$\cos \lambda = t \cdot n / |t| |n|$$

$$\cos \phi = t \cdot s / |t| |s|$$

ただし、

ϕ : 負荷軸とすべり面の法線とのなす角

λ : 負荷軸とすべり方向とのなす角

t : 引張荷重負荷方向に平行な単位ベクトル

n : すべり面の法線ベクトルに平行な単位ベクトル

s : すべり方向に平行な単位ベクトル

R Dと平行方向に引張荷重を負荷しているため、 t は集積強度がR Dから見たときにピークを示す方位に平行である。また、主すべり系の中でも実際に活動するすべり系はシュミットファクターが最大値を取るものであるため、 n 、 s は上式で規定されるシュミットファクターが最大値を取るような組み合わせを選択する必要がある。

[0047] 各試験片の組成と製造条件及び各実施例及び比較例に対して得られた結果を表1に示す。なお、比較例については、表1に記載の製造条件以外は実施例と同様の条件で製造した。

[0048]

[表1]

	組成 (質量%)				熱延正延		第2の冷間圧延 合計加工度 (%)	TS (MPa)	YS (MPa)	YS/TS	EC (%ACS)	応力緩和率 (%)	曲げ肌	シュミット ファクター
	Cr	Zr	Ti	添加元素	合計加工度 (%)	ひずみ速度 (s ⁻¹)								
実施例1	0.2	0.1	--	--	25	50	80	620	603	0.97	83.4	11.4	◎	0.40
実施例2	0.2	0.2	--	--	25	50	80	661	652	0.99	81.7	7.4	◎	0.44
実施例3	0.3	0.1	--	--	25	50	80	660	638	0.97	80.3	8.3	◎	0.44
実施例4	0.4	0.05	--	--	25	50	80	674	660	0.98	81.3	9.1	◎	0.45
実施例5	0.2	--	0.1	Si:0.03	25	50	80	646	632	0.98	83.0	12.1	◎	0.40
実施例6	0.2	0.1	--	Si:0.03	25	50	80	629	609	0.97	82.3	11.8	◎	0.44
実施例7	0.2	0.1	--	Ag:0.01	25	50	80	627	603	0.96	82.2	12.2	◎	0.41
実施例8	0.2	0.1	--	Ag:1.0	25	50	80	634	624	0.99	82.8	10.1	◎	0.40
実施例9	0.2	--	0.1	Fe:0.01 Mn:0.01	25	50	80	623	601	0.96	84.0	11.4	◎	0.42
実施例10	0.2	0.1	--	Co:0.01 Ni:0.01	25	50	80	634	618	0.98	82.3	6.9	◎	0.49
実施例11	0.2	0.1	--	Zn:0.01 P:0.01	25	50	80	637	631	0.99	84.7	7.3	◎	0.49
実施例12	0.2	0.1	--	Sn:0.01 Mg:0.01	25	50	80	632	609	0.96	83.4	10.3	◎	0.42
実施例13	0.2	0.1	--	Al:0.01 Ca:0.01	25	50	80	637	629	0.99	82.7	11.7	◎	0.42
実施例14	0.2	0.1	--	Y:0.01 Nb:0.01	25	50	80	643	626	0.97	83.4	7.1	◎	0.40
実施例15	0.2	0.1	--	Mo:0.01 Hf:0.01	25	50	80	627	616	0.98	84.3	10.6	◎	0.40
実施例16	0.2	0.1	--	W:0.01 Pr:0.01	25	50	80	641	613	0.96	84.9	6.4	◎	0.48
実施例17	0.2	0.1	--	Au:0.01	25	50	99	655	652	1.00	83.8	11.6	◎	0.44
実施例18	0.2	0.1	--	--	25	50	75	608	579	0.95	82.3	13.8	◎	0.40
実施例19	0.2	0.1	--	--	25	50	60	584	527	0.90	84.2	7.0	○	0.40
実施例20	0.2	0.1	--	--	20	50	80	640	621	0.97	82.5	7.7	◎	0.40
実施例21	0.2	0.1	--	--	25	35	80	643	626	0.97	84.2	9.2	◎	0.41
比較例1	1.0	0.1	--	--	25	50	90	730	715	0.98	72.0	5.6	×	0.43
比較例2	0.2	0.5	--	--	25	50	90	681	650	0.95	74.0	9.9	×	0.42
比較例3	0.05	0.1	--	--	25	50	90	536	511	0.95	87.5	19.2	◎	0.47
比較例4	0.20	0.005	--	--	25	50	90	538	513	0.95	85.8	19.7	◎	0.41
比較例5	0.2	--	0.005	--	25	50	90	536	520	0.97	88.0	17.8	◎	0.49
比較例6	0.2	0.1	--	Sn:10.0	25	50	90	熱間圧延割れ						
比較例7	0.2	0.1	--	P:10.0	25	50	90	熱間圧延割れ						
比較例8	0.2	0.1	--	--	10	50	90	643	617	0.96	83.6	13.6	△	0.32
比較例9	0.2	0.1	--	--	25	30	90	637	626	0.98	83.1	8.0	△	0.37
比較例10	0.2	0.1	--	--	25	30	50	586	544	0.93	81.0	8.2	×	0.32

[0049] 表1に示されるように、特定の組成を有すると共に、シュミットファクターが0.40以上である実施例1～21の銅合金板は、TSが550MPa以上、ECが75%ACS以上、応力緩和率が15%以下、曲げ肌が◎又は○であり、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得ることが確認された。

なお、実施例19では、YS/TSの値が少し低く、曲げ肌が若干劣化した。が、十分に満足のいくレベルであった。

[0050] 一方、比較例 1 及び 2 の銅合金板は、C r 又は Z r の含有量が高すぎたため、E C が低く、曲げ肌も不良であった。

比較例 3 ～ 5 の銅合金板は、C r、Z r 又は T i の含有量が低すぎたため、T S が低くなり、応力緩和率が高くなった。

比較例 6 及び 7 の銅合金板は、S n 又は P の含有量が高すぎたため、熱間圧延で割れが生じてしまった。

比較例 8 の銅合金板は、熱間圧延で合計加工度が低すぎたため、シュミットファクターが低下し、曲げ肌が不良となった。

比較例 9 の銅合金板は、熱間圧延でひずみ速度が遅すぎたため、シュミットファクターが低下し、曲げ肌が不良となった。

比較例 10 の銅合金板は、熱間圧延でひずみ速度が遅すぎると共に、第 2 の冷却圧延で合計加工度が低すぎたため、シュミットファクターが低下し、曲げ肌が不良となった。特に、比較例 10 の銅合金板は、Y S / T S も低かったため、曲げ肌が最も不良となった。

[0051] 以上の結果からわかるように、本発明の実施形態によれば、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ肌が良好な曲げ部を形成し得る銅合金板を提供することができる。また、本発明の実施形態によれば、高導電率及び高強度を有し、且つ曲げ部の曲げ肌を劣化させることなく曲げ加工によって製造することが可能な通電用電子部品及び放熱用電子部品を提供することができる。

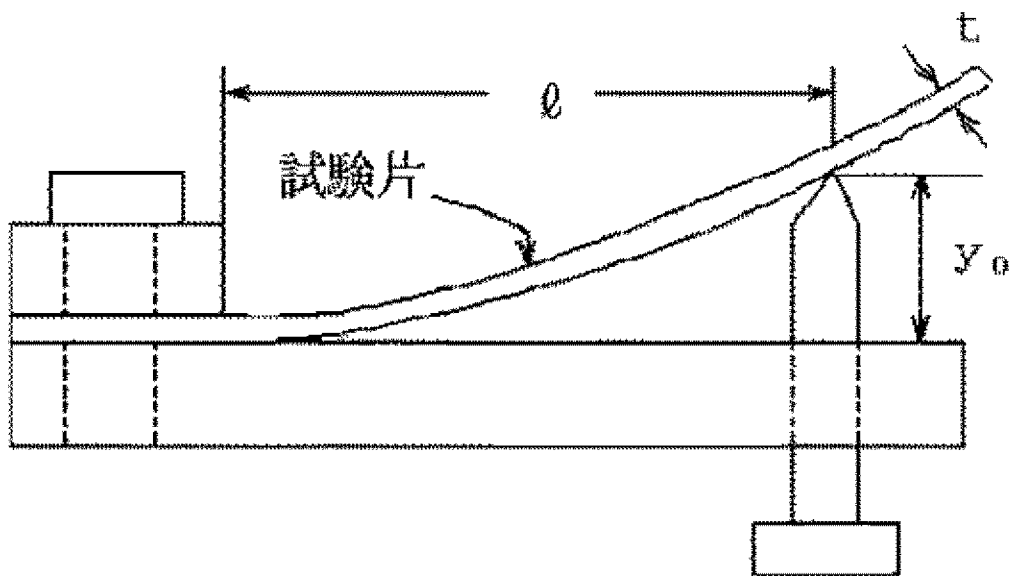
符号の説明

- [0052] 10 単結晶丸棒
20 単結晶丸棒の結晶粒内のすべり面
25 単結晶丸棒のすべり方向
30 すべり面の法線

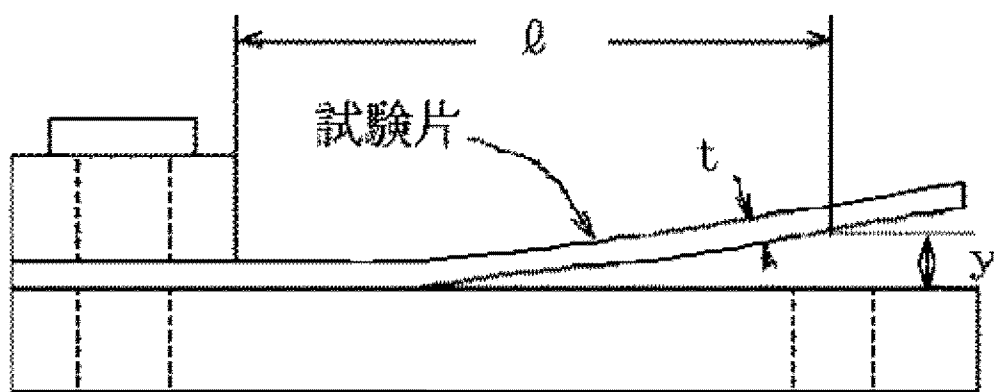
請求の範囲

- [請求項1] Crを0.1～0.6質量%、Zr及びTiのうちの一種又は二種を合計で0.01～0.30質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、
- XRD測定から得られる圧延平行方向（RD）の逆極点図における集積強度のピーク方位に対して、RDと平行方向に引張の応力が負荷された際のシュミットファクターが0.40以上である銅合金板。
- [請求項2] 0.2%耐力（MPa）／引張強度（MPa）の値が0.95以上である請求項1に記載の銅合金板。
- [請求項3] 引張強度が550MPa以上、導電率が75%IACS以上、及び応力緩和率が15%以下である請求項1又は2に記載の銅合金板。
- [請求項4] Ag、Fe、Co、Ni、Mn、Zn、Mg、Si、P、Sn、Al、Ca、Y、Nb、Mo、Hf、W、Pt、Au及びBからなる群から選ばれる1種以上を合計で1.0質量%以下含有する請求項1～3のいずれか1項に記載の銅合金板。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の銅合金板を用いた通電用電子部品。
- [請求項6] 請求項1～4のいずれか1項に記載の銅合金板を用いた放熱用電子部品。

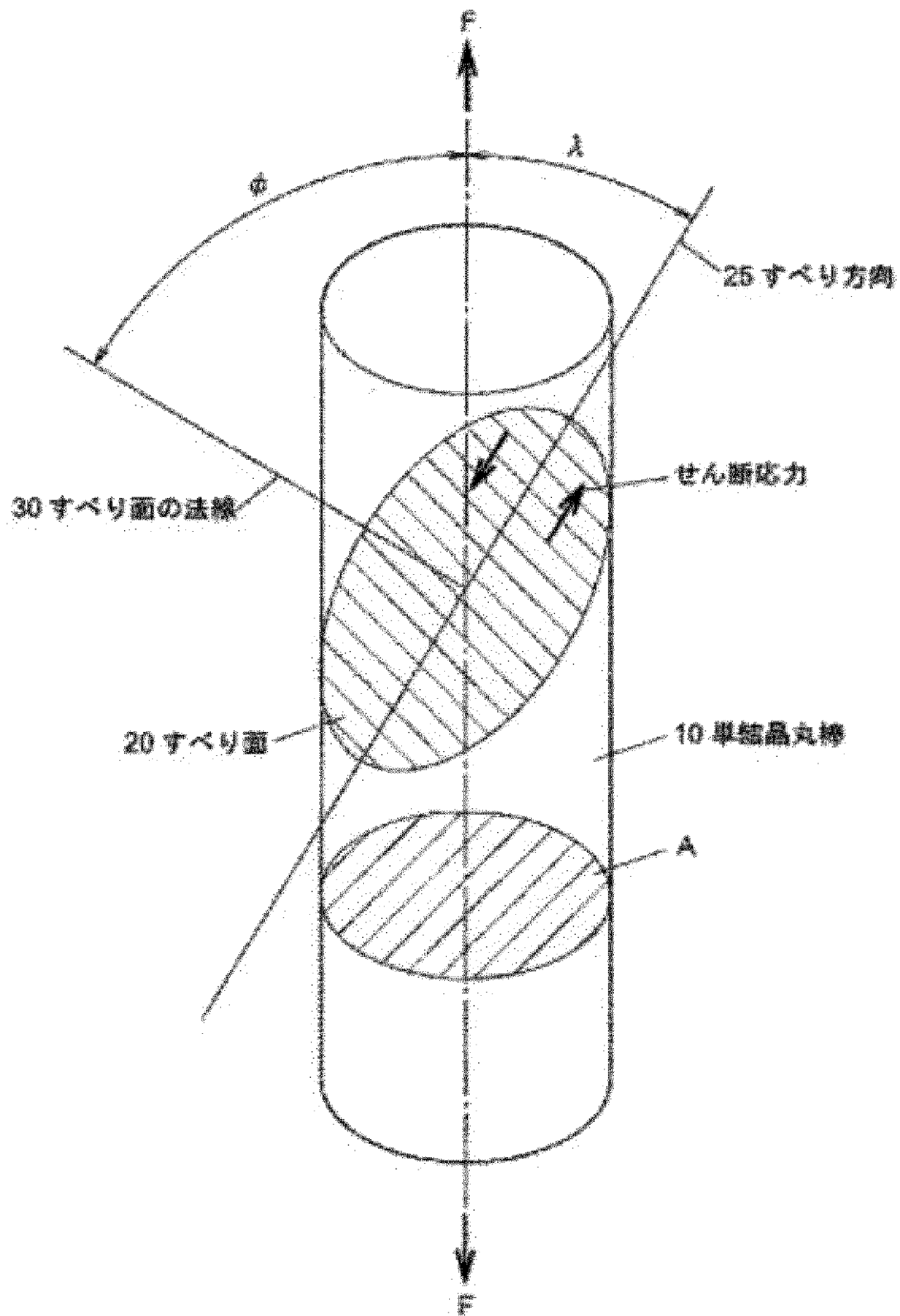
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004663

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C22C9/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n, C22F1/08(2006.01)n,
H01B1/02(2006.01)i, H01B5/02(2006.01)i
FI: C22C9/00, H01B1/02A, H01B5/02Z, C22F1/00602, C22F1/00623,
C22F1/00630A, C22F1/00630K, C22F1/00661A, C22F1/00681, C22F1/00682,
C22F1/00683, C22F1/00685Z, C22F1/00686A, C22F1/00691B, C22F1/00691C,
C22F1/00694A, C22F1/00694B, C22F1/00694Z, C22F1/08B

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)

Int.Cl. C22C9/00-9/10, C22F1/00, C22F1/08, H01B1/02, H01B5/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-159104 A (JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION) 11.10.2018 (2018-10-11)	1-6
A	JP 2018-154910 A (JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION) 04.10.2018 (2018-10-04)	1-6
A	WO 2012/026610 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 01.03.2012 (2012-03-01)	1-6
A	JP 2005-298948 A (NIKKO METAL MANUFACTURING CO., LTD.) 27.10.2005 (2005-10-27)	1-6
A	JP 2012-12644 A (HITACHI CABLE LTD.) 19.01.2012 (2012-01-19)	1-6



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
13.04.2020

Date of mailing of the international search report
21.04.2020

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/JP2020/004663

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-285664 A (HITACHI CABLE LTD.) 24.12.2010 (2010-12-24)	1-6
P, X	JP 2019-157258 A (JX NIPPON MINING & METALS CORPORATION) 19.09.2019 (2019-09-19), claims, paragraphs [0027]-[0052]	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004663

JP 2018-159104 A	11.10.2018	(Family: none)
JP 2018-154910 A	04.10.2018	(Family: none)
WO 2012/026610 A1	01.03.2012	EP 2610358 A1 CN 103069025 A KR 10-2013-0143672 A KR 10-2014-0001821 A TW 201211282 A1 CN 103468999 A TW 201406971 A
JP 2005-298948 A	27.10.2005	(Family: none)
JP 2012-12644 A	19.01.2012	(Family: none)
JP 2010-285664 A	24.12.2010	(Family: none)
JP 2019-157258 A	19.09.2019	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22C 9/00(2006.01)i; C22F 1/00(2006.01)n; C22F 1/08(2006.01)n; H01B 1/02(2006.01)i; H01B 5/02(2006.01)i FI: C22C9/00; H01B1/02 A; H01B5/02 Z; C22F1/00 602; C22F1/00 623; C22F1/00 630A; C22F1/00 630K; C22F1/00 661A; C22F1/00 681; C22F1/00 682; C22F1/00 683; C22F1/00 685Z; C22F1/00 686A; C22F1/00 691B; C22F1/00 691C; C22F1/00 694A; C22F1/00 694B; C22F1/00 694Z; C22F1/08 B																										
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（IPC）） C22C9/00-9/10; C22F1/00; C22F1/08; H01B1/02; H01B5/02 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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） CAPLUS/REGISTRY (STN)			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年																
日本国実用新案公報	1922-1996年																									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																									
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																									
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018-159104 A (JX金属株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018-154910 A (JX金属株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012/026610 A1 (古河電気工業株式会社) 01.03.2012 (2012-03-01)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2005-298948 A (日鉱金属加工株式会社) 27.10.2005 (2005-10-27)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-12644 A (日立電線株式会社) 19.01.2012 (2012-01-19)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-285664 A (日立電線株式会社) 24.12.2010 (2010-12-24)</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>P, X</td> <td>JP 2019-157258 A (JX金属株式会社) 19.09.2019 (2019-09-19) 特許請求の範囲, [0027]-[0052]</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			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 2018-159104 A (JX金属株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11)	1-6	A	JP 2018-154910 A (JX金属株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04)	1-6	A	WO 2012/026610 A1 (古河電気工業株式会社) 01.03.2012 (2012-03-01)	1-6	A	JP 2005-298948 A (日鉱金属加工株式会社) 27.10.2005 (2005-10-27)	1-6	A	JP 2012-12644 A (日立電線株式会社) 19.01.2012 (2012-01-19)	1-6	A	JP 2010-285664 A (日立電線株式会社) 24.12.2010 (2010-12-24)	1-6	P, X	JP 2019-157258 A (JX金属株式会社) 19.09.2019 (2019-09-19) 特許請求の範囲, [0027]-[0052]	1-6
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 2018-159104 A (JX金属株式会社) 11.10.2018 (2018-10-11)	1-6																								
A	JP 2018-154910 A (JX金属株式会社) 04.10.2018 (2018-10-04)	1-6																								
A	WO 2012/026610 A1 (古河電気工業株式会社) 01.03.2012 (2012-03-01)	1-6																								
A	JP 2005-298948 A (日鉱金属加工株式会社) 27.10.2005 (2005-10-27)	1-6																								
A	JP 2012-12644 A (日立電線株式会社) 19.01.2012 (2012-01-19)	1-6																								
A	JP 2010-285664 A (日立電線株式会社) 24.12.2010 (2010-12-24)	1-6																								
P, X	JP 2019-157258 A (JX金属株式会社) 19.09.2019 (2019-09-19) 特許請求の範囲, [0027]-[0052]	1-6																								
☐ 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抵触するものではなく、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 13.04.2020		国際調査報告の発送日 21.04.2020																								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 伊藤 真明 4K 3640 電話番号 03-3581-1101 内線 3435																								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/004663

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-159104	A	11.10.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-154910	A	04.10.2018	(ファミリーなし)	
WO	2012/026610	A1	01.03.2012	EP 2610358	A1
				CN 103069025	A
				KR 10-2013-0143672	A
				KR 10-2014-0001821	A
				TW 201211282	A1
				CN 103468999	A
				TW 201406971	A
JP	2005-298948	A	27.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2012-12644	A	19.01.2012	(ファミリーなし)	
JP	2010-285664	A	24.12.2010	(ファミリーなし)	
JP	2019-157258	A	19.09.2019	(ファミリーなし)	