(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
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125264 A1

(51) 国際特許分類:
C22C 9/06 (2006.01) *C22C 9/05* (2006.01)
C22C 9/00 (2006.01) *C22C 9/10* (2006.01)
C22C 9/01 (2006.01) *C22F 1/08* (2006.01)
C22C 9/02 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)
C22C 9/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/073451

(22) 国際出願日: 2010 年 12 月 24 日(24.12.2010)

(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 2010-088228 2010 年 4 月 7 日(07.04.2010) JP
特願 2010-143420 2010 年 6 月 24 日(24.06.2010) JP
特願 2010-210201 2010 年 9 月 17 日(17.09.2010) JP
特願 2010-280946 2010 年 12 月 16 日(16.12.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高橋　功 **(TAKAHASHI, Isao)** [JP/JP]; 〒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). 金子　秀雄 **(KANEKO, Hideo)** [JP/JP]; 〒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). 鎌田　千綱 **(KAMATA, Chizuna)** [JP/JP]; 〒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). 山本　義弘 **(YAMAMOTO, Yoshihiro)** [JP/JP]; 〒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). 小田　健作 **(ODA, Kensaku)** [JP/JP]; 〒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). 倉橋　和夫 **(KURAHASHI, Kazuo)** [JP/JP]; 〒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). 小関　和宏 **(KOSEKI, Kazuhiro)** [JP/JP]; 〒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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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**: WROUGHT COPPER ALLOY, COPPER ALLOY PART, AND PROCESS FOR PRODUCING WROUGHT COPPER ALLOY

(54) 発明の名称 : 銅合金展伸材、銅合金部品および銅合金展伸材の製造方法

(57) **Abstract**: Provided is a wrought copper alloy which has excellent cuttability and extensibility and is optimal for applications where high strength and/or high electrical conductivity is necessary while alleviating environmental burdens. The wrought copper alloy contains 1.5-7.0 mass% Ni, 0.3-2.3 mass% Si, and 0.02-1.0 mass% S and optionally further contains at least one element selected from a group consisting of Sn, Mn, Co, Zr, Ti, Fe, Cr, Al, P, and Zn in a total amount of 0.05-2.0 mass%, with the remainder comprising Cu and incidental impurities. The wrought copper alloy contains a sulfide dispersed therein which contributes to an improvement in cuttability, the sulfide having an average diameter of 0.1-10 μm and an areal proportion of 0.1-10%. The wrought copper alloy has a tensile strength of 500 MPa or more and an electrical conductivity of 25% IACS or more.

(57) 要約: 本発明は、被削性および展伸性に優れ、環境負荷を軽減しつつ、高強度および高導電性の少なくとも一方を必要とする用途に最適な銅合金展伸材を提供するものである。 銅合金展伸材は、Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％を含有し、さらに必要に応じて、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなるものであって、被削性向上に寄与する硫化物が分散しており、該硫化物の平均直径は０．１～１０μｍであり、該硫化物の面積率は０．１～１０％であり、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５％ＩＡＣＳ以上のものである。

WO 2011/125264 A1

明　細　書

発明の名称 ：

銅合金展伸材、銅合金部品および銅合金展伸材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器、精密機械、自動車等に使用される金属部品、特に切削加工により製造される銅合金部品に関し、さらにこの銅合金部品に適する銅合金展伸材およびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 金属部品を製造する方法として旋削、穿孔などの切削加工がある。切削加工は、特に複雑な形状を持つ部品や高い寸法精度を要する部品の製造には有効な加工方法である。切削加工を行う場合、被削性がしばしば問題となる。被削性には切削屑処理、工具寿命、切削抵抗、切削面粗さなどの項目があり、これらが向上するように材料に改良が施されている。

[0003] 銅合金は、強度が高い、導電性・熱伝導性に優れる、耐食性に優れる、色調に優れるなどの理由から多くの金属部品に使用されている。切削による加工も多く実施されており、例えば水道の蛇口、バルブ、歯車、装飾品などの用途があり、黄銅（Ｃｕ－Ｚｎ系）、青銅（Ｃｕ－Ｓｎ系）、アルミ青銅（Ｃｕ－ＡｌＩ系）、洋白（Ｃｕ－Ｚｎ－ＮｉＩ系）に被削性を向上させるために鉛を添加した合金が使用されている。なお、これらはいずれも高強度または高導電性を必要としない用途である。

[0004] 高強度または高導電性を必要とする用途、例えば同軸コネクタのピン材等の用途には、りん青銅やベリリウム銅に鉛を添加した快削りん青銅（特許文献１参照）、快削ベリリウム銅（特許文献２参照）が使用されている。これらはＮＣ旋盤等の精密な工作機械で切削加工され、電子機器用途等の信頼性の高い部品に使用されている。

[0005] このように銅合金の被削性を向上させるために、一般的には鉛が添加されている。これは、鉛が銅合金に固溶しないため材料内に微細に分散し、切削

加工時に切削屑がその部分で分断されやすくなることによる。しかし、鉛は人体や環境に影響を及ぼすとされていることから使用が制限されつつあり、鉛を含有せずに被削性を向上させた材料の要求が高まっている。鉛を含有する銅合金の代替材料として、黄銅や青銅にビスマスを添加した銅合金（特許文献３，４参照）が知られている。また黄銅では、亜鉛濃度を高くして銅－亜鉛系化合物であるβ相やγ相を形成させ、あるいはケイ素を添加して銅－ケイ素系化合物であるκ相を形成させ、これらの化合物を切削屑分断の起点として作用させることで被削性を向上させることも知られている（特許文献５，６）。さらに、青銅において硫黄を添加して硫化物を形成させて切削屑分断の起点として作用させる方法があり（特許文献７）、硫化物を切削屑分断の起点として作用させるものでは、他に銅－ジルコニウム系、銅－チタン系の時効析出型合金に関する方法が知られている（特許文献８）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭５０－０６６４２３号公報

特許文献2：特開昭５２－１１７２４４号公報

特許文献3：特開２００１－０５９１２３号公報

特許文献4：特開２０００－３３６４４２号公報

特許文献5：特開２０００－３１９７３７号公報

特許文献6：特開２００４－１８３０５６号公報

特許文献7：特開２００６－１５２３７３号公報

特許文献8：特開２００１－２４０９２３号公報

特許文献9：特開２００８－７５１７２号公報

特許文献10：特開平６－２１２３７４号公報

特許文献11：特開平７－９０５２０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、各特許文献に記載された技術は、以下の課題を有する。

特許文献１、２に記載の技術では、前述のとおり被削性を向上させるための添加元素として鉛を用いており、環境への負荷が懸念される。特に特許文献２に記載の技術では、快削ベリリウム銅の被削性を向上させるための添加元素として鉛に代替するものはなく、またベリリウムそのものも環境に影響を与える元素の一つとして挙げられており、鉛を添加した銅合金の代替材のみならずベリリウム銅の代替材を望む声も高まっている。

[0008] また、特許文献３、４に記載の技術では、ビスマスを添加すると被削性は改善されるが、加工中に割れやすくなり、特に熱間加工が困難となる。すなわち、熱間加工性の改善を図ることが改めて必要となる。特許文献５、６に記載されている合金で形成される化合物は黄銅系特有のものであり、他の合金系に適用することは事実上困難である。特許文献７は鋳物に関する技術であり、鋳物を直接切削する場合には好適であるが、棒材や板材などの展伸材（塑性加工された材料）を得るための技術としての開示はない。特許文献８に記載の技術で得られる材料は一般に強度が低く、例えば同軸コネクタのピン材などの高強度を必要とする用途には不十分であり、他の技術を適用する必要がある。

[0009] 上記特許文献１～８に開示されたものはコルソン合金（Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｉ系銅合金）ではなく、そもそも参考にならない。特開２００８－７５１７２号公報（前記特許文献９）には、他の合金元素を極力添加せず、しかも改善された導電率、強度、曲げ性及び応力緩和特性を兼備する電子材料用のＣｕ－Ｎｉ－Ｓｉ系合金を提供することが開示されている。しかし展伸性と被削性との両立に関する開示はなく、硫黄濃度の調整についても触れられていない。特開平６－２１２３７４号公報（前記特許文献１０）、特開平７－９０５２０号公報（前記特許文献１１）には展伸性を考慮したコルソン合金が開示されているが、いずれもそのために硫黄濃度を２０ｐｐｍ（０．００２％）以下に規制している。

[0010] 本発明はこのような問題に鑑みなされたもので、被削性および展伸性に優

れ、環境負荷を軽減しつつ、高強度ないしは高導電性を必要とする用途に最適な銅合金展伸材を提供することを課題とするものである。さらに本発明は前記銅合金展伸材を切削加工して得られる銅合金部品及び上記展伸材の製造方法を提供することを課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは鋭意検討した結果、特定の組成の時効析出型銅合金において硫化物のサイズ（平均直径）と面積率を制御することによって、展伸性（熱間・冷間の加工性）および被削性に優れ、さらに強度および導電性に優れる銅合金展伸材が得られることを見出した。また上記の硫化物を得るための組成および鋳造方法を見出し、さらに熱間加工性、冷間加工性にも優れる組成、組織、鋳造方法を見出した。

また、本発明者らは鋭意検討した結果、特定の組成の時効析出型銅合金においてマトリクスに硫化物を形成し、且つこの硫化物の４０％以上が展伸方向に平行した断面のマトリクスの結晶粒内に存在させ、展伸方向に平行した断面のアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物をマトリクスに分散させることによって、展伸性（熱間・冷間の加工性）および被削性に優れ、さらに強度および導電性に優れる銅合金展伸材が得られることを見出した。また上記の硫化物を得るための組成および製造方法を見出し、さらに熱間加工性、冷間加工性にも優れる組成、組織、製造方法を見出した。

本発明はこれらの知見に基づきなされるに至ったものである。

[0012] すなわち、本発明は、以下の解決手段を提供するものである。

（１）Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金展伸材であって、硫化物が分散しており、該硫化物のサイズ（平均直径）は０．１～１０μｍであり、該硫化物の面積率は０．１～１０％であり、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５％ＩＡＣＳ以上であることを特徴とする銅合金展伸材。

（２）さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｐおよ

びＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有することを特徴とする（１）に記載の銅合金展伸材。

（３）前記硫化物が、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－Ｓ、及びＺｎ－Ｓからなる群から選ばれる少なくとも１種類である、（１）または（２）に記載の銅合金展伸材。

（４）（１）～（３）のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を切削加工して形成された銅合金部品。

（５）電子機器部品、構造部品、または要素部品に用いられる、（４）に記載の銅合金部品。

（６）（１）～（３）のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を製造する方法であって、鋳造時の冷却速度を０．１～５０℃／秒とすることを特徴とする銅合金展伸材の製造方法。

（７）Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金展伸材であって、展伸方向に平行した断面の硫化物の面積率が４０％以上マトリクスの結晶内に存在し、展伸方向に平行した断面のアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物がマトリクスに分散しており、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５％ＩＡＣＳ以上であることを特徴とする銅合金展伸材。

（８）さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有することを特徴とする（７）に記載の銅合金展伸材。

（９）前記硫化物は、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－ＳおよびＺｎ－Ｓ系のいずれかの硫化物から選ばれる１種類以上である、（７）または（８）に記載の銅合金展伸材。

（１０）（７）～（９）のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を切削加工して形成された銅合金部品。

（１１）電子機器部品、構造部品、要素部品等の、強度、電気伝導性、熱伝

導性、耐摩耗性を必要とする用途に用いられる、（１０）に記載の銅合金部品。

（１２）（７）～（９）のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を製造する方法であって、Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金組成物を加工するにあたり、（ａ）（ｂ）のいずれか一方の工程を施し、その後、０％～９５％の減面加工を施し展伸方向に平行な断面のマトリクスに分散した硫化物の総面積の４０％以上をマトリクスの結晶内に存在させ、展伸方向に平行な断面のアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物がマトリクスに分散したものを時効処理することを特徴とする銅合金展伸材の製造方法。

（ａ）熱間加工後に急冷する。

（ｂ）熱間加工後、冷間加工と温度６００℃～１０００℃の熱処理を１回以上繰り返し、最終冷間加工前に溶体化処理を施す。

（１３）さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有することを特徴とする、（１２）に記載の銅合金展伸材の製造方法。

ここで、展伸方向に平行した断面の硫化物の面積率が４０％以上マトリクスの結晶内に存在するとは、マトリクスに分散した硫化物が結晶粒界内に４０％以上であることを言う。また、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比が１：１～１：１００に分散しているとは、マトリクスに分散した全ての硫化物のアスペクト比が１：１～１：１００の範囲であることを言う。ここでマトリクスとは合金組織において結晶粒界に囲まれた個々の領域ないしその集合をいい、典型的には結晶粒界に囲まれてそれぞれが任意の形態で互いに隣接する島状になって存在する。

発明の効果

[0013] 本発明の銅合金展伸材は、強度および導電性に優れ、さらに鉛やベリリウ

ムなどの環境負荷物質を利用することなく、被削性および展伸性に優れたものとなる。例えば、コネクタピン材に要求される挿抜力の低下を防止するには、ベリリウム銅同等に引張強さが高い事で挿抜力の低下が抑止できる。本発明は、引張強さ５００ＭＰａ以上でベリリウム銅同等で挿抜力低下が抑制できる。また、引張強さないしは導電性が望まれる電子機器等の部品では、導電率２５％ＩＡＣＳ以上であることから、ベリリウム銅より導電性に優れ優位なものである。また、本発明の銅合金展伸材は、切削加工により製造される電子機器等の部品用材料として好適である。本発明の銅合金部品は切削加工で精度よく製造することができ、かつ、電子機器等の部品として必要な特性を十分に有している。

[0014] 本発明の上記及び他の特徴及び利点は、下記の記載及び添付の図面からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]銅合金棒を展伸方向に平行に見た側面（ａ）及び断面（ｂ）を模式的に示した図である。

[図2]銅合金棒を、展伸方向に平行に電子顕微鏡（ＳＥＭ）で見た断面組織を模式的に示したもので、結晶粒界と硫化物の全体像である。

[図3]銅合金棒を、展伸方向に平行に電子顕微鏡（ＳＥＭ）で見た断面組織を模式的に示したもので、図２に対して結晶粒界上にある硫化物を除いて示した図である。

[図4]図２の一部を拡大し示した硫化物のアスペクト比を説明する図である。

[図5]実施例１－３、２－３で作製したコネクタピンの一方の形状を模式的に示す側面図である。

[図6]実施例１－３、２－３で作製したコネクタピンの他の形状を模式的に示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の銅合金展伸材の好ましい実施の態様について、大きく第１の実施形態と第２の実施形態とに分けて詳細に説明する。ただし、第２の実施形態

については、第１の実施形態と共通する点について説明を省略することがある。これら両実施形態は同一もしくは対応する特別な技術的特徴を有し単一の発明概念を形成するものである。なお、本明細書において、「銅合金」とは形状の概念を含まないものをいい、「銅合金材料」や「銅合金展伸材」などは、形状の概念を含むものをいう。

[0017] ［第１実施形態］

＜Ｎｉ，Ｓｉ＞

本実施形態の銅合金展伸材の好ましい実施の態様におけるニッケル（Ｎｉ）とケイ素（Ｓｉ）は、ＮｉとＳｉの含有比を制御することにより金属生地（マトリクス）中にＮｉ－Ｓｉ析出物（Ni_2Si）を形成させて析出強化を行い、銅合金展伸材の強度および導電性を向上させるために添加する。このＮｉ－Ｓｉ析出物（Ni_2Si：析出強化のための析出物）は、被削性の向上にはあまり寄与しない。

[0018] 本実施形態の銅合金展伸材の好ましい実施の態様においては、硫黄（Ｓ）の添加によりマトリクス中に被削性向上に寄与する硫化物を形成させる。この硫化物が、切削加工を行った時の切削屑分断の起点として作用することで切削屑が細かく分断され易くなり、被削性が向上する。また、鋳造時の冷却速度を制御することで硫化物のサイズ（平均直径）と面積率が制御されて切削屑分断性が向上し、さらに熱間および冷間における加工性を損なわなくなることにより、押出、圧延、引抜きなどの展伸加工が可能となる。

[0019] 本実施形態における銅合金は、ニッケル（Ｎｉ）とケイ素（Ｓｉ）が固溶した状態、あるいはＮｉ－Ｓｉ析出物が形成された状態で熱間または冷間加工が施されるが、いずれの状態でも一般に展伸加工性は悪く、加工中に割れ、破損等が生じやすい。この銅合金中に硫化物が形成されると展伸加工性は更に悪化し加工が困難となる。展伸加工性には、硫化物のサイズ（平均直径）と面積率が影響を及ぼすことから、本実施形態では、硫化物のサイズ（平均直径）と面積率を規定している。このことにより、Ｃｕ－Ｎｉ－Ｓｉ系において、両立が困難な展伸加工性と切削性を同時に向上させることが可能と

なる。

[0020] Ｎｉの含有量は１．５～７．０ｍａｓｓ％（質量％）であり、１．７～６．５ｍａｓｓ％であることが好ましい。Ｎｉ量が少なすぎると、Ｎｉ－Ｓｉ析出物による析出硬化量が小さく強度が不足する。Ｎｉ量が多すぎると、過剰であるため強度向上に寄与するＮｉ－Ｓｉ析出物量が増加しないだけでなく、溶解鋳造時にＮｉ－Ｓｉ晶出物が多く形成して熱間加工性および冷間加工性（すなわち展伸性）を悪化させるため好ましくない。

[0021] Ｓｉの含有量は、Ｎｉ－Ｓｉ析出物（$Ｎｉ_2Ｓｉ$）の形成においては、質量％で計算するとＮｉ含有量の約１／５～１／３の量が必要となる。このことから、本実施形態において、Ｓｉの含有量は０．３～２．３質量％であり、０．３４～２．２質量％であることが好ましい。

[0022] ＜Ｓ＞

本実施形態の銅合金展伸材においては、硫化物のサイズ（平均直径）が０．１～１０μｍで硫化物の面積率が０．１～１０％存在する必要がある。そのためには、Ｓの含有量は０．０２～１．０ｍａｓｓ％であり、好ましくは０．０３～０．８ｍａｓｓ％である。少なすぎると硫化物の面積率が小さく、十分な切削屑分断性が得られない。Ｓの含有量が多すぎると、熱間加工性および冷間加工性（すなわち展伸性）が悪化する。

従来、コルソン合金においてはＳの量を極微量に規制することが知られている（前記特許文献１０、１１）。本実施形態においては、これを敢えて大幅に増量させその他の添加元素を特定の範囲として、好ましくはその加工処理を特定の条件で行うことにより、硫化物が所定の展伸方向のアスペクト比を有する銅合金展伸材とし、被削性と展伸性との両立を達成した。

[0023] さらに、本実施形態の銅合金展伸材には、錫（Ｓｎ）、マンガン（Ｍｎ）、コバルト（Ｃｏ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、チタン（Ｔｉ）、鉄（Ｆｅ）、クロム（Ｃｒ）、アルミニウム（Ａｌ）、りん（Ｐ）、亜鉛（Ｚｎ）の１種または２種以上を含有させてもよい。これらの元素は、固溶または析出物を形成することでＣｕ－Ｎｉ－Ｓｉ合金の強度を向上させ、あるいは硫化物

を形成して被削性を向上させる。含有させる場合には、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｐ、Ｚｎの中から選ばれる１種または２種以上を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有させることが好ましい。含有量が０．０５ｍａｓｓ％より少ない場合は、強度向上や被削性改善の効果がこれらの元素を含有しない場合と変わらなくなる。また、含有量が２．０ｍａｓｓ％より多い場合は、強度および被削性向上の効果が飽和するだけでなく、導電率が低下するため得策ではない。硫化物の成分としてはＣｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－Ｓ、Ｚｎ－Ｓ系などがあり特にＣｕ－Ｓ系硫化物が有効である。更に不可避的不純物とＳとの硫化物もある。

[0024] ＜硫化物に関する規定＞

硫化物の成分としては、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－Ｓ、Ｚｎ－Ｓなどがある。硫化物は、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－Ｓ、Ｚｎ－Ｓからなる群から選ばれる少なくとも１種であることが好ましく、特にＣｕ－Ｓが有効である。更に不可避的不純物とＳとの硫化物もある。なお、ここで「Ｃｕ－Ｓ」とは、Cu_2SやＣｕＳなどのＣｕとＳからなる硫化物の総称を意味し、「Ｍｎ－Ｓ」等でも同様である。

[0025] 次に、被削性向上に寄与する化合物である硫化物のサイズ（平均直径）と面積率の規定、並びに特徴について述べる。硫化物は、切削加工時に発生する切削屑を細かく分断する作用があり、それにより被削性が向上する。ただし、硫化物のサイズ（平均直径）が０．１μｍより小さいと、大きな効果は得られない。また、サイズ（平均直径）が０．１μｍ以上の硫化物があったとしても、トータルの面積率が小さいと切削屑は細かく分断されない。具体的には、０．１μｍ以上のサイズ（平均直径）の硫化物が面積率で０．１～１０％の密度で分布していないと、切削屑が十分には分断されない。なお、硫化物は軟らかいため、熱間加工や冷間加工の加工度に応じて長手に伸ばされることがあるが、硫化物のサイズ（平均直径）と面積率は展伸材の長手方

向に垂直な断面（横断面）で上記を満足すれば良い。また硫化物のサイズ（平均直径）とは、この横断面を電子顕微鏡で観察して１００個以上の硫化物粒子を円形換算して、その直径を平均した値とする。硫化物の面積率とは電子顕微鏡で観察される１視野に見られる硫化物の数をカウントし、その各々の硫化物を円形換算してその直径を求め、平均して、その平均直径から面積を求めて硫化物数を乗じて硫化物の１視野当りの総面積を求めて１視野の全面積で除した値とする。

[0026] 一方、硫化物は材料の熱間および冷間の加工性を悪化させる。硫化物は結晶粒界に形成され易く、粒界強度を低下させるため、硫化物のサイズ（平均直径）が大き過ぎたり、面積率が大き過ぎたりすると、熱間加工や冷間加工を施した時に割れを生じさせ、展伸材として使用できなくなる。従って、硫化物のサイズ（平均直径）は１０μｍ以下、硫化物の面積率は１０％以下にする必要がある。

[0027] この硫化物のサイズ（平均直径）は、鋳造時の冷却速度により変化する。冷却速度が遅いと硫化物は大きくなり、逆に速いと小さくなる。好ましい冷却速度は０．１～５０℃／秒、より好ましくは０．３～４０℃／秒である。

[0028] ＜機械的性質及び製造条件＞

次いで、本第１実施形態の好ましい実施の態様における銅合金展伸材の機械的性質について述べる。

本実施形態における銅合金展伸材は、鉛を含有するりん青銅やベリリウム銅の代替、すなわち環境負荷物質を含有する銅合金の代替を目指すものであり、これらの合金の展伸材と同等の強度を要する。そのため、実用上問題とならない強度および導電性として、引張強さ５００ＭＰａ以上、導電率がＩＡＣＳ（Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ａｎｎｅａｌｅｄ Ｃｏｐｐｅｒ Ｓｔａｎｄａｒｄ）で２５％ＩＡＣＳ以上であることが必要である。本実施形態における銅合金は時効析出型であり、前述のようにNi_2Siを形成させることで強度、導電性を向上させており、そのために、Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％含有することが必要となる

。また、製造工程における溶体化処理時の温度は７５０～１０００℃の範囲が好ましく、時効処理時の温度は３５０～６００℃の範囲が好ましい。

[0029] 本実施形態において、銅合金展伸材の製造方法には、鋳造時の冷却速度を上記範囲として硫化物のサイズ（平均直径）を制御する以外、特に制約はない。例えば、鋳塊（ケークまたはビレット）の横断面の面積については、展伸材の横断面の面積より大きければよい。本実施形態の銅合金展伸材は、時効析出型銅合金の展伸材であるため、少なくとも銅合金原料の溶解鋳造工程の後に時効熱処理工程は必須となるが、熱間加工工程、焼鈍工程、溶体化処理工程は、銅合金展伸材を得るための工程のほかは、必要に応じて行うこととなる。例えば、熱間加工工程に関しては、ビレットの熱間押出、鋳塊の熱間鍛造、あるいは連続鋳造などの製造方法のいずれでも本実施形態の銅合金展伸材を製造することが可能である。また、製品の形状は特に制約はなく、後工程である切削工程により最終形態である銅合金部品を得やすい形状としておくことが好ましい。すなわち、銅合金部品の用途により線、棒、条、板、管などの所定の形状の銅合金展伸材として製造し、使い分ければ良い。例えば、最終形態の銅合金部品がねじやリベットなどである場合は、銅合金展伸材の形状は丸棒状であることが好ましい。

[0030] 銅合金部品としては、現在、鉛入りのりん青銅やベリリウム銅が使用されている同軸コネクタのオスピン、メスピンや、ＩＣソケットやバッテリ端子コネクタに使用されるプローブのバレルおよびプランジャー材、オーディオケーブルのコネクタ端子などの電子機器部品、アンテナのヒンジ、ファスナー、ベアリング、ガイドレール、抵抗溶接機、時計などの構造部品や歯車、軸受け、金型のイジェクトピンなどの要素部品のように、強度、電気伝導性、熱伝導性、耐摩耗性を必要とし、複雑な形状で主に切削加工で製造される部品が挙げられる。本実施形態の「銅合金部品」は切削加工で製造された銅合金部品を一部に含むものであってもよい。

[0031] ［第２実施形態］

＜Ｎｉ，Ｓｉ＞

本実施形態の銅合金展伸材においてもＮｉとＳｉの含有比を制御する。その趣旨は、第１実施形態と同様である。

[0032] 本実施形態の銅合金展伸材の好ましい実施の態様においては、硫黄（Ｓ）の添加によりマトリクス中に被削性向上に寄与する硫化物を形成させる。この硫化物が、切削加工を行った時の切削屑分断の起点として作用することで切削屑が細かく分断され易くなり、被削性が向上する点で上記第１実施形態と共通する。硫化物は、鋳造時に形成されるが、形成されたときは結晶粒界に多く存在しており熱間加工性および冷間加工性（すなわち展伸性）を悪化させる。そこで、鋳塊（ケークまたはビレット）に形成された硫化物を、展伸加工および熱処理により、展伸方向に平行した断面の硫化物の面積率が４０％以上マトリクスの結晶内に存在し、展伸方向に平行した断面の展伸方向からみたアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物を、好ましくはアスペクト比が１：１～１：５０の硫化物をマトリクスに分散させることで、切削屑分断性が向上し、さらに熱間および冷間における加工性を損なわなくなることにより、押出、圧延、引抜きなどの展伸加工が可能となる。本実施形態の銅合金は、ニッケル（Ｎｉ）とケイ素（Ｓｉ）が固溶した状態あるいはＮｉ－Ｓｉ析出物が形成された状態で熱間または冷間加工が施されるが、何れの状態でも一般に展伸加工性は悪く、加工中に割れ、破損等が生じやすい。この銅合金中に硫化物が形成されると展伸加工性は更に悪化し加工が困難となる。展伸加工性には、硫化物の存在する位置が大きく影響し、硫化物を結晶内に多く存在させることで、展伸性が良好となる。本実施形態では、硫化物の結晶粒内に存在する面積率を規定している。

[0033] Ｎｉの含有量は１．５～７．０ｍａｓｓ％（質量％）であり、１．７～６．５ｍａｓｓ％であることが好ましい。Ｎｉ量が少なすぎると、Ｎｉ－Ｓｉ析出物による析出硬化量が小さく強度が不足する。Ｎｉ量が多すぎると、過剰であるため強度向上に寄与するＮｉ－Ｓｉ析出物量が増加しないだけでなく、溶解鋳造時にＮｉ－Ｓｉ晶出物が多く形成して熱間加工性および冷間加工性（すなわち展伸性）を悪化させるため好ましくない。

[0034] Ｓｉの含有量は、Ｎｉ－Ｓｉ析出物（Ni_2Si）の形成においては、質量%で計算するとＮｉ含有量の約１／５～１／３の量が必要となる。このことから、本実施形態において、Ｓｉの含有量は０．３～２．３質量%であり、０．３４～２．２質量%であることが好ましい。

[0035] ＜Ｓ＞

本実施形態の銅合金展伸材においては、形成された硫化物の面積率の４０%以上が展伸方向に平行な断面マトリクスの結晶内に存在し、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比を上記比率にする必要がある。それを達成するために、Ｓの含有量が０．０２～１．０ｍａｓｓ%とされており、好ましくは０．０３～０．８ｍａｓｓ%である。これが、少なすぎると、十分な切削屑分断性が得られない。Ｓの含有量が多すぎると、熱間加工性および冷間加工性（すなわち展伸性）が悪化する。形成され分散した硫化物の面積率の５０%以上がマトリクスの結晶内に存在するのが好ましい。本実施形態においても、従来の一般的な規制量を超えて上記積極添加量でＳを含有させる点で第１実施形態と同様である。

[0036] ＜その他の添加元素＞

本実施形態の銅合金展伸材には、錫（Ｓｎ）、マンガン（Ｍｎ）、コバルト（Ｃｏ）、ジルコニウム（Ｚｒ）、チタン（Ｔｉ）、鉄（Ｆｅ）、クロム（Ｃｒ）、アルミニウム（Ａｌ）、りん（Ｐ）、亜鉛（Ｚｎ）の１種または２種以上を含有させてもよい。その作用及び好ましい含有量の範囲等は、上記第１実施形態と同様である。

[0037] ＜硫化物に関する規定＞

次に、被削性向上に寄与する化合物である硫化物の展伸方向に平行した断面のマトリクスの結晶内に存在する割合と、硫化物のアスペクト比の規定、並びに特徴について述べる。硫化物は、切削加工時に発生する切削屑を細かく分断する作用があり、それにより被削性が向上する。しかし、硫化物の存在する位置により展伸性（熱間加工性、冷間加工性）に大きく影響する。硫化物のマトリクスの結晶粒内に存在する割合とは、展伸方向に平行した断面

を電子顕微鏡で観察して、１視野に観察される全ての硫化物の数をカウントし、その各々の硫化物を円形換算してその直径を求め、平均して、その平均直径から面積を求めて硫化物数を乗じて１視野に見られる全ての硫化物の総面積を求めた後、結晶粒内と結晶粒界を跨いだ硫化物のみの数をカウントし、その各々の硫化物を円形換算してその直径を求め、平均して、その平均直径から面積を求めて硫化物数を乗じて結晶粒内と結晶粒界を跨いだ硫化物の総面積を求め、１視野に見られた全ての硫化物総面積で除した値である。この割合は、結晶粒内と結晶粒界を跨いだ硫化物が４０％以上あればよい。４０％以下になると、展伸性が悪くなる。なお、この時の硫化物の面積率は、０．１％～２０％、好ましくは０．１～１０％の範囲にある。硫化物の面積率は、１視野に見られた硫化物の総面積を１視野の総面積で除した値である。

[0038] 硫化物は軟らかいため、熱間加工や冷間加工の加工度に応じて長手方向に伸ばされ、且つ、分断されマトリクス中に分散する。分散した硫化物のアスペクト比とは、この断面を電子顕微鏡で観察して、展伸方向に垂直方向の長さt_1を１とした場合、展伸方向に平行に伸ばされた硫化物長さt_2の比（t_2／t_1）とする。１：１００を超えるものは、規定のＳの含有量を満たさない可能性があり、切削加工時に切削屑が細かく分断しなくなる。なお、硫化物が展伸方向に直線状でない場合も上記の定義に変わりはなく、図４に示したように、その領域を占める部分の展伸方向の長さt_2及びそれに直交する方向の長さt_1を求め、評価する。

[0039] 硫化物の測定例

図１（ａ）は銅合金棒１０を展伸方向Ｒに平行に見た正面図であり（ｂ）は断面図であり１０ａは断面を示し、模式的に示したものである。

図２は、展伸方向に平行にした断面の電子顕微鏡観察の模式図で、１視野に観察される、結晶粒界２１と硫化物状態を示し、図中２１は結晶粒界、２２は結晶粒界にある硫化物、２３は結晶粒内硫化物を示す。ここで、１視野に観察される全ての硫化物の総面積を求める。

次に図３は銅合金棒を、展伸方向に平行に電子顕微鏡（ＳＥＭ）で見た断面組織を模式的に示したもので、結晶粒界と、図２の結晶粒界にある硫化物を除いた、結晶粒内にある硫化物である。同図に示す結晶粒内にある硫化物の総面積を求め、１視野に見られる硫化物と結晶粒内にある硫化物の割合を求める。この場合の結晶粒内にある硫化物の面積率は６１％である。

硫化物のアスペクト比とは、図４に示すように硫化物の展伸方向に垂直方向の長さt_1を１とした場合、これに対する展伸方向に平行に伸ばされた硫化物長さt_2の比（図中下方の例の場合は１３）をいう。

[0040] ＜機械的性質及び製造条件＞

次いで、本実施形態の好ましい実施の態様における銅合金展伸材の機械的性質について述べる。本実施形態における銅合金は、鉛を含有するりん青銅やベリリウム銅の代替、すなわち環境負荷物質を含有する銅合金の代替を目指すものであり、これらの合金と同等の強度を要することは上記第１実施形態と同様である。そのため、実用上の要求特性（引張強さ、導電率）の好ましい範囲等も上記第１実施形態と同様である。

[0041] 本実施形態の銅合金展伸材の製造方法においては、鋳造時に粒界に多く存在する硫化物を、展伸加工および熱処理により、展伸方向に平行した断面の硫化物の面積率で４０%以上マトリクスの結晶内に存在させ、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比を１：１～１：１００の範囲に分散させることを、主な特徴としている。

上記展伸加工および熱処理の好ましい例として、以下の例が挙げられる。

（ａ）熱間加工後に急冷し、０%～９５%（さらに好ましくは３０～９０%）の減面加工を施し、最終時効処理する。

（ｂ）熱間加工後、冷間加工と温度６００℃～１０００℃の熱処理を１回以上繰り返し、最終冷間加工前に溶体化処理を施した後、０%～９５%（さらに好ましくは３０～９０%）の減面加工を施し、最終時効処理する。

ここで、冷間加工と温度６００℃～１０００℃の熱処理をそれぞれ１回行う場合は、冷間加工は最終冷間加工、温度６００℃～１０００℃の熱処理は

溶体化処理とする。

また、減面加工は冷間加工であり、０%の減面加工とは、減面加工を行わないことを意味する。また、最終時効処理時の温度は、好ましくは３５０～６００℃、より好ましくは４００℃～５５０℃である。

また、温度６００℃～１０００℃の熱処理の目的は、展伸材の加工性を向上させることにある。前記温度域は、好ましくは８００℃～１０００℃、より好ましくは９００℃～１０００℃である。また、熱処理の時間は好ましくは１時間から３時間である。また、冷却条件は事実上任意であり、徐冷でも急冷でも差し支えない。冷却速度は０．１～１０００℃／秒の範囲にあれば十分である。

前記減面加工の直前の工程は、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比を１：１に近づけ、減面加工による硫化物の形状および分散状態の制御を適切に行う観点から、熱間加工または溶体化処理であることが好ましい。この場合、熱間加工または溶体化処理の温度は、好ましくは７５０℃～１０００℃であり、より好ましくは８５０℃～１０００℃であり、さらに好ましくは９００℃～１０００℃である。

なお、熱間加工（熱間圧延、熱間伸線、熱間押出等）の直後に急冷（水中焼入れ等）を行うことで、溶体化処理と同等の効果を得ることができる。

本実施形態の銅合金展伸材は、時効析出型銅合金の展伸材であるため、少なくとも銅合金原料の溶解鋳造工程の後に時効処理工程は好適に採用される前提となるが、熱間加工工程、焼鈍工程、溶体化処理工程、温度６００℃～１０００℃の熱処理工程は、銅合金展伸材を得るための工程のほかは、必要に応じて行うこととなる。例えば、熱間加工工程に関しては、通常の、ビレットの熱間押出、鋳塊の熱間鍛造、あるいは連続鋳造などの製造方法のいずれでも本実施形態の銅合金展伸材を製造することが可能である。

その他、製品の形状や銅合金部品としては、その好ましいものとして、上記第１実施形態と同様のものが挙げられる。

実施例

[0042] 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。

[0043] （実施例１）

（実施例１－１）

表１－１の合金成分で示される組成の銅合金を高周波溶解炉にて溶解し、冷却速度０．５～５℃／秒で各ビレットを鋳造した。ビレットの直径は、２００ｍｍとした。前記ビレットを温度９５０℃で熱間押出して、直ちに水中焼入れを行い、直径２０ｍｍの丸棒を得た。次いで前記丸棒を冷間にて引抜きを行い、直径１０ｍｍの丸棒を製造し、さらに温度４５０℃で２時間時効熱処理を行った。

[0044] このようにして得られた各々の銅合金展伸材（丸棒）のサンプルについて、［１］引張強さ、［２］導電率、［３］被削性を下記方法により調べた。各評価項目の測定方法は以下の通りである。

［１］引張強さ

ＪＩＳ　Ｚ　２２４１に準じて３本測定しその平均値（ＭＰａ）を示した。

［２］導電率

四端子法を用いて、２０℃（±１℃）に管理された恒温槽中で、各試料について２本ずつ測定し、その平均値（％ＩＡＣＳ）を示した。

［３］被削性

汎用旋盤を用いて丸棒の外径の段付き切削加工を行い、太径部の直径９．６ｍｍ、細径部の直径８ｍｍのリベットを作製して発生した切削屑の形態を観察した。切削屑が長さ５ｍｍ以下に分断されるものは良、切削屑が分断されるがその長さが５ｍｍ以上１０ｍｍ以下は可、切削屑が螺旋状につながっているものは不良とした。実用上問題が生じないのは良および可である。なお切削条件は、回転数１０１０ｒｐｍ、送り速度を１回転あたり０．１ｍｍ、切り込み代０．２ｍｍ、とした。バイトは超硬製のものを用い、切削油は不使用とした。

[0045] また、硫化物のサイズ（平均直径）と面積率は、直径１０ｍｍの丸棒のサンプルの任意の３か所の横断面について、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いてそれぞれ３視野について組織観察を行うことにより求めた。硫化物のサイズ（平均直径）は、１視野当たり100個以上の硫化物を円形換算して、その直径を平均して求めた。硫化物の面積率は、１視野に見られる硫化物の数をカウントし、硫化物を円と仮定して平均直径より求めた面積を乗じることで硫化物の１視野当たりの総面積を求め、１視野の面積で除することで求めた。また、硫化物の成分を、ＳＥＭに付随するエネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置（ＥＤＸ）を用いて調査した。

[0046] 表１－１に結果を示す。本発明例１－１～１－２５は、成分が本発明の範囲内であり、何れも引張強さ５００ＭＰａ以上、導電率２５％ＩＡＣＳ以上を満足している。また、硫化物のサイズ（平均直径）は０．１～１０μｍを、硫化物の面積率は０．１～１０％を満足しており、材料加工中の割れはなく、被削性も満足している。

[0047] 比較例１－１～１－９は、成分が本発明の範囲外での例である。比較例１－１および１－３はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が低く、引張強さが劣っている。比較例１－２はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が高く、導電率が劣っている。比較例１－４はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が高く、冷間加工時に割れが生じた。比較例１－５はＳ濃度が低く硫化物の面積率が小さくなり被削性が劣った。比較例１－６および１－７はＳ濃度が高く硫化物の面積率が増加し、熱間加工時に割れが発生した。比較例１－８および１－９は、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｐ、Ｚｎの総量が２．０ｍａｓｓ％を越え、導電率が劣った。

従来例１－１、１－２は快削りん青銅および快削ベリリウム銅である。本発明例の銅合金展伸材は、従来例１－１、１－２の材料のように環境負荷物質を含有することなく、従来例１－１、１－２と同等以上の特性を得ることができる。

[0048]

[表1-1]

名称	合金成分(mass%)															硫化物の成分	硫化物サイズ(μm)	硫化物面積率(%)	引張強さ(MPa)	導電率(%IACS)	被削性
	Ni	Si	S	Sn	Mn	Co	Zr	Ti	Fe	Cr	Al	P	Zn	Sn～Zn計	Cu						
本発明例1-1	1.5	0.37	0.69											0.00	残	Cu-S	4.6	5.5	515	39.3	良
本発明例1-2	1.8	0.46	0.26											0.00	残	Cu-S	2.3	1.9	603	38.2	良
本発明例1-3	2.3	0.54	0.46											0.00	残	Cu-S	2.9	3.8	712	39.5	良
本発明例1-4	2.8	0.69	0.14	0.26										0.26	残	Cu-S	1.8	1.1	810	35.3	良
本発明例1-5	3.3	0.84	0.21	0.08										0.08	残	Cu-S	1.6	1.5	864	35.9	良
本発明例1-6	3.8	0.96	0.12	0.11										0.11	残	Cu-S	1.4	0.8	942	35.6	良
本発明例1-7	4.2	1.12	0.29		0.13									0.13	残	Cu-S,Mn-S	3.1	2.4	961	31.0	良
本発明例1-8	4.8	1.30	0.31		0.11									0.11	残	Cu-S,Mn-S	2.5	2.7	983	30.0	良
本発明例1-9	5.5	1.36	0.18	0.13		0.08								0.21	残	Cu-S	1.7	1.3	996	35.7	良
本発明例1-10	6.3	1.53	0.22	0.24	0.09									0.33	残	Cu-S,Mn-S	2.1	2.0	987	33.3	良
本発明例1-11	7.0	1.96	0.27		0.15	0.16								0.31	残	Cu-S,Mn-S	2.6	2.3	1011	25.3	良
本発明例1-12	2.2	0.55	0.28	0.08			0.11							0.19	残	Cu-S,Zr-S	1.8	2.2	692	37.4	良
本発明例1-13	2.7	0.73	0.25			0.07		0.22						0.29	残	Cu-S,Ti-S	2.0	2.0	781	35.2	良
本発明例1-14	3.2	0.83	0.03	0.15				0.18						0.33	残	Cu-S	0.9	0.3	858	34.4	可
本発明例1-15	3.7	0.93	0.11	0.09					0.13					0.22	残	Cu-S	1.3	0.8	913	28.0	良
本発明例1-16	1.6	0.34	0.98		0.23									0.23	残	Cu-S,Mn-S	5.1	7.7	559	32.5	良
本発明例1-17	2.4	0.57	0.31							0.05	0.11		0.63	0.79	残	Cu-S,Al-S,Zn-S	2.6	2.8	726	36.2	良
本発明例1-18	2.7	0.75	0.18							0.08		0.04		0.12	残	Cu-S,Cr-S	1.6	1.7	771	30.7	良
本発明例1-19	3.3	0.82	0.23						0.21				0.35	0.56	残	Cu-S,Fe-S,Zn-S	1.9	2.0	856	25.2	良
本発明例1-20	3.7	0.95	0.09	0.16					0.10					0.26	残	Cu-S	1.2	0.5	921	28.3	可
本発明例1-21	5.8	1.28	0.08		0.22		0.18				0.05	0.02		0.47	残	Cu-S,Mn-S	1.3	0.8	994	28.8	良
本発明例1-22	6.5	1.77	0.11	0.10	0.14	0.21							0.38	0.83	残	Cu-S,Mn-S	1.7	1.1	1018	26.2	良
本発明例1-23	2.3	0.55	0.08	0.22			0.08		0.12	0.11			0.39	0.92	残	Cu-S,Zr-S	1.2	0.5	731	28.4	可
本発明例1-24	1.8	0.49	0.42		0.12	0.18		0.17	0.05				0.72	1.24	残	Cu-S,Mn-S,Ti-S,Zn-S	2.9	3.8	602	29.3	良
本発明例1-25	3.1	0.79	0.26	0.12	0.19		0.13			0.08	0.08	0.02	0.43	1.05	残	Cu-S,Mn-S,Zr-S,Al-S	2.2	2.4	842	28.3	良
比較例 1-1	*1.3*	*0.29*	0.21											0.00	残	Cu-S	1.8	1.9	*441*	39.0	良
比較例 1-2	*7.5*	*2.31*	0.25	0.08										0.08	残	Cu-S	2.5	2.0	971	*21.4*	良
比較例 1-3	*1.4*	*0.29*	0.31	0.18										0.18	残	Cu-S	2.7	2.7	*469*	35.7	良
比較例 1-4	*7.8*	*2.45*	0.19		0.27									0.27	残	Cu-S,Mn-S	1.9	1.5	***冷間加工割れ***		
比較例 1-5	3.2	0.82	*0.01*	0.24	0.17									0.41	残	Cu-S	0.9	*0.08*	867	30.4	***不良***
比較例 1-6	3.1	0.80	*1.08*	0.18										0.18	残	Cu-S	5.9	*10.5*	***熱間加工割れ***		
比較例 1-7	3.7	0.94	*1.22*		0.24		0.15							0.39	残	Cu-S,Mn-S,Zr-S	6.2	*11.2*	***熱間加工割れ***		
比較例 1-8	3.3	0.80	0.25	0.53		0.12	0.28	0.25	0.42				0.64	*2.24*	残	Cu-S,Zr-S,Ti-S	2.2	2.0	905	*17.4*	良
比較例 1-9	2.7	0.68	0.54		0.86					0.21	0.18	0.08	0.71	*2.04*	残	Cu-S,Mn-S,Cr-S,Al-S	3.6	4.3	776	*18.7*	良
従来例 1-1	Sn:0.4,Zn:0.4,Pb:4.0,P:0.1(快削りん青銅)														残	なし(Pb粒子)	Pb:4.7	1.3	475	15.3	良
従来例 1-2	Be:1.9,Pb:0.4,Ni+Co:0.4(快削ベリリウム銅)														残	なし(Pb粒子)	Pb:2.8	0.1	1130	23.4	良

[0049] （実施例１－２）

表１－１の本発明例１－６および本発明例１－１６の合金成分にて、実験用の小型の鋳型（２５ｍｍ×２５ｍｍ×３００ｍｍ）を用い、鋳型の予熱温度を変化させる等により鋳造時の冷却速度を変化させた小型鋳塊を作製した。得られた鋳塊を温度９５０℃で熱間圧延し、直に水中焼入れを行い、直径２０ｍｍの丸棒を得た。次いで前記丸棒を冷間にて引抜きを行い直径１０ｍｍの丸棒を製造し、さらに温度４５０℃で２時間時効熱処理を行った。このようにして得られた各々の銅合金展伸材（丸棒）のサンプルについて、［１］引張強さ、［２］導電率、［３］被削性を前記実施例１－１と同様の方法により調べ、硫化物のサイズ（平均直径）と面積率についても同様に前記の方法により求めた。結果を表１－２に示す。

[0050]

[表1-2]

名称	合金成分(mass%)						冷却速度(℃/秒)	硫化物の成分	硫化物サイズ(μm)	硫化物面積率(%)	引張強さ(MPa)	導電率(%IACS)	被削性
	Ni	Si	S	Sn	Mn	Cu							
本発明例1-26	3.8	0.96	0.12	0.11		残	0.1	Cu-S	9.6	0.9	948	36.1	可
本発明例1-27	3.8	0.96	0.12	0.11		残	2	Cu-S	1.4	0.8	952	35.7	良
本発明例1-28	3.8	0.96	0.12	0.11		残	11	Cu-S	0.6	0.8	950	35.6	良
本発明例1-29	3.8	0.96	0.12	0.11		残	45	Cu-S	0.1	0.7	936	35.3	可
本発明例1-30	1.6	0.34	0.98		0.23	残	0.2	Cu-S,Mn-S	9.2	7.8	572	32.1	良
本発明例1-31	1.6	0.34	0.98		0.23	残	1	Cu-S,Mn-S	4.0	7.8	566	32.6	良
本発明例1-32	1.6	0.34	0.98		0.23	残	10	Cu-S,Mn-S	1.2	7.6	562	31.7	良
本発明例1-33	1.6	0.34	0.98		0.23	残	48	Cu-S,Mn-S	0.3	7.3	558	31.3	良
比較例1-10	3.8	0.96	0.12	0.11		残	0.09	Cu-S	*10.7*	0.9	冷間加工割れ		
比較例1-11	3.8	0.96	0.12	0.11		残	59	Cu-S	*0.06*	0.5	942	35.1	不良
比較例1-12	1.6	0.34	0.98		0.23	残	0.08	Cu-S,Mn-S	*15.3*	8.0	熱間加工割れ		
比較例1-13	1.6	0.34	0.98		0.23	残	65	Cu-S,Mn-S	*0.08*	7.2	574	31.7	不良

[0051] 表１－２の本発明例１－２６～１－２９は本発明例１－６と同じ合金成分、本発明例１－３０～１－３３は本発明例１－１６と同じ合金成分で、冷却速度を本発明の範囲内に変化させた例である。冷却速度を大きくすると硫化物のサイズ（平均直径）が小さくなる傾向があるが、何れも本発明の範囲内であり、優れた被削性が得られている。表１－２の比較例１－１０、１－１１は本発明例１－６と同じ合金成分、比較例１－１２、１－１３は本発明例１－１６と同じ合金成分で、冷却速度を本発明の範囲外とした例である。冷却速度が遅い場合は（比較例１－１０および１－１２）、硫化物のサイズ（平均直径）が大きくなり、冷間または熱間加工中に割れが生じた。冷却速度が速い場合は（比較例１－１１および１－１３）、硫化物のサイズ（平均直径）が０．１μｍ未満となり、被削性が不良となっている。

[0052] （実施例１－３）

表１－１の本発明例１－６および本発明例１－１６の合金成分にて、実施例１－１の方法で得られた直径１０ｍｍの丸棒から、φ２ｍｍおよびφ７ｍｍの丸棒を作製した。これらの丸棒について、ＮＣ旋盤を用いて図５および図６に示す様なコネクタピンを各１０００個作製した。その結果、切削屑の加工部品への絡み付きや、工具磨耗による寸法変化なく、部品の加工が出来た。なお切削条件は、外径加工は、回転数を３０００ｒｐｍ、送り速度を１回転あたり０．０２ｍｍとし、穴あけ加工は、回転数を２５００ｒｐｍ、送り速度を１回転あたり０．０３ｍｍとし、切削油を使用した。図５において５０はコネクタピンを、５１はスリットを示す。図６において６０は別の態様のコネクタピンを、６１はスリットを、６２はテーパー部を示す。

図５の形状のコネクタピンについて、ピン材の特性として必要である挿抜性を評価した。評価方法は、加工後のピンにφ０．９２ｍｍのピンゲージを差し込んで挿抜力を測定し（初期値Ｔ０）、続いて同じピンを繰り返し５００回の抜き差しを行った後に、再度挿抜力を測定し（Ｔ１）、初期値に対する割合Ｔ１／Ｔ０を求めた。Ｔ１／Ｔ０が大きい方が挿抜力の低下が小さく、コネクタピンとしての性能が良好であるといえる。評価は５本のピンにつ

いて行い、平均値を求めた。比較のため、表１－１の従来例１－１および１－２の材料についても評価を行った。結果を表１－３に示す。

表１－３より、本発明例は従来例１－２の快削ベリリウム銅と同等の挿抜性を示し、優れたコネクタピンであることが分かる。従来例１－１の快削りん青銅の挿抜性は、本発明例よりも劣っており、長期使用時に接触不良が懸念されるものとなった。

[0053] [表1-3]

名称	挿抜性評価(T1/T0)
本発明例 1-6	0.86
本発明例 1-16	0.80
従来例 1-1	0.53
従来例 1-2	0.85

[0054] （実施例２）

（実施例２－１）

表２－１の合金成分で示される組成の銅合金を用い、上記実施例１－１と同様にして試料を得た。各特性の測定方法及び条件も上記実施例１－１と同様である。

[0055] 展伸方向に平行した断面の硫化物がマトリクスの結晶内に存在する面積率は、直径１０ｍｍの丸棒のサンプルの任意の３か所の展伸方向に平行した断面について、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いてそれぞれ３視野について組織観察を行うことにより求めた。１視野に観察される全ての硫化物の数をカウントし、その各々の硫化物を円形換算してその直径を求め、平均して、その平均直径から面積を求めて硫化物数を乗じて１視野に見られる全ての硫化物の総面積を求めた後、結晶粒内と結晶粒界を跨いだ硫化物のみの数をカウントし、その各々の硫化物を円形換算してその直径を求め、平均して、その平均直径から面積を求めて硫化物数を乗じて結晶粒内と結晶粒界を跨いだ硫化物の総面積を求め、１視野に見られた全ての硫化物総面積で除することで求めた。また、硫化物の成分を、ＳＥＭに付随するエネルギー分散型蛍光Ｘ線分析装置（ＥＤＸ）を用いて調査した。なお、表中には示していないが

、本発明例の展伸材は、いずれも展伸方向に平行した断面におけるアスペクト比が１：１～１：１００の範囲にあり、かつ展伸材の横断面における硫化物の面積率は０．１～１０％を満足していた。

[0056] 表２－１に結果を示す。本発明例２－１～２－２５は、成分が本発明の範囲内であり、何れも引張強さ５００ＭＰａ以上、導電率２５％ＩＡＣＳ以上を満足している。また、展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内に存在しており、材料加工中の割れはなく、被削性も満足している。

[0057] 比較例２－１～２－９は、合金組成が本発明の範囲外での例である。比較例２－１および２－３はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が低すぎるので、引張強さの不十分なものしか得られなかった。比較例２－２はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が高すぎて、導電率が劣っている。比較例２－４はＮｉ濃度およびＳｉ濃度が高すぎ、冷間加工時に割れが生じた。比較例２－５はＳ濃度が低く展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内に存在しているが被削性が劣った。比較例２－６および２－７はＳ濃度が高く展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内存在しておらず、熱間加工時に割れが発生した。比較例２－８および２－９は、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、Ｐ、Ｚｎの総量が２．０ｍａｓｓ％を越え、導電率が劣った。

従来例２－１、２－２は快削りん青銅および快削ベリリウム銅である。本発明例の銅合金展伸材は、従来例２－１、２－２の材料のような環境負荷物質を含有することなく、従来例２－１、２－２と同等以上の特性を得ることができる。

[0058]

[表2-1]

名称	合金成分(mass%)															硫化物の成分	結晶粒内硫化物面積率(%)	引張強さ(MPa)	導電率(%IACS)	被削性
	Ni	Si	S	Sn	Mn	Co	Zr	Ti	Fe	Cr	Al	P	Zn	Sn～Zn計	Cu					
本発明例2-1	1.5	0.37	0.69											0.00	残	Cu-S	61	515	39.3	良
本発明例2-2	1.8	0.46	0.26											0.00	残	Cu-S	55	603	38.2	良
本発明例2-3	2.3	0.54	0.46											0.00	残	Cu-S	53	712	39.5	良
本発明例2-4	2.8	0.69	0.14	0.26										0.26	残	Cu-S	50	810	35.3	良
本発明例2-5	3.3	0.84	0.21	0.08										0.08	残	Cu-S	62	864	35.9	良
本発明例2-6	3.8	0.96	0.12	0.11										0.11	残	Cu-S	58	942	35.6	良
本発明例2-7	4.2	1.12	0.29		0.13									0.13	残	Cu-S,Mn-S	57	961	31.0	良
本発明例2-8	4.8	1.30	0.31		0.11									0.11	残	Cu-S,Mn-S	54	983	30.0	良
本発明例2-9	5.5	1.36	0.18	0.13		0.08								0.21	残	Cu-S	58	996	35.7	良
本発明例2-10	6.3	1.53	0.22	0.24	0.09									0.33	残	Cu-S,Mn-S	55	987	33.3	良
本発明例2-11	7.0	1.96	0.27		0.15	0.16								0.31	残	Cu-S,Mn-S	60	1011	25.3	良
本発明例2-12	2.2	0.55	0.28	0.08			0.11							0.19	残	Cu-S,Zr-S	50	692	37.4	良
本発明例2-13	2.7	0.73	0.25			0.07		0.22						0.29	残	Cu-S,Ti-S	62	781	35.2	良
本発明例2-14	3.2	0.83	0.03	0.15				0.18						0.33	残	Cu-S	48	858	34.4	可
本発明例2-15	3.7	0.93	0.11	0.09					0.13					0.22	残	Cu-S	58	913	28.0	良
本発明例2-16	1.6	0.34	0.98		0.23									0.23	残	Cu-S,Mn-S	55	559	32.5	良
本発明例2-17	2.4	0.57	0.31							0.05	0.11		0.63	0.79	残	Cu-S,Al-S,Zn-S	63	726	36.2	良
本発明例2-18	2.7	0.75	0.18							0.08		0.04		0.12	残	Cu-S,Cr-S	50	771	30.7	良
本発明例2-19	3.3	0.82	0.23						0.21				0.35	0.56	残	Cu-S,Fe-S,Zn-S	55	856	25.2	良
本発明例2-20	3.7	0.95	0.09	0.16					0.10					0.26	残	Cu-S	44	921	28.3	可
本発明例2-21	5.8	1.28	0.08		0.22		0.18				0.05	0.02		0.47	残	Cu-S,Mn-S	61	994	28.8	良
本発明例2-22	6.5	1.77	0.11	0.10	0.14	0.21							0.38	0.83	残	Cu-S,Mn-S	53	1018	26.2	良
本発明例2-23	2.3	0.55	0.08	0.22			0.08		0.12	0.11			0.39	0.92	残	Cu-S,Zr-S	52	731	28.4	可
本発明例2-24	1.8	0.49	0.42		0.12	0.18		0.17	0.05				0.72	1.24	残	Cu-S,Mn-S,Ti-S,Zn-S	52	602	29.3	良
本発明例2-25	3.1	0.79	0.26	0.12	0.19		0.13			0.08	0.08	0.02	0.43	1.05	残	Cu-S,Mn-S,Zr-S,Al-S	61	842	28.3	良
比較例2-1	*1.3*	*0.29*	0.21											0.00	残	Cu-S	62	*441*	39.0	良
比較例2-2	*7.5*	*2.31*	0.25	0.08										0.08	残	Cu-S	54	971	*21.4*	良
比較例2-3	*1.4*	0.29	0.31	0.18										0.18	残	Cu-S	59	*469*	35.7	良
比較例2-4	*7.8*	*2.45*	0.19		0.27									0.27	残	Cu-S,Mn-S	55 ※	冷間加工割れ		
比較例2-5	3.2	0.82	*0.01*	0.24	0.17									0.41	残	Cu-S	63	867	30.4	不良
比較例2-6	3.1	0.80	*1.08*	0.18										0.18	残	Cu-S	*35 ※*	熱間加工割れ		
比較例2-7	3.7	0.94	*1.22*		0.24		0.15							0.39	残	Cu-S,Mn-S,Zr-S	*33 ※*	熱間加工割れ		
比較例2-8	3.3	0.80	0.25	0.53		0.12	0.28	0.25	0.42				0.64	*2.24*	残	Cu-S,Zr-S,Ti-S	57	905	*17.4*	良
比較例2-9	2.7	0.68	0.54		0.86					0.21	0.18	0.08	0.71	*2.04*	残	Cu-S,Mn-S,Cr-S,Al-S	50	776	*18.7*	良
従来例2-1	Sn:0.4,Zn:0.4,Pb:4.0,P:0.1(快削りん青銅)														残	Pb粒子		*475*	*15.3*	良
従来例2-2	Be:1.9,Pb:0.4,Ni+Co:0.4(快削ベリリウム銅)														残	Pb粒子		1130	*23.4*	良

※ 割れ材の結晶粒内、硫化物の面積率

[0059] （実施例２－２）

表２－１の本発明例２－１、２－６、２－１６と比較例２－５の組成の銅合金を高周波溶解炉にて溶解し、直径３００ｍｍの各ビレットを、冷却速度１℃／秒で鋳造した。前記ビレットを温度９５０℃で熱間押出して、直ちに水中焼入れを行い、直径３０ｍｍの丸棒を得た。その後冷間引抜き加工で直径２０ｍｍまで加工し、温度９５０℃で溶体化処理して直径２０ｍｍの丸棒を得た。

この丸棒を減面加工し、直径２０ｍｍ（減面加工０％）、直径１６ｍｍ（減面加工３６．０％）、直径１０ｍｍ（減面加工７５．０％）、直径４．５ｍｍ（減面加工９４．９％）、直径３．５ｍｍ（減面加工９６．９％）の丸棒をそれぞれ製造した。さらに、直径２０ｍｍは５００℃で２時間、直径１６ｍｍは４８０℃で２時間、直径１０ｍｍは４５０℃で２時間、直径４．５ｍｍ及び３．６ｍｍは４３０℃で２時間時効処理を行った。このようにして得られた各々の銅合金展伸材（丸棒）のサンプルについて、［１］引張強さ、［２］導電率を前記実施例１と同様の方法により調べ、［３］被削性を下記方法により調べた。

［３］被削性

汎用旋盤を用いて各直径の材料を、外削加工し直径３ｍｍの丸棒を製造し、丸棒の外径の段付き切削加工を行った。発生した切削屑の形態を観察し、切削屑が長さ５ｍｍ以下に分断されるものは良、切削屑が分断されるがその長さが５ｍｍ以上１０ｍｍ以下のものは可、切削屑が螺旋状につながっているものは不良とした。実用上問題が生じないのは良および可である。なお切削条件は、回転数１０１０ｒｐｍ、送り速度を１回転あたり０．１ｍｍ、切り込み代０．２ｍｍ、とした。バイトは超硬製のものを用い、切削油は不使用とした。

[0060] 展伸方向に平行した断面の硫化物がマトリクスの結晶内に存在する面積率は、直径２０、１６、１０、４．５、３．５ｍｍの丸棒のサンプルの任意の３か所の展伸方向に平行した断面について、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を

用いてそれぞれ３視野について組織観察を行い、前記の方法により求めた。また、硫化物のアスペクト比は、上述の電子顕微鏡で観察される硫化物の展伸方向に垂直方向を１とし、展伸方向に平行に伸ばされた硫化物の長さの比から求めた。

[0061]

[表2-2]

名称	合金成分(mass%)						減面加工率(%)	結晶粒内硫化物面積率(%)	アスペクト比	引張強さ(MPa)	導電率(%IACS)	被削性
	Ni	Si	S	Sn	Mn	Cu						
本発明例2-26	1.5	0.37	0.69			残	0.0	55	1:1～1:3	504	37.5	良
本発明例2-27	1.5	0.37	0.69			残	36.0	62	1:1～1:9	522	34.5	良
本発明例2-28	1.5	0.37	0.69			残	75.0	61	1:1～1:60	515	39.3	良
本発明例2-29	1.5	0.37	0.69			残	94.9	53	1:1～1:72	580	33.0	良
本発明例2-30	3.8	0.96	0.12	0.11		残	0.0	57	1:1～1:4	890	34.5	良
本発明例2-31	3.8	0.96	0.12	0.11		残	36.0	60	1:1～1:15	896	33.4	良
本発明例2-32	3.8	0.96	0.12	0.11		残	75.0	58	1:1～1:78	942	35.6	良
本発明例2-33	3.8	0.96	0.12	0.11		残	94.9	59	1:1～1:80	954	35.0	良
本発明例2-34	1.6	0.34	0.98		0.23	残	0.0	60	1:1～1:5	526	30.3	良
本発明例2-35	1.6	0.34	0.98		0.23	残	36.0	55	1:1～1:20	550	30.8	良
本発明例2-36	1.6	0.34	0.98		0.23	残	75.0	55	1:1～1:71	559	32.5	良
本発明例2-37	1.6	0.34	0.98		0.23	残	94.9	49	1:1～1:95	606	32.4	良
参考比較例2-1	1.5	0.37	0.69			残	***97.0***		冷間加工割れ			
参考比較例2-2	3.8	0.96	0.12	0.11		残	***97.0***		冷間加工割れ			
参考比較例2-3	1.6	0.34	0.98		0.23	残	***97.0***		冷間加工割れ			
参考比較例2-4	3.2	0.82	***0.01***	0.24	0.17	残	0.0	52	1:1～1:3	808	31	不良
参考比較例2-5	3.2	0.82	***0.01***	0.24	0.17	残	36.0	42	1:1～1:5	854	32.2	不良
参考比較例2-6	3.2	0.82	***0.01***	0.24	0.17	残	75.0	57	1:1～1:76	867	30.4	不良
参考比較例2-7	3.2	0.82	***0.01***	0.24	0.17	残	***97.0***	45	1:1～1:131	958	31.5	不良

[0062] 表２－２の本発明例２－２６～２－３７は本発明例２－１、２－６、２－

１６と同じ合金成分で、本発明の範囲内の減面加工を施したものである。何れも引張強さ５００ＭＰａ以上、導電率２５％ＩＡＣＳ以上を満足している。また、展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内に存在し、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比が１：１～１：１００に分散しており、材料加工中の割れはなく、被削性も満足している。

比較例２－１０～２－１２は、本発明の範囲内の合金組成であるが、減面加工率が本発明の範囲外であり、冷間加工時に割れが生じた。比較例２－１３～２－１６は、比較例２－５と同じ合金成分である。比較例２－１３～２－１５は本発明の範囲内の減面加工であるが、Ｓ濃度が低いため、展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内に存在しているが被削性が劣った。比較例２－１６は、本発明の範囲外の減面加工で展伸方向に平行した断面の硫化物の４０％以上がマトリクスの結晶内に存在し、割れは生じないが、展伸方向に平行した断面の硫化物のアスペクト比が１：１００を超えて分散し被削性が劣った。

[0063] （実施例２－３）

表２－１の本発明例２－６および本発明例２－１６の合金組成にて、実施例１－３の同様にしてコネクタの挿抜性について評価した。その結果を示す表２－３より本発明例は従来例２－２の快削ベリリウム銅と同等の挿抜性を示し、優れたコネクタピンであることが分かる。従来例２－１の快削りん青銅の挿抜性は、本発明例よりも劣っている。

[0064] [表2-3]

名称	挿抜力の初期値に対する割合
本発明例2-6	0.86
本発明例2-16	0.80
従来例2-1	0.53
従来例2-2	0.85

[0065] 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考える。

本願は、2010年12月16日に日本国で特許出願された特願2010-280946に基づく優先権、2010年9月17日に日本国で特許出願された特願2010-210201に基づく優先権、2010年6月24日に日本国で特許出願された特願2010-143420に基づく優先権、及び2010年4月7日に日本国で特許出願された特願2010-88228に基づく優先権を主張するものであり、これらはいずれも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

[0066] １０　銅合金棒

１０’展伸方向に切断した銅合金棒

１０ａ　展伸方向に平行な断面

Ｒ　展伸方向

２１　結晶粒界

２２　結晶粒界にある硫化物

２３　結晶粒内硫化物

２４　硫化物の展伸方向に垂直方向の長さ

２５　硫化物の展伸方向に平行方向の長さ

５０，６０　コネクタピン

５１，６１　スリット

６２　テーパー部

請求の範囲

[請求項1] Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金展伸材であって、硫化物が分散しており、該硫化物の平均直径は０．１～１０μｍであり、該硫化物の面積率は０．１～１０％であり、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５％ＩＡＣＳ以上であることを特徴とする銅合金展伸材。

[請求項2] Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ％、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ％含有し、さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金展伸材であって、硫化物が分散しており、該硫化物の平均直径は０．１～１０μｍであり、該硫化物の面積率は０．１～１０％であり、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５％ＩＡＣＳ以上であることを特徴とする銅合金展伸材。

[請求項3] 前記硫化物が、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－Ｓ、及びＺｎ－Ｓからなる群から選ばれる少なくとも１種類である、請求項１または請求項２に記載の銅合金展伸材。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を切削加工して形成された銅合金部品。

[請求項5] 電子機器部品、構造部品、または要素部品に用いられる、請求項４に記載の銅合金部品。

[請求項6] 請求項１～３のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を製造する方法であって、鋳造時の冷却速度を０．１～５０℃／秒とすることを特徴とする銅合金展伸材の製造方法。

[請求項7] Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ％、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ

%、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ%含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金展伸材であって、展伸方向に平行した断面の硫化物の面積率が４０%以上マトリクスの結晶内に存在し、展伸方向に平行した断面のアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物がマトリクスに分散しており、かつ、引張強さが５００ＭＰａ以上、導電率が２５%ＩＡＣＳ以上であることを特徴とする銅合金展伸材。

[請求項8] さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ%含有することを特徴とする請求項７に記載の銅合金展伸材。

[請求項9] 前記硫化物は、Ｃｕ－Ｓ、Ｍｎ－Ｓ、Ｚｒ－Ｓ、Ｔｉ－Ｓ、Ｆｅ－Ｓ、Ａｌ－Ｓ、Ｃｒ－ＳおよびＺｎ－Ｓ系のいずれかの硫化物から選ばれる１種類以上である、請求項７又は８に記載の銅合金展伸材。

[請求項10] 請求項７～９のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を切削加工して形成された銅合金部品。

[請求項11] 電子機器部品、構造部品、要素部品等の、強度、電気伝導性、熱伝導性、耐摩耗性を必要とする用途に用いられる、請求項１０に記載の銅合金部品。

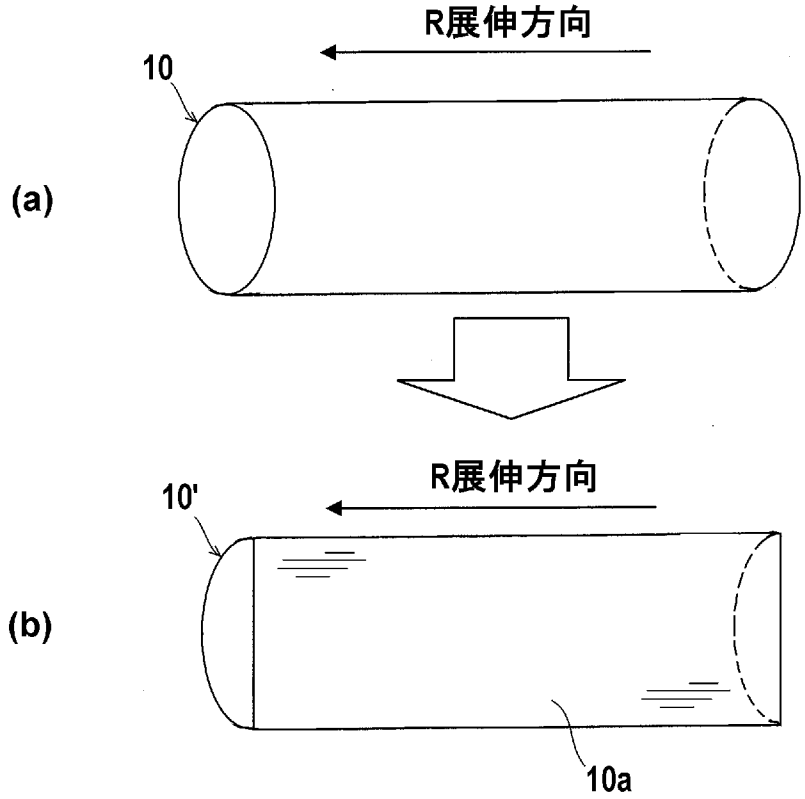
[請求項12] 請求項７～９のいずれか１項に記載の銅合金展伸材を製造する方法であって、Ｎｉを１．５～７．０ｍａｓｓ%、Ｓｉを０．３～２．３ｍａｓｓ%、Ｓを０．０２～１．０ｍａｓｓ%含有し、残部がＣｕおよび不可避的不純物からなる銅合金組成物を加工するにあたり、以下の（ａ）（ｂ）のいずれか一方の工程を施し、その後、０%～９５%の減面加工を施し展伸方向に平行な断面のマトリクスに分散した硫化物の総面積の４０%以上をマトリクスの結晶内に存在させ、展伸方向に平行な断面のアスペクト比が１：１～１：１００の硫化物がマトリクスに分散したものを時効処理することを特徴とする銅合金展伸材の製造方法。

（ａ）熱間加工後に急冷する。

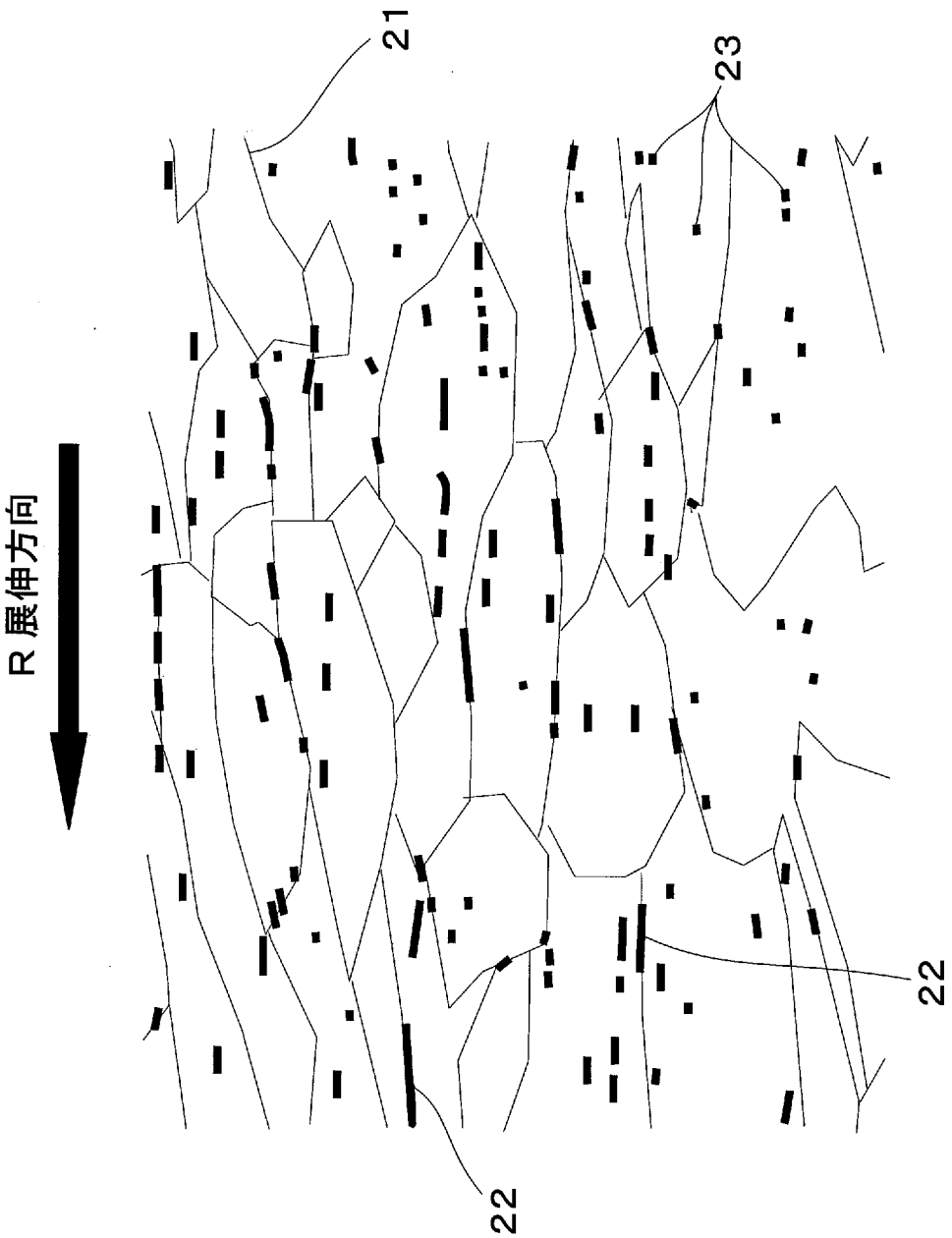
（ｂ）熱間加工後、冷間加工と温度６００℃～１０００℃の熱処理を１回以上繰り返し、最終冷間加工前に溶体化処理を施す。

[請求項13] さらに、Ｓｎ、Ｍｎ、Ｃｏ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ａｌ、ＰおよびＺｎからなる群から選ばれる少なくとも１種を総量で０．０５～２．０ｍａｓｓ％含有することを特徴とする請求項１２に記載の銅合金展伸材の製造方法。

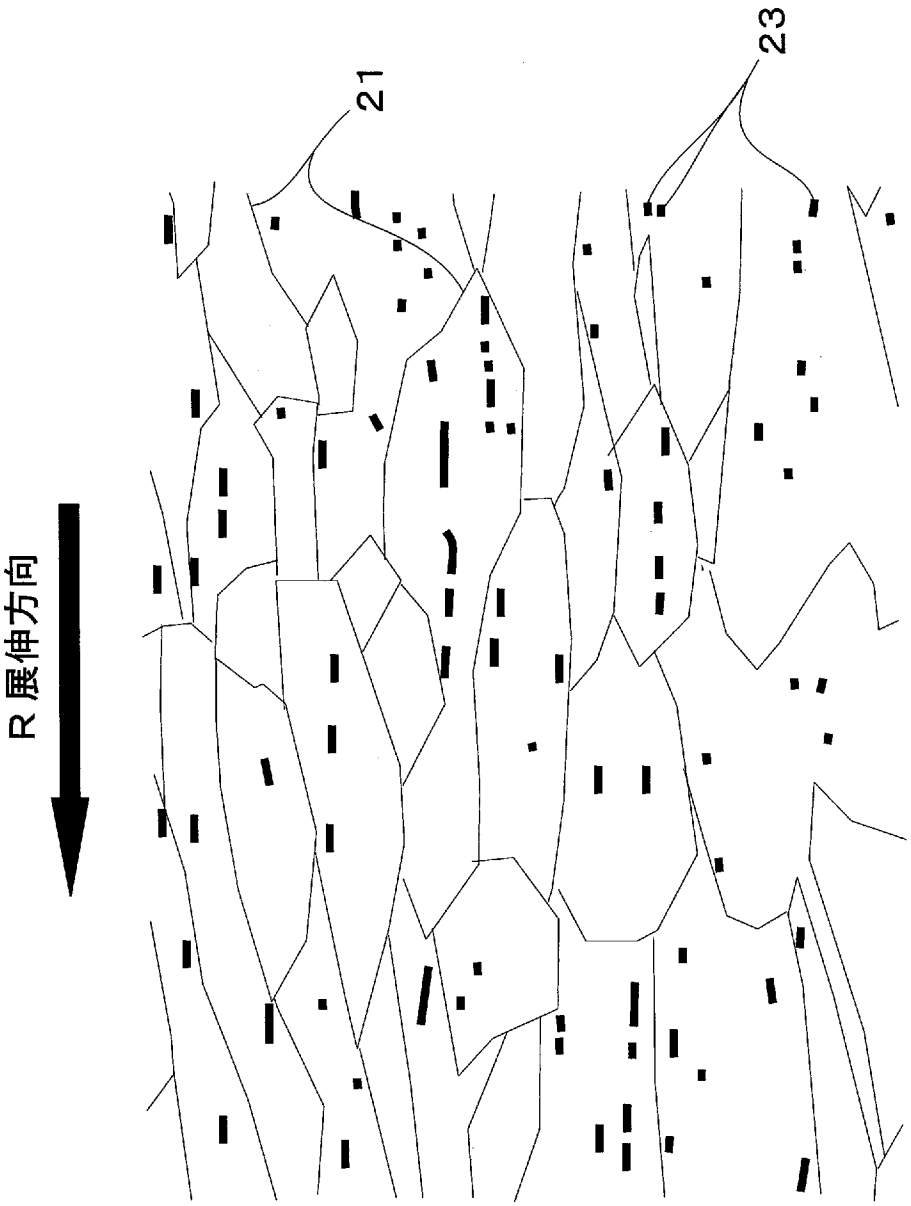
[図1]



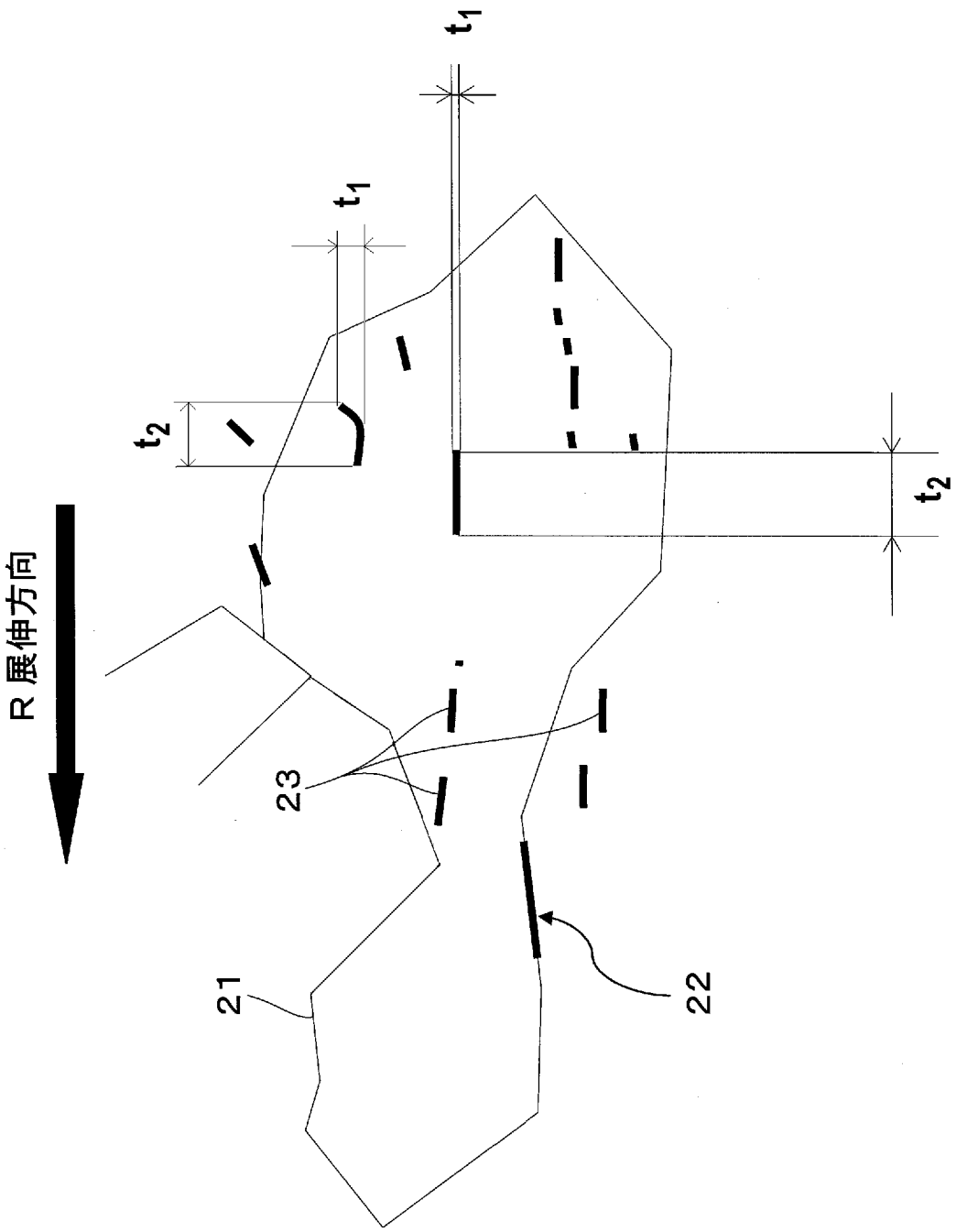
[図2]



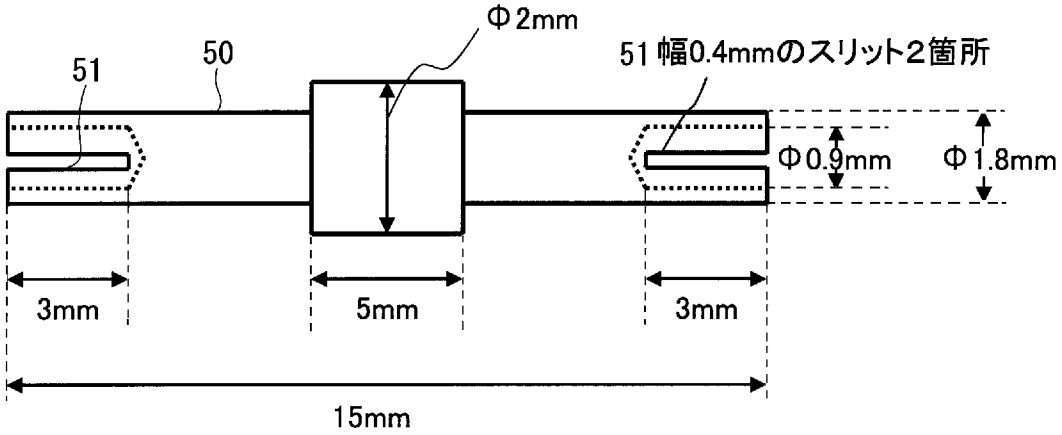
[図3]



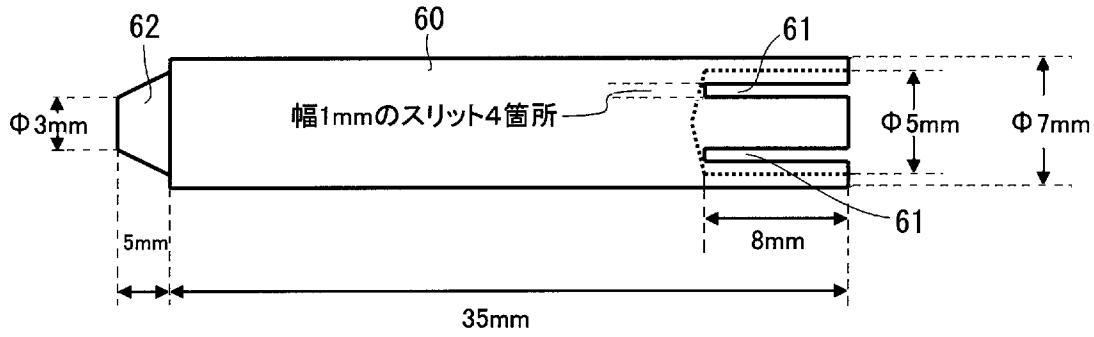
[図4]



[図5]


Φ2mm
51
50
51 幅0.4mmのスリット2箇所
Φ0.9mm
Φ1.8mm
3mm
5mm
3mm
15mm

[図6]


62
60
61
Φ3mm
幅1mmのスリット4箇所
Φ5mm
Φ7mm
61
5mm
8mm
35mm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/073451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C22C9/06(2006.01)i, *C22C9/00*(2006.01)i, *C22C9/01*(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, *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)
C22C9/00-9/10, C22F1/08, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2008-75172 A (Nippon Mining & Metals Co., Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings & US 2010/0000637 A1 & WO 2008/038593 A1 & KR 10-2009-0016485 A & CN 101512026 A	1-13
A	WO 2007/126006 A1 (Kaibara Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
23 March, 2011 (23.03.11)	05 April, 2011 (05.04.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/073451

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 2001-240923 A (Kiyohito ISHIDA, Katsunari OIKAWA, Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 04 September 2001 (04.09.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2009-52097 A (Keiichi ARAKI, Tohoku University), 12 March 2009 (12.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-152373 A (Shiga Valve Kyodo Kumiai, Shiga-Ken), 15 June 2006 (15.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０７３４５１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22C9/06(2006.01)i, C22C9/00(2006.01)i, C22C9/01(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, 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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22C9/00-9/10, C22F1/08, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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 2008-75172 A (日鉱金属株式会社) 2008.04.03, 全文、全図 & US 2010/0000637 A1 & WO 2008/038593 A1 & KR 10-2009-0016485 A & CN 101512026 A	1-13
A	WO 2007/126006 A1 (株式会社カイバラ) 2007.11.08, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2001-240923 A (石田　清仁、及川　勝成、工業技術院長) 2001.09.04, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13

☑　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 ２３．０３．２０１１	国際調査報告の発送日 ０５．０４．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　４Ｋ　４０３７ 相澤　啓祐 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

C（続き）．　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 2009-52097 A (荒木　慶一、国立大学法人東北大学) 2009.03.12, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2006-152373 A (滋賀バルブ協同組合、滋賀県) 2006.06.15, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13