

(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  
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

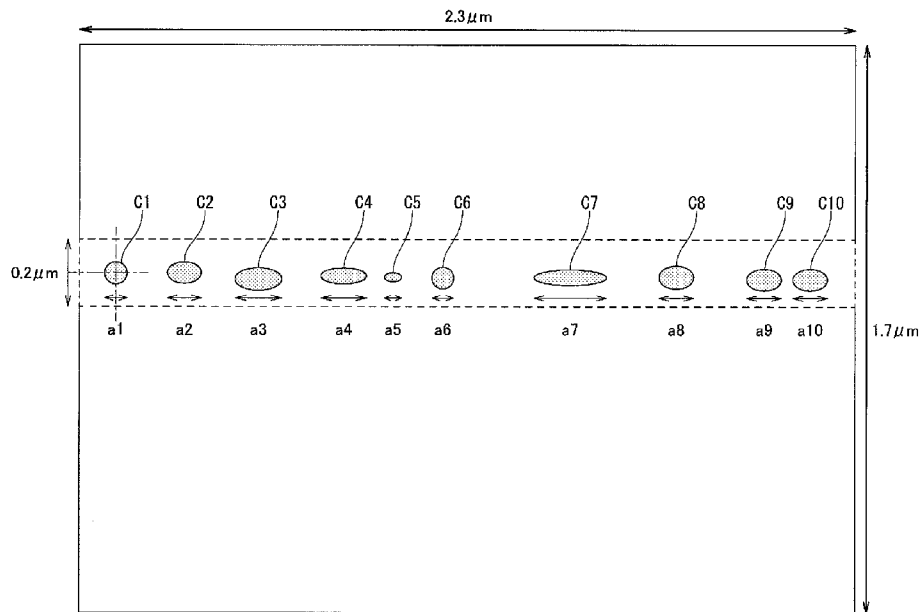
WO 2018/100919 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22C 9/00 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)  
C22F 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037975
- (22) 国際出願日: 2017年10月20日(20.10.2017)
- (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 2016-234811 2016年12月2日(02.12.2016) 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二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 関谷 茂樹(SEKIYA Shigeki); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 水戸 瀬 賢悟(MITOSE Kengo); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鈴木 壯兵衛, 外(SUZUKI Sohbe et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 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,

(54) Title: COPPER ALLOY WIRE ROD AND METHOD FOR PRODUCING COPPER ALLOY WIRE ROD

(54) 発明の名称: 銅合金線材及び銅合金線材の製造方法

[図1]



(57) Abstract: This copper alloy wire rod contains 0.5-6 wt% of Ag, with the remainder comprising Cu and inevitable impurities. In an area which is on a cross section parallel to the longitudinal direction of the copper alloy wire rod, and is observed in a field of view that is 1.7 μm in a direction perpendicular to the longitudinal direction and 2.3 μm in a direction parallel to the longitudinal direction, the copper alloy wire rod has at least one rectangular area having a width perpendicular to the longitudinal direction of 0.2 μm and a length parallel to the longitudinal direction of 2.3 μm



WO 2018/100919 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

m, said rectangular area containing Ag and completely containing 5 or more second-phase particles having a maximum longitudinal length of less than 300 nm.

(57) 要約: Ag: 0.5 wt%以上6 wt%以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなり、銅合金線材の長手方向に平行な断面上の、前記長手方向に直交する方向に1. 7 μm、前記長手方向に平行な方向に2. 3 μmの視野で観察した範囲において、前記長手方向に直交する幅が0.2 μm、且つ前記長手方向に平行な長さが2.3 μmである矩形範囲であって、Agを含み長手方向の最大長さが300 nm未満の第二相粒子が5個以上完全に含まれる前記矩形範囲を少なくとも1カ所有する。

## 明 細 書

発明の名称：銅合金線材及び銅合金線材の製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、銅合金線材及び銅合金線材の製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] マイクロスピーカー等には絶縁被覆された線材を何重巻きにもしたコイルが使用されており、コイルが電流によって振動することにより音が出る仕組みとなっている。コイルを形成する線材の端部は、スピーカーの端子にかしめやはんだ付けによって固定されている。コイル部自体は融着剤で固定されているが、端部とコイル部との間の線材は、コイルの振動により振動する。その際、線材の振動耐久性が低いと、線材が断線してしまう問題があるため、線材には高い振動耐久性が必要となる。

[0003] また、昨今の電子機器の小型化により、マイクロスピーカーも小型化しており、線材の細線化が進んでいる。線材が細線化されると、電流を流した際の電気抵抗の上昇や、線材を巻いたコイルの振動によって、熱が発生する。このため、線材には、温度が高い環境でも高い振動耐久性が確保できるような、耐熱性も要求される。

さらに、近年ではハイレゾ音源に代表される良質な音への要求が強くなっている。このような高周波の振動にも対応可能なマイクロスピーカーとするため、高サイクル振動耐久性、かつ耐熱性を有する線材が求められている。

[0004] コイルに用いられる線材には、従来、銀を含有した銅合金線が利用されることがあった。これは、銀を含有した銅合金線は、銅中に添加した銀が晶析出物として出現することで、強度が向上する性質と、一般に銅中に添加元素を固溶させると導電率が低下するのに対して、銀を銅中に添加しても導電率の低下が小さいという性質とを持つためである。これまでに、振動耐久性に優れた銅合金線としては、例えば、晶析出物を切断する直線の最大長さが100nm以下となる晶析出物の面積率が100%であるCu-Ag合金線が

知られている（特許文献1）。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5713230号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献1に開示された技術では、晶析出物の分布状態が記されておらず、十分な振動耐久性や耐熱性を得ることが難しいため、振動耐久性及び耐熱性のさらなる向上が求められている。

[0007] そこで、本発明は、上記の課題に着目してなされたものであり、振動耐久性及び耐熱性に優れた銅合金線材及び銅合金線材の製造方法を提供することを目的としている。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様によれば、銅合金線材であって、Ag：0.5wt%以上6wt%以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなり、上記銅合金線材の長手方向に平行な断面上の、上記長手方向に直交する方向に $1.7\mu\text{m}$ 、上記長手方向に平行な方向に $2.3\mu\text{m}$ の視野で観察した範囲において、上記長手方向に直交する幅が $0.2\mu\text{m}$ 、且つ上記長手方向に平行な長さが $2.3\mu\text{m}$ である矩形範囲であって、Agを含み長手方向の最大長さが $300\text{nm}$ 未満の第二相粒子が5個以上完全に含まれる上記矩形範囲を少なくとも1カ所有することを特徴とする銅合金線材が提供される。

[0009] 本発明の一態様によれば、Ag：0.5wt%以上6wt%以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなる溶融金属を $500^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度で铸造し、銅合金の鋳塊を製造する铸造工程と、上記鋳塊を伸線加工し、銅合金線材を製造する伸線工程と、上記銅合金線材を、 $300^\circ\text{C}$ 以上 $370^\circ\text{C}$ 以下の熱処理温度、10秒以下の保持時間で熱処理する熱処理工程とを備えることを特徴とする銅合金線材の製造方法が提供される。

## 発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、振動耐久性及び耐熱性に優れた銅合金線材及び銅合金線材の製造方法が提供される。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態に係る銅合金線材の長手方向に平行な断面の模式図である。

[図2]矩形範囲に含まれる第二相粒子を示す模式図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る銅合金線材の断面を示す、組織写真である。

[図4]図3の白いコントラストの違いから第二相と母相とに分けた模式図である。

[図5]振動試験に用いた高サイクル疲労試験器を示す模式図である。

[図6]導電率の測定に用いた導電率測定装置を示す模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下の詳細な説明では、本発明の実施形態の完全な理解を提供するように多くの特定の細部について記載される。しかしながら、かかる特定の細部がなくても1つ以上の実施態様が実施できることは明らかであろう。他にも、図面を簡潔にするために、周知の構造及び装置が略図で示されている。

### <銅合金線材>

本発明の一実施形態に係る銅合金線材について説明する。本実施形態に係る銅合金線材は、マイクロスピーカー等のコイルに使用される線材である。銅合金線材の直径である線径  $d$  [mm] は、0.01 mm以上0.32 mm以下であることが好ましい。

[0013] 銅合金線材は、Ag : 0.5 wt %以上6 wt %以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなる。Agは、母相銅中に固溶した状態またはAgを含む第二相の状態として存在するため、固溶強化または分散強化が発揮される。第二相は、銅の母相とは異なる結晶構造を有する結晶であり、Agを含む化合物または単相からなる。Agの含有量が0.5 wt %未満の場合、固溶強化または分散強化の効果が十分に得られず、引張強度及び振動耐久性が

低下する。一方、A gの含有量が6.0 wt %超の場合、導電率が低下する。また、A gの含有量が6.0 wt %超の場合、原料コストも高くなる。一般的に、銅合金において、引張強度の向上と導電率の向上とは相反するものであるが、要求される強度と導電率に対しA g含有量を0.5 wt %以上6.0 wt %以下の範囲で調整することで、所望の特性を得ることが出来る。

[0014] また、銅合金線材は、上記の成分組成の構成に加えて、Mg : 0 wt %超1 wt %以下、Cr : 0 wt %超1 wt %以下、及びZr : 0 wt %超1 wt %以下からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素をさらに含んでもよい。Mg、Cr及びZrは、主に母相銅中に固溶した状態またはA gと共に第二相の状態として存在するため、A gと同様に、固溶強化または分散強化を発揮する。Mg、Cr及びZrは、A gと共に含有されることで、例えばCu-Ag-Zr系といった3元系以上の第二相として存在し、分散強化に寄与する。Mg、Cr及びZrは、銅合金線材中の含有量が多い方が、分散強化としての性能を十分に発揮する。しかしながら、Mg、Cr及びZrの含有量がそれぞれ1 wt %を超えると、導電率が下がり過ぎてしまう。このため、Mg、Cr及びZrの含有量の上限はそれぞれ1 wt %とすることが望ましい。さらには、Mg、Cr及びZrの含有量の上限はそれぞれ0.5 wt %とすることが望ましい。

[0015] さらに、銅合金線材は、長手方向に平行な断面上において、A gを含む第二相粒子を含有する。この第二相粒子は、銅合金線材の長手方向に沿って直線状に配列する。また、銅合金線材は、長手方向に平行な断面上の、長手方向に直交する方向に1.7  $\mu$ m、長手方向に平行な方向に2.3  $\mu$ mの視野で観察した範囲において、銅合金線材の長手方向の最大長さが300 nm未満の第二相粒子を5個以上完全に含む矩形範囲を少なくとも1カ所有する。この矩形範囲は、長手方向に直交する幅が0.2  $\mu$ m、且つ長手方向に平行な長さが2.3  $\mu$ mの範囲である。

[0016] 図1に銅合金線材の長手方向に平行な断面の模式図を示す。図1の実線で示した矩形の枠線は、銅合金線材の長手方向に平行な断面上において、長手

方向（図1の左右方向）に $2.3\ \mu\text{m}$ の長さ、且つ長手方向に直交する方向（図1の上下方向）に $1.7\ \mu\text{m}$ の長さの矩形の範囲を示している。図1において、矩形の枠線内の白抜きの領域は銅の母相を示している。また、図1において、ハッチングが施された複数の円形の領域は、第二相粒子C1～C10を示している。さらに、図1において、破線で示す矩形の領域が上述の矩形範囲となる。この矩形範囲は、銅合金線材の長手方向に直交する幅が $0.2\ \mu\text{m}$ 、且つ長手方向に平行な長さが $2.3\ \mu\text{m}$ であり、銅合金線材の長手方向の最大長さが $300\ \text{nm}$ 未満の第二相粒子を5個以上完全に含む。さらには、振動耐久性をより向上させる観点からは、銅合金線材の長手方向の最大長さが $300\ \text{nm}$ 未満の第二相粒子が、矩形範囲内に10個以上完全に含まれることが好ましい。このようにすることで、 $20^\circ\text{C}$ での振動耐久性を2000万回以上とすることが可能となる。なお、矩形範囲内に含まれる、銅合金線材の長手方向の最大長さが $300\ \text{nm}$ 未満の第二相粒子の個数の上限に制限はないが、個数が多すぎるにより第二相粒子と母相との界面で剥離が起き断線の可能性が高まる。また、この個数が多すぎるにより、剛性が高くなり線癖が強くなるため、製造時に扱いにくくなることが考えられる。このため、この個数は33個以下であることが望ましい。

[0017] ここで、第二相粒子を完全に含むとは、銅合金線材の断面上の矩形範囲内において、この矩形範囲のみに第二相粒子が存在することをいう。このため、図2の断面の模式図に示すように、銅合金線材の長手方向に直交する方向の最大長さが $0.2\ \mu\text{m}$ よりも大きく、矩形範囲を超えてしまう第二相粒子C11や、矩形範囲を超えた範囲に一部が配される第二相粒子C12は、矩形範囲に完全に含まれる第二相粒子には含まれない。また、上述のように、矩形範囲にのみ存在する第二相粒子であっても、図2の第二相粒子C13のように銅合金線材の長手方向の長さが $300\ \text{nm}$ 以上となるものは、矩形範囲内に完全に含まれる5個以上の第二相粒子として数えない。銅合金線材の長手方向の長さが $300\ \text{nm}$ 以上となる第二相粒子は、大きすぎることから、銅合金線材が振動した際に、ひずみが分散されずに集中する可能性があり

、振動耐久性の向上に寄与しない可能性がある。

[0018] 組織写真から矩形範囲を判断する際には、例えば、一見して5個以上の第二相粒子が銅合金線材の長手方向に並んだ列について、点線の矩形範囲を当てはめ、矩形範囲内に第二相粒子が5個以上完全に含まれるか否かを判断してもよい。この際、図1に示すように、組織写真の最も左側に在る第二相粒子を幅方向（図1の上下方向）の中心として、矩形範囲が設定されてもよい。また、第二相粒子は銅合金線材の長手方向に直交する方向に複数存在することもある。このため、矩形範囲を判断する際には、組織写真の左側の所定の領域（例えば、組織写真の左右方向の長さに対して1/5の領域）にある第二相粒子に対して、各第二相粒子が幅方向の中心となるように矩形範囲を当てはめていき、矩形範囲内に5個以上の第二相粒子が完全に含まれるか否かを判断してもよい。

[0019] さらに、矩形範囲では、矩形範囲に完全に含まれる5個以上の第二相粒子の、長手方向の最大長さの合計が300nm以上であることが好ましい。例えば、図1に示す例では、破線の矩形範囲には、10個の第二相粒子C1～C10が含まれる。そして、各第二相粒子C1～C10の長手方向の最大長さは、それぞれ長さa1～a10となる。つまり、図1に示す例では、長さa1～a10を足し合わせた長さが、300nm以上となることが好ましい。長さa1～a10を足し合わせた長さが300nm以上となることで、分散強化の効果を十分に得ることができ、振動耐久性が向上する。さらには、振動耐久性をより向上させる観点からは、矩形範囲内に含まれる5個以上の第二相粒子の、長手方向の最大長さの合計は、340nm以上であることがより好ましい。このようにすることで、20℃での振動耐久性を2000万回以上とすることが可能となる。なお、矩形範囲内に含まれる5個以上の第二相粒子の長手方向の最大長さの合計長さの上限に制限はないが、合計長さが長すぎることにより第二相粒子と母相との界面で剥離が起き断線の可能性が高まる。このため、最大長さは、1230nm以下であることが望ましい。

[0020] 一般に、マイクロスピーカーの振動のような負荷の小さい繰り返し疲労においては、高サイクルまで性能を維持できる傾向にある。しかし、どんなに負荷が小さい場合でも、繰り返し疲労中に微視的なひずみが発生する。そして、ひずみが蓄積することにより、破断に至る場合がある。ここで、材料がひずんだ状態とは、欠陥や原子の不整列等で結晶構造が乱れていることを意味する。銅合金線材の繰り返し疲労では、最初は微視的なひずみが繰り返し疲労により増大し、やがて大きなひずみとなり、原子配列の乱れが激しい構造やボイドとなる。さらに、このような欠陥箇所に応力が集中することで、欠陥が拡大していき、最終的には破壊に至る。このとき、材料内に複数のAg系の第二相粒子が存在すると、ひずみが第二相粒子にブロックされることから、ひずみが集まりにくくなり、欠陥が拡大しにくくなる。さらには、第二相粒子が銅合金線材の長手方向に平行な方向に連続して配列していると、その規則性により、ひずみが第二相粒子にブロックされやすくなることから、欠陥が拡大しにくくなる。つまり、第二相粒子が長手方向に沿って直線状に配列する銅合金線材によれば、より高サイクルまで性能を維持することができる。さらに、この配列は、温度が高い環境（たとえば80℃）にさらされても崩れることはないため、高サイクルまで性能を維持することができる。

[0021] なお、ひずみをブロックする観点から、銅合金線材の長手方向における第二相粒子の最大長さはできるだけ小さい方がよく、さらに、第二相粒子が長手方向に連続して配置していることが好ましい。また、同様の理由から、長手方向に連続した第二相粒子の列が、銅合金線材内にできるだけ多く形成されることが好ましい。

さらに、銅合金線材は、80℃の試験環境にて実施した振動試験での振動耐久回数が、1000万回以上であることが好ましい。

[0022] <銅合金線材の製造方法>

次に、本実施形態に係る銅合金線材の製造方法について説明する。銅合金線材の製造方法では、鑄造工程、伸線工程及び熱処理工程を順に行うことで

、銅合金線材が製造される。

はじめに、上述の銅合金線材の成分組成となる溶融金属を鑄造することで、銅合金の鑄塊を製造する（鑄造工程）。鑄造工程では、予め、上述の銅合金線材の成分組成となるように、銅（無酸素銅）やAg等の原料を溶解させる。この際、酸素が溶融金属中に混入を避けるため、窒素雰囲気のように酸素含まないガス雰囲気で原料の溶解を行うことが好ましい。そして、原料が溶解した溶融金属を、冷却速度が調整可能な水冷式の鑄型に注入し、凝固させることで所定の断面寸法の銅合金の鑄塊を連続鑄造する。

[0023] 鑄塊を鑄造する際の1085℃から780℃までの平均冷却速度は、500℃/s以上である。1085℃から780℃までの平均冷却速度を500℃/s以上とすることにより、凝固時の温度勾配が大きくなり、より微細な柱状晶を出現させ晶出物を均一に分散させやすくすることができる。平均冷却速度が500℃/s未満であると、冷却ムラが生じ晶出物が不均一になりやすく、後の熱処理工程後の第二相粒子が長手方向に平行な方向に連続した配列も不均一になり、高振動耐久性が満足できない可能性がある。なお、平均冷却速度が1000℃/s超であると、冷却が速すぎて溶湯補充が追いつかず、鑄塊線材の内部に空隙を内包した材料となり、伸線時に断線の可能性を高める。このため、1085℃から780℃までの平均冷却速度は1000℃/s以下が好ましい。

[0024] 上記鑄造時の冷却速度は、鑄造開始時にR熱電対を埋め込んだ約φ10mm種線を鑄型にセットして、それを引き出した際の温度の変化を記録することにより測定することができる。R熱電対は、種線の中央に位置するように埋め込まれる。また、R熱電対の先端をまっすぐ溶湯に浸漬させた状態から引き出しを開始する。

[0025] 次いで、鑄造工程で製造された銅合金の鑄塊を伸線加工し、所定の断面寸法の線材を製造する（伸線工程）。伸線工程では、線材は、線径dが0.01mm以上0.32mm以下の最終的な製品寸法に加工される。伸線は、晶析出物を伸線方向に伸長する効果があり、繊維状の晶析出物を得ることが可

能となる。繊維状の晶析出物を線材内部に偏り無く発現させるために、線内外が均一に伸ばされるようにパススケジュールの設計が必要となる。1パスのダイスにおいては、加工率（断面減少率）を10%以上30%以下とすることが好ましい。加工率が10%未満であると、線材表面に集中してダイスのせん断応力が加わるため、線材表面が優先的に伸ばされて伸線される。このように伸線された、線材表面では繊維状の晶析出物が多く、線材の中央付近では晶析出物が比較的少なく分布するという現象が生じる。そのため、熱処理工程後の第二相粒子が長手方向に平行な方向に連続した配列にも偏りが生じるため、振動耐久性を十分に得ることが出来なくなる。また、加工率が30%超であると、引き抜き力を大きくする必要があり、断線の可能性が高まる。本発明に係る銅合金線材の最終線径は、近年の細径化の要求を加味して好ましくは0.15mm以下とする。なお、0.1mm未満の線径においては断面に対する線材の表面積の割合が大きくなるため、本発明における最終熱処理後の第二相粒子の分布に与える影響は軽微である。よって、0.1mm未満の線径における1パスの加工率は、上記の10%以上30%以下の範囲に限定されない。むしろ、線径が細くなることによって伸線時に耐久できる張力が低下するため、0.1mm未満の線径では、10%未満の加工率で伸線を実施する場合もある。ここで、鑄造工程において780℃までの冷却時に出現するAgを多く含む結晶のことを晶析物といい、780℃未満の冷却時に出現するAgを多く含む結晶のことを析出物といい、これらを合わせて晶析出物と呼ぶ。

[0026] さらに、伸線工程で製造された線材に熱処理を施すことで、銅合金線材を製造する（熱処理工程）。熱処理工程では、300℃以上370℃以下の熱処理温度、10秒以下の保持時間で、線材を熱処理する。熱処理温度を300℃以上370℃以下、かつ保持時間を10秒以下にすることにより、伸線工程で形成された繊維状の晶析出物が複数個の第二相に分断して線材の長手方向に連続した配列となるため、振動耐久性を向上できる。一方、熱処理温度が300℃未満の場合、伸線工程で形成した繊維状の晶析出物が複数個の

第二相に分断されない。また、熱処理温度が370℃超の場合、大きな第二相粒子の割合が増える。このため、いずれの場合においても、銅合金線材の長手方向に平行な断面上の1.7μm×2.3μmの範囲内に、長手方向の最大長さが300nm未満の第二相粒子が5個以上完全に含まれる矩形範囲が存在しなくなり、振動耐久性が劣る。さらに、保持時間が10秒超の場合、やはり大きい第二相粒子の割合が増えることとなる。このため、銅合金線材の長手方向に平行な断面上の1.7μm×2.3μmの範囲内に、長手方向の最大長さが300nm未満の第二相粒子が5個以上完全に含まれる矩形範囲が存在しなくなり、振動耐久性が劣る。

本実施形態では、鑄造工程における冷却速度を500℃/s以上とし、伸線工程での加工率を10%以上30%以下とし、熱処理工程における熱処理温度を300℃以上370℃以下及び保持時間を10秒以下とすることにより、これらの組み合わせで、Agを含む5個以上の第二相粒子を、矩形範囲内に線状に配列させることができるようになる。

[0027] <変形例>

以上で、特定の実施形態を参照して本発明を説明したが、これら説明によって発明を限定することを意図するものではない。本発明の説明を参照することにより、当業者には、開示された実施形態の種々の変形例とともに本発明の別の実施形態も明らかである。従って、特許請求の範囲は、本発明の範囲及び要旨に含まれるこれらの変形例または実施形態も網羅すると解すべきである。

[0028] 上記実施形態では、銅合金線材の長手方向に平行な断面上の1.7μm×2.3μmの範囲内に、矩形範囲が少なくとも1つ在ればよいとしたが、本発明はかかる例に限定されない。面積当たりに矩形範囲が存在する数が多くなるほど、振動耐久性が高くなることから、1.7μm×2.3μmの範囲内に存在する矩形範囲の数は、例えば2つ以上であってもよい。なお、1.7μm×2.3μmの範囲内に存在する矩形範囲の数は、所望する振動耐久性に応じて適宜選択することができる。

[0029] <実施形態の効果>

(1) 本発明の一態様に係る銅合金線材は、銅合金線材であって、Ag : 0.5 wt %以上6 wt %以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなり、銅合金線材の長手方向に平行な断面上の、長手方向に直交する方向に $1.7\ \mu\text{m}$ 、長手方向に平行な方向に $2.3\ \mu\text{m}$ の視野で観察した範囲において、長手方向に直交する幅が $0.2\ \mu\text{m}$ 、且つ長手方向に平行な長さが $2.3\ \mu\text{m}$ である矩形範囲であって、Agを含み長手方向の最大長さが $300\ \text{nm}$ 未満の第二相粒子が5個以上完全に含まれる矩形範囲を少なくとも1カ所有する。

[0030] 上記(1)の構成によれば、Agを含有することで、固溶強化や分散強化により、銅合金線材の引張強度や振動耐久性を向上させることができる。また、長手方向に沿って配列する第二相粒子を有するため、振動のような負荷の小さい繰り返し疲労において発生するひずみの集中が抑制され、さらに振動耐久性が向上する。さらに、温度が高い環境でも高い振動耐久性が確保できるため、耐熱性にも優れる。

[0031] (2) 上記(1)の構成において、矩形範囲に完全に含まれる5個以上の第二相粒子の長手方向における最大長さの合計が、 $300\ \text{nm}$ 以上である。

上記(2)の構成によれば、第二相粒子の合計の長さが長くなることで、ひずみが第二相粒子にブロックされやすくなることから、欠陥が拡大しにくくなり、振動耐久性をより向上させることができる。

[0032] (3) 上記(1)または(2)の構成において、Mg : 0 wt %超1 wt %以下、Cr : 0 wt %超1 wt %以下、及びZr : 0 wt %超1 wt %以下からなる群から選ばれる1種または2種以上の元素をさらに含む。

上記(3)の構成によれば、形成される3元系以上の第二相による分散強化によって、振動耐久性をより向上させることができる。

[0033] (4) 上記(1)～(3)のいずれかの構成において、 $80\ ^\circ\text{C}$ の試験環境にて実施した振動試験での振動耐久回数が、 $1000$ 万回以上である。

上記(4)の構成によれば、マイクロスピーカーに用いられるコイルとし

て、十分な振動耐久性を有することとなる。

(5) 上記(1)～(4)のいずれかの構成において、線径は、0.01 mm以上0.32 mm以下である。

上記(5)の構成によれば、小型のマイクロスピーカー等に用いられる小型のコイルに適用することができ、製品の小型化に貢献する。

[0034] (6) 本発明の一態様に係る銅合金線材の製造方法は、Ag : 0.5 wt %以上6 wt %以下を含み、残部が不可避不純物とCuとからなる熔融金属を500℃/s以上の冷却速度で鑄造し、銅合金の鑄塊を製造する鑄造工程と、鑄塊を伸線加工し、線材を製造する伸線工程と、線材を、300℃以上370℃以下の熱処理温度、10秒以下の保持時間で熱処理する熱処理工程とを備える。

上記(6)の構成によれば、振動耐久性及び耐熱性に優れた上記(1)の構成の銅合金線材を製造することができる。

## 実施例

[0035] 次に、本発明者が行った実施例について説明する。実施例では、上記実施形態に係る銅合金線材を、成分組成または製造条件を変えて製造し、組織及び特性の評価を行った。なお、実施例において、条件によって変えた製造条件は、鑄造工程における冷却速度、並びに熱処理工程における熱処理温度及び保持時間である。また、比較例として、上記実施形態と成分組成または製造条件が異なる銅合金線材を製造し、実施例と同様に組織及び特性の評価を行った。

表1に、実施例における成分組成、製造条件、並びに後述する組織及び特性の評価結果を示す。

[0036]

[表1]

No.	成分組成					製造条件				組織評価			特性評価		
	Ag	Mg	Cr	Zr	Cuおよび 不可避 不純物	鑄造工程	伸線工程	熱処理工程		5個以上の 第二相粒 子を含む 矩形範囲 の有無	矩形範囲に おける第二 相粒子の平 均個数	矩形範囲に おける第二 相粒子の合 計長さ	20℃で の振動 耐久数	80℃で の振動 耐久数	導電率
						冷却速度	最終線径	熱処理 温度	保持 時間						
実施例1	0.5	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	5	140	1030	520	95
実施例2	1.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	6	180	1250	600	94
実施例3	2.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	8	300	1600	890	93
実施例4	3.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	10	460	2000	1000	90
実施例5	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	14	670	2000	1240	88
実施例6	5.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	21	880	2000	2000	85
実施例7	6.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	28	1030	2000	2000	82
実施例8	4.0	0.5	-	-	残部	700	0.1	300	10	有	17	670	2000	2000	87
実施例9	4.0	-	0.5	-	残部	700	0.1	300	10	有	18	690	2000	2000	84
実施例10	4.0	-	-	0.5	残部	700	0.1	300	10	有	17	700	2000	2000	84
実施例11	4.0	0.5	0.5	-	残部	700	0.1	300	10	有	19	700	2000	2000	83
実施例12	4.0	-	0.5	0.5	残部	700	0.1	300	10	有	19	710	2000	2000	81
実施例13	4.0	0.5	-	0.5	残部	700	0.1	300	10	有	18	690	2000	2000	82
実施例14	4.0	0.5	0.5	0.5	残部	700	0.1	300	10	有	19	690	2000	2000	80
実施例15	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	350	2	有	14	370	2000	2000	84
実施例16	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	350	4	有	14	440	2000	2000	86
実施例17	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	350	5	有	12	460	2000	1680	87
実施例18	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	370	10	有	12	1010	2000	2000	83
実施例19	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	300	5	有	21	340	2000	2000	85
実施例20	4.0	-	-	-	残部	700	0.1	350	10	有	15	750	2000	1930	87
実施例21	4.0	-	-	-	残部	500	0.1	300	10	有	18	660	2000	2000	88
実施例22	4.0	-	-	-	残部	1000	0.1	300	10	有	18	650	2000	2000	88
実施例23	4.0	-	-	-	残部	700	0.04	350	5	有	33	1230	2000	2000	87
実施例24	4.0	-	-	-	残部	700	0.2	350	5	有	8	180	1120	540	87
実施例25	4.0	-	-	-	残部	700	0.3	350	5	有	5	120	1040	500	87
比較例1	8.0	-	-	-	残部	600	0.1	300	10	有	5	600	940	380	74
比較例2	4.0	-	-	-	残部	12	0.1	300	10	無	-	-	550	240	88
比較例3	4.0	-	-	-	残部	600	0.1	500	10	無	-	-	430	210	85
比較例4	4.0	0.5	-	-	残部	600	0.1	350	1800	無	-	-	670	340	86
比較例5	4.0	0.05	-	-	残部	600	0.08	600	1800	無	-	-	60	50	85
比較例6	5.0	-	-	-	残部	12	0.04	-	-	無	-	-	2000	2000	86

[0037] 表1に示すように、実施例では、成分組成を変えた実施例1～実施例14の条件で銅合金線材を製造した。実施例1～実施例14における製造条件は、冷却速度が700℃/s、熱処理温度が300℃及び保持時間が10sと同一の条件とした。また、実施例では、製造条件を変えた実施例15～実施例25の条件で銅合金線材を製造した。実施例15～実施例25では、成分組成を実施例5と同一とし、冷却速度、熱処理温度及び保持時間の少なくとも1つの条件を、上記実施形態の範囲内で実施例5と異なる条件とした。

[0038] 実施例1～実施例25では、鑄造工程として、まず、表1に示す成分組成となるように、原料である、無酸素銅及び銀、並びに必要なに応じてマグネシウム、クロム及びジルコニウムを黒鉛坩堝に投入した。次いで、坩堝内の炉内温度を1250℃以上（クロムを用いた場合には1500℃以上）に加熱することで、原料を溶解した。原料となる無酸素銅、銀、マグネシウム、ク

ロム及びジルコニウムには、Cu、Ag、Mg、Cr及びZrの純度がそれぞれ99.9wt%以上の物を用いた。原料の溶解には、抵抗加熱式の加熱方法を用いた。坩堝内の雰囲気は、酸素が溶解金属中に混入しないように、窒素雰囲気とした。さらに、坩堝に收容された熔融金属を、1250℃以上で3時間以上保持した後、黒鉛製の鑄型で直径約10mmのサイズの鑄塊に鑄造した。鑄造する際には、表1に示す冷却速度となるように、水冷装置の水温や水量を調整して変化させた。また、実施例1～実施例25では、熔融金属を表1に示す条件に応じて鑄型に適宜投入し、表1に示す条件に応じて冷却速度を調整することで条件の異なる鑄塊を連続鑄造した。

[0039] 鑄造工程の後、伸線工程として、鑄造工程で製造された鑄塊を1パス加工率10%以上25%以下にて伸線加工することで、線径0.04mm～0.3mmとなる線材を製造した。

伸線工程の後、熱処理工程として、表1に示す熱処理温度及び保持時間で、伸線加工された線材に最終的な熱処理を施すことで、実施例1～実施例25の各条件で製造された銅合金線材を得た。なお、熱処理工程では、窒素雰囲気下の走間熱処理にて熱処理を行った。

[0040] また、比較例1～4では、鑄造工程として、実施例1～実施例25と同様に、表1の成分組成となる原料を坩堝に投入し、加熱して溶解させた。そして、実施例1～実施例25と同様に連続鑄造することで、鑄塊を製造した。なお、比較例1では、Agの含有量を、上記実施形態の範囲を満足しない8wt%とした。また、比較例2では、連続鑄造時の冷却速度を、上記実施形態の範囲を満足しない12℃/sの冷却速度とした。

[0041] 鑄造工程の後、実施例1～実施例25と同様に、伸線工程を行い、鑄塊から線径0.1mmとなる線材を製造した。

伸線工程の後、熱処理工程として、実施例1～実施例25と同様に、表1に示す熱処理温度及び保持時間の条件で、伸線加工された線材に最終的な熱処理を施すことで銅合金線材を製造した。なお、実施例3では、熱処理温度を、上記実施形態を満足しない500℃とした。また、実施例4では、保持

時間を、上記実施形態の範囲を満足しない1800sとした。

[0042] さらに、比較例5では、鑄造工程として、まず、原料となる銅、銀及びマグネシウムを、20容量%の硝酸で表面を酸洗し、十分に乾燥させた。原料となる銅、銀及びマグネシウムには、Cu、Ag及びMgの純度がそれぞれ99.99wt%以上の物を用いた。次いで、酸洗した原料を、表1に示す成分組成となるように黒鉛坩堝に投入した。さらに、坩堝内を窒素雰囲気にした状態で、坩堝内の炉内温度を1200℃以上に加熱することで、原料を溶解した。原料の溶解には、抵抗加熱式の加熱方法を用いた。その後、溶解金属を十分に攪拌し、1200℃以上の温度条件で60分間保持した。次いで、熔融金属を、坩堝の底部から黒鉛製の鑄型へと注入し、横方向への連続鑄造を行うことで、直径20mmの鑄塊を製造した。なお、比較例5では、鑄造する際の冷却速度を600℃/sとした。

[0043] 鑄造工程の後、伸線工程として、鑄造工程で製造された鑄塊を伸線加工し、その後皮むき加工することで、線径0.08mmの線材を製造した。

伸線工程の後、熱処理工程として、窒素雰囲気下で、熱処理温度600℃及び保持時間1800sの熱処理を線材に施すことで、銅合金線材を製造した。なお、熱処理工程では、窒素雰囲気下の送間熱処理にて熱処理を行った。

[0044] さらに、比較例6では、鑄造工程として、実施例1～実施例25と同様に、表1の成分組成となる原料を坩堝に投入し、加熱して溶解させた。そして、実施例1～実施例25と同様に連続鑄造することで、直径8mmの鑄塊を製造した。

鑄造工程の後、実施例1～実施例25の伸線工程と同様に伸線加工することで、鑄塊から線径2.6mmとなる線材を製造した。

[0045] そして、窒素雰囲気下、熱処理温度450℃及び保持時間5時間の条件で、伸線加工された線材に熱処理を施した。

さらに、比較例6では、熱処理工程の後、熱処理を施した線材を炉冷（炉内で冷却）し、線径0.04mmとなるまで再び伸線加工することで、銅合

金線材を製造した。上述のように、比較例6は、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例5とは異なり、伸線加工を行った後、熱処理を行い、さらに伸線加工を行うことで、銅合金線材を製造する。このように製造した、比較例6の銅合金線材は、特許文献1に記載の試料No. 2-5に相当する。なお、比較例6における熱処理は、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例5において製造工程の最終工程として行われる熱処理工程とは異なるため、表1には熱処理の条件を記載していない。

[0046] また、実施例では、以下に示す方法で断面の組織観察を行い第二相粒子についての評価を行った。組織観察では、まず、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件で製造した銅合金線材について、長手方向に平行な断面を切り出す。このときできるだけ線材の中心を通るように断面を切り出すように注意して切り出したが、正確に銅合金線材の中心を通るように断面を切り出すことは困難である。そこで、実施例では、銅合金線材の長手方向に直交する幅が線材の線径の9割以上であれば線材の中心を通る断面とみなした。次いで、切り出した断面を、湿式研磨及びバフ研磨により鏡面に仕上げる。さらに、研磨した断面を、走査型電子顕微鏡（FE-SEM、JEOL社製）を用いて、50000倍の倍率で $1.7\mu\text{m} \times 2.3\mu\text{m}$ の矩形の領域の組織写真を撮影した。

[0047] 図3に、上記実施形態に係る銅合金線材の断面を、実際に撮影した組織写真の例を示す。図3においてコントラストが白い粒子状のものが第二相となる。また、図4には、図3の写真においてコントラストの違いから第二相と母相とに分けた模式図を示す。図4からわかるように、上記実施形態に係る銅合金線材では、第二相粒子が長手方向（図4の左右方向）に沿って、線状に並んで形成されることが確認できる。そして、図4の断面において、5個以上の第二相粒子を完全に含む、点線で示す矩形範囲が存在することが確認できる。表1には、組織観察の結果として、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件毎の、矩形範囲に含まれる第二相粒子の平均個数を示す。該当する矩形範囲が視野 $1.7\mu\text{m} \times 2.3\mu\text{m}$ に複数存在する場合に

は、それぞれの矩形範囲における第二相粒子の個数を数え足し合わせ、矩形範囲数で割って平均の個数とした。なお、矩形範囲は、矩形範囲同士が重ならないように選択した。

[0048] また、上記の第二相粒子の条件を満たす矩形範囲において、数えられた第二相粒子の、銅合金線材の長手方向における最大長さをそれぞれ測定し、各第二相粒子の最大長さを足し合わせた合計長さを算出した。なお、表1には、組織観察の結果として、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件毎の、矩形範囲に含まれる第二相粒子の合計長さを示す。なお、該当する矩形範囲が視野 $1.7\mu\text{m} \times 2.3\mu\text{m}$ に複数存在する場合には、矩形範囲に含まれる第二相粒子の合計長さが最も長いものを選択して記載した。

[0049] さらに、実施例では、銅合金線材の特性評価として、振動耐久性、耐熱性及び導電率を評価した。

振動耐久性の評価では、図5に示す高サイクル疲労試験器を用いて $20^{\circ}\text{C}$ で振動試験を行った。振動試験では、まず、 $80\text{mm}$ の長さに切断した銅合金線材1の長手方向の両端部を、押さえ治具2、及びエッジ台3に取り付けられたナイフエッジ4でそれぞれ挟んで固定する。線材が押さえ治具2またはナイフエッジ4でつぶされないように、線材の両脇に線材の線径と同等の厚さをもつ銅板材を挿入した。銅合金線材1の、押さえ治具2による固定位置と、ナイフエッジ4による固定位置との間隔は $16\text{mm}$ とした。次いで、銅合金線材1を固定した状態で、ナイフエッジ4で銅合金線材1を挟んだ方向に平行な上下方向に、エッジ台3を1秒間に50回の振幅 $1.6\text{mm}$ 往復運動させることで、銅合金線材1に振動を与えた。実施例では、この振動試験を、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件毎に、6本ずつ行い、その平均を算出した。このときの振動耐久回数は1000万回以上を合格とした。2000万回振動耐久した場合には試験を打ち切り、2000万回と表1に記載した。

[0050] また、耐熱性の評価では、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件毎に、 $80^{\circ}\text{C}$ の恒温槽中で、振動耐久性と同様の振動試験を6本ずつ

行った。このときの振動耐久回数は500万回以上を合格とした。また、2000万回振動耐久した場合には試験を打ち切り、2000万回と表1に記載した。

さらに、導電率の評価では、図6に示す4端子法による導電率測定装置を用いて、実施例1～実施例25及び比較例1～比較例6の条件毎に導電率の測定を行った。測定では、長さ300mmの銅合金線材1の比抵抗を3本測定することで、平均導電率を算出した。なお、電圧端子間の距離は200mm、電圧端子と電流端子との距離は25mmとした。銅合金線材における導電率は、高いほど好ましく、80% IACS以上のものを合格とした。

[0051] 表1に示すように、実施例1～実施例25の条件では、振動耐久性、熱耐久性及び導電率の評価では、いずれも合格となることが確認された。

[0052] さらに、実施例1～実施例7の組織評価からわかるように、Agの含有量が多くなるほど、矩形範囲の数及び第二相粒子の数が増大し、第二相粒子の合計長さが長くなっており、振動耐久性が向上することが確認された。

[0053] さらに、Mg、Cr及びZrの群から選ばれる1種または2種以上を添加した実施例8～実施例14では、Agの含有量及び製造条件が同一の実施例5に比べ、組織評価の結果から、振動耐久性が向上することが確認された。

[0054] 一方、Agの含有量が6wt%超となり、製造条件が上記実施形態の条件を満足する比較例1では、第二相粒子が5個以上完全に含まれる矩形範囲があり、振動耐久性が向上することが確認されたが、導電率が80% IACS未滿と低下することが確認された。

[0055] また、成分組成が上記実施形態の条件を満足し、製造条件となる冷却速度、熱処理温度及び保持時間の少なくとも1つが上記実施形態の条件を満足しない、比較例2～比較例6では、導電率は80% IACSとなるものの、第二相粒子が5個以上完全に含まれる矩形範囲が確認できなかった。このため、比較例2～比較例6の条件では、振動耐久性及び耐熱性が低下し、所望の特性の銅合金線材が得られないことが確認された。

## 符号の説明

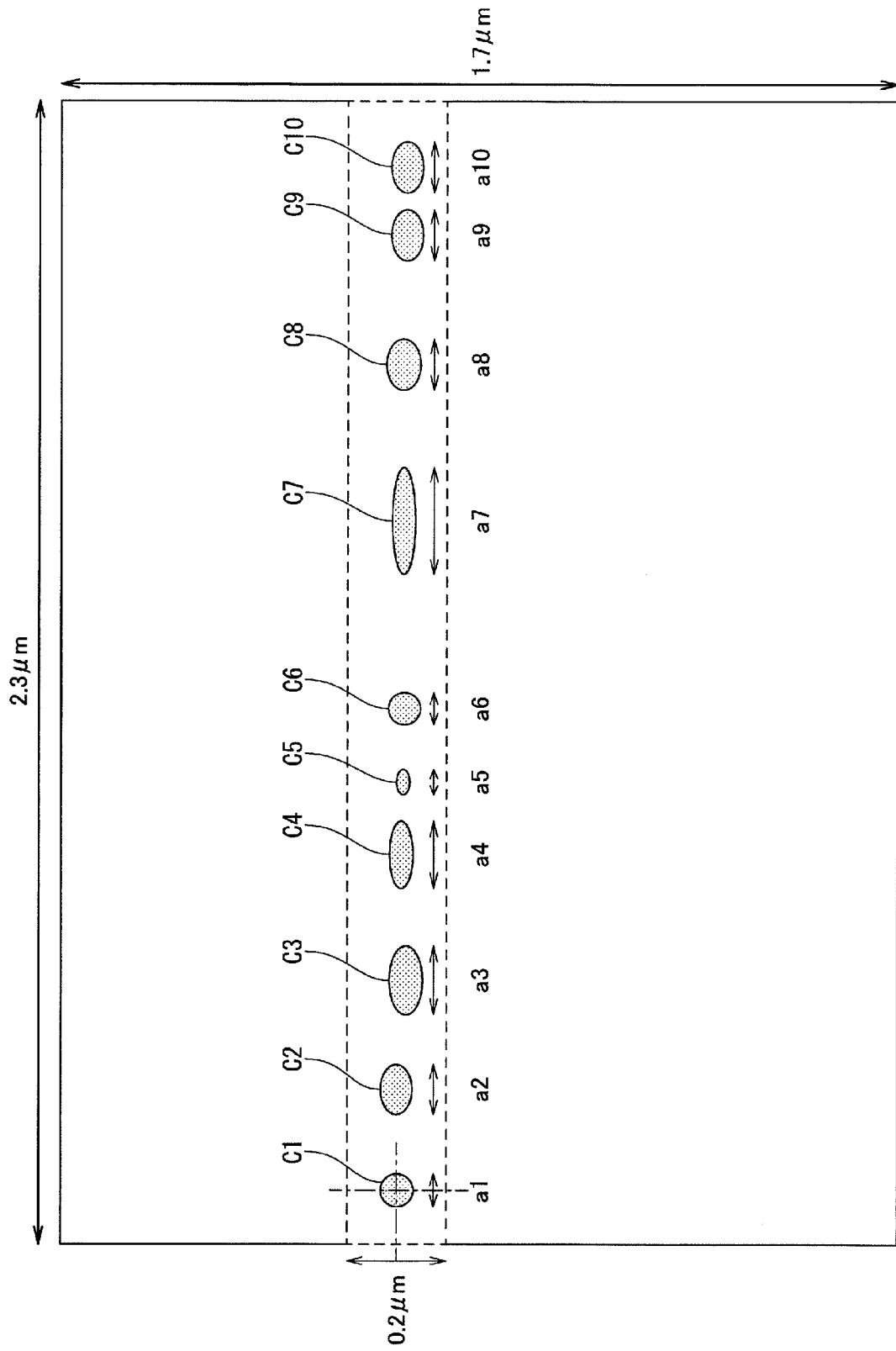
- [0056] 1 銅合金線材
- 2 押さえ治具
- 3 エッジ台
- 4 ナイフエッジ

## 請求の範囲

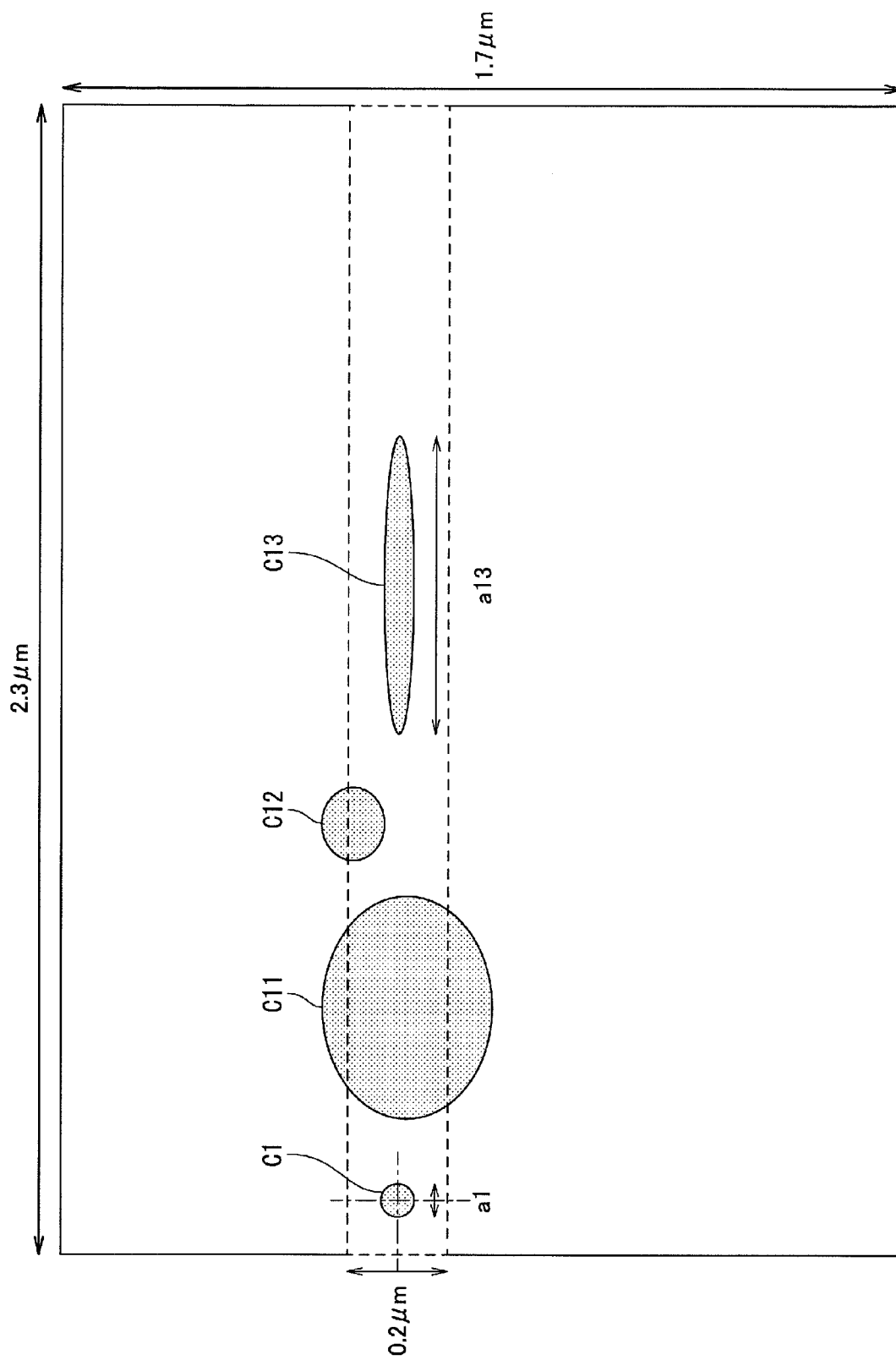
- [請求項1] 銅合金線材であって、  
A g : 0 . 5 w t % 以上 6 w t % 以下を含み、残部が不可避不純物と C u とからなり、  
前記銅合金線材の長手方向に平行な断面上の、前記長手方向に直交する方向に 1 . 7  $\mu$  m、前記長手方向に平行な方向に 2 . 3  $\mu$  m の視野で観察した範囲において、前記長手方向に直交する幅が 0 . 2  $\mu$  m、且つ前記長手方向に平行な長さが 2 . 3  $\mu$  m である矩形範囲であって、A g を含み長手方向の最大長さが 3 0 0 n m 未満の第二相粒子が 5 個以上完全に含まれる前記矩形範囲を少なくとも 1 カ所有することを特徴とする銅合金線材。
- [請求項2] 前記矩形範囲に完全に含まれる 5 個以上のそれぞれの前記第二相粒子の前記長手方向における最大長さの合計が、3 0 0 n m 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の銅合金線材。
- [請求項3] M g : 0 w t 超 1 w t % 以下、C r : 0 w t 超 1 w t % 以下、及び Z r : 0 w t 超 1 w t % 以下からなる群から選ばれる 1 種または 2 種以上の元素をさらに含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の銅合金線材。
- [請求項4] 8 0 ° C の試験環境にて実施した振動試験での振動耐久回数が、1 0 0 0 万回以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の銅合金線材。
- [請求項5] 前記線材の線径が、0 . 0 1 m m 以上 0 . 3 2 m m 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の銅合金線材。
- [請求項6] A g : 0 . 5 w t % 以上 6 w t % 以下を含み、残部が不可避不純物と C u とからなる熔融金属を 5 0 0 ° C / s 以上の冷却速度で铸造し、銅合金の铸塊を製造する铸造工程と、  
前記铸塊を伸線加工し、線材を製造する伸線工程と、  
前記線材を、3 0 0 ° C 以上 3 7 0 ° C 以下の熱処理温度、1 0 秒以下

の保持時間で熱処理する熱処理工程と  
を備えることを特徴とする銅合金線材の製造方法。

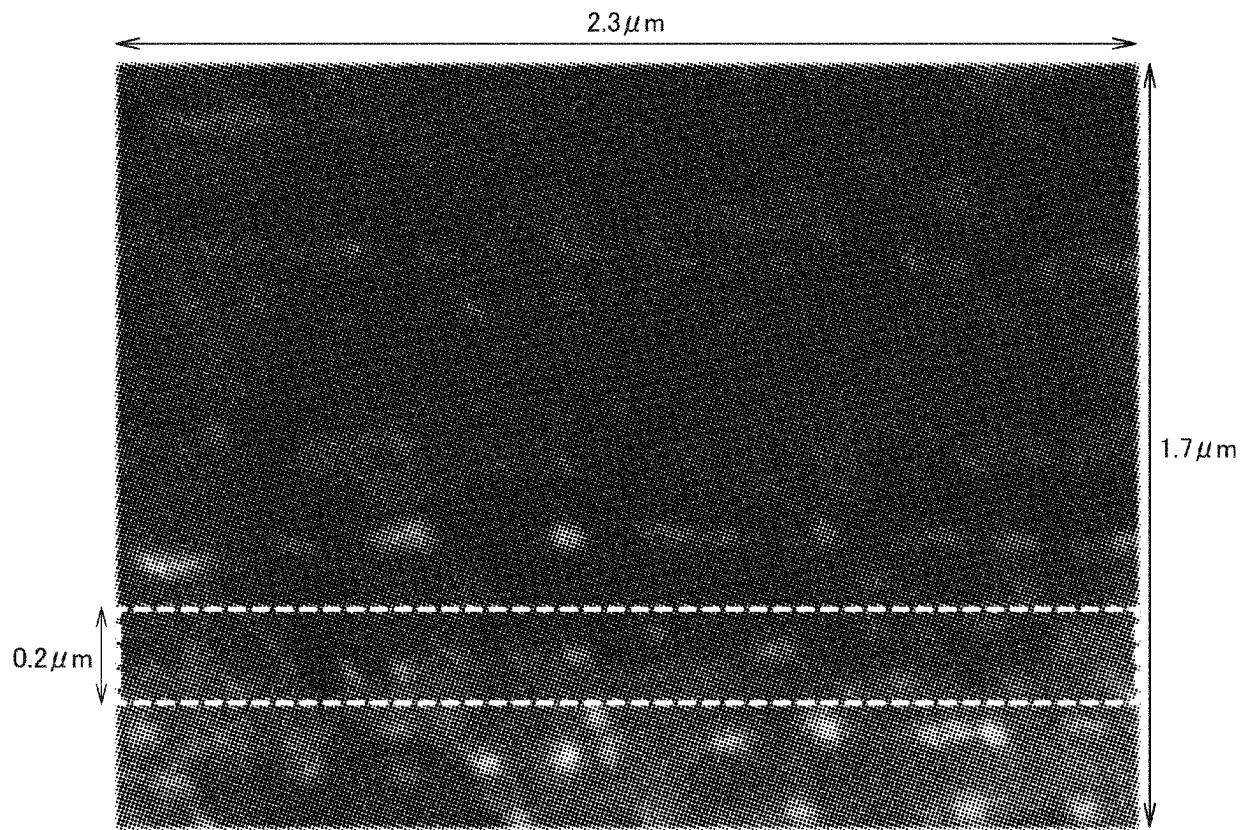
[図1]



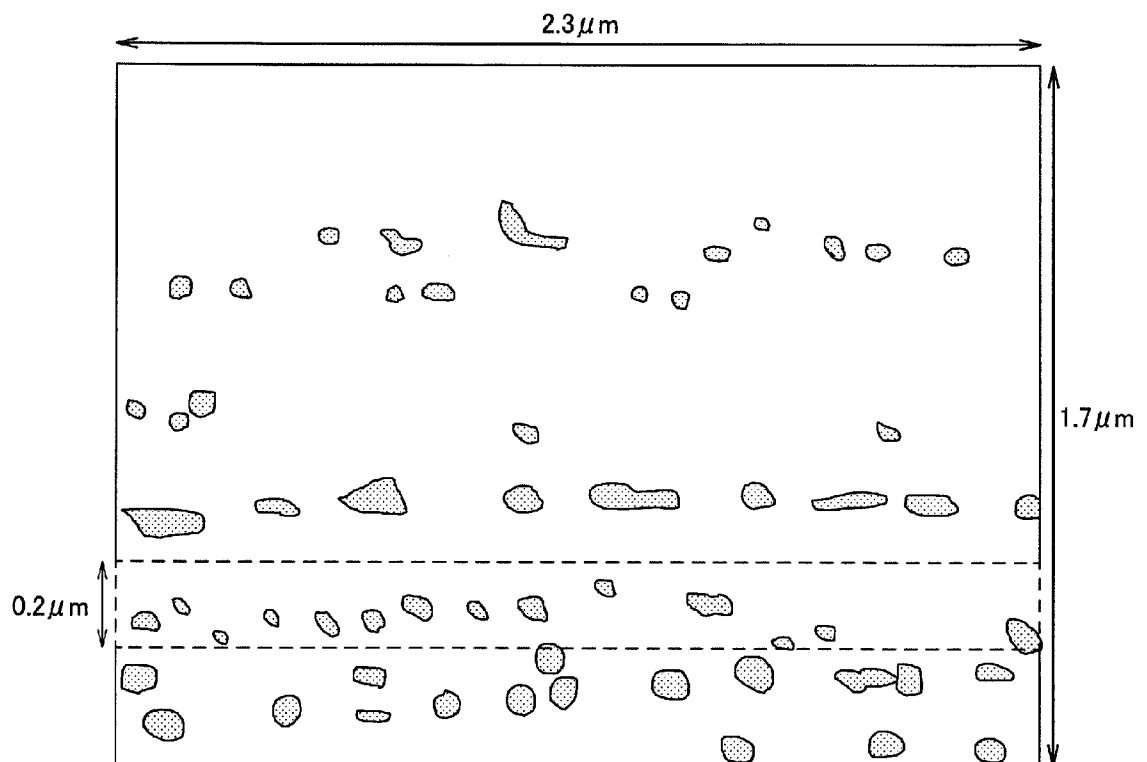
[図2]



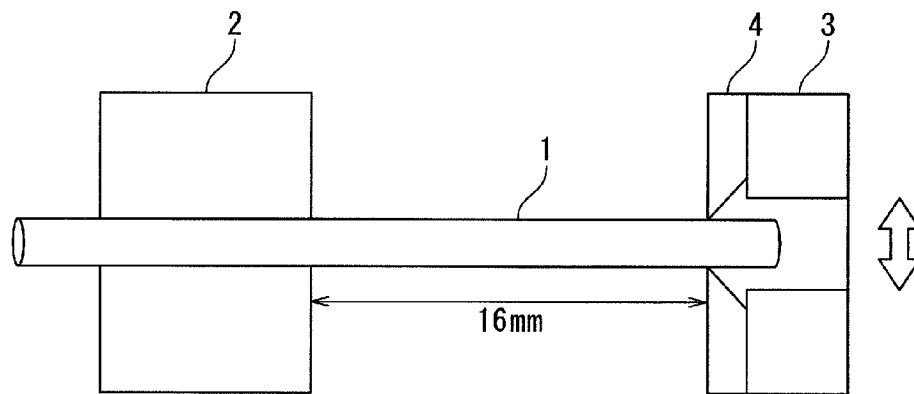
[図3]



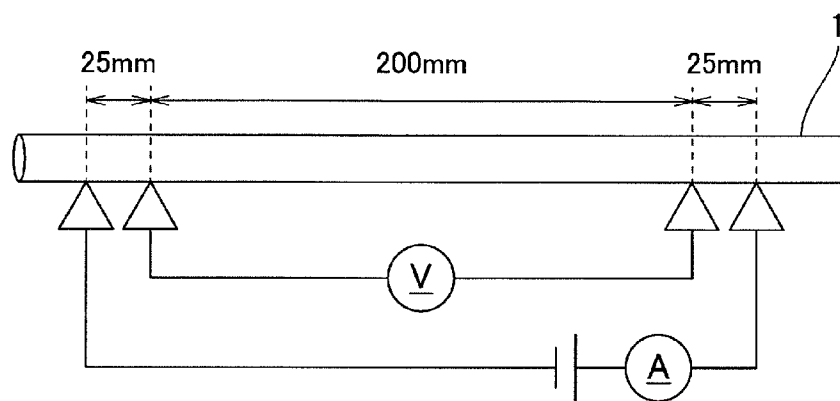
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/037975

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. C22C9/00 (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)

Int. Cl. C22C9/00-9/10, C22F1/08, C22F1/00, B22D11/112

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 1971-2018  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2011-246802 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 08 December 2011 & WO 2011/136284 A1 & TW 201142048 A & CN 102869805 A & KR 10-2013-0093469 A	1-6
A	JP 6-192802 A (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO.) 12 July 1994 & US 5534087 A & EP 589609 A1 & DE 69307236 T2	1-6
A	JP 11-293365 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 October 1999 (Family: none)	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

Date of mailing of the international search report

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/JP2017/037975

## 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 2009-280860 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 03 December 2009 (Family: none)	1-6
A	WO 2015/152166 A1 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 08 October 2015 & EP 3128019 A1 & CN 106164306 A & KR 10-2016-0138234 A	1-6
P, A	JP 2017-2337 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 05 January 2017 (Family: none)	1-6
E, A	WO 2017/199906 A1 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 23 November 2017 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. C22C9/00(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, B22D11/112

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 1971-2018年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2018年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2018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 2011-246802 A（住友電気工業株式会社）2011.12.08, & WO 2011/136284 A1 & TW 201142048 A & CN 102869805 A & KR 10-2013-0093469 A	1-6
A	JP 6-192802 A（昭和電線電纜株式会社）1994.07.12, & US 5534087 A & EP 589609 A1 & DE 69307236 T2	1-6
A	JP 11-293365 A（古河電気工業株式会社）1999.10.26, （ファミリーなし）	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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 17.01.2018	国際調査報告の発送日 30.01.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 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） 田口 裕健 電話番号 03-3581-1101 内線 3435
	4K 4663

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 2009-280860 A (住友電気工業株式会社) 2009. 12. 03, (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2015/152166 A1 (古河電気工業株式会社) 2015. 10. 08, & EP 3128019 A1 & CN 106164306 A & KR 10-2016-0138234 A	1-6
P, A	JP 2017-2337 A (古河電気工業株式会社) 2017. 01. 05, (ファミリーなし)	1-6
E, A	WO 2017/199906 A1 (古河電気工業株式会社) 2017. 11. 23, (ファミリーなし)	1-6