

(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
2022年2月10日(10.02.2022)



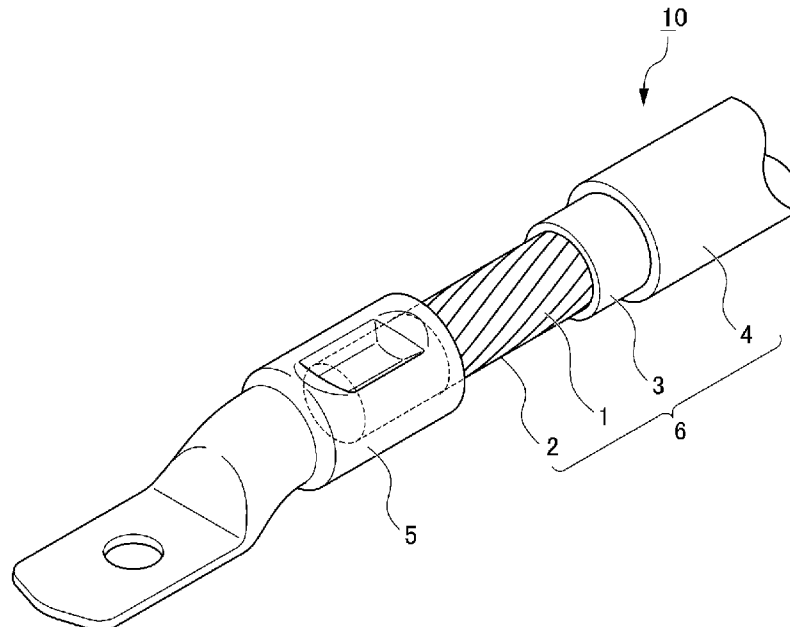
(10) 国際公開番号

WO 2022/030620 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/00 (2006.01) H01B 9/00 (2006.01)
C22F 1/00 (2006.01) H01B 7/00 (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/029302
- (22) 国際出願日: 2021年8月6日(06.08.2021)
- (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 2020-133765 2020年8月6日(06.08.2020) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目6番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 関谷 茂樹(SEKIYA Shigeki); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目6番4号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 祥(YOSHIDA Sho); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目6番4号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 齋藤 拓也, 外(SAITO Takuya et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ALUMINUM WIRE ROD, ALUMINUM TWISTED WIRE, COVERED WIRE, COVERED WIRE WITH CRIMP TERMINAL, AND CVT CABLE OR CVT CABLE WITH CRIMP TERMINAL

(54) 発明の名称: アルミニウム線材、アルミニウム撚線、被覆電線、圧着端子付き被覆電線、およびCVTケーブルもしくは圧着端子付きCVTケーブル



(57) Abstract: This aluminum wire rod has a composition which contains 3.00% by mass or less of Fe and 0.20% by mass or less of Si, and additionally contains a total of from 0.010% by mass to 0.500% by mass of one or more elements selected from the group consisting of Cu, Mn, Mg, Zn, Ti, B, V and Ni, with the balance being made up of Al and unavoidable impurities. With respect to this aluminum wire rod, in a 25 μm $\times$ 60 μm region in a cross-section that is perpendicular to the



WO 2022/030620 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

longitudinal direction, the total length of the portions where the crystal misorientation with respect to an adjacent crystal grain is more than 1° but not more than 15° is from 0.6 mm to 4.8 mm; and the electrical conductivity is 55% IACS or more.

(57) 要約：アルミニウム線材は、3.00質量%以下のFe、0.20質量%以下のSiを含み、さらにCu、Mn、Mg、Zn、Ti、B、VおよびNiからなる群より選択される1種以上の元素を合計で0.010質量%以上0.500質量%以下含み、残部がAlおよび不可避不純物からなる組成を有し、長手方向に垂直な断面における25μm×60μmの領域内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さが、0.6mm以上4.8mm以下であり、導電率が55%IACS以上である。

明 細 書

発明の名称：

アルミニウム線材、アルミニウム撚線、被覆電線、圧着端子付き被覆電線、およびC V Tケーブルもしくは圧着端子付きC V Tケーブル

技術分野

[0001] 本開示は、アルミニウム線材、アルミニウム撚線、被覆電線、圧着端子付き被覆電線、およびC V Tケーブルもしくは圧着端子付きC V Tケーブルに関する。

背景技術

[0002] C V Tケーブルのような地中配電線をはじめ、電力ケーブルにアルミニウムを使用する場合には、ジュール熱を抑える目的から、導電率の高い純アルミニウムや添加元素の希薄なアルミニウム合金が用いられる。一方で、このような純アルミニウムやアルミニウム合金の線材の強度は、銅線に比べて低い。

[0003] 例えば、特許文献1には、F eを2.0質量%以上3.5質量%以下含有し、残部がA lおよび不可避不純物からなり、さらに、S iを0.2質量%以上1.0質量%以下含む線材用アルミニウム合金が記載されている。また、特許文献1には、アルミニウム結晶粒と、アルミニウムおよび鉄を含む化合物からなるA l－F e化合物あるいはA l－F e－S i化合物の粒子とを有する組織をもち、アルミニウム結晶粒の内部または粒界に、平均サイズ1000nm以下のA l－F e化合物またはA l－F e－S i化合物の粒子が分散してなるアルミニウム合金線材が記載されている。

[0004] 上記のように、特許文献1では、F eとS iの添加、および第二相の制御により、アルミニウム合金線材の引張強度を向上している。しなしながら、純アルミニウムやアルミニウム合金の線材における圧着端子とのカシメ部では、導電性の低下、圧着部強度の低下、および耐衝撃性の低下が問題となるものの、特許文献1はこれらの特性の低下について十分に検討されていない

。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第6 2 1 2 9 4 6 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示の目的は、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できるアルミニウム線材、アルミニウム撚線、被覆電線、圧着端子付き被覆電線、およびC V Tケーブルもしくは圧着端子付きC V Tケーブルを提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] [1] 3. 0 0 質量%以下のF e、0. 2 0 質量%以下のS iを含み、さらにC u、M n、M g、Z n、T i、B、VおよびN iからなる群より選択される1種以上の元素を合計で0. 0 1 0 質量%以上0. 5 0 0 質量%以下含み、残部がA lおよび不可避不純物からなる組成を有し、長手方向に垂直な断面における2 5 μ m×6 0 μ mの領域内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超1 5°以下の部分を全て足し合わせた長さが、0. 6 m以上4. 8 m以下であり、導電率が5 5 % I A C S以上であることを特徴とするアルミニウム線材。

[2] 前記組成は、0. 2 5 質量%以下のF eを含む、上記[1]に記載のアルミニウム線材。

[3] 前記領域に対する、結晶方位差が1°超1 5°以下のK A M値の割合は、0. 5 0 以上0. 9 0 以下である、上記[1]または[2]に記載のアルミニウム線材。

[4] 前記断面における平均結晶粒径は、0. 1 0 μ m以上1 0. 0 0 μ m以下である、上記[1]～[3]のいずれか1つに記載のアルミニウム線材。

〔５〕 上記〔１〕～〔４〕のいずれか１つに記載のアルミニウム線材を１９本以上６１本以下で撚り合わせてなり、前記アルミニウム線材の線径が１．４ｍｍ以上２．９ｍｍ以下であることを特徴とするアルミニウム撚線。

〔６〕 上記〔５〕に記載のアルミニウム撚線と、前記アルミニウム撚線の外周を被覆する筒状の絶縁体と、前記絶縁体の外周を被覆するシースとを有することを特徴とする被覆電線。

〔７〕 上記〔６〕に記載の被覆電線に圧着されている圧着端子を有することを特徴とする圧着端子付き被覆電線。

〔８〕 上記〔６〕に記載の被覆電線または上記〔７〕に記載の圧着端子付き被覆電線を、３本で撚り合わせてなることを特徴とするＣＶＴケーブルまたは圧着端子付きＣＶＴケーブル。

発明の効果

〔０００８〕 本開示によれば、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できるアルミニウム線材、アルミニウム撚線、被覆電線、圧着端子付き被覆電線、およびＣＶＴケーブルもしくは圧着端子付きＣＶＴケーブルを提供することができる。

図面の簡単な説明

〔０００９〕 〔図１〕図１は、実施形態のアルミニウム線材を有する圧着端子付き被覆電線の要部構成の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

〔００１０〕 以下、実施形態に基づき詳細に説明する。

〔００１１〕 本発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、アルミニウム線材の結晶組織における小角粒界に着目することによって、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できることを見出し、かかる知見に基づき本開示を完成させるに至った。

〔００１２〕 実施形態のアルミニウム線材は、３．００質量％以下のＦｅ、０．２０質量％以下のＳｉを含み、さらにＣｕ、Ｍｎ、Ｍｇ、Ｚｎ、Ｔｉ、Ｂ、ＶおよびＮｉからなる群より選択される１種以上の元素を合計で０．０１０質量％

以上0.500質量%以下含み、残部がAlおよび不可避不純物からなる組成を有し、長手方向に垂直な断面における $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ の領域内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さが、0.6mm以上4.8mm以下であり、導電率が55%以上ACS以上である。

[0013] 図1は、実施形態のアルミニウム線材を有する圧着端子付き被覆電線の要部構成の一例を示す斜視図である。図1に示すように、圧着端子付き被覆電線10は、複数のアルミニウム線材1を撚り合わせてなるアルミニウム撚線2を有する。アルミニウム撚線2の外周には、筒状の絶縁体3が設けられている。絶縁体3の外周には、筒状のシース4が設けられている。被覆電線6は、アルミニウム撚線2と絶縁体3とシース4とを有する。圧着端子付き被覆電線10におけるアルミニウム撚線2が露出している部分には、圧着端子5が圧着されている。

[0014] <組成>

まず、アルミニウム線材の組成について説明する。アルミニウム線材の組成は、3.00質量%以下のFe、0.20質量%以下のSiを含み、さらにCu、Mn、Mg、Zn、Ti、B、VおよびNiからなる群より選択される1種以上の元素を合計で0.010質量%以上0.500質量%以下含み、残部がAlおよび不可避不純物からなる。

[0015] アルミニウム線材の組成について、Alの含有量が99.5質量%以上であると、導電性が向上すると共に、入手性が高くなる。このような観点から、Alの含有量は、好ましくは99.7質量%以上である。アルミニウム線材の組成は、Al0.70などの純アルミニウムの組成が好ましい。

[0016] Fe（鉄）は、アルミニウム線材の強度を向上する元素である。アルミニウム線材に含まれるFeの含有量は、好ましくは0.05質量%以上、より好ましくは0.10質量%以上である。Feの含有量が0.05質量%以上であると、アルミニウム線材の強度が増加し、圧着端子でかしめられるカシメ部における圧着部強度および耐衝撃性の低下を十分に抑制できる。また、

アルミニウム線材に含まれるF eの含有量は、3.00質量%以下であり、高導電が要求される場合はF eの含有量が少ない方が良いため、好ましくは0.25質量%以下である。

[0017] S i（ケイ素）は、アルミニウム線材の強度を向上する元素である。アルミニウム線材に含まれるS iの含有量は、好ましくは0.01質量%以上、より好ましくは0.05質量%以上である。S iの含有量が0.01質量%以上であると、アルミニウム線材の強度が増加し、カシメ部における圧着部強度および耐衝撃性の低下を十分に抑制できる。また、アルミニウム線材に含まれるS iの含有量は、0.20質量%以下、好ましくは0.15質量%以下である。S iの含有量が0.20質量%を超えると、導電率の低下により実用上問題となる。

[0018] <副成分>

アルミニウム線材の組成は、さらに、C u、M n、M g、Z n、T i、B、VおよびN iからなる群より選択される1種以上の元素を含有することができる。これらの成分は、強度と導電率のバランスを考慮すると、合計で0.010質量%以上0.500質量%以下含まれる。以下に、各副成分についてそれぞれ説明する。

[0019] C u（銅）の含有量が0.010質量%以上であると、アルミニウム線材の高い導電性を維持しながら、アルミニウム線材の強度を向上できるため、カシメ部における圧着部強度および耐衝撃性の低下を抑制できる。C uの含有量が0.100質量%以下であると、高い導電性を維持できる。このため、C uの含有量の下限值は、好ましくは0.010質量%以上、より好ましくは0.030質量%以上であり、C uの含有量の上限值は、好ましくは0.100質量%以下、より好ましくは0.050質量%以下である。

[0020] M n（マンガン）の含有量が0.010質量%以上であると、アルミニウム線材の高い導電性を維持しながら、アルミニウム線材の強度を向上できる。M nの含有量が0.100質量%以下であると、高い導電性を維持できる。このため、M nの含有量の下限值は、好ましくは0.010質量%以上、

より好ましくは0.030質量%以上であり、Mnの含有量の上限値は、好ましくは0.100質量%以下、より好ましくは0.080質量%以下である。

[0021] Mg（マグネシウム）の含有量が0.030質量%以上であると、アルミニウム線材の高い導電性を維持しながら、アルミニウム線材の強度を向上できる。Mgの含有量が0.500質量%以下であると、高い導電性を維持できる。このため、Mgの含有量の下限値は、好ましくは0.030質量%以上、より好ましくは0.100質量%以上であり、Mgの含有量の上限値は、好ましくは0.500質量%以下、より好ましくは0.200質量%以下である。

[0022] Zn（亜鉛）の含有量が0.020質量%以上であると、アルミニウム線材の高い導電性を維持しながら、アルミニウム線材の強度を向上できる。Znの含有量が0.100質量%以下であると、高い導電性を維持できる。このため、Znの含有量の下限値は、好ましくは0.020質量%以上、より好ましくは0.050質量%以上であり、Znの含有量の上限値は、好ましくは0.100質量%以下、より好ましくは0.080質量%以下である。

[0023] Ti（チタン）の含有量が0.005質量%以上であると、鋳造工程で得られるアルミニウム鋳塊中の結晶が微細化するため、その後に行われる冷間伸線時に割れや断線が生じにくくなる。Tiの含有量が0.100質量%以下であると、高い延性および高い導電性を維持できる。このため、Tiの含有量の下限値は、好ましくは0.005質量%以上、より好ましくは0.010質量%以上であり、Tiの含有量の上限値は、好ましくは0.100質量%以下、より好ましくは0.050質量%以下である。

[0024] B（ホウ素）の含有量が0.004質量%以上であると、鋳造工程で得られるアルミニウム鋳塊中の結晶が微細化するため、冷間伸線時に割れや断線が生じにくくなる。Bの含有量が0.050質量%以下であると、高い延性および高い導電性を維持できる。このため、Bの含有量の下限値は、好ましくは0.004質量%以上、より好ましくは0.010質量%以上であり、

Bの含有量の上限值は、好ましくは0.050質量%以下、より好ましくは0.030質量%以下である。

[0025] V（バナジウム）の含有量が0.003質量%以上であると、鋳造工程時に溶湯から不純物を容易に除去できる。Vの含有量が0.050質量%以下であると、高い延性および高い導電性を維持できる。このため、Vの含有量の下限值は、好ましくは0.003質量%以上、より好ましくは0.005質量%以上であり、Vの含有量の上限值は、好ましくは0.050質量%以下、より好ましくは0.030質量%以下である。

[0026] Ni（ニッケル）の含有量が0.005質量%以上であると、アルミニウム線材の高い導電性を維持しながら、アルミニウム線材の強度を向上できる。Niの含有量が0.020質量%以下であると、高い導電性を維持できる。このため、Niの含有量の下限值は、好ましくは0.005質量%以上、より好ましくは0.010質量%以上であり、Niの含有量の上限值は、好ましくは0.020質量%以下、より好ましくは0.015質量%以下である。

[0027] ＜残部：Alおよび不可避不純物＞

アルミニウム線材の組成について、上述した成分以外の残部は、Al（アルミニウム）および不可避不純物である。不可避不純物は、製造工程上、不可避免的に含まれうることもあり、含有量によってはアルミニウム線材の導電率および強度を低下させる要因にもなりうるため、不可避不純物の含有量は少ないことが好ましい。不可避不純物としては、例えば、Li、Crなどの元素が挙げられる。不可避不純物の含有量の上限は、好ましくは0.05質量%以下、より好ましくは0.01質量%以下である。

[0028] ＜導電率＞

次に、アルミニウム線材の導電率について説明する。アルミニウム線材は、高い導電性を有する。アルミニウム線材の導電率は、端子間距離を200mmとし、20℃（±0.5℃）に保たれた恒温槽中で、4端子法により抵抗値を測定し、アルミニウム線材の断面積から、算出することができる。ア

ルミニウム線材の導電率は、55% IACS以上、好ましくは62% IACS以上である。

[0029] <結晶方位差>

次に、アルミニウム線材の結晶方位差について説明する。アルミニウム線材の長手方向に垂直な断面（以下、横断面ともいう）における $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ の領域（以下、単に領域ともいう）内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さ（以下、単に長さともいう）が、0.6mm以上4.8mm以下である。このように、アルミニウム線材の横断面における上記領域内では、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分、すなわち小角粒界は、上記範囲内の長さを有する。

[0030] 上記領域内の上記長さが0.6mm以上であると、小角粒界による歪がアルミニウム線材中に所定量残存するため、アルミニウム線材の強度および延性のバランスが良好である。さらに、小角粒界による歪がアルミニウム線材中に所定量残存すると、圧着端子でかしめられるカシメ部の物性変化を小さくできるため、カシメ部における圧着部強度および耐衝撃性の低下を抑制できる。また、上記領域内の上記長さが4.8mm以下であると、小角粒界による歪みの過剰量に伴うアルミニウム線材の延性の低下を抑制し、カシメ部の耐衝撃性の低下を抑制できる。このような観点から、上記領域内の上記長さの下限値は、0.6mm以上、好ましくは1.5mm以上であり、上限値は、4.8mm以下、好ましくは4.0mm以下である。

[0031] 隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、JSM-7001FA）に付属するEBSD検出器（TSL社製、OIM5, OHIKARI）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（TSL社製、OIM Analysis）を用いて算出した結晶方位解析データから得ることができる。「EBSD」とは、Electron Back Scatter Diffractionの略で、走査型電子顕微鏡（S

EM) 内で測定試料であるアルミニウム線材に電子線を照射したときに生じる反射電子菊池線回折を利用した結晶方位解析技術のことである。「OIM Analysis」とは、EBSDにより測定されたデータの解析ソフトである。測定対象は、1本のアルミニウム線材の長手方向に対して垂直な断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面であり、測定領域は $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ である。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行う。解析ソフトによって、Rotation Angleの画像を基に、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さを算出する。この測定をn3 (3つのアルミニウム線材のサンプル) で行い、その平均値を算出する。

[0032] <KAM>

また、アルミニウム線材の長手方向に垂直な断面の上記領域に対する、結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合は、好ましくは0.50以上0.90以下である。

[0033] 上記KAM値の割合が0.50以上であると、小角粒界および結晶粒を含む歪がアルミニウム線材中に所定量残存するため、アルミニウム線材の強度および延性のバランスが良好である。さらに、小角粒界および結晶粒を含む歪が所定量残存すると、カシメ部の物性変化を小さくできるため、カシメ部における圧着部強度および耐衝撃性の低下を抑制できる。また、上記KAM値の割合が0.90以下であると、小角粒界および結晶粒を含む歪みの過剰量に伴うアルミニウム線材の延性の低下を抑制し、カシメ部の耐衝撃性の低下を抑制できる。このような観点から、上記KAM値の割合について、下限値は、好ましくは0.50以上、より好ましくは0.60以上であり、上限値は、好ましくは0.90以下、より好ましくは0.85以下である。

[0034] KAM (Kernel Average Misorientation) 値は、測定点とその周囲の測定点との平均の方位差を表す。方位差が大きいと、KAM値は大きくなる。KAM値が大きいと、歪みがアルミニウム線材中に多く存在する。

[0035] KAM値は、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、JSM-7001FA）に付属するEBSD検出器（TSL社製、OIM5、OHIKARI）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（TSL社製、OIM Analysis）を用いて算出した結晶方位解析データから得ることができる。測定対象は、1本のアルミニウム線材の長手方向に対して垂直な断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面であり、測定領域は $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ である。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行う。解析ソフトによって、KAM画像にて、測定領域に対する、結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合を算出する。なお、KAM値の最大値は 15° に設定する。この測定をn3（3つのアルミニウム線材のサンプル）で行い、その平均値を算出する。

[0036] <結晶粒径>

また、アルミニウム線材の横断面における平均結晶粒径は、好ましくは $0.10\mu\text{m}$ 以上 $10.00\mu\text{m}$ 以下である。

[0037] 上記平均結晶粒径が $0.10\mu\text{m}$ 以上であると、アルミニウム線材の延性の低下を抑制できる。また、上記平均結晶粒径が $10.00\mu\text{m}$ 以下であると、アルミニウム線材の強度の低下を抑制できる。このような観点から、アルミニウム線材の断面における平均結晶粒径について、下限値は、好ましくは $0.10\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.20\mu\text{m}$ 以上であり、上限値は、好ましくは $10.00\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $5.00\mu\text{m}$ 以下である。

[0038] 平均結晶粒径は、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、JSM-7001FA）に付属するEBSD検出器（TSL社製、OIM5、OHIKARI）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（TSL社製、OIM Analysis）を用いて算出した結晶方位解析データから得ることができる。測定対象は、1本のアルミニウム線材の長手方向に対して垂直な断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面であり、測定領域は $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ である。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行う。解析ソフトによって、Grain Size (Diameter) チ

ャートにて平均結晶粒径を算出する。この測定を $n = 3$ （3つのアルミニウム線材のサンプル）で行い、その平均値を算出する。

[0039] <撚線>

また、上記のアルミニウム線材を素線として複数本で撚り合わせてなるアルミニウム撚線でも、上記のアルミニウム線材と同様に、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。1. 4 mm以上2. 9 mm以下の線径を有するアルミニウム線材を19本以上61本以下で撚り合わせてなるアルミニウム撚線では、カシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下がさらに抑制される。特に、上記範囲内の線径を有するアルミニウム線材が19本以上であると、アルミニウム撚線の柔軟性が増加するため、アルミニウム撚線に対する作業性を向上できる。また、上記範囲内の線径を有するアルミニウム線材が61本以下であると、アルミニウム撚線を構成するアルミニウム線材の素線切れの発生を抑制できる。アルミニウム撚線を構成するアルミニウム線材の本数およびアルミニウム線材の線径は、アルミニウム撚線の通電電流値や耐熱温度など、アルミニウム撚線の用途に応じて、適宜選択される。

[0040] <用途>

また、上記複数のアルミニウム線材を撚り合わせてなる上記アルミニウム撚線と、アルミニウム撚線の外周を被覆する筒状の絶縁体と、絶縁体の外周を被覆するシースとを有する被覆電線は、上記のアルミニウム線材やアルミニウム撚線と同様に、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。さらに、被覆電線は、絶縁体およびシースを有するため、絶縁性および耐熱性が良好である。絶縁体がポリエチレンやポリプロピレンなどのポリオレフィン、ポリ塩化ビニルなどから構成されると、被覆電線の絶縁性はさらに良好である。また、シースが塩化ビニル樹脂、耐燃ポリエチレンから構成されると、被覆電線の耐熱性はさらに良好である。

[0041] また、上記の被覆電線に圧着されている圧着端子を有する圧着端子付き被覆電線、具体的には、上記の被覆電線と、上記の被覆電線を構成するアルミニウム撚線に圧着されている圧着端子とを有する圧着端子付き被覆電線は、上記のアルミニウム線材やアルミニウム撚線と同様に、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。図1に示すように、圧着端子付き被覆電線10では、被覆電線6から絶縁体3およびシース4の一部を剥離、いわゆる皮剥ぎして露出させたアルミニウム撚線2の部分に対して、圧着端子5がかしめられている。圧着端子は、純銅および銅合金を含む銅系材料や、純アルミニウムおよびアルミニウム合金を含むアルミニウム系材料から構成される。

[0042] また、上記の被覆電線を複数本で撚り合わせてなる電力ケーブルでも、上記同様に、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。上記の被覆電線を3本で撚り合わせてなるC V Tケーブルは、上記の導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下の抑制が特に求められている三相交流配線に好適である。

[0043] また、上記のC V Tケーブルと、C V Tケーブルを構成するアルミニウム撚線に圧着されている圧着端子とを有する圧着端子付きC V Tケーブルは、上記同様に、圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。圧着端子付きC V Tケーブルでは、C V Tケーブルを構成する3つの被覆電線のうち、1つ以上の被覆電線から絶縁体およびシースの一部を皮剥ぎして露出させたアルミニウム撚線の部分に対して、圧着端子がかしめられている。

[0044] <製造方法>

次に、上記アルミニウム線材の製造方法について説明する。まず、溶解炉にて所定の成分に調整した溶湯を用いて、連続鋳造圧延機で線径5 mm以上10 mm以下の荒引線を得る。その後、再結晶駆動力を調整する目的で、荒引線に対して、加熱温度550℃以上630℃以下かつ加熱時間0.5時間以上3時間以内の条件で、第一焼鈍を行う。続いて、50%以上99%以下

の加工率で冷間伸線を行う。続いて、歪量および結晶粒径を調整するために、加熱温度 150°C 以上 400°C 以下および加熱時間 1 秒以上 20 秒以内の条件で、線材と加熱体とを接触させる接触式焼鈍を行う。こうして、アルミニウム線材を得ることができる。その後、撚線機にて複数のアルミニウム線材を束ねてアルミニウム撚線とし、そのアルミニウム撚線に対して押出機にて絶縁体被覆を施し、さらにその外周にシースを施し、被覆電線を得ることができる。さらに、被覆電線の末端の絶縁体およびシースを剥いでアルミニウム撚線を部分的に露出させ、接続部材である端子の管部に挿入して管部外周から圧力をかけて圧着し、圧着端子付き被覆電線を得ることができる。さらに、上記被覆電線を 3 本撚り合わせて C V T ケーブルを得ることができる。

[0045] 上記の第一焼鈍条件において、上記温度範囲内で加熱時間 0.5 時間未満の焼鈍または加熱温度 550°C 未満で上記時間範囲内の焼鈍を行うと、得られるアルミニウム線材では、組成の偏りが生じてしまい、伸線時に断線が生じやすく生産性が悪くなる。また、上記の第一焼鈍条件において、上記温度範囲内で加熱時間 3 時間超の焼鈍または加熱温度 630°C 超で上記時間範囲内の焼鈍を行うと、得られるアルミニウム線材では、伸線時の引き抜き力に対して材料強度が不足し、伸線できない。

[0046] 50%未満の加工率で冷間伸線を行うと、得られるアルミニウム線材では、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは、短くなりやすく、後の接触式焼鈍との組み合わせでは 0.6 mm 未満となる可能性が高くなる。そのため、カシメ部における圧着部強度が低下する。また、99%超の加工率で冷間伸線を行うと、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは、長くなりやすく、後の接触式焼鈍との組み合わせでは 4.8 mm 超となる可能性が高くなる。そのため、延性の低下に伴って、カシメ部における耐衝撃性が低下する。

[0047] 50%以上の加工率で冷間伸線を行うと、結晶方位差が 1° 超 15° 以下

のKAM値の割合は、後の接触式焼鈍との組み合わせにもよるが、0.50以上になりやすい。そのため、カシメ部における圧着部強度の低下を抑制できる。また、99%以下の加工率で冷間伸線を行うと、結晶方位差が1°超15°以下のKAM値の割合は、後の接触式焼鈍との組み合わせにもよるが、0.90以下になりやすい。そのため、延性の低下に伴う、カシメ部における耐衝撃性の低下を抑制できる。

[0048] 上記の接触式焼鈍の条件において、上記温度範囲内で加熱時間1秒未満の焼鈍または加熱温度150℃未満で上記時間範囲内の焼鈍を行うと、得られるアルミニウム線材では、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さは、4.8mm超になる。そのため、延性の低下に伴って、カシメ部における耐衝撃性が低下する。また、上記温度範囲内で加熱時間20秒超の焼鈍または加熱温度400℃超で上記時間範囲内の焼鈍を行うと、得られるアルミニウム線材では、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さは、0.6mm未満になる。そのため、カシメ部における圧着部強度が低下する。

[0049] 以上説明した実施形態によれば、成分組成、連続鋳造圧延条件、第一焼鈍条件、伸線条件、接触式焼鈍条件を様々なコントロールし製造されることで、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さで導電率について、所定の範囲内に制御することができ、その結果、アルミニウム線材が圧着端子でかしめられても、圧着端子とのカシメ部における導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できる。このようなアルミニウム線材は、圧着端子付きアルミニウム撚線用のアルミニウム線材に好適である。

[0050] 以上、実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本開示の概念および特許請求の範囲に含まれるあらゆる態様を含み、本開示の範囲内で種々に改変することができる。

実施例

[0051] 次に、実施例および比較例について説明するが、本発明はこれら実施例に

限定されるものではない。

[0052] (実施例 1 ～ 2 1)

表 1 に示す組成の溶湯を用いて、表 1 に示す結晶組織を満たすような条件で第一焼鈍、冷間伸線、および接触式焼鈍を行って、表 2 に示す線径、本数のアルミニウム線材を用いて撚り合わせ、撚線、絶縁体被覆、シース工程を経て被覆電線とし、被覆電線の両端の絶縁体およびシースを剥いでアルミニウム撚線を部分的に露出させ、露出部分に端子を圧着し、圧着端子付き被覆電線を得た。なお、接続部材としての端子には、アルミニウム製端子を使用し、端子の管部内側には、露出したアルミニウム撚線との電氣的接触を確保するため亜鉛粉を含む油であるコンパウンドを封止した。圧着は 94% の圧縮率とした。圧縮率とは、圧着前のアルミニウム導体の断面積に対する、圧着後のアルミニウム導体の断面積の割合のことである。断面は、端子長手方向に対して垂直に切断した圧着部中央部分であり、圧着深さに対応して圧縮率が定まるように製造されるため、事前に圧縮率を求めておいた。

[0053] (比較例 1)

Fe を 3.50 質量%含有し、連続鑄造圧延機で線径 9.5 mm の荒引線を得た後、加熱温度 550℃、加熱時間 2 時間の焼鈍を行った。続いて、97% の加工率で冷間伸線を行い、加熱温度 300℃、加熱時間 10 秒の接触式焼鈍を行った。その後の工程は、実施例 1 と同様に実施して、圧着端子付き被覆電線を得た。

[0054] (比較例 2)

Si を 0.50 質量%含有し、表 1 に示す組成にて Mn、Mg、Ti、B および V を合計で 0.530 質量%含み、それ以外は比較例 1 と同様に作製した。

[0055] (比較例 3)

表 1 に示す組成にて 97% の加工率で冷間伸線を行ったところまでは比較例 1 と同様にし、その後、接触式焼鈍は施さずに仕上げた。その後の工程は、実施例 1 と同様に実施して、圧着端子付き被覆電線を得た。

[0056] (比較例 4)

表 1 に示す組成にて加熱温度 550℃、加熱時間 2 時間の焼鈍を行ったところまでは比較例 1 と同様にし、その後、線径 1.5 mm まで伸線した。続いて、加熱温度 300℃、加熱時間 2 時間の焼鈍を行った後、線径 1.4 mm まで伸線した。その後、300℃10 秒の接触式焼鈍を実施した。その後の工程は、実施例 1 と同様に実施して、圧着端子付き被覆電線を得た。

[0057] (比較例 5)

表 1 に示す組成にて 97% の加工率で冷間伸線を行ったところまでは比較例 1 と同様にし、その後、550℃10 秒の接触式焼鈍を実施した。その後の工程は、実施例 1 と同様に実施して、圧着端子付き被覆電線を得た。

[0058]

[表1]

	組成（質量％）											結晶組織			
	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	B	V	Ni	合計	Al	結晶方位差1°超1° 5°以下の部分の長さ (mm)	KAM値の割合	平均結晶粒径 (μm)
実施例1	0.05	0.01	-	-	-	-	0.005	0.005	-	-	0.010	残部	2.5	0.65	0.24
実施例2	0.15	0.05	-	-	-	-	0.010	0.005	0.005	-	0.020	残部	2.8	0.70	0.21
実施例3	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	2.3	0.63	0.27
実施例4	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	1.2	0.60	0.40
実施例5	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	2.2	0.62	0.28
実施例6	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	4.8	0.90	0.10
実施例7	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	3.6	0.78	0.15
実施例8	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.9	0.57	1.20
実施例9	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.6	0.50	2.31
実施例10	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.8	0.55	4.85
実施例11	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.7	0.53	7.89
実施例12	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.6	0.51	9.98
実施例13	0.50	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	3.0	0.72	0.20
実施例14	1.00	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	3.2	0.74	0.19
実施例15	2.50	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	3.6	0.80	0.14
実施例16	3.00	0.10	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	3.7	0.81	0.10
実施例17	0.20	0.10	0.100	-	-	-	0.010	0.005	0.003	-	0.118	残部	3.0	0.74	0.20
実施例18	0.20	0.10	0.200	-	0.250	-	0.010	0.005	0.003	-	0.468	残部	3.3	0.75	0.18
実施例19	0.20	0.20	-	-	0.300	-	0.010	0.005	0.003	-	0.318	残部	3.2	0.74	0.18
実施例20	0.20	0.10	-	0.050	-	0.050	0.010	0.005	0.003	-	0.118	残部	4.5	0.90	0.10
実施例21	0.25	0.10	0.010	0.010	0.030	0.020	0.010	0.010	0.050	0.010	0.150	残部	3.4	0.75	0.17
比較例1	3.50	0.10	-	-	-	-	0.010	0.005	0.005	-	0.020	残部	3.9	0.84	0.08
比較例2	0.20	0.50	-	0.300	0.200	-	0.010	0.010	0.010	-	0.530	残部	2.9	0.72	0.25
比較例3	0.15	0.05	-	-	-	-	0.010	0.005	0.005	-	0.020	残部	4.9	0.90	0.20
比較例4	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.004	0.005	-	0.019	残部	0.5	0.48	26.12
比較例5	0.15	0.06	-	-	-	-	0.010	0.005	0.003	-	0.018	残部	0.1	0.11	118.95

[0059] [表2]

	アルミニウム線 材の線径 (mm)	アルミニウム線 材の本数	アルミニウム燃 線の燃線直径 (mm)
実施例1	1.6	19	8.0
実施例2	1.4	37	9.8
実施例3	1.8	61	16.2
実施例4	2.3	61	20.7
実施例5	2.9	61	24.1
実施例6	1.4	37	9.8
実施例7	1.4	37	9.8
実施例8	1.4	37	9.8
実施例9	1.4	37	9.8
実施例10	1.4	37	9.8
実施例11	1.4	37	9.8
実施例12	1.4	37	9.8
実施例13	1.4	37	9.8
実施例14	1.4	37	9.8
実施例15	1.4	37	9.8
実施例16	1.4	37	9.8
実施例17	1.4	37	9.8
実施例18	1.4	37	9.8
実施例19	1.4	37	9.8
実施例20	1.4	37	9.8
実施例21	1.4	37	9.8
比較例1	1.4	37	9.8
比較例2	1.4	37	9.8
比較例3	1.4	37	9.8
比較例4	1.4	37	9.8
比較例5	1.4	37	9.8

[0060] [測定および評価]

上記実施例および比較例で得られた圧着端子付き被覆電線の圧着端子でかしめられた部分における断面積減少や圧着端子管部内側とアルミニウム燃線との接触状態の影響の評価をするため、圧着端子とのカシメ部を含む試料を

用いて下記の測定および評価を行った。結果を表1および表3に示す。

[0061] [1] 長手方向に垂直な断面における $25\mu\text{m}\times 60\mu\text{m}$ の領域内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さ

上記領域内における上記長さは、圧着端子付き被覆電線に対して、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、JSM-7001FA）に付属するEBSD検出器（TSL社製、OIM5.0 HIKARI）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（TSL社製、OIM Analysis）を用いて算出した結晶方位解析データから得た。

[0062] 測定対象は、アルミニウム線材の横断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面、測定領域は $25\mu\text{m}\times 60\mu\text{m}$ とした。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行った。解析ソフトによって、Rotation Angleの画像を基に、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さを算出した。この測定をn3で行い、その平均値を上記長さとして算出した。

[0063] [2] 長手方向に垂直な断面における $25\mu\text{m}\times 60\mu\text{m}$ の領域に対する、結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合

上記領域に対する結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合は、圧着端子付き被覆電線に対して、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、JSM-7001FA）に付属するEBSD検出器（TSL社製、OIM5.0 HIKARI）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（TSL社製、OIM Analysis）を用いて算出した結晶方位解析データから得た。

[0064] 測定対象は、アルミニウム線材の横断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面、測定領域は $25\mu\text{m}\times 60\mu\text{m}$ とした。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行った。解析ソフトによって、KAM画像にて、測定領域に対する、結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合を算出した。なお、KAM値の最大値は 15° に設定した。この測定をn3で行い、その平均値を上記

K A M値の割合として算出した。

[0065] [3] 平均結晶粒径

平均結晶粒径は、圧着端子付き被覆電線に対して、高分解能走査型分析電子顕微鏡（日本電子株式会社製、J S M - 7 0 0 1 F A）に付属するE B S D検出器（T S L社製、O I M 5 . 0 H I K A R I）を用いて連続して測定した結晶方位データから解析ソフト（T S L社製、O I M A n a l y s i s）を用いて算出した結晶方位解析データから得た。

[0066] 測定対象は、アルミニウム線材の横断面を電解研磨で鏡面仕上げされた表面、測定領域は $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ とした。測定は、ステップサイズ $0.1\mu\text{m}$ で行った。解析ソフトによって、G r a i n S i z e (D i a m e t e r)チャートにて平均結晶粒径を算出した。この測定をn3で行い、その平均値を平均結晶粒径として算出した。

[0067] [4] 導電率

圧着端子付き被覆電線を用いて、電線長を 200mm とし、 $20^{\circ}\text{C} (\pm 0.5^{\circ}\text{C})$ に保たれた恒温槽中で両端子に電流を流し、4端子法により抵抗値を測定し、アルミニウム撚線の断面積から、アルミニウム線材の導電率を算出した。なお、両端子自体の抵抗は除いた。このような導電率の測定を3本の圧着端子付き被覆電線に対して行い、3つの測定値の平均値を導電率として算出した。導電率について、以下のランク付けを行った。導電率が大きいほど、良好であり、Cランクは不良である。

[0068] A : 導電率が 62% | A C S 以上

B : 導電率が 55% | A C S 以上 62% | A C S 未満

C : 導電率が 55% | A C S 未満

[0069] [5] 公称破断強度

圧着部強度として、圧着端子付き被覆電線の公称破断強度を測定した。電線長を 200mm とし、両端子をチャックにて固定し、引張試験を実施した。破断までに要した最大の力(N)に対し、アルミニウム導体の断面積(mm^2)で割り、公称破断強度(N/mm^2)を求め、以下のランク付けを行った

。なお、公称破断強度は圧着のばらつきや測定のばらつき等が考えられるため、測定精度を考慮して 5 N/mm^2 刻みで算出した（すなわち、例えば 90 N/mm^2 以上～ 95 N/mm^2 未満の場合、 90 N/mm^2 と表記）。公称破断強度が大きいほど、カシメ部における圧着部強度の低下が抑制でき、Cランクは不良である。

- [0070] A：公称破断強度が 110 N/mm^2 以上
B：公称破断強度が 90 N/mm^2 以上 110 N/mm^2 未満
C：公称破断強度が 90 N/mm^2 未満

[0071] [6] 衝撃吸収エネルギー

耐衝撃性として、圧着端子付き被覆電線を用いて、衝撃吸収エネルギーを測定した。具体的には、まず、片側圧着端子付き被覆電線を 1 m 用意し、絶縁被覆、シースを剥いで片側圧着端子付きアルミニウム撚線とした。圧着端子が接続されていないアルミニウム撚線端部に重りを付けた。続いて、圧着端子を重力方向に垂直になるように万力で固定し、重りを圧着端子の高さまで持ち上げ、かつ、アルミニウム撚線も圧着端子の高さ以上に上げた後、重りを離し、アルミニウム撚線の長さに相当する 1 m 分の自由落下を行った。圧着端子への負荷のばらつきを抑えるため、重りを持ち上げて離す直前の重りと圧着端子との間隔は、アルミニウム撚線の直径の 10 倍以内とした。重りを種々に付け替えて上記試験を行い、圧着端子に接続されているアルミニウム撚線の素線が 1 本も断線しない最大の重りの重量を記録し、その時の位置エネルギーをアルミニウム撚線の断面積で割って、重りの自由落下に対するアルミニウム撚線の衝撃吸収エネルギーを算出した。衝撃吸収エネルギー値が 0.05 J/mm^2 刻みになるように重りを選定して試験した。衝撃吸収エネルギーについて、以下のランク付けを行った。衝撃吸収エネルギーが大きいほど、カシメ部における耐衝撃性の低下が抑制できる。

- [0072] A：衝撃吸収エネルギーが 0.50 J/mm^2 以上
B：衝撃吸収エネルギーが 0.25 J/mm^2 以上 0.50 J/mm^2 未満
C：衝撃吸収エネルギーが 0.25 J/mm^2 未満

[0073] [7] 総合評価

総合評価として、以下のランク付けを行った。

[0074] ◎：導電率が62% IACS以上、かつ公称破断強度が110N/mm²以上、かつ衝撃吸収エネルギーが0.50J/mm²以上

○：導電率が55% IACS以上、かつ公称破断強度が90N/mm²以上、かつ衝撃吸収エネルギーが0.25J/mm²以上であり、導電率が55% IACS以上62% IACS未満、または公称破断強度が90N/mm²以上110N/mm²未満、または衝撃吸収エネルギーが0.25J/mm²以上0.50J/mm²未満

×：導電率が55% IACS未満、または公称破断強度が90N/mm²未満、または衝撃吸収エネルギーが0.25J/mm²未満

[0075]

[表3]

	端子付き線材			総合評価
	アルミニウム線材の導電率 (%IACS)	公称破断強度 (N/mm ²)	衝撃吸収エネルギー (J/mm ²)	
実施例1	63	95	0.25	○
実施例2	62	110	0.50	◎
実施例3	60	110	0.45	○
実施例4	61	100	0.35	○
実施例5	61	105	0.40	○
実施例6	62	150	0.45	○
実施例7	61	130	0.45	○
実施例8	62	100	0.55	○
実施例9	62	95	0.60	○
実施例10	61	95	0.65	○
実施例11	62	90	0.70	○
実施例12	62	90	0.75	○
実施例13	60	115	0.45	○
実施例14	58	120	0.40	○
実施例15	56	130	0.30	○
実施例16	55	130	0.25	○
実施例17	59	125	0.40	○
実施例18	55	135	0.35	○
実施例19	57	130	0.35	○
実施例20	56	125	0.40	○
実施例21	55	125	0.40	○
比較例1	53	130	0.20	×
比較例2	35	140	0.15	×
比較例3	61	150	0.05	×
比較例4	62	80	0.20	×
比較例5	64	40	0.05	×

[0076] 表1～3に示すように、実施例1～21では、所定の組成を有し、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さは、0.6mm以上4.8mm以下、導電率は55%IACS以上であった。そのため、導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下を抑制できた。特に、実施例2では、隣接する結晶粒との結晶方位差が1°超15°以下の部分を全て足し合わせた長さ、結晶方位差が1°超15°以下のKAM値の割

合、および平均結晶粒径がすべて好適範囲内であるため、導電性、圧着部強度、および耐衝撃性の低下をさらに抑制できた。

[0077] 一方、比較例 1、比較例 2 では、成分組成が本発明の範囲外となっており、導電性が低下した。さらには、耐衝撃性は劣っていた。比較例 3 では、接触式焼鈍を行わなかったため、脆化し、結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは、 4.8 mm 超となり、極端に耐衝撃性が低下した。比較例 4 では、冷間伸線の加工率を 50% 未満にしたため、結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは 0.6 mm 未満であり、圧着部強度および耐衝撃性が低下した。比較例 5 では、接触式焼鈍の加熱温度を 400°C 超にしたため、粒径粗大化および歪除去により、結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さは 0.6 mm 未満であり、圧着部強度および耐衝撃性が低下した。

符号の説明

- [0078]
- 1 アルミニウム線材
 - 2 アルミニウム撚線
 - 3 絶縁体
 - 4 シース
 - 5 圧着端子
 - 6 被覆電線
 - 10 圧着端子付き被覆電線

請求の範囲

- [請求項1] 3.00質量%以下のFe、0.20質量%以下のSiを含み、さらにCu、Mn、Mg、Zn、Ti、B、VおよびNiからなる群より選択される1種以上の元素を合計で0.010質量%以上0.500質量%以下含み、残部がAlおよび不可避不純物からなる組成を有し、
- 長手方向に垂直な断面における $25\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ の領域内において、隣接する結晶粒との結晶方位差が 1° 超 15° 以下の部分を全て足し合わせた長さが、0.6mm以上4.8mm以下であり、
- 導電率が55%IACS以上であることを特徴とするアルミニウム線材。
- [請求項2] 前記組成は、0.25質量%以下のFeを含む、請求項1に記載のアルミニウム線材。
- [請求項3] 前記領域に対する、結晶方位差が 1° 超 15° 以下のKAM値の割合は、0.50以上0.90以下である、請求項1または2に記載のアルミニウム線材。
- [請求項4] 前記断面における平均結晶粒径は、 $0.10\mu\text{m}$ 以上 $10.00\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載のアルミニウム線材。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載のアルミニウム線材を19本以上61本以下で撚り合わせてなり、前記アルミニウム線材の線径が1.4mm以上2.9mm以下であることを特徴とするアルミニウム撚線。
- [請求項6] 請求項5に記載のアルミニウム撚線と、前記アルミニウム撚線の外周を被覆する筒状の絶縁体と、前記絶縁体の外周を被覆するシースとを有することを特徴とする被覆電線。
- [請求項7] 請求項6に記載の被覆電線に圧着されている圧着端子を有することを特徴とする圧着端子付き被覆電線。

[請求項8] 請求項6に記載の被覆電線または請求項7に記載の圧着端子付き被覆電線を、3本で撚り合わせてなることを特徴とするC V Tケーブルまたは圧着端子付きC V Tケーブル。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C 21/00 (2006.01)i; C22F 1/00 (2006.01)i; C22F 1/04 (2006.01)i; H01B 9/00 (2006.01)i; H01B 7/00 (2006.01)i FI: C22C21/00 A; H01B7/00 306; H01B9/00 A; C22F1/04 J; C22F1/00 601; C22F1/00 625; C22F1/00 630Z; C22F1/00 661A; C22F1/00 681; C22F1/00 682; C22F1/00 685Z; C22F1/00 686A; C22F1/00 691B; C22F1/00 691A; C22F1/00 694A 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) C22C21/00; C22F1/00; C22F1/04; H01B9/00; H01B7/00 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018-145457 A (HITACHI METALS, LTD.) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012/011513 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 January 2012 (2012-01-26) entire text, all drawings</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2018-145457 A (HITACHI METALS, LTD.) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings	1-8	A	WO 2012/011513 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 January 2012 (2012-01-26) entire text, all drawings	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	JP 2018-145457 A (HITACHI METALS, LTD.) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings	1-8									
A	WO 2012/011513 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 26 January 2012 (2012-01-26) entire text, all drawings	1-8									
☐ 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 19 October 2021		Date of mailing of the international search report 26 October 2021									
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/029302

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-145457	A	20 September 2018	US	2018/0254118	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	108538426	A	
WO	2012/011513	A1	26 January 2012	JP	2013-151750	A	
				entire text, all drawings			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22C 21/00(2006.01)i; C22F 1/00(2006.01)i; C22F 1/04(2006.01)i; H01B 9/00(2006.01)i; H01B 7/00(2006.01)i FI: C22C21/00 A; H01B7/00 306; H01B9/00 A; C22F1/04 J; C22F1/00 601; C22F1/00 625; C22F1/00 630Z; C22F1/00 661A; C22F1/00 681; C22F1/00 682; C22F1/00 685Z; C22F1/00 686A; C22F1/00 691B; C22F1/00 691A; C22F1/00 694A											
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）） C22C21/00; C22F1/00; C22F1/04; H01B9/00; H01B7/00 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 <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>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年	
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2021年										
日本国実用新案登録公報	1996-2021年										
日本国登録実用新案公報	1994-2021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 2018-145457 A（日立金属株式会社）20.09.2018（2018-09-20） 全文、全図</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012/011513 A1（古河電気工業株式会社）26.01.2012（2012-01-26） 全文、全図</td> <td>1-8</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 2018-145457 A（日立金属株式会社）20.09.2018（2018-09-20） 全文、全図	1-8	A	WO 2012/011513 A1（古河電気工業株式会社）26.01.2012（2012-01-26） 全文、全図	1-8
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 2018-145457 A（日立金属株式会社）20.09.2018（2018-09-20） 全文、全図	1-8									
A	WO 2012/011513 A1（古河電気工業株式会社）26.01.2012（2012-01-26） 全文、全図	1-8									
☐ 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 19.10.2021		国際調査報告の発送日 26.10.2021									
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） 川村 裕二 4X 3349 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/JP2021/029302

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-145457	A	20.09.2018	US	2018/0254118	A1	
				全文、全図			
				CN	108538426	A	
WO	2012/011513	A1	26.01.2012	JP	2013-151750	A	
				全文、全図			