

(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  
2019年7月18日(18.07.2019)



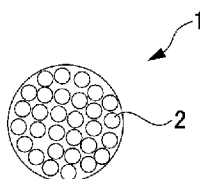
(10) 国際公開番号

WO 2019/138748 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22C 21/00 (2006.01) H01B 7/04 (2006.01)  
H01B 1/02 (2006.01) H01B 7/08 (2006.01)  
H01B 5/08 (2006.01) C22F 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/045039
- (22) 国際出願日: 2018年12月7日(07.12.2018)
- (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 2018-003793 2018年1月12日(12.01.2018) 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: 荒木 章好(ARAKI Akiyoshi); 〒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). 金子 洋(KANEKO Hiroshi); 〒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). 荻原 吉章(OGIWARA Yoshiaki); 〒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: 新山 雄一, 外(NIIYAMA Yuichi 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, 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,

(54) Title: MOVABLE CABLE

(54) 発明の名称: 可動ケーブル



(57) Abstract: The present invention provides a movable cable, which has strength that is at least equal to conventional movable cables while having excellent flexural fatigue resistance and flexibility as well as being lightweight. This movable cable 10 has an electric conductor therein. The conductor comprises a first conductor 2 made of a specific aluminum alloy material wherein: the alloy composition contains, in mass%, 0.05-1.8% Mg, 0.01-2.0% Si, 0.01-1.5% Fe, and at least a total of 0.00-2.00% of one element selected from the group consisting of Cu, Ag, Zn, Ni, Co, Au, Mn, Cr, V, Zr, Ti and Sn, the balance being Al and unavoidable impurities; the crystal grains have a fiber-like metal structure in which the crystal grains all extend in one direction; and in a cross-section parallel to the one direction, the average crystal grain dimension perpendicular to the longitudinal direction is 400 nm or less. The ratio X of the area of the first conductor 2 in the whole conductor of the movable cable 10 is in the range of 10-100%.

WO 2019/138748 A1

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)）

---

(57) 要約：本発明は、従来の可動ケーブルと比べて、同等以上の強度を有しつつ、耐屈曲疲労特性および可撓性に優れ、さらに軽量である可動ケーブルを提供する。本発明の可動ケーブル10は、内部に導体を有し、前記導体は、質量%で、Mg：0.05～1.8%、Si：0.01～2.0%、Fe：0.01～1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素：合計で0.00～2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である特定アルミニウム合金材からなる第1導体2を含み、第1導体2は、可動ケーブル10の導体全体に占める面積割合Xが10～100%の範囲である。

## 明 細 書

発明の名称：可動ケーブル

### 技術分野

[0001] 本発明は、例えば、エレベータケーブル、ロボットケーブル、キャブタイヤケーブル、建機用電線、産業用電線等の繰り返し変形を受ける可動ケーブルに関する。

### 背景技術

[0002] 従来から、エレベータケーブル、ロボットケーブル、キャブタイヤケーブル等の電力あるいは信号を伝送する可動ケーブルには、銅系材料が広く用いられてきた。最近では、銅系材料に比べて、比重が小さく、さらに熱膨張係数が大きい他、電気や熱の伝導性も比較的良好で、耐食性に優れるアルミニウム系材料への代替が検討されている。

[0003] しかし、純アルミニウム材は、銅系材に比べて屈曲疲労破断回数（以下、「耐屈曲疲労特性」という。）が低く、上記可動ケーブルに負荷される、数十万回から数千万回の繰り返し運動に耐えられず、断線のおそれがあるという問題があった。また、析出強化を利用し、耐屈曲疲労特性が比較的高いアルミニウム合金材である、2000系（Al-Cu系）や7000系（Al-Zn-Mg系）のアルミニウム合金材は、耐食性や耐応力腐食割れ性が劣り、また、導電性も低い等の問題があった。電気や熱の伝導性および耐食性が比較的優れている6000系のアルミニウム合金材は、アルミニウム系材料の中では耐屈曲疲労特性が高い方ではあるが、十分ではなく、更なる耐屈曲疲労特性の向上が望まれている。

[0004] 導電用アルミニウム合金の耐屈曲疲労特性を向上させるための手段としては、例えば、ECAP法といった強加工法による微細結晶粒の形成方法（例えば特許文献1等）などが提案されている。しかし、ECAP法は、製造されるアルミニウム合金材の長さが短く、工業的な実用化が難しい。また、特許文献1に記載されているECAP法を用いて作製したアルミニウム合金材

は、耐屈曲疲労特性が純アルミニウム材に比べて優れているものの、高くてもせいぜい10倍程度であって、長期間の使用に耐えられる程度の十分な耐屈曲疲労特性を持つとは言えない。

[0005] さらに、可動ケーブル、特にエレベータケーブルでは、ケーブル全体の自重が導体に負荷されて断線しやすいため、自重に耐えるための強度が導体に求められる。しかしながら、純銅材では、強度が低く、昇降行程が制限される。また、強度を高めるために銅合金材を使用することも提案されているが（例えば特許文献2や3等）、銅合金材の使用は、純銅材に比べて低下する導電性を、導体径を大きくするか、あるいは導体数を増加させることで補う必要があるため、導体重量の増加によるケーブル重量の増加や、可撓性の低下等の問題がある。

[0006] ケーブル重量を低減するために、導体にアルミニウム合金材を使用することも考えられる。しかしながら、従来の導体用純アルミニウム材やアルミニウム合金材は、引張強度が純銅材以下であるため、強度が低く、ケーブル自重に耐えられず、断線するおそれがある。

[0007] また、特許文献4には、Al-Fe-Mg-Si系のアルミニウム合金の芯材に、銅を被覆して冷間加工を行って強度を高めた銅被覆アルミニウム合金線が記載されている。しかしながら、特許文献4に記載の銅被覆アルミニウム合金線では、弾性限が小さいために塑性変形しやすい銅系材料が、曲げひずみの大きくなる表層に存在するため、屈曲変形が繰り返されることによって銅被覆層の表面に亀裂が発生しやすく、また、アルミニウム合金の芯材と銅被覆層に形成する化合物が亀裂の発生点となるなど、耐屈曲疲労特性に劣るという問題がある。

[0008] 自重に耐えるケーブルを構成するには、従来からケーブルを構成する部材として、テンションメンバを使用することが一般的である。しかしながら、テンションメンバは、一般に、鋼製のワイヤロープが使用されるため、ケーブル重量が増加する。また、弾性率が高く、ケーブルが固くなるため、ケーブル敷設の作業性が悪くなる、といった問題もある。さらに、ケーブル自重

のほとんどがテンションメンバにかかるため、テンションメンバの撚りがほどこける方向へ回転モーメントがかかり、丸型ケーブルでは、ケーブルが自転してねじれの原因となり、また、平型ケーブルでは、ケーブルが変形するといった課題があった。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第2013/146762号

特許文献2：特開2006-307307号公報

特許文献3：特開2013-152843号公報

特許文献4：特開2010-280969号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明の目的は、従来の可動ケーブルと比べて、同等以上の強度を有しつつ、耐屈曲疲労特性および可撓性に優れ、さらに軽量である可動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

[0011] 本発明の要旨構成は、以下のとおりである。

[1] 内部に導体を有する可動ケーブルであって、前記導体は、質量%で、Mg：0.05～1.8%、Si：0.01～2.0%、Fe：0.01～1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素：合計で0.00～2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である特定アルミニウム合金材からなる第1導体を含み、該第1導体は、前記可動ケーブルの前記導体全体に占める面積割合が、前記可動ケーブルの横断面で見ると、10～100%の範囲であることを特徴とする可動ケ

ーブル。

[2] 前記導体が、複数本の前記第1導体を撚り合わせて絶縁被覆した第1絶縁被覆心を含む、上記[1]に記載の可動ケーブル。

[3] 前記導体が、複数本の前記第1導体と、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆した第2絶縁被覆心を含む、上記[1]に記載の可動ケーブル。

[4] 前記導体が、複数本の前記第1導体を撚り合わせて絶縁被覆した第1絶縁被覆心、および、複数本の前記第1導体と、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆した第2絶縁被覆心を含む、上記[1]に記載の可動ケーブル。

[5] 前記導体が、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金材の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体を撚り合わせて絶縁被覆した第3絶縁被覆心をさらに含む、上記[2]、[3]または[4]に記載の可動ケーブル。

[6] 前記第1導体および前記第2導体は、前記可動ケーブルの横断面で見て、同一寸法を有する、上記[3]、[4]または[5]に記載の可動ケーブル。

[7] 前記第1導体および前記第2導体は、前記可動ケーブルの横断面で見て、異なる寸法を有する、上記[3]、[4]または[5]に記載の可動ケーブル。

[8] 前記第1導体の前記面積割合が1水準以上となるように、前記第1絶縁被覆心、前記第2絶縁被覆心および前記第3絶縁被覆心のうち、前記第1絶縁被覆心および前記第2絶縁被覆心の少なくとも一方の絶縁被覆心を含めて複数本撚り合わせてなる1以上の複合撚線と、該複合撚線を含むように絶縁被覆するシースとを備える1以上のケーブルで構成されている、上記[3]～[7]のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[9] 前記特定アルミニウム合金材は、質量%で、Mg : 0.2~1.8%、Si : 0.2~2.0%、Fe : 0.01~1.5%、ならびにCu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素 : 合計で0.00~2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有する、上記[1]~[8]のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[10] 前記可動ケーブルがエレベータケーブルである、上記[1]~[9]のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[11] 前記可動ケーブルがロボットケーブルである、上記[1]~[9]のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[12] 前記可動ケーブルがキャブタイヤケーブルである、上記[1]~[9]のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

### 発明の効果

[0012] 本発明によれば、内部に導体を有する可動ケーブルであって、前記導体は、質量%で、Mg : 0.05~1.8%、Si : 0.01~2.0%、Fe : 0.01~1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素 : 合計で0.00~2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である特定アルミニウム合金材からなる第1導体を含み、該第1導体は、前記可動ケーブルの前記導体全体に占める面積割合が、前記可動ケーブルの横断面で見ると、10~100%の範囲であることにより、従来の可動ケーブルと比べて、同等以上の強度を有しつつ、耐屈曲疲労特性および可撓性に優れ、さらに軽量である可動ケーブルを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明に従う可動ケーブルを構成する第1導体（特定アルミニ

ウム合金材)の金属組織を観察したときのSIM画像の例を示したものであって、図1(a)が結晶粒の延在方向(一方向)に垂直な断面であり、図1(b)が結晶粒の延在方向(一方向)に平行な断面である。

[図2]図2は、本発明の可動ケーブルを構成する第1絶縁被覆心を模式的に示した断面図である。

[図3]図3は、本発明の可動ケーブルを構成する第2絶縁被覆心を模式的に示した面図である。

[図4]図4は、本発明の可動ケーブルを構成する第3絶縁被覆心を模式的に示した断面図である。

[図5]図5は、第1の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図6]図6は、第2の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図7]図7は、第3の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図8]図8は、第4の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図9]図9は、第5の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図10]図10は、第6の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図11]図11は、第7の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図12]図12は、第8の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

[図13]図13は、第9の実施形態の可動ケーブルを模式的に示した断面図である。

**発明を実施するための形態**

[0014] 以下、本発明を実施の形態に基づき詳細に説明する。

[0015] 本発明に従う第1の実施形態の可動ケーブルは、内部に導体を有する可動ケーブルであって、前記導体は、質量%で、Mg : 0.05~1.8%、Si : 0.01~2.0%、Fe : 0.01~1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素 : 合計で0.00~2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である特定アルミニウム合金材からなる第1導体を含み、該第1導体は、前記可動ケーブルの前記導体全体に占める面積割合が、前記可動ケーブルの横断面で見て、10~100%の範囲である。

[0016] ここで、可動ケーブルの面積割合が「100%」とは、可動ケーブルを構成する導体がすべて、上述した特定アルミニウム合金材であることを意味する。

[0017] また、本明細書において「可動ケーブル」とは、内部に導体を有し、単数本または複数本の絶縁被覆心を構成要素とするケーブルである。また、ここでいう「導体」は、第1導体、および後述する第2導体の双方を含む。なお、以下で単に「導体」と記載している場合は、第1導体と第2導体を特に区別せず、双方を含んだ意味として解釈するものとする。「導体」は、ケーブルの内部に位置し、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金材を指し、その横断面形状は、好ましくは円形状または矩形状（板状）であるが、特に限定されず、種々の形状を採用することができる。また、「絶縁被覆心」は、導体を撚線とした後に絶縁被覆したものであって、複数本を撚り合わせて撚線として形成してもよい。なお、撚線は、公知の撚り方法を用いることができ、同心撚り、集合撚りのいずれを用いてもよい。

[0018] (1) 第1導体（特定アルミニウム合金材）

本発明に従う代表的な実施の形態の第1導体（特定アルミニウム合金材）

の結晶粒の状態とその作用について、図1を用いて説明する。

[0019] 第1導体（特定アルミニウム合金材）は、質量%で、Mg：0.05～1.8%、Si：0.01～2.0%、Fe：0.01～1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素：合計で0.00～2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である。

[0020] ここで、上記合金組成の元素成分のうち、含有範囲の下限値が「0.00%」と記載されている元素成分は、適宜、必要に応じて任意にアルミニウム合金材に添加される成分を意味する。すなわち、元素成分が「0.00%」の場合、その元素成分はアルミニウム合金材に含まれないか、または検出限界値未満の含有量であることを意味する。

[0021] また、本明細書において、「結晶粒」とは、方位差境界で囲まれた部分を指す。ここで「方位差境界」とは、走査透過電子顕微鏡法（STEM）や、走査イオン顕微鏡法（SIM）等によって、金属組織を観察した際に、コントラスト（チャネリングコントラスト）が不連続に変化する境界を指す。また、結晶粒が延在する長手方向に垂直な寸法は、方位差境界の間隔に相当する。

[0022] 特定アルミニウム合金材は、特に、結晶粒が一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有する。また、特定アルミニウム合金材は、図1に示すように、細長形状の結晶粒が一方向に揃って延在状態となった繊維状組織を有している。このような細長形状の結晶粒は、従来の微細な結晶粒や、単にアスペクト比が大きい扁平な結晶粒とは大きく異なる。すなわち、本発明の結晶粒は、繊維のような細長い形状で、その長手方向に垂直な断面における結晶粒径の平均値が400nm以下である。このような微細な結晶粒が一方向に揃って延在した繊維状の金属組織は、従来のアルミニウム合金材には存在しなかった新規な金属組織といえる。

- [0023] 特定アルミニウム合金材は、結晶粒が一方方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、上記一方方向に平行な断面において、上記結晶粒の長手方向に垂直断面における結晶粒径の平均値が400nm以下となるように制御されているため、鉄系材料や銅系材料に匹敵する高い強度と、優れた耐屈曲疲労特性を実現し得る。
- [0024] また、特定アルミニウム合金材の金属組織は、繊維状であり、細長形状の結晶粒が一方方向に揃って繊維状に延在した状態になっている。ここで、「一方方向」とは、アルミニウム合金材の加工方向、特に第1導体（特定アルミニウム合金材）を伸線加工で製造する場合には、伸線方向に相当する。
- [0025] また、上記一方方向は、好ましくはアルミニウム合金材の長手方向に対応する。すなわち、通常アルミニウム合金材は、その加工方向に垂直な寸法よりも短い寸法に個片化されていない限り、その加工方向は、その長手方向に対応する。例えばアルミニウム合金材を伸線加工で製造する場合には、一方方向はアルミニウム合金材の伸線方向に相当する。
- [0026] また、結晶粒が延在する長手方向に垂直なアルミニウム合金材の断面（横断面）において、その平均結晶粒径は、好ましくは400nm以下であり、より好ましくは330nm以下であり、さらに好ましくは250nm以下であり、特に好ましくは180nm以下であり、一層好ましくは150nm以下である。このようなアルミニウム合金材の繊維状金属組織では、一方方向に延在した結晶粒の粒径（結晶粒が延在する長手方向に垂直な寸法）が小さいので、負荷応力に伴うあるいは繰返し変形に伴う結晶すべりを効果的に抑制でき、従来よりも高い強度および優れた耐屈曲疲労特性を実現し得る。なお、平均結晶粒径の下限値は、高強度および耐屈曲疲労特性を実現する上で小さいほど好ましいが、製造上または物理上の限界として、例えば20nmである。
- [0027] また、結晶粒が延在する長手方向に平行な特定アルミニウム合金材の断面において、特定アルミニウム合金材に存在する結晶粒における長手方向に沿って測定した長手方向寸法は、特に特定されないが、好ましくは1200n

m以上であり、より好ましくは1700nm以上であり、さらに好ましくは2200nm以上である。

[0028] また、結晶粒が延在する長手方向に平行な特定アルミニウム合金材の断面において、長手方向に沿って測定した長手方向寸法L1と長手方向に垂直な方向に沿って測定した短手方向寸法L2との比L1/L2、すなわちアスペクト比は、好ましくは10以上であり、より好ましくは20以上である。アスペクト比L1/L2が上記範囲内であると、特定アルミニウム合金材の表面に疲労破壊の起点となる可能性のある結晶粒界の存在確率が低下するため、耐屈曲疲労特性が向上する。

[0029] 結晶粒の状態が強度および耐屈曲疲労特性を向上させるメカニズムとして、例えば、(i) 結晶粒がアスペクト比の大きな繊維状であることで、亀裂の起点となる粒界が表面に少ないため、亀裂が発生しにくくなる機構、(ii) 結晶粒の短手方向寸法が小さいため、転位が移動しにくいため、負荷歪の全てあるいは大半を弾性歪として吸収できる機構、(iii) アルミニウム合金材の表面に、亀裂発生点となるステップをできにくくするとともに、亀裂が発生した際に、粒界が亀裂伸展の障害となる機構、などが挙げられ、これらの機構(i)～(iii)が相乗的に作用していると考えられる。

[0030] また、アルミニウム合金材の表層の結晶粒径を微細にすることは、耐屈曲疲労特性を改善する作用があるのに加えて、粒界腐食を改善する作用、塑性加工した後のアルミニウム合金材の表面の肌荒れを低減する作用、せん断加工した際のダレやバリを低減する作用などに有効であり、アルミニウム合金材の特性を全般的に高める効果がある。

[0031] (2) 特定アルミニウム合金材の合金組成

次に、特定アルミニウム合金材の成分組成を、作用とともに以下で説明する。以下では、「質量%」を単に「%」と記載する。

[0032] <Mg : 0.05～1.8%>

Mg (マグネシウム) は、アルミニウム母材中に固溶して強化する作用を有すると共に、結晶粒を微細にする作用を有する。また、SiやCuとの相

乗効果によって引張強度や疲労寿命を向上させる作用を持ち、溶質原子クラスターとしてMg-SiクラスターやMg-Cuクラスターを形成した場合は、引張強度や伸びを向上させる作用を有する元素である。しかしながら、Mg含有量が0.05%未満だと、上記作用効果が不十分であり、また、Mg含有量が1.8%を超えると、晶出物が形成され、加工性（伸線加工性や曲げ加工性など）が低下する。したがって、Mg含有量は0.05~1.8%とし、好ましくは0.2~1.5%、さらに好ましくは0.4~1.0%である。

[0033] <Si : 0.01~2.0%>

Si（ケイ素）は、アルミニウム母材中に固溶して強化する作用を有すると共に、結晶粒を微細にする作用を有する。また、Mgとの相乗効果によって引張強度や疲労寿命を向上させる作用を持ち、溶質原子クラスターとしてMg-Siクラスターや、Si-Siクラスターを形成した場合に引張強度や伸びを向上させる作用を有する元素である。しかしながら、Si含有量が0.01%未満だと、上記作用効果が不十分であり、また、Si含有量が2.0%を超えると、晶出物が形成され、加工性が低下する。したがって、Si含有量は0.01~2.0%とし、好ましくは0.2~1.5%、さらに好ましくは0.4~1.0%である。

[0034] <Fe : 0.01~1.5%>

Fe（鉄）は、鋳造や均質化熱処理中に、Al-Fe系、Al-Fe-Si系、Al-Fe-Si-Mg系などアルミニウムや必須添加元素と金属間化合物として晶出または析出する。これらのようにFeとAlとで主に構成される金属間化合物を本明細書ではFe系化合物と呼ぶ。Fe系化合物は、結晶粒の微細化に寄与すると共に、引張強度を向上させる。また、Feは、アルミニウム中に固溶したFeによっても引張強度を向上させる作用を有する。Feの含有量が0.01%未満であると、これらの効果が不十分である。また、Feの含有量が1.5%を超えると、Fe系化合物が多くなりすぎて、加工性が低下する。なお、鋳造時の冷却速度が遅い場合は、Fe系化合

物の分散が疎となり、悪影響度が高まる。したがって、Feの含有量は、0.01~1.5%とし、好ましくは0.02~0.80%、より好ましくは0.03~0.50%、さらに好ましくは0.04~0.35%、より一層好ましくは0.05~0.25%である。

[0035] 特定アルミニウム合金材は、上述したMg、SiおよびFeを必須の含有成分とするが、これらの元素以外、例えば、Cu、Ag、Zn、Ni、Ti、Co、Au、Mn、Cr、V、ZrおよびSnの群から選択される1種以上の元素も、要求性能等に応じて適宜、任意成分として含有させることができる。

[0036] <Cu、Ag、Zn、Ni、Ti、Co、Au、Mn、Cr、V、ZrおよびSnの群から選択される1種以上の元素：合計で0.00~2.00%>  
Cu、Ag、Zn、Ni、Ti、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、Snはいずれも、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、これらの任意添加成分の含有量の合計を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、これらの任意添加成分の含有量の合計を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Cu、Ag、Zn、Ni、Ti、Co、Au、Mn、Cr、V、ZrおよびSnの群から選択される1種以上の元素の含有量の合計は、0.00~2.00%とし、好ましくは0.06%~2.00%、より好ましくは0.30~1.20%である。なお、これらの元素の含有量は、0.00%としてもよい。また、これらの元素は、1種の元素のみの単独で添加されてもよいし、2種以上の元素の組み合わせで添加されてもよい。

[0037] また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Zn、Ni、Ti、Co、Mn、Cr、V、ZrおよびSnの群から選択される1種以上の元素を含有することが好ましい。さらに、これらの元素の含有量の合計が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、これらの元素の含有量の合計が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Zn、Ni、Ti、Co、M

n、Cr、V、ZrおよびSnの群から選択される1種以上の元素の含有量の合計は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0038] <Cu : 0.00~2.00%>

Cuは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Cuの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Cuの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下するとともに、耐腐食性が低下する。したがって、Cuの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Cuの含有量は、0.00%としてもよい。

[0039] <Ag : 0.00~2.00%>

Agは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Agの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Agの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Agの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Agの含有量は、0.00%としてもよい。

[0040] <Zn : 0.00~2.00%>

Znは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Znの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Znの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Znの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Znの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Znを含有することが好ましい。さらに、Znの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Znの含有量が2.00%超であると、加工性

が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Znの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0041] <Ni : 0.00~2.00%>

Niは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Niの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Niの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Niの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Niの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Niを含有することが好ましい。さらに、Niの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Niの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Niの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0042] <Co : 0.00~2.00%>

Coは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Coの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Coの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Coの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Coの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Coを含有することが好ましい。さらに、Coの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Coの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Coの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%であ

る。

[0043] <Au : 0.00~2.00%>

Auは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Auの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Auの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Auの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Auの含有量は、0.00%としてもよい。

[0044] <Mn : 0.00~2.00%>

Mnは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Mnの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Mnの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Mnの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Mnの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Mnを含有することが好ましい。さらに、Mnの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Mnの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Mnの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0045] <Cr : 0.00~2.00%>

Crは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Crの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Crの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Crの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Crの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用さ

れる場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Crを含有することが好ましい。さらに、Crの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Crの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Crの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0046] <V : 0.00~2.00%>

Vは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Vの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Vの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Vの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Vの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Vを含有することが好ましい。さらに、Vの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Vの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Vの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0047] <Zr : 0.00~2.00%>

Zrは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Zrの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Zrの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Zrの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Zrの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Zrを含有することが好ましい。さらに、Zrの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Zrの含有量が2.00%超であると、加工性

が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Zrの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0048] <Ti : 0.00~2.00%>

Tiは、鋳造時の結晶を微細化させ、また、耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Tiの含有量を0.005%以上とすることが好ましい。しかし、Tiの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがってTiの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Tiの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Tiを含有することが好ましい。さらに、Tiの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Tiの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Tiの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%である。

[0049] <Sn : 0.00~2.00%>

Snは、特に耐熱性を向上させる元素である。このような効果を十分に発揮させる観点から、Snの含有量を0.06%以上とすることが好ましい。しかし、Snの含有量を2.00%超とすると、加工性が低下する。したがって、Snの含有量は、好ましくは0.00~2.00%、より好ましくは0.06%~2.00%、さらに好ましくは0.30~1.20%である。なお、Snの含有量は、0.00%としてもよい。また、腐食環境で使用される場合の耐食性を配慮すると、アルミニウム合金材は、Snを含有することが好ましい。さらに、Snの含有量が0.06%未満であると、耐食性の効果が不十分である。また、Snの含有量が2.00%超であると、加工性が低下する。したがって、耐食性の観点からは、Snの含有量は、好ましくは0.06~2.00%であり、より好ましくは0.30~1.20%であ

る。

[0050] 上記Cu、Ag、Zn、Ni、Ti、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr およびSnの各元素成分が、耐熱性を向上させるメカニズムとしては、例えば(Ⅰ)上記成分の原子半径と、アルミニウムの原子半径との差が大きいため結晶粒界のエネルギーを低下させる機構、(Ⅱ)上記成分の拡散係数が大きいため粒界に入り込んだ場合に粒界の移動度を低下させる機構、(Ⅲ)空孔との相互作用が大きく、空孔をトラップするために拡散現象を遅延させる機構、などが挙げられ、これらの機構(Ⅰ)～(Ⅲ)が相乗的に作用しているものと考えられる。

[0051] <残部：Alおよび不可避不純物>

上述した成分以外の残部は、Al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る含有レベルの不純物を意味する。不可避不純物は、含有量によっては加工性を低下させる要因にもなりうるため、加工性の低下を加味して不可避不純物の含有量をある程度抑制することが好ましい。不可避不純物として挙げられる成分としては、例えば、ホウ素(B)、ビスマス(Bi)、鉛(Pb)、ガリウム(Ga)、ストロンチウム(Sr)等の元素が挙げられる。なお、不可避不純物の含有量の上限値は、上記成分毎に0.05%以下、上記成分の合計で0.15%以下とすればよい。

[0052] このようなアルミニウム合金材は、合金組成や製造プロセスを組み合わせることで制御することにより実現できる。

[0053] (3) 第2導体

第2導体は、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金の群から選択される、公知の金属材料または合金材で構成されている。

[0054] さらに、第1導体と第2導体は、可動ケーブルの横断面で見て、同一寸法(特に円形断面の場合には、同一(素線)径)を有していても、あるいは異なる寸法を有していてもよい。例えば、耐屈曲疲労特性を重視する場合には、可動ケーブルは、同一寸法を有する導体で形成されていることが好ましい

。また、撚線導体（例えば絶縁被覆心、複合撚線等）を構成する導体と導体の間及び、導体と被覆の間に形成される隙間の低減を重視する場合や、同一ケーブル内に電力伝送と信号伝送を行う撚線導体を同時に含む場合等には、可動ケーブルは、異なる寸法を有する導体で形成されていることが好ましい。また、第2導体の断面形状は、第1導体と同様、円形だけには限定されず、矩形状（板状）など種々の形状にすることができる。加えて、可動ケーブルの導体を、異なる寸法をもつ複数種類のもの（例えば素線）を組み合わせ形成した第1導体を用いて構成し、あるいは、可動ケーブルの導体を、異なる寸法をもつ複数種類のもの（例えば素線）を組み合わせ形成した第2導体を用いて構成してもよく、さらには、可動ケーブルの導体を、これらの第1導体および第2導体の双方を組み合わせ用いて構成することもできる。

[0055] なお、導体の抵抗の低減を重視する場合には、第2導体は、銅または銅合金で構成されていることが好ましい。第2導体として用いる銅系材料の具体例としては、無酸素銅、タフピッチ銅、リン脱酸銅、Cu-Ag系合金、Cu-Sn系合金、Cu-Mg系合金、Cu-Cr系合金、Cu-Mg-Zn系合金、その他、ASTM B105-05で規定されている導体用銅合金等が挙げられる。また、これらの銅系材料に、Sn、Ni、Ag、Cuなどのめっきを施しためっき線を用いても良い。

[0056] また、ケーブルの軽量化を重視する場合には、第2導体は、アルミニウムまたはアルミニウム合金で構成されていることが好ましい。第2導体として用いるアルミニウム系材料の具体例としては、ECAL、Al-Zr系、5000系合金、Al-Mg-Cu-Si系合金、ASTM B800-05で規定されている8000系合金などが挙げられる。これらのアルミニウム系材料に、Sn、Ni、Ag、Cuなどのめっきを施した、めっき線を用いても良い。

[0057] さらに、第2導体は、銅または銅合金と、アルミニウムまたはアルミニウム合金との群から選択される組成の異なる2種類以上の、金属材、合金材、

または金属材料と合金材を用いてケーブルを構成してもよい。

[0058] (4) 可動ケーブル

次に、本実施形態の可動ケーブルの導体の構成とその作用について、エレベータケーブルを例として、図2～図13を用いて説明する。

[0059] 図2は、図5に示す第1の実施形態の可動ケーブル10を構成する第1絶縁被覆心1を拡大して示したものである。本実施形態の可動ケーブル10は、内部に導体を有する。該導体は、上述した特定アルミニウム合金材からなる第1導体2を含んで構成されている。図5に示す実施形態の可動ケーブル10は、平型ケーブルであり、図2に示す複数本の第1導体2を撚り合わせて絶縁被覆して形成した、複数本（図5では6本）の第1絶縁被覆心1を用い、これらの第1絶縁被覆心1をさらに撚り合わせて形成した、複数本（図5では6本）の複合撚線7を、導体として可動ケーブル10の内部に並列配置した場合を示している。また、図5では、複合撚線7の内部の中央位置に、介在体6を配置した場合を示しているが、かかる介在体6は、必要に応じて適宜配置することができ、なくてもよい。また、ケーブル長が長尺となり、導体のみではケーブル自重を支えることができない場合には、例えばワイヤロープ等の鋼製線材や、高張力繊維を用いたテンションメンバを配置することが好ましく、その配置は、公知の方法を用いてよい。

[0060] そして、本発明の構成上の主な特徴は、可動ケーブル10の導体全体に占める第1導体2の面積割合 $X$ を、可動ケーブル10の横断面で見て、10～100%の範囲とすることにある。かかる構成を採用することによって、従来の可動ケーブルと比べて、同等以上の強度を有しつつ、耐屈曲疲労特性および可撓性に優れ、さらに軽量である可動ケーブルを提供することができる。前記面積割合 $X$ が10%を下回ると、軽量化効果が小さいだけでなく、十分な耐久性（耐屈曲疲労特性）が得られず、高い信頼性を得られない。

[0061] ここで、可動ケーブル10の導体全体に占める第1導体2の面積割合 $X$ （%）は、可動ケーブル10の長手方向に垂直な断面（横断面）から見て、第1導体2の合計断面積 $S1$ と、可動ケーブル10を構成する導体の合計断面

積Sとで、以下の式で表される。

$$X (\%) = (S_1 / S) \times 100$$

[0062] また、図6は、第2の実施形態の可動ケーブル10Aを示したものである。この可動ケーブル10Aは、平型ケーブルであり、導体が、複数本の第1導体2と、複数本の第2導体3とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆して形成した、複数本（図6では6本）の第2絶縁被覆心4を含み、これらの第2絶縁被覆心4をさらに撚り合わせて形成した、複数本（図6では6本）の複合撚線7Aを、導体として可動ケーブル10Aの内部に並列配置して構成した場合を示している。

[0063] さらに、図7は、第3の実施形態の可動ケーブル10Bを示したものである。この可動ケーブル10Bは、平型ケーブルであり、複数本の第1導体2を撚り合わせて絶縁被覆して形成した複数本（図7では6本）の第1絶縁被覆心1をさらに撚り合わせて形成した3本の複合撚線7と、複数本（図7では3本）の第1絶縁被覆心1および複数本の第2導体3を撚り合わせて絶縁被覆して形成した複数本（図7では3本）の第3絶縁被覆心5を撚り合わせて形成した3本の複合撚線7Bとを、導体として可動ケーブル10Bの内部に交互に並列配置して構成した場合を示している。このように、本発明では、導体が、複数本の第2導体3を撚り合わせて絶縁被覆した第3絶縁被覆心5をさらに含んでもよい。

[0064] 図8は、第4の実施形態の可動ケーブル10Cを示したものである。この可動ケーブル10Cは、平型ケーブルであり、6本の第1絶縁被覆心1で構成される2本の複合撚線7と、3本の第1絶縁被覆心1および3本の第3絶縁被覆心5を撚り合わせて形成した3本の複合撚線7Bと、6本の第3絶縁被覆心5で構成される1本の複合撚線7Cを組み合わせて並列配置して構成した構成を示している。

[0065] 図9は、第5の実施形態の可動ケーブル10Dを示したものである。この可動ケーブル10Dは、平型ケーブルであり、6本の第1絶縁被覆心1で構成される2本の複合撚線7と、6本の第3絶縁被覆心5で構成される4本の

複合撚線 7 C とを組み合わせ、並列配置して構成した場合を示している。

[0066] 図 10 は、第 6 の実施形態の可動ケーブル 10 E を示したものである。この可動ケーブル 10 E は、平型ケーブルであり、3 本の第 1 絶縁被覆心 1 および 3 本の第 3 絶縁被覆心 5 を撚り合わせて形成した 6 本の複合撚線 7 B を並列配置して構成した場合を示している。

[0067] 図 11 は、第 7 の実施形態の可動ケーブル 10 F を示したものである。この可動ケーブル 10 F は、平型ケーブルであり、6 本の第 2 絶縁被覆心 4 を撚り合わせて形成した 3 本の複合撚線 7 A と、3 本の第 1 絶縁被覆心 1 および 3 本の第 3 絶縁被覆心 5 を撚り合わせて形成した 3 本の複合撚線 7 B とを交互に並列配置して構成した場合を示している。

[0068] 図 12 は、第 8 の実施形態の可動ケーブル 10 G を示したものである。この可動ケーブル 10 G は、平型ケーブルであり、導体が、複数本の第 1 導体 2 を撚り合わせて絶縁被覆した第 1 絶縁被覆心 1、および、複数本の第 1 導体 2 と、複数本の第 2 導体 3 とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆した第 2 絶縁被覆心 4 を含んでおり、より具体的には、複数本（図 12 では 6 本）の第 1 絶縁被覆心 1 で構成される 2 本の複合撚線 7 と、複数本（図 12 では 6 本）の第 2 絶縁被覆心 4 を撚り合わせて形成した 3 本の複合撚線 7 A と、複数本（図 12 では 6 本）の第 3 絶縁被覆心 5 で構成される 1 本の複合撚線 7 C とを組み合わせ、並列配置して構成した場合を示している。

[0069] 図 13 は、第 9 の実施形態の可動ケーブル 10 H を示したものである。この可動ケーブル 10 H は、丸型ケーブルであり、テンションメンバ 6 A の周りに、2 本の第 1 絶縁被覆心 1 を撚り合わせて形成した 2 本の複合撚線 7 D と、3 本の第 3 絶縁被覆心 5 を撚り合わせて形成した 2 本の複合撚線 7 E と、4 本の第 3 絶縁被覆心 5 とを配置し、これらの 2 本の複合撚線 7 D、2 本の複合撚線 7 E および 4 本の第 3 絶縁被覆心 5 の外周側に、さらに 24 本の第 1 絶縁被覆心 1 を配置して構成した場合を示している。

ここまで第 1 ～ 第 9 の実施形態を具体的に説明してきたが、本発明では、これらの実施形態だけには限定されず、種々の構成を採用することができる。

。

[0070] また、本発明の可動ケーブル10は、第1導体2の前記面積割合Xが、1水準以上となるように、第1絶縁被覆心1、第2絶縁被覆心4および第3絶縁被覆心5のうち、第1絶縁被覆心1および第2絶縁被覆心4の少なくとも一方の絶縁被覆心を含めて複数本撚り合わせてなる1以上の複合撚線7、7A、7B、7Dと、図5～図13に示すように、複合撚線7を含むように絶縁被覆する絶縁体8やシース9とを備える1以上のケーブル（図5～図13ではいずれも単一のケーブルの場合を示す。）で構成されていることが好ましい。

[0071] <可動ケーブルの用途>

本発明の可動ケーブルは、種々の用途に使用することができ、特に、軽量で高強度かつ優れた耐屈曲疲労特性を必要とする用途、例えば、エレベータケーブル、ロボットケーブル、キャブタイヤケーブルに適用することが特に好適である。

[0072] [可動ケーブルの製造方法]

次に、本発明に従う可動ケーブルを構成する第1導体（特定アルミニウム合金材）の製造方法の一例を以下で説明する。このような本発明の一実施形態による可動ケーブルを構成する特定アルミニウム合金材は、例えばAl-Mg-Si-Fe系合金材やAl-Cu-Mg-Fe系合金材の、内部に結晶粒界を高密度で導入することにより、高強度化および高疲労寿命化を図ることを特徴とする。特に、曲げ歪の大きくなる表層近傍に小さな結晶粒を集積させることにより、さらなる高疲労寿命化を図ることができる。したがって、従来のアルミニウム合金材で一般的に行われてきた、Mg-Si化合物の析出硬化させる方法や、固溶元素により固溶強化させる方法とは、高強度化および高疲労寿命化に対するアプローチが大きく異なる。

[0073] 本実施形態のアルミニウム合金材の好ましい製造方法では、所定の合金組成を有するアルミニウム合金素材に対し、最終加工として加工度で4以上の冷間加工[1]を行う。また、必要に応じて、冷間加工[1]の前に、表層

の結晶粒径を微細にする前処理工程 [2]、および、冷間加工 [1] の後に、調質焼鈍 [3] を行ってもよい。以下、詳しく説明する。

[0074] 通常、金属材料に繰返し応力が加わると、金属結晶の変形の素過程として、弾性変形とともに結晶すべりが生じる。このような結晶すべりが生じ易い金属材ほど、強度が低く、また、材料表面に亀裂発生点を作るため、疲労破壊しやすいといえる。そのため、金属材の高強度化および高疲労寿命化に当たっては、金属組織内で生じる結晶すべりを抑制することが重要となる。このような結晶すべりの阻害要因としては、金属組織内の結晶粒界の存在が挙げられる。このような結晶粒界は、金属材に応力が加わった際に、結晶すべりが金属組織内で伝播することを抑制でき、その結果、金属材の強度および疲労寿命は高められる。

[0075] そのため、金属材の高強度化および高疲労寿命化にあたっては、金属組織内に結晶粒界を高密度で導入する、すなわち小さな結晶粒を集積させることが望ましいと考えられる。ここで、結晶粒界の形成機構としては、例えば、次のような金属組織の変形に伴う、金属結晶の分裂が考えられる。

[0076] 通常、多結晶材料の内部では、隣接する結晶粒同士の方位の違いや、加工工具と接する表層近傍とバルク内部との間の歪みの空間分布に起因して、応力状態は、複雑な多軸状態となっている。これらの影響により、変形前に単一方位であった結晶粒が、変形に伴って複数の方位に分裂していき、分裂した結晶同士の間には方位差境界が形成される。

[0077] しかし、形成された方位差境界は、通常の 12 配位の最密原子配列から乖離している構造で界面エネルギーを有する。そのため、通常の金属組織では、結晶粒界が一定密度以上になると、増加した内部エネルギーが駆動力となり、動的もしくは静的な回復や再結晶が起きると考えられる。そのため、通常は、変形量を増やしても、結晶粒界の増加と減少が同時に起きるため、粒界密度は飽和状態になると考えられる。

[0078] このような現象は、従来金属組織である純アルミニウムや純銅における加工度と引張強度の関係とも一致する。通常金属組織である純アルミニウ

ムや純銅は、比較的低い加工度では引張強度の向上（硬化）がみられるが、加工度が増すほど硬化量は飽和する傾向にあり、一定以上の加工度は強度上昇に寄与しない。ここで、加工度は、上述の金属組織に加わる変形量に対応し、硬化量の飽和は粒界密度の飽和に対応すると考えられる。

[0079] また、単に加工を行うだけでは、強度および疲労寿命は上昇する一方で、延性が低下していき、加工時や使用時に、断線しやすくなるといった問題がある。これは、結晶内に転位が多量に導入されるため転位密度が飽和し、それ以上の塑性変形を許容できなくなるためと考えられる。

[0080] これに対し、本実施形態の特定アルミニウム合金材では、加工度が増すとともに表層での結晶粒界密度の増加、すなわち小さな結晶粒の集積が継続し、耐屈曲疲労特性が向上し続けることがわかった。これは、特定アルミニウム合金材が、上記合金組成を有することにより、結晶粒界密度の増加を促進し、金属組織内で結晶粒界が一定密度以上になっても、内部エネルギーの増加を抑制できることによるものと考えられる。その結果、金属組織内での回復や再結晶を防止でき、効果的に金属組織内に結晶粒界を増加できると考えられる。

[0081] このようなMgとSi、あるいは、MgとCuの複合添加による結晶微細化のメカニズムは必ずしも明らかではないが、(i) 転位といった格子欠陥と強い相互作用を持つMgが、結晶の微細化を促進することで、結晶分断を促進すること、(ii) Al原子に対して原子半径の大きいMg原子と小さいSi原子あるいはCuとが粒界での原子配列のミスマッチを緩和することで、加工に伴う内部エネルギーの増加を効果的に抑制できることによるものと考えられる。

[0082] また、本実施形態のアルミニウム合金材では、特に、その表面に塑性ひずみが導入されるため、表層近傍では非常に微細な結晶である一方で、中心位置では比較的大きな結晶が残ったままである。このような結晶組織を持つことで、ねじりや曲げ変形時には、表層の微細な結晶が有効に働き、伸びに対しては、中心位置の大きな結晶が有効に働き、製造時に断線し難い。

[0083] 本実施形態のアルミニウム合金材の製造方法では、冷間加工 [1] における加工度を4以上とする。特に、大きな加工度による加工を行うことにより、金属組織の変形に伴う金属結晶の分裂を促すことができ、アルミニウム合金材の内部に結晶粒界を高密度で導入できる。その結果、アルミニウム合金材の表層では小さな結晶粒が集積し、耐屈曲疲労特性が大幅に向上する。このような加工度は、好ましくは6以上、より好ましくは8以上とする。また加工度の上限は特に規定されないが、通常は15以下である。

[0084] なお、加工度  $\eta$  は、加工前の特定アルミニウム合金材の断面積を  $s_1$ 、加工後の特定アルミニウム合金材の断面積を  $s_2$  ( $s_1 > s_2$ ) とするとき、下記式 (1) で表される。

$$\text{加工度 (無次元)} : \eta = \ln (s_1 / s_2) \quad \dots (1)$$

[0085] また、冷間加工 [1] の方法は、目的とするアルミニウム合金材の形状 (線棒材、板材、条、箔など) に応じて適宜選択すればよく、例えばカセットローラーダイス、溝ロール圧延、丸線圧延、ダイス等による引抜き加工、スエージング等が挙げられる。また、上記のような加工における諸条件 (潤滑油の種類、加工速度、加工発熱等) は、公知の範囲で適宜調整すればよい。

[0086] また、冷間加工 [1] の前に前処理工程 [2] を行ってもよい。前処理工程 [2] については、ショットピーニング、押出し、スエージング、スキンプラス、圧延、再結晶法等が挙げられる。これにより、冷間加工 [1] の前段階で、アルミニウム合金材の表層と内部との間で結晶粒径に勾配を付けることができ、冷間加工 [1] 後の結晶組織を、より微細に、かつ、結晶粒径の勾配を大きくすることができる。上記工程における諸条件 (加工速度、加工発熱、温度等) は、公知の範囲で適宜焼成すればよい。なお、本発明では、冷間加工前に時効析出熱処理は行なわない。冷間加工前に時効析出処理を行うと、(a)結晶粒内の特定の場所に変形が集中する、(b)粒界析出物を起点として粒界割れする、などにより断線が発生するからである。

[0087] また、アルミニウム合金素材は、上記合金組成を有するものであれば特に限定はなく、例えば、押出材、鋳塊材、熱間圧延材、冷間圧延材等を、使用

目的に応じて適宜選択して用いることができる。

[0088] また、残留応力の解放や伸びの向上を目的として、冷間加工 [1] の後に調質焼鈍 [3] を行ってもよい。調質焼鈍 [3] の処理温度は50～180℃とする。調質焼鈍 [3] の処理温度が50℃未満の場合には、上記のような効果が得られにくく、180℃を超える場合には、回復や再結晶によって結晶粒の成長が起き、強度および疲労寿命が低下する。また、調質焼鈍 [3] の保持時間は好ましくは1～48時間である。なお、このような熱処理の諸条件は、不可避不純物の種類や量、およびアルミニウム合金素材の固溶・析出状態によって、適宜調節することができる。

[0089] なお、従来の製法における中間熱処理は、金属材料を再結晶させることによって変形抵抗を下げ、加工機械の負荷を低減したり、ダイスやキャプスタンなどの材料と接する工具の摩耗を低減させたりすることが目的であったが、そのような中間熱処理では、本発明の撚線導体を構成する特定アルミニウム合金材のように、微細な結晶粒は得られない。

[0090] また、上述のように、実施の形態のアルミニウム合金材は、その表層の結晶粒の微細化のために加工度を大きくすることが有効である。そのため、線材を作製する場合には、細径にするほど、また、板材や箔を作製する場合には、薄厚にするほど、本実施形態のアルミニウム合金材の構成を実現し易い。

[0091] 特に、アルミニウム合金材が線材である場合、その線径は、好ましくは1.0mm以下、より好ましくは0.5mm以下、さらに好ましくは0.3mm以下、特に好ましくは0.10mm以下である。なお、線径の下限は、特に設けないが、作業性等を考慮し、0.01mmであることが好ましい。

[0092] また、アルミニウム合金材が板材である場合、その板厚は、好ましくは2.00mm以下、より好ましくは1.50mm以下、さらに好ましくは1.00mm以下、特に好ましくは0.50mm以下である。なお、板厚の下限は、特に設けないが、作業性等を考慮し、0.02mmであることが好ましい。

- [0093] さらに、上述のようにアルミニウム合金材は、細くまたは薄く加工されるが、このようなアルミニウム合金材を複数用意し、これらを接合して太くまたは厚くして、目的の用途に使用することもできる。なお、接合の方法は、公知の方法を用いることができ、例えば圧接、溶接、接着剤による接合、摩擦攪拌接合等が挙げられる。
- [0094] 次に、上記の手順で作製した第1導体（特定アルミニウム合金材）や、第2導体を用い、上述したように撚り合わせて第1絶縁被覆心1、第2絶縁被覆心4を作製し、さらに、必要に応じて、第3絶縁被覆心5を作製し、これらの第1絶縁被覆心1および第2絶縁被覆心4（必要に応じて第3絶縁被覆心5）の少なくとも1方を用いて形成した種々の複合撚線（ユニット）7、7A、7B、7C、7D、7Eを、内部に位置する導体として配置した状態で、絶縁体やシースで絶縁被覆することによって、本発明の可動ケーブルを製造することができる。複数本の導体を撚り合わせる方法や、複数本の絶縁被覆心を撚り合わせる方法については、公知の撚り合せ方法を用いることができる。なお、上記調質焼鈍[3]は、上記冷間加工[1]を行った特定アルミニウム合金材を、接合あるいは撚り合わせによる加工を行った後に、行ってもよい。
- [0095] 以上説明した実施の形態によれば、上記の製造方法によって製造される第1導体（特定アルミニウム合金材）は、所定の合金組成を有すると共に、結晶粒が一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、上記一方向に垂直な断面における結晶粒径の平均値が400nm以下である。そのため、特定アルミニウム合金材は、従来のアルミニウム合金材の耐屈曲疲労特性を大きく超え、銅系の金属材料に匹敵する強度および疲労寿命を示すので、この第1導体を用いて導体を構成した可動ケーブルは、軽量で高強度かつ優れた疲労特性を発揮することができる。
- [0096] 以上、実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明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、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

## 実施例

[0097] 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。

[0098] (実施例 1 ~ 28)

表 1 に示す合金組成を有する線材、または、棒材を用い、前処理工程 [2] として線引きダイスを用い、1 パス減面率が 5 % 未満となるようにスキップ加工を行った後、表 1 に示す製造条件にて、線径 0.1 mm の特定アルミニウム合金材からなる第 1 導体を作製し、表 1 に示す構成でケーブルを作製した。

[0099] (比較例 1 ~ 7)

表 1 に示す合金組成を有する線材、または、棒材を用い、表 1 に示す製造条件にて、アルミニウム合金材からなる (第 1) 導体を作製し、表 1 に示す構成でケーブルを作製した。

[0100] なお、表 1 に示す製造条件 A ~ F は、具体的には以下のとおりである。

[0101] <製造条件 A>

準備した棒材に対し、加工度 6.0 の冷間加工 [1] を行った。なお、調質焼鈍 [3] は行わなかった。

[0102] <製造条件 B>

冷間加工 [1] の加工度を 8.5 とした以外は、製造条件 A と同じ条件で行った。

[0103] <製造条件 C>

冷間加工 [1] の加工度を 10.5 とした以外は、製造条件 A と同じ条件で行った。

[0104] <製造条件 D>

準備した棒材に対し、加工度 8.5 の冷間加工 [1] を行い、その後、処理温度 140°C、保持時間 5 時間の条件で調質焼鈍 [3] を行った。

[0105] <製造条件 E>

冷間伸線 [1] の加工度を 3.5 とした以外は、製造条件 A と同じ条件で

行った。

[0106] <製造条件F>

準備した棒材に対し、処理温度180℃、保持時間10時間の時効析出熱処理を行い、その後、冷間加工[1]を行ったが、断線が多発したため、作業を中止した。

[0107] (従来例1)

従来例1は、特定アルミニウム合金材からなる第1導体を使用せず、純銅材料(タフピッチ銅、TPC)の軟材からなる第2導体を作製した。

[0108] (従来例2)

従来例2は、特定アルミニウム合金材を使用せず、純アルミニウム材料(ECAL)の硬材からなる第2導体を作製した。

[0109] (比較例8)

<製造条件G>

グラファイトルツボ内に、純度が99.95%のアルミニウム、純度が99.95%のマグネシウム、純度が99.99%のケイ素、純度が99.95%の鉄をそれぞれ所定量投入し、高周波誘導加熱により720℃で攪拌溶融して、Al-0.60質量%Mg-0.30質量%Si-0.05質量%Feの合金組成を有する溶湯を製造した。続いて、この溶湯をグラファイトダイスが設けられた容器に移し、水冷したグラファイトダイスを介して、約300mm/分の鑄造速度で10mmφ、長さが100mmのワイヤを連続鑄造した。そして、ECAP法によって4.0の累積相当ひずみを導入した。この段階の再結晶化温度は300℃と求められた。そして、不活性ガス雰囲気中で、250℃にて2時間の事前加熱を行った。

[0110] 次に、加工度0.34の第1の伸線処理を施した。この段階の再結晶化温度は300℃と求められた。そして、不活性ガス雰囲気中で、260℃にて2時間の1次熱処理を行った。その後、水冷した伸線ダイス内を500mm/分の引き抜き速度で通過させて、加工度9.3の第2の伸線処理を行った。この段階の再結晶化温度は280℃と求められた。そして、不活性ガス雰

囲気中で、220℃にて1時間の2次熱処理を行って、線径0.08mmのアルミニウム合金線材を得た。

[0111] [評価]

上記実施例で得られた各第1導体（特定アルミニウム合金材）、および上記比較例で得られた各導体を用い、これらの導体を用い、図5に示すように、30（導体本数）／0.18（素線径）の撚り構造を有する同一の導体（実施例では第1導体）を撚り合わせて絶縁被覆して形成した、6本の第1絶縁被覆心1をさらに撚り合わせて形成した、6本の複合撚線を、導体として並列配置し、これらの複合撚線（ユニット）を並列配置状態のまま絶縁体およびシースで絶縁被覆することにより、平型の可動ケーブルを作製した。いずれのケーブルについても、絶縁体およびシースの絶縁材は、塩化ビニル製とし、絶縁材の重量が588g/mであり、テンションメンバは実施例に基づき、適宜配置した。作製した各可動ケーブルを用いて、下記に示す特性評価を行った。

[0112] [1] 特定アルミニウム合金材の合金組成

JIS H1305:2005に準じて、発光分光分析法によって行った。なお、測定は、発光分光分析装置（株式会社日立ハイテクサイエンス製）を用いて行った。

[0113] [2] 特定アルミニウム合金材の組織観察

金属組織の観察は、走査イオン顕微鏡（SMI3050TB、セイコーインスツル株式会社製）を用い、SIM（Scanning Ion Microscope）観察により行った。加速電圧30kVにて観察を行った。

[0114] 観察用試料は、上記アルミニウム合金線材の長手方向（加工方向）に平行な断面、および、垂直な断面について、FIB（Focused Ion Beam）により厚さ100nm±20nmで切断し、イオンミリングで仕上げたものを用いた。

[0115] SIM観察では、グレーコントラストを用い、コントラストの違いを結晶の方位として、コントラストが不連続に異なる境界を結晶粒界として認識し

た。なお、電子線の回折条件によっては、結晶方位が異なってもグレイコントラストに差がない場合がある。その場合には、電子顕微鏡の試料ステージ内における直交する2本の試料回転軸によって $\pm 3^\circ$  ずつ傾けて電子線と試料の角度を変えて、複数の回折条件で観察面を撮影し、粒界を認識した。なお観察視野は、 $(15 \sim 40) \mu\text{m} \times (15 \sim 40) \mu\text{m}$ とし、上記加工方向に平行および垂直な断面において、線径方向（長手方向に垂直な方向）に対応する線上の、中心と表層の間付近の位置（表層側から線径の約 $1/4$ 寸法だけ中心側の位置）で観察を行った。観察視野は、結晶粒の大きさに応じて、適宜調整した。

[0116] そして、SEM観察を行った際に撮影した画像から、アルミニウム合金線材の長手方向（加工方向）に平行な断面において、繊維状の金属組織の有無を判断した。繊維状の金属組織が観察された場合に、繊維状の金属組織が「有」と評価した。

[0117] さらに、それぞれの観察視野において、結晶粒のうち任意の100個を選択し、それぞれの結晶粒の長手方向に垂直な断面において結晶の短径と、結晶粒の長手方向に平行な断面において結晶の長径を測定し、その結晶粒のアスペクト比を算出した。さらに、結晶粒の長手方向に垂直な寸法とアスペクト比については、観察した結晶粒の総数から、平均値を算出した。なお、一部の比較例については、平均結晶粒径 $R_1$ が $400 \text{ nm}$ よりも明らかに大きかったので、 $400 \text{ nm}$ よりも大きい結晶粒を選択せずに、測定対象から除外することとし、それぞれの平均値を算出した。また、明らかにアスペクト比 $L_1/L_2$ が10以上のものについては、アスペクト比 $L_1/L_2$ を一律に10以上とした。

[0118] [3] 耐屈曲疲労特性

耐屈曲疲労特性は、各可動ケーブルに対し、JIS C 3005:2014に準拠した繰返し曲げ試験を実施した。試験条件は、固定距離 $l$ を $300 \text{ mm}$ 、曲げ半径 $r$ を、 $60 \text{ mm}$ とした場合と $30 \text{ mm}$ とした場合の2種類の条件で行い、繰返し曲げ回数は100万回とした。試験後の各可動ケー

ブルにおいて、絶縁被覆を切り裂いて、断線している導体（素線）の本数を数え、導体の全本数に対する、断線した導体（素線）の本数の割合（％）を算出し、この算出した数値から耐屈曲疲労特性を評価した。表1に耐屈曲疲労特性を示す。なお、表1中の耐屈曲疲労特性の数値は、小さいほど、耐屈曲疲労特性が優れていることを示す。

[0119] [4] ケーブル重量

ケーブル重量は、ケーブルを1 mの長さに切断し、切断した1 m長さのケーブル（絶縁材および導体）の重量を測定し、この測定した重量の数値から、線長1 kmあたりの重量の数値に換算した。本実施例では、純銅材料（タフピッチ銅、TPC）からなる第2導体を用いて可動ケーブルを作製した従来例1を基準（833 kg/km）とし、線長1 kmあたりの重量の数値は、この基準の数値を下回る場合を合格レベルとした。

[0120] [5] 必要なテンションメンバの本数

各可動ケーブルについて、300 mのケーブルを支えるのに必要な鋼製のテンションメンバの本数を、ケーブル重量、各導体の弾性率および強度を考慮して算出し、この算出した必要なテンションメンバの本数を、導体が全て純銅材である従来例1の場合を100（基準）としたときの指数割合（％）に換算した数値として求めた。表1にこれらの評価結果を示す。なお、表1中に示す必要なテンションメンバの本数を換算した数値は、小さいほど、300 mのケーブルを支えるのに必要なテンションメンバの本数が少なくよく、ケーブル導体が高強度でかつ軽量であることを示す。

[0121]



て用いることによって、導体が全て純銅材（第2導体）である従来例1の可動ケーブルと比べて、高強度でかつ軽量にすることができ、しかも、曲げ半径が30mmである厳しい繰返し曲げ試験での耐屈曲疲労特性も優れている。

一方、Fe含有量が本発明の適正範囲外であるアルミニウム合金材（第2導体）を用いて作製した比較例1、MgおよびSi含有量が本発明の適正範囲外であるアルミニウム合金材（第2導体）を用いて作製した比較例2、およびCuとCrの合計含有量が本発明の適正範囲外であるアルミニウム合金材（第2導体）を用いて作製した比較例3は、いずれも、伸線加工時に断線が発生したため、可動ケーブルを作製することができなかった。また、結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が510nmと本発明の適正範囲外である比較例4の可動ケーブルは、耐屈曲疲労特性が劣っていた。さらに、Feを含有しないアルミニウム合金材（第2導体）を用いて作製した比較例5の可動ケーブルは、結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が470nmと本発明の適正範囲外であり、耐屈曲疲労特性が劣っていた。また、比較例6および7は、冷間伸線〔1〕を、処理温度180℃、保持時間10時間の時効析出熱処理を施した後に行ったものであるが、断線が多発したため、可動ケーブルを作製することができなかった。加えて、結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が1.5μmと本発明の適正範囲外である比較例8の可動ケーブルは、耐屈曲疲労特性が劣っていた。また、純アルミニウム材料（ECL）からなる第2導体を用いて作製した従来例2の可動ケーブルは、従来例1の可動ケーブルに比べて、軽量ではあるものの、導体の強度が低いため、必要なテンションメンバの本数割合が多くなるため、軽量化の効果が小さくなり、加えて、耐屈曲疲労特性が顕著に劣っていた。

## 符号の説明

- [0123] 1 第1絶縁被覆心  
2 第1導体  
3 第2導体

- 4 第2絶縁被覆心
- 5 第3絶縁被覆心
- 6、6A 介在体（またはテンションメンバ）
- 7、7A～7E 複合撚線（ユニット）
- 8 絶縁体
- 9 シース
- 10、10A～10H 可動ケーブル

## 請求の範囲

- [請求項1] 内部に導体を有する可動ケーブルであって、  
前記導体は、質量%で、Mg : 0.05~1.8%、Si : 0.01~2.0%、Fe : 0.01~1.5%、Cu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素 : 合計で0.00~2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有し、結晶粒が、一方向に揃って延在した繊維状の金属組織を有し、前記一方向に平行な断面において、前記結晶粒の長手方向に垂直な寸法の平均値が400nm以下である特定アルミニウム合金材からなる第1導体を含み、  
該第1導体は、前記可動ケーブルの前記導体全体に占める面積割合が、前記可動ケーブルの横断面で見ても、10~100%の範囲であることを特徴とする可動ケーブル。
- [請求項2] 前記導体が、  
複数本の前記第1導体を撚り合わせて絶縁被覆した第1絶縁被覆心を含む、請求項1に記載の可動ケーブル。
- [請求項3] 前記導体が、複数本の前記第1導体と、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆した第2絶縁被覆心を含む、請求項1に記載の可動ケーブル。
- [請求項4] 前記導体が、  
複数本の前記第1導体を撚り合わせて絶縁被覆した第1絶縁被覆心、および、  
複数本の前記第1導体と、銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体とを混在させて撚り合わせて絶縁被覆した第2絶縁被覆心を含む、請求項1に記載の可動ケーブル。
- [請求項5] 前記導体が、

銅、銅合金、アルミニウムおよびアルミニウム合金材の群から選択される金属材または合金材からなる複数本の第2導体を撚り合わせて絶縁被覆した第3絶縁被覆心をさらに含む、請求項2、3または4に記載の可動ケーブル。

[請求項6] 前記第1導体および前記第2導体は、前記可動ケーブルの横断面を見て、同一寸法を有する、請求項3、4または5に記載の可動ケーブル。

[請求項7] 前記第1導体および前記第2導体は、前記可動ケーブルの横断面を見て、異なる寸法を有する、請求項3、4または5に記載の可動ケーブル。

[請求項8] 前記第1導体の前記面積割合が1水準以上となるように、前記第1絶縁被覆心、前記第2絶縁被覆心および前記第3絶縁被覆心のうち、前記第1絶縁被覆心および前記第2絶縁被覆心の少なくとも一方の絶縁被覆心を含めて複数本撚り合わせてなる1以上の複合撚線と、  
該複合撚線を含むように絶縁被覆するシースと  
を備える1以上のケーブルで構成されている、請求項3～7のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[請求項9] 前記特定アルミニウム合金材は、質量%で、Mg : 0.2～1.8%、Si : 0.2～2.0%、Fe : 0.01～1.5%、ならびにCu、Ag、Zn、Ni、Co、Au、Mn、Cr、V、Zr、TiおよびSnの群から選択される1種以上の元素：合計で0.00～2.00%を含有し、残部がAlおよび不可避不純物からなる合金組成を有する、請求項1～8のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[請求項10] 前記可動ケーブルがエレベータケーブルである、請求項1～9のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

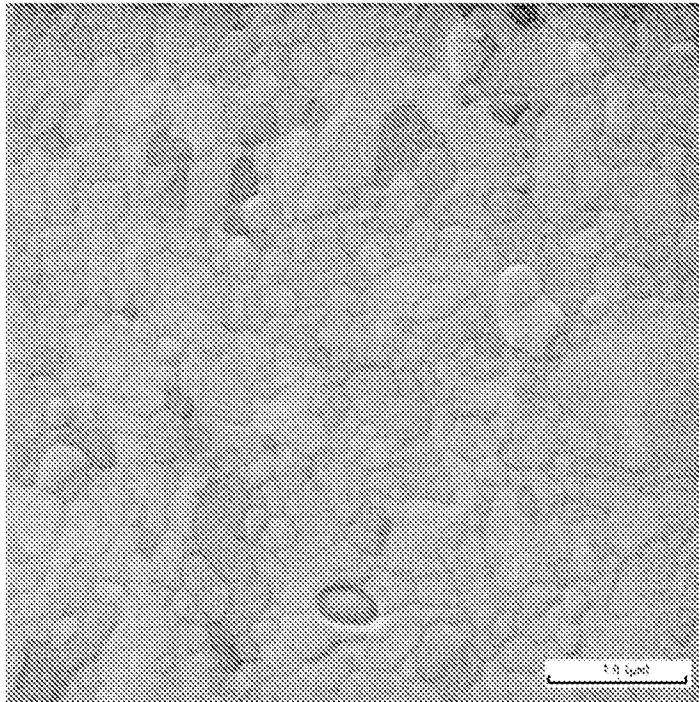
[請求項11] 前記可動ケーブルがロボットケーブルである、請求項1～9のいずれか1項に記載の可動ケーブル。

[請求項12] 前記可動ケーブルがキャブタイヤケーブルである、請求項1～9の

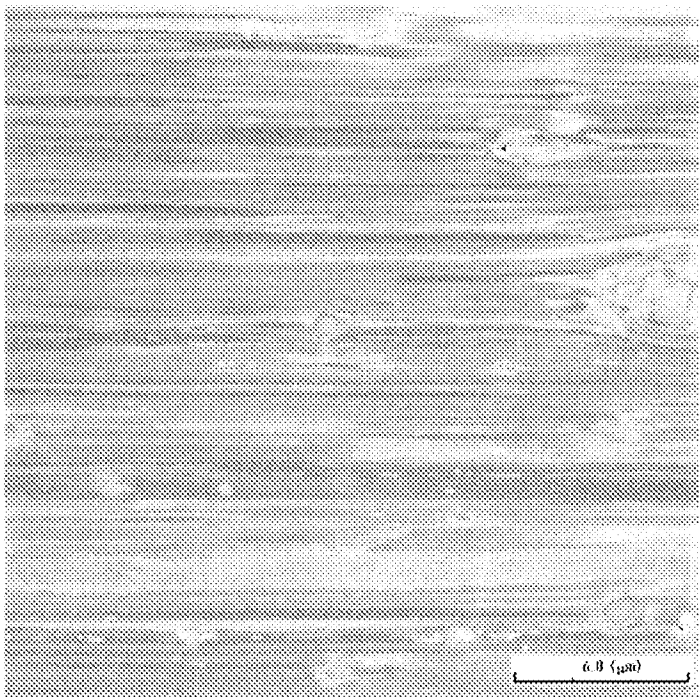
いずれか 1 項に記載の可動ケーブル。

[図1]

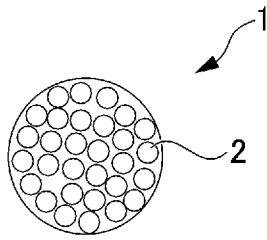
(a)



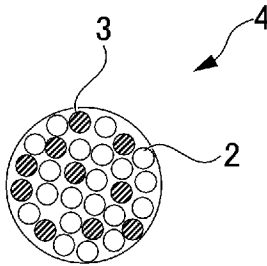
(b)



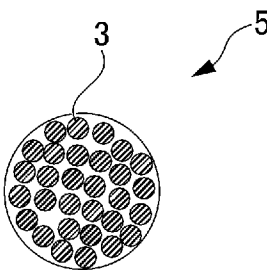
[図2]



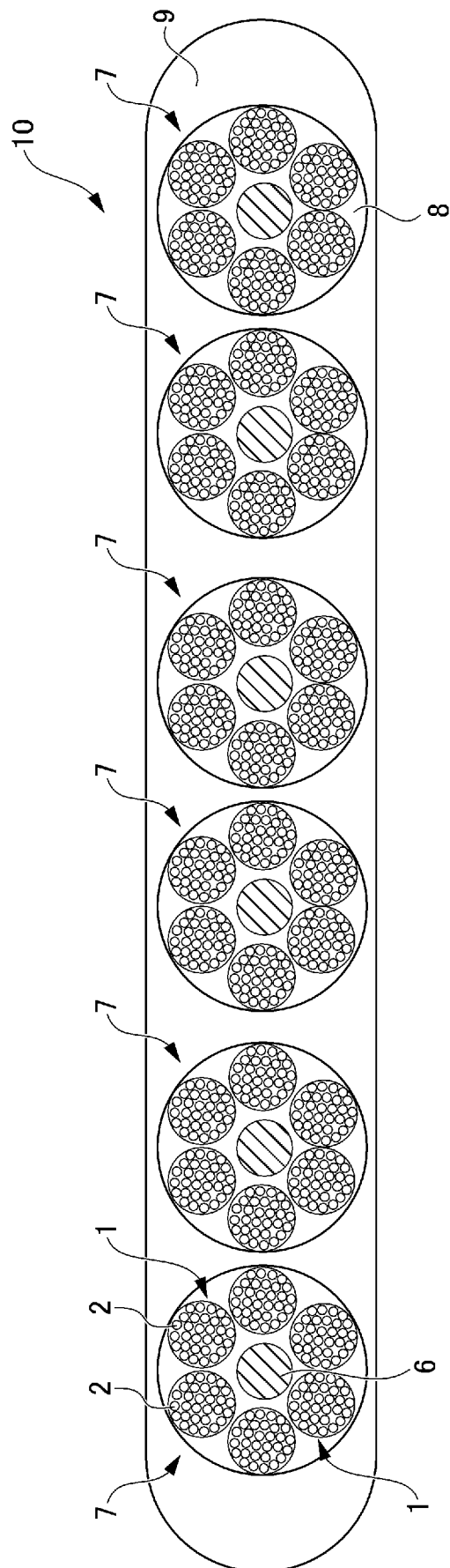
[図3]



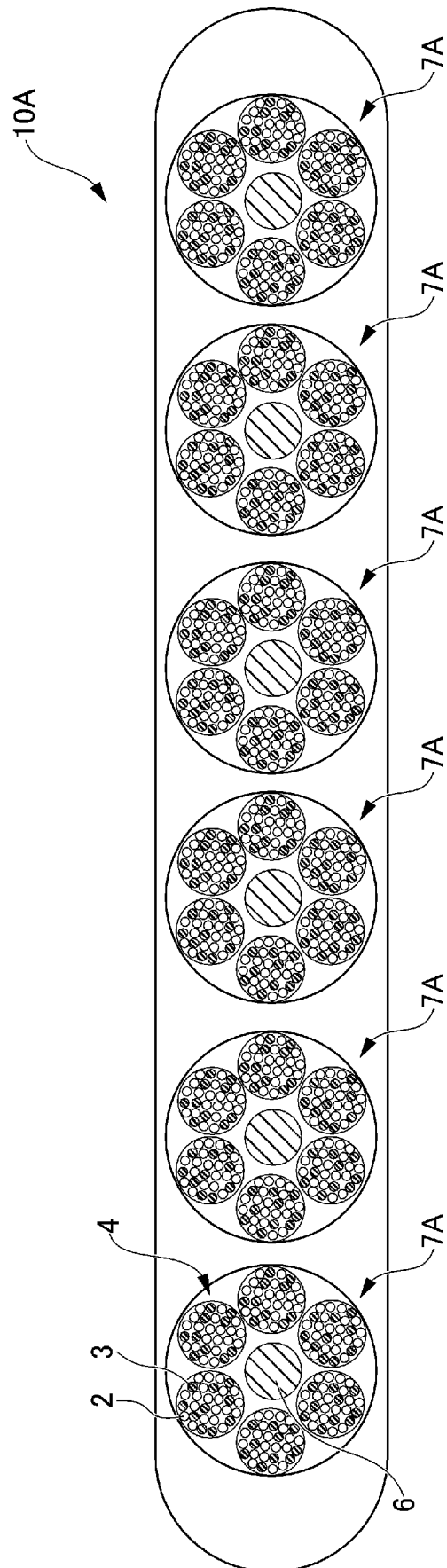
[図4]



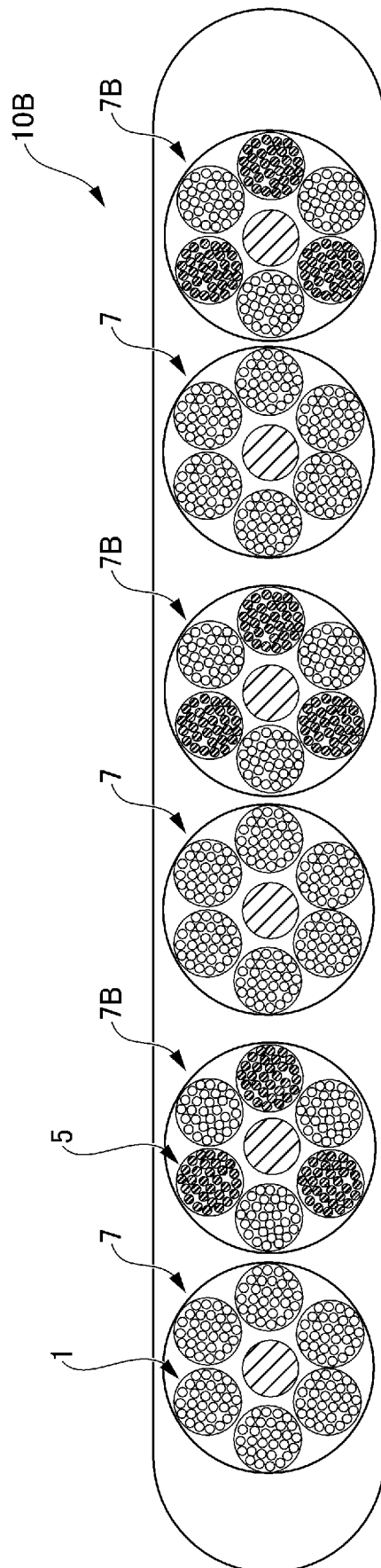
[図5]



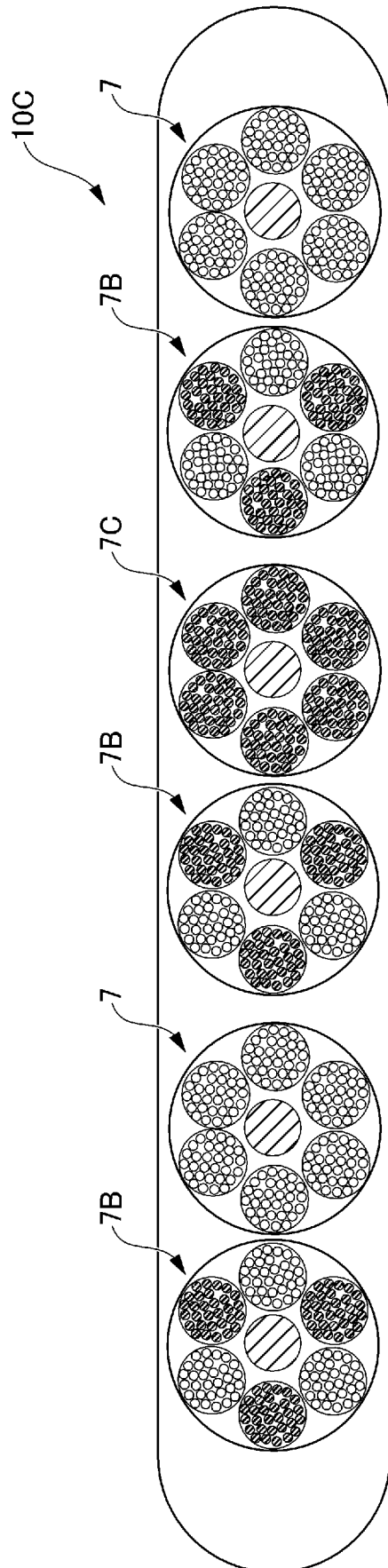
[図6]



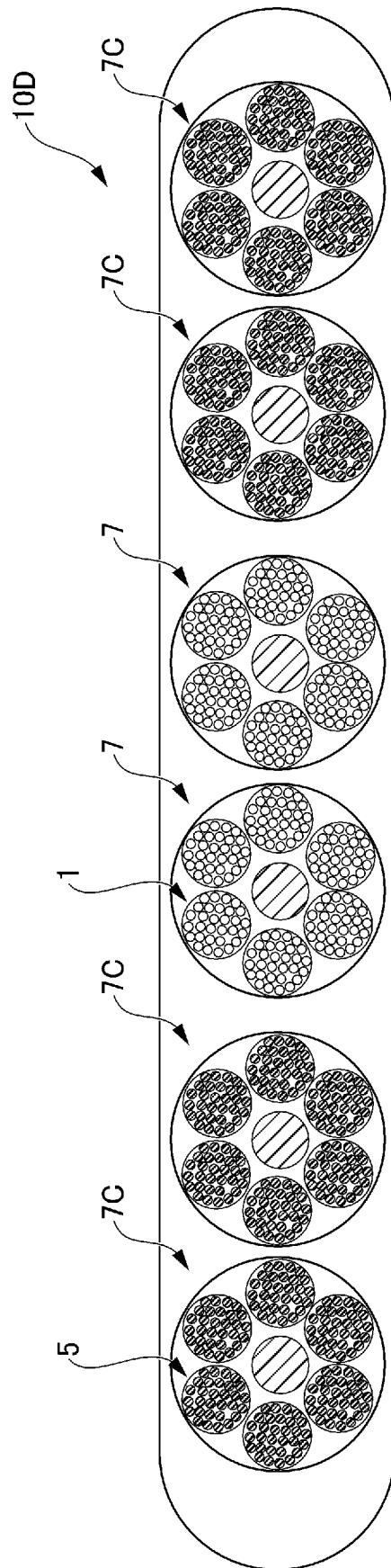
[図7]



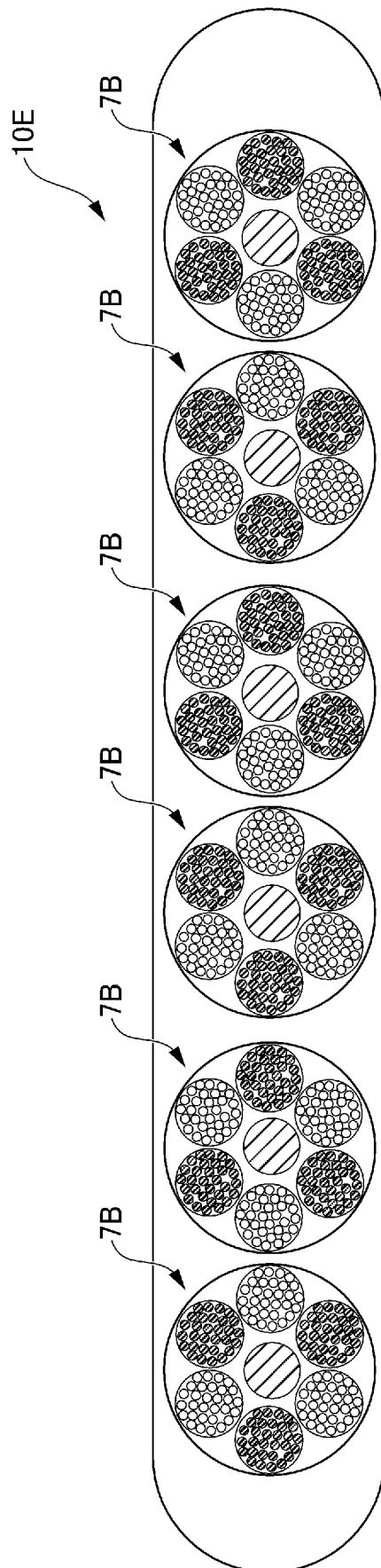
[8]



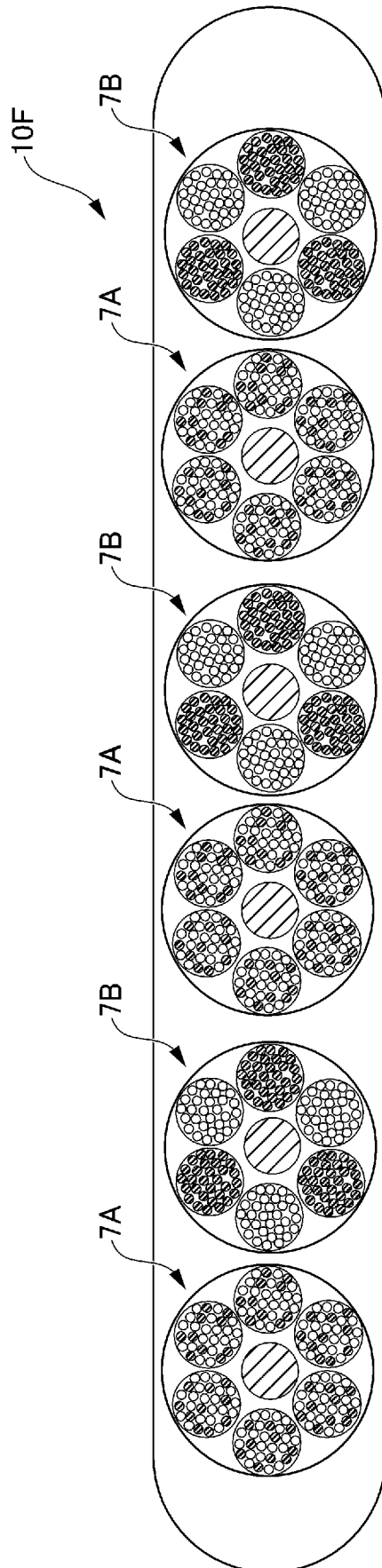
[図9]



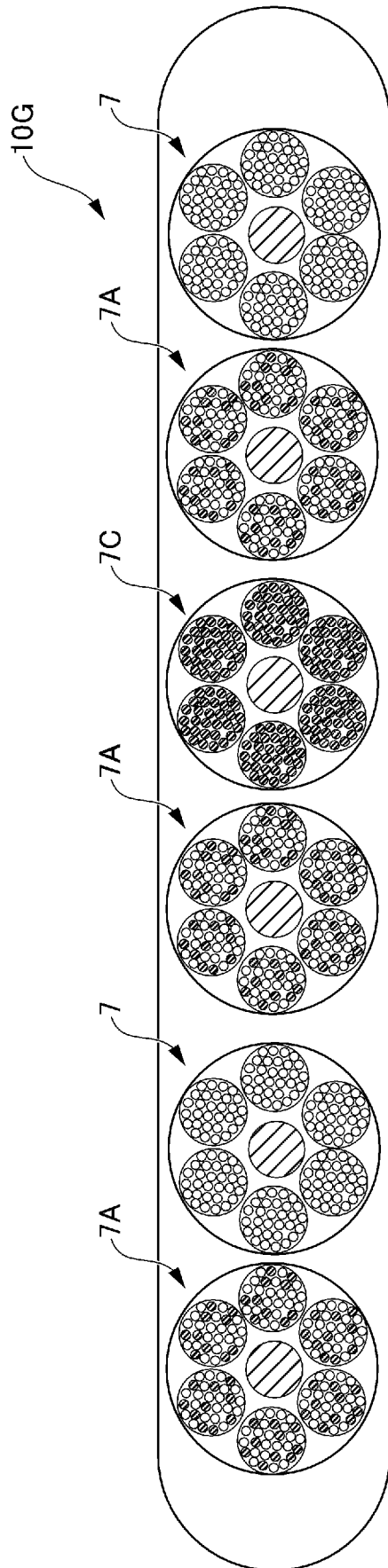
[図10]



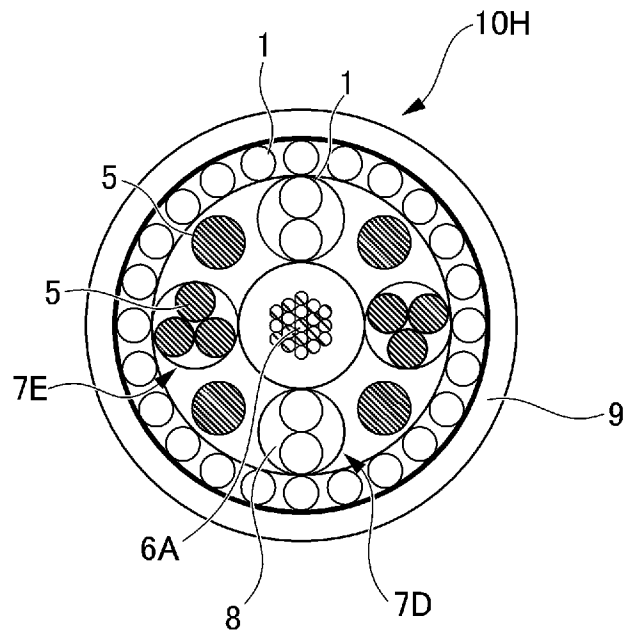
[図11]



[図12]



[図13]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/045039

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, H01B1/02(2006.01)i, H01B5/08(2006.01)i,  
H01B7/04(2006.01)i, H01B7/08(2006.01)i, C22F1/04(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. C22C21/00-21/18, H01B1/02, H01B5/08, H01B7/04, H01B7/08,  
C22F1/04-1/057

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	WO 2013/146762 A1 (DYDEN CORPORATION) 03 October 2013, claims, paragraphs [0079]-[0082], table 3, fig. 1 & JP 2016-180186 A	1-12
A	JP 2010-280969 A (FUJIKURA LTD.) 16 December 2010, claims, paragraphs [0032]-[0033], table 1 (Family: none)	1-12

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  
27 February 2019 (27.02.2019)

Date of mailing of the international search report  
12 March 2019 (12.03.2019)

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/JP2018/045039

## 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 2004-134212 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 30 April 2004, claims, paragraph [0017], table 1 (Family: none)	1-12
A	JP 2013-235704 A (HITACHI CABLE, LTD.) 21 November 2013, paragraphs [0025]-[0028], [0033], fig. 1, 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2006-196375 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 27 July 2006, claims, fig. 1, 2 (Family: none)	1-12
P, A	JP 6356365 B2 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 11 July 2018, claims & WO 2018/012482 A1	1-12
P, A	JP 6410967 B2 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 24 October 2018, claims & WO 2018/012481 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, H01B1/02(2006.01)i, H01B5/08(2006.01)i, H01B7/04(2006.01)i, H01B7/08(2006.01)i, C22F1/04(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. C22C21/00-21/18, H01B1/02, H01B5/08, H01B7/04, H01B7/08, C22F1/04-1/057			
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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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	WO 2013/146762 A1（大電株式会社）2013.10.03, 請求の範囲, [0079] - [0082], 表3, 図1 & JP 2016-180186 A	1-12	
A	JP 2010-280969 A（株式会社フジクラ）2010.12.16, 特許請求の範囲, [0032] - [0033], 表1 (ファミリーなし)	1-12	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 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 27.02.2019		国際調査報告の発送日 12.03.2019	
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） 鈴木 毅	4K   9154
		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 2004-134212 A (古河電気工業株式会社) 2004. 04. 30, 特許請求の範囲, [0017], 表1 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2013-235704 A (日立電線株式会社) 2013. 11. 21, [0025] - [0028], [0033], 図1, 図2 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2006-196375 A (中国電力株式会社) 2006. 07. 27, 特許請求の範囲, 図1, 図2 (ファミリーなし)	1-12
P, A	JP 6356365 B2 (古河電気工業株式会社) 2018. 07. 11, 特許請求の範囲 & WO 2018/012482 A1	1-12
P, A	JP 6410967 B2 (古河電気工業株式会社) 2018. 10. 24, 特許請求の範囲 & WO 2018/012481 A1	1-12