

(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
2016年6月30日(30.06.2016)

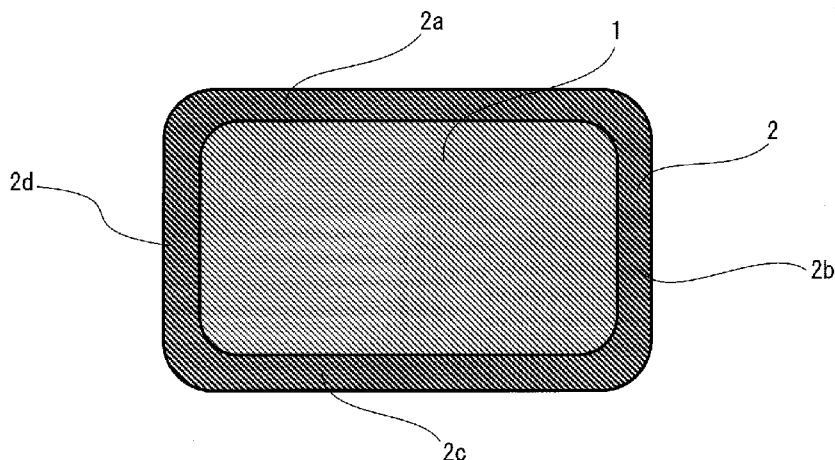


(10) 国際公開番号
WO 2016/103803 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 7/02 (2006.01) H01F 5/06 (2006.01)
H01B 7/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/075972
 - (22) 国際出願日: 2015年9月14日(14.09.2015)
 - (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 2014-265390 2014年12月26日(26.12.2014) 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2丁目2番3号 Tokyo (JP). 古河マグネットワイヤ株式会社(FURUKAWA MAGNET WIRE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 八本 智子(YAMOTO, Satoko); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 福田 秀雄(FUKUDA, Hideo); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 大矢 真(OYA, Makoto); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 池田 佳祐(IKEDA, Keisuke); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 飯田 敏三, 外(IIDA, Toshizo et al.); 〒1050004 東京都港区新橋3丁目1番10号 石井ビル3階 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: INSULATED ELECTRIC WIRE AND COIL

(54) 発明の名称: 絶縁電線およびコイル



(57) Abstract: This insulated electric wire comprises a thermoplastic resin layer over a rectangular conductor. The strength of tight contact between the thermoplastic resin layer and the rectangular conductor at a pair of opposing sides of the rectangular conductor is different from the strength of tight contact between the thermoplastic resin layer and the rectangular conductor at the other pair of opposing sides of the rectangular conductor.

(57) 要約: 平角導体上に熱可塑性樹脂層を有し、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度とが互いに異なる絶縁電線。



WO 2016/103803 A1

明 細 書

発明の名称：絶縁電線およびコイル

技術分野

[0001] 本発明は、絶縁電線およびコイルに関する。

背景技術

[0002] モーターや変圧器に代表される電気機器は近年、機器の小型化及び高性能化が進展している。そこで、絶縁電線を巻線加工（コイル加工）して、電線を非常に狭い部分へ押しこんで使用する様な使い方が多く見られるようになった。具体的には、絶縁電線をコイル加工した巻線をステータスロット中に何本入れられるかにより、そのモーターなどの回転機の性能が決定するといっても過言ではない。その結果、ステータスロット断面積に対する導体の断面積の比率（占積率）の向上に対する要求が非常に高まっている。

[0003] 占積率を向上させる手段として、断面が略矩形状の平角導体（以下、単に「平角導体」または「導体」という。）が使用されている。平角導体を用いて小型のコイルを作製する場合、占積率を向上させるため、導体のコーナー部の曲率半径が小さい絶縁電線をエッジワイズに小径のコアに巻線加工することにより小型のコイルを作製する。このようなエッジワイズ巻きコイルでは、絶縁電線にかかる負荷が非常に大きい。そのため、絶縁電線の機械的特性のさらなる向上が求められる。

[0004] 絶縁電線の機械的特性を向上させる手段として、導体と絶縁被覆との密着性を向上させる試みがなされている。例えば、特許文献1には、予め加熱された導体に絶縁被覆を形成することで、絶縁被覆の導体に対する密着性を高め、力学的特性を向上させた絶縁電線が開示されている。また、特許文献2では、基材表面に粘弾性体層を有することにより被覆材と導体との密着性を向上させた被覆平角電線が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-103045号公報

特許文献2：特開2013-20726号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献1および2に記載の従来技術では、導体の2つの対向する辺に対し、等しく導体との密着強度を向上させた絶縁被覆層が形成されている。このような絶縁被覆層を有する絶縁電線をコイル加工する際、絶縁電線どうしが強固に擦れ合うことにより、破断伸びを超える力がかかると、導体の全ての辺に等しい密着強度で絶縁被覆層が固定されていることが、絶縁被覆層に剥離や亀裂を生じさせる誘因となることを見出した。

本発明は、絶縁被覆層の導体への密着性に優れ、かつ、コイルに加工する際に絶縁被覆層の剥離や亀裂が抑制される絶縁電線および該絶縁電線を用いたコイルを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、上記の従来技術が有する問題を解決するため鋭意検討した結果、平角導体を用い、該平角導体の1対の対向する辺に対する絶縁被覆層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する絶縁被覆層と該平角導体との密着強度とを特定の関係に設定することにより、絶縁電線をコイルに加工する際に絶縁被覆の剥離や割れが発生するのを抑制できるという知見を得た。本発明は、この知見に基づきなされたものである。

[0008] すなわち、本発明の上記課題は、以下の手段によって達成された。

(1) 平角導体上に熱可塑性樹脂層を有し、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度とが互いに異なる絶縁電線。

(2) 前記平角導体の1対の対向する辺に対する前記熱可塑性樹脂層と前記

平角導体との密着強度と、前記平角導体の他の1対の対向する辺に対する前記熱可塑性樹脂層と前記平角導体との密着強度との差が $5\text{ g f / mm} \sim 100\text{ g f / mm}$ であることを特徴とする(1)に記載の絶縁電線。

(3) 前記密着強度の差が $10\text{ g f / mm} \sim 50\text{ g f / mm}$ であることを特徴とする(1)または(2)に記載の絶縁電線。

(4) 前記熱可塑性樹脂層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリケトン、ポリフェニレンサルファイドおよび熱可塑性ポリイミドからなる群から選択される少なくとも1種であることを特徴とする(1)～(3)のいずれか1項に記載の絶縁電線。

(5) 前記平角導体が、銅、無酸素銅および銅合金からなることを特徴とする(1)～(4)のいずれか1項に記載の絶縁電線。

(6) 前記(1)～(5)のいずれか1項に記載の絶縁電線が、巻線加工されたことを特徴とするコイル。

[0009] 本発明の説明において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

また、本発明の絶縁電線において、導体の「辺」とは後述の曲率半径を有する導体のコーナー部以外の辺の部分の意味する。

また、本発明の絶縁電線において、「導体のコーナー部」とは、所定の曲率半径で形成された導体の曲部を意味する。

また、本発明の絶縁電線において、「平角導体」とは、横断面がコーナー部に後述の曲率半径を有する略長方形の導体および横断面がコーナー部に後述の曲率半径を有する略正方形の導体の両方を含む意味である。

発明の効果

[0010] 本発明の絶縁電線は、絶縁被覆層の導体への密着性に優れ、コイルに加工する際に絶縁被覆層の剥離や割れが抑制される。また、前記本発明の絶縁電線を巻線加工して作成した本発明のコイルは、巻線加工時の曲げ加工に起因する絶縁被覆層の剥離や割れが防止される。

本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記

の記載からより明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は、本発明の絶縁電線の一態様の模式的な断面図である。
- [図2]図2は、本発明の絶縁電線の別の態様の模式的な断面図である。
- [図3]図3(a)は、実施例における電線引き抜き試験で使用するジグの模式図である。図3(b)は、ジグに実施例で作成した電線試料を通した状態でのジグの縦断面の模式図である。

発明を実施するための形態

- [0012] <<絶縁電線>>

本発明の絶縁電線は、断面における4つのコーナ一部が曲率半径 r を有する平角導体上に、熱可塑性樹脂層を有する。本発明の絶縁電線は、平角導体上に熱可塑性樹脂層を有し、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度が異なる。

なお、平角導体のコーナ一部に対する熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度は、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度のうち、どちらの密着強度と同じであってもよく、小さい方の密着強度と同じであることが好ましい。

- [0013] 図1は、本発明の一態様として、略長方形の平角導体を有する絶縁電線の模式的な断面図を表している。

以下、導体が略長方形である場合、2組の1対の対向する辺のうち、長い方を長辺、短い方を短辺ということもある。

図1を参照して本発明の絶縁電線の実施態様を説明すると、図1は、平角導体1の短辺と熱可塑性樹脂層2との界面の密着状態がミクロ的に不均一であることなどにより、密着強度が低くなっている。平角導体1の長辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1との密着強度が、平角導体1の短辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1に対する密着強度よりも大きくなっている

。このように密着強度を制御した絶縁電線の作製方法については後述する。

[0014] 図1において、熱可塑性樹脂層2の右側面部2bと左側面部2dの密着強度は互いに同じでも異なってもよいが、同じであることが好ましい。また、熱可塑性樹脂層2の上部2aと下部2cの密着強度は互いに同じでも異なってもよいが、同じであることが好ましい。

熱可塑性樹脂層2の右側面部2bと左側面部2dの密着強度が異なり、および／または熱可塑性樹脂層2の上部2aと下部2cの密着強度が異なる場合、「1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度」とは対向する2つの辺における密着強度の平均値をいう。

[0015] 図2は、図1とは別の本発明の一態様として、略長方形の平角導体を有する絶縁電線の模式的な断面図を表している。

図2を参照して本発明の絶縁電線の実施態様を説明すると、平角導体1の長辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1との密着強度が、平角導体1の短辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1に対する密着強度よりも小さくする。この密着強度の大小関係以外は図1と同様である。

以下、導体から順に説明する。

[0016] <導体>

本発明に用いる導体としては、通常、絶縁電線で用いられているものを使用することができる。このような導体としては、導電性を有する金属で構成され、その材質は導電性を有するものであればよく、例えばアルミニウムもしくはアルミニウム合金、又は銅もしくは銅合金が挙げられる。平角導体がアルミニウム合金で構成される場合、低強度ではあるがアルミニウム比率が高い1000系や、Al-Mg-Si系合金、例えば6000系アルミニウム合金の6101合金が挙げられる。アルミニウム又はアルミニウム合金は、その導電率が銅又は銅合金の約2/3である。しかし、比重は約1/3であることから、コイルを軽量化することができ、車両の軽量化、燃費向上に寄与することができる。平角導体が銅又は銅合金で構成される場合、一般的に絶縁電線で用いられているものを使用することができる。本発明に用いる

導体として好ましくは、銅線であり、より好ましくは、酸素含有量が30 ppm以下の低酸素銅、さらに好ましくは20 ppm以下の低酸素銅または無酸素銅の導体である。酸素含有量が30 ppm以下であれば、導体を溶接するために熱で溶融させた場合、溶接部分に含有酸素に起因するボイドの発生がなく、溶接部分の電気抵抗が悪化することを防止するとともに溶接部分の強度を保持することができる。

[0017] 本発明で使用する導体は、断面形状が、平角形状である。平角形状の導体は円形のものと比較し、巻線時に、ステータースロットに対する占積率が高い。従って、このような用途に好ましい。

平角形状の導体は、角部からの部分放電を抑制するという点において、図1および2に示すように4隅に面取り（曲率半径 r ）を設けた形状であることが好ましい。曲率半径 r は、0.6 mm以下が好ましく、0.2~0.4 mmの範囲がより好ましい。

導体の断面の大きさは、特に限定はないが、1対の対向する辺の長さは1~5 mmが好ましく、1.4~4.0 mmがより好ましい。一方、他の1対の対向する辺の長さは0.4~3.0 mmが好ましく、0.5~2.5 mmがより好ましい。1対の対向する辺の長さの割合は、1:1~4:1が好ましい。

[0018] <熱可塑性樹脂層>

本発明では、平角導体上に熱可塑性樹脂で構成される熱可塑性樹脂層を少なくとも1層有する。

[0019] 本発明の絶縁電線において、熱可塑性樹脂層に用いることができる熱可塑性樹脂としては、ポリアミド（PA）（ナイロン）、ポリアセタール（POM）、ポリカーボネート（PC）、ポリフェニレンエーテル（変性ポリフェニレンエーテルを含む）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、超高分子量ポリエチレン等の汎用エンジニアリングプラスチックの他、ポリスルホン（PSF）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリフェニレンス

ルフィド（PPS）、ポリアリレート（Uポリマー）、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体（ETFE）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、熱可塑性ポリイミド樹脂（TPI）、ポリアミドイミド（PAI）、液晶ポリエステル等のスーパーエンジニアリングプラスチック、さらに、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）をベース樹脂とするポリマーアロイ、ABS／ポリカーボネート、ナイロン6，6、芳香族ポリアミド樹脂、ポリフェニレンエーテル／ナイロン6，6、ポリフェニレンエーテル／ポリスチレン、ポリブチレンテレフタレート／ポリカーボネート等の前記エンジニアリングプラスチックを含むポリマーアロイが挙げられる。本発明においては、耐熱性と耐ストレスクラック性の点において、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）（変性PEEKを含む）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）を特に好ましく用いることができる。これらの熱可塑性樹脂は1種単独で用いても良く、また、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、上記に示した樹脂名によって使用樹脂が限定されるものではなく、先に列挙した樹脂以外にも、それらの樹脂より性能的に優れる樹脂であれば使用可能であるのは勿論である。

[0020] これらのうち結晶性熱可塑性樹脂は、例えば、ポリアミド（PA）、ポリアセタール（POM）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、超高分子量ポリエチレン等の汎用エンジニアリングプラスチック、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）（変性PEEKを含む）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）および熱可塑性ポリイミド樹脂（TPI）が挙げられる。

[0021] 本発明の絶縁電線において、熱可塑性樹脂層に用いることができる熱可塑性樹脂の具体例としては、例えば、PEEKとしてビクトレックスジャパン社製のPEEK381G（商品名）、変性PEEKとしてソルベイ社製のアバスパイアAV-650（商品名）またはAV-651（商品名）、TPUとして三井化学社製のオーラムPL450C（商品名）、PPSとしてポリプラスチックス社製のジュラファイド0220A9（商品名）またはDIC社製のPPS FZ-2100（商品名）、SPSとして出光興産株式会社製：ザレックS105（商品名）、PAとしてナイロン6,6（ユニチカ社製：FDK-1（商品名））、ナイロン4,6（ユニチカ株式会社製：F-5000（商品名））、ナイロン6,T（三井石油化学株式会社製：アーレンAE-420（商品名））、ナイロン9,T（クラレ株式会社製：ジェネスタN1006D（商品名））、PESとして住友化学株式会社製のスミカエクスセル3600G（商品名）、PEIとしてサビックイノベティブプラスチックス社製のウルテム1000（商品名）、PETとして帝人化成社製のTR-8550T1（商品名）等の市販品を挙げることができる。

[0022] なかでも、熱可塑性樹脂層に用いる樹脂は、耐熱老化特性および耐溶剤性を考慮すると結晶性の熱可塑性樹脂が好ましく、その中でもPEEK、PPS、TPUが特に好ましい。

[0023] なお、本明細書において、「結晶性」とは結晶化に好都合な環境下で、高分子の鎖の少なくとも一部に規則正しく配列された結晶組織を持つことができる特性をいう。これに対して、「非晶性」とはほとんど結晶構造を持たない無定形状態を保つことをいい、硬化時に高分子の鎖がランダムな状態になる特性をいう。

[0024] なお、使用する熱可塑性樹脂は、1種のみを単独で用いてもよく、2種以上を混合して使用してもよい。また、熱可塑性樹脂が複数層の場合、各層で互いに異なった熱可塑性樹脂を用いてもよく、さらに異なった混合比率で熱可塑性樹脂を使用してもよい。

2種の熱可塑性樹脂を混合して使用する場合は、例えば両者をポリマーア

ロイ化して相溶型の均一な混合物として使用するか、非相溶系のブレンドを、相溶化剤を用いて相溶状態を形成して使用することができる。

[0025] 本発明では、前記熱可塑性樹脂層の厚さは、10～100 μm が好ましく、20～50 μm がより好ましい。

前記熱可塑性樹脂層の厚さが厚すぎると、密着強度が同等でも剥離しない場合があるので特に100 μm 以下の厚みにおいて効果が期待できる。また前記熱可塑性樹脂層の厚さが薄すぎると、絶縁破壊電圧が低すぎる為コイル用絶縁電線には適さない。

[0026] 本発明においては、特性に影響を及ぼさない範囲で、熱可塑性樹脂層を得る原料に、結晶化核剤、結晶化促進剤、気泡化核剤、酸化防止剤、帯電防止剤、紫外線防止剤、光安定剤、蛍光増白剤、顔料、染料、相溶化剤、滑剤、強化剤、難燃剤、架橋剤、架橋助剤、可塑剤、増粘剤、減粘剤、およびエラストマー等の各種添加剤を配合してもよい。また、得られる絶縁電線に、これらの添加剤を含有する樹脂からなる層を積層してもよいし、これらの添加剤を含有する塗料をコーティングしてもよい。

[0027] <密着強度>

上述のように、本発明の絶縁電線は、平角導体上に熱可塑性樹脂層を有し、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度とが異なる。以下、図1を参照して本発明の作用効果について説明する。

図1において、上述のとおり、平角導体1の長辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1との密着強度が、平角導体1の短辺における熱可塑性樹脂層2の平角導体1に対する密着強度よりも大きくなっている。このような本発明の絶縁電線は、コイル加工時に熱可塑性樹脂層2の右側面部2bと左側面部2dはずりの力がかかると絶縁被覆層直下に、絶縁電線の性能に影響を与えない程度の微小な空隙が発生してずれるため、図1に記載の本発明の絶縁電線は、熱可塑性樹脂層2の破断伸びを超える変形を吸収して絶縁被覆層に

剥離や割れが生じるのを抑止できる。

ここで、本発明の絶縁電線において、上記「空隙」と異なり、「剥離」が発生すると実用上使用できない程絶縁電線としての性能が低下する。

なお、本発明において、平角導体が略長方形である場合、長辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度が平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度とが異なればよく、どちらが大きくてもよい。

[0028] 本発明において、平角導体の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度と、平角導体の他の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度との差は、 $5\text{ gf/mm} \sim 100\text{ gf/mm}$ が好ましく、 $10\text{ gf/mm} \sim 50\text{ gf/mm}$ がより好ましく、 $20\text{ gf/mm} \sim 40\text{ gf/mm}$ が特に好ましい。

[0029] 本発明において、平角導体の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度は特に制限されないが、 $5\text{ gf/mm} \sim 120\text{ gf/mm}$ の範囲内にあることが好ましく、 $5\text{ gf/mm} \sim 100\text{ gf/mm}$ の範囲内にあることがより好ましい。一方、平角導体の他の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度は特に制限されないが、 $5\text{ gf/mm} \sim 120\text{ gf/mm}$ の範囲内にあることが好ましく、 $5\text{ gf/mm} \sim 100\text{ gf/mm}$ の範囲内にあることがより好ましい。

熱可塑性樹脂層の破断伸びを超える変形を吸収するという観点から、密着強度の差および密着強度が上記範囲内にあることが好ましい。

なお、密着強度の測定法は後述する。

[0030] <<絶縁電線の作製方法>>

絶縁電線の作製方法は、密着強度が本発明の規定を満たすようにできるものであれば特に制限されないが、例えば、下記の制御による作製方法が挙げられる。

[0031] (1) 導体の表面粗度の違いを利用した作製方法

レーザ又はプラズマ照射により、熱可塑性樹脂層との密着強度を小さくする方の平角導体の1対の対向する辺の表面に凹凸を設ける。凹凸を設けた後

に熱可塑性樹脂を押し出し被覆することにより、凹凸を設けなかった平角導体の1対の対向する辺に対する密着強度が、凹凸を設けた平角導体の1対の対向する辺に対する密着強度よりも大きい絶縁電線を得ることができる。

(2) 導体表面の温度の違いを利用した作製方法

予め加熱した平角導体に熱可塑性樹脂を押し出し被覆することにより絶縁電線を作製する。

平角導体の加熱は、電熱線を内側に備えた管の中を通すことにより行う。例えば、横断面が長方形の管を用いることにより、平角導体の1対の対向する辺と電熱線との距離と、平角導体の他の1対の対向する辺と電熱線との距離は異なる。これらの距離が互いに異なることにより、平角導体の1対の対向する辺の表面温度と平角導体の他の1対の対向する辺の表面温度とを相違させることができる。このように表面温度が調節された平角導体に熱可塑性樹脂を押し出し被覆することにより平角導体の1対の対向する辺に対する密着強度と、平角導体の他の1対の対向する辺に対する密着強度とが異なる絶縁電線を得ることができる。

[0032] 本発明の絶縁電線は、前記特徴を有しているから、各種電気機器（電子機器ともいう。）等、耐電圧性や耐熱性を必要とする分野に利用可能である。例えば、本発明の絶縁電線はコイル加工してモーターやトランスなどに用いられ、高性能の電気機器を構成できる。特にHV（ハイブリッドカー）やEV（電気自動車）の駆動モーター用の巻線として好適に用いられる。このように、本発明によれば、上記の絶縁電線をコイル化して用いた、電気機器、特にHVおよびEVの駆動モーターを提供できる。なお、本発明の絶縁電線がモーターコイルに用いられる場合にはモーターコイル用絶縁電線とも称する。

実施例

[0033] 以下に、本発明を実施例に基づいて、さらに詳細に説明するが、これらは本発明を制限するものではない。

[0034] [実施例1]

図2に示す絶縁電線を製造した。

導体1には断面平角（長辺3.0mm×短辺1.7mmで、四隅の面取りの曲率半径 $r = 0.3$ mm）の平角導体（酸素含有量5ppmの銅）を用いた。

電熱線を内側に備えた横断面が長方形の管を用いて、平角導体の短辺の表面の温度が、平角導体の長辺の表面の温度より高くなるように平角導体を加熱した。

この平角導体に、熱可塑性樹脂であるポリエーテルエーテルケトン（PEEK）（商品名：PEEK381G、ビクトレックスジャパン社製）を押出し被覆することにより、熱可塑性樹脂層2の平角導体の長辺に対する密着強度が、熱可塑性樹脂層2の平角導体の短辺に対する密着強度よりも小さいPEEK被覆導体からなる絶縁電線を得た。

PEEK被覆層の厚みは0.03mmであった。また、平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層2の右側面部22bと左側面部22dの密着強度の値は互いに同じであり、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層2の上部22aと下部22cの密着強度も互いに同じ値であった。また、平角導体のコーナ一部に対する熱可塑性樹脂層2の密着強度は、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層2の上部22aの密着強度と同じであった。

なお、密着強度の測定方法は後述する。

[0035] [実施例2～19、比較例1]

導体1として断面平角（長辺3.0mm×短辺1.7mmで、四隅の面取りの曲率半径 $r = 0.3$ mm）の平角導体（酸素含有量5ppmの銅）を用いた。熱可塑性樹脂層、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度、平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度を下記表1に記載されるようにした以外は、実施例1と同様にして、熱可塑性樹脂被覆導体からなる図1または図2に示す絶縁電線を得た。

なお、図1で表される絶縁電線において、平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層2の右側面部2bと左側面部2dの密着強度の値は互いに同じであり

、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層 2 の上部 2 a と下部 2 c の密着強度も互いに同じ値であった。また、平角導体のコーナー部に対する熱可塑性樹脂層 2 の密着強度は、平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層 2 の右側面部 2 b の密着強度と同じであった。

[0036] 一方、図 2 で表される絶縁電線において、平角導体の短辺に対する熱可塑性樹脂層 2 の右側面部 2 2 b と左側面部 2 2 d の密着強度の値は互いに同じであり、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層 2 の上部 2 2 a と下部 2 2 c の密着強度も互いに同じ値であった。また、平角導体のコーナー部に対する熱可塑性樹脂層 2 の密着強度は、平角導体の長辺に対する熱可塑性樹脂層 2 の上部 2 2 a の密着強度と同じであった。

[0037] (密着強度の測定法)

熱可塑性樹脂層を一部剥離した絶縁電線を引張試験機（島津製作所社製、装置名「オートグラフ A G - X」）にセットし、4 mm / m i n の速度で熱可塑性樹脂層を上方へ引き剥がした（180° 剥離）。その際に読み取った引張荷重を密着強度（g f / m m）とした。

[0038] 上記のようにして作製した各絶縁電線に対して、電線引き抜き試験を行った。

[0039] ー電線引き抜き試験（剥離および割れの評価）ー

図 3 で示す内部が空洞のジグ内に各絶縁電線を通し、端部を持ち引き抜き、引き抜き後の各絶縁電線を目視で確認し、絶縁層に皮膜の剥離もしくは亀裂（割れ）が発生したか否かを目視で確認した。具体的な試験方法を以下に記載する。

[0040] 各実施例および比較例で作成した絶縁電線から切り出した長さ 400 mm の電線試料を図 3（a）に示す内部が空洞のジグの 3 a 側から通しジグの 3 c 側から電線試料の一方の端部が 150 mm 出た状態で、ジグの 3 c 側が下になるように引張試験機（島津製作所社製、装置名「オートグラフ A G - X」）にジグと一緒にセットした。ジグの 3 c 側から出ている電線試料の 3 c 側の端部を 100 mm / m i n で 3 a から 3 c の方向に 3 b と平行に引っ張

り、電線試料とジグを接触（こすれ）させ、絶縁被覆層に剥離もしくは亀裂が発生したか否かを観察した。次に、3 aを下にして、上記と同様にジグの3 a側から150 mm出た状態の電線試料の3 a側の端部を引っ張り、電線試料とジグを接触させ、絶縁被覆層に剥離もしくは亀裂が発生したか否かを観察した。

さらに、電線試料をジグの3 a側から通しジグの3 c側から電線試料の一方の端部が150 mm電線試料が出た状態で、ジグの3 d側が下になるように引張試験機（島津製作所社製、装置名「オートグラフAG-X」）にジグと一緒にセットした。ジグの3 c側から出ている電線試料の3 c側の端部を100 mm/minで3 aから3 cの方向に3 bと平行に引っ張り、電線試料とジグを接触させ、絶縁被覆層に剥離もしくは亀裂が発生したか否かを観察した。次に、3 bを下にして、上記と同様にジグの3 a側から150 mm出た状態の電線試料の3 a側の端部を引っ張り、電線試料とジグを接触させ、絶縁被覆層に剥離もしくは亀裂が発生したか否かを観察した。

ここまでの工程を1回の引き抜き試験として、各電線試料につきこの引き抜き試験を4回繰り返し実施した。

[0041] 引き抜き試験を4回行って剥離もしくは割れのいずれも確認できなかった場合を「A」、3回引き抜きを行っても剥離もしくは割れのいずれも確認できなかった場合を「B」、2回引き抜きを行っても剥離もしくは割れのいずれも確認できなかった場合を「C」、1回引き抜きを行っても剥離もしくは割れのいずれも確認できなかった場合を「D」、1回引き抜きを行って剥離もしくは割れが確認できた場合を「E」とした。

「A」、「B」、「C」が合格であり、「D」、「E」が不合格である。
得られた結果を下記表1～3に示す。

[0042]

[表1]

評価項目	実施例 1		実施例 2		実施例 3		実施例 4		実施例 5		実施例 6		実施例 7		実施例 8	
	PEEK	0.03	PEEK	0.02	PEEK	0.03	PEEK	0.04	PPS	0.03	PPS	0.03	PPS	PPS	TPI	TPI
熱可塑性樹脂層の厚み	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20	30	30
熱可塑性樹脂層の厚み	70	80	80	80	40	40	35	40	40	40	120	120	70	70	40	40
長辺の密着強度	30	50	50	50	10	10	5	10	10	10	100	100	50	50	10	10
短辺の密着強度	343	343	343	343	343	343	343	343	280	280	280	280	280	280	388	388
密着強度の差	A	B	B	B	A	A	C	A	A	A	C	C	B	B	A	A
融点(°C)	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	実施例 22	比較例 1	比較例 2
電線引き抜き試験	TPI	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	PES	PEI	PET	PEEK	PEEK
熱可塑性樹脂層の厚み	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.1	0.03	0.05	0.05
熱可塑性樹脂層の厚み	30	70	80	40	35	40	35	40	35	40	120	70	20	20	70	70
長辺の密着強度	80	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20
短辺の密着強度	50	30	50	10	5	10	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50
密着強度の差	388	343	343	343	343	343	343	343	343	280	280	280	280	280	280	280
融点(°C)	B	A	B	A	B	A	A	C	C	A	A	A	C	C	B	B
電線引き抜き試験	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	実施例 22	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8	比較例 9	比較例 10
熱可塑性樹脂層	TPI	TPI	PEEK	PES	PEI	PET	PEEK	PEI	PEI	PEI	PEI	PEI	PEI	PEI	PEEK	PEEK
熱可塑性樹脂層の厚み	0.03	0.04	0.03	0.02	0.1	0.03	0.02	0.1	0.1	0.1	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05
長辺の密着強度	40	80	20	30	40	20	30	40	40	40	20	20	20	80	80	80
短辺の密着強度	30	30	100	70	30	100	70	30	30	30	100	100	100	80	80	80
密着強度の差	10	50	80	40	10	80	40	10	10	10	80	80	80	0	0	0
融点(°C)	388	388	343	-	-	343	-	-	-	-	260	260	260	343	343	343
電線引き抜き試験	A	B	C	B	B	C	B	B	B	B	C	C	C	E	E	E

注)「長辺部密着強度」「短辺部密着強度」「密着強度の差」の単位はいずれもgf/mmである。また、「熱可塑性樹脂層の厚み」の単位はmmである。

[0043] [表1注]

- PEEK : ビクトレックスジャパン社製のPEEK 381G (商品名)
- PPS : ポリプラスチックス社製のジュラファイド0220A9 (商品名)
- TPI : 三井化学社製のオーラムPL450C (商品名)
- PES : 住友化学株式会社製のスミカエクセル3600G (商品名)
- PEI : サビックイノベティブプラスチックス社製のウルテム1000 (商品名)

商品名)

P E T : 帝人化成社製の T R - 8 5 5 0 T 1 (商品名)

[0044] 平角導体の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度と、平角導体の他の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度とが異なる実施例1～22の絶縁電線は、電線引き抜き試験において全て合格レベルであった。これに対して、平角導体の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度と、平角導体の他の1対の対向する辺に対する熱可塑性樹脂層と平角導体との密着強度とが異なる比較例1は電線引き抜き試験において不合格であった。

さらに、実施例1～22の中でも、実施例1～3、5、7～12、14、16～18、20および21が、より高水準で機械的特性(電線引き抜き試験結果)を満たすことがわかる。

[0045] さらに、実施例1～22の絶縁電線について、下記2項目の試験を行った。

[0046] -キシレン浸漬後折り曲げ試験(耐溶剤性の評価)-

キシレン浸漬後の折り曲げ試験を次のように評価した。1%伸張した直線状の各絶縁電線をキシレン溶液に10秒浸漬させた。浸漬後取出し、絶縁電線を半径が2mmの鉄芯を軸に180°折り曲げ試験を行った。絶縁被覆層に剥離もしくは亀裂のいずれも確認できなかった場合を合格とし、剥離もしくは亀裂のいずれかが発生し目視で確認できた場合を不合格とした。

[0047] -耐熱老化特性の評価-

J I S C 3 2 1 6 - 6 「巻線試験方法-第1部:全般事項」の「3.耐熱衝撃(エナメル線及びテープ巻線に適用)」を参照して、1%伸張した直線の各絶縁電線を200℃の恒温槽内に500時間静置した後に、絶縁層に亀裂が発生しているか否かを目視にて確認した。亀裂が確認できなかった場合を合格とし、亀裂が確認できた場合を不合格とした。

[0048] 以上の試験結果において、実施例1～19の絶縁電線は、前記のように電線引き抜き試験が合格レベルであって、かつ、耐溶剤性および耐熱老化特性

にも優れた。また、実施例 20～22 の絶縁電線は、この耐溶剤性または耐熱老化特性のいずれかの結果が劣ったが、電線引き抜き試験の結果は合格レベルであった。

[0049] 上記の結果から、本発明の絶縁電線は、コイル、特にモーターコイルなどの電気・電子機器に好ましく適用できることがわかる。

[0050] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考える。

[0051] 本願は、2014年12月26日に日本国で特許出願された特願2014-265390に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

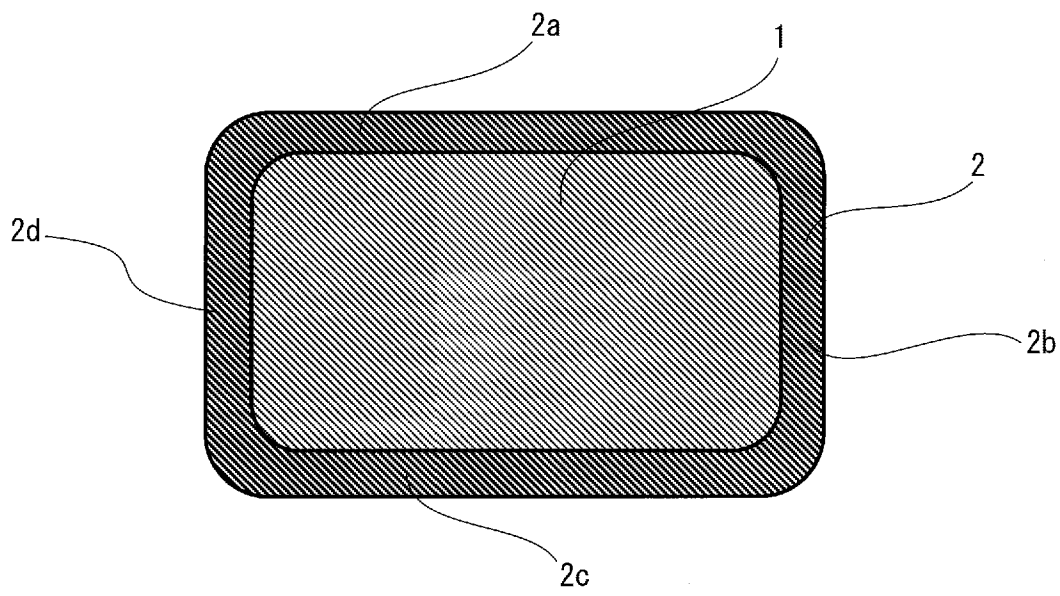
符号の説明

- [0052]
- 1 導体
 - 2 熱可塑性樹脂層
 - 2 a、2 2 a 熱可塑性樹脂層の平角導体上部に接する部分（上部）
 - 2 b、2 2 b 熱可塑性樹脂層の平角導体右側面部に接する部分（右側面部）
 - 2 c、2 2 c 熱可塑性樹脂層の平角導体下部に接する部分（下部）
 - 2 d、2 2 d 熱可塑性樹脂層の平角導体左側面部に接する部分（左側面部）
 - 3 a～3 d ジグの各側面
 - 4 電線試料

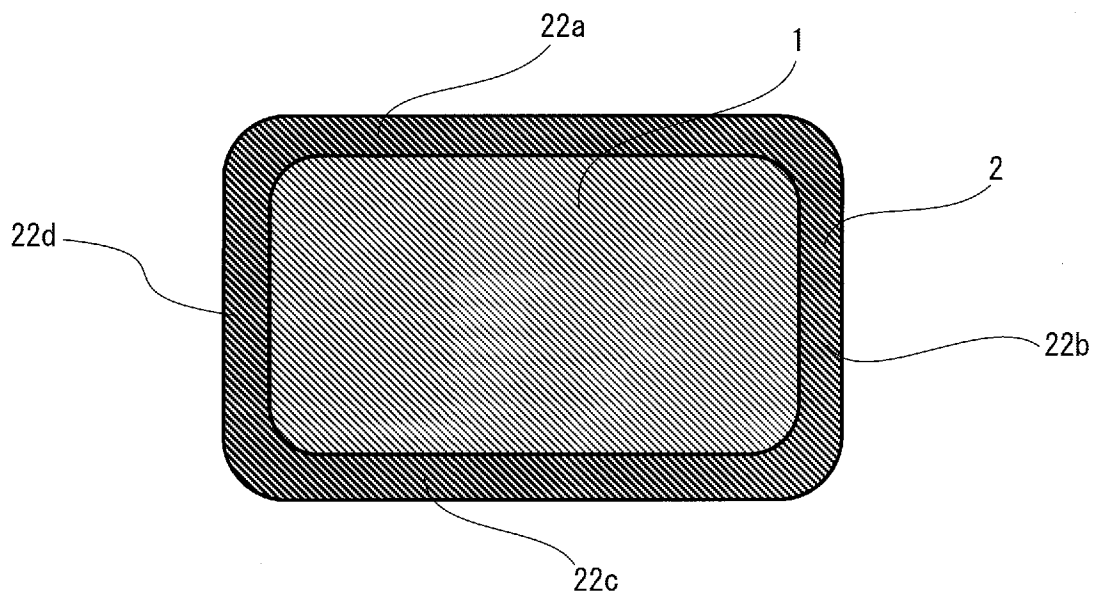
請求の範囲

- [請求項1] 平角導体上に熱可塑性樹脂層を有し、該平角導体の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層と該平角導体との密着強度と、該平角導体の他の1対の対向する辺に対する該熱可塑性樹脂層の該平角導体との密着強度とが互いに異なる絶縁電線。
- [請求項2] 前記平角導体の1対の対向する辺に対する前記熱可塑性樹脂層と前記平角導体との密着強度と、前記平角導体の他の1対の対向する辺に対する前記熱可塑性樹脂層と前記平角導体との密着強度との差が $5 \text{ gf/mm} \sim 100 \text{ gf/mm}$ であることを特徴とする請求項1に記載の絶縁電線。
- [請求項3] 前記密着強度の差が $10 \text{ gf/mm} \sim 50 \text{ gf/mm}$ であることを特徴とする請求項1または2に記載の絶縁電線。
- [請求項4] 前記熱可塑性樹脂層を構成する熱可塑性樹脂が、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリケトン、ポリフェニレンサルファイドおよび熱可塑性ポリイミドからなる群から選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の絶縁電線。
- [請求項5] 前記平角導体が、銅、無酸素銅および銅合金からなることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の絶縁電線。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載の絶縁電線が、巻線加工されたことを特徴とするコイル。

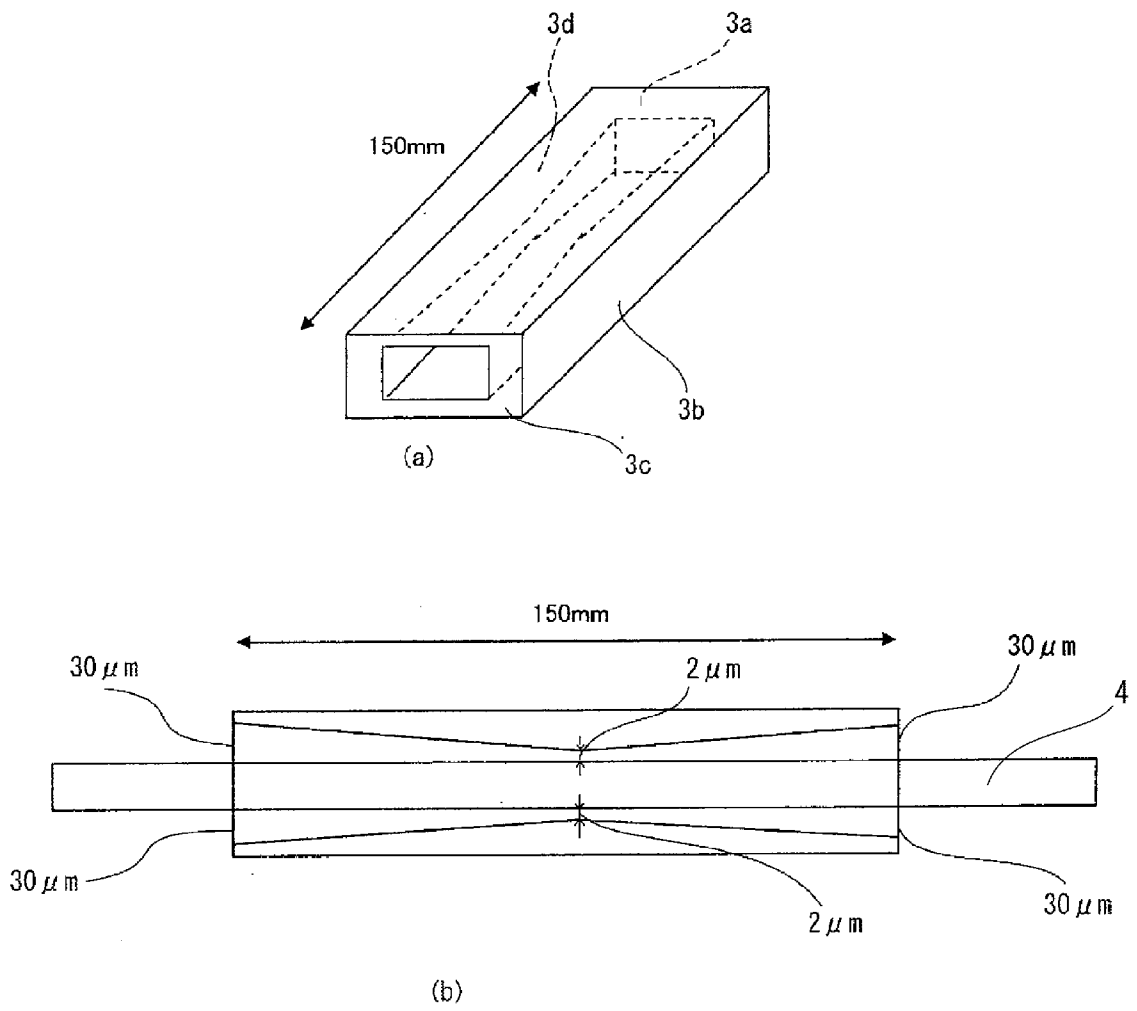
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/075972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01B7/02(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01F5/06(2006.01)i

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)
H01B7/02, H01B7/00, H01F5/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X A	JP 2014-103045 A (Hitachi Metals, Ltd.), 05 June 2014 (05.06.2014), paragraphs [0026], [0029] & CN 103839612 A	1, 3-6 2

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 October 2015 (22.10.15)	Date of mailing of the international search report 02 November 2015 (02.11.15)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01B7/02(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01F5/06(2006.01)i		
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. H01B7/02, H01B7/00, H01F5/06		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
X A	JP 2014-103045 A（日立金属株式会社）2014.06.05, 段落【0026】及び【0029】 & CN 103839612 A	1, 3-6 2
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		
<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 22.10.2015	国際調査報告の発送日 02.11.2015	
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） 和田 財太 電話番号 03-3581-1101 内線 3586	5 N 9 4 5 9