(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 2 月 4 日(04.02.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/017648 A1

(51) 国際特許分類:
H01B 7/02 (2006.01) *H01F 5/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/071397

(22) 国際出願日: 2015 年 7 月 28 日(28.07.2015)

(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 2014-158213 2014 年 8 月 1 日(01.08.2014) JP
特願 2014-208142 2014 年 10 月 9 日(09.10.2014) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP). 住友電エウインテック株式会社(SUMITOMO ELECTRIC WINTEC, INC.) [JP/JP]; 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田１０７４番地 Shiga (JP).

(72) 発明者: 齋藤 秀明(SAITO Hideaki); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 前田 修平(MAEDA Shuhei); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 菅原 潤(SUGAWARA Jun); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 吉田 健吾(YOSHIDA Kengo); 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田１０７４番地 住友電エウインテック株式会社内 Shiga (JP). 田村 康(TAMURA Yasushi); 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田１０７４番地 住友電エウインテック株式会社内 Shiga (JP). 山内 雅晃(YAMAUCHI Masaaki); 〒5291811 滋賀県甲賀市信楽町江田１０７４番地 住友電エウインテック株式会社内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 天野 一規(AMANO Kazunori); 〒6500025 兵庫県神戸市中央区相生町１丁目１番１８号 富士興業西元町ビル６階 天野特許事務所内 Hyogo (JP).

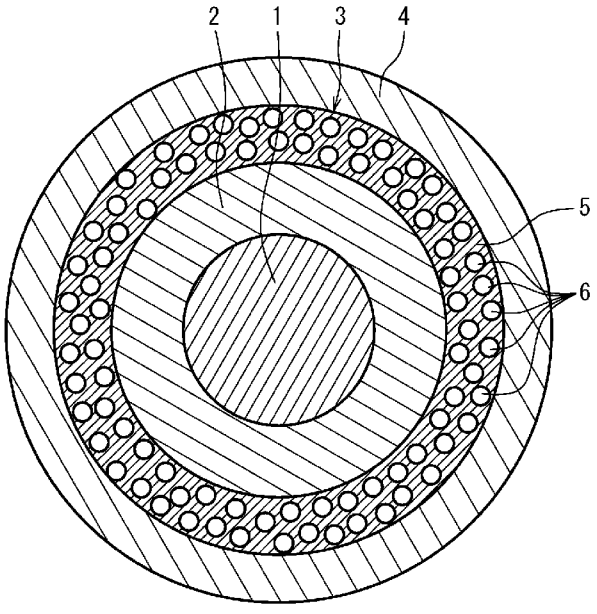
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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.

[続葉有]

(54) **Title**: SELF-BONDING INSULATED WIRE AND WIRE FOR COIL

(54) 発明の名称 : 自己融着性絶縁電線及びコイル用電線

[図1]



(57) **Abstract**: The present invention addresses the problem of providing a self-bonding insulated wire that makes it easy to fasten wires together and that is unlikely to generate dust. A self-bonding insulated wire according to one embodiment of the present invention is provided with a linear metal conductor, an insulating layer that is layered on the outer circumferential side of the metal conductor, an expansion layer that is layered on the outer circumferential side of the insulating layer and that expands as a result of being heated, and a thermal bonding layer that is layered on the outer circumferential side of the expansion layer. The expansion layer may comprise: a matrix having a synthetic resin as a main component; and thermally expandable microcapsules or a chemical foaming agent that are dispersed in the matrix. The average thickness expansion rate of the expansion layer after heating is preferably 1.1 to 5 times. The porosity of the expansion layer after heating is preferably 10 to 80%. The average thickness of the thermal bonding layer is preferably 5 to 200 μm.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/017648 A1

(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)）

本発明は、電線間を固着しやすく、発塵し難い自己融着性絶縁電線を提供することを課題とする。本発明の一態様に係る自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体と、この金属導体の外周面側に積層される絶縁層と、この絶縁層の外周面側に積層され、加熱により膨張する膨張層と、この膨張層の外周面側に積層される熱融着層とを備える。上記膨張層が、合成樹脂を主成分とするマトリックスと、このマトリックス中に分散する化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルとを有するとよい。上記膨張層の加熱後の平均厚さ膨張率としては、１．１倍以上５倍以下が好ましい。上記膨張層の加熱後の空隙率としては、１０％以上８０％以下が好ましい。上記熱融着層の平均厚さとしては、５μｍ以上２００μｍ以下が好ましい。

明　細　書

発明の名称 ： 自己融着性絶縁電線及びコイル用電線

技術分野

[0001]　本発明は、自己融着性絶縁電線及びコイル用電線に関する。

背景技術

[0002]　絶縁電線を用いて例えばモーター用コイルを製造する場合、コアに電線を捲回した後、電線同士の隙間及び電線とコアとの隙間にワニスを含浸させて電線間及び電線－コア間を固着させるのが一般的である。しかしながら、ワニスの完全な含浸を担保することは難しく、電線の固定が部分的に不十分となるおそれがある。また、ワニスの含浸により工数が増え、コイルが高価となるおそれがある。

[0003]　これに対し、モーター製造工程の簡略化のために導体の外周に互いに融着し合う熱融着層を設けた自己融着性絶縁電線が使用されることがある。このような自己融着性絶縁電線を使用する場合、電線の捲回密度が小さいと、電線間又は電線－コア間の融着が不十分となるおそれがあり、融着性を高めるために熱融着層を厚くすると捲線の密度が低下してコイルの体積効率が低くなるおそれがある。また電線の皮膜厚が厚くなることにより、電線をモーターに挿入する際の作業性が悪化するおそれがある。

[0004]　そこで、熱融着層に発泡剤を添加し、捲線加工後に熱融着層を発泡させて電線間の融着性を向上させる技術が提案されている（特開平４－８７２１４号公報参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平４－８７２１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　上記公報に開示される自己融着性絶縁電線は、熱融着層の発泡により膨張

して熱融着層同士の当接圧力を高めることができるが、熱融着層に含まれる発泡剤が熱融着層同士の当接面積を減少させるため、融着性を十分に向上できない場合がある。また、上記公報に開示される自己融着性絶縁電線は、発泡剤が熱融着層から脱離したり、発泡により熱融着層の一部が脆くなるおそれもある。

[0007] また、上記公報に開示される自己融着性絶縁電線は、熱融着層が流動しすぎるために融着樹脂の分布が部分的に不均一となり、その結果電線間の距離がばらつき、本来自己融着層により期待できる絶縁電圧、つまり部分放電開始電圧（Ｐａｒｔｉａｌ Ｄｉｓｃｈａｒｇｅ Ｉｎｃｅｐｔｉｏｎ Ｖｏｌｔａｇｅ）の向上効果を十分発揮できない場合がある。

[0008] 本発明は、上述のような事情に基づいてなされたものであり、電線間を固着しやすく、かつ融着層が十分な強度を有する自己融着性絶縁電線及び電線間の固着の信頼性が高く発塵し難いコイル用電線を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するためになされた本発明の一態様に係る自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体と、この金属導体の外周面側に積層される絶縁層と、この絶縁層の外周面側に積層され、加熱により膨張する膨張層と、この膨張層の外周面側に積層される熱融着層とを備える。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様に係る自己融着性絶縁電線及びコイル用電線は、電線間を固着しやすくかつ融着層が十分な強度を有する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、本発明の一実施形態の自己融着性絶縁電線を示す模式的断面図である。

[図2]図２は、本発明の図１とは異なる実施形態の自己融着性絶縁電線を示す模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] ［本発明の実施形態の説明］

本発明の一態様に係る自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体と、この金属導体の外周面側に積層される絶縁層と、この絶縁層の外周面側に積層され、加熱により膨張する膨張層と、この膨張層の外周面側に積層される熱融着層とを備える。

[0013] 当該自己融着性絶縁電線は、膨張層の外周面側に熱融着層が積層されているので、発泡剤等の膨張に寄与するものの融着を阻害し得る成分を含まない熱融着層同士が融着することにより高い融着性を発揮して電線間の固着が容易であると共に、熱融着層が膨張層を封止して発塵を防止する。

[0014] 上記膨張層が、合成樹脂を主成分とするマトリックスと、このマトリックス中に分散する化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルとを有するとよい。このように、膨張層がマトリックス中に化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルを分散したものであることによって、膨張率を大きくすることができる。その結果、熱融着層同士をより強く圧着し、電線間及び電線－コア間の固着をより確実にできる。

[0015] 上記膨張層の加熱後の平均厚さ膨張率としては、１．１倍以上５倍以下が好ましい。このように、膨張層の膨張率が上記範囲内であることによって、隣接する熱融着層同士をより確実に圧着して融着できると共に、熱融着層の断裂を防止することができる。

[0016] 上記膨張層の加熱後の空隙率としては、１０％以上８０％以下が好ましい。このように、膨張層の加熱後の空隙率を上記範囲内とすることによって、一定の膨張率を確保しつつ膨張層のマトリックスの連続性を担保して膨張層をより均一に膨張させることで、熱融着層の融着を確実にすることができる。

[0017] 上記熱融着層の平均厚さが５μｍ以上２００μｍ以下であるとよい。このように、熱融着層の平均厚さを上記範囲内とすることによって、融着性を確保すると共に不必要な厚さの増加（大径化）を防止できる。

[0018] 本発明の一態様に係るコイル用電線は、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工してコイル化した後に、膨張層を膨張させて形成される。

[0019] 当該コイル用電線は、このように捲線加工してコイル化した後に膨張層を膨張させることで自己融着性絶縁電線の熱融着層が互いに融着するので、電線同士及び電線－コア間の固着の信頼性が高い。

[0020] 本発明の別の態様に係る自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体と、この金属導体の外周面側に積層される絶縁層と、この絶縁層の外周面側に積層され、加熱により膨張する熱融着層とを備える自己融着性絶縁電線であって、上記熱融着層が、合成樹脂を主成分とするマトリックスと、このマトリックス中に分散する化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルとを有し、上記熱融着層の加熱後の平均厚さ膨張率が１．１倍以上５倍以下である。

[0021] 当該自己融着性絶縁電線は、熱融着層が合成樹脂を主成分とするマトリックス中に化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルを分散して形成され、加熱後の平均厚さ膨張率が１．１倍以上５倍以下であることによって、特にコイルを形成する場合の熱融着層同士の融着の信頼性を確保しつつ、融着後の絶縁性を向上することができる。

[0022] 上記化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルの発泡開始温度における上記熱融着層のマトリックスの弾性率としては、１ｋＰａ以上が好ましい。このように、熱融着層のマトリックスの弾性率を上記範囲内とすることによって、熱融着層の略均一な膨張と、熱融着層同士の確実な融着とを促進できる。

[0023] 上記熱融着層における化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルの含有率としては、１質量％以上１５質量％以下が好ましい。このように、化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルの含有率を上記範囲内とすることによって、熱融着層のより均一な膨張が可能となる。

[0024] 上記化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルの発泡により上記熱融着層に形成される空孔の平均径としては、３００μｍ以下が好ましい。このように、化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルの発泡により形成される膨張

後の熱融着層の空孔の平均径を上記上限以下とすることによって、熱膨張性マイクロカプセルが熱融着層の融着を阻害せず、熱融着層をより均一に膨張させられる。

[0025] 上記熱融着層の加熱後の空隙率としては、１０％以上８０％以下が好ましい。このように、熱融着層の加熱後の空隙率を上記範囲内とすることによって、上記膨張率を達成しつつ膨張時に熱融着層のマトリックスの連続性を確保して、熱融着層同士の融着の信頼性をより向上することができる。

[0026] 本発明の別の態様に係るコイル用電線は、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工し、熱融着層を膨張させて形成される。

[0027] 当該コイル用電線は、このように、捲線加工して熱融着層を膨張させることで、自己融着性絶縁電線の熱融着層が互いに融着するので電線間を容易に固着できるため、固着の信頼性が高い。

[0028] 本発明の一態様に係る巻線束は、複数の当該自己融着性絶縁電線を捲線加工して束ねることにより形成される巻線束である。

[0029] 当該巻線束は、このように、自己融着性絶縁電線の熱融着の信頼性が高く、熱融着後の絶縁性が高いので、信頼性が高いモーター等を形成できる。

[0030] ここで、「平均厚さ膨張率」とは、加熱による膨張後の膨張層の平均厚さの加熱前の膨張層の平均厚さに対する比を意味する。また、膨張層の「空隙率」とは、膨張層のみかけの体積に対する膨張層内の空隙（気体）の容積の百分率であり、膨張層のマトリックス及び熱膨張性マイクロカプセルの外殻の含有質量と密度とから算出される実体積をＶ０、膨張層の空隙を含む体積をＶ１とするとき、（Ｖ１－Ｖ０）／Ｖ１×１００で算出される量である。また、「空孔の平均径」とは、細孔直径分布測定装置（例えばＰｏｒｕｓ Ｍａｔｅｒｉａｌｓ社の「多孔質材料自動細孔径分布測定システム」）により断面を測定することにより得られる値である。また、「マトリックスの弾性率」とは、ＪＩＳ－Ｋ－６８６８－２（１９９９）に準拠して測定されるせん断弾性率を意味する。また、「発泡開始温度」とは、化学発泡剤から気体の発生が確認される温度、又は熱膨張性マイクロカプセルの体積が、膨張

前（常温、具体的には２５℃）の１．０５倍となる温度をいう。

[0031] ［本発明の実施形態の詳細］

以下、本発明に係る自己融着性絶縁電線の一つの実施形態について図面を参照しつつ詳説する。

[0032] ［第一実施形態］

図１の自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体１と、この金属導体１の外周面側に積層される絶縁層２と、この絶縁層２の外周面側に積層され、加熱により膨張する膨張層３と、この膨張層３の外周面側に積層される熱融着層４とを備える。

[0033] ＜金属導体＞

金属導体１は、例えば断面が円形状の丸線とされるが、断面が正方形状又は長方形状の平角線や、複数の素線を撚り合わせた撚り線であってもよい。

[0034] 金属導体１の材質としては、導電率が高くかつ機械的強度が大きい金属が好ましい。このような金属としては、例えば銅、銅合金、アルミニウム、ニッケル、銀、鉄、鋼、ステンレス鋼等が挙げられる。金属導体１は、これらの金属を線状に形成した材料や、このような線状の材料にさらに別の金属を被覆した多層構造のもの、例えばニッケル被覆銅線、銀被覆銅線、銅被覆アルミ線、銅被覆鋼線等を用いることができる。

[0035] 金属導体１の平均断面積の下限としては、０．０１ｍｍ^{2}が好ましく、０．１ｍｍ^{2}がより好ましい。一方、金属導体１の平均断面積の上限としては、１００ｍｍ^{2}が好ましく、５０ｍｍ^{2}がより好ましい。金属導体１の平均断面積が上記下限に満たない場合、金属導体１に対する膨張層３の体積が大きくなり、当該自己融着性絶縁電線を用いて形成されるコイル等の体積効率が低くなるおそれがある。逆に、金属導体１の平均断面積が上記上限を超える場合、従来の絶縁電線にワニスを含浸する方法でも比較的容易かつ安価にコイルを形成できるため、従来の絶縁電線に対して有利性が得られないおそれがある。

[0036] ＜絶縁層＞

絶縁層２は、絶縁性を有する樹脂組成物で形成される。絶縁層２を形成する樹脂組成物としては、特に限定されないが、例えばポリビニールホルマール、熱硬化ポリウレタン、熱硬化アクリル、エポキシ、熱硬化ポリエステル、熱硬化ポリエステルイミド、熱硬化ポリエステルアミドイミド、芳香族ポリアミド、熱硬化ポリアミドイミド、熱硬化ポリイミド等の熱硬化性樹脂や、例えば熱可塑性ポリイミド、ポリフェニルサルフォン、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルサルフォン等の熱可塑性樹脂を主成分とするものが使用できる。絶縁樹脂層は２種類以上の樹脂の複合体又は積層体であってもよく、また熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との複合体又は積層体であってもよい。

[0037] 絶縁層２を構成する樹脂組成物のガラス転移温度（融点を有する熱可塑性樹脂の場合はその融点）は、後述する膨張層３のマトリックス５及び熱融着層４のガラス転移温度よりも高い。

[0038] 絶縁層２の平均厚さの下限としては、５μｍが好ましく、１０μｍがより好ましい。一方、絶縁層２の平均厚さの上限としては、２００μｍが好ましく、１５０μｍがより好ましい。絶縁層２の平均厚さが上記下限に満たない場合、絶縁層２に破れが生じ、金属導体１の絶縁が不十分となるおそれがある。逆に、絶縁層２の平均厚さが上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線を用いて形成されるコイル等の体積効率が低くなるおそれがある。

[0039] ＜膨張層＞

膨張層３は、合成樹脂を主成分とするマトリックス５と、このマトリックス５中に分散する発泡剤６とを有する。

[0040] 膨張層３は、加熱により発泡剤６が膨張することによって全体的に膨張する。

[0041] 膨張層３の加熱前の平均厚さの下限としては、１０μｍが好ましく、２０μｍがより好ましい。一方、膨張層３の加熱前の平均厚さの上限としては、３００μｍが好ましく、２００μｍがより好ましい。膨張層３の加熱前の平均厚さが上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線同士の固着が不

十分となるおそれがある。逆に、膨張層３の加熱前の平均厚さが上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線を用いて形成されるコイル等の体積効率が低くなるおそれがある。

[0042] 膨張層３の加熱後の平均厚さ膨張率の下限としては、１．１倍であり、２倍が好ましい。一方、膨張層３の加熱後の平均厚さ膨張率の上限としては、５倍であり、４倍が好ましい。膨張層３の加熱後の平均厚さ膨張率が上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工したときに、隣接し合う熱融着層４同士の融着が不十分となるおそれがある。逆に、膨張層３の加熱後の平均厚さ膨張率が上記上限を超える場合、膨張層３の密度が不十分となることにより却って当該自己融着性絶縁電線の強度が不十分となるおそれがある。膨張層３の膨張率は発泡剤６の種類及び量、並びにマトリックス５のガラス転移温度（Ｔｇ）を選択することにより制御できる。

[0043] 膨張層３の加熱後の空隙率の下限としては、１０％が好ましく、５０％がより好ましい。一方、膨張層３の加熱後の空隙率の上限としては、８０％が好ましく、７０％がより好ましい。膨張層３の加熱後の空隙率が上記下限に満たない場合、隣接する熱融着層４間の当接圧力が不足して融着が不十分となるおそれがある。逆に、膨張層３の加熱後の空隙率が上記上限を超える場合、膨張した後の膨張層３の強度が不十分となるおそれがある。

[0044] （マトリックス）

膨張層３のマトリックス５は、発泡剤６の分解温度で流動性を示す樹脂組成物で構成される。つまり、マトリックス５を構成する樹脂組成物のガラス転移温度は、発泡剤６の分解温度に近く、例えば５０℃以上２５０℃以下である。このように、マトリックス５が発泡剤６の発泡温度領域において流動性を示す樹脂であることによって、膨張層３の膨張を均一にできると共に膨張率を所望の値に制御することが容易となる。なお、「膨張層の膨張開始温度」とは、膨張層のみかけの体積が、膨張前（常温：２５℃）の１．０５倍となる温度をいう。なお、発泡剤６の「分解温度」とは、発泡剤６からのガスの発生が確認される温度又は発泡剤６の体積が膨張前（常温：２５℃）の

１．０５倍となる温度をいう。

[0045] このマトリックス５を構成する樹脂組成物の主成分としては、例えばフェノキシ樹脂、ポリアミド、ブチラール樹脂等の熱可塑性樹脂が使用でき、中でもフェノキシ樹脂が好適に使用される。また、上記熱可塑性樹脂にエポキシ樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、イソシアネートなどを添加することにより架橋させて、一部熱硬化タイプにすることも可能である。さらに、熱硬化性樹脂であっても硬化条件を調整して半硬化状態とすることにより、マトリックス５を構成する樹脂組成物の主成分として使用することができる。あるいは熱硬化性樹脂であっても、熱硬化性樹脂の硬化状態を制御することによって発泡剤６の発泡温度領域において流動性を示すものであれば使用することができる。また、マトリックス５を構成する樹脂組成物は、密着向上剤等の添加剤を含んでもよい。

[0046] 上記フェノキシ樹脂としては、ビスフェノールＡ、ビスフェノールＳ、ビスフェノールＦを主成分とした樹脂や変性フェノキシ樹脂が例示される。フェノキシ樹脂は、硬化剤の添加により融着処理後に硬化させることが可能であることから、比較的大きな空孔を形成する熱膨張性マイクロカプセルを使用した場合でも膨張層の強度を十分に確保することができる。

[0047] 上記ポリアミド樹脂としては、例えば各種共重合ポリアミド、６－ナイロン、６，６－ナイロン、６，１０－ナイロン等が例示される。

[0048] 上記ブチラール樹脂としては、例えばポリビニルブチラール等が例示される。

[0049] マトリックス５を構成する樹脂組成物の主成分として使用可能なその他の熱可塑性樹脂としては、例えば共重合ポリエステル、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレート、熱可塑性ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリサルフォン、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニルサルフォン、半芳香族ポリアミド、熱可塑性ポリアミドイミド、熱可塑性ポリイミド等が例示される。

[0050] （発泡剤）

発泡剤６としては、化学発泡剤又は物理発泡剤を用いることができる。

[0051] 〈化学発泡剤〉

発泡剤６として用いられる化学発泡剤は、加熱することにより分解して、例えば窒素ガス、炭酸ガス、一酸化炭素、アンモニアガス等を発生するものであり、有機発泡剤又は無機発泡剤が使用できる。

[0052] 有機発泡剤としては、例えばアゾジカルボンアミド（Ａ．Ｄ．Ｃ．Ａ）、アゾビスイソブチロニトリル（Ａ．Ｉ．Ｂ．Ｎ）等のアゾ系発泡剤、例えばジニトロソペンタメチレンテトラミン（Ｄ．Ｐ．Ｔ）、Ｎ，Ｎ’ジニトロソ－Ｎ，Ｎ’－ジメチルテレフタルアミド（Ｄ．Ｎ．Ｄ．Ｍ．Ｔ．Ａ）等のニトロソ系発泡剤、例えばＰ－トルエンスルホニルヒドラジド（Ｔ．Ｓ．Ｈ）、Ｐ，Ｐ－オキシビスベンゼンスルホニルヒドラジド（Ｏ．Ｂ．Ｓ．Ｈ）、ベンゼンスルホニルヒドラジド（Ｂ．Ｓ．Ｈ）等のヒドラジド系、他にはトリヒドラジノトリアジン（Ｔ．Ｈ．Ｔ）、アセトン－Ｐ－スルホニルヒドラゾンなどが例示され、これらを単独で、又は二種類以上合わせて使用できる。

[0053] また、無機発泡剤としては、例えば重炭酸ナトリウム、炭酸アンモニウム、重炭酸アンモニウム、ホウ化水素ナトリウム、ソジウムボロンハイドライド、シリコンオキシハイドライド等が例示される。一般的に無機発泡剤は、ガス発生速度が有機発泡剤より緩慢でありガス発生の調整が難しい。そのため、化学発泡剤としては、有機発泡剤が好ましい。

[0054] マトリックス５の膨張層３における含有率に対する化学発泡剤の含有量の下限としては、０．１質量％が好ましく、１質量％がより好ましい。一方、上記化学発泡剤の含有量の上限としては、３５質量％が好ましく、２０質量％がより好ましい。上記化学発泡剤の含有量が上記下限に満たない場合、膨張層３の膨張率が不十分となるおそれがある。逆に、上記化学発泡剤の含有量が上記上限を超える場合、膨張層３の機械的強度が不足するおそれがある。

[0055] 化学発泡剤の分解温度の下限としては、６０℃が好ましく、７０℃がより好ましい。一方、化学発泡剤の分解温度の上限としては、２５０℃が好ましく、２００℃がより好ましい。化学発泡剤の分解温度が上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線製造時、輸送時又は保管時に化学発泡剤が意図せず発泡してしまうおそれがある。逆に、化学発泡剤の分解温度が上記上限を超える場合、膨張工程でコイル以外のモーター部品に過剰な熱負荷がかかるために悪影響が出たり、発泡剤を発泡させるために必要なエネルギーコストが過大となるおそれがある。

[0056] 膨張層３には、化学発泡剤と共に、発泡助剤を配合してもよい。発泡助剤としては、化学発泡剤の熱分解を促進するものであれば特に限定されず、例えば加硫促進剤、充填剤、加硫促進助剤、ＰＶＣ用安定剤、老化防止剤、加硫剤、尿素化合物等が挙げられる。このような発泡助剤は、化学発泡剤の分解を促進し、発泡温度を低下させる。

[0057] 加硫促進剤としては、例えばグアジニン系、アルデヒド－アンモニア系、スルフェンアミド系、チウラム系、ザンテート系、アルデヒド－アミン系、チアゾール系、チオ尿素系、ジチオカルバメート系のもの等が挙げられる。充填剤としては、例えばシリカ、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム、炭酸アルミニウム、タルク、硫酸バリウム、硫酸アルミニウム、硫酸カルシウム等が挙げられる。加硫促進助剤としては、例えば亜鉛華、活性亜鉛華、炭酸亜鉛、酸化マグネシウム、一酸化鉛、塩基性炭酸鉛、水酸化カルシウム、ステアリン酸、オレイン酸、ラウリン酸、ジエチレングルコール、ジ－ｎ－ブチルアミン、ジシクロヘキシルアミン、ジエタノールアミン、有機アミン等が挙げられる。ＰＶＣ用安定剤としては、例えば三塩基性硫酸鉛、ジブチルすずジラウレート、ジブチルすずジマレート、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カドミウム、ステアリン酸バリウム、ステアリン酸カルシウム等が挙げられる。老化防止剤としては、例えばナフチルアミン系、ジフェニルアミン系、Ｐ－フェニレン系、キノリン系、モノフェノール系、ポリフェノール系、チオビスフェノール系、亜りん酸エステル系のもの

等が挙げられる。加硫剤としては、例えばタイク、硫黄安息香酸アンモニウム等が挙げられる。その他薬品として無水フタル酸、サリチル酸、安息香酸、三酸化アンチモン、白色ワセリン、酸化チタン、酸化カドミウム、ホウ砂、グリセリン、ジブチルチンジマレート等が挙げられる。発泡助剤としては、これらの中でも、亜鉛華、三塩基性硫酸鉛、及び各種加硫促進剤が好ましい。

[0058] これらの発泡助剤の化学発泡剤１００質量部に対する配合量の下限としては、５質量部が好ましく、５０質量部がより好ましい。一方、上記発泡助剤の配合量の上限としては、２００質量部が好ましく、１５０質量部がより好ましい。上記発泡助剤の配合量が上記下限に満たない場合、化学発泡剤を分解させる効果が不十分となるおそれがある。逆に、上記発泡助剤の配合量が上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線の製造時や保管時等に膨張層３が意図せず膨張してしまうおそれがある。

[0059] 〈物理発泡剤〉

発泡剤６として用いられる物理発泡剤としては、例えば熱膨張性マイクロカプセル、ミクロバルーン等が挙げられる。上記熱膨張性マイクロカプセルは、内部発泡剤からなる芯材（内包物）と、この芯材を包む外殻とを有し、芯材の膨張によって外殻が膨張する。一方、上記ミクロバルーンは、外殻内に加圧したガスを封止しており、加熱により外殻が熱分解してガスを解放する。

[0060] 中でも、発泡剤６として用いられる物理発泡剤としては、独立気泡を形成することにより膨張層３の比較的均一な膨張を促進できる熱膨張マイクロカプセルが好ましい。

[0061] 熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤は、加熱により膨張又は気体を発生するものであればよく、その原理は問わない。熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤としては、例えば低沸点液体、化学発泡剤及びこれらの混合物を使用することができる。

[0062] 上記低沸点液体としては、例えばブタン、ｉ－ブタン、ｎ－ペンタン、ｉ

－ペンタン、ネオペンタン等のアルカンや、トリクロロフルオロメタン等のフレオン類などが好適に用いられる。

[0063] 上記化学発泡剤としては、加熱によりN_2ガスを発生するアゾビスイソブチロニトリル等の熱分解性を有する物質が好適に用いられる。

[0064] 熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤の分解温度、つまり低沸点液体の沸点又は化学発泡剤の熱分解温度としては、後述する熱膨張性マイクロカプセルの外殻の軟化温度以上とされる。

[0065] より詳しくは、熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤の分解温度の下限としては、６０℃が好ましく、７０℃がより好ましい。一方、熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤の分解温度の上限としては、２５０℃が好ましく、２００℃がより好ましい。熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤の分解温度が上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線製造時、輸送時又は保管時に熱膨張性マイクロカプセルが意図せず膨張してしまうおそれがある。逆に、熱膨張性マイクロカプセルの内部発泡剤の分解温度が上記上限を超える場合、膨張工程でコイル以外のモーター部品に過剰な熱負荷がかかるために悪影響が出たり、熱膨張性マイクロカプセルを膨張させるために必要なエネルギーコストが過大となるおそれがある。

[0066] 一方、熱膨張性マイクロカプセルの外殻は、上記内部発泡剤の膨張時に破断することなく膨張し、発生したガスを包含するマイクロバルーンを形成できる延伸性を有する材質から形成される。この熱膨張性マイクロカプセルの外殻を形成する材質としては、通常は、熱可塑性樹脂等の高分子を主成分とする樹脂組成物が用いられる。

[0067] 熱膨張性マイクロカプセルの外殻の主成分とされる熱可塑性樹脂としては、例えば塩化ビニル、塩化ビニリデン、アクリロニトリル、アクリル酸、メタアクリル酸、アクリレート、メタアクリレート、スチレン等の単量体から形成された重合体、あるいは２種以上の単量体から形成された共重合体が好適に用いられる。好ましい熱可塑性樹脂の一例としては、アクリロニトリル系共重合体が挙げられ、この場合の内部発泡剤の分解温度は、７０℃以上２

５０℃以下とされる。

[0068] 加熱前の熱膨張性マイクロカプセルの平均径の下限としては、１μｍが好ましく、５μｍがより好ましい。一方、加熱前の熱膨張性マイクロカプセルの平均径の上限としては、５０μｍが好ましく、４０μｍがより好ましい。加熱前の熱膨張性マイクロカプセルの平均径が上記下限に満たない場合、十分な膨張率が得られないおそれがある。逆に、加熱前の熱膨張性マイクロカプセルの平均径が上記上限を超える場合、膨張層３が不必要に厚くなるおそれや、膨張層３の膨張が不均一になるおそれがある。なお、熱膨張性マイクロカプセルの「平均径」とは、熱膨張性マイクロカプセルの１０以上のサンプルを顕微鏡観察した際の平面視における最大径とこの最大径に直交する方向の径との平均値をいうものとする。

[0069] 熱膨張性マイクロカプセルの膨張層３における含有率の下限としては、膨張層のマトリックス５の樹脂成分に対して、０．５質量％が好ましく、１質量％がより好ましい。一方、熱膨張性マイクロカプセルの膨張層３における含有率の上限としては、１０質量％が好ましく、６質量％がより好ましい。熱膨張性マイクロカプセルの膨張層３における含有率が上記下限に満たない場合、膨張層３の膨張率が小さく、当該自己融着性絶縁電線間の固着が不十分となるおそれがある。逆に、熱膨張性マイクロカプセルの膨張層３における含有率が上記上限を超える場合、相対的にマトリックス５が少なくなることにより、膨張層３の強度及び融着性が不十分となるおそれがある。

[0070] 熱膨張性マイクロカプセルの平均径の膨張層３の平均厚さに対する比の下限としては、１／１６が好ましく、１／８がより好ましい。一方、熱膨張性マイクロカプセルの平均径の膨張層３の平均厚さに対する比の上限としては、９／１０が好ましく、８／１０がより好ましい。熱膨張性マイクロカプセルの平均径が上記下限に満たない場合、外殻の厚さが不足して膨張時に破れるおそれや、内容積が小さくなり発泡剤が不足して十分に膨張できないおそれがある。逆に、熱膨張性マイクロカプセルの平均径が上記上限を超える場合、熱膨張性マイクロカプセルがマトリックス５から突出して、膨張層３を

十分に膨張させられないおそれや、膨張層３が部分的に膨張して均一に膨張できないおそれがある。

[0071] 熱膨張性マイクロカプセルの膨張率の下限としては、３倍が好ましく、５倍がより好ましい。一方、熱膨張性マイクロカプセルの膨張率の上限としては、２０倍が好ましく、１０倍がより好ましい。熱膨張性マイクロカプセルの膨張率が上記下限に満たない場合、膨張層３の膨張率が不十分となるおそれがある。逆に、熱膨張性マイクロカプセルの膨張率が上記上限を超える場合、膨張層３のマトリックス５が熱膨張性マイクロカプセルに追従することができず、膨張層３を全体的に膨張させられないおそれがある。なお、熱膨張性マイクロカプセルの「膨張率」とは、熱膨張性マイクロカプセルの加熱前の平均径に対する加熱時の平均径の最大値の比をいう。

[0072] ＜熱融着層＞

熱融着層４は、膨張層３の膨張可能温度で流動性及び融着性を示す樹脂組成物で構成される。この熱融着層４を構成する樹脂組成物の主成分としては、上記膨張層３のマトリックス５と同様の樹脂を用いることができる。

[0073] 熱融着層４の平均厚さの下限としては、５μｍが好ましく、１０μｍがより好ましい。一方、熱融着層４の平均厚さの上限としては、２００μｍが好ましく、１５０μｍがより好ましい。熱融着層４の平均厚さが上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線間の固着が不十分となるおそれがある。逆に、熱融着層４の平均厚さが上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線の径が不必要に大きくなり、当該自己融着性絶縁電線を用いて形成されるコイル等の体積効率が低くなるおそれがある。

[0074] ［自己融着性絶縁電線の製造方法］

当該自己融着性絶縁電線は、絶縁層２の主成分が熱硬化性樹脂である場合、金属導体１の外周面側に絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を塗布する工程と、加熱により塗布した絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を硬化する工程と、上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物の外周面側に、溶媒で希釈したマトリックス５中に発泡剤６を分散した膨張層形成用組成物を塗布する工程と、

溶媒を揮発させて膨張層形成用組成物を乾燥する工程と、乾燥した膨張層形成用組成物の外周面側に溶媒で希釈した熱融着層形成用組成物を塗布する工程と、溶媒を揮発させて熱融着層形成用組成物を乾燥する工程とを備える方法により製造できる。

[0075] ＜絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程＞

絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程では、金属導体１の外周面側に絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を塗布する。絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を金属導体１の外周面側に塗布する方法としては、例えば液状の絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を貯留した液状組成物槽と塗布ダイスとを備える塗布装置を用いた方法を挙げることができる。この塗布装置によれば、導体が液状組成物槽内を挿通することで液状組成物が導体外周面側に付着し、その後塗布ダイスを通過することで、この液状組成物が略均一な厚さに塗布される。なお、この絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物の塗布に先駆けて金属導体１の外周面にプライマー処理層を公知の方法で形成してもよい。

[0076] ＜絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程＞

絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程では、加熱することによって絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を硬化させて、絶縁層２を形成する。この加熱に用いる装置としては、特に限定されないが、例えば導体の走行方向に長い筒状の焼付炉を用いることができる。加熱方法は特に限定されないが、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる。また、加熱温度としては、例えば３００℃以上６００℃以下とされる。

[0077] 上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程と絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程とは、複数回繰り返して行ってもよい。このようにすることで、絶縁層の厚さを順次増加させていくことができる。このとき、塗布ダイスの孔径と繰り返し回数とは、導体径及び絶縁層の狙い塗布膜厚にあわせて適宜調整される。

[0078] ＜膨張層形成用組成物塗布工程＞

膨張層形成用組成物塗布工程では、マトリックス５を構成する樹脂組成物を溶媒で希釈した溶液に発泡剤６を分散した膨張層形成用組成物を、上記絶縁層２の外周面側に塗布する。塗布方法としては、上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程と同様とすることができる。

[0079] ＜膨張層形成用組成物を乾燥工程＞

膨張層形成用組成物を乾燥工程では、発泡剤６の分解温度よりも低い温度で溶媒を揮発させることにより、膨張層形成用組成物を乾燥して、膨張層３を形成する。乾燥方法としては、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる。

[0080] ＜熱融着層形成用組成物塗布工程＞

熱融着層形成用組成物塗布工程では、熱融着層４を構成する樹脂組成物を溶媒で希釈した熱融着層形成用組成物を、上記膨張層３の外周面側に塗布する。塗布方法としては、上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程及び膨張層形成用組成物塗布工程と同様の方法を用いることができる。

[0081] ＜熱融着層形成用組成物乾燥工程＞

熱融着層形成用組成物乾燥工程では、発泡剤６の分解温度よりも低い温度で溶媒を揮発させることにより、熱融着層形成用組成物を乾燥して、熱融着層４を形成する。乾燥方法としては、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる。

[0082] ［コイル用電線］

本発明の別の実施形態に係るコイル用電線は、上述の自己融着性絶縁電線を捲線加工し、膨張層３を膨張させて形成される。

[0083] 膨張層３を膨張させるための加熱方法としては、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる他、金属導体１への通電により発生する熱を用いる方法が適用できる。

[0084] ［利点］

当該自己融着性絶縁電線は、膨張層３の外周面側に積層される熱融着層４を備えるので、膨張層３の膨張に伴って熱融着層４同士又は熱融着層４とコ

ア間を圧着して融着させられる。熱融着層４は、発泡剤を含まないため、十分な強度を有し、容易かつ確実に電線間及び電線－コア間を固着することができる。

[0085] また、当該自己融着性絶縁電線は、膨張層３を熱融着層４で覆っているため、膨張層３の発泡剤等の落脱を防止して発塵を抑制できる。

[0086] 従って、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工し、膨張層３を膨張させて形成される当該コイル用電線は、熱融着層４間及び熱融着層４－コア間の融着が容易かつ確実で、電線間及び電線－コア間の固着の信頼性が高い。

[0087] ［第二実施形態］

[0088] 図２の自己融着性絶縁電線は、線状の金属導体１と、この金属導体１の外周面側に積層される絶縁層２と、この絶縁層２の外周面側に積層され、加熱により膨張する熱融着層４ａとを備える。

[0089] 図２の自己融着性絶縁電線における金属導体１及び絶縁層２は、図１の自己融着性絶縁電線における金属導体１及び絶縁層２と同様とすることができる。

[0090] ＜熱融着層＞

熱融着層４ａは、合成樹脂を主成分とするマトリックス５ａと、このマトリックス５ａ中に分散する発泡剤６とを有する。

[0091] 熱融着層４ａは、加熱されることで発泡剤６が膨張することにより発泡し、全体的に膨張する。

[0092] 図２の自己融着性絶縁電線における熱融着層４ａの発泡剤６は、図１の自己融着性絶縁電線における膨張層３の発泡剤６と同様とすることができる。

[0093] 熱融着層４ａの加熱前の平均厚さの下限としては、１０μｍが好ましく、２０μｍがより好ましい。一方、熱融着層４ａの加熱前の平均厚さの上限としては、３００μｍが好ましく、２００μｍがより好ましい。熱融着層４ａの加熱前の平均厚さが上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線同士の固着が不十分となるおそれがある。逆に、熱融着層４ａの加熱前の平均厚さが上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線を用いて形成される

コイル等の体積効率が低くなるおそれがある。

[0094] 熱融着層４ａの加熱後の平均厚さ膨張率の下限としては、１．１倍であり、２倍が好ましい。一方、熱融着層４ａの加熱後の平均厚さ膨張率の上限としては、５倍であり、４倍が好ましい。熱融着層４ａの加熱後の平均厚さ膨張率が上記下限に満たない場合、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工したときに、隣接し合う熱融着層４ａ同士の融着が不十分となるおそれがある。逆に、熱融着層４ａの加熱後の平均厚さ膨張率が上記上限を超える場合、熱融着層４ａの密度が不十分となることにより却って当該自己融着性絶縁電線の強度が不十分となるおそれがある。熱融着層４ａの膨張率は発泡剤６の種類及び量、並びに発泡剤の発泡開始温度でのマトリックス５ａの弾性率を選択することにより制御できる。

[0095] 加熱による発泡剤６の発泡によって熱融着層４ａに形成される空孔の平均径の下限としては、１μｍが好ましく、５μｍがより好ましい。一方、上記熱融着層４ａに形成される空孔の平均径の上限としては、３００μｍが好ましく、２００μｍがより好ましい。上記熱融着層４ａに形成される空孔の平均径が上記下限に満たない場合、十分な膨張率が得られないおそれがある。逆に、上記熱融着層４ａに形成される空孔の平均径が上記上限を超える場合、熱融着層４ａが不必要に厚くなるおそれや、熱融着層４ａの膨張が不均一になるおそれがある。

[0096] 熱融着層４ａの加熱後の空隙率の下限としては、１０％が好ましく、５０％がより好ましい。一方、熱融着層４ａの加熱後の空隙率の上限としては、８０％が好ましく、７０％がより好ましい。熱融着層４ａの加熱後の空隙率が上記下限に満たない場合、隣接する熱融着層４ａ間の当接圧力が不足して融着が不十分となるおそれがある。逆に、熱融着層４ａの加熱後の空隙率が上記上限を超える場合、膨張した後の熱融着層４ａの強度が不十分となるおそれがある。

[0097] （マトリックス）

発泡剤６の発泡開始温度におけるマトリックス５ａの弾性率の下限として

は、１ｋＰａが好ましい。発泡剤６の発泡開始温度におけるマトリックス５ａの弾性率が上記下限に満たない場合、膨張時に熱融着層４ａが必要以上に流動して融着層の形成が不均一となるおそれがある。

[0098] マトリックス５ａを構成する樹脂組成物の主成分としては、例えばフェノキシ樹脂、ポリアミド、ブチラール樹脂等の熱可塑性樹脂が使用でき、中でもフェノキシ樹脂が好適に使用される。また、上記熱可塑性樹脂にエポキシ樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、イソシアネートなどを添加することにより架橋させて、一部熱硬化タイプにすることも可能である。さらに、熱硬化性樹脂の場合は硬化剤と組み合わせることで半硬化状態又は硬化状態として使用することができる。また、マトリックス５ａを構成する樹脂組成物は、密着向上剤等の添加剤を含んでもよい。

[0099] マトリックス５ａを構成する樹脂組成物として熱硬化性樹脂と硬化剤とを組み合わせた場合、熱融着層４ａのマトリックス５ａは熱融着層４ａの形成時の熱によって半硬化状態又は硬化状態となっている。さらに発泡処理時の加熱により完全に硬化する。マトリックスの弾性率は、未硬化の状態では温度上昇に伴って下がるが、さらに温度上昇して硬化反応が進むと上昇に転じる。マトリックスの弾性率が１ｋＰａ以上に上昇した状態で発泡反応を行うことが、発泡倍率や発泡径を制御しやすいので好ましい。

[0100] 上記フェノキシ樹脂としては、ビスフェノールＡ、ビスフェノールＳ、ビスフェノールＦを主成分とした樹脂や変性フェノキシ樹脂が例示される。フェノキシ樹脂は、硬化剤の添加により融着処理後に硬化させることが可能であることから、比較的大きな空孔を形成する熱膨張性マイクロカプセルを使用した場合でも膨張層の強度を十分に確保することができる。

[0101] 上記ポリアミドとしては、例えば各種共重合ポリアミド、６－ナイロン、６，６－ナイロン、６，１０－ナイロン等が例示される。

[0102] 上記ブチラール樹脂としては、例えばポリビニルブチラール等が例示される。

[0103] マトリックス５ａを構成する樹脂組成物の主成分として使用可能なその他

の熱可塑性樹脂としては、例えば共重合ポリエステル、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレート、熱可塑性ポリウレタン、ポリカーボネート、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリサルフォン、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニルサルフォン、半芳香族ポリアミド、熱可塑性ポリアミドイミド、熱可塑性ポリイミド等が例示される。

[0104] ［自己融着性絶縁電線の製造方法］

当該自己融着性絶縁電線は、絶縁層２の主成分が熱硬化性樹脂である場合、金属導体１の外周面側に絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を塗布する工程と、加熱により塗布した絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を硬化する工程と、硬化した絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物の外周側面側に、溶媒で希釈したマトリックス５ａ中に発泡剤６を分散した熱融着層形成用組成物を塗布する工程と、溶媒を揮発させて熱融着層形成用組成物を乾燥する工程と備える方法により製造できる。

[0105] ＜絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程＞

絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程では、金属導体１の外周面側に絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を塗布する。絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を金属導体１の外周面側に塗布する方法としては、例えば液状の絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を貯留した液状組成物槽と塗布ダイスとを備える塗布装置を用いた方法を挙げることができる。この塗布装置によれば、金属導体１が液状組成物槽内を挿通することで液状組成物が金属導体外周面側に付着し、その後塗布ダイスを通過することで、この液状組成物が略均一な厚さに塗布される。なお、この絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物の塗布に先駆けて金属導体１の外周面にプライマー処理層を公知の方法で形成してもよい。

[0106] ＜絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程＞

絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程では、加熱することによって絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物を硬化させて、絶縁層２を形成する。この加

熱に用いる装置としては、特に限定されないが、例え金属導体１の走行方向に長い筒状の焼付炉を用いることができる。加熱方法は特に限定されないが、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる。また、加熱温度としては、例えば３００℃以上６００℃以下とされる。

[0107] 上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程と絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物硬化工程とは、複数回繰り返して行ってもよい。このようにすることで、絶縁層の厚さを順次増加させていくことができる。このとき、塗布ダイスの孔径と繰り返し回数とは、金属導体の径及び絶縁層の狙い塗布膜厚にあわせて適宜調整される。

[0108] ＜熱融着層形成用組成物塗布工程＞

熱融着層形成用組成物塗布工程では、マトリックス５ａを構成する樹脂組成物を溶媒で希釈した溶液に発泡剤６を分散した熱融着層形成用組成物を、上記絶縁層２の外周面側に塗工する。熱融着層形成用組成物の塗布方法としては、上記絶縁層形成用熱硬化性樹脂組成物塗布工程と同様とすることができる。

[0109] ＜熱融着層形成用組成物乾燥工程＞

熱融着層形成用組成物乾燥工程では、発泡剤６の膨張開始温度よりも低い温度で溶媒を蒸発させることにより、熱融着層形成用組成物を乾燥して、熱融着層４ａを形成する。乾燥方法としては、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる。

[0110] ［コイル用電線］

本発明の別の実施形態に係るコイル用電線は、上述の自己融着性絶縁電線を捲線加工し、熱融着層４ａを膨張させて形成される。

[0111] 熱融着層４ａを膨張させるための加熱方法としては、例えば熱風加熱、赤外線加熱、高周波加熱等、従来公知の方法により行うことができる他、金属導体１への通電により発生する熱を用いる方法が適用できる。

[0112] ［巻線束］

本発明の別の実施形態に係る巻線束は、複数の当該自己融着性絶縁電線を捲線加工して束ねることにより形成される。

[0113] ［利点］

当該自己融着性絶縁電線は、熱融着層４ａが合成樹脂を主成分とするマトリックス５ａ中に発泡剤６を分散して形成されていることによって、発泡剤６の膨張に伴って確実かつ比較的均一に膨張することができる。

[0114] また、当該自己融着性絶縁電線は、熱融着層４ａの平均厚さ膨張率が１．１倍以上５倍以下であることによって、特にコイルを形成する場合の熱融着層４ａ同士の融着による当該自己融着性絶縁電線間の固着が容易かつ確実であり、融着時に金属導体１間の距離が小さくならず、かつ金属導体１間に一定の空孔を形成することができる。

[0115] 従って、当該自己融着性絶縁電線を捲線加工し、熱融着層４ａを膨張させて形成される当該コイル用電線は、熱融着層４ａ間の融着の信頼性が高く、かつ金属導体１間の絶縁性が高い。

[0116] また、複数の当該自己融着性絶縁電線を捲線加工して束ねることにより形成される当該巻線束は、例えば巻線束同士を強固に固着させると共に、巻線束とその支持体及び周りの部品とを強固に固着させることができる。その結果、当該自己融着性絶縁電線同士が確実に融着して機械的強度及び電気的絶縁性を向上させることができる。

[0117] ［その他の実施形態］

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記実施形態の構成に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0118] 例えば、当該自己融着性絶縁電線において、金属導体と絶縁層との間、絶縁層と膨張層との間、絶縁層と熱融着層との間又は膨張層と熱融着層との間にプライマー処理層等のさらなる層が設けられてもよい。

[0119] （プライマー処理層）

プライマー処理層は、層間の密着性を高めるために設けられる層であり、例えば公知の樹脂組成物により形成することができる。

[0120] 金属導体と絶縁層との間にプライマー処理層を設ける場合、このプライマー処理層を形成する樹脂組成物は、例えばポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステル及びフェノキシ樹脂の中の一種又は複数種の樹脂を含むとよい。また、プライマー処理層を形成する樹脂組成物は、密着向上剤等の添加剤を含んでもよい。このような樹脂組成物によって金属導体と絶縁層との間にプライマー処理層を形成することで、金属導体と絶縁層との間の密着性を向上することが可能であり、その結果、当該自己融着性絶縁電線の可とう性、耐摩耗性、耐傷性、耐加工性等の特性を効果的に高めることができる。

[0121] また、プライマー処理層を形成する樹脂組成物は、上記樹脂と共に他の樹脂、例えばエポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、メラミン樹脂等を含んでもよい。

[0122] また、プライマー処理層を形成する樹脂組成物に含まれる各樹脂として、市販の液状組成物（絶縁ワニス）を使用してもよい。

[0123] プライマー処理層の平均厚さの下限としては、１μｍが好ましく、２μｍがより好ましい。一方、プライマー処理層の平均厚さの上限としては、２０μｍが好ましく、１０μｍがより好ましい。プライマー処理層の平均厚さが上記下限に満たない場合、金属導体との十分な密着性を発揮できないおそれがある。逆に、プライマー処理層の平均厚さが上記上限を超える場合、当該自己融着性絶縁電線が不必要に大径化するおそれがある。

[0124] また、絶縁層と膨張層との間、絶縁層と熱融着層との間又は膨張層と熱融着層との間にプライマー処理層を設ける場合も、公知技術に基づいて、各層に対して高い接着性を有する樹脂組成物が選択される。なお、膨張層と熱融着層間との接着性を向上させる方法としては、プライマー処理層を設けることよりも、熱融着層の主成分と膨張層のマトリックスの主成分とを同じ樹脂とすることが好ましい。

[0125] また、当該自己融着性絶縁電線の製造方法は、上述の方法に限られない。例えば、絶縁層の主成分を熱可塑性樹脂とする場合には、上記膨張層及び熱融着層の積層方法と同様に溶剤で希釈して乾燥する方法や、溶融した樹脂組成物を塗布ダイスで塗布して冷却硬化させる方法等が適用できる。また、絶縁層、膨張層及び熱融着層を例えば吹付塗装等のさらに他の方法により積層してもよい。

[0126] また、当該自己融着性絶縁電線は、コイルを形成する以外にも、複数の絶縁電線を平行に配置した状態とするような他の用途にも使用することができる。

実施例

[0127] 以下、実施例に基づき本発明を詳述するが、この実施例の記載に基づいて本発明が限定的に解釈されるものではない。

[0128] ＜自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１～１８＞

直径１．０ｍｍの銅線に、平均厚さ４０μｍの絶縁層、平均厚さ１５μｍの膨張層、及び平均厚さ１２．５μｍの熱融着層をこの順に積層することによって、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１～１８を試作した。絶縁層、膨張層及び熱融着層は、それぞれ表１及び２に記載する組成の樹脂組成物を塗布ダイスを用いて塗布し、炉長３ｍの横炉を用いて乾燥（焼付）した。なお、膨張層及び熱融着層の乾燥温度は、膨張層の発泡剤を分解温度以下に維持できる温度とした。

[0129]

[表1]

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
絶縁層組成（質量部）	樹脂A1	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A2	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A3	–	–	100	–	–	–	–	100	100	100
	樹脂A4	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–
	樹脂A5	–	–	–	–	100	–	–	–	–	–
	樹脂A6	–	–	–	–	–	100	–	–	–	–
	樹脂A7	–	–	–	–	–	–	100	–	–	–
膨張層組成（質量部）	樹脂B1	100	100	100	100	100	100	100	100	–	–
	樹脂B2	–	–	–	–	–	–	–	–	100	–
	樹脂B3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100
	発泡剤B1	5	5	5	5	5	5	5	–	–	–
	発泡剤B2	–	–	–	–	–	–	–	5	5	5
	発泡剤B3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	硬化剤	10	10	10	10	10	10	10	10	–	–
融着層組成（質量部）	樹脂C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	硬化剤	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
膨張前の可とう性		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
膨張前の絶縁性		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
膨張層の膨張率（倍）		2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.7	2.6	1.8	1.8	1.8
膨張後の固着力(MPa)		0.30	0.32	0.31	0.36	0.37	0.31	0.29	0.41	0.31	0.30

[0130]

[表2]

		No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18
絶縁層組成（質量部）	樹脂A1	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A2	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A3	100	100	100	100	100	100	100	100
	樹脂A4	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A5	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A6	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂A7	–	–	–	–	–	–	–	–
膨張層組成（質量部）	樹脂B1	100	100	100	100	100	100	100	100
	樹脂B2	–	–	–	–	–	–	–	–
	樹脂B3	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B1	–	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B2	–	–	–	–	–	10	20	30
	発泡剤B3	3	–	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B4	–	3	–	–	–	–	–	–
	発泡剤B5	–	–	3	–	–	–	–	–
	発泡剤B6	–	–	–	3	–	–	–	–
	発泡剤B7	–	–	–	–	3	–	–	–
	硬化剤	10	10	10	10	10	10	10	10
融着層組成（質量部）	樹脂C	100	100	100	100	100	100	100	100
	硬化剤	10	10	10	10	10	10	10	10
膨張前の可とう性		A	A	A	A	A	A	A	A
膨張前の絶縁性		A	A	A	A	A	A	A	A
膨張層の膨張率（倍）		3.5	3.8	3.7	2.8	3.1	1.8	1.8	1.8
膨張後の固着力(MPa)		0.27	0.41	0.35	0.33	0.32	0.41	0.41	0.41

[0131]（絶縁層形成用樹脂組成物）

絶縁層形成用樹脂としては、樹脂Ａ１～Ａ７のいずれかを使用した。樹脂Ａ１はポリエステルイミドを主成分とするワニス（大日精化工業社製）であり、樹脂Ａ２はポリアミドイミドを主成分とするワニスであり、樹脂Ａ３はポリイミドを主成分とするワニスであり、樹脂Ａ４はポリエーテルケトンを主成分とするワニスであり、樹脂Ａ５はポリフェニレンスルファイドを主成分とするワニスであり、樹脂Ａ６はポリフェニレンサルフォンを主成分とするワニスであり、樹脂Ａ７はポリエーテルイミドを主成分とするワニスである。

[0132]（膨張層形成用樹脂組成物）

膨張層形成用樹脂組成物としては、樹脂Ｂ１～Ｂ３のいずれかと、発泡剤１～７のいずれかと、硬化剤とを配合し、東邦化学工業社の溶剤「ハイソルブＤＭ」に固形分２５質量％となるよう溶解したものを用いた。樹脂Ｂ１は新日鉄住金社のフェノキシ樹脂「ＹＰＳ－００７Ａ３０」であり、樹脂Ｂ２は電気化学工業社のブチラール樹脂「デンカブチラール＃３０００」であり、樹脂Ｂ３はダイセル・エボニック社の共重合ナイロン「ダイアミドＴ－２５１」である。また、発泡剤Ｂ１は永和化成工業社の化学発泡剤「ネオセルボンＮ＃１０００Ｍ」（分解温度：１６０℃）であり、発泡剤Ｂ２は永和化成工業社の化学発泡剤「ビニホールＡＣ＃３Ｃ－Ｋ２」（分解温度：２００℃）であり、発泡剤Ｂ３は松本油脂製薬社の熱膨張性マイクロカプセル「マツモトマイクロスフェアーＦＮ－１００ＳＤ」（分解温度：１３０℃）であり、発泡剤Ｂ４は松本油脂製薬社の熱膨張性マイクロカプセル「マツモトマイクロスフェアーＦＮ－１８０ＳＤ」（分解温度：１５０℃）であり、発泡剤Ｂ５は松本油脂製薬社の熱膨張性マイクロカプセル「マツモトマイクロスフェアーＦＮ－２６０Ｄ」（分解温度：１９５℃）であり、発泡剤Ｂ６は日本フィライト社の熱膨張性マイクロカプセル「Ｅｘｐａｎｃｅｌ９２０ＤＵ４０」（分解温度：１２８℃）であり、発泡剤Ｂ７は積水化学社の熱膨張性マイクロカプセル「ＡＤＶＡＮＣＥＬＬ　ＥＭ５０１」（分解温度：１７０℃）である。硬化剤は日本ポリウレタン工業社のポリイソシアネート「ＭＩＬＬＩＯＮＡＴＥ　ＭＳ－５０」である。

[0133]（熱融着層形成用樹脂組成物）

熱融着層形成用樹脂組成物としては、樹脂Ｃと硬化剤とを配合し、東邦化学工業社の溶剤「ハイソルブＤＭ」に固形分２５質量％となるよう溶解したものを用いた。樹脂Ｃは新日鉄住金社のフェノキシ樹脂「ＹＰＳ－００７Ａ３０」であり、硬化剤は日本ポリウレタン工業社のポリイソシアネート「ＭＩＬＬＩＯＮＡＴＥ　ＭＳ－５０」である。

[0134]＜評価＞

以上のようにして得られた自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１～１８について、膨張層の膨張前の可とう性及び絶縁性、膨張層の膨張率、並びに膨張層の膨張後の固着力を評価した。この評価結果は、表１及び２に合わせて示す。

[0135] （可とう性）

自己融着性絶縁電線を１０％予備伸張した後、銅線の３倍径（直径３ｍｍ）の棒状体に捲き付けて空芯ヘリカルコイルを作製し、３０ターン中の皮膜割れ（熱融着層に顕在する割れ）の発生有無を目視により確認し、皮膜割れが発見されなかったものを「Ａ」、皮膜割れが発見されたものを「Ｂ」とした。

[0136] （絶縁性）

ＪＩＳ－Ｃ３００３に従い、２個撚り法にて作製した電線の絶縁破壊電圧を測定した。試験片の長さ１２ｃｍの間を規定のより回数に撚り合わせ、線間に交流電圧を加え５００Ｖ／秒で昇圧し、破壊したときの電圧を求め、規定の電圧以上となったものを「Ａ」、規定の電圧未満であったものを「Ｂ」とした。

[0137] （膨張率）

上記可とう性の評価と同様にヘリカルコイルを作成し、１８０℃で２０分間加熱処理したものと加熱処理をしていないものとを切断し、自己融着性絶縁電線断面を光学顕微鏡により観察して膨張層の厚さをそれぞれ複数箇所測定して平均し、次の計算式により膨張率を算出した。

膨張率＝（加熱処理した膨張層の平均厚さ）／（未加熱処理の膨張層の平均厚さ）

[0138] （固着力）

自己融着性絶縁電線を直径６．４ｍｍのステンレス棒に捲き付けて空芯ヘリカルコイルを作製し、この空芯ヘリカルコイルに軸方向に４００ｇｆの圧縮力を作用させながら使用した発泡剤の分解温度で２０分間加熱処理した後、ＪＩＳ－Ｋ７１７１（２００８）に準拠した３点曲げ試験を行い、空芯コイルの曲げ応力を測定した。

[0139] 自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１～１８は、膨張層の膨張前に十分な絶縁性を有し、かつ膨張層の膨張後に十分な固着力を有していた。中でも自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１～１８は、膨張層の膨張前の可とう性も良好であった。

[0140] ＜自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６＞

直径１．０ｍｍの銅線に、平均厚さ４０μｍの絶縁層及び平均厚さ４０μｍの熱融着層をこの順に積層することによって、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６を試作した。絶縁層及び熱融着層は、それぞれ表１に記載する組成の樹脂組成物を塗布ダイスを用いて塗布し、炉長３ｍの横炉を用いて炉温２００℃、線速４．８ｍ／分の条件で乾燥（焼付）した。

[0141] （絶縁層形成用樹脂組成物）

絶縁層形成用樹脂組成物としては、ポリエステルイミドを主成分とするワニス、ポリアミドイミドを主成分とするワニス、ポリイミドを主成分とするワニス又はポリエーテルエーテルケトンを主成分とするワニスを使用した。

[0142] （熱融着層形成用組成物）

熱融着層形成用組成物のマトリックスの樹脂成分としては、ガラス転移温度が１３０℃のポリヒドロキシポリエーテル（フェノキシ樹脂）（新日鉄住金社の「ＹＰＳ－００７Ａ３０」）、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド又は耐熱ポリウレタンを使用した。熱融着層形成用組成物のマトリックスの硬化剤としてはノボラック型エポキシ樹脂（新日鉄住金社の「ＹＤＣＮ－７０４」）又はポリイソシアネート（日本ポリウレタン工業社の「ＭＩＬＬＩＯＮＡＴＥ　ＭＳ－５０」）を使用した。また、熱融着層形成用組成物の発泡剤としては、発泡開始温度が１９０℃の化学発泡剤（永和化成工業社の「ビニホールＡＣ＃３Ｃ－Ｋ２」）又は発泡開始温度が１８０℃の熱膨張性マイクロカプセル（積水化学社の「ＥＭ５０１」）を使用した。

[0143] （マトリックス弾性率の温度依存性）

自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６のマトリックスについて、別途、発泡剤を含まない状態で乾燥、固化させたマトリックスを調整し、徐々に温度を上げて弾性率が１ｋＰａとなる温度を測定したところ、自己融着性絶縁電

線Ｎｏ．１９～２２のマトリックスでは１３７℃、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２３のマトリックスでは１１６℃、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２４のマトリックスでは１８１℃、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２５のマトリックスでは１４３℃、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２６のマトリックスでは２４１℃であった。なお、「弾性率が１ｋＰａとなる温度」は、ユービーエム社の粘弾性測定装置を用いて測定した。

[0144]（可とう性及び絶縁性の評価）

自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６について、加熱により熱融着層を膨張させる前の可とう性及び絶縁性を確認し、良好であったものを「Ａ」、不良であったものを「Ｂ」たとした。なお、可とう性は、２０％伸長後に自己径巻きで巻線を３０ターン巻付けて、割れ及び浮きがないか目視で確認し、割れ及び浮きがなければ良好とした。また、絶縁性は、絶縁破壊電圧をＪＩＳ－Ｃ３００３－５（２０１１）に従い、２個撚り線の線間に交流電圧を加え５００Ｖ／秒で昇圧し、絶縁破壊したときの電圧を測定し、この絶縁破壊電圧が規格値以上のものを良好とした。この結果、表１に示すように、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６のいずれも、可とう性及び絶縁性が共に良好であった。

[0145]（熱融着層の平均厚さ膨張率）

自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６を加熱して熱融着層を膨張させる前後において、熱融着層の平均厚さを測定し、平均厚さ膨張率を算出した。具体的には、１８０℃の熱風循環型恒温槽で２時間加熱することにより自己融着性絶縁電線の熱発泡層を膨張させ、マイクロメーターで膨張前の線径と膨張後の線径を測定することにより、熱融着層の平均厚さ膨張率を算出した。表１に示すように、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２５の熱融着層は、適度に膨張したが、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２６は、まったく膨張しなかった。これは、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２６の熱融着層のマトリックスの弾性率が１ｋＰａ以上に上昇する温度が発泡剤の膨張開始温度よりも高いことに起因すると考えられる。

[0146] （平均空孔径）

加熱後の自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６について、熱融着層に形成された空孔の平均径を測定した。なお、この空孔の平均径の測定は、熱融着層の断面をＰｏｒｕｓ　Ｍａｔｅｒｉａｌｓ社の「多孔質材料自動細孔径分布測定システム」を用いて測定した。表１に示すように、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２５の熱融着層に形成される空孔の平均径は、１００μｍから１３０μｍの範囲内であった。一方、上述のように加熱により膨張させることができなかった自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２６は、空孔が形成されなかったので、空孔の平均径を測定することができなかった。

[0147] （空隙率）

また、加熱後の自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６について、上記膨張前後の平均厚さの測定値を基に、熱融着層の空隙率を算出した。表１に示すように、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２５の膨張後の熱融着層の空隙率は、６５％から７６％の範囲内であった。一方、上述のように加熱により膨張させることができなかった自己融着性絶縁電線Ｎｏ．２６は、空孔が形成されなかったので空隙率は０％とされる。

[0148] （固着力）

自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６を直径６．４ｍｍのステンレス棒に捲き付けて空芯ヘリカルコイルを作製し、この空芯ヘリカルコイルに軸方向に４００ｇｆの圧縮力を作用させながら使用した発泡剤の分解温度で２０分間加熱処理した後、温度１８０℃でＪＩＳ－Ｋ７１７１（２００８）に準拠した３点曲げ試験を行い、空芯コイルの曲げ応力を測定し、これを自己融着性絶縁電線間の固着力の指標とした。表１に示すように、自己融着性絶縁電線Ｎｏ．１９～２６は、いずれも十分な固着力を有していた。

[0149]

[表3]

				No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24	No.25	No.26
被膜	絶縁層	樹脂（質量部）	ポリエステルイミド	100	–	–	–	–	–	–	–
			ポリアミドイミド	–	100	–	–	–	–	–	–
			ポリイミド	–	–	100	–	100	100	100	100
			ポリエーテルエーテルケトン	–	–	–	100	–	–	–	–
		膜厚（μm）		40	40	40	40	40	40	40	40
	熱融着層	マトリックス	樹脂（質量部）	ポリヒドロキシポリエーテル	100	100	100	100	–	–	100	–
				ポリアミドイミド	–	–	–	–	100	–	–	–
				ポリエステルイミド	–	–	–	–	–	–	–	100
				耐熱ポリウレタン	–	–	–	–	–	100	–	–
			硬化剤（質量部）	ノボラック型エポキシ樹脂	–	–	–	–	–	–	30	–
				ポリイソシアネート	30	30	30	30	–	–	–	–
			弾性率が1kPaとなる温度（℃）		137	137	137	137	116	181	143	241
		発泡剤（質量部）	化学発泡剤		5	5	5	5	5	5	–	5
			熱膨張性マイクロカプセル		–	–	–	–	–	–	3	–
		膜厚（μm）			40	40	40	40	40	40	40	40
評価	膨張前	可とう性評価			A	A	A	A	A	A	A	A
		絶縁性評価			A	A	A	A	A	A	A	A
	膨張後	熱融着層の平均厚さ膨張率（倍）			3.0	2.9	3.0	3.0	3.5	4.3	3.9	1.0
		平均空孔径（μm）			100	100	100	100	100	120	130	–
		空隙率（%）			66	65	66	66	71	76	73	0
		180℃での固着力（MPa）			0.32	0.31	0.30	0.31	0.41	0.46	0.38	0.30

[0150] Ｎｏ．２６のサンプルのマトリックス樹脂は弾性率が１ｋＰａ以上となる温度が２４１℃と高く、発泡温度（１８０℃）付近での弾性率は１ｋＰａより低いと推測される。そのため、発泡剤の分解反応は起こるがマトリックス樹脂が流れやすいために樹脂表面から気泡が抜け、融着層内に空隙を形成できなかったと思われる。

産業上の利用可能性

[0151] 本発明に係る自己融着性絶縁電線は、コイルやモーター等を形成するために好適に利用することができる。

符号の説明

[0152] １ 金属導体

２ 絶縁層

３ 膨張層

４，４ａ 熱融着層

５，５ａ マトリックス

６ 発泡剤

請求の範囲

[請求項1] 線状の金属導体と、この金属導体の外周面側に積層される絶縁層と、この絶縁層の外周面側に積層され、加熱により膨張する膨張層と、この膨張層の外周面側に積層される熱融着層とを備える自己融着性絶縁電線。

[請求項2] 上記膨張層が、合成樹脂を主成分とするマトリックスと、このマトリックス中に分散する化学発泡剤又は熱膨張性マイクロカプセルとを有する請求項１に記載の自己融着性絶縁電線。

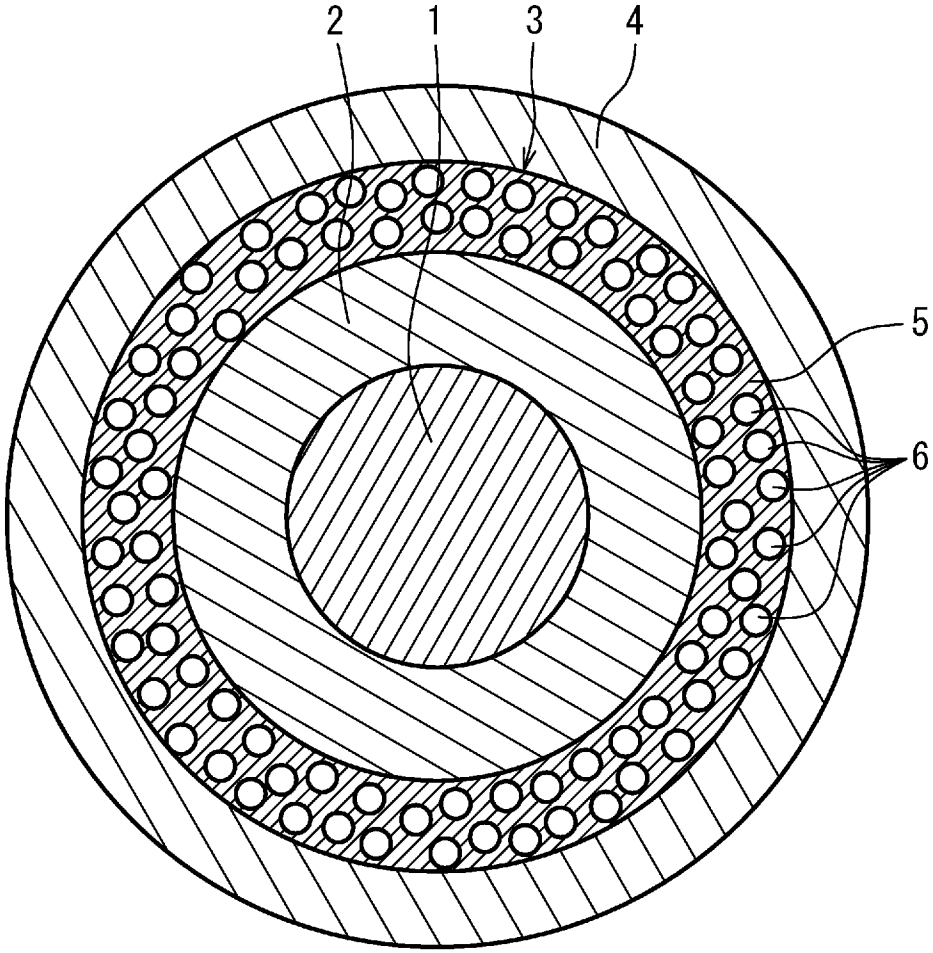
[請求項3] 上記膨張層の加熱後の平均厚さ膨張率が１．１倍以上５倍以下である請求項１又は請求項２に記載の自己融着性絶縁電線。

[請求項4] 上記膨張層の加熱後の空隙率が１０％以上８０％以下である請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の自己融着性絶縁電線。

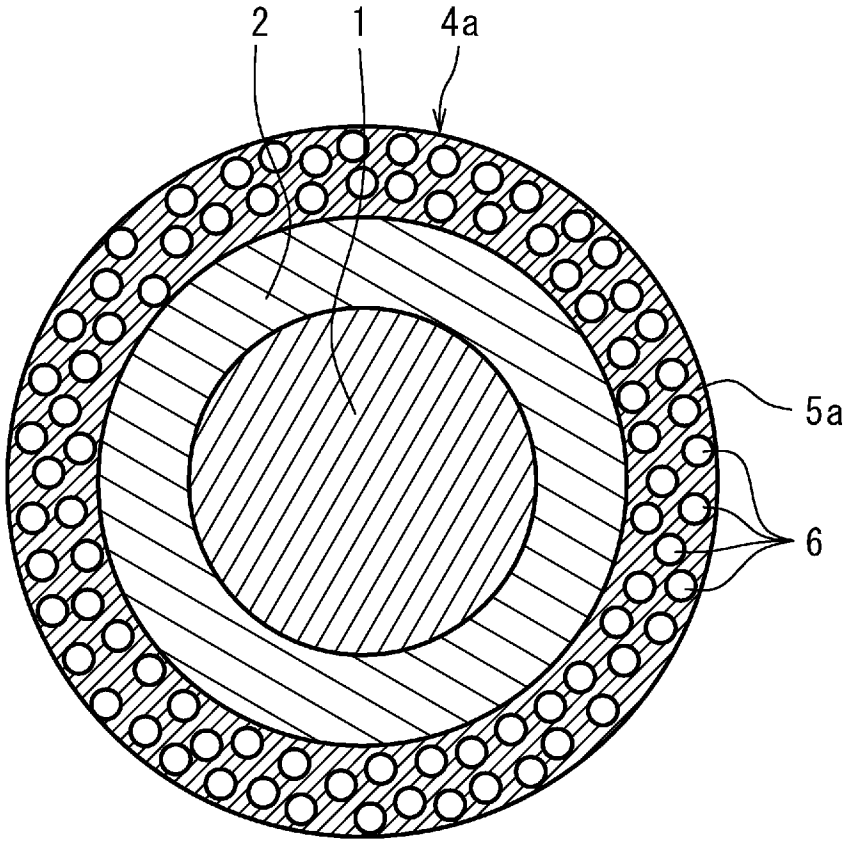
[請求項5] 上記熱融着層の平均厚さが５μｍ以上２００μｍ以下である請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の自己融着性絶縁電線。

[請求項6] 請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の自己融着性絶縁電線を捲線加工し、膨張層を膨張させて形成されるコイル用電線。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/071397

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01B7/02(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, 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.
Y	JP 2006-31980 A (Sumitomo Electric Wintec, Inc., Mitsuba Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0025] to [0031], [0033], [0036] to [0043]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 4-245110 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 01 September 1992 (01.09.1992), paragraphs [0007], [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-6

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 October 2015 (19.10.15)	02 November 2015 (02.11.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/071397

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 54-37289 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 19 March 1979 (19.03.1979), page 2; fig. 2 (Family: none)	2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７１３９７

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, 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, 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
Y	JP 2006-31980 A (住友電工ウインテック株式会社, 株式会社ミツバ) 2006.02.02, 段落[0025]-[0031], [0033], [0036]-[0043], 図１ (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 4-245110 A (住友電気工業株式会社) 1992.09.01, 段落[0007], [0017], 図１ (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 54-37289 A (日本電信電話公社) 1979.03.19, 2頁, 第２図 (ファミリーなし)	2

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１９．１０．２０１５	０２．１１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｎ　４０９２
木村　励
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８６