

明 細 書

発明の名称：熱収縮接続部品および熱収縮接続部品の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、熱収縮接続部品および熱収縮接続部品の製造方法に関する。

本出願は、2022年1月21日出願の日本出願第2022-8307号に基づく優先権を主張し、上記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 航空機用、電子部品用、鉄道車両用、自動車用や自動二輪用のワイヤハーネスとして、複数の絶縁電線を接続帯や粘着テープ等でまとめた電線束が用いられる。各絶縁電線は、一般に、1または複数の銅合金等の導体からなる導体の束に絶縁体を被覆して構成される。この電線束の末端や中間部にある接続部分（ジョイント部）は、導体が露出するため電気絶縁、機械的保護や防水が必要である。電気絶縁、機械的保護、防水には熱収縮チューブが用いられる。特に防水には、径方向に熱収縮性を有する熱収縮チューブを備える熱収縮接続部品が用いられる。この熱収縮接続部品が備える熱収縮チューブは、絶縁電線同士の接続部分に被覆して加熱すると、形状記憶効果により、接続部分の形状に沿って収縮して密着することで電線、パイプ等の接続部分を保護できる。

[0003] 十分な素線間止水性を得るため、従来技術としては、例えば、電線の末端の芯線間の隙間にシアノ系接着剤を浸透させて固化し芯線同士を接着する一方、その内面にホットメルト層（接着層）を備えた熱収縮チューブを前記端末に被せ、ホットメルト層を溶融固化して充填する電線端末の防水構造が提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-233175号公報

発明の概要

[0005] 本開示の熱収縮接続部品は、導体が絶縁層により被覆された絶縁電線を接続するための熱収縮接続部品であって、融点が 210°C 以上 250°C 以下である熱収縮チューブと、上記熱収縮チューブにおける両端部の内周面に配設される1対の封止部とを備え、上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が、 $1000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が、 $7000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $70000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。

[0006] 本開示の熱収縮接続部品の製造方法は、熱収縮接続部品を製造する方法であって、熱収縮チューブにおける両端部の内周面に1対の封止部を配設する工程を備えており、上記封止部を配設する工程で、上記熱収縮チューブを収縮させて上記封止部を固定させており、上記熱収縮チューブの融点が 210°C 以上 250°C 以下であり、上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が、 $1000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が、 $7000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $70000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。

[図2]図2は、本開示の他の実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。

[図3]図3は、本開示の他の実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。

[図4]図4は、本開示の他の実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。

[図5]図5は、本開示の他の実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。

[図6]図6は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品に2本の絶縁電線が

ら露出する導体を挿入する前の状態を説明する模式図である。

[図7]図7は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品により2本の絶縁電線の接続部分が被覆された状態を説明する模式図である。

[図8]図8は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品が熱収縮を開始した状態を説明する模式図である。

[図9]図9は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品の封止剤が熔融した状態を説明する模式図である。

[図10]図10は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品により接続された電線束を示す模式的斜視図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

絶縁電線の接続部品としては、絶縁電線の接続部分の保護だけでなく、接続部分への外部からの水の浸入を防ぐとともに、絶縁性が維持されるように、高い封止性が必要となる。

[0009] 本開示は、このような事情に基づいてなされたものであり、絶縁電線の接続部品用途として封止性能および高温環境下での耐久性に優れる熱収縮接続部品を提供することを目的とする。

[0010] [本開示の効果]

本開示によれば、絶縁電線の接続部品用途として封止性能および高温環境下での耐久性に優れる熱収縮接続部品を提供できる。

[0011] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0012] 本開示の一態様に係る熱収縮接続部品は、

(1) 導体が絶縁層により被覆された絶縁電線を接続するための熱収縮接続部品であって、融点が 210°C 以上 250°C 以下である熱収縮チューブと、上記熱収縮チューブにおける両端部の内周面に配設される1対の封止部とを備え、上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が、 $1000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、 215°C 、剪

断速度 $0.01/s$ での剪断粘度が、 $7000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $70000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下である。

[0013] 当該熱収縮接続部品は、融点が 210°C 以上 250°C 以下である熱収縮チューブを含有し、上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/s$ での剪断粘度が、 $1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることで、熱収縮チューブの収縮時に隙間が生じにくく、当該熱収縮接続部品の封止の精度に優れる。また、上記封止材における 215°C 、剪断速度 $0.01/s$ での剪断粘度が、 $7000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $70000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることで、高温環境下の使用時のたれ落ちを抑制し、封止性能の耐久性に優れる。従って、絶縁電線の接続部品用途として封止性能および高温環境下での耐久性に優れる。さらに、上記熱収縮チューブは、融点が 210°C 以上 250°C 以下であることで、耐熱性を確保するとともに、被覆対象物の熱によるダメージを抑制できる。上記剪断粘度の測定方法としては、回転式レオメーター（アントンパール社製の「MCR302」）を用い、所定の温度、剪断速度における剪断粘度の評価を行うことができる。上記「熱収縮チューブにおける両端部」とは、熱収縮チューブの長手方向の両端から、熱収縮チューブの長手方向の長さ $1/3$ 以下の範囲をいう。

[0014] (2) 上記(1)において、上記熱収縮チューブの主成分がエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体であり、上記熱収縮チューブの 250°C 以上 280°C 以下における貯蔵弾性率が 0.8 MPa 以上 2.8 MPa 以下であってもよい。上記熱収縮チューブの主成分がエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体であることで、上記熱収縮チューブの融点が制御しやすくなる。また、 250°C 以上 280°C 以下での貯蔵弾性率が 0.8 MPa 以上 2.8 MPa 以下であることで、融点以上に加熱した際の変形性に優れ、製造過程における膨張（拡張）を容易に行うことができ、偏肉率（肉厚分布）を良好な範囲に制御できる。さらに、収縮時における偏肉率（肉厚分布）および長さ変化率を良好な範囲に制御でき、元の形状に収縮できる収縮性能に優れる。

- [0015] 熱収縮チューブにおける「主成分」とは、最も含有量の多い成分を意味し、熱収縮チューブの総質量に対して95質量%以上含まれ、かつ、樹脂成分の総質量に対して98%以上含まれる成分をいう。「貯蔵弾性率」とは、JIS-K7244-4(1999)に記載の動的機械特性の試験方法に準拠して測定される値であり、粘弾性測定装置を用いて、引張モード、歪0.08%の条件で上記温度と周波数で測定した値である。上記粘弾性測定装置としては、例えばアイティー計測制御社製「DVA-220」を用いることができる。
- [0016] (3) 上記(1)または(2)において、上記封止材の軟化点が90℃以上170℃以下であってもよい。上記封止材の軟化点が90℃以上170℃以下であることで、封止材が適度な流動性を有し、隙間を充填する効果が高くなるので、当該熱収縮接続部品の封止性を向上できる。
- [0017] (4) 上記(1)から(3)のいずれかにおいて、上記封止材の主成分がテトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレンービニリデンフロライド共重合体であってもよい。融点が比較的低いテトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレンービニリデンフロライド共重合体を封止材の主成分として用いることで、より低温で封止することができる。
- [0018] (5) 上記(1)から(4)のいずれかにおいて、上記封止材が無機フィラーを含有し、上記無機フィラーがシリカ、ハイドロタルサイト、クレーまたはこれらの組み合わせであり、上記無機フィラーの含有量が上記封止材中の樹脂100質量部に対して1.0質量部以上4.0質量部以下であってもよい。上記封止材が無機フィラーを含有することで封止材の剪断粘度を容易に調整できる。上記無機フィラーがシリカ、ハイドロタルサイト、クレーまたはこれらの組み合わせであることで、上記無機フィラーの耐熱性が優れる。上記無機フィラーの含有量が上記封止材中の樹脂100質量部に対して1.0質量部以上4.0質量部以下であることで、封止材の250℃および215℃の高温下における剪断粘度を良好な範囲に調整できるので、当該熱収縮接続部品の封止性をより向上できる。

- [0019] (6) 上記(1)から(5)のいずれかにおいて、上記封止材における波長 $1\ \mu\text{m}$ の赤外線透過率が 1.0% 以上 30.0% 以下であってもよい。上記封止材における波長 $1\ \mu\text{m}$ の赤外線透過率が上記範囲であることで、当該熱収縮接続部品の赤外線加熱における赤外線の吸収性を向上できるとともに、当該熱収縮接続部品の良好な熱収縮挙動を得ることができる。赤外線の透過率の測定方法としては、島津製作所社製の分光光度計 UV-3600 を用いて波長 $1\ \mu\text{m}$ の赤外線の透過率を測定することができる。
- [0020] (7) 上記(1)から(6)のいずれかにおいて、上記熱収縮チューブにおける上記1対の封止部の間の内周面に配設される接合部をさらに備え、上記接合部における半田材の融点が 210°C 以上 240°C 以下であってもよい。上記熱収縮チューブにおける上記1対の封止部の間の内周面に配設される接合部をさらに備え、上記接合部における半田材の融点が上記範囲であることで、当該熱収縮接続部品における絶縁電線の接続性を良好にできる。
- [0021] (8) 上記(1)から(7)のいずれかにおいて、上記熱収縮チューブの表面の算術平均粗さ R_a が $0.10\ \mu\text{m}$ 以上 $2.00\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。上記算術平均粗さ R_a が $0.10\ \mu\text{m}$ 以上 $2.00\ \mu\text{m}$ 以下であることで、熱収縮チューブ1の内部の視認性を確保できるとともに、熱収縮チューブ1の製造工程時の赤外線(IR)加熱における赤外線の吸収性を向上できる。上記「算術平均粗さ R_a 」とは、JIS-B0601:2001に準じてカットオフ値(λ_c) $2.5\ \text{mm}$ 、評価長さ(l) $8\ \text{mm}$ で測定される値を意味する。
- [0022] 本開示の他の態様に係る熱収縮接続部品の製造方法は、
- (9) 熱収縮接続部品を製造する方法であって、熱収縮チューブにおける両端部の内周面に1対の封止部を配設する工程を備えており、上記封止部を配設する工程で、上記熱収縮チューブを収縮させて上記封止部を固定させており、上記熱収縮チューブの融点が 210°C 以上 250°C 以下であり、上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が、 $1000\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下であり、 215°C 、剪断速度 0.0

1 / s での剪断粘度が、7 0 0 0 P a ・ s 以上 7 0 0 0 0 P a ・ s 以下である。

[0023] 当該熱収縮接続部品の製造方法においては、融点が 2 1 0 °C 以上 2 5 0 °C 以下である熱収縮チューブを用いることで、耐熱性を確保するとともに、被覆対象物の熱によるダメージを抑制できる。上記封止材の 2 5 0 °C、剪断速度 1 0 0 / s での剪断粘度が、1 0 0 0 P a ・ s 以上 2 0 0 0 P a ・ s 以下であることで、熱収縮チューブの収縮時に隙間が生じにくく、封止の精度が優れる熱収縮接続部品の製造できる。また、上記封止材における 2 1 5 °C、剪断速度 0. 0 1 / s での剪断粘度が、7 0 0 0 P a ・ s 以上 7 0 0 0 0 P a ・ s 以下であることで、高温環境下の使用時のたれ落ちを抑制し、封止性能の耐久性に優れる熱収縮接続部品の製造できる。従って、当該熱収縮接続部品の製造方法によれば、封止性能および高温環境下での耐久性に優れる熱収縮接続部品の製造できる。

[0024] (1 0) 上記 (9) において、上記封止材の軟化点が 9 0 °C 以上 1 7 0 °C 以下であってもよい。上記封止材の軟化点が 9 0 °C 以上 1 7 0 °C 以下であることで、封止材が適度な流動性を有し、隙間を充填する効果が高くなるので、封止性がより良好な熱収縮接続部品の製造できる。

[0025] [本開示の実施形態の詳細]

以下、本開示の実施形態に係る当該熱収縮接続部品および当該熱収縮接続部品の製造方法について、適宜図面を参照しつつ詳説する。

[0026] <熱収縮性接続部材>

当該熱収縮接続部品は、導体が絶縁層により被覆された絶縁電線を接続するための熱収縮接続部品である。図 1 は、本開示の一実施形態に係る熱収縮接続部品を示す模式的斜視図である。図 1 に示すように、熱収縮接続部品 4 0 は、熱収縮チューブ 1 と、上記熱収縮チューブ 1 における両端部の内周面に配設される 1 対の封止部 3 とを備える。上記封止部 3 は、封止材から構成される。

[0027] 当該熱収縮接続部品は、上記熱収縮チューブにおける上記 1 対の封止部の

間の内周面に配設される接合部をさらに備えていてもよい。当該熱収縮接続部品が上記熱収縮チューブにおける上記1対の封止部の間の内周面に配設される接合部をさらに備えることで、絶縁電線同士の接続性をより向上できる。図2に示す熱収縮接続部品50は、熱収縮チューブ1と、上記熱収縮チューブ1における両端部の内周面に配設される1対の封止部3と、上記熱収縮チューブ1における上記1対の封止部3の間の内周面に配設される接合部2とを備える。上記熱収縮接続部品50は、接合部2を除いて上記熱収縮接続部品40と同様の構成を有する。以下、熱収縮接続部品50に基づいて詳細を説明する。

[0028] [熱収縮チューブ]

熱収縮チューブ1は、被覆対象物を保護するための被覆材として使用される。熱収縮チューブは、加熱されることで縮径するチューブである。より具体的には、被覆対象物が挿入された熱収縮チューブを被覆対象物上で加熱し、上記熱収縮チューブの収縮体で被覆対象物を被覆することで、被覆対象物が保護される。図1の熱収縮チューブ1は、円筒形状の単層の基材層から構成されている。

[0029] 熱収縮チューブ1は、熱収縮チューブ形成用の樹脂組成物により形成され、熱収縮チューブ1は、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体を主成分としてもよい。熱収縮チューブ1は、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体を主成分とすることで、融点および融点以上での貯蔵弾性率を制御しやすい。

[0030] 熱収縮チューブ1は、必要に応じてその他の添加剤を含有していてもよい。そのような添加剤としては、例えば強度保持剤、酸化防止剤、難燃剤、銅害防止剤、架橋助剤、着色剤、熱安定剤、赤外線吸収剤、紫外線吸収剤が挙げられる。熱収縮チューブ1における添加剤の含有量は、5質量%未満であってもよく、3質量%未満であってもよい。添加剤の含有量が上記上限以上の場合、熱収縮チューブ1の性能にばらつきが生じ易くなるおそれがある。

[0031] 熱収縮チューブ1の融点の下限としては、210℃であり、215℃であ

ってもよい。熱収縮チューブ1の融点が上記下限未満の場合、高温下での使用時に熱収縮チューブが軟化または変形するおそれがある。一方、熱収縮チューブ1の融点の上限としては、250℃であり、240℃であってもよい。熱収縮チューブ1の融点が上記上限を超えると、製造された熱収縮チューブ1を熱収縮させる際の収縮温度が高くなるため、被覆対象物に熱によるダメージを与えるおそれがある。熱収縮チューブは、融点が上記範囲であることで、耐熱性を確保するとともに、被覆対象物の熱によるダメージを抑制できる。

[0032] 熱収縮チューブ1の平均内径および平均厚さは、用途等に合わせて適宜選択される。熱収縮チューブ1の熱収縮前の平均内径としては、例えば1mm以上60mm以下にできる。また、熱収縮チューブ1の熱収縮後の平均内径としては、例えば熱収縮前の平均内径の25%以上65%以下にできる。また、熱収縮チューブ1の平均厚さとしては、例えば0.1mm以上5mm以下にできる。

[0033] 熱収縮チューブ1の250℃以上280℃以下での貯蔵弾性率の下限としては、0.8MPaであってもよく、1.0MPaであってもよく、1.2MPaであってもよい。また、上記貯蔵弾性率の上限としては、2.8MPaであってもよく、2.0MPaであってもよく、1.6MPaであってもよい。上記250℃以上280℃以下での貯蔵弾性率が上記下限未満の場合、熱収縮チューブ1の高温での強度や収縮性能（形状記憶効果）が不十分となるおそれがある。一方、上記貯蔵弾性率が上記上限を超える場合、チューブの膨張が困難になるため、熱収縮チューブ1の品質のばらつきの抑制が困難となるおそれがある。また、膨張時の偏肉率が悪く、収縮時の長さ変化率の値やばらつきが大きくなるおそれがある。熱収縮チューブは、上記貯蔵弾性率を上記範囲とすることで、熱収縮チューブ1が融点以上に加熱した際の変形性に優れ、製造過程において容易かつ確実に拡張できる。これにより、品質のばらつきを低減することができる。

[0034] 熱収縮チューブ1の表面の算術平均粗さRaの下限としては、0.10μ

mであってもよく、 $0.30\text{ }\mu\text{m}$ であってもよく、 $0.50\text{ }\mu\text{m}$ であってもよい。熱収縮チューブ1の表面の算術平均粗さ R_a が上記下限未満の場合、赤外線加熱装置で加熱した際の吸収が少なく加熱が不十分となるおそれがある。一方、上記算術平均粗さ R_a の上限としては、 $2.00\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1.50\text{ }\mu\text{m}$ であってもよく、 $1.00\text{ }\mu\text{m}$ であってもよい。熱収縮チューブ1の表面の算術平均粗さ R_a が上記上限を超える場合、可視光の散乱が大きくなり、熱収縮チューブ1の内部の視認性が低下するため、熱収縮チューブ1を備える熱収縮接続部材の収縮度合の確認が困難となるおそれがある。絶縁電線の熱収縮接続部品は、収縮状態、半田材の熔融、電線の接続状態等の確認を行うために、熱収縮チューブ1の内部の視認性が要求される。従って、熱収縮接続部品に用いられる熱収縮チューブとしては、透明性が求められる。熱収縮チューブ1においては、上記算術平均粗さ R_a が上記範囲であることで、熱収縮チューブ1の内部の視認性を確保できるとともに、熱収縮チューブ1の製造工程時の赤外線（IR）加熱における赤外線の吸収性を向上できる。

[0035] [接合部]

接合部2が半田から構成される場合、半田材としては、金属系材料を用いることができ、例えばSn、Sb、Pb、Bi、Ag、Cu、Ni、In、Ge、P、Znのいずれかを複合して用いることができる。また、融点調整の面から、Sn-Ag、Sn-Cu、Sn-Sb、Sn-Pb、Pb-Inを含んでいてもよい。上記半田材にはフラックスを含むことができる。

[0036] 当該熱収縮接続部品50においては、上記接合部2における半田材の融点が 210°C 以上 240°C 以下であってもよく、 220°C 以上 230°C 以下であってもよい。上記半田材の融点が上記範囲であることで、熱収縮チューブ1と、上記半田材とを組み合わせ、当該熱収縮接続部品50における耐熱性および絶縁電線の接続性を良好にできる。

[0037] [封止部]

封止部3は封止材から構成される。上記封止材としては、例えばポリオレ

フィン樹脂、フッ素樹脂、フッ素ゴムを用いることができる。より詳細には、上記封止材としては、高密度ポリエチレン（HDPE）、低密度ポリエチレン（LDPE）、直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、エチレン-アクリル酸エチル共重合体（EEA）、エチレン-メチルメタクリレートの共重合体（EMMA）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-ビニリデンフロライド共重合体（THV）、フッ化ビニリデン系ゴム（FKM）、フッ化エチレンプロピレン系ゴム（FEPM）、テトラフルオロエチレンパーフルオロビニルエーテル系ゴム（FFKM）のうちのいずれかを1種または2種以上混合して用いることができる。上記封止材の主成分としては、これらの中でも、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-ビニリデンフロライド共重合体であってもよい。融点が比較的低いテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-ビニリデンフロライド共重合体を封止材の主成分として用いることで、より低温で封止することができる。

[0038] 上記封止部3における封止材の軟化点は、90℃以上170℃以下であってもよく、100℃以上150℃以下であってもよく、110℃以上140℃以下であってもよい。また、封止材の軟化点が90℃以上170℃以下であることで、封止材がより良好な流動性を有し、隙間を充填する効果がさらに高くなるので封止性をより向上できる。軟化点が90℃よりも低い場合、熱収縮チューブの収縮時に軟化し、形状が変化しやすくなるので、隙間が生じやすく、封止性が低下するおそれがある。軟化点が170℃よりも高い場合、収縮時の流動性が低いため、隙間を充填する効果が低くなり、封止性が低下するおそれがある。

[0039] 上記封止材は、剪断粘度の調整のために無機フィラーを含有してもよい。無機フィラーとしては、シリカ、ハイドロタルサイト、クレイまたはこれらの組み合わせであってもよい。上記無機フィラーがシリカ、ハイドロタルサ

イト、クレ－またはこれらの組み合わせであることで、上記無機フィラーの耐熱性が優れる。

[0040] 上記封止材における無機フィラーの含有量の下限としては、封止材中の樹脂100質量部に対して1.0質量部であってもよく、1.5質量部であってもよい。無機フィラーの含有量が1.0質量部未満の場合、剪断粘度の十分な向上効果が得られないおそれがある。一方、上記封止材における無機フィラーの含有量の上限としては、4.0質量部であってもよく、3.5質量部であってもよい。上記無機フィラーの含有量が4.0質量部を超える場合、剪断粘度が高くなり過ぎて封止性が低下するおそれがある。

[0041] 上記封止材は、その他の成分として着色剤、酸化防止剤、赤外線吸収剤、潤滑剤を含むことができる。

[0042] 当該熱収縮接続部品においては、封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度の下限としては、1000Pa・sであり、1200Pa・sであってもよい。上記封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が1000Pa・sよりも低い場合には、熱収縮チューブの収縮時に軟化して形状が変化しやすくなるので、収縮時の封止材の熱収縮チューブ外への流出により隙間が生じやすく、封止性が低下するおそれがある。一方、封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度の上限としては、2000Pa・sであり、1900Pa・sであってもよい。上記封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が2000Pa・sよりも高い場合は、熱収縮チューブの収縮時の流動性が低いため、隙間を充填する効果が低くなり封止性が低下するおそれがある。当該熱収縮接続部品は、上記封止部3における封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であることで、熱収縮チューブの収縮時に隙間が生じにくく、当該熱収縮接続部品の封止の精度が優れる。

[0043] 当該熱収縮接続部品においては、封止材の215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度の下限としては、7000Pa・sであり、8000Pa・sであってもよい。上記封止材の封止材の215℃、剪断速度0.01/s

での剪断粘度が $7000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ よりも低い場合には、高温で長期間保持された場合に流動しやすくなり、封止性を維持できなくなるおそれがある。一方、封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度の上限としては、 $70000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であり、 $65000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ であってもよい。上記封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が $70000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ よりも高い場合は、高温での流動性が低くなり過ぎて、隙間を十分に充填できなくなり、封止性が低下するおそれがある。当該熱収縮接続部品は、上記封止材における 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が、 $7000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $70000 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることで、高温環境下の使用時のたれ落ちを抑制し、封止性能の耐久性に優れる。

[0044] 当該熱収縮接続部品においては、封止材における波長 $1 \mu\text{m}$ の赤外線透過率が 1.0% 以上 30.0% 以下であってもよく、 3% 以上 22% 以下であってもよく、 5% 以上 16% 以下であってもよい。上記封止材における赤外線の透過率が上記上限を超えると、赤外線加熱時に封止部3の加熱が遅くなることで軟化が進みにくくなるために、熱収縮接続部品の封止性が低くなるおそれがある。一方、上記封止材における赤外線の透過率が上記下限未満の場合は、封止部3が優先的に軟化してしまい、半田材の流出を抑制する効果が減少して熱収縮接続部品の封止性が低くなるおそれがある。上記封止材における波長 $1 \mu\text{m}$ の赤外線の透過率が上記範囲であることで、当該熱収縮接続部品の赤外線加熱における赤外線の吸収性を良好な範囲に制御できるとともに、熱収縮接続部品の封止性を良好にできる。

[0045] [接合部]

接合部2は、熱収縮チューブ1における1対の封止部3の間に配設され、絶縁電線の導体を接合する。接合部2としては、例えば半田、編組半田、圧着スリーブが挙げられる。

[0046] 接合部2が半田の場合、接合部2を構成する半田材となる金属材料としては、例えば Sn 、 Sb 、 Pb 、 Bi 、 Ag 、 Cu 、 Ni 、 In 、 Ge 、 P 、 Zn のいずれかを複合して用いることができる。また、融点調整の面から、

S n - A g、S n - C u、S n - S b、S n - P b、P b - I nを含んでいてもよい。上記金属材料にはフラックスを含むことができる。

[0047] 図3に示す他の実施形態に係る熱収縮接続部品53は、熱収縮チューブ1と、熱収縮チューブ1における両端部の内周面に配設される1対の封止部3と、編組半田27を備える。接合部2が編組線に半田を含浸させた編組半田の場合、編組線を構成する金属材料としては、例えばC u、F e、S n、S b、A g、N i、A l、Z nまたはこれらの組み合わせを用いることができる。編組半田の半田材を構成する金属材料としては、上記半田材と同様のものを用いることができる。編組半田27にさらに上記半田を組み合わせることもできる。

[0048] 図4に示す他の実施形態に係る熱収縮接続部品54は、熱収縮チューブ1と、熱収縮チューブ1における両端部の内周面に配設される1対の封止部3と、圧着スリーブ28を備える。接合部2が圧着スリーブの場合、圧着スリーブを構成する金属材料としては、例えばC u、F e、S n、S b、A g、N i、A l、Z nのいずれかを1種もしくは2種以上複合して用いることができる。また、摩耗やキズ抑制、化学的耐久性の向上のために表面にコーティング層を形成することができる。コーティング層には、C u、F e、S n、S b、A g、N i、A l、Z nのいずれかを1種もしくは2種以上複合して用いることができる。コーティング層の厚みは、5 μ m以上30 μ m以下であってもよい。5 μ mよりも薄い場合は摩耗やキズ抑制、化学的耐久性向上の効果が少なく、30 μ mよりも厚い場合は製造性が低下する。

[0049] 接合部2が半田または編組半田である場合、接合部2における半田材の融点としては、210℃以上240℃以下であってもよく、220℃以上230℃以下であってもよい。上記半田材の融点が210℃以上240℃以下であることで、熱収縮チューブ1と、接合部2と、封止部3とを組み合わせ、当該熱収縮接続部品50における耐熱性、封止性および絶縁電線の接続性を良好にできる。

[0050] 当該熱収縮接続部品は接地用絶縁電線を備えることができる。図5に示す

熱収縮接続部品 5 1 は、熱収縮チューブ 1 と、上記熱収縮チューブ 1 における両端部の内周面に配設される 1 対の封止部 3 と、上記熱収縮チューブ 1 における上記 1 対の封止部 3 の間の内周面に配設される接合部 2 と、接地用絶縁電線 2 5 とを備える。接地用絶縁電線 2 5 は、素線 2 3 と、素線 2 3 を被覆する絶縁層 2 4 とを備える。熱収縮接続部品 5 1 が接地用絶縁電線 2 5 を備えることで、容易に接地（アース）を取ることができる。なお、接地用絶縁電線の絶縁性の被覆部は、樹脂や編組でもよい。

[0051] 当該熱収縮接続部品によれば、絶縁電線の接続部品用途として封止性能および高温環境下での耐久性に優れる熱収縮接続部品を提供できる。

[0052] <熱収縮接続部品の製造方法>

当該熱収縮接続部品の製造方法は、熱収縮接続部品を製造する方法であって、熱収縮チューブにおける両端部の内周面に 1 対の封止部を配設する工程（封止部配設工程）を備えている。また、当該熱収縮接続部品の製造方法は、封止材を用いて封止部を作製する工程（封止部作製工程）と、熱収縮チューブ形成用樹脂組成物をチューブ状に押出成形する工程（押出成形工程）と、上記チューブ状の押出成形品を拡張する工程（拡張工程）と、熱収縮チューブにおける上記 1 対の封止部の間の内周面に導体を接合するための接合部を配設する工程（接合部配設工程）とをさらに備えていてもよい。

[0053] （押出成形工程）

初めに、溶融混合機等を用いて熱収縮チューブの主成分樹脂と、必要に応じてその他の添加剤とを混合することにより熱収縮チューブを形成するための樹脂組成物を調製する。上記樹脂組成物においては、主成分樹脂の選定や架橋の調整により、融点を制御することができる。溶融混合機としては、特に限定されず、例えばオープンロール、バンバリーミキサー、加圧ニーダー、単軸混合機、多軸混合機を使用できる。

[0054] 次に、本工程では、熱収縮チューブを形成するための樹脂組成物をチューブ状に押出成形する。上記樹脂組成物を溶融押出成形機により押出成形する。具体的には、上記樹脂組成物を融点以上の温度に加熱して溶融させ、円筒

状の空間を有する押出ダイスから溶出し、冷却水等で融点以下に冷却して固化させることで樹脂組成物をチューブ状に押出成形する。

[0055] 上記押出成形工程により形成されるチューブ状の押出成形品を照射により架橋してもよい。上記押出成形工程により形成されるチューブを架橋することにより、後述する熱収縮接続部品加熱工程で熱収縮チューブを高温で加熱収縮させる際の収縮性（形状記憶効果）および収縮後の高温での形状保持性を付与する。照射架橋に使用される放射線としては、電子線（ β 線）、 γ 線等が挙げられる。

[0056] （拡張工程）

拡張工程では、押出成形品を拡張する。押出成形品の拡張の方法としては、従来の熱収縮チューブの作製に通常使用されている公知の拡張方法を用いることができる。例えば押出成形品を融点以上の温度に加熱した状態で内部に圧縮空気を導入する方法や、外部から減圧する方法、内部に金属棒を挿入する方法等により所定の内径となるように拡張させた後、冷却して形状を固定させる方法が用いられる。このような押出成形品の拡張は、例えば押出成形品の内径が1.2倍以上4倍以下となるように行われる。拡張した押出成形品の形状を固定することで、熱収縮チューブが得られる。この固定方法としては、例えば熱収縮チューブの主成分樹脂の融点以下の温度に冷却する方法が挙げられる。なお、拡張工程において、上記熱収縮チューブの内表面の表面粗さへの影響を小さくするために、金属棒の粗さを低減したり、コーティングや潤滑剤の塗布を行うことができる。また、拡張の速度を低減することによっても上記熱収縮チューブの内表面の表面粗さへの影響を小さくすることができる。このようにして押出成形品を拡張させて形状固定したものが熱収縮チューブとなる。

[0057] （封止部作製工程）

封止部作製工程では、封止材を用いて封止部を作製する。初めに、溶融混合機等を用いて封止部を形成するための封止材を調製する。溶融混合機としては、特に限定されず、例えばオープンロール、バンバリーミキサー、加圧

ニーダー、単軸混合機、多軸混合機を使用できる。

[0058] 次に、上記封止材を溶融押出成形機により押出成形する。具体的には、封止材を主成分樹脂の融点以上の温度に加熱して溶融させ、円筒状の空間を有する押出ダイスから溶出する。そして、冷却水等で主成分樹脂の融点以下に冷却して固化させることで封止材をチューブ状に押出成形する。それを所定の長さに切断して、リング状の封止部を作製する。

[0059] (封止部配設工程)

封止部配設工程では、熱収縮チューブにおける両端部の内周面に1対の封止部を配設する。初めに、拡張工程後に形成された熱収縮チューブを所望の長さに切断する。次に、切断後の熱収縮チューブにおける両端部の内周面に1対の封止部を挿入する。そして、熱収縮チューブを収縮させて封止部を固定することにより配設する。導体の接合効果を向上させるために、さらに接合部を配設する場合には、熱収縮チューブにおける上記1対の封止部の間の内周面に導体を接合するための接合部を配設する(接合部配設工程)。接合部配設工程では、封止部とともに、上記1対の封止部の間の内周面に導体を接合するための接合部が配設される。

[0060] 当該熱収縮接続部品の製造方法においては、上記熱収縮チューブの融点の下限が、210℃であり、215℃であってもよい。上記熱収縮チューブの融点が210℃未満の場合、高温下での使用時に熱収縮チューブが軟化または変形するおそれがある。一方、上記熱収縮チューブの融点の上限としては、250℃であり、240℃であってもよい。上記熱収縮チューブの融点が250℃を超えると、製造された上記熱収縮チューブを熱収縮させる際の収縮温度が高くなるため、被覆対象物に熱によるダメージを与えるおそれがある。上記熱収縮チューブは、融点が上記範囲であることで、耐熱性を確保するとともに、被覆対象物の熱によるダメージを抑制できる。

[0061] 当該熱収縮接続部品の製造方法においては、封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度の下限が、1000Pa・sであり、1200Pa・sであってもよい。上記封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断

粘度が $1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも低い場合には、熱収縮チューブの収縮時に軟化して形状が変化しやすくなるので、収縮時の封止材の熱収縮チューブ外への流出により隙間が生じやすく、封止性が低下するおそれがある。一方、封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度の上限としては、 $2000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であり、 $1900\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であってもよい。上記封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が $2000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも高い場合は、熱収縮チューブの収縮時の流動性が低いため、隙間を充填する効果が低くなり封止性が低下するおそれがある。上記封止部における封止材の 250°C 、剪断速度 $100/\text{s}$ での剪断粘度が、 $1000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $2000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることで、熱収縮チューブの収縮時に隙間が生じにくく、封止の精度が優れる熱収縮接続部品を製造できる。

[0062] 当該熱収縮接続部品の製造方法においては、封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度の下限が、 $7000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であり、 $8000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であってもよい。上記封止材の封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が $7000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも低い場合には、高温で長期間保持された場合に流動しやすくなり、封止性を維持できなくなるおそれがある。一方、封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度の上限としては、 $70000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であり、 $65000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であってもよい。上記封止材の 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が $70000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも高い場合は、高温で長期間保持された場合に流動性が低くなり過ぎて、隙間を十分に充填できなくなり、封止性が低下するおそれがある。上記封止材における 215°C 、剪断速度 $0.01/\text{s}$ での剪断粘度が、 $7000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $70000\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることで、高温環境下の使用時のたれ落ちを抑制し、封止性能の耐久性に優れる熱収縮接続部品を製造できる。

[0063] 当該熱収縮接続部品の製造方法においては、上記封止材の軟化点が 90°C 以上 170°C 以下であってもよく、 100°C 以上 150°C 以下であってもよく、 110°C 以上 140°C 以下であってもよい。また、封止材の軟化点が 9

0℃以上170℃以下であることで、封止材がより良好な流動性を有し、隙間を充填する効果がさらに高くなるので封止性がより良好な熱収縮接続部品を製造できる。軟化点が90℃よりも低い場合、熱収縮チューブの収縮時に軟化し、形状が変化しやすくなるので、隙間が生じやすく、封止性が低下するおそれがある。軟化点が170℃よりも高い場合、収縮時の流動性が低いため、隙間を充填する効果が低くなり、封止性が低下するおそれがある。

[0064] 当該熱収縮接続部品の製造方法におけるその他の構成については、上述の記載の通りである。

[0065] 当該熱収縮接続部品の製造方法によれば、封止性能および高温環境下での耐久性に優れる熱収縮接続部品を製造できる。

[0066] [当該熱収縮接続部品の使用態様]

当該熱収縮接続部品50の使用態様としては、例えば複数の絶縁電線の接続用の部品以外に、絶縁電線向けの接地用のアース線取り付け用部品に使用される。当該熱収縮接続部品50を用いて複数の絶縁電線を接続する態様の一例として、図6から図10を参照しながら、2本の絶縁電線から露出する導体の接続部分を接続する方法を説明する。なお、絶縁電線の本数や構成は図6から図10に限定されるものではない。当該熱収縮接続部品50を用いて複数の絶縁電線を接続する工程としては、主として熱収縮接続部品被覆工程と、熱収縮接続部品加熱工程と、熱収縮接続部品冷却工程とを備える。以下においては、当該熱収縮接続部品50を用いて2本の絶縁電線8および絶縁電線18を接続して、図10に記載の電線束100を得る使用態様について説明する。

[0067] (熱収縮接続部品被覆工程)

当該熱収縮接続部品50を用いて2本の絶縁電線8および絶縁電線18を接続する場合、始めに、図6に示すように、絶縁電線8の絶縁層7から露出する導体6および絶縁電線18の絶縁層17から露出する導体16を当該熱収縮接続部品50の両端の開口から挿入する。そして、図7に示すように、導体6の露出部分と絶縁層7との境界、ならびに導体16の露出部分と絶縁

層 17 との境界を覆うように当該熱収縮接続部品 50 を被せる。2 本の絶縁電線 8 および絶縁電線 18 に当該熱収縮接続部品 50 を被せる際には、絶縁電線 8 の露出する導体 6 および絶縁電線 18 の露出する導体 16 の境界周辺の導体接続部 5 が接合部 2 に覆われるように配置されていてもよい。

[0068] (熱収縮接続部品加熱工程)

熱収縮接続部品加熱工程では、当該熱収縮接続部品 50 を加熱し、熱収縮させる。上記加熱方法としては、例えば当該熱収縮接続部品 50 をヒートガン、赤外線加熱装置等で加熱する方法が挙げられる。また、加熱温度は、当該熱収縮接続部品 50 の熱収縮温度により決まるが、例えば 200℃以上 600℃以下である。また、加熱時間としては、当該熱収縮接続部品 50 が十分に収縮する時間であればよく、例えば 1 秒以上 30 秒以下とできる。

[0069] 図 8～図 10 に示すように、熱収縮接続部品 50 の収縮挙動として、熱収縮チューブ 1 が先に収縮し、次に封止部 3 が変形し、最後に接合部 2 が熔融してもよい。当該熱収縮接続部品 50 を加熱した際、接合部 2 の半田材が流動し広がる。図 10 に接続後の電線束 100 における収縮後の熱収縮チューブ 11、熔融後の接合部 12 および熔融後の封止部 13 を示す。封止部 3 の封止材は、粘度が高いため接合部 2 に比べて広がらず、熱収縮チューブ 1 の開口を塞ぐ。このため、接合部 2 の半田材が熱収縮チューブ 1 の開口から流出することが防止される。また、接合部 2 の半田材は、絶縁電線 8 の導体 6 および絶縁電線 18 の導体 16 の露出部分を覆うと共に、導体 6 の露出部分と絶縁層 7 との境界から絶縁層 7 の内部に侵入する一方で、導体 16 の露出部分と絶縁層 17 との境界から絶縁層 17 の内部に侵入する。

[0070] (熱収縮接続部品冷却工程)

熱収縮接続部品冷却工程では、熱収縮後の当該熱収縮接続部品 50 を冷却する。冷却方法としては、特に限定されないが、例えば自然放置による冷却や冷風による強制冷却を利用することができる。この冷却により半田材および封止材が固化し、絶縁電線同士の接続および絶縁電線の止水が図られる。

[0071] [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および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

実施例

[0072] 以下、実施例によって本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0073] <試験例 1>

原料の選定、樹脂混合、押出、照射、拡張工程により、表 1 の熱収縮チューブ No. 1 ~ No. 12 を作製した。初めに、表 1 に記載の含有量のフッ素を含有するエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体 (ETFE) に架橋助剤としてトリアリルイソシアヌレートを用いて混合した樹脂組成物を用いて、熔融押出成形でチューブを成形した。押出成形は、ダイス温度 280℃で、引き落とし率 10 で、線速 20 m/min で行った。その後に、照射量 25 kGy ~ 400 kGy の条件で電子線照射により架橋を行った。照射後のチューブを 250℃ ~ 280℃ に加熱して、膨張ダイスを用いてチューブ内部を外部よりも高圧力にすることで膨張を行った。膨張ダイスには、フッ素樹脂をコーティングしたものを用いた。原料選定と架橋度により融点と高温での貯蔵弾性率を調整した。収縮は 270℃ で 10 分間加熱することで行った。上記熱収縮チューブ No. 1 ~ No. 12 について、チューブの融点および 250℃ 以上 280℃ 以下での貯蔵弾性率 [MPa] を示す。

[0074] 次に、熱収縮チューブと、融点 223℃ の半田材 (Sn96.0 質量%、Ag3.0 質量% および Cu1.0 質量%) と、表 1 に記載のシリカを含む封止材 (THV、EVA および PVDf) とを用いて、金属棒の長手方向の中央部にリング状の接合部、両端部にリング状の封止部を設置した。次に、半田材の部分にリード線の先端が来るように設置し、その外周に熱収縮チューブを設置した。そして、ヒートガンにより 500℃ の熱風をあててチューブを収縮することにより半田材、封止部を固定して配設し、冷却後に金属棒

から取り出すことにより、熱収縮接続部品を作製した。チューブの長さは20 mmとした。封止材は幅2 mm厚み0.4 mmとした。半田材は幅2.5 mm厚み0.4 mmとした。シリカの添加量により剪断粘度の調整を行った。250℃および215℃での剪断粘度を表1に示す。

[0075] 熱収縮接続部品の封止性能は、E T F E電線の被覆を削除した部分に熱収縮接続部品を設置して収縮し、溶液中で電圧を印加して漏れ電流が閾値以下であるかにより評価した。耐熱性の評価のため、収縮後の電線を215℃で750時間加熱した後に漏れ電流の評価を行った。浸漬する溶液は5%NaCl、0.5%界面活性剤の溶液とし、1kVの電圧を60秒間印加して漏れ電流を評価した。熱収縮接続部品の封止性能の評価結果を表1に示す。

熱収縮接続部品の封止性能の評価基準は下記の通りである。

- A：漏れ電流試験の合格率が90%以上である。
- B：漏れ電流試験の合格率80%以上である。
- C：漏れ電流試験の合格率70%以上である。
- D：漏れ電流試験の合格率70%未満である。

[0076]

[表1]

試験No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
	チューブ融点 [°C]	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225
熱収縮チューブ の物性	250°C以上 280°C以下 貯蔵弾性率 [MPa]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	封止材組成	THV + EVA	THV + EVA	THV + PVDF	THV	THV	THV	THV	THV	THV	THV + EVA	THV + PVDF	THV + PVDF
封止材の 物性	シリカ添加量	0.2	0.8	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	4.5	5.0
	封止材剪断粘度 [Pa·s]	800	1000	900	1000	1100	1300	1800	1900	2000	2000	2500	3000
	剪断速度100/s 温度250°C												
	封止材剪断粘度 [Pa·s]	5000	6000	7000	7000	10000	15000	50000	60000	70000	85000	70000	100000
半田材の 物性	半田材組成	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu
	半田材融点[°C]	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223
熱収縮接縫部品 の評価	熱収縮接縫部品の 封止性能	D	D	D	C	B	A	A	B	C	D	D	D

[0077] 表1に示すように、封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度に加えて、封止材の215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下であることにより、熱収縮接続部品の封止性能において良好な結果が得られた。

上記剪断粘度が1000Pa・sよりも低い場合には、熱収縮チューブの収縮時に軟化して形状が変化しやすくなり、封止性が低下するために熱収縮接続部品の漏れ電流試験の合格率が低下した。一方、上記剪断粘度が2000Pa・sよりも高い場合は、熱収縮チューブの収縮時に流動性が低いために隙間を充填する効果が低くなり、熱収縮接続部品の漏れ電流試験の合格率が低下した。

また、封止材の215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が7000Pa・s未満のNo. 1およびNo. 2では、高温で長期間保持された際に封止材が流れやすくなり、漏れ電流試験の合格率が低下した。封止材の215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が70000Pa・sよりも高いNo. 10およびNo. 12では、流動性が低いために隙間を充填する効果が低く、封止性が低下することにより漏れ電流試験の合格率が低下した。

[0078] <試験例2>

エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体の原料選定と架橋度により熱収縮チューブの融点と高温での貯蔵弾性率を調整した以外は、試験例1と同様に熱収縮チューブNo. 13～No. 20を作製した。そして、封止部及び半田部については上記No. 6と同様の手順で熱収縮接続部品No. 13～No. 20を作製した。試験例1と同様の熱収縮接続部品の封止性能の評価結果とを表2に示す。

[0079]

[表2]

試験No.		13	14	15	16	17	18	19	20
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
熱収縮チューブ の物性	チューブ融点 [°C]	225	225	225	225	225	225	225	225
	250°C以上 280°C以下 貯蔵弾性率 [MPa]	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.8	3.0
熱収縮接続部品 の評価	熱収縮接続部品 の封止性能	C	B	A	A	A	A	B	C

[0080] 表2に示すように、250°C以上280°C以下での貯蔵弾性率が0.8 MPa以上2.8 MPa以下である熱収縮接続部品No. 14～No. 19は、良好な封止性能が得られた。一方、貯蔵弾性率が0.8 MPa未満であるNo. 13および貯蔵弾性率が2.8 MPa超であるNo. 20は、封止性能がやや低下した。

[0081] <試験例3>

熱収縮チューブの主成分樹脂及び物性値を試験例2のNo. 14と同様に
して、熱収縮チューブNo. 21～No. 26を作製した。次に、熱収縮チ
ューブと、融点223°Cの半田材（Sn 96.0質量%、Ag 3.0質量%
およびCu 1.0質量%）と、封止材とを用いて、金属棒の長手方向の中央
部にリング状の半田部、両端部にリング状の封止部を設置した。上記封止材
は、表3に記載のEVA、PVDf及びTHVと、封止材中の樹脂100質
量部に対して1.5質量部のシリカとを含む。次に、半田材の部分にリード
線の先端が来るように設置した後、その外周に熱収縮チューブを設置した。
そして、ヒートガンにより500°Cの熱風をあててチューブを収縮すること
により半田部及び封止部を固定して配設し、冷却後に金属棒から取り出すこ
とにより、熱収縮接続部品No. 21～No. 26を作製した。チューブの
長さは20 mmとした。封止材は幅2 mm厚み0.4 mmとした。半田材は
幅2.5 mm厚み0.4 mmとした。熱収縮接続部品No. 21～No. 2

6の封止材の軟化点および試験例1と同様の熱収縮接続部品の封止性能の評価結果を表3に示す。封止材の軟化点の測定には熱機械分析装置TMA-50（島津製作所製）を用い、昇温速度：10℃/min、押込み棒径：0.5mmφ、圧力：5kPaとした際に0.4mmシートの厚みが50%となる温度を軟化点とした。軟化点は、封止材の樹脂の種類と比率により調整を行った。封止材はいずれも250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下であった。

[0082] [表3]

試験No.		21	22	23	24	25	26
熱収縮チューブの主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
熱収縮チューブの物性	チューブ融点 [°C]	225	225	225	225	225	225
	250℃以上280℃以下貯蔵弾性率 [MPa]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
封止材の物性	封止材組成	EVA PVDF	EVA PVDF	EVA PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF
	封止材軟化点 [°C]	80	90	100	160	170	180
半田材の物性	半田材組成	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu
	半田材融点 [°C]	223	223	223	223	223	223
熱収縮接続部品の評価	熱収縮接続部品の封止性能	C	B	A	A	B	C

[0083] 表3に示すように、封止材の軟化点が90℃以上170℃以下である熱収縮接続部品No. 22～No. 25は、良好な封止性能が得られた。軟化点が90℃よりも低いNo. 21では、熱収縮チューブの収縮時に柔らかく形状が変化しやすくなり、封止性が低下するために熱収縮接続部品の漏れ電流

試験の合格率が低下した。また高温下で長期間保持された際に封止材が流れやすくなり、封止性を維持しにくいために熱収縮接続部品の漏れ電流試験の合格率がやや低下した。軟化点が170℃よりも高いNo. 26では、熱収縮チューブの収縮時に流動性が低いために隙間を充填する効果が低くなり、封止性が低下することで、熱収縮接続部品の漏れ電流試験の合格率がやや低下した。

[0084] <試験例4>

上記エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体におけるフッ素含有量が表4に示す値となるようにエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体の原料を選定した点以外は、試験例2のNo. 14と同様にしてNo. 27～No. 34の熱収縮チューブを作製した。次に、封止材の波長1μmでの赤外線透過率が表4に示す値となるように封止材を選定した点以外は、表4に記載の熱収縮チューブと、融点218℃の半田材（Sn67.0質量%、Pb32.0質量%およびCd1.0質量%）と、軟化点160℃の封止材（THV70質量%およびPVDF30質量%）とを用いて、試験例2と同様の工程で熱収縮接続部品No. 27～No. 34を作製した。封止材の赤外線透過率は、酸化チタンの添加量で調整した。熱収縮接続部品No. 27～No. 34における封止材の波長1μmでの赤外線の透過率と、試験例1と同様の熱収縮接続部品の封止性能の評価結果を表4に示す。熱収縮接続部品の収縮には、キセノンランプを用いた赤外線加熱装置を使用した。封止材はいずれも250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下であった。

[0085]

[表4]

試験No.		27	28	29	30	31	32	33	34
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
	フッ素の含有量 [質量%]	60	60	60	60	60	60	60	60
熱収縮チューブ の物性	チューブ融点 [°C]	225	225	225	225	225	225	225	225
	250°C以上 280°C以下 貯蔵弾性率 [MPa]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
封止材の物性	封止材組成	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF	THV PVDF
	封止材軟化点 [°C]	160	160	160	160	160	160	160	160
	封止材透過率 [%]	0.1	1.0	3.0	5.0	16.0	22.0	30.0	40.0
半田材の物性	半田材組成	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd	Sn Pb Cd
	半田材融点[°C]	218	218	218	218	218	218	218	218
熱収縮接続部品 の評価	熱収縮接続部品 の封止性能	C	B	B	A	A	B	B	C

[0086] 表4に示すように、熱収縮接続部品No. 28～No. 33は、封止材における波長1 μm の赤外線透過率が1.0%以上30.0%以下であることにより、熱収縮接続部品の封止性能において良好な結果が得られた。一方、封止材における上記赤外線の透過率が1.0%未満のNo. 27は、赤外線での加熱が早く進んだことにより封止材の軟化が早く、半田材の封止性が低くなったために、熱収縮接続部品の封止性能がやや低下する結果となった。封止材における上記赤外線の透過率が30.0%超のNo. 34は、封止材の加熱が遅くなることで軟化が進みにくくなったために、熱収縮接続部品の封止性能がやや低下する結果となった。

[0087] <試験例5>

初めに、試験例2のNo. 14と同様にしてNo. 35～No. 42の熱収縮チューブを作製した。次に、熱収縮接続部品の封止材の軟化点および半田材の融点が表5に示す値となるように、封止材として、THV、PVDF

、FKM、EVA、LLDPEおよびHDPEの中から1種または2種以上を混合して用い、半田材は、Sn、Ag、Sb、Pb、BiおよびInの中から2種以上を混合して用いた。熱収縮接続部品No. 35～No. 42における封止材の軟化点および半田材の融点を表5に示す。また、熱収縮接続部品の封止性能は、試験例1と同様の熱収縮接続部品の封止性能評価の結果を表5に示す。封止材はいずれも250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下であった。

[0088] [表5]

試験No.		35	36	37	38	38	39	41	42
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
	フッ素の含有量 [質量%]	60	60	60	60	60	60	60	60
熱収縮チューブ の物性	チューブ融点 [℃]	225	225	225	225	225	225	225	225
	250℃以上280℃以下 貯蔵弾性率[MPa]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
封止材の物性	封止材軟化点[℃]	90	90	100	110	140	150	160	160
半田材の物性	半田材融点[℃]	185	210	220	220	230	230	240	260
熱収縮接続部品 の評価	熱収縮接続部品の 封止性能	C	B	B	A	A	B	B	C

[0089] 表5に示すように、半田材の融点が210℃以上240℃以下であり、封止材の軟化点が90℃以上170℃以下である熱収縮接続部品No. 36～No. 41は、漏れ電流試験において良好な結果が得られた。一方、半田材の融点が210℃未満のNo. 35、および半田材の融点が240℃超のNo. 42は、熱収縮接続部品の熱収縮接続部品の封止性能がやや低下する結果となった。

[0090] <試験例6>

エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体におけるフッ素含有量が表6

に示す値となるようにエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体の原料を選定し、得られる熱収縮チューブの表面の算術平均粗さ R_a が表 6 に示す値となるように押出時の温度と引き落とし率を制御し、照射量 80 kGy の条件で電子線照射により架橋を行った点以外は、試験例 2 の No. 16 と同様にして No. 43 ~ No. 50 の熱収縮チューブを作製した。また、試験例 1 と同様の工程で熱収縮接続部品を作製した。半田材、封止材は試験例 1 の No. 6 と同様のものを用いた。熱収縮チューブ No. 43 ~ No. 50 の算術平均粗さ R_a および赤外線での加熱効率と、熱収縮チューブの内部の視認性との評価結果を表 5 に示す。熱収縮チューブの算術平均粗さ R_a は、触針式の粗さ計で測定した。

[0091] 熱収縮チューブの赤外線での加熱効率および熱収縮チューブの内部の視認性は下記の基準で評価した。評価結果を表 5 に示す。

(1) 熱収縮チューブの赤外線での加熱効率

A : 熱収縮接続部品の収縮時間 20 秒未満で特に優れる。

B : 熱収縮接続部品の収縮時間 25 秒未満である。

C : 熱収縮接続部品の収縮時間 35 秒未満である。

D : 熱収縮接続部品の収縮時間 35 秒以上である。

(2) 熱収縮チューブの内部の視認性

A : 半田材の電線への含浸状態、封止材の溶融、電線被覆状態の確認のしやすさが特に優れる。

B : 半田材の電線への含浸状態、封止材の溶融、電線被覆状態が確認できる。

C : 半田材の電線への含浸状態、封止材の溶融進行が確認できる。

D : 半田材の電線への含浸状態、封止材の溶融進行の確認ができない。

[0092]

[表6]

試験No.		43	44	45	46	47	48	49	50
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
	フッ素の含有量 [質量%]	61	61	61	61	61	61	61	61
熱収縮チューブ の物性	チューブ融点[°C]	220	220	220	220	220	220	220	220
	250°C以上280°C以下 貯蔵弾性率 [MPa]	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	表面の算術平均粗さ Ra[μm]	0.05	0.10	0.30	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00
封止材の物性	封止材組成	THV	THV	THV	THV	THV	THV	THV	THV
	封止材軟化点[°C]	110	110	110	110	110	110	110	110
半田材の物性	半田材組成	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu	Sn Ag Cu
	半田材融点[°C]	223	223	223	223	223	223	223	223
熱収縮接続部品 の評価	チューブ加熱効率	C	B	B	A	A	A	A	A
	チューブ視認性	A	A	A	A	A	B	B	C

[0093] 表6に示すように、チューブの表面の算術平均粗さRaが0.10μm以上2.00μm以下である熱収縮接続部品No.44～No.49は良好な結果が得られ、赤外線加熱装置で加熱した際の加熱効率と、熱収縮接続部品を使用した際の内部の視認性とを両立することができた。一方、算術平均粗さRaが0.10μm未満のNo.43、および算術平均粗さRaが2.00μm超のNo.50は、赤外線加熱装置で加熱した際の加熱効率および熱収縮接続部品を使用した際の内部の視認性がやや低下した。

[0094] <試験例7>

試験例2のNo.14～No.19の熱収縮チューブを用いて、熱収縮接続部品No.51～No.58を作製した。初めに、THV70質量%、FKM30質量%および表7に記載の含有量のハイドロタルサイトを含む軟化点110°Cの封止材を用いて、金属棒の長手方向の端部にリング状の封止部

を設置した。次に、その外周に熱収縮チューブを設置した。そして、ヒートガンにより500℃の熱風をあてて熱収縮チューブを収縮することにより封止部を固定して配設した。そして、冷却後に金属棒から熱収縮チューブを取り出すことにより、熱収縮接続部品No. 51～No. 58を作製した。チューブの長さは30mmとした。封止材は幅2mm厚み0.4mmとした。ハイドロタルサイトの添加量により剪断粘度の調整を行った。250℃および215℃での剪断粘度を表7に示す。

[0095] 熱収縮接続部品の封止性能は、以下の手順で評価した。初めに、ETFE電線の被覆を削除した部分に圧着スリーブと熱収縮接続部品を設置し、削除部分にリード線の先端が来るように設置した状態で、圧着工具により圧着スリーブ部分を圧着して固定して配設した。その後、熱収縮接続部品を加熱収縮し、溶液中で電圧を印加して漏れ電流が閾値以下であるかにより評価した。圧着スリーブは銅基材に厚さ8μmのニッケルをメッキし、長さが15mmのものを用了。耐熱性の評価のため、収縮後の電線を215℃で750時間加熱した後に漏れ電流の評価を行った。浸漬する溶液は5%NaCl、0.5%界面活性剤の溶液とし、1kVの電圧を60秒間印加して漏れ電流を評価した。熱収縮接続部品の封止性能の評価結果を表7に示す。

熱収縮接続部品の封止性能の評価基準は下記の通りである。

- A：漏れ電流試験の合格率が90%以上である。
- B：漏れ電流試験の合格率80%以上である。
- C：漏れ電流試験の合格率70%以上である。
- D：漏れ電流試験の合格率70%未満である。

[0096]

[表7]

試験No.		51	52	53	54	55	56	57	58
熱収縮チューブ の主成分樹脂	組成	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E	E T F E
熱収縮チューブ の主成分樹脂	チューブ融点 [°C]	225	225	225	225	225	225	225	225
	250°C以上 280°C以下 貯蔵弾性率 [MPa]	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.8	1.0	1.0
封止材の物性	封止材組成	THV FKM	THV FKM	THV FKM	THV FKM	THV FKM	THV FKM	THV FKM	THV FKM
	ハイドロタルサイト 添加量	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	3.5
	封止材剪断粘度 [Pa・s] 剪断速度100/s 温度250°C	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1000	2000
	封止材剪断粘度 [Pa・s] 剪断速度0.01/s 温度215°C	13000	13000	13000	13000	13000	13000	7000	70000
圧着スリーブ の物性	圧着スリーブ素材	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
	圧着スリーブ 表面処理	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ	Niメッキ
熱収縮接続部品 の評価	熱収縮接続部品 の封止性能	B	B	A	A	B	B	C	C

[0097] 表7に示すように、接合部として圧着スリーブを用いた場合においても、熱収縮チューブの250°C以上280°C以下での貯蔵弾性率が0.8MPa以上2.8MPa以下であり、封止材の250°C、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、封止材の215°C、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下である熱収縮接続部品No.51～No.58は、十分な封止性能が得られた。

[0098] 以上の結果より、当該熱収縮接続部品は、封止性能および高温環境下での耐久性に優れることが示された。

符号の説明

- [0099] 1 熱収縮チューブ
2 接合部

- 3 封止部
- 5 導体接続部
- 6、16 導体
- 7、17、24 絶縁層
- 8、18 絶縁電線
- 11 収縮後の熱収縮チューブ
- 12 溶融後の接合部
- 13 溶融後の封止部
- 23 素線
- 25 接地用絶縁電線
- 27 編組半田
- 28 圧着スリーブ
- 40、50、51、53、54 熱収縮接続部品
- 100 接続後の電線束

請求の範囲

- [請求項1] 導体が絶縁層により被覆された絶縁電線を接続するための熱収縮接続部品であって、
融点が210℃以上250℃以下である熱収縮チューブと、
上記熱収縮チューブにおける両端部の内周面に配設される1対の封止部と
を備え、
上記封止部における封止材の250℃、切断速度100/sでの切断粘度が、1000Pa・s以上2000Pa・s以下であり、215℃、切断速度0.01/sでの切断粘度が、7000Pa・s以上70000Pa・s以下である熱収縮接続部品。
- [請求項2] 上記熱収縮チューブの主成分がエチレン-テトラフルオロエチレン共重合体であり、
上記熱収縮チューブの250℃以上280℃以下における貯蔵弾性率が0.8MPa以上2.8MPa以下である請求項1に記載の熱収縮接続部品。
- [請求項3] 上記封止材の軟化点が90℃以上170℃以下である請求項1または請求項2に記載の熱収縮接続部品。
- [請求項4] 上記封止材の主成分がテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-ビニリデンフロライド共重合体である請求項1、請求項2または請求項3に記載の熱収縮接続部品。
- [請求項5] 上記封止材が無機フィラーを含有し、
上記無機フィラーがシリカ、ハイドロタルサイト、クレイまたはこれらの組み合わせであり、
上記無機フィラーの含有量が上記封止材中の樹脂100質量部に対して1.0質量部以上4.0質量部以下である請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の熱収縮接続部品。
- [請求項6] 上記封止材における波長1μmの赤外線の透過率が1.0%以上3

0. 0%以下である請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の熱収縮接続部品。

[請求項7] 上記熱収縮チューブにおける上記1対の封止部の間の内周面に配設される接合部をさらに備え、

上記接合部における半田材の融点が210℃以上240℃以下である請求項1からまたは請求項6のいずれか1項に記載の熱収縮接続部品。

[請求項8] 熱収縮チューブの表面の算術平均粗さ R_a が0.10 μm 以上2.00 μm 以下である請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の熱収縮接続部品。

[請求項9] 熱収縮接続部品を製造する方法であって、
熱収縮チューブにおける両端部の内周面に1対の封止部を配設する工程を備えており、

上記封止部を配設する工程で、上記熱収縮チューブを収縮させて上記封止部を固定させており、

上記熱収縮チューブの融点が210℃以上250℃以下であり、

上記封止部における封止材の250℃、剪断速度100/sでの剪断粘度が、1000Pa·s以上2000Pa·s以下であり、215℃、剪断速度0.01/sでの剪断粘度が、7000Pa·s以上70000Pa·s以下である熱収縮接続部品の製造方法。

[請求項10] 上記封止材の軟化点が90℃以上170℃以下である請求項9に記載の熱収縮接続部品の製造方法。