(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
2018年1月4日(04.01.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/002972 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 3/30 (2006.01) *H02K 15/12* (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2016/003164

(22) 国際出願日： 2016年7月1日(01.07.2016)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

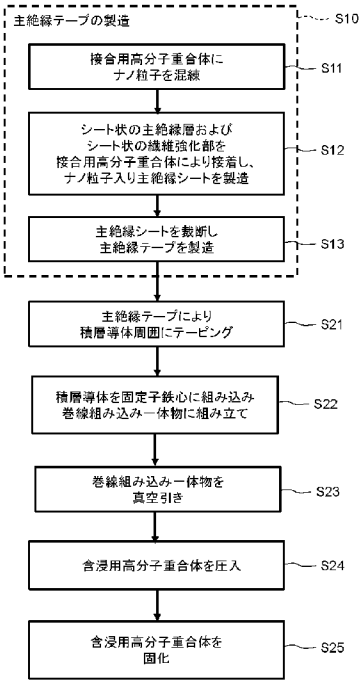
(71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 武良 光太郎(MURA, Kotaro); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 菊田 晋介(KIKUTA, Shinsuke); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 津田 敏宏(TSUDA, Toshihiro); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 吉満 哲夫(YOSHIMITSU, Tetsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サクラ国際特許事務所(SAKURA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1010047

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING INSULATING STRUCTURE, INSULATING STRUCTURE, AND ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称： 絶縁構造製造方法、絶縁構造および回転電機



(57) **Abstract:** This method for producing an insulating structure for covering the outer surface of an object to be insulated is provided with: a sheet production step (S12) for producing a main insulating sheet with which nanoparticles have been mixed; a cutting step (S13) in which the main insulating sheet is cut into a main insulating tape; a taping step (S21) in which the outside of the object to be insulated is taped with the main insulating tape to form an insulated part; a vacuum drawing step (S23) which is performed after the taping step, and in which the taped object to be insulated is subjected

WO 2018/002972 A1

[続葉有]

東京都千代田区内神田一丁目１８番１４号ヨシザワビル６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, JP, 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)）

to vacuum drawing; and an impregnation step (S24) which is performed after the vacuum drawing step, and in which a macromolecular polymer for impregnation is injected into the insulated part to impregnate the insulated part therewith.

(57) 要約：絶縁対象物の外表面を覆う絶縁構造の製造方法は、ナノ粒子が混在した主絶縁シートを製造するシート製造ステップ（Ｓ１２）と、主絶縁シートを主絶縁テープに裁断する裁断ステップ（Ｓ１３）と、主絶縁テープにより絶縁対象物の外側にテーピングして絶縁部を形成するテーピングステップ（Ｓ２１）と、テーピングステップ後に、テーピングされた絶縁対象物を真空引きする真空引きステップ（Ｓ２３）と、真空引きステップの後に、絶縁部に含浸用高分子重合体を圧入して含浸させる含浸ステップ（Ｓ２４）とを有する。

明　細　書

発明の名称 ： 絶縁構造製造方法、絶縁構造および回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、絶縁構造製造方法、絶縁構造、およびこれを用いた回転電機に関する。

背景技術

[0002] 絶縁体に電界が加わり、不平等電界部分が生じ、その部分の電界が絶縁強度限界電圧を超えると、その部分に局部破壊が生ずる。この局部破壊が樹枝状に進展すると電気トリーとなる。電気トリーは、電極と絶縁体との間のエア・ギャップや、異物、絶縁体中の異物・突起物・ボイドなど、高電界集中部が起点となると考えられている。

[0003] 近年、インバータの利用が進んでいるが、インバータ駆動電動機では、繰り返し、インバータサージを含むインパルス電圧が作用する状態で使用することにより、コイル導線の絶縁材料の寿命が大幅に低下する可能性がある。このため、たとえば、定格電圧３．３ｋＶ用のインバータ駆動電動機には、通常の定格電圧６．６ｋＶ用の絶縁を使用するような仕様とせざるを得ない等の状況が生じている。

[0004] 回転電機に使用される導電体の絶縁構造の例として、たとえばコイルの導線は、通常、絶縁材料を有する絶縁体で覆われている。ここで、比較的高温に達する導体については、比較的高温に耐える絶縁階級の高い絶縁材料としてケイ酸塩鉱物の一種であるマイカ（雲母）を用いたマイカ絶縁構造の場合が多い。

[0005] 電気トリーが進展すれば、マイカ絶縁構造に破壊がもたらされる。マイカ絶縁構造の中において、電気トリーがどのように発生し、進展していくのかを把握することは、電気トリーの発生・進展を防止し、健全な回転電機を維持する上で、きわめて重要な事項である。

[0006] このような絶縁材料の健全性については、たとえば、国際電気標準会議（

ＩＥＣ：Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ　Ｅｌｅｃｔｒｏｔｅｃｈｉｎｉｃａｌ　Ｃｏｍｍｉｓｓｉｏｎ）による、事故防止のための新たな絶縁試験手法を規定した国際規格制定のための動きがある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１５／０１０１８４５号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] たとえば、高圧型巻き電動機において、その絶縁寿命を大きく左右するのは、固定子鉄心の内部に配された主絶縁とターン絶縁である。これらには、いずれもマイカ絶縁構造が多用されている。

[0009] また、主絶縁としてのマイカ絶縁構造では、マイカ絶縁テープをエポキシ樹脂で含浸することにより形成される場合が多い。マイカ絶縁テープは、マイカとエポキシガラス層で構成されている。このように構成されたマイカ絶縁テープを、コイル導体に巻回した上で、エポキシ樹脂で含浸することにより、マイカ絶縁構造による絶縁処理がなされる。

[0010] このように構成されたマイカ絶縁構造における電気トリーのパスは、マイカ絶縁層を貫通するのではなく、マイカ絶縁層の外側のエポキシガラス層側に形成されることを、試験の結果から確認することができた。すなわち、主絶縁における弱点部分はエポキシガラス層であることが判明した。

[0011] 本発明は、このような知見に基づいてなされたものであり、絶縁構造における電気トリーの進展を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上述の目的を達成するため、本発明は、絶縁対象物の外表面を覆う絶縁構造の製造方法であって、ナノ粒子が混在した主絶縁シートを製造するシート製造ステップと、前記主絶縁シートを主絶縁テープに裁断する裁断ステップと、前記主絶縁テープにより前記絶縁対象物の外側にテーピングして主絶縁

部を形成したテーピング後絶縁対象物を生成するテーピングステップと、前記テーピングステップの後に前記絶縁対象物を真空引きする真空引きステップと、前記真空引きステップの後に、前記テーピング後絶縁対象に形成された前記絶縁部に、含浸用高分子重合体を圧入して含浸させる含浸ステップと、前記含浸ステップの後に、前記絶縁部を昇温し前記ナノ粒子を含む高分子重合体を固化させる固化ステップと、を有することを特徴とする。

[0013] また、本発明は、絶縁対象物の外表面を覆って当該絶縁対象物を電気的に絶縁するために前記絶縁対象物の外表面を覆う絶縁構造であって、前記絶縁対象物の表面に沿って平面的に広がった主絶縁層と、前記主絶縁層に沿って広がった繊維強化部と、前記繊維強化部内に形成されて前記主絶縁層と前記繊維強化部とを互いに接着する高分子重合体部と、を有し、前記高分子重合体部は、前記ナノ粒子が散在し、前記ナノ粒子の濃度は前記繊維強化部において最も高いことを特徴とする。

[0014] また、本発明は、軸方向に延びたロータシャフトと、前記ロータシャフトの径方向外側に設けられた回転子鉄心とを有する回転子と、前記回転子鉄心の径方向外側に間隙をあけて設けられた円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内面に周方向に互いに間隔をあけて形成され前記固定子鉄心の軸方向の両端まで延びる複数のスロット内および前記固定子鉄心の軸方向外側に配された固定子巻線導体と、前記固定子導体を電気的に絶縁するために前記固定子導体に施された絶縁構造と、を有する固定子と、前記ロータシャフトの前記回転子鉄心の軸方向の両側のそれぞれで前記ロータシャフトを回転可能に軸支する２つの軸受と、前記回転子鉄心および前記固定子を収納するフレームと、を備えた回転電機であって、前記絶縁構造は、前記絶縁対象の表面に沿って平面的に広がった主絶縁層と、前記主絶縁層に沿って広がった繊維強化部と、前記繊維強化部内に形成されて前記主絶縁層と前記繊維強化部とを互いに接着する高分子重合体部と、を有し、前記高分子重合体部は、前記ナノ粒子が散在し、前記ナノ粒子の濃度は前記繊維強化部において最も高いことを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、絶縁構造における電気トリーの進展を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]第１の実施形態に係る回転電機の構成を示す縦断面図である。

[図2]第１の実施形態に係る絶縁構造およびテープ巻き導体を説明する斜視図である。

[図3]第１の実施形態に係る絶縁構造の主絶縁テープの構成を模式的に示す断面図である。

[図4]第１の実施形態に係る絶縁構造製造方法の手順を示すフロー図である。

[図5]第１の実施形態に係る絶縁構造製造方法の手順のうち主絶縁シートの製造ステップの状態を示す立断面図である。

[図6]実施形態に係る回転電機の巻線組み込み一体物の構成を示す縦断面図である。

[図7]実施形態に係る絶縁構造製造方法における真空引きステップの状態を示す立断面図である。

[図8]実施形態に係る絶縁構造製造方法における含浸用高分子重合体の圧入ステップの状態を示す立断面図である。

[図9]第１の実施形態に係る絶縁構造の構成を模式的に示す断面図である。

[図10]従来方式の絶縁構造における電気トリーの進展を模式的に示す断面図である。

[図11]第１の実施形態に係る絶縁構造の効果を模式的に示す断面図である。

[図12]第１の実施形態に係る絶縁構造の第１の試験体系を模式的に示す縦断面図である。

[図13]第１の実施形態に係る絶縁構造の試験結果を模式的に示す針電極周辺の部分縦断面図である。

[図14]第１の実施形態に係る絶縁構造の第２の試験体系を模式的に示す縦断面図である。

[図15]第２の実施形態に係る絶縁構造製造方法の手順を示すフロー図である。

[図16]第２の実施形態に係る絶縁構造製造方法におけるナノ粒子入り高分子重合体の圧入ステップの状態を示す立断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る絶縁構造、絶縁構造製造方法およびこれを用いた回転電機について説明する。ここで、互いに同一または類似の部分には、共通の符号を付して、重複説明は省略する。

[0018] 以下では、回転電機の固定子巻線導体に絶縁構造を適用した場合を例にとって説明するが、絶縁対象物は固定子巻線導体に限定されない。すなわち、導体の外表面を覆う絶縁構造であれば適用可能である。

[0019] ［第１の実施形態］

図１は、第１の実施形態に係る回転電機の構成を示す縦断面図である。回転電機１００は、回転子１０、固定子２０、これらの径方向外側を囲うフレーム６およびフレーム６の軸方向の両側に設けられた軸受ブラケット７を有する。

[0020] 回転子１０は、長手方向に延びたロータシャフト１１と、ロータシャフト１１の径方向外側に設けられた回転子鉄心１２を有する。ロータシャフト１１は、両端付近をそれぞれ軸受５によって回転可能に軸支されている。軸受５は、それぞれ軸受ブラケット７により固定支持されている。

[0021] 固定子２０は、回転子鉄心１２の径方向外側に間隙をあけて配された固定子鉄心２１と、固定子鉄心２１内を貫通する固定子巻線２２を有する。

[0022] 固定子鉄心２１の内面に沿って、互いに周方向に間隔をあけて軸方向の両端まで複数の固定子スロット（図示せず）が形成されている。固定子スロット内には、固定子巻線２２用の導体２４（図２）が配されている。

[0023] 図２は、第１の実施形態に係る絶縁構造およびテープ巻き導体を説明する斜視図である。

[0024] 固定子巻線２２を構成する複数の固定子巻線導体２４は、７体が積層され

、それが２列に並んで、１４体で積層導体２３を形成している。なお、積層数が７体、列数が２列は例であり、これらに限定されず、７体以外、１列あるいは３列以上でもよい。それぞれの固定子巻線導体２４には、その外側にターン絶縁２５が施され、ターン絶縁２５により覆われている。したがって、積層導体２３の外面もターン絶縁２５により覆われている。

[0025] ターン絶縁２５が施された積層導体２３の外側には、主絶縁として主絶縁テープ４０が巻回され、積層導体２３の外側に主絶縁部４９が形成されて、テープ巻き導体５０となる。

[0026] ここで、主絶縁テープ４０の幅をＷとする。主絶縁テープ４０は、積層導体２３の長手方向に見てらせん状に巻回されている。この際の巻回方式は、ハーフラップ方式である。すなわち、らせんのピッチは、たとえば、主絶縁テープ４０の幅Ｗの半分のＷ／２である。すなわち、前回のターンで巻かれた主絶縁テープ４０と半分重なるようにして巻かれる。なお、巻回方式は、ハーフラップ方式に限らない。たとえば、重ね合わせの幅を変更してもよい。また、重ね合わせることなく、隣接して隙間なく巻回する方式でもよい。この場合は、２回目の巻回は、たとえば、主絶縁テープ４０の幅の半分だけ長手方向にずらせるようにして巻回する。

[0027] 一通り積層導体２３の長手方向に巻回されると、さらのその上から２回目の巻回がなされ、主絶縁テープ４０は、層状をなす。なお、主絶縁テープ４０の巻回は２回に限らない。たとえば、３回以上でもよいし、１回でもよく、必要な絶縁性能により選択される。

[0028] なお、固定子巻線導体２４のそれぞれには、個別の絶縁処理が施され、その外側から、マイカ絶縁処理を行う場合もある。

[0029] 図３は、第１の実施形態に係る絶縁構造の主絶縁テープの構成を模式的に示す断面図である。主絶縁部４９を構成する主絶縁テープ４０は、主絶縁層４１、繊維強化部４２、および、繊維強化部４２に浸透し、繊維強化部４２と主絶縁層４１とを接合させるナノ粒子入り接合用高分子重合体４３を有する。主絶縁層４１は、基本的に絶縁機能を担う部分である。また、繊維強化

部４２は、主絶縁層４１に沿って主絶縁層４１を支持することにより主絶縁テープ４０としての強度を確保する機能を有する部分である。

[0030] ここで、主絶縁層４１の材質は、たとえば、マイカ、石綿、あるいは磁器などである。また、繊維強化部４２の材料は、たとえば、ガラス繊維などであり、通常は、網目状に編み込まれている。また、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３は、たとえば、不飽和ポリエステル樹脂、あるいはエポキシ樹脂などである。

[0031] 主絶縁層４１の厚みは、たとえば１００μｍ程度である。また、繊維強化部４２の厚みは、これより薄くたとえば３０μｍ程度である。図３において、主絶縁テープ４０の構成部分として繊維強化部４２、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３および主絶縁層４１を図示したが、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３については、繊維強化部４２に浸み込むとともに、主絶縁層４１と繊維強化部４２を接合する役割を有する。このため、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３のみの部分の厚みは殆どなく、主絶縁層４１と繊維強化部４２は通常は互いに殆ど接している状態である。

[0032] ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３には、ナノ粒子が混練されている。ナノ粒子は、たとえば、二酸化ケイ素（SiO_2）、酸化アルミニウム（Al_2O_3）、酸化マグネシウム（ＭｇＯ）、窒化ホウ素（ＢＮ）、カーボンナノチューブ（ＣＮＴ）などを用いることができる。

[0033] ナノ粒子は、一般的に、粒径が数１００ｎｍ程度のものまでを含むといわれている。本実施形態で用いるナノ粒子は、１００ｎｍ以下の粒径のもの、すなわち数十ｎｍ程度のものとする。１００ｎｍを超えて数百ｎｍ程度のものを用いた場合、以下に示すような効果は期待できないと考えられる。

[0034] １００ｎｍ以下の粒径のものの製法としては、化学的に、より微細なものから成長させて製造する方法がある。あるいは、１００ｎｍより大きな粒径のものを粉砕して１００ｎｍ以下のものを製造してもよい。また、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３内での凝集を防止するために、表面修飾を行ってもよい。

[0035] 以下の説明においては、１００ｎｍ以下のものをナノ粒子と呼ぶこととする。

[0036] 主絶縁テープ４０は、主絶縁層４１側を絶縁対象物側、繊維強化部４２を外側にして巻回される。

[0037] 図４は、第１の実施形態に係る絶縁構造製造方法の手順を示すフロー図である。

[0038] まず、主絶縁テープ４０を製造する（ステップＳ１０）。詳細には、先ず、接合用高分子重合体にナノ粒子を混練する（ステップＳ１１）。すなわち、接合用高分子重合体にナノ粒子を混練して、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３を準備する。

[0039] 次に、シート状の主絶縁層４１およびシート状の繊維強化部４２をナノ粒子入り接合用高分子重合体４３により接着し、ナノ粒子入りの主絶縁シート４０ａを製造する（ステップＳ１２）。

[0040] 図５は、主絶縁シートの製造ステップの状態を示す立断面図である。これは、マイクログラビア方式と呼ばれるコーティング方式を用いて、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３をシート状の繊維強化部４２に塗布するものである。

[0041] まず、平面的に広がるシート状の主絶縁層４１と、これに沿って広がるシート状の繊維強化部４２を準備する。これらは、主絶縁テープ製造用の原反、すなわち主絶縁テープ製造用の素材として入手可能である。

[0042] 次に、シート状の主絶縁層４１とシート状の繊維強化部４２とをあらかじめ重ね合わせる。重ね合わせた積層シートを、繊維強化部４２が下側、主絶縁層４１が上側となるようにして、図５に示すようにローラ５５ａおよびローラ５５ｂにて連続的に移動駆動する。

[0043] この際、マイクログラビアロール５６が、繊維強化部４２に下側から接している。マイクログラビアロール５６は、その下側の部分が、容器５８内に貯留された液体状のナノ粒子入り接合用高分子重合体４３内に浸漬している。マイクログラビアロール５６は、積層シートの移動方向に逆らう方向に回

転する。マイクログラビアロール５６の回転に伴って、容器５８内のナノ粒子入り接合用高分子重合体４３がマイクログラビアロール５６の表面に付着した状態で上方に搬送される。ここで、ドクターブレード５７が、マイクログラビアロール５６の表面から所定の間隙を有する位置で、余分のナノ粒子入り接合用高分子重合体４３を除去する。

[0044] ドクターブレード５７により除去されなかったナノ粒子入り接合用高分子重合体４３は、積層シートに接し、積層シートの繊維強化部４２に付着する。繊維強化部４２に付着したナノ粒子入り接合用高分子重合体４３は繊維強化部４２内に浸透し、主絶縁層４１に到達する。このようにして、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３は、主絶縁層４１と繊維強化部４２とを接合する。このようにして、主絶縁シート４０ａが製造される。

[0045] 次に、主絶縁シート４０ａを裁断し、主絶縁テープ４０を製造する（ステップＳ１３）。

[0046] 次に、主絶縁テープ４０により、積層導体２３の周囲にテーピングを施す（ステップＳ２１）。この結果、テープ巻き導体５０が形成される。

[0047] 次に、積層導体２３を固定子鉄心２１に組み込み、巻線組み込み一体物に組み立てる（ステップＳ２２）。図６は、巻線組み込み一体物の構成を示す縦断面図である。巻線組み込み一体物９０は、固定子鉄心２１、固定子巻線２２およびこれらの径方向外側に配されたフレーム６を有する。

[0048] 固定子巻線２２は、テープ巻き導体５０（図２）を、複数のスロット（図示せず）内に収納した上で結線することにより形成される。スロットは、固定子鉄心２１の内側表面に周方向に間隔をもって固定子鉄心２１の軸方向の両端まで延びるように形成される。

[0049] 次に、巻線組み込み一体物９０の真空引きを行う（ステップＳ２３）。図７は、真空引きステップの状態を示す立断面図である。具体的には、まず、巻線組み込み一体物９０を、含浸装置６０の含浸用容器６１内に収納する。なお、巻線組み込み一体物９０の出し入れは、たとえば、含浸用容器６１が上下に分割可能で図示しないフランジで上下を結合させるような構成とする

。

[0050] 高分子重合体供給配管６３上の高分子重合体供給弁６３ａおよび真空排気配管６２上の真空排気弁６２ａを閉じて、含浸用容器６１を密閉状態とした後に、たとえば、真空ポンプ（図示せず）に接続された真空排気配管６２上の真空排気弁６２ａを開き、含浸用容器６１内を真空引きする。この結果、含浸用容器６１内に収納された巻線組み込み一体物９０内のテープ巻き導体５０の主絶縁テープ４０内の各空間部も真空引きされる。

[0051] 次に、含浸用高分子重合体４４を圧入する（含浸ステップＳ２４）。図８は、含浸用高分子重合体の圧入ステップの状態を示す立断面図である。具体的には、ステップＳ２３で含浸用容器６１内が真空引きされた後に、真空排気配管６２上の真空排気弁６２ａを閉じて、高分子重合体供給配管６３上の高分子重合体供給弁６３ａを開き、含浸用高分子重合体４４を含浸用容器内に供給する。含浸用高分子重合体４４の供給は、巻線組み込み一体物９０内が含浸用高分子重合体４４に十分に浸漬するまで行う。

[0052] 巻線組み込み一体物９０が含浸用高分子重合体４４に十分に浸漬する状態となったら、高分子重合体供給配管６３から加圧ガス６５を含浸用容器６１内に供給し、含浸用容器６１内を加圧する。ここで、加圧ガス６５は、含浸用高分子重合体４４と反応性のないたとえば不活性ガスなどを用いる。

[0053] この結果、含浸用高分子重合体４４が、積層導体２３の周囲に施された主絶縁テープ４０内に浸透し、主絶縁テープ４０が含浸用高分子重合体４４を含浸主絶縁テープ４０が含浸用高分子重合体４４を含浸し、高分子重合体部４５（図９）を形成する状態となる。含浸用高分子重合体４４が、主絶縁テープ４０内に浸透すると、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３に至り、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３が溶解し、溶解したナノ粒子入り接合用高分子重合体４３と含浸用高分子重合体４４が混合する。この結果、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３内のナノ粒子は、最も濃度の高い繊維強化部４２を中心に、分散して、主絶縁テープ４０の高分子重合体部４５内の全体に広がる。

[0054] 次に、含浸用高分子重合体４４の固化を行う（ステップＳ２５）。具体的には、巻線組み込み一体物９０を含浸用容器６１から取り出し、ナノ粒子入り含浸用高分子重合体４２を主に含む高分子重合体部４５（図９）を固化させる。なお、高分子重合体がエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂の場合は、加熱等により硬化させる。また、高分子重合体が熱可塑性樹脂の場合は冷却し固化させる。

[0055] 図９は、第１の実施形態に係る絶縁構造の構成を模式的に示す断面図である。絶縁対象物である積層導体２３の長手方向に沿った断面を示している。図９は、主絶縁テープ４０の巻回が２回なされ、第１回目の巻回によるテーピング層Ａと、第２回目の巻回によるテーピング層Ｂと、２つの層が形成されている場合を示す。

[0056] 絶縁構造３０は、主絶縁テープ４０（図３）の主絶縁部分である主絶縁層４１と、繊維強化部４２（図３）と、高分子重合体部４５を有する。ここで、高分子重合体部４５は、繊維強化部４２内および繊維強化部４２と主絶縁層４１との間に存在していたナノ粒子入り接合用高分子重合体４３に含浸用高分子重合体４４が浸透して形成されたものである。また、主絶縁層４１の外側にも、含浸処理の際に付着した含浸用高分子重合体４４により、高分子重合体部４５が形成されており、繊維強化部４２の内部のみならず、主絶縁層４１の周囲には、図９に示すように高分子重合体部４５が形成されている。

[0057] なお、図９ないし図１３においては、繊維強化部４２に入り込んで形成された高分子重合体部４５を強調するために、主絶縁層４１の厚さを極端に薄く表示し、また、繊維強化部４２の表示を省略している。

[0058] テーピング層Ａおよびテーピング層Ｂのそれぞれにおいては、積層導体２３の長手方向に互いに隣接する主絶縁層４１同士は、幅の半分ずつ、互いに重なり合っている。これは、前述した主絶縁テープ４０の巻き方による結果である。

[0059] 主絶縁層４１の周囲の高分子重合体部４５には、ナノ粒子入り接合用高分

子重合体４３に含まれていたナノ粒子４８が散在した状態となっている。

[0060] 図１０は、従来方式の絶縁構造における電気トリーの進展を模式的に示す断面図である。太い矢印付の曲線は、電気トリーの進展パスを模式的に示したものである。高分子重合体部４５ａはナノ粒子を含んでいない。積層導体２３から発した電気トリーは、主絶縁層４１の間の高分子重合体部４５ａをほぼ最短ルートで抜けながら、表面に到達する。

[0061] 図１１は、第１の実施形態に係る絶縁構造の効果を模式的に示す断面図である。本実施形態による絶縁構造３０においては、主絶縁層４１間の高分子重合体部４５にナノ粒子４８が散在している。このため、ナノ粒子４８が無い場合に電気トリーが最短ルートで進展するのとは様相が異なり、ナノ粒子４８の存在によって方向を変えながら進展する。この結果、ナノ粒子４８が無い場合に比べて進展速度が大幅に低下する。あるいは、途中でその進展が停止する。

[0062] ナノ粒子の存在下での電気トリーの進展の様子を確認する試験を行った。以下にこの試験の結果を説明する。

[0063] 図１２は、第１の実施形態に係る絶縁構造の第１の試験体系を模式的に示す縦断面図である。第１の試験体７０は、複数のマイカテープを積層した状態を模擬している。したがって、主絶縁層４１の材質はマイカ、繊維強化部４２はガラス繊維、高分子重合体部４５の材質はエポキシ樹脂である。エポキシ樹脂は、ナノ粒子を含まない。

[0064] 複数の主絶縁層４１が互いにほぼ平行に積層されている。互いに隣接する主絶縁層４１の間には、繊維強化部４２と高分子重合体部４５が配されている。

[0065] 主絶縁層４１の厚みは、１層当たり１００～１４０μｍであり、繊維強化部４２と高分子重合体部４５の層の厚みは、１層当たり１０～４０μmであった。但し、図１２および図１３では、前述のように、繊維強化部４２に入り込んで形成された高分子重合体部４５を強調するために、主絶縁層４１の厚さを極端に薄く表示し、また、繊維強化部４２の表示を省略している。

[0066] 第１の試験体７０の平面的にほぼ中央の位置に針電極７１を差し込んだ第１の試験体系を設定した。この体系で、針電極７１と接地板７２との間に５０Ｈｚの交流電圧を印加し、部分放電開始電圧を測定した。部分放電開始電圧を検出した後に、サンプルが絶縁破壊するまで、６００Ｖ／ｓｅｃの昇圧速度で印加電圧を上昇させた。

[0067] 図１３は、第１の実施形態に係る絶縁構造の試験結果を模式的に示す針電極周辺の部分の詳細縦断面図である。試験の結果、電気トリー７５は、図１３に破線矢印で示すように、上下に互いに隣接する主絶縁層４１の間を縫って主絶縁層４１の広がる方向に進展している。また、電気トリー７５は、電界強度の最も高い針電極７１の先端部分７１ａではなく、先端部分７１ａを少し外れた位置（図１３の先端部分７１ａより少し根本側の部分）から発している。電気トリー７５は、主絶縁層４１の広がる方向に、広がりをもって進展している。

[0068] 以上の第１の試験体７０を用いた第１の試験体系での試験の結果、互いに隣接した主絶縁層４１の間の繊維強化部４２中の樹脂部分が弱いということが確認できた。

[0069] 図１４は、第１の実施形態に係る絶縁構造の第２の試験体系を模式的に示す縦断面図である。第１の試験体系での試験結果を受けて、互いに隣接したマイカ層の間のガラスクロス部に針電極を挿入して、高分子重合体部４５にナノ粒子が存在しない場合と、ナノ粒子が存在する場合について、それぞれ試験を行った。

[0070] 第２の試験体７０ａは、第１の試験体７０と同様に複数のマイカテープを積層した状態を模擬している。したがって、主絶縁層４１の材質はマイカ、繊維強化部４２はガラス繊維、高分子重合体部４５の材質はエポキシ樹脂である。エポキシ樹脂は、ナノ粒子を含む場合と、含まない場合とがある。

[0071] 複数の主絶縁層４１が互いにほぼ平行に積層されている。互いに隣接する主絶縁層４１の間には、繊維強化部４２と高分子重合体部４５が配されている。主絶縁層４１および繊維強化部４２が延びた端部に接地板７２が設けら

れている。針電極７１は、互いに隣接する主絶縁層４１に挟まれた繊維強化部４２と高分子重合体部４５の領域に挿入されている。接地板の幅Wは約４ｍｍ、奥行きは約２５ｍｍ、針電極７１と接地板７２との間隔Ｄは約３ｍｍの体系で試験を行った。

[0072] 試験は、電圧を、１ｋＶから１ｋＶずつ１５ｋＶまで上昇した後に、１５ｋＶの状態を保った場合の絶縁破壊に至るまでの時間を、高分子重合体部４５にナノ粒子が存在しない場合と存在する場合とを比較した。試験結果では、たとえば、ナノ粒子が存在しない場合は約１．９時間であったのに対して、ナノ粒子が存在する場合は３週間以上であった。この場合、ナノ粒子の平均粒径は１０ないし２０ｎｍ、ナノ粒子の混在率は１０ｗｔ％であった。

[0073] 以上のように、高分子重合体部４５にナノ粒子を混在させた場合は、電気的な絶縁寿命が大幅に増加する。

[0074] また、ナノ粒子を混在させた場合は、熱伝導率が上昇すること、および機械的強度が高くなることが知られている。

[0075] たとえば、熱伝導率は、高分子重合体部４５にナノ粒子が混在していない場合には、たとえば、０．２５Ｗ／ｍ・Ｋ程度であったものが、たとえば、０．４０Ｗ／ｍ・Ｋ程度まで上昇する。この結果、放熱効果をより大きくできることから電流をより流すことができるため、収納出力、すなわち単位体積当たりの出力を高めることができる。

[0076] また、機械的強度が高くなることにより、従来は巻線の固定作業に仮の補強等を要していたものが簡素化され、組立作業の効率化を図ることができる。更にまた、高分子重合体にナノ粒子を混合した場合、その組み合わせによっては高分子重合体の粘度が上昇したり、あるいは高分子重合体の可使寿命が短くなる場合があるが、これらを排除しながらかつナノ粒子の効果を発揮させることが可能である。

[0077] 以上のように、本実施形態によれば、絶縁構造における電気トリーの進展を抑制することができ、さらに収納出力の向上、組立作業の効率化を図ることができる。また、たとえば、含浸の場合だとナノ粒子を浸透させることが

難しい高濃度の場合を含めて、ナノ粒子入り高分子重合体を直接付着させる方式であるため、任意の濃度のナノ粒子を付与することが可能である。

[0078] ［第２の実施形態］

図１５は、第２の実施形態に係る絶縁構造製造方法の手順を示すフロー図である。本実施形態は、第１の実施形態の変形である。本実施形態で、第１の実施形態における含浸用高分子重合体を圧入するステップＳ２４に代えて、ナノ粒子を混練した含浸用高分子重合体を圧入する（ステップＳ３１）。その他については、第１の実施形態と同様である。

[0079] 図１６は、第２の実施形態に係る絶縁構造製造方法におけるナノ粒子入り含浸用高分子重合体の圧入ステップの状態を示す立断面図である。含浸装置６０の含浸用容器６１内を真空にしたステップＳ２３の後に、ナノ粒子入り含浸用高分子重合体４７に巻線組み込み一体物９０を浸漬させる。この場合、ナノ粒子入り含浸用高分子重合体４７中のナノ粒子の濃度は、ナノ粒子入り接合用高分子重合体４３中のナノ粒子の濃度とは異なる濃度でよく、両者の濃度の組合せにより、最適のナノ粒子の濃度分布を得ることができる。

[0080] この後に、含浸用容器６１内を加圧し、ナノ粒子入り含浸用高分子重合体４７を巻線組み込み一体物９０内のテープ巻き導体５０に圧入する。

[0081] このようにすることにより、ナノ粒子が、接合用高分子重合体４３のみでなく、含浸用高分子重合体４４にも含まれるため、広い範囲で、ナノ粒子の散在状態を確保することができる。この結果、第１の実施形態の効果をさらに確実にすることができる。

[0082] ［その他の実施形態］

以上、本発明の実施形態を説明したが、実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。たとえば、実施形態では、主絶縁の巻回がハーフラップ方式の場合を示したが、これに限定されない。たとえば、長手方向に主絶縁テープの端部同士が隣接するような巻回方式であってもよい。

[0083] さらに、実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり

、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

[0084] 実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0085] ５…軸受、６…フレーム、７…軸受ブラケット、１０…回転子、１１…ロータシャフト、１２…回転子鉄心、２０…固定子、２１…固定子鉄心、２２…固定子巻線、２３…積層導体、２４…固定子巻線導体、２５…ターン絶縁、３０…絶縁構造、４０…主絶縁テープ、４０ａ…主絶縁シート、４１…主絶縁層、４２…繊維強化部、４３…ナノ粒子入り接合用高分子重合体、４４…含浸用高分子重合体、４５、４５ａ…高分子重合体部、４７…ナノ粒子入り含浸用高分子重合体、４８…ナノ粒子、４９…主絶縁部、５０…テープ巻き導体、５５ａ、５５ｂ…ローラ、５６…マイクログラビアロール、５７…ドクターブレード、５８…容器、６０…含浸装置、６１…含浸用容器、６２…真空排気配管、６２ａ…真空排気弁、６３…高分子重合体供給配管、６３ａ…高分子重合体供給弁、６５…加圧ガス、７０…第１の試験体、７０ａ…第２の試験体、７１…針電極、７１ａ…先端部分、７２…接地板、７５…電気トリー、９０…巻線組み込み一体物、１００…回転電機、

請求の範囲

[請求項1] 絶縁対象物の外表面を覆う絶縁構造の製造方法であって、

ナノ粒子が混在した主絶縁シートを製造するシート製造ステップと、

前記主絶縁シートを主絶縁テープに裁断する裁断ステップと、

前記主絶縁テープにより前記絶縁対象物の外側にテーピングして主絶縁部を形成したテーピング後絶縁対象物を生成するテーピングステップと、

前記テーピングステップの後に前記絶縁対象物を真空引きする真空引きステップと、

前記真空引きステップの後に、前記テーピング後絶縁対象に形成された前記絶縁部に、含浸用高分子重合体を圧入して含浸させる含浸ステップと、

前記含浸ステップの後に、前記絶縁部を昇温し前記ナノ粒子を含む高分子重合体を固化させる固化ステップと、

を有することを特徴とする絶縁構造製造方法。

[請求項2] 前記絶縁対象物は回転電機の固定子巻線の積層導体であって、

前記テーピングステップの後であって、前記真空引きステップの前に、前記テーピングされた積層導体を固定子に組み込み、巻線組み込み一体物に組み立てる組み立てステップをさらに有し、

前記真空引きステップは、前記巻線組み込み一体物を真空引きすることにより、前記テーピングされた前記絶縁対象物を真空引きする、

ことを特徴とする請求項１に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項3] 前記テーピングステップは、前記主絶縁テープの幅の半分ずつずらすハーフラップ方式により前記主絶縁テープを巻回することを特徴とする請求項１または請求項２に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項4] 前記シート製造ステップは、

接着用高分子重合体にナノ粒子を混練してナノ粒子入り接合用高分

子重合体を製造する接合用高分子重合体製造ステップと、

平面状に拡がる主絶縁層および前記主絶縁層に沿って平面状に広がる繊維強化部を前記ナノ粒子入り接合用高分子重合体により接合させることによりナノ粒子入りの主絶縁シートを製造する接合ステップと、

を有することを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか一項に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項5] 前記接合ステップは、マイクログラビア方式による前記ナノ粒子入り接着用高分子重合体の塗布ステップを有することを特徴とする請求項４に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項6] 前記含浸ステップで圧入する含浸用高分子重合体にはナノ粒子が混練されていることを特徴とする請求項１または請求項５に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項7] 前記ナノ粒子は、二酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、窒化ホウ素およびカーボンナノチューブの少なくとも一つを用いることを特徴とする請求項１ないし請求項６のいずれか一項に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項8] 前記主絶縁テープは、マイカおよびガラス繊維の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項１ないし請求項７のいずれか一項に記載の絶縁構造製造方法。

[請求項9] 絶縁対象物の外表面を覆って当該絶縁対象物を電気的に絶縁するために前記絶縁対象物の外表面を覆う絶縁構造であって、

前記絶縁対象物の表面に沿って平面的に広がった主絶縁層と、

前記主絶縁層に沿って広がった繊維強化部と、

前記繊維強化部内に形成されて前記主絶縁層と前記繊維強化部とを互いに接着する高分子重合体部と、

を有し、

前記高分子重合体部は、前記ナノ粒子が散在し、前記ナノ粒子の濃

度は前記繊維強化部において最も高いことを特徴とする絶縁構造。

[請求項10] 軸方向に延びたロータシャフトと、前記ロータシャフトの径方向外側に設けられた回転子鉄心とを有する回転子と、

前記回転子鉄心の径方向外側に間隙をあけて設けられた円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内面に周方向に互いに間隔をあけて形成され前記固定子鉄心の軸方向の両端まで延びる複数のスロット内および前記固定子鉄心の軸方向外側に配された固定子巻線導体と、前記固定子導体を電気的に絶縁するために前記固定子導体に施された絶縁構造と、を有する固定子と、

前記ロータシャフトの前記回転子鉄心の軸方向の両側のそれぞれで前記ロータシャフトを回転可能に軸支する２つの軸受と、

前記回転子鉄心および前記固定子を収納するフレームと、

を備えた回転電機であって、

前記絶縁構造は、

前記絶縁対象の表面に沿って平面的に広がった主絶縁層と、

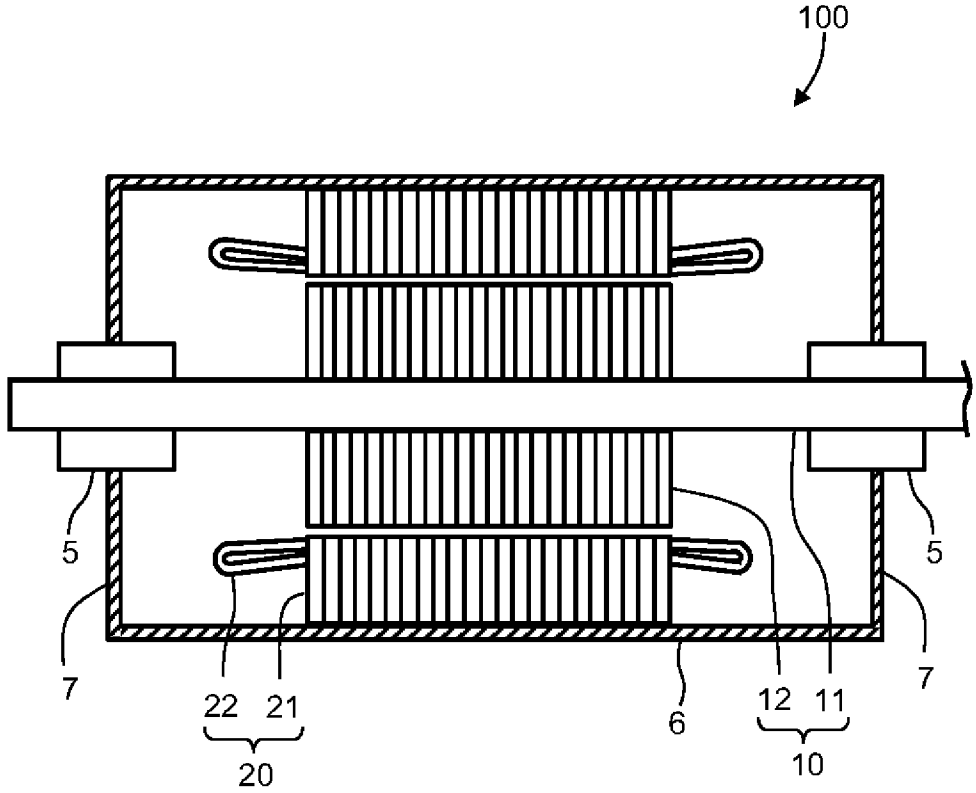
前記主絶縁層に沿って広がった繊維強化部と、

前記繊維強化部内に形成されて前記主絶縁層と前記繊維強化部とを互いに接着する高分子重合体部と、

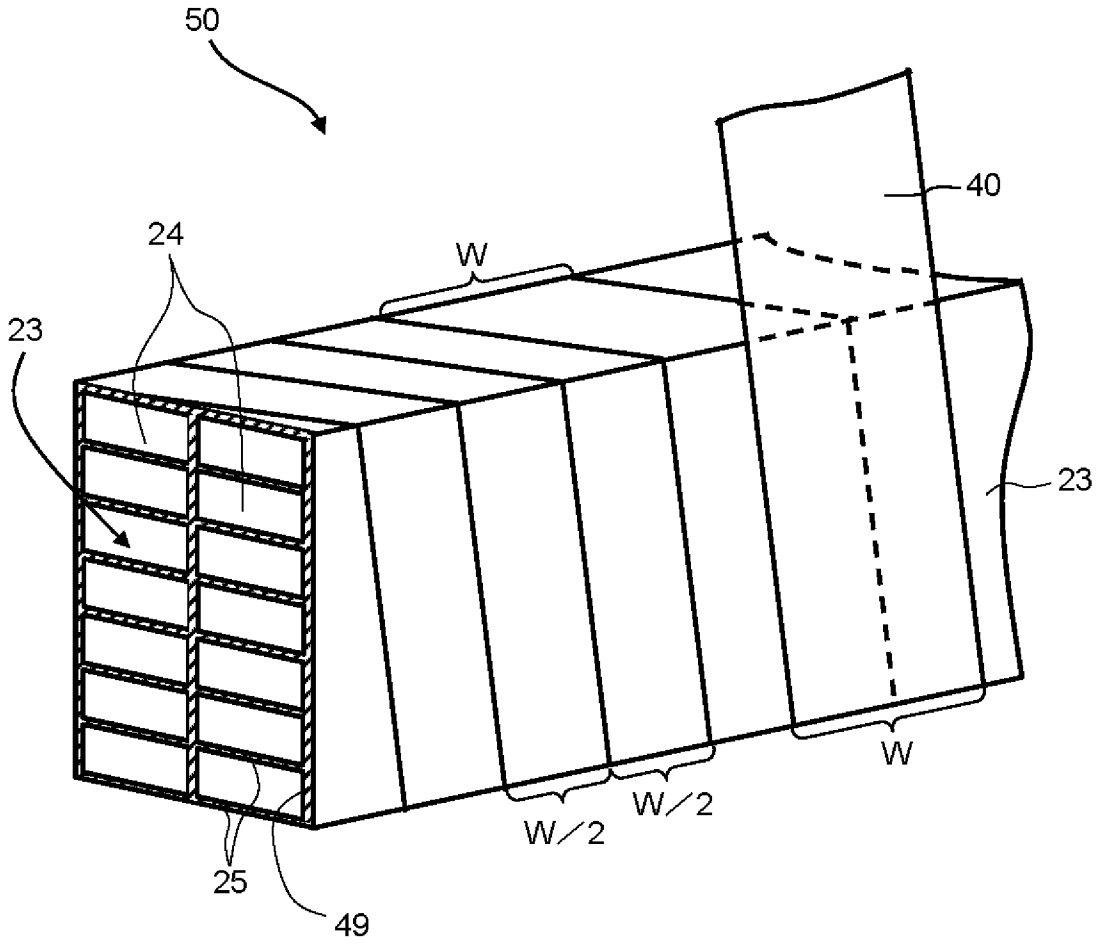
を有し、

前記高分子重合体部は、前記ナノ粒子が散在し、前記ナノ粒子の濃度は前記繊維強化部において最も高いことを特徴とする回転電機。

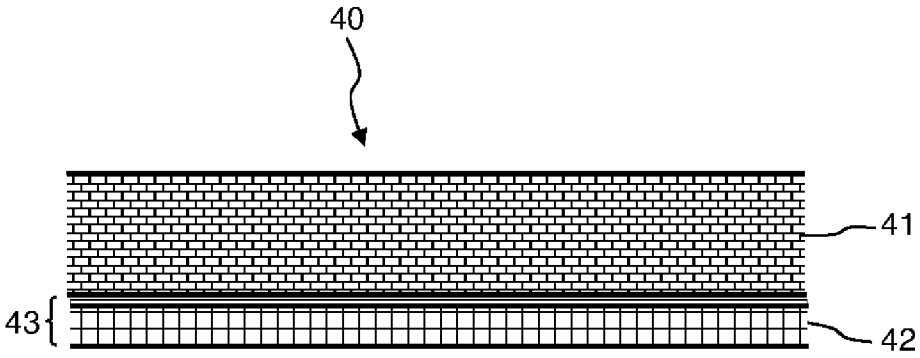
[図1]



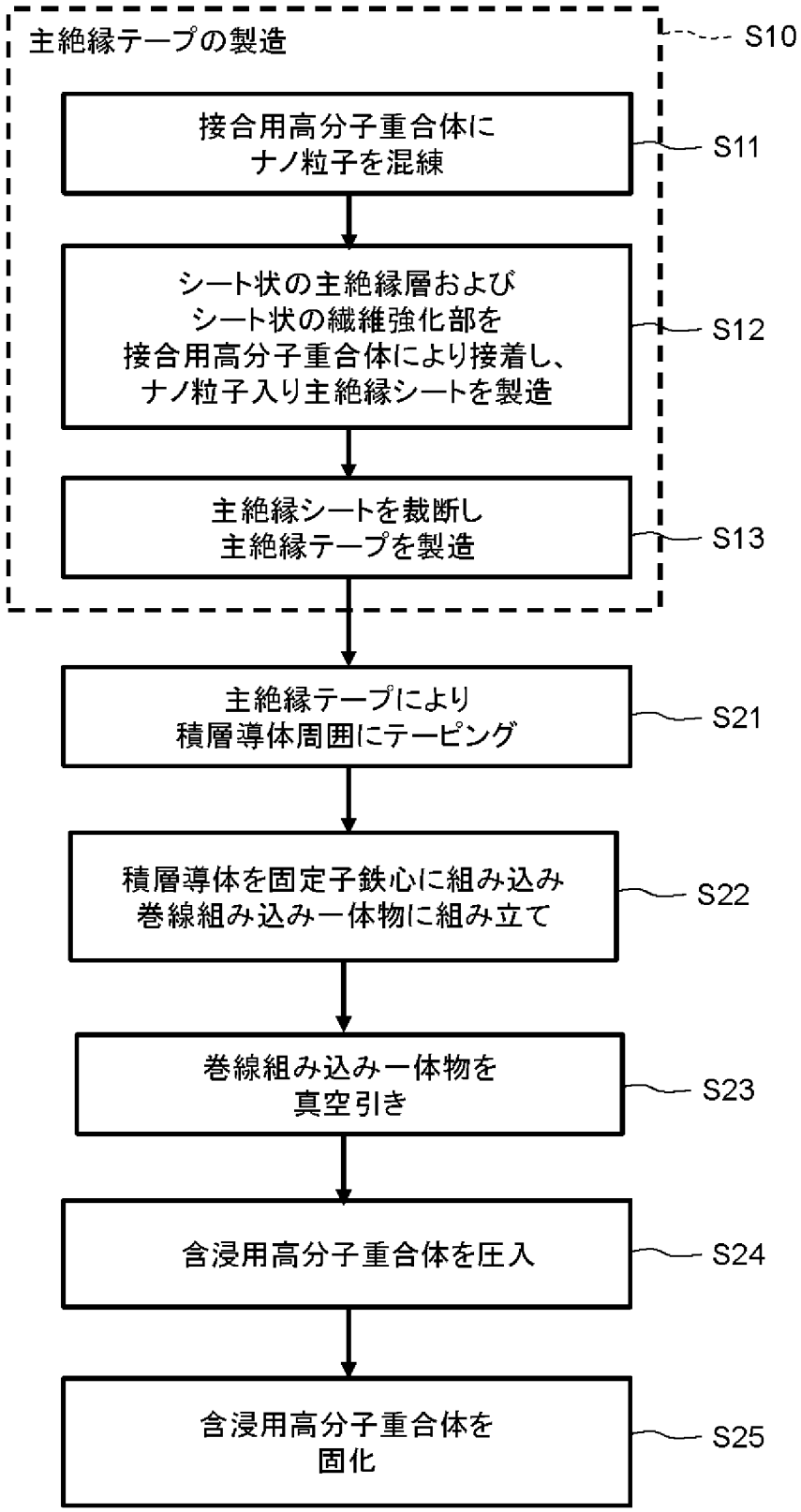
[図2]



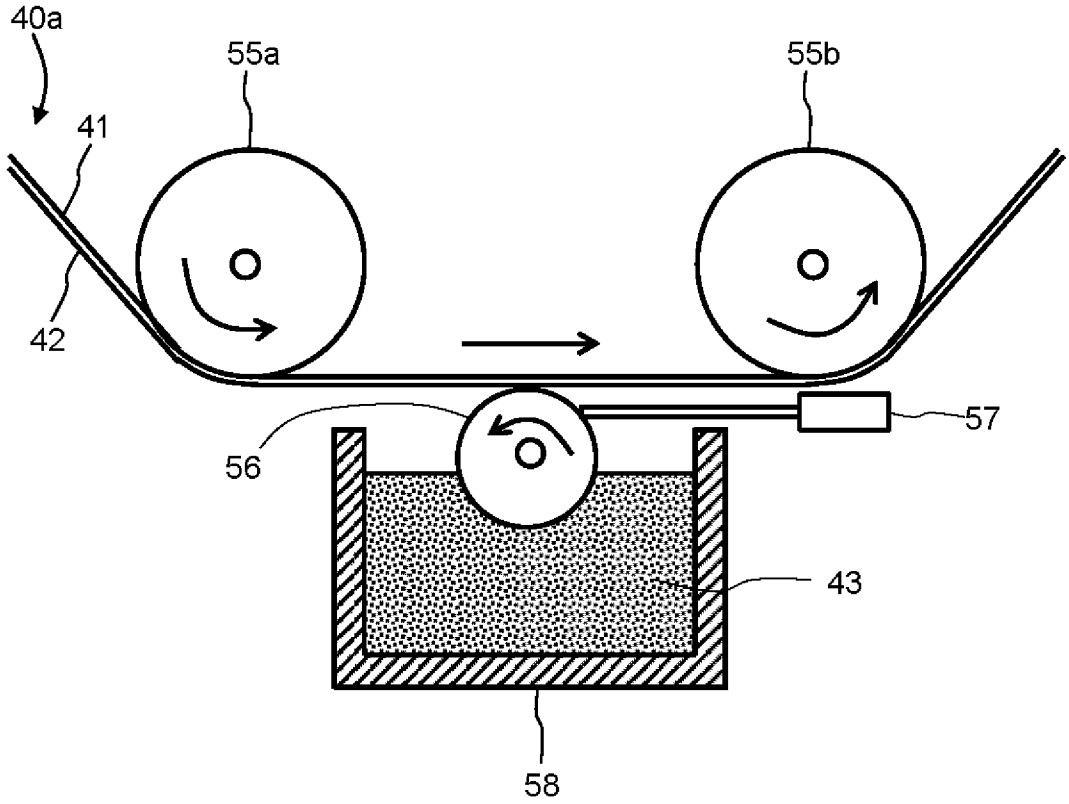
[図3]



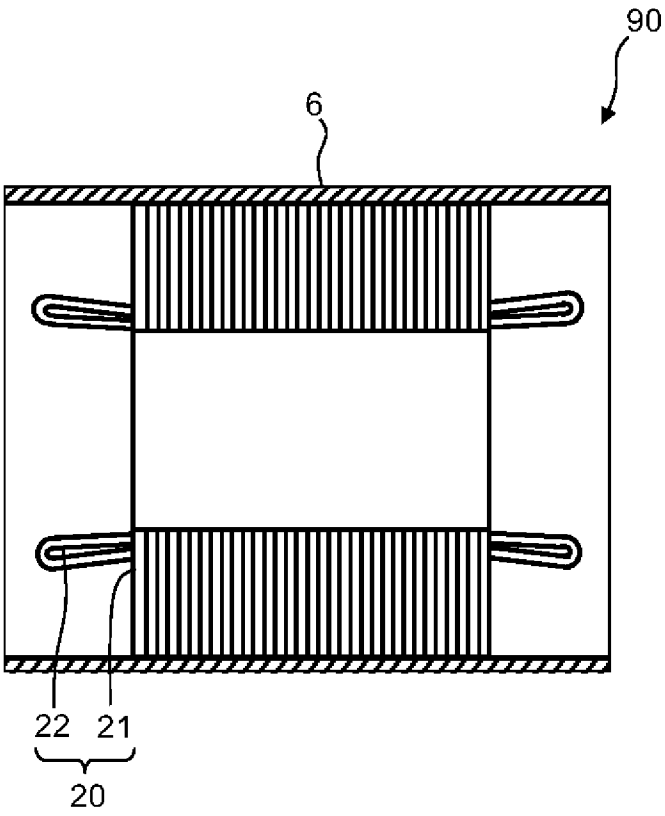
[図4]


主絶縁テープの製造
S10
接合用高分子重合体に
ナノ粒子を混練
S11
シート状の主絶縁層および
シート状の繊維強化部を
接合用高分子重合体により接着し、
ナノ粒子入り主絶縁シートを製造
S12
主絶縁シートを裁断し
主絶縁テープを製造
S13
主絶縁テープにより
積層導体周囲にテーピング
S21
積層導体を固定子鉄心に組み込み
巻線組み込み一体物に組み立て
S22
巻線組み込み一体物を
真空引き
S23
含浸用高分子重合体を圧入
S24
含浸用高分子重合体を
固化
S25

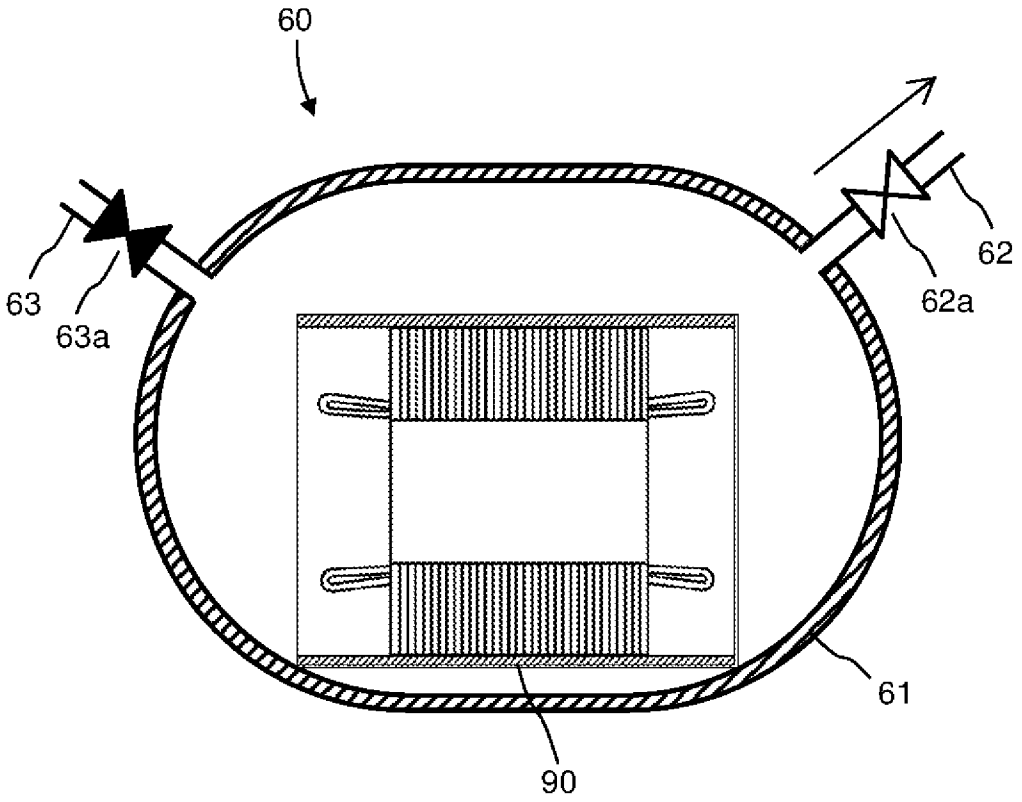
[図5]



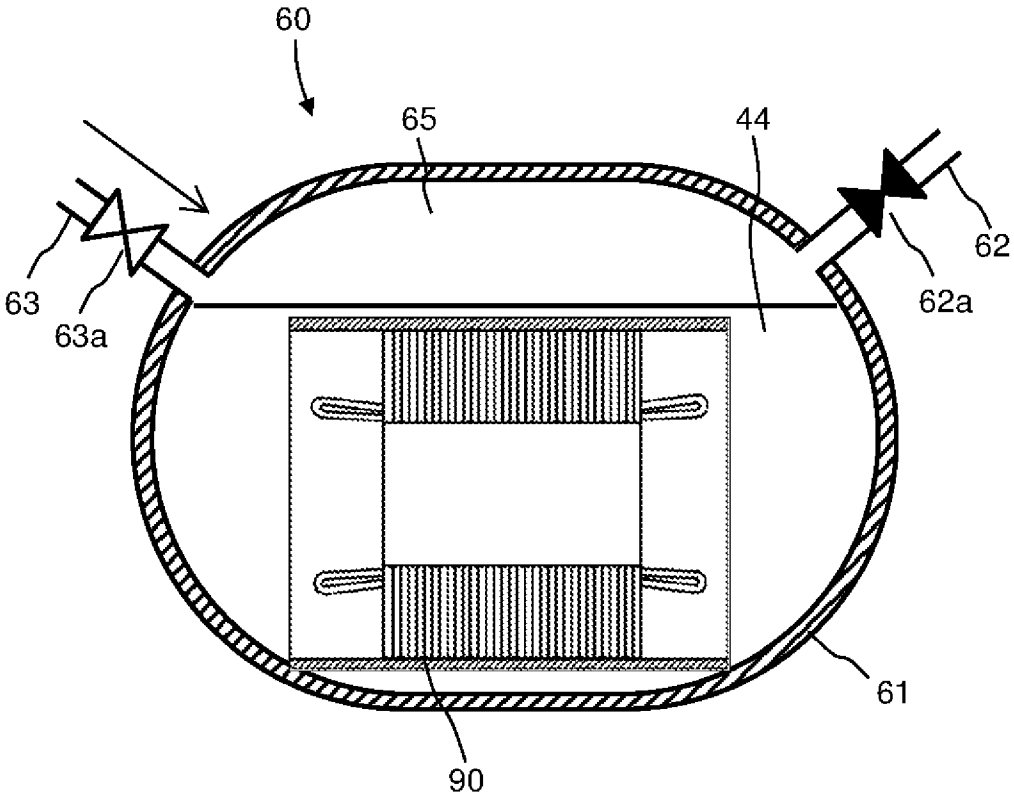
[図6]



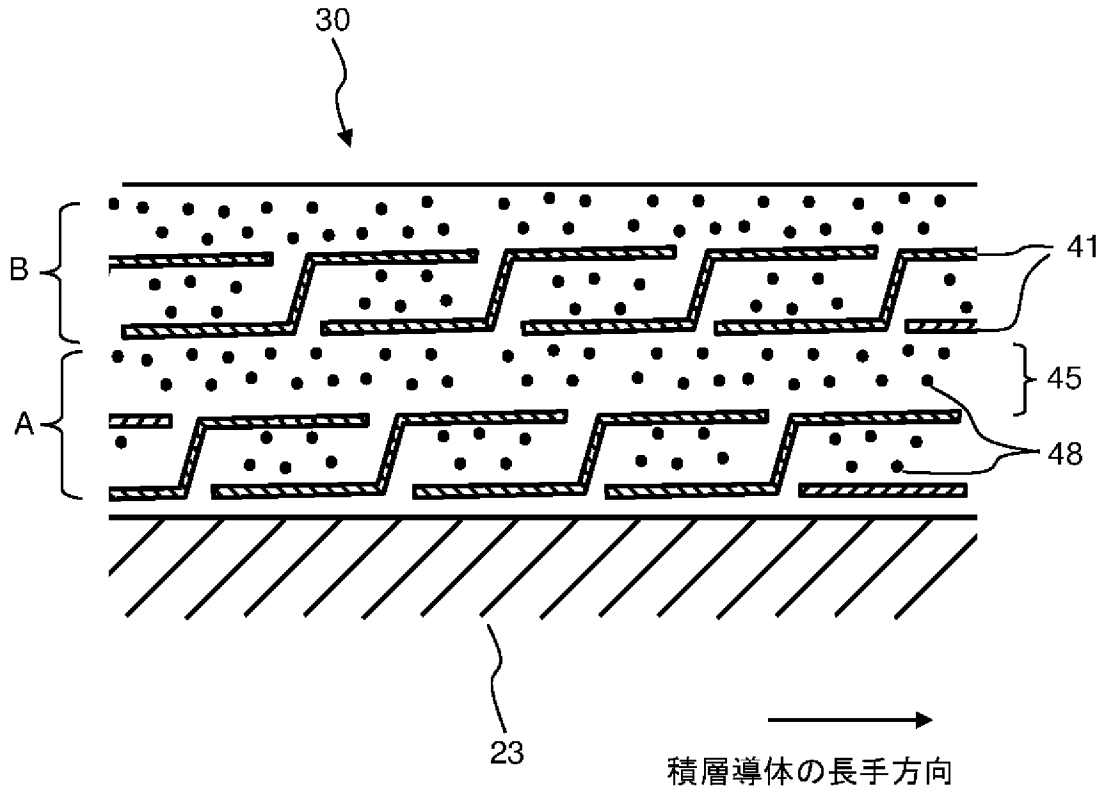
[図7]



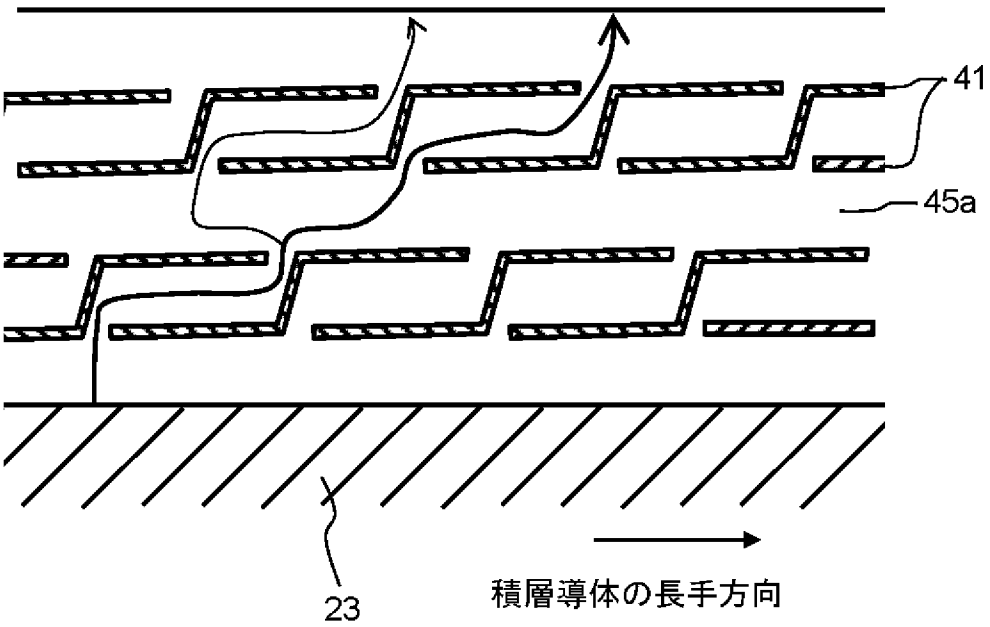
[図8]



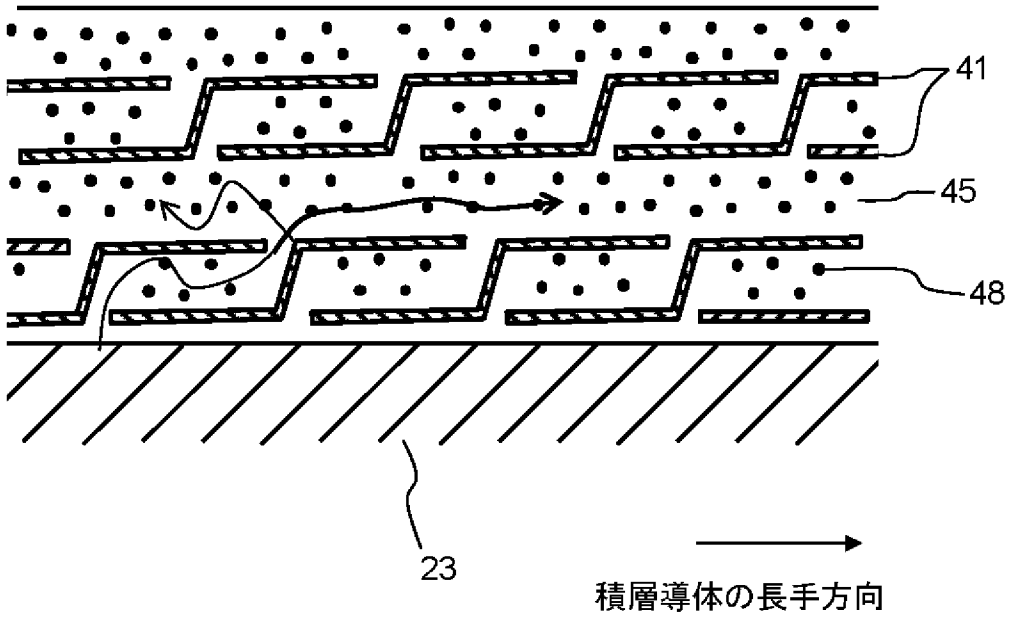
[図9]



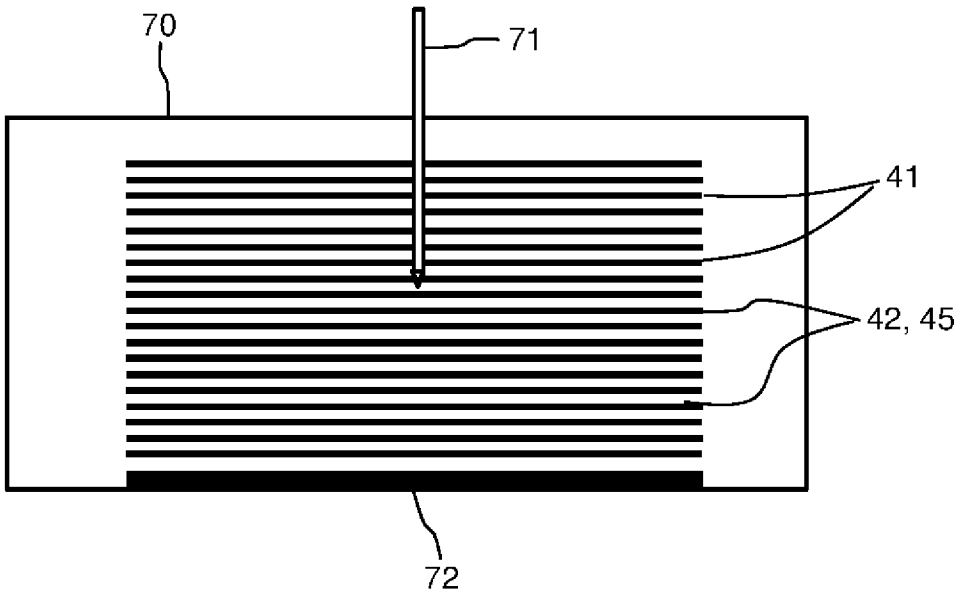
[図10]



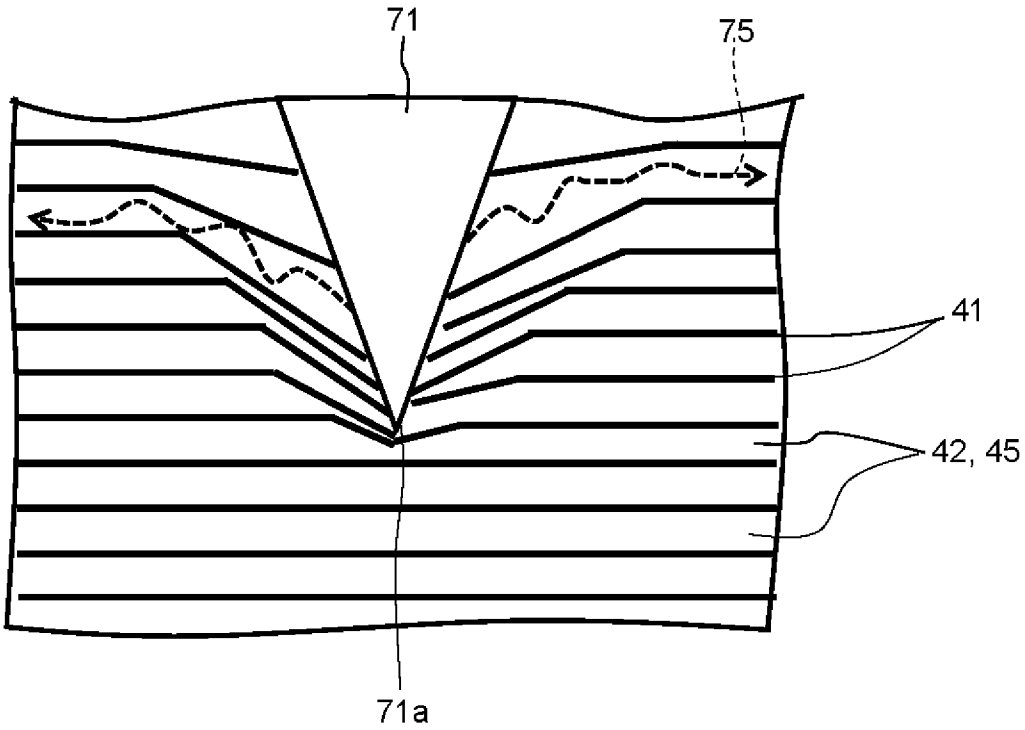
[図11]



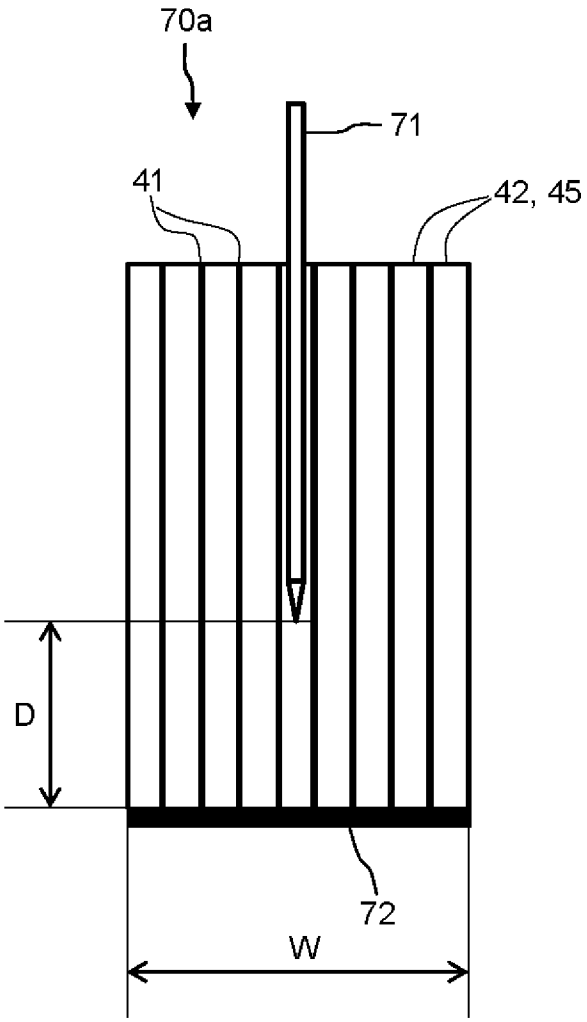
[図12]



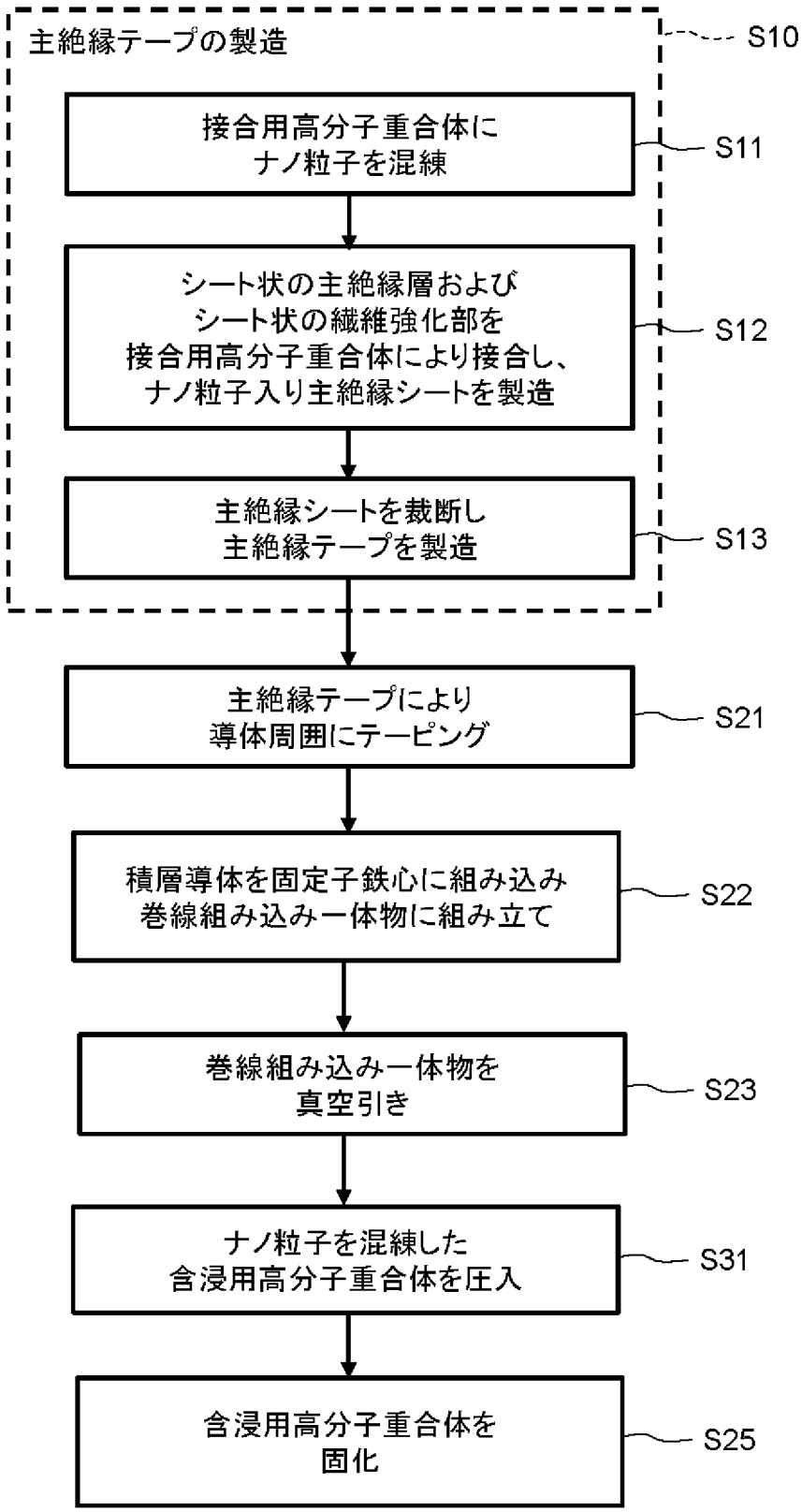
[図13]



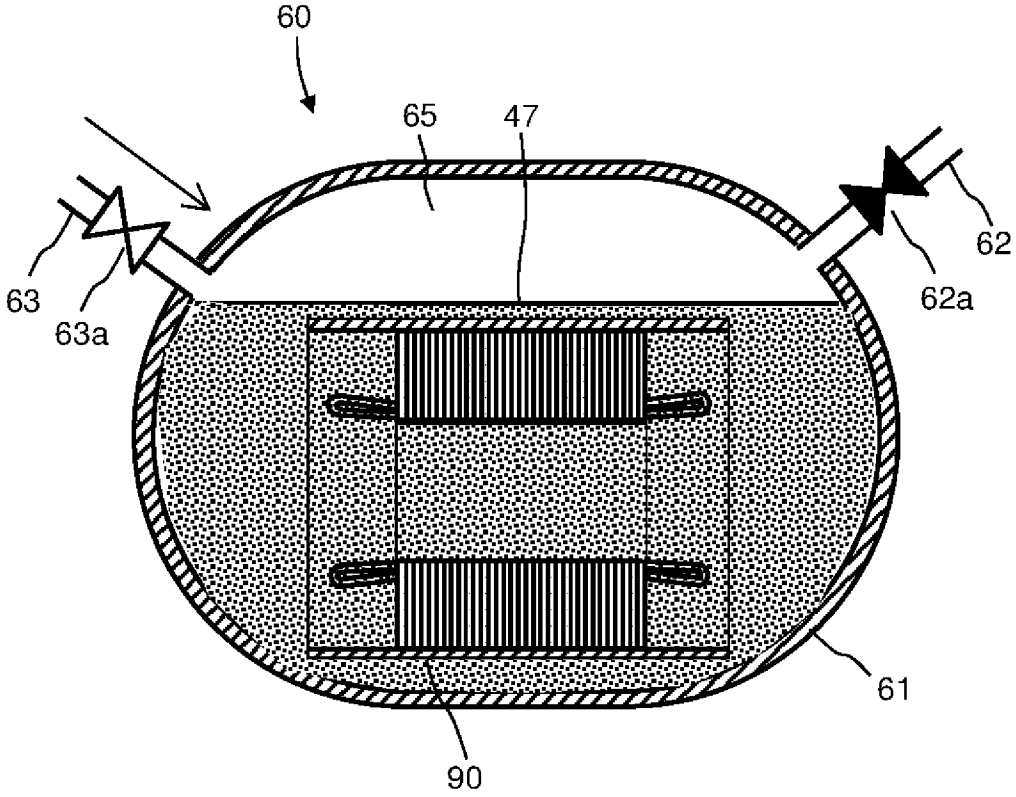
[図14]



[図15]


主絶縁テープの製造
S10
接合用高分子重合体に
ナノ粒子を混練
S11
シート状の主絶縁層および
シート状の繊維強化部を
接合用高分子重合体により接合し、
ナノ粒子入り主絶縁シートを製造
S12
主絶縁シートを裁断し
主絶縁テープを製造
S13
主絶縁テープにより
導体周囲にテーピング
S21
積層導体を固定子鉄心に組み込み
巻線組み込み一体物に組み立て
S22
巻線組み込み一体物を
真空引き
S23
ナノ粒子を混練した
含浸用高分子重合体を圧入
S31
含浸用高分子重合体を
固化
S25

[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/003164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K3/30(2006.01)i, *H01B13/00*(2006.01)i, *H02K15/12*(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)
H02K3/30, H01B13/00, H02K15/12

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 Y	WO 2016/104141 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 30 June 2016 (30.06.2016), paragraphs [0016] to [0069]; fig. 1 to 8 (Family: none)	9-10 1-8
Y	WO 2015/053374 A1 (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 16 April 2015 (16.04.2015), paragraphs [0054] to [0061]; fig. 1 to 4 & CN 105637599 A	1-8
Y	JP 10-174333 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 26 June 1998 (26.06.1998), paragraph [0019]; fig. 1 (Family: none)	2-8

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 July 2016 (25.07.16)	02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/003164

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 63-110929 A (Asea AB.), 16 May 1988 (16.05.1988), page 2, upper right column, line 17 to page 5, upper right column, line 11; fig. 1 to 3 & US 4806806 A column 1, line 7 to column 4, line 68; fig. 1 to 3 & EP 266602 A1 & DE 3784008 A & DE 3784008 T & SE 455246 B & SE 8604509 A & CA 1289610 A & AT 85474 T & SE 8604509 A0	6-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００３１６４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K3/30(2006.01)i, H01B13/00(2006.01)i, H02K15/12(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.　H02K3/30, H01B13/00, H02K15/12

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 Y	WO 2016/104141 A1（三菱電機株式会社）2016.06.30, 段落[0016]-[0069], 第1-8図（ファミリーなし）	9-10 1-8
Y	WO 2015/053374 A1（日立化成株式会社）2015.04.16, 段落[0054]-[0061], 第1-4図 & CN 105637599 A	1-8
Y	JP 10-174333 A（富士電機株式会社）1998.06.26, 段落[0019], 第1図（ファミリーなし）	2-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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
２５．０７．２０１６	０２．０８．２０１６

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）　３Ｖ　３２１８
沖田　孝裕
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 63-110929 A (アセア　アクチーボラグ) 1988.05.16, 第2ページ右上欄第17行-第5ページ右上欄第11行, 第1-3図 & US 4806806 A, 第1欄第7行-第4欄第68行, 第1-3図 & EP 266602 A1 & DE 3784008 A & DE 3784008 T & SE 455246 B & SE 8604509 A & CA 1289610 A & AT 85474 T & SE 8604509 A0	6-8