(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9月7日(07.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/159182 A1

(51) 国際特許分類:
*H02K 3/34* (2006.01)　　*H02K 15/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/002633

(22) 国際出願日：　2018年1月29日(29.01.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-038069　2017年3月1日(01.03.2017)　JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 岩城 源三(**IWAKI Genzo**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 池田 賢二(**IKEDA Kenji**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

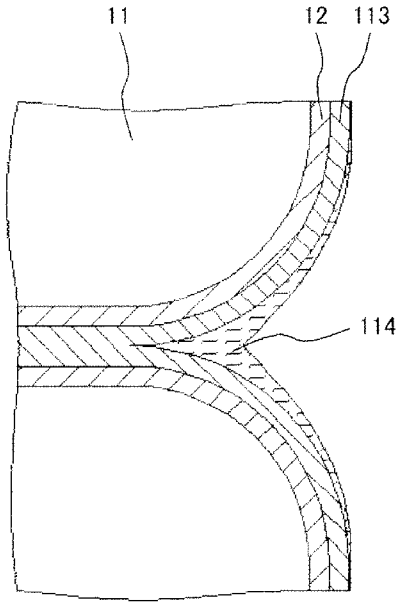
(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** STATOR, ROTATING ELECTRIC MACHINE, STATOR MANUFACTURING METHOD, ROTATING ELECTRIC MACHINE MANUFACTURING METHOD, AND COIL ELECTRIC WIRE USED FOR STATOR

(54) 発明の名称： 固定子、回転電機、固定子の製造方法、回転電機の製造方法、及び固定子に用いるコイル電線

図 5




(57) **Abstract:** The invention prevents thermal degradation of an adhesive resin during temperature rise of a stator coil and application of a high voltage to the stator coil to improve the insulation reliability of a stator. The stator is provided with: a core having a core back and teeth; and an electric wire including a conductor covered with an insulating layer and a first resin covering an outer surface of the insulating layer. In the outer surface of a segment coil that is a bundle of electric wires, a second resin is provided on at least corner portions of adjacent electric wires.

(57) 要約：固定子コイルの温度上昇及び固定子コイルへの高電圧印加において、固着樹脂の熱劣化を防止し、固定子の絶縁信頼性を向上する。 コアバック及びティースを有するコアと、絶縁層で被覆された導体、及び絶縁層の外表面を被覆する第１の樹脂を含む電線と、を備えた固定子であって、電線の束であるセグメントコイルの外表面のうち隣り合う電線の少なくとも角部には、第２の樹脂が設けられている。

WO 2018/159182 A1

[続葉有]

(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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

# 明　細　書

## 発明の名称 ：

# 固定子、回転電機、固定子の製造方法、回転電機の製造方法、及び固定子に用いるコイル電線

## 技術分野

[0001]　本発明は、固定子、回転電機、固定子の製造方法、回転電機の製造方法、及び固定子に用いるコイル電線に関する。

## 背景技術

[0002]　産業や生活に密着した回転電機は、現代の社会を支える基盤機器である。特に、地球環境保護の観点から、ハイブリッド自動車や電気自動車が普及しつつある。これらの自動車においては、設置スペースの確保および軽量化による燃費向上の観点から、動力源のモータの小型・軽量化が要求される。

[0003]　ハイブリッド自動車や電気自動車に用いる動力モータの固定子スロットの絶縁部は、固定子コア／コイル間および異相コイル間に挿入される絶縁紙（スロットライナ）と、それらの空隙を充填しコイルおよび絶縁紙をコアに固定する固着ワニスと、で構成されている（例えば、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２０１３－９４９３号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005]　動力モータを小型化するためには、駆動電圧を高くする手段又はコイル電流密度を高くする手段が考えられる。しかしながら、いずれの手段も、固定子内コイルの絶縁部における負荷の増大につながるため、小型化に対応するための絶縁構造を設計する必要がある。

[0006]　駆動電圧を高くする手段を用いる場合において従来技術の延長線上で対処

するには、絶縁紙の厚さを増大させ、作用電圧に対応した絶縁距離を確保することになる。しかしながら、この手法では、スロット内のコイル占積率の低下を招き、コイル電流が低下する。この点を補うには、コイル電流密度を高くする必要があり、コイルの温度上昇が避けられない。

[0007] もう一つのコイル電流密度を高くする手段を用いる場合においては、上述の場合と同様に、コイルの温度上昇を伴うため、ハイブリッド自動車や電気自動車に用いる動力モータを小型化する際には障害となる。

[0008] 従来の固定子の絶縁部においては、固着ワニスとしては、モータの運転により温度が上昇しても固着力が低下しない熱硬化性樹脂が用いられる。スロット内の構成部材を強固に固着させるためには、構成部材間の空隙への浸透性を考慮して、粘度の低い樹脂が用いられる。

[0009] 一般的に、粘度の低い熱硬化性樹脂の耐熱性を改善することは困難であり、コイル電流密度アップに伴うコイルの温度上昇は、スロットの絶縁部における固着樹脂の熱劣化に伴う絶縁信頼性の低下の原因となる。

[0010] 本発明は、固定子コイルの温度上昇及び固定子コイルへの高電圧印加において、固着樹脂の熱劣化を防止し、固定子の絶縁信頼性を向上することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0011] 本発明の固定子は、コアバック及びティースを有するコアと、絶縁層で被覆された導体、及び絶縁層の外表面を被覆する第１の樹脂を含む電線と、を備え、電線の束であるセグメントコイルの外表面のうち隣り合う電線の少なくとも角部には、第２の樹脂が設けられている。

## 発明の効果

[0012] 本発明によれば、固定子コイルの温度上昇及び固定子コイルへの高電圧印加において、固着樹脂の熱劣化により発生する樹脂クラックを防止し、樹脂クラックにより引き起こされる部分放電開始電圧の低下を防止することができ、固定子の絶縁信頼性を向上することができる。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施例及び比較例に用いた絶縁モデル組立用に切り出した固定子コアを示す正面図である。

[図2]組み立てた絶縁モデルを示す斜視図である。

[図3]組み立てた絶縁モデルを示す断面図である。

[図4]実施例の模擬コイルの一部を示す拡大断面図である。

[図5]熱硬化処理を施した後における実施例の模擬コイルの一部を示す拡大断面図である。

[図6]比較例の熱劣化後における樹脂クラックを示す模式斜視図である。

[図7]熱硬化処理を施した後における実施例１の模擬コイルの詳細な構造を示す部分拡大断面図である。

[図8]実機の固定子の製造方法の例を示すフロー図である。

[図9]本発明の固定子を備えた回転電機を示す断面図である。

[図10]固定子をハウジングに挿入する前の状態を示す斜視図である。

[図11]本発明のコイル電線の例を示す模式断面図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 本発明は、固定子、回転電機、固定子の製造方法、回転電機の製造方法、及び固定子に用いるコイル電線に関する。回転電機は、電動車両等に適用される。

[0015] 以下、外径２４５ｍｍ、内径２００ｍｍ、スロット数７２、コア積厚９４ｍｍの固定子コアから切り出したコアに模擬コイル及びスロット絶縁紙を組み込み、それぞれの樹脂構成でスロット内構成材を固着した絶縁モデルについて部分放電開始電圧の測定を行った結果を用いて、本発明の実施形態について説明する。後述の実施例及び比較例は、回転電機の固定子の部分モデルであるが、下記の説明から自明のように、実機の回転電機の固定子と等価である。

[0016] 図１は、絶縁モデル組立用に切り出した固定子コアの形状を示したものである。

[0017] 本図においては、コア１は、略円筒形状の固定子コアを中心角５°の扇形

に切断したものであり、コアバック１６と、ティース１７ａ、１７ｂと、で構成されている。ティース１７ａ、１７ｂの間には、一つのスロット２が設けられている。

[0018] スロット２の形状は、幅一定の略矩形状であり、その幅は４．２ｍｍ、平行部深さは１２．１ｍｍである。コア１には、３５Ａ３００相当（ＪＩＳＣ ２５５２）の打ち抜き電磁鋼板が用いられている。コア１を構成する電磁鋼板は、積層され、各々の電磁鋼板の外周部の表面を溶接することにより固定されている。

[0019] 図２は、組み立てた絶縁モデルを示す斜視図である。また、図３は、組み立てた絶縁モデルを示す断面図である。

[0020] これらの図に示すように、絶縁モデルは、４本の銅導体（コイル電線）を積み重ねることにより模擬コイル４（セグメントコイル）とし、模擬コイル４の中央部をスロット絶縁紙５で包み込み、これらをコア１のスロットに挿入した構成を有する。一本一本の模擬コイル４は、平角エナメル絶縁線で形成されている。なお、模擬コイル４（セグメントコイル）は、電線の束と呼ぶこともできる。

[0021] 模擬コイル４の長さは、１６０ｍｍとしている。模擬コイル４は、スロットの両端部から均等に３３ｍｍはみ出させている。平角エナメル絶縁線は、平角の銅導体（銅線）の表面に厚さ０．０５ｍｍのポリイミド絶縁層が被覆されたものである。平角エナメル絶縁線の断面寸法は、短辺２．８９ｍｍ、長辺３．４２ｍｍ、コーナー面取り半径０．５ｍｍである。

[0022] スロット絶縁紙５としては、厚さ０．１８ｍｍのアラミド紙／ＰＥＴ／アラミド紙がウレタン系接着剤で接着された３層ラミネート紙を用いている。スロット絶縁紙５の長さは１００ｍｍとし、スロット絶縁紙５は、スロットの両端部から３ｍｍずつはみ出させている。

[0023] 上記の絶縁モデルを共通条件として、実施例においては、平角エナメル絶縁線の表面に、次の希釈液をスプレーコーティングすることにより、第１の樹脂層を形成した。

[0024] 希釈液は、多官能エポキシ樹脂であるフェノールノボラック型エポキシ樹脂１００質量部に対して、酸無水物系の硬化剤９０質量部、イミタゾール系硬化促進剤２質量部を混合した材料をアセトンで溶解することにより作製した。

[0025] よって、実施例の模擬コイル４は、平角エナメル絶縁線の表面に第１の樹脂層を形成したものである。ここで、第１の樹脂層の被覆厚さは、約０．０５ｍｍとした。

[0026] さらに、スロット内の構成材を完全に固着させるために、第２の樹脂層を形成し、熱硬化処理を施した。

[0027] 図４は、実施例の模擬コイルの一部を示す断面図である。

[0028] 本図において、熱硬化処理を施す前の状態を示している。銅導体１１は、ポリイミド絶縁層１２で被覆され、その外側を更に第１の樹脂層１３で覆われている。そして、隣接する２本の銅導体１１は、その周囲を第２の樹脂層１４で覆われている。言い換えると、隣接する２本の銅導体１１の間に形成された空隙には、第２の樹脂層１４が塗布されている。第２の樹脂層１４は、隣り合う２本の銅導体１１の少なくとも角部（コーナー部）に設けられている。２本の銅導体１１のそれぞれを覆う第１の樹脂層１３は、接しているが、境界を有している。

[0029] 図５は、熱硬化処理を施した後における実施例の模擬コイルの一部を示す断面図である。

[0030] 本図においては、図４の第１の樹脂層１３が第１の硬化樹脂層１１３に、第２の樹脂層１４が第２の硬化樹脂層１１４に変化している。図５においては、２本の銅導体１１の間にある第１の樹脂層１３は、溶融し、熱硬化し、一体化している。このため、図４に示す境界は消えている。第２の硬化樹脂層１１４は、隣り合う２本の銅導体１１の少なくとも角部（コーナー部）に設けられている。

[0031] 上述の固定子を用いることにより、スロット絶縁紙の厚さを増大させることなく、高い駆動電圧に耐え得る回転電機を製造することができる。

[0032] つぎに、第２の樹脂層を形成するために用いた樹脂組成物について説明する。

## 実施例 1

[0033] 実施例１においては、ビスフェノールＡ型エポキシ樹脂１００質量部に対し、酸無水物系の硬化剤８０質量部と、イミタゾール系硬化促進剤１質量部と、を混合して作製した樹脂組成物を、スロット内の構成材の空隙に流し込むことにより、第２の樹脂層を形成した。その後、熱硬化させ、スロット内の構成材を固着させた。

## 実施例 2

[0034] 実施例２においては、不飽和ポリエステル樹脂１００質量部に対し、１時間半減温度が１２５℃の過酸化物系硬化剤２質量部を混合して作製した樹脂組成物を、実施例１と同様に、スロット内の構成材の空隙に流し込むことにより、第２の樹脂層を形成した。その後、熱硬化させ、スロット内の構成材を固着させた。

[0035] （比較例）

比較例においては、第１の樹脂層を形成していない状態で、図２及び３に示す構成とし、実施例１の第２の樹脂層に用いた樹脂組成物をスロット内の構成材の空隙に流し込むことにより、第２の樹脂層を形成した。その後、熱硬化させ、従来技術に相当する絶縁モデルとした。

[0036] 実施例及び比較例における熱硬化の条件は、１６０℃×１時間とした。この熱硬化処理により、第１の樹脂層及び第２の樹脂層が同時に硬化された。

[0037] 表１は、実施例及び比較例における絶縁モデルの構成を示したものである。ここで、第１の樹脂層を構成する樹脂材料を第１の樹脂、第２の樹脂層を構成する樹脂材料を第２の樹脂と呼ぶ。

[0038]

[表1]

表 1

| | | 実施例1 | 実施例2 | 比較例 |
|---|---|---|---|---|
| 固着樹脂 | 第1の樹脂 | フェノールノボラック型エポキシ樹脂 | フェノールノボラック型エポキシ樹脂 | ビスフェノールA型エポキシ樹脂 |
| | 第2の樹脂 | ビスフェノールA型エポキシ樹脂 | 不飽和ポリエステル樹脂 | |

[0039] つぎに、実施例及び比較例として製作した絶縁モデルの固着樹脂の熱劣化について説明する。

[0040] 固着樹脂（樹脂硬化物）の熱劣化を目的として、２２０℃×９６０時間で熱処理し、熱劣化処理前後の部分放電開始電圧の測定を行った。

[0041] 表２は、部分放電開始電圧の測定結果を示したものである。表中の数値は、各隣接コイル電線間（３組み／絶縁モデル）の部分放電開始電圧の平均値で示したものである。部分放電開始電圧は、放電電荷量が１００ｐＣに達した電圧とし、印加電圧周波数は、５０Ｈｚとした。

[0042] [表2]

表 2

| | 部分放電開始電圧（kVrms） | | |
|---|---|---|---|
| | 実施例1 | 実施例2 | 比較例 |
| 熱劣化前 | 1.95 | 2.02 | 1.89 |
| 熱劣化後 | 1.97 | 1.85 | 0.72 |

[0043] 表２から、実施例及び比較例とも、熱劣化前には、同様の部分放電開始電圧を示す。具体的には、１．８９～２．０２である。

[0044] 実施例１においては、熱劣化前に１．９５であったものが、熱劣化後にお

いては１．９７となっている。

[0045] 実施例２においては、熱劣化前に２．０２であったものが、熱劣化後においては１．８５となっている。

[0046] これに対して、比較例においては、熱劣化前に１．８９であったものが、熱劣化後においては０．７２にまで低下している。

[0047] よって、実施例１及び２においては、熱劣化後でも部分放電開始電圧の低下が発生せず、本発明の効果が確認できる。しかし、比較例においては、熱劣化後に部分放電開始電圧が大きく低下することがわかる。

[0048] ここで、熱劣化後の絶縁モデルを解体し、固着樹脂の状態を観察したところ、比較例では、樹脂クラックが発生していることがわかった。

[0049] 図６は、比較例における樹脂クラックの状態を模式的に示す斜視図である。

[0050] 本図に示すように、比較例の場合、銅導体１１は、ポリイミド絶縁層１２で被覆され、隣接する２本の銅導体１１の間に形成された空隙に第２の硬化樹脂層１１４が形成されている。第２の硬化樹脂層１１４には、大きな樹脂クラック１５が発生している。

[0051] 比較例における熱劣化後の部分放電開始電圧は、模擬コイルの平角エナメル絶縁線２本の平面を単純に合わせたモデル（背合わせモデル）で測定される線間の部分放電開始電圧とほぼ等しい。よって、比較例で発生した樹脂クラック１５が模擬コイルのポリイミド絶縁層１２に到達した場合、隣接模擬コイルを連結する空隙が形成され、背合わせモデルと同等の状態となったことが推察できる。

[0052] このことから、更に熱劣化が進行した場合、模擬コイルのポリイミド絶縁層１２が劣化し、早期に絶縁破壊に至ることが予想される。

[0053] 同様に、熱劣化後の実施例１及び２の絶縁モデルを解体調査したところ、比較例と同様に、第２の樹脂層にはクラックが発生したが、その程度は軽微であり、第１の樹脂層との界面付近でクラック進展が停止している様子が確認され、固着樹脂として耐熱性の高い多官能エポキシ樹脂を第１の樹脂層と

して模擬コイルコーナ部に配置した効果が確認できた。

[0054] ところで、実施例１及び２では、第２の樹脂層の形成に用いた材料が異なっている。このため、表２に示すように、熱劣化後の部分放電開始電圧には差が生じていないものの、形態的に異なってくる可能性がある。

[0055] そこで、実施例１及び２の第１の硬化樹脂層と第２の硬化樹脂層との界面近傍を詳細に調査した。その結果、実施例１においては、第１の硬化樹脂層と第２の硬化樹脂層との間に両樹脂の混合層が形成されていることがわかった。

[0056] 図７は、上記の混合層を含む断面を示したものである。

[0057] 本図に示すように、実施例１においては、第１の硬化樹脂層１１３と第２の硬化樹脂層１１４との間に混合層１１６が形成されている。混合層１１６は、第１の硬化樹脂層１１３の成分と第２の硬化樹脂層１１４の成分とが混ざり合った領域である。実施例１の場合、第１の樹脂及び第２の樹脂がともにエポキシ樹脂であるため、混合しやすい。混合層１１６は、第１の硬化樹脂層１１３に接する部分においては第１の硬化樹脂層１１３の成分に近い成分を有し、第２の硬化樹脂層１１４に接する部分においては第２の硬化樹脂層１１４の成分に近い成分を有する。言い換えると、混合層１１６は、濃度勾配を有する。このため、混合層１１６においては、物性が滑らかに変化している。これにより、第２の硬化樹脂層１１４におけるクラックの進展がより抑えられ、実施例２に比べ、熱劣化後の部分放電開始電圧が高く維持されるものと考えられる。

[0058] 実施例においては、第１の樹脂として、三官能のフェノールノボラック型エポキシ樹脂を用いたが、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、グリシジルアミン系エポキシ樹脂、グリシジルエーテル系エポキシ樹脂等の多官能エポキシ樹脂を単体あるいは混合して適用することも可能である。また、ビスフェノールＡ型等の二官能エポキシ樹脂と上記の多官能エポキシ樹脂とを混合した樹脂組成物も適用可能である。

[0059] 第１の樹脂の硬化剤として、本発明では、酸無水物系硬化剤を用いたが、

アミン系、ポリアミド系、ジシアンジアミド等のエポキシ樹脂硬化剤として一般に用いられる硬化剤が適用可能であるが、硬化エポキシ樹脂に高耐熱性を付与することができる硬化剤を選定することが肝要である。

[0060] ところで、実施例では、平角エナメル絶縁線に、別途、第１の樹脂を被覆して絶縁モデルを製作した。しかし、実機の固定子を本発明により製作する場合、実施例と同様な手法で第１の樹脂をコイルに被覆するのは、製造コストの面で得策とは言えない。このため、第１の樹脂層を形成する樹脂があらかじめ塗布された平角エナメル絶縁線を用い、固定子コイルを形成する方法が固定子の製造方法として望ましい。

[0061] 図８は、実機の固定子の製造方法の例を示すフロー図である。

[0062] 本図に示すように、固定子に用いるセグメントコイル（コイル電線）を成形し（Ｓ１０１）、第１の樹脂を含む第１の固着ワニスをセグメントコイル（１本１本のコイル電線）にコーティングする（Ｓ１０２）。そして、スロット絶縁紙をスロットに挿入し、スロット内のスロット絶縁紙の内側の空間にセグメントコイル（コイル電線）を挿入する（Ｓ１０３）。その後、セグメントコイルの曲げ加工を行い（Ｓ１０４）、セグメントコイルを溶接する（Ｓ１０５）。その後、第２の樹脂を含む第２の固着ワニスをセグメントコイルに塗布し、又は含浸し（Ｓ１０６）、熱硬化処理を行う（Ｓ１０７）。

[0063] 以下、回転電機及び固定子の例について説明する。

[0064] 図９は、本発明の固定子を備えた回転電機を示す断面図である。

[0065] 本図において、回転電機２００は、回転子２１０と、固定子２２０と、ハウジング２５１と、を備えている。

[0066] ハウジング２５１の内周側には、固定子２２０が固定されている。固定子２２０の内周側には、回転子２１０が回転可能に設置されている。ハウジング２５１は、炭素鋼などの鉄系材料の切削、鋳鋼やアルミニウム合金の鋳造、又はプレス加工により、円筒状に成形されたものであり、電動機の外被を構成している。ハウジング２５１は、枠体又はフレームとも呼ばれている。

[0067] ハウジング２５１の外周側には、液冷ジャケット２３０が固定されている

。液冷ジャケット２３０の内周壁とハウジング２５１の外周壁との間には、油などの液体の冷媒ＲＦの冷媒通路２５３が設けられている。この冷媒通路２５３は、液漏れしないように形成されている。液冷ジャケット２３０は、軸受２４４、２４５を収納しており、軸受ブラケットとも呼ばれている。

[0068] 冷媒ＲＦは、冷媒（油）の貯蔵空間２５０に溜まった液体が冷媒通路２５３を通り、冷媒出口２５４、２５５から固定子２２０へ向けて流出し、固定子２２０を冷却するようになっている。

[0069] 固定子２２０は、固定子鉄心２３２を含む。固定子鉄心２３２は、珪素鋼板の薄板が積層されたものである。固定子鉄心２３２には、固定子コイル（後述の図１０における符号２６０）が設けられている。固定子コイルは、固定子鉄心２３２の内周部に多数個設けられているスロットに巻回されている。固定子コイルからの発熱は、固定子鉄心２３２を介して、液冷ジャケット２３０に伝熱され、液冷ジャケット２３０内を流通する冷媒ＲＦにより放熱される。

[0070] 回転子２１０は、回転子鉄心２１２とシャフト２１３とで構成されている。回転子鉄心２１２は、珪素鋼板の薄板が積層された構成を有している。シャフト２１３は、回転子鉄心２１２の中心に固定されている。シャフト２１３は、液冷ジャケット２３０に取り付けられた軸受２４４、２４５により回転自在に支持されており、固定子２２０内の所定の位置で回転する。また、回転子２１０は、永久磁石２１８を有している。回転子２１０は、回転磁界を発生する固定子２２０の磁気的作用により回転する。

[0071] 固定子コイルにおける一方のコイルエンド２６１からは、中性点結線用導体２４０が引き出されている。コイルエンド２６２は、溶接されている。

[0072] なお、液冷ジャケット２３０は、エンジンのケースや変速機のケース等によって構成される。

[0073] 回転電機２００は、永久磁石内蔵型の三相同期モータである。回転電機２００は、固定子鉄心２３２に巻回される固定子コイルに三相交流電流を供給することにより、回転子２１０を回転させる電動機として作動する。また、

回転電機２００は、エンジンによって駆動されると、発電機として作動して三相交流の発電電力を出力する。つまり、回転電機２００は、電気エネルギーに基づいて回転トルクを発生する電動機としての機能と、機械エネルギーに基づいて発電を行う発電機としての機能との両方を有しており、自動車の走行状態によって上記機能を選択的に利用することができる。

[0074] 図１０は、固定子をハウジングに挿入する前の状態を示す斜視図である。

[0075] 本図においては、回転電機のハウジング２５１と固定子２２０とを示している。

[0076] ハウジング２５１は、厚さ２～５ｍｍ程度の鋼板（高張力鋼板など）を絞り加工により円筒形状に形成されている。ハウジング２５１には、液冷ジャケットを固定するための複数のフランジ３１５が設けられている。複数のフランジ３１５は、円筒状のハウジング２５１の一端面の周縁部に、径方向外方に向かって設けられている。

[0077] 固定子２２０は、固定子コイル２６０と、この固定子コイル２６０が装着される円筒状の固定子鉄心２３２と、を有している。

[0078] 固定子鉄心２３２は、珪素鋼板（電磁鋼板）の薄板（厚さ０．０５～１．０ｍｍ程度）が積層されたものである。円筒状の固定子鉄心２３２の外周部には、固定子鉄心２３２の軸方向に平行に溶接部２７０が設けられている。溶接部２７０は、固定子鉄心２３２の外周部に予め設けられた半円状の溶接溝に形成されているため、溶接部２７０が固定子鉄心２３２の径方向外方に突出することはない。溶接部２７０は、ＴＩＧ溶接やレーザー溶接などにより形成される。

[0079] 固定子鉄心２３２は、コアバック３４２と、ティース３９５と、を有する。

[0080] 固定子コイル２６０は、全体で６系統（Ｕ１、Ｕ２、Ｖ１、Ｖ２、Ｗ１、Ｗ２）のコイルが固定子鉄心２３２に密着して装着されている。そして、固定子コイル２６０を構成する６系統のコイルは、スロットによって相互に適正な間隔をもって配列されている。

[0081] 固定子コイル２６０における一方のコイルエンド３４０には、ＵＶＷ三相それぞれの固定子コイル２６０の入出力用のコイル導体である交流端子３９１（Ｕ）、３９２（Ｖ）、３９３（Ｗ）と、中性点結線用導体２４０と、が引き出されている。

[0082] なお、回転電機の組み立てにおける作業性向上のため、交流端子３９１（Ｕ）、３９２（Ｖ）、３９３（Ｗ）は、コイルエンド３４０から固定子鉄心２３２の軸方向の外方に突出するように配置されている。そして、固定子２２０には、この交流端子３９１（Ｕ）、３９２（Ｖ）、３９３（Ｗ）を介して図示しない電力変換装置に接続されることにより、交流電力が供給されるようになっている。

[0083] 固定子コイル２６０は、導体の外周が絶縁被膜で覆われた構造とされ、電気的な絶縁性が維持されている。絶縁被膜に加えて、絶縁紙３８０により絶縁耐圧を維持すれば、更に信頼性を向上することができる。

[0084] 絶縁紙３８０は、絶縁被膜が傷ついたり劣化したりしても、必要な絶縁耐圧の保持に寄与する。

[0085] 図１０に示すように、固定子鉄心２３２は、ハウジング２５１の内側に焼嵌めにより嵌合固定される。具体的な組み立て方としては、例えば、まず、固定子鉄心２３２に、予め加熱して熱膨張により内径を広げておいたハウジング２５１を嵌め込む。次に、ハウジング２５１を冷却して内径を収縮させることにより、その熱収縮により固定子鉄心２３２の外周部を締め付ける。

[0086] 以下、固定子の部品であるコイル電線について説明する。

[0087] 図１１は、本発明のコイル電線の例を示す模式断面図である。

[0088] 本図に示すように、コイル電線は、略矩形状の銅導体１１の表面にポリイミド絶縁層１２を設け、その外側に第１の樹脂層１３を塗布したものである。銅導体１１の角部は、通常、曲率を有している。

[0089] 本図に示すコイル電線を作製し、熱硬化処理を施す前に、絶縁紙に包んで固定子コアのスロットに挿入し、スロット内の空隙に第２の樹脂を流し込み、その後、熱硬化処理を施すことにより、スロット内の構成材を固着させる

。コイル電線は、そのための部品である。言い換えると、コイル電線は、平角エナメル絶縁線の表面に、硬化していない第１の樹脂（樹脂組成物）を塗布したものである。

[0090] 本図に示すようなコイル電線をあらかじめ準備し、必要な長さに切断して用いることにより、固定子の作製における工程の一部を外部で行い、組み立ての直前に第１の樹脂を塗布する工程を省略することができる。

## 符号の説明

[0091] １：コア、２：スロット、４：模擬コイル、５：スロット絶縁紙、１１：銅導体、１２：ポリイミド絶縁層、１３：第１の樹脂層、１４：第２の樹脂層、１５：樹脂クラック、１１３：第１の硬化樹脂層、１１４：第２の硬化樹脂層、１１６：混合層、２００：回転電機、２１０：回転子、２２０：固定子。

# 請求の範囲

[請求項1] コアバック及びティースを有するコアと、

絶縁層で被覆された導体、及び前記絶縁層の外表面を被覆する第１の樹脂を含む電線と、を備え、

前記電線の束であるセグメントコイルの外表面のうち隣り合う前記電線の少なくとも角部には、第２の樹脂が設けられている、固定子。

[請求項2] 請求項１記載の固定子であって、

前記第１の樹脂は、多官能エポキシ樹脂であり、

前記第２の樹脂は、二官能エポキシ樹脂である、固定子。

[請求項3] 請求項１記載の固定子であって、

前記第１の樹脂は、多官能エポキシ樹脂であり、

前記第２の樹脂は、不飽和ポリエステル樹脂である、固定子。

[請求項4] 請求項１乃至３のいずれか一項に記載の固定子であって、

前記第１の樹脂と前記第２の樹脂との間には、前記第１の樹脂及び前記第２の樹脂を含む混合層が形成されている、固定子。

[請求項5] 請求項１乃至４のいずれか一項に記載の固定子であって、

前記導体は、断面形状が略矩形状である、固定子。

[請求項6] 請求項１乃至５のいずれか一項に記載の固定子と、回転子と、を備えた、回転電機。

[請求項7] 請求項１乃至５のいずれか一項に記載の固定子を製造する方法であって、

前記ティースの間に形成されているスロットに前記電線を挿入する工程と、

隣り合う前記電線の少なくとも前記角部に前記第２の樹脂を設ける工程と、を含む、固定子の製造方法。

[請求項8] 請求項６記載の回転電機を製造する方法であって、

前記固定子の前記コアを構成する前記ティースの間に形成されているスロットに前記電線を挿入する工程と、

隣り合う前記電線の少なくとも前記角部に前記第２の樹脂を設ける工程と、を含む、回転電機の製造方法。

[請求項9] 固定子に用いる電線であって、

絶縁層で被覆された導体と、

前記絶縁層の外表面を被覆する第１の樹脂と、を含む、コイル電線。

[請求項10] 請求項９記載のコイル電線であって、

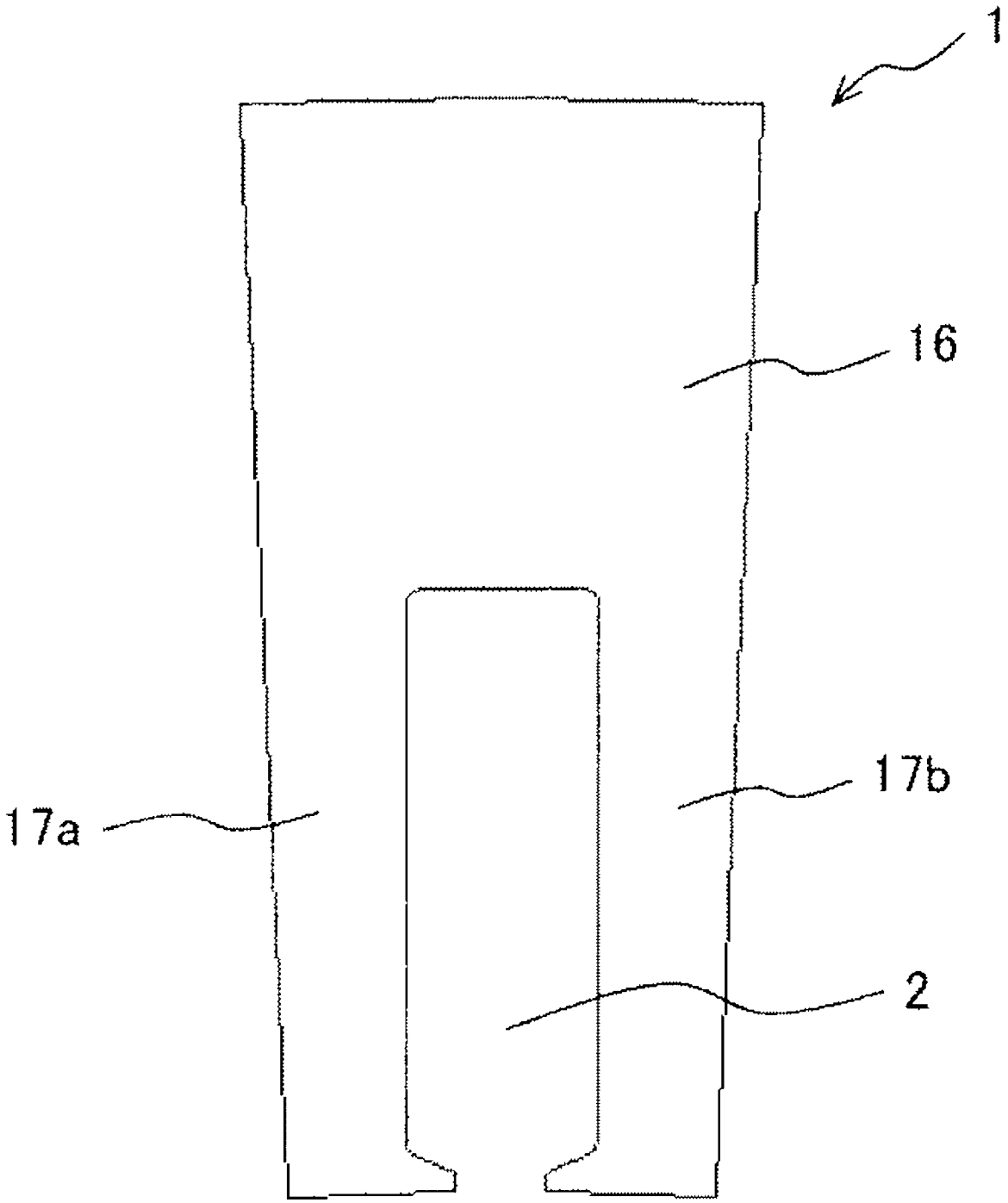
前記導体は、断面形状が略矩形状である、コイル電線。

[請求項11] 請求項９又は１０に記載のコイル電線であって、

前記第１の樹脂は、多官能エポキシ樹脂である、コイル電線。

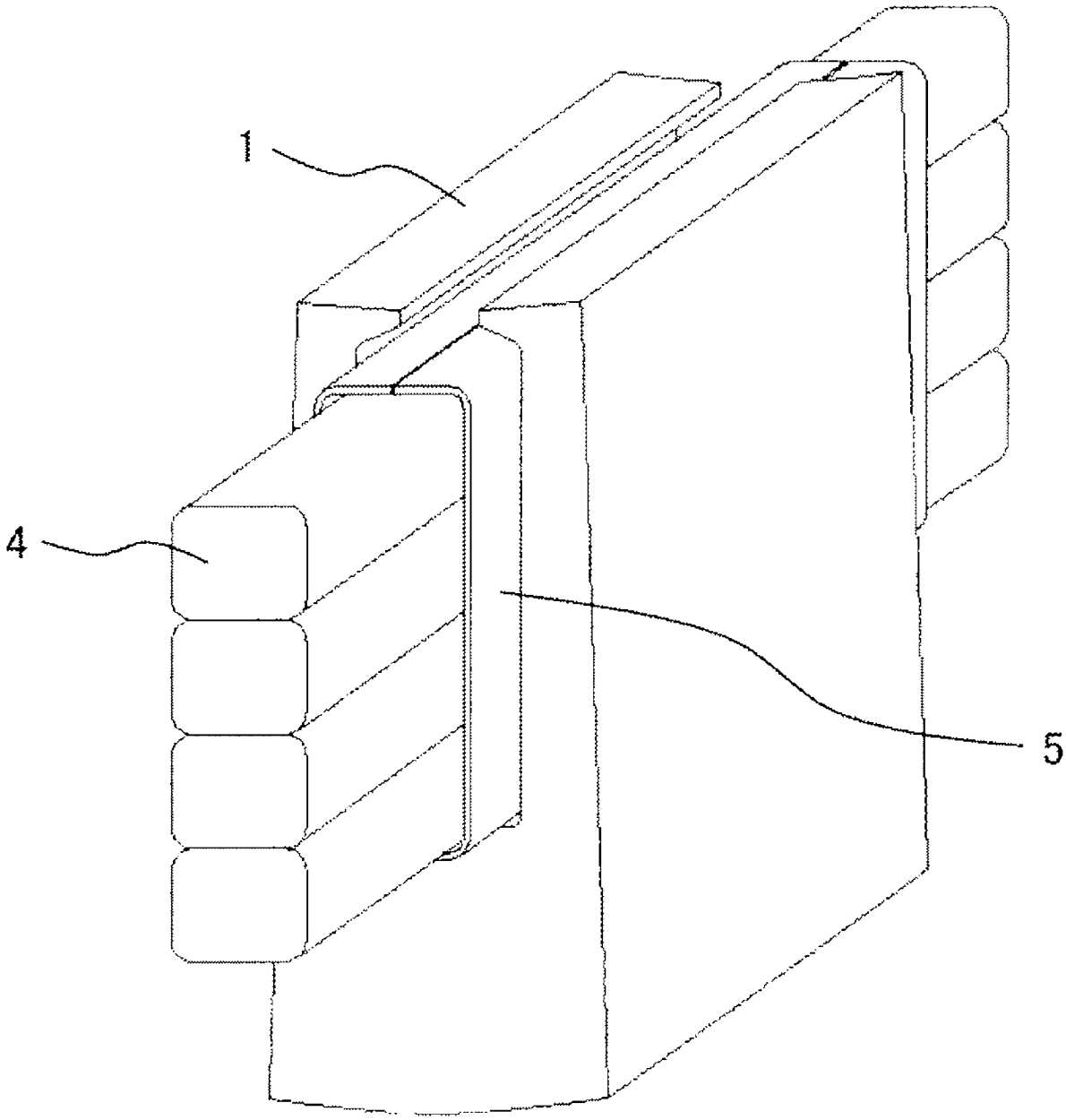
[図1]

図 1



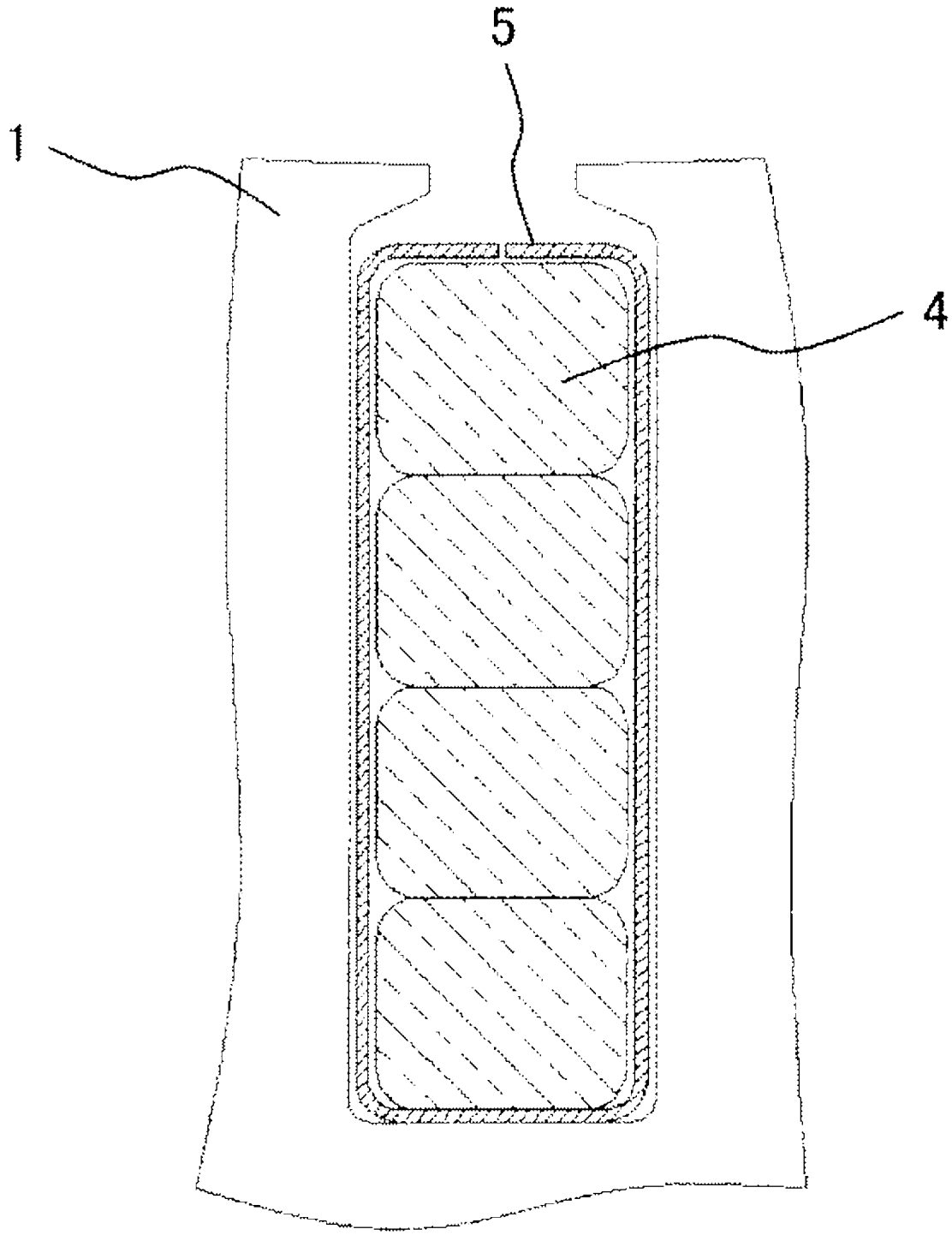
[図2]

図 2



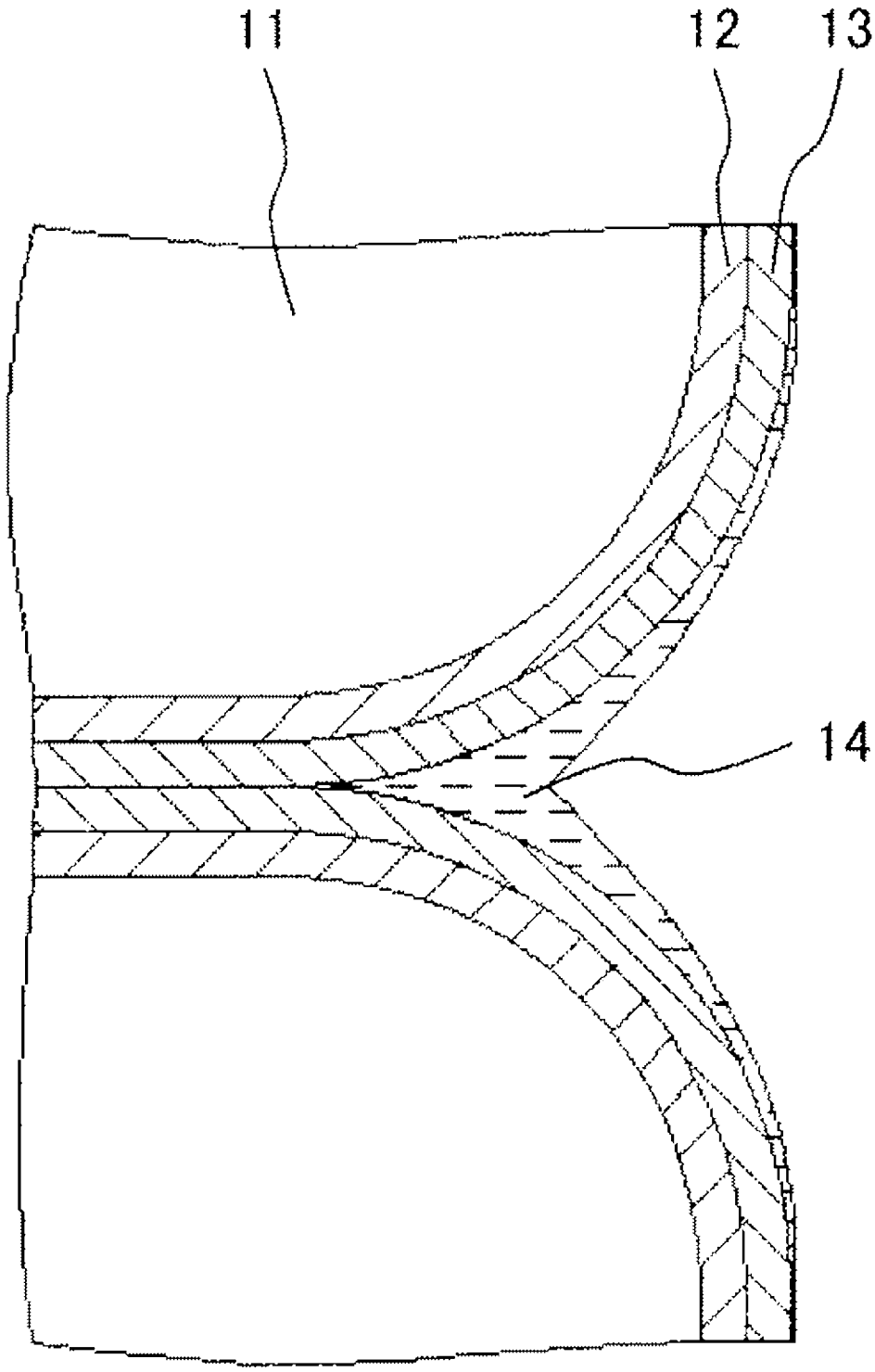
[図3]

図 3



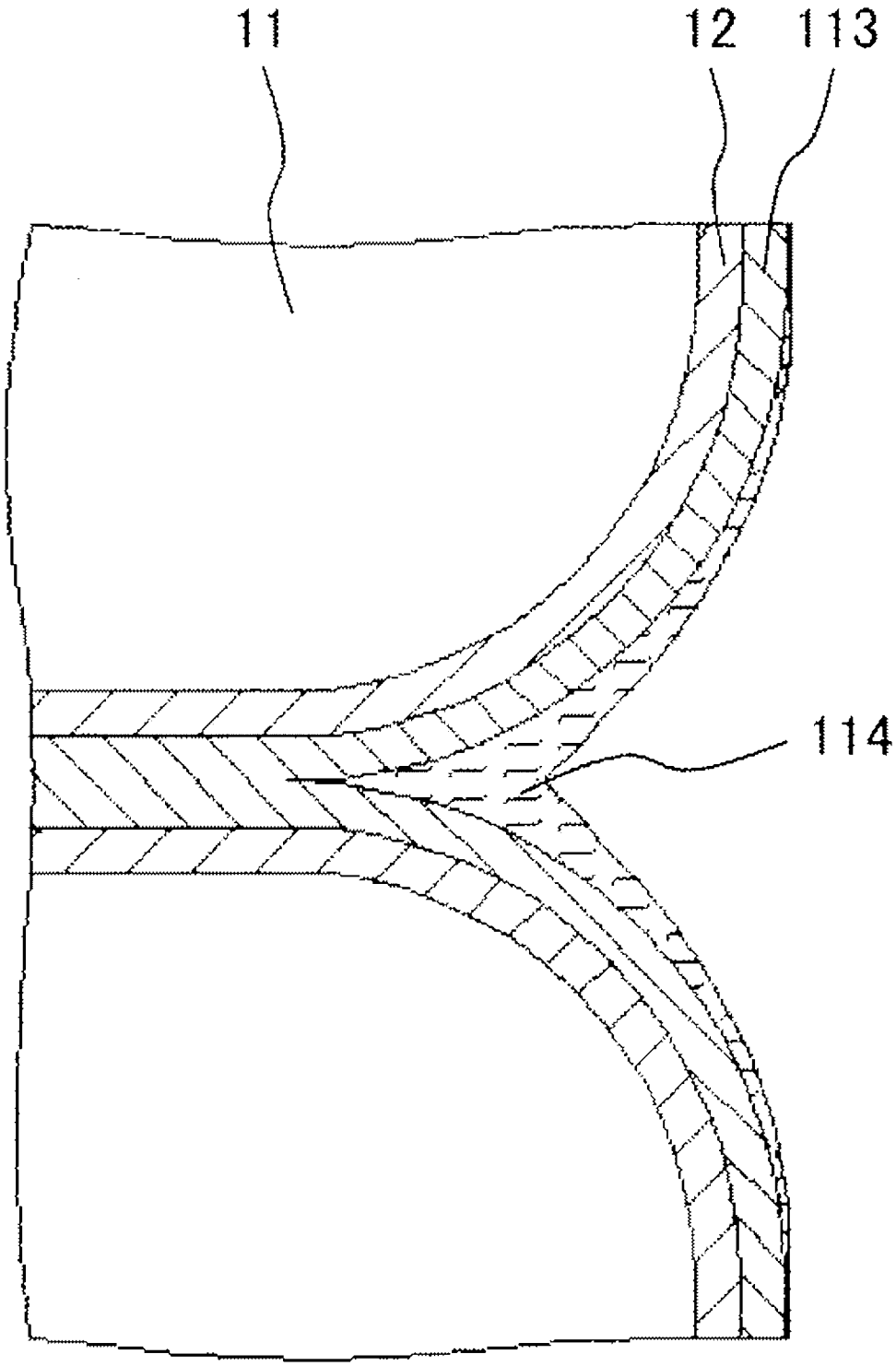
[図4]

図 4



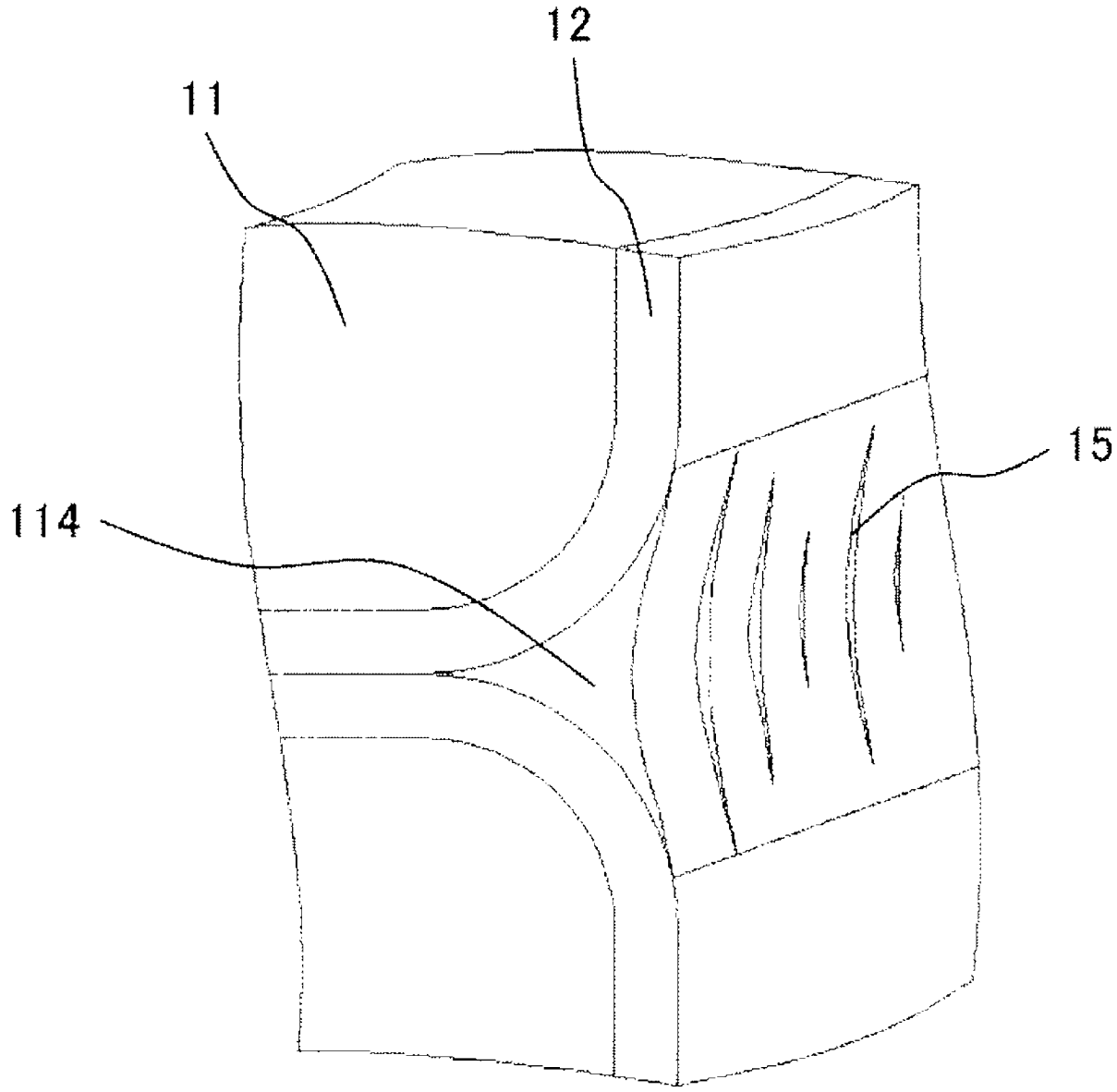
[図5]

図 5



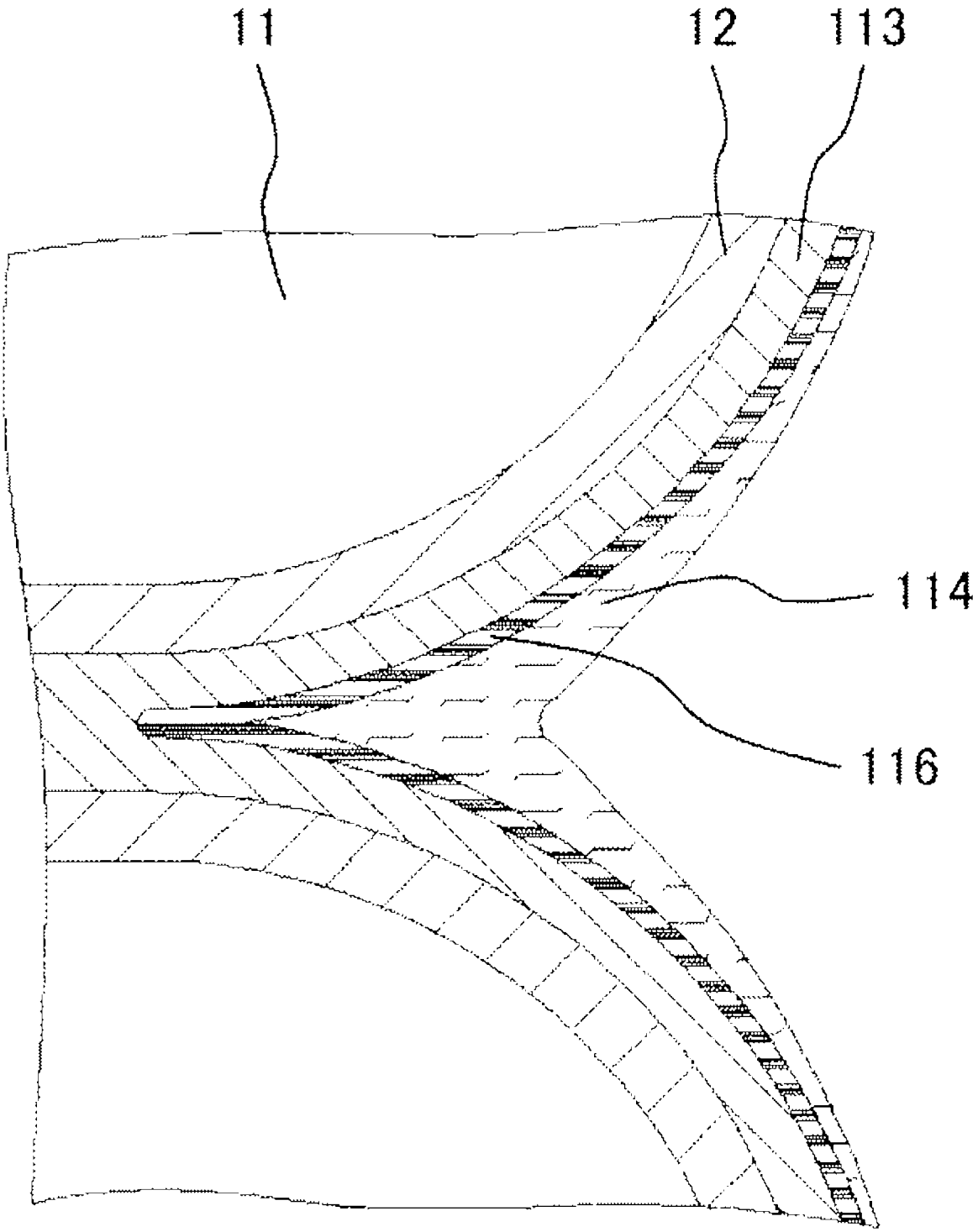
[図6]

図 6



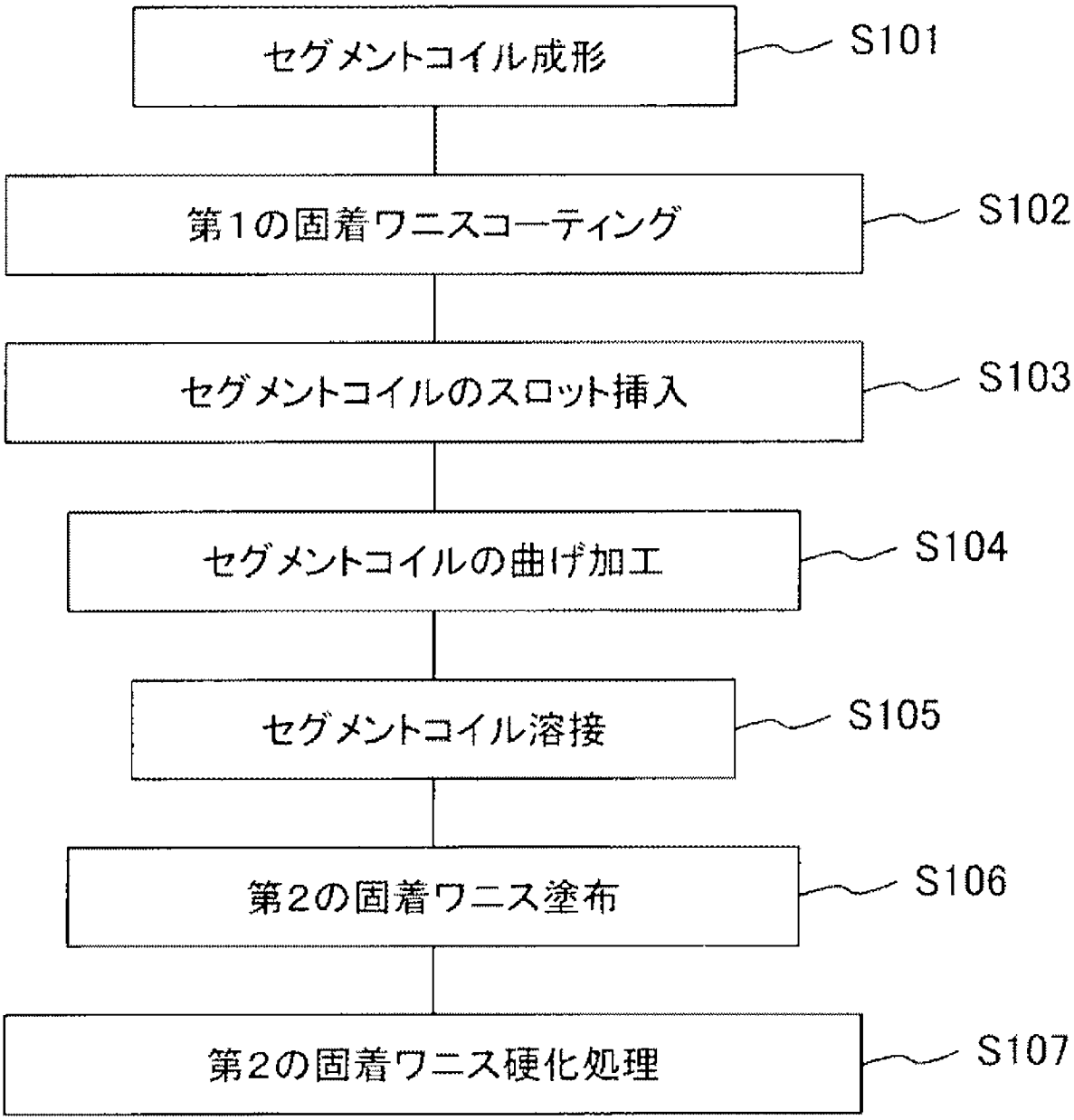
[図7]

図 7



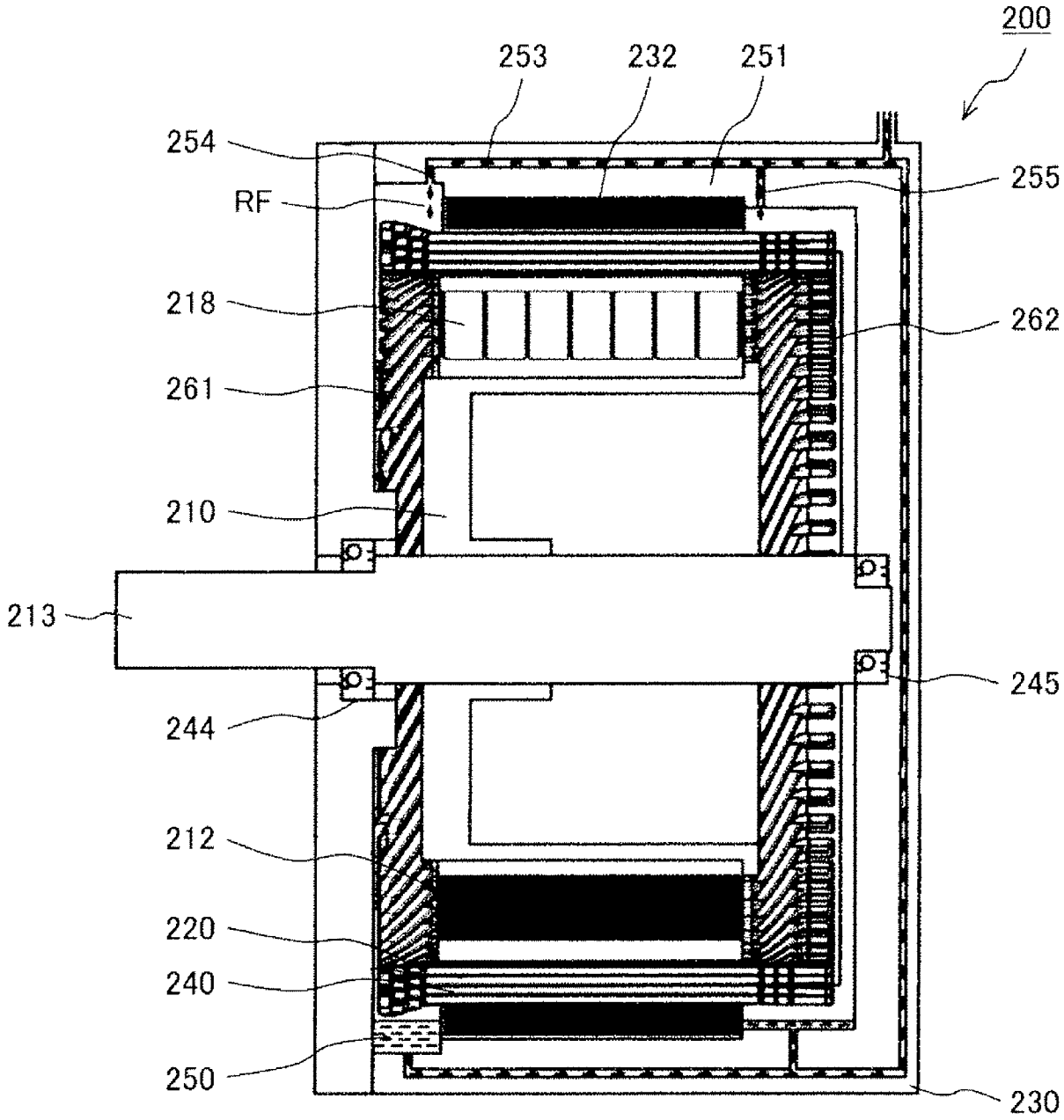
[図8]

図 8


セグメントコイル成形
S101
第1の固着ワニスコーティング
S102
セグメントコイルのスロット挿入
S103
セグメントコイルの曲げ加工
S104
セグメントコイル溶接
S105
第2の固着ワニス塗布
S106
第2の固着ワニス硬化処理
S107

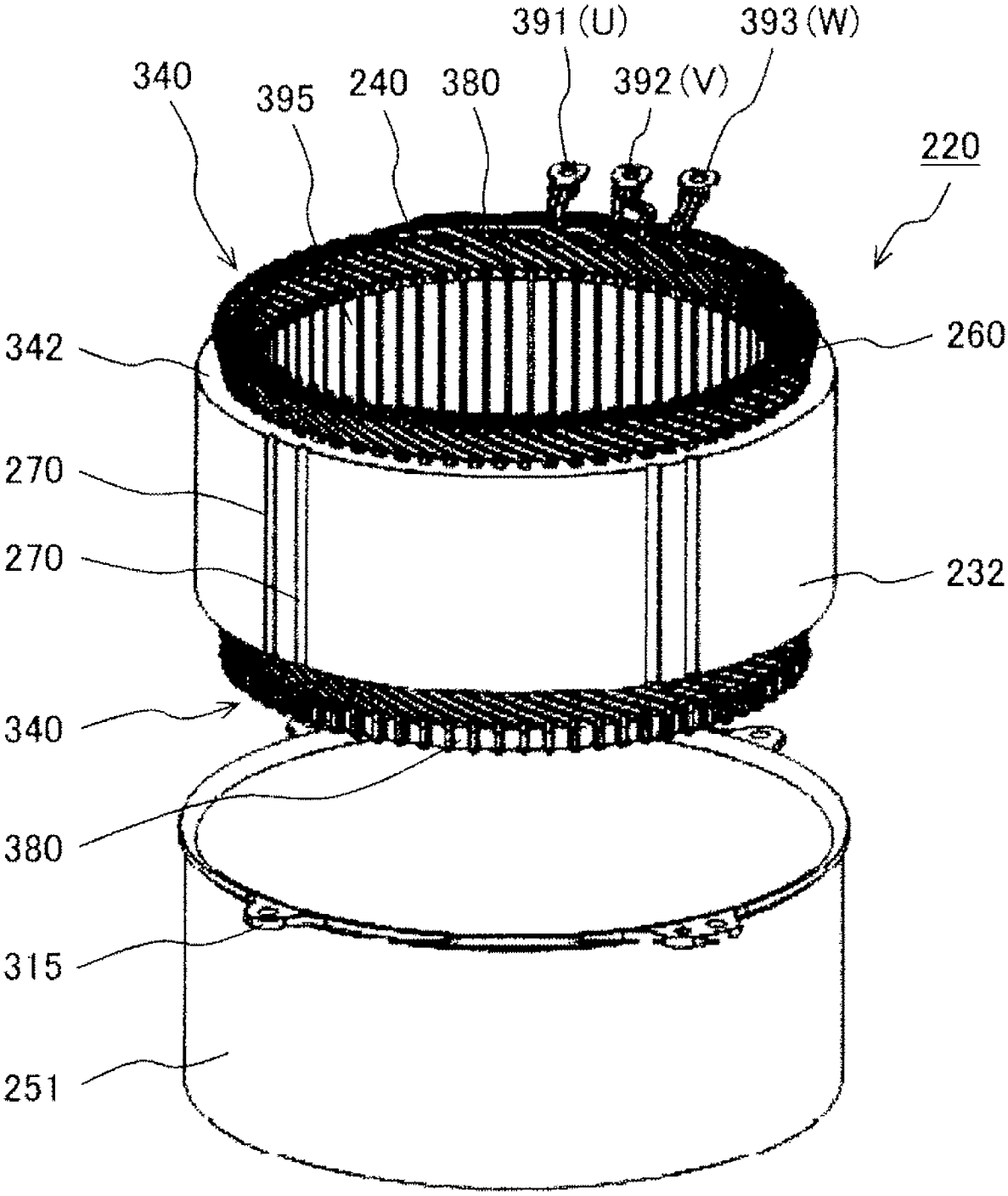
[図9]

図 9


200
253
232
251
254
255
RF
218
262
261
210
213
245
244
212
220
240
250
230

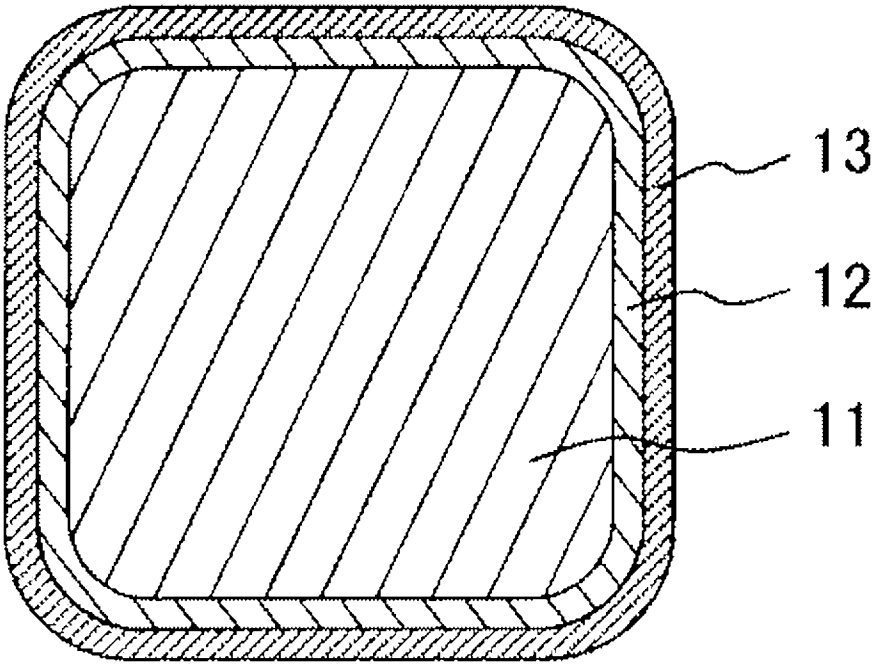
[図10]

図 10


391(U)
393(W)
340
395
240
380
392(V)
220
342
260
270
270
232
340
380
315
251

[図11]

図 11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/002633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H02K3/34(2006.01)i, H02K15/10(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)
Int. Cl. H02K3/34, H02K15/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 | JP 2007-336725 A (DENSO CORP.) 27 December 2007, paragraphs [0017]-[0056], fig. 1-7 (Family: none) | 1, 5-10 |
| X<br>Y | JP 2009-21127 A (MITSUBISHI CABLE INDUSTRIES, LTD.) 29 January 2009, paragraphs [0033]-[0089], fig. 1-9 & WO 2008/093645 A1 | 1-2, 9-11<br>3-8 |
| Y | JP 2010-263771 A (DENSO CORP.) 18 November 2010, paragraph [0053], fig. 12 & US 2010/0251796 A1, paragraph [0094], fig. 12 & DE 102010016337 A1 & CN 101860140 A | 3-8 |
| Y | JP 2005-304223 A (HITACHI CABLE LTD.) 27 October 2005, paragraphs [0026], [0027], fig. 2 (Family: none) | 4-8 |

☒ 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 |
|---|---|
| 26.04.2018 | 15.05.2018 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2018/002633

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2003-134713 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 09 May 2003, fig. 4 (Family: none) | 1-11 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００２６３３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K3/34(2006.01)i, H02K15/10(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.　H02K3/34, H02K15/10

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 | １９７１－２０１８年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１８年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１８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 | JP 2007-336725 A (株式会社デンソー) 2007.12.27, [0017]－[0056], 図１－７ (ファミリーなし) | 1,5-10 |
| X<br>Y | JP 2009-21127 A (三菱電線工業株式会社) 2009.01.29, [0033]－[0089], 図１－９ & WO 2008/093645 A1 | 1-2,9-11<br>3-8 |
| Y | JP 2010-263771 A (株式会社デンソー) 2010.11.18, [0053], 図１２ & US 2010/0251796 A1, [0094], 図１２ & DE 102010016337 A1 & CN 101860140 A | 3-8 |

☑　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 |
|---|---|
| ２６．０４．２０１８ | １５．０５．２０１８ |


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　９８２７
三澤　哲也
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 2005-304223 A (日立電線株式会社) 2005.10.27, [0026]－[0027], 図２ (ファミリーなし) | 4-8 |
| A | JP 2003-134713 A (本田技研工業株式会社) 2003.05.09, 図４ (ファミリーなし) | 1-11 |