(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
2013 年 12 月 12 日(12.12.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/183188 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/18 (2006.01) *H02K 15/12* (2006.01)
H02K 3/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/083161

(22) 国際出願日: 2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)

(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 2012-131072 2012 年 6 月 8 日(08.06.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社安川電機(**KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI**) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石２番１号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者: 野中 剛(**NONAKA Tsuyoshi**); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石２番１号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(74) 代理人: 益田 博文 (**MASUDA Hirofumi**); 〒1100015 東京都台東区東上野１－７－１３ 東上野上村ビル２階 Tokyo (JP).

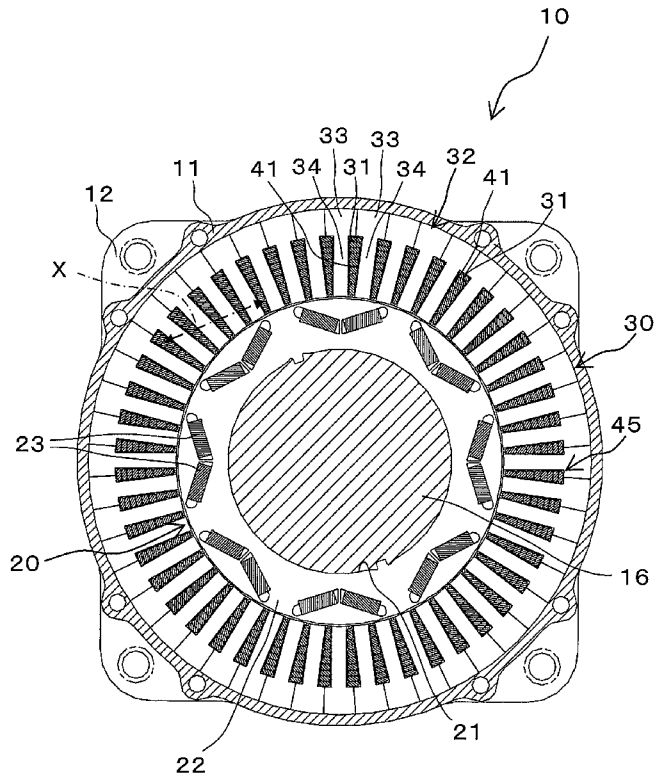
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: ROTATING ELECTRICAL MACHINE AND METHOD FOR MANUFACTURING ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称 : 回転電機及び回転電機の製造方法



(57) **Abstract**: [Problem] To improve the cooling performance of a rotating electrical machine and shorten the manufacturing time therefor. [Solution] A rotating electrical machine (10) has a rotor (20) and a stator (30) surrounding the outer periphery of the rotor (20). The stator (30) has a stator core (32), which has a plurality of slots (31) along the entire circumference, and a plurality of coils (41) accommodated in the slots (31). The stator core (32) has a plurality of split core elements (33) provided with teeth (34) and disposed along the circumferential direction, and slots (31) are formed between adjacent split core elements (33). Each coil (41) comprises an air core coil, and the plurality of coils (41) are sequentially offset and lap-wound in the circumferential direction so that a first linear portion (41a) in the circumferential direction is inserted into one slot (31) among the plurality of slots (31) and a second linear portion (41b) is accommodated in another slot (31). The plurality of coils are formed into a substantially cylindrical coil resin structural body (35) by means of resin molding, and the plurality of split core elements (33) are assembled from the outer peripheral side of the structural body (35) to constitute the stator (30).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/183188 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

【課題】回転電機の冷却性能の向上、製造時間の低減等を図る。 【解決手段】回転電機１０は、回転子２０と、回転子２０の外周側を囲む固定子３０と、を有し、固定子３０は、周方向全周にわたって複数のスロット３１を有する固定子鉄心３２と、スロット３１に収容される複数のコイル４１と、を有する。固定子鉄心３２は、ティース３４を備える複数個の分割コア要素３３を周方向に配列して構成され、隣接する分割コア要素３３の間にスロット３１が形成される。各コイル４１は空芯コイルからなり、複数のコイル４１は、周方向の第１直線部４１ａが複数個のスロット３１のうちの１つのスロット３１に挿入され、第２直線部４１ｂが他の１つのスロット３１に収容されるように、周方向に順次ずらして重ね巻きし、樹脂成形で略円筒状のコイル樹脂構造体３５に形成し、構造体３５の外周側から、複数の分割コア要素３３を組み付けて、固定子３０を構成する。

明　細　書

発明の名称 ： 回転電機及び回転電機の製造方法

技術分野

［0001］　開示の実施形態は、回転電機及び回転電機の製造方法に関する。

背景技術

［0002］　特許文献１には、分布巻きかつ重ね巻の各相の巻線をＹ結線としたステータを備え、インバータによって駆動される三相交流回転電機が記載されている。

先行技術文献

特許文献

［0003］特許文献1：特開２００９－２７８８４５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

［0004］　上記従来技術の回転電機は、製造工程において、複数のコイルを固定子鉄心の複数のスロットに順次挿入した後、モールド樹脂で成形する必要がある。通常、モールド成形は比較的長時間を要する処理であることから、製造時間の低減が困難である。さらに、回転電機が不要となり廃棄される際、上記のようにして固定子鉄心のスロットにコイルが樹脂モールドされた構造であると、分解して材料を資源として回収する際に特に鉄材と銅材の分離が困難であり、リサイクル性が悪かった。

［0005］　本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、製造時間の低減、及びリサイクル性の向上を図れる回転電機及び回転電機の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

［0006］　上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、回転子と、前記回転子の外周側を囲むように設けられた固定子と、を有し、前記固定子は、周方向に複数のスロットが配列された固定子鉄心と、前記複数のスロットに収

容される複数のコイルと、を有する回転電機であって、前記固定子鉄心は、分割コア要素を周方向に複数個配列して構成されており、前記複数のコイルのそれぞれは、周方向一方側部分が前記複数個のスロットのうちの１つのスロットに収容されかつ周方向他方側部分が前記複数個のスロットのうち前記１つのスロットとは異なる他のスロットに収容されて、各コイルの周方向位置が順次ずらされて重ね巻きされた空芯コイルにより構成されており、かつ、複数の前記空芯コイルを、一体的に樹脂成形し、コイル樹脂構造体を形成し、前記コイル樹脂構造体に、前記複数の分割コア要素を組み付けることにより、前記固定子鉄心を構成した回転電機が適用される。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、回転電機の製造時間の低減、及びリサイクル性の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第１実施形態による回転電機の全体構成を表す縦断面図である。

[図2]図１中ＩＩ－ＩＩ断面による横断面図である。

[図3]コイル樹脂構造体の外観を表す概念図である。

[図4]コイルの外観を表す概念図である。

[図5]コイルの重ね合わせ巻き状態を説明するための説明図である。

[図6]第２実施形態による回転電機の全体構成を表す縦断面図である。

[図7]コイル樹脂構造体の外観を表す概念図である。

[図8]コイル樹脂構造体の外観全体を表す斜視図である。

[図9]一次成形体の外観の一部分を表す斜視図である。

[図10]一次成形体の要部詳細を表す、図９中の矢印Ｔ方向からの矢視図、図１０（ａ）中の矢印Ｓ方向からの矢視図、及び、図１０（ａ）のＲ－Ｒ′断面による横断面図である。

[図11]一次成形体の一次被覆層を形成する前にコイルを組み立てた状態の要部詳細を表す、図１０（ａ）に対応した矢視図、図１１（ａ）中の矢印W方向からの矢視図、及び、図１１（ａ）のＶ－Ｖ′断面による横断面図である

。

[図12]コイル樹脂構造体の要部詳細を表す、図８中の矢印Ｕ方向からの矢視図、図１２（ａ）の矢印Ｑ方向からの矢視図、及び、図１２（ａ）のＰ－Ｐ′断面による横断面図である。

[図13]第３実施形態による回転電機の全体構成を表す横断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

[0010] （第１実施形態）

＜回転電機の概略構成＞

図１及び図２を用いて、第１実施形態の回転電機の構成について説明する。

[0011] 図１及び図２に示すように、本実施形態の回転電機１０は、固定子３０の内側に回転子２０を備えた埋込磁石同期モータである。すなわち、回転電機１０は、回転自在に支持された回転子２０と、回転子２０の径方向外周側を、磁気的空隙を空けて囲むように設けられた略円筒状の固定子３０と、を有する。また、回転電機１０は、固定子３０の外周側に設けられた円筒状のフレーム１１と、フレーム１１の負荷側（図１中右側）に設けられた負荷側ブラケット１２と、負荷側ブラケット１２に外輪が嵌合された負荷側軸受１３と、フレーム１１の反負荷側（図１中左側）に設けられた反負荷側ブラケット１４と、反負荷側ブラケット１４に外輪が嵌合された反負荷側軸受１５と、負荷側軸受１４及び反負荷側軸受１５により回転自在に支持されたシャフト１６（回転軸）と、シャフト１６の反負荷側（図１中左側）端部に設けられ、回転子２０の回転位置を検出するエンコーダ１７と、を有する。

[0012] 負荷側ブラケット１２及び反負荷側ブラケット１４は、図示しないボルトによりフレーム１１に締結されている。負荷側ブラケット１２には、回転子２０の内部への異物の侵入を防ぐために、軸受１３の外側にダストシール１８が設けられている。固定子３０の固定子鉄心３２の反負荷側端面には、固定子３０のコイル４１の結線部４４が配置されている。結線部４４には、図

示しないリード線を介し外部電源が接続されており、当該外部電源から結線部４４を介してコイル４１への給電が行われる。

[0013] 回転子２０は、シャフト１６を嵌合する軸方向の穴部２１を有する略円環状の回転子鉄心２２と、回転子鉄心２２に１極毎にＶ字状に埋設した軸方向の永久磁石２３と、を有している。これにより、回転子２０は、複数極（本例では８極）の埋込磁石型構造の界磁部として構成されている。シャフト１６には、回転子２０の負荷側端面及び反負荷側端面をそれぞれ押えて、回転子２０の負荷側方向外方及び反負荷側方向外方への移動をそれぞれ防止する負荷側側板８及び反負荷側側板９が取り付けられている。シャフト１６における負荷側側板８と上記負荷側軸受１３との間には、固定子２０の位置決め用側板７が取り付けられている。

[0014] ＜固定子の詳細構造＞

固定子３０は、複数（この例では４８個）のスロット３１を有する略円環状の上記固定子鉄心３２と、上記複数のスロット３１にそれぞれ収容された複数（この例では４８個）のコイル４１と、を有する。これにより、固定子３０は、電機子部として構成されている。固定子鉄心３２は、フレーム１１の内周面に沿って、横断面略扇状の複数（この例では４８個）の分割コア要素３３が全周にわたって配列されることによって、構成されている。各分割コア要素３３は、径方向内側に、横断面形状が矩形状となるティース３４を備えている。このとき、隣り合う分割コア要素３３，３３にそれぞれ備えられたティース３４，３４の間にスロット３１が形成される。これにより、複数のスロット３１は、上記フレーム１１の内周面に沿うように、周方向全周にわたって設けられる。スロット３１は、横断面形状が矩形状のティース３４に対応し、横断面形状が径方向内側に向けて狭まる扇状となるように形成されている。

[0015] このとき、上記複数（この例では４８個）のコイル４１は、予め、図３に示すように、略円筒状の１つのコイル樹脂構造体４５として形成されている。この４８個のコイル４１により形成されるコイル樹脂構造体４５及び各コ

イル４１の詳細構造について、以下、図４及び図５を用いて説明する。

[0016] ＜コイル４１の詳細構造＞

各コイル４１は、図４に示すように、亀甲型の空芯コイルとして形成されている。すなわち、まず、適宜の絶縁皮膜（図示省略）で被覆された導体４２が、長方形の四角枠状に複数回（例えば４回）巻回される。なお、導体４２としては、この例では、横断面形状が矩形状の平角線が使用されている。しかしながらこれに限られず、その他の形状の導線（例えば横断面形状が略円形の丸導線）を用いてもよい。このとき、導体４２は、四角枠の相対する長辺の一方で最下層から上層方向に積層されつつ、長辺の他方で最上層から下層方向に積層されるようにしつつ、巻回される。その際さらに、導体４２は、相対する２つの短辺の中央部にて、上記四角枠の面と直交する面内でループを作るように表裏を反転しつつ、巻回される。上記巻回の後、当該導体４２の巻回体が、図４中の矢印ａ１，ａ２，ａ３，ａ４で示す幅方向及び長さ方向に押し広げられて亀甲型に塑性変形することで、亀甲型の空芯コイルである上記コイル４１が得られる。

[0017] すなわち、コイル４１は、導体４２の巻き始め端４１ｓに繋がる、図４中右上側に位置する略直線状の第１直線部４１ａ（周方向一方側部分）と、導体４２の巻き終り端４１ｅに繋がる、図４中左下側に位置する略直線状の第２直線部４１ｂ（周方向他方側部分）と、第１直線部４１ａ及び第２直線部４１ｂの一端（図４中左上側）をそれぞれ繋ぐ傾斜部４１ｆ，４１ｇと、それら傾斜部４１ｆ，４１ｇの中間部に設けられた一方のターン部４１ｃと、第１直線部４１ａと第２直線部４１ｂの他端を繋ぐ傾斜部に続く他方のターン部（以下、ノーズ部という）４１ｄとを有している。

[0018] ＜導体の４層積層構造＞

コイル４１の上記各部４１ａ～４１ｇは、導体４２が複数回（この例では４回）巻回されている。この結果、上記各部４１ａ～４１ｇでは、導体４２が固定子鉄心３２の径方向（図４中の上下方向）に複数層（この例では４層。以下同様）に積層されている。そして、コイル４１の第１直線部４１ａと

第２直線部４１ｂとは、固定子鉄心３２のスロット３１への装着時（言い換えればコイル樹脂構造体４５の固定子鉄心３２への装着時）に当該固定子鉄心３２の周方向となる方向に略沿うように、互いに離間して配置されている。

[0019] ここで、上記装着時においては、図４中の円内拡大説明図にそれぞれ示すように、各スロット３１の径方向内側寄り（図４では「内周段」と表す）には、コイル樹脂構造体４５に含まれるあるコイル４１の第１直線部４１ａ（又は第２直線部４１ｂ）が配置されるとともに、当該スロット３１における径方向外側寄り（図４では「外周段」と表す）には、コイル樹脂構造体４５に含まれる別のコイルの第１直線部４１ａ（又は第２直線部４１ｂ）が配置される。すなわち、コイル樹脂構造体４５が固定子鉄心３３に組み付けた状態では、４８個のコイル４１のそれぞれは、第１直線部４１ａがあるスロット３１の径方向内側寄り（図４の「内周段」）に配置される一方、第２直線部４１ｂが周方向に４スロット分離れた別のスロット３１の径方向外側寄り（図４の「外周段」）に配置された状態となる。このような配置を実現するために、前述した各コイル４１の第１直線部４１ａと第２直線部４１ｂとの離間距離Ｌ（図３参照）は、上述のコイル樹脂構造体４５の固定子鉄心３２への装着時において（上述の内・外径方向位置の違いを加味した）略周方向における４つのスロット３１分の離間距離Ｘ（図２参照）にほぼ等しくなっている。

[0020] ＜加圧成形＞

また、前述のように、スロット３１は、横断面形状が径方向内側に向けて狭まる扇状となっている。これに対応して、各コイル４１の少なくとも第１直線部４１ａ及び第２直線部４１ｂは、後述のようにモールド成形される前に、事前に、外形が各スロット３１の横断面形状に合致するよう、加圧成形されている。すなわち、スロット３１の径方向内側寄りに配置される第１直線部４１ａよりも、スロット３１の径方向外側寄りに配置される４１の第２直線部４１ｂのほうが、より扁平形状に成形されている。詳細には、第１直

線部４１ａを構成する４層の導体４２（径方向内側から外側に向かって導体４２－１，４２－２，４２－３，４２－４）において、導体４２－１が最も周方向（図４の拡大中左右方向）の寸法が小さくかつ径方向（図４の拡大図中上下方向）の寸法が大きい。そして、導体４２－２、導体４２－３、導体４２－４、の順で径方向外側の導体になるほど断面形状が扁平状となっていき、導体４２－４は最も周方向の寸法が大きくかつ径方向の寸法が小さい。同様に、第２直線部４１ｂを構成する４層の導体４２（径方向内側から外側に向かって導体４２－５，４２－６，４２－７，４２－８）において、導体４２－５が最も周方向の寸法が小さくかつ径方向の寸法が大きい。そして、導体４２－６、導体４２－７、導体４２－８、の順で径方向外側の導体になるほど断面形状が扁平状となっていき、導体４２－８は最も周方向の寸法が大きくかつ径方向の寸法が小さい。なお、導体４２－５は導体４２－４よりも周方向の寸法は大きくかつ径方向の寸法は小さい。

[0021] ＜重ね巻きによるコイル樹脂構造体の形成＞

そして、４８個のコイル４１のそれぞれが、図５に概念的に示すように、上記装着時において２つのコイル４１同士の間に固定子鉄心３２の上記ティース３４を嵌め込む空隙４３が形成され、かつ、上記装着時における固定子鉄心３２の周方向に沿うようにしつつ、位置をずらして重ねられる。この重なり態様が、上記装着時における固定子鉄心３２の周方向全体に渡るように繰り返される（重ね巻き工程に相当）。そして、このように周方向全周に渡って重ね巻きされた４８個のコイル４１が、図示しないモールド樹脂で一体的に樹脂成形して固められることで、上記図３に示すように、４８個のコイル４１からなる略円筒状の１つのコイル樹脂構造体４５が形成される（樹脂成形工程に相当）。

[0022] ＜コイル樹脂構造体の固定子鉄心への取付＞

その後、上記のようにして形成されたコイル樹脂構造体４５の隣り合うコイル４１，４１の間の各空隙４３に、当該コイル樹脂構造体４５の外周側から分割コア要素３３のティース３４が（コイル樹脂構造体４５の全周にわた

って）嵌めこまれる。これにより、複数（この例では４８個）の分割コア要素３３によって円環状の固定子鉄心３２が構築される。また、隣り合う２つの分割コア要素３３，３３のティース３４，３４間に形成された各スロット３１の上記内周段に、コイル樹脂構造体４５のコイル４１の第１直線部４１ａが収容され、かつ、各スロット３１の上記外周段に、コイル樹脂構造体４５の他のコイル４１の第２直線部４１ｂが収容されつつ、コイル樹脂構造体４５と上記固定子鉄心３２とが一体に組み付けられる（組み付け工程に相当）。このようにして固定子３０が組み立てられる。

[0023] ＜第１実施形態の効果＞

以上説明したように、第１実施形態の回転電機１０では、複数のコイル４１のそれぞれが空芯コイルで構成されるとともに、第１直線部４１ａ及び第２直線部４１ｂが互いに異なるスロット３１に別々挿入されつつ周方向位置が順次ずらされるいわゆる重ね巻きの態様で配置される。このとき、上記のように重ね巻きにされ周方向全周に配列される空芯コイルである複数のコイル４１を、スロット３１に挿入しない状態で事前に一体的に樹脂成形して、１つのコイル樹脂構造体４５を形成する。その一方、固定子鉄心３２を、分割コア要素３３を周方向全周にわたって複数個配列することによって構成する。それら複数のコア要素３３はティース３４をそれぞれ備えており、複数個配列されるときに隣接する２つの分割コア要素３３どうしの間に、上記スロット３１が形成される。そして、コイル樹脂構造体４５に備えられた複数のコイル４１のそれぞれが対応する２つのスロット３１に挿入されるようにしつつ、コイル樹脂構造体４５の外周側から、複数の分割コア要素３３を組み付ける。これによって、固定鉄心３２の複数のスロット３１に対し、重ね巻きされた複数のコイル４１が挿入された、固定子３０が製造される。

[0024] 上記のように、本実施形態では、複数のコイル４１を、個別に複数のスロット３１に挿入するより前に、１つのコイル樹脂構造体４５として構築し、その１つのコイル樹脂構造体４５に分割構造の固定子鉄心３２を挿入する。これにより、従来手法のように製造工程の主ラインで複数のコイルを複数の

スロットに挿入してモールド樹脂で成形するのではなく、予め製造工程の副ラインにおいて複数のコイル４１を１つの樹脂構造体４５として準備しておくことができる。主ラインとは別ラインである副ラインにおいて複数のコイル４１により高占積率にコイル樹脂構造体４５を構築することで、コイル４１自体の発熱を下げることができ、これによって回転電機１０の冷却性能を向上することができる。

[0025] また、主ラインでは、予め副ラインで構築済みのコイル樹脂構造体４５の各コイル４１を複数のスロット３１に収容しつつ組み立てる作業を行えば足り、モールド樹脂成形作業は不要となるので、製造時間を大幅に低減することができる。

[0026] そして、上記のような分割構造の固定鉄心３２と１つのコイル樹脂構造体４５との組み付け体によって固定子３０を構成することにより、回転電機１０が不要となり廃棄されるとき容易に分解することができる。特に、例えば鉄心３２側に使用される鉄材とコイル４１の導体４２に使用される銅材とを容易に分離することができ、リサイクル性を飛躍的に向上することができる。

[0027] また、本実施形態では特に、各コイル４１を加圧成形することで、その外形形状を対応するスロット３１の横断面形状に合致させている。これにより、コイル４１の配置スペースであるスロット３１に占める実際のコイル４１の配置容積である占積率を、さらに確実に向上できる効果もある。また、回転電機１０の占積率増大によるコイルの低発熱化によって、冷却性能の向上という効果もある。

[0028] （第２実施形態）

＜回転電機の概略＞

次に、図６乃至図１２を用いて、第２実施形態の回転電機について説明する。第１実施形態と同等の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略又は簡略化する。図６に示すように、本実施形態の回転電機１０Ａは、固定子３０にコイル樹脂構造体６０を備えている。

[0029] コイル樹脂構造体６０は、図７に模式的に示すように、上記第１実施形態と同様の空芯コイルである複数個（この例では上記同様の４８個。後述の図８参照）のコイル４１を固定子鉄心３２の周方向全周に渡って重ね巻きし（前述の図４及び図５も参照）、重ね巻きされた複数個のコイル４１をモールド樹脂で一体的に樹脂成形して固めることで、形成される。複数のコイル４１のそれぞれは、外形形状が、対応する２つのスロット３１の横断面形状に合致するように加圧成形されている。コイル４１の負荷側端面４１Ａは、負荷側ブラケット１２の内側面１２ａに対し略密着させるよう、上記加圧成形によって内側面１２ａに対応した部分円錐面を構成するように形成されている。

[0030] ＜コイル樹脂構造体の概略＞

コイル樹脂構造体６０の外観全体を図８に示す。コイル樹脂構造体６０は、図８に示すように、負荷側（回転子の軸方向一方側に相当）に位置する短い円筒状の負荷側コイルエンド部６２と、反負荷側（回転子の軸方向他方側に相当）に位置する短い円筒状の反負荷側コイルエンド部６３と、それら負荷側コイルエンド部６２と反負荷側コイルエンド部６３との間に位置する中間部６４と、を有している。このとき、コイル樹脂構造体６０は、図７及び図８に示すように、中間部６４の外径が両側の上記コイルエンド部分６２，６３の外径よりも小さくなっており、全体として円筒形に近い糸巻き（リール）型の形状を備えている。

[0031] 負荷側コイルエンド部６２は、図８中に破線で示すように、各コイル４１の上記一端側のターン部４１ｃ等の部分が被覆され内包される部位である（詳細は後述）。反負荷側コイルエンド部６３は、図８中に破線で示すように、各コイル４１の上記他端側の上記巻き始め端４１ｓ、上記巻き終わり端４１ｅ、及び上記ノーズ部４１ｄ等が被覆される部位である（詳細は後述）。

[0032] 中間部６４では、固定子鉄心３２の複数のスロット３１に収容される、略矩形板状の複数のスロット挿入部６１が、周方向に配列されている。なお、後述するように、このスロット挿入部６１は、各コイル４１の上記第１直線

部４１ａ及び上記第２直線部４１ｂが被覆され内包される部位である。

[0033] ＜一次被覆及び二次被覆による成形＞

このコイル樹脂構造体６０は、あらかじめ略円環状に配置した複数のコイル４１のそれぞれに対し、表面にモールド樹脂による２回の樹脂成形が行われることにより、形成される。すなわち、１回目の樹脂成形により各コイル４１の外側を覆う一次被覆層７００（後述の図９等参照）が生成され、これによって一次成形体５０が形成される。その後、２回目の樹脂成形により、当該一次被覆層７００の外側を覆う二次被覆層８００（図８参照）が生成され、これによって上記コイル樹脂構造体６０が形成される。以下、上記一次被覆層７００及び二次被覆層８００の形成の詳細を、順を追って説明する。

[0034] ＜一次成形体の成形＞

上記一次成形体５０について、図９、図１０、及び図１１により説明する。一次成形体５０は、前述したように、略環状に配置された複数のコイル４１それぞれの外側を一次被覆層７００で被覆して構成されている（図１１及び図１０参照）。すなわち、一次成形体５０は、図９に示すように、上記コイル樹脂構造体６０の負荷側コイルエンド部６２に対応した負荷側コイルエンド部５２と、上記コイル樹脂構造体６０の反負荷側コイルエンド部６３に対応した反負荷側コイルエンド部５３と、それら負荷側コイルエンド部５２と反負荷側コイルエンド部５３との間に位置し、上記コイル樹脂構造体６０の中間部６４に対応した中間部５４と、を備えている。

[0035] 上記一次成形体５０の成形時には、上記略環状に配置された複数のコイル４１を割り型の一次成形型にセットし、型の内部にモールド樹脂を注入して、各コイル４１の外側にモールド樹脂による上記一次被覆層７００が形成される（一次被覆工程に相当）。これにより、上記一次成形型の内部空間内で各コイル４１がどの位置にありどのような姿勢となっているかを問わず、あらかじめ定められた所定の外径寸法の負荷側コイルエンド部５２及び反負荷側コイルエンド部５３が備えられ、さらにそれらコイルエンド部５２，５３間の中間にあらかじめ定められた所定の外径寸法の同一形状の複数個のスロ

ット挿入部５１が備えられた、上記一次成形体５０を得ることができる。

[0036] ＜中間部＞

中間部５４では、上記コイル樹脂構造体６０の複数のスロット挿入部６１にそれぞれ対応した、略矩形板状の複数のスロット挿入部５１が、周方向に配列されている。スロット挿入部５１には、図１０（ａ）に示すように、ある１つのコイル４１の第２直線部４１ｂと、別の１つのコイル４１の第１直線部４１ａとが、径方向に重ねて積層されている。すなわち、この例では、上記第２直線部４１ｂがスロット挿入部５１の径方向外側（図１０（ａ）、図１０（ｃ）の上側）に配置されるとともに、上記第１直線部４１ａがスロット挿入部５１の径方向内側（図１０（ａ）、図１０（ｃ）の下側）に配置されている（図４及び図８も参照）。そして、スロット挿入部５１は、これら積層された第１直線部４１ａ及び第２直線部４１ｂの外側を一次被覆層７００で覆うことにより、複数の突起部（後述）を備えた略矩形板状の形状を備えている。

[0037] 詳細には、スロット挿入部５１は、一次被覆層７００による外面として、矩形平面の外面部７０１ａ，７０１ａと、細長い矩形平面の外面部７０１ｂ，７０１ｂと、を備えている。

[0038] 外面部７０１ａは、スロット挿入部５１の、周方向に沿った両側（図１０（ｂ）中の上側と下側、図１０（ａ）中の奥側と手前側、図１０（ｃ）中の左側と右側）にそれぞれ形成されている。各外面部７０１ａには、当該外面部７０１ａから所定寸法だけ上記周方向に突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０１ａ１が少なくとも１個（この例では２個）備えられている。

[0039] 外面部７０１ｂは、スロット挿入部５１の、径方向に沿った両側（図１０（ｂ）中の手前側と奥側、図１０（ａ）中の上側と下側、図１０（ｃ）中の上側と下側）にそれぞれ形成されている。各外面部７０１ｂには、当該外面部７０１ｂから所定寸法だけ上記径方向に突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０１ｂ１が少なくとも１個（この例では１個）ずつ備

えられている。

[0040] ＜負荷側コイルエンド部＞

負荷側コイルエンド部５２は、複数のコイル４１の軸方向一方側のターン部４１ｃ等の外側を一次被覆層７００で覆うことにより、複数の突起部（後述）を備えた略円筒状に形成されている。

[0041] 詳細には、負荷側コイルエンド部５２は、一次被覆層７００による外面として、略円板状の外面部７０２ａと、環状曲面の外面部７０２ｂと、環状曲面の外面部７０２ｃと、を備えている。

[0042] 外面部７０２ａは、前述の軸方向他方側（上記反負荷側に対応。図１０（ｂ）及び図１０（ａ）中の左側、図１０（ｃ）中の手前側）に形成されている。外面部７０２ａには、当該外面部７０２ａから上記突起部７０１ａ１と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０２ａ１が少なくとも１個（この例では２個）備えられている。

[0043] 外面部７０２ｂは、径方向外側（図１０（ｂ）中の手前側、図１０（ａ）及び図１０（ｃ）中の上側）に形成されている。外面部７０２ｂには、当該外面部７０２ｂから上記突起部７０１ｂ１と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０２ｂ１が少なくとも１個（この例では１個）備えられている。

[0044] 外面部７０２ｃは、径方向内側（図１０（ｂ）中の奥側、図１０（ａ）及び図１０（ｃ）中の下側）に形成されている。外面部７０２ｃには、当該外面部７０２ｃから上記突起部７０１ｂ１と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０２ｃ１が少なくとも１個（この例では１個）備えられている。

[0045] ＜反負荷側コイルエンド部＞

反負荷側コイルエンド部５３は、複数のコイル４１の軸方向他方側のノーズ部４１ｄ等の外側を一次被覆層７００で覆うことにより、複数の突起部（後述）を備えた略円筒状に形成されている。

[0046] 詳細には、反負荷側コイルエンド部５３は、一次被覆層７００による外面

として、に略円板状の外面部７０３ａと、環状曲面の外面部７０３ｂと、環状曲面の外面部７０３ｃと、を備えている。

[0047] 外面部７０３ａは、前述の軸方向一方側（上記負荷側に対応。図１０（ｂ）及び図１０（ａ）中の右側）に形成されている。外面部７０３ａには、当該外面部７０３ａから上記突起部７０１ａ１等と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０３ａ１が少なくとも１個（この例では２個）備えられている。

[0048] 外面部７０３ｂは、径方向外側（図１０（ｂ）中の手前側、図１０（ａ）中の上側）に、形成されている。外面部７０３ｂには、当該外面部７０３ｂから上記突起部７０１ａ１等と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０３ｂ１が少なくとも１個（この例では１個）備えられている。

[0049] 外面部７０３ｃは、径方向内側（図１０（ｂ）中の奥側、図１０（ａ）中の下側）に、形成されている。外面部７０３ｃには、当該外面部７０３ｃから上記突起部７０１ａ１等と同一寸法だけ突出して設けられた、一次被覆層７００による突起部７０３ｃ１が少なくとも１個（この例では１個）備えられている。

[0050] ＜コイル樹脂構造体の成形＞

上記一次成形体５０からコイル樹脂構造体６０を成形するときの被覆について、図１２及び図８により説明する。前述のようにして一次成形体５０を成形した後、当該一次成形体５０を割り型の二次成形型にセットし、型の内部にモールド樹脂を注入して、一次成形体５０の一次被覆層７００の各外面部７０１ａ，７０１ｂ，７０２ａ，７０２ｂ，７０２ｃ，７０３ａ，７０３ｂ，７０３ｃに二次被覆層８００をあらかじめ定められた所定厚さで被覆することにより、上記コイル樹脂構造体６０が形成される（二次被覆工程に相当）。その際、一次成形体５０は、上記二次成形型の内部において、前述の突起部７０１ａ，７０１ｂ１、突起部７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１、突起部７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１を介し、上記径方向両側、上

記周方向両側、及び上記軸方向両側を、当該二次成形型の内壁に対して支持される。この結果、上記の樹脂注入により、一次成形体５０の全外表面（但し上記各突起部を除く）に、各突起部７０１ａ，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１の高さ方向寸法と同じ厚さ（上記所定厚さに相当）の二次被覆層８００が形成されて、上記コイル構造体６０が完成する。なお、各突起部７０１ａ，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１の高さ方向寸法は互いに同一でもよいが、そうでなくてもよい。

[0051] コイル樹脂構造体６０は、図８を用いて前述したように、中間部６４と、負荷側コイルエンド部６２と、反負荷側コイルエンド部６３、とを備えている。このとき、中間部６４では、一次成形体５０の上記スロット挿入部５１の一次被覆層７００の外側を二次被覆層８００により被覆した、矩形板状のスロット挿入部６１が周方向に配列される。負荷側コイルエンド部６２は、一次成形体５０の上記負荷側コイルエンド部５２の一次被覆層７００の外側を、二次被覆層８００により被覆することにより形成される。反負荷側コイルエンド部６３は、一次成形体５０の上記反負荷側コイルエンド部５３の一次被覆層７００の外側を、二次被覆層８００により被覆することにより形成される。

[0052] ＜中間部＞

前述したように、中間部６４では、略矩形板状の複数のスロット挿入部６１が、周方向に配列されている。スロット挿入部６１は、上記一次被覆層７００の外側をさらに被覆した上記二次被覆層８００による外面として、矩形の外面部８０１ａ，８０１ａと、細長い矩形の外面部８０１ｂ，８０１ｂと、を備えている。

[0053] 外面部８０１ａは、スロット挿入部６１の、周方向に沿った両側（図１２（ｂ）中の上側と下側、図１２（ａ）中の奥側と手前側、図１２（ｃ）中の左側と右側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０１ａの外表面を、前述した手法で突起部７０１ａ１の高さ寸法の厚さ

の二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0054] 外面部８０１ｂは、スロット挿入部６１の、径方向に沿った両側（図１２（ａ）中の手前側と奥側、図１０（ａ）中の上側と下側、図１０（ｃ）中の上側と下側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０１ｂの外表面を、前述した手法で突起部７０１ｂ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0055] ＜負荷側コイルエンド部＞

負荷側コイルエンド部６２は、上記一次被覆層７００の外側をさらに被覆した上記二次被覆層８００による外面として、略円板状の外面部８０２ａと、環状の外面部８０２ｂと、環状曲面の外面部８０２ｃと、を備えている。

[0056] 外面部８０２ａは、上記軸方向他方側（図１２（ａ）及び図１２（ｂ）中の左側、図１２（ｃ）の手前側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０２ａの外表面を、前述した手法で突起部７０２ａ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0057] 外面部８０２ｂは、上記径方向外側（図１２（ｂ）中の手前側、図１２（ａ）及び図１２（ｃ）中の上側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０２ｂの外表面を、前述した手法で突起部７０２ｂ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0058] 外面部８０２ｃは、上記径方向内側（図１２（ｂ）中の奥側、図１２（ａ）及び図１２（ｃ）中の下側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０２ｃの外表面を、前述した手法で突起部７０２ｃ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0059] ＜反負荷側コイルエンド部＞

反負荷側コイルエンド部６３は、上記一次被覆層７００の外側をさらに被覆した上記二次被覆層８００による外面として、略円板の外面部８０３ａと

、環状曲面の外面部８０３ｂと、環状曲面の外面部８０３ｃと、を備えている。

[0060] 外面部８０３ａは、上記軸方向一方側（図１２（ａ）及び図１２（ｂ）中の右側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０３ａの外表面を、前述した手法で突起部７０３ａ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0061] 外面部８０３ｂは、上記径方向外側（図１２（ｂ）中の手前側、図１２（ａ）及び図１２（ｃ）中の上側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０２ｂの外表面を、前述した手法で突起部７０２ｂ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0062] 外面部８０３ｃは、上記径方向内側（図１２（ｂ）中の奥側、図１２（ａ）及び図１２（ｃ）中の下側）において、上記一次成形体５０の一次被覆層７００による外面部７０３ｃの外表面を、前述した手法で突起部７０３ｃ１の高さ寸法の厚さの二次被覆層８００でさらに被覆することにより、形成されている。

[0063] （第２実施形態の効果）

以上のように構成した本実施形態によっても、上記第１実施形態と同様の効果を得る。すなわち、主ラインとは別ラインである副ラインにおいて複数のコイル４１により高占積率にコイル樹脂構造体４５を構築することで、コイル４１自体の発熱を下げて、回転電機１０の冷却性能を向上することができる。また、主ラインでのモールド樹脂成形作業を不要として、製造時間を大幅に低減することができる。さらに、回転電機１０が不要となり廃棄されるとき容易に分解することができる。特に、例えば固定子鉄心３５側に使用される鉄材とコイル４１の導体４２に使用される銅材とを容易に分離して、リサイクル性を飛躍的に向上することができる。

[0064] また、本実施形態では、上記に加え、以下の効果を得る。すなわち、本実施形態では、空芯コイルであるコイル４１の外側に一次被覆層７００が形成

された後、さらにその外側に二次被覆層８００が形成されることにより、コイル樹脂構造体６０が製造される。一次被覆工程では、コイル４１を上記一次成形型に入れて型の内部に樹脂を注入し、コイル４１を一次被覆層７００で覆う。その際には、一次被覆層７００で覆われた複数のコイル４１を内包する一次成形体５０の外形状寸法（言い換えれば上記成形型の内部に形成される空間の形状寸法）を管理する。すなわち、当該一次成形体５０の内部で、各コイル４１がどのように偏っているか、どの位置にあるかは不問とする。

[0065] そして、上記一次成形体５０を、さらに別の二次成形型に入れて型の内部に樹脂を注入し、一次成形体５０を二次被覆層８００で覆う。上記のように一次成形体５０の外形状寸法は上記一次成形型によって高精度に管理されている（一次成形体５０内部での各コイル４１の位置にかかわらず一次成形体５０の外形状寸法はすべて同一である）ので、二次被覆層８００を、上記一次成形体５１の外側に、均一な厚さで形成することができる。

[0066] 以上のようにして、一次被覆層７００により外形状寸法を高精度に管理された一次成形体５０の外側に、均一に二次被覆層８００が形成される。これにより、コイル４１の外周側に形成される樹脂の被覆層(一次被覆層７００＋二次被覆層８００)において、最低限必要な厚さを確保することができる。

[0067] また、上記一次被覆層７００の形成の前段階である、コイル４１の製造時に巻線（導体４２）が巻回される際（あるいはその後にプレス成形された際）において、例えば巻線の浮き上がりが生じる等により外側にはみだす形となったりゆがんだ形状となったりして、必ずしも精度よく所望の外形寸法とはならない（以下適宜、「不定形状」という）場合があり得る。この第２実施形態では、このような場合であっても、上記不定形状のコイル４１を一次成形型の内部に収納して一次成形型を閉じることで、強制的に前述の高精度な一次成形体５０の外形状寸法を実現することができる。但しこの場合、コイル４１のうち上記一次成形型により接触されて押圧される部位は、樹脂が流入せずに一次被覆層７００の厚さが０（またはそれに近い値）となる。し

かしながら前述のように、その後一次被覆層７００の外側全域にわたって所定厚さの二次被覆層８００が均一に形成されるので、当該部位についても確実に樹脂被覆層を形成することができる。

[0068] 以上の結果、本実施形態によれば、コイル４１を被覆する際の被覆層の厚さのばらつきを抑制し、均一化を図ることができる。

[0069] また、本実施形態では特に、一次被覆層７００において、スロット挿入部５１の外面（外面部７０１ａ及び外面部７０１ｂ）、負荷側コイルエンド部５２の外面（外面部７０２ａ、外面部７０２ｂ、及び外面部７０２ｃ）、反負荷側コイルエンド部５３の外面（外面部７０３ａ、外面部７０３ｂ、及び外面部７０３ｃ）に対し、各外面部から所定寸法だけ突出して複数の突起部（突起部７０１ａ１，７０１ｂ１、突起部７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１、及び、突起部７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１）が設けられている。そして、二次被覆層８００は、上記一次被覆層７００の外側を、上記所定寸法（各突起部の高さ方向寸法）に等しい厚さで覆うように設けられている。

[0070] すなわち、本実施形態においては、一次被覆層７００が形成された後の一次成形体５０には、所定寸法(二次被覆層８００の厚さ寸法に等しい)の上記突起部７０１ａ１，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１が各外面部に備えられる。これにより、二次被覆層８００を形成するために二次成形型に一次成形体５０を収納する際、前述したように、二次成形型の内壁に対し、上記突起部７０１ａ１，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１によって一次成形体５０全体を確実に支持することができる。

[0071] また本実施形態では特に、上記突起部７０１ａ１，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１によって支持された状態の一次成形体５０の周囲に樹脂が注入充填されることで、上記二次被覆層８００は、上記複数の突起部を除く上記一次被覆層７００の外側を、上記所定寸法に等しい厚さで覆う。これにより、二次成形型に収納

された一次成形体５０の周囲のうち、突起部７０１ａ１，７０１ｂ１，７０２ａ１，７０２ｂ１，７０２ｃ１，７０３ａ１，７０３ｂ１，７０３ｃ１以外の部位に二次被覆層８００を均一に確実に形成することができる。

[0072] また、本実施形態では特に、コイル樹脂構造体６０は、複数のスロット３１に収容されるスロット挿入部６１を備える中間部６４の外径が、回転子３０の軸方向に沿った両側のコイルエンド部６２，６３の外径よりも小さい。これには以下のような意義がある。

[0073] すなわち、前述のようにして複数のコイル４１が固定子鉄心３２に配置されるとき、図６に示すように、各コイル４１のうちスロット３１に収容される部分（コイルエンド部６２，６３以外の中間部６４）の径方向内側に回転子２０が配置され、また各コイル４１の上記中間部６４の上記スロット挿入部６１の径方向外側には、回転電機１０Ａの筐体への支持構造が設けられる。そこで本実施形態では、コイル樹脂構造体６０において、上記のように径方向内側・外側に別途の部材・構造物が配置される中間部６４の外径を、そのような配置のないコイルエンド部６２，６３の外径よりも小さくする。これにより、回転電機全体１０Ａが径方向へ大型化するのを防止し、小型化を図ることができる。

[0074] （第３実施形態）

次に、図１３を用いて、第３実施形態の回転電機について説明する。図１３に示すように、本実施形態の回転電機１０Ｂは、固定子３０の内側に回転子２０を備えたリラクタンスモータである。第１実施形態と同等の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略又は簡略化する。

[0075] 図１３に示す回転電機１０Ｂにおいて、固定子３０は、固定子鉄心３５を備えている。固定子鉄心３５では、上記第１実施形態と同様、複数（この例では７２個）の分割コア要素３６が、固定子３０のフレーム１１（上記図２参照）の内周面に沿いつつ全周にわたって配列されている。各分割コア要素３６は、径方向内側に、横断面が先細台形状となるティース３７を備えている。そして、隣り合う分割コア要素３６，３６の上記ティース３７，３７の

間に、横断面が矩形状（長方形）のスロット３８が形成されている。

[0076] 本実施形態では、上記第１実施形態と同様、複数（この例では７２個）の上記スロット３８に複数（この例では７２個）のコイル４１が挿入（収容）される。その際、上記同様、２つのコイル４１，４１同士の間に、分割コア要素３６のティース３７を嵌め込む空隙４３が形成されるように、各コイル４１は位置をずらして重ね巻きされる。そして、重ね巻きされた７２個のコイル４１は、図示しないモールド樹脂で一体的に樹脂成形され、略円筒状の１つのコイル樹脂構造体４５が形成される（図示省略。上記図８も参照）。

[0077] このとき、本実施形態では、ティース３７の横断面形状を先細状とすることで、スロット３８の横断面形状は矩形状（長方形）のままである。この結果、コイル４１の第１直線部４１ａ及び第２直線部４１ｂには、上記第１実施形態のような外形状に対する加圧成形は行われない。

[0078] 本実施形態においても、上記第１実施形態と同様、コイル樹脂構造体４５の隣り合うコイル４１，４１の間の各空隙４３に、コイル樹脂構造体４５の外周側から分割コア要素３６のティース３７が（コイル樹脂構造体４５の全周にわたって）嵌めこまれる。これにより、７２個の分割コア要素３６によって円環状の固定子鉄心３５が構築される。また、隣り合う２つの分割コア要素３６，３６のティース３７，３７間に形成された各スロット３８の上記内周段に、コイル樹脂構造体４５のコイル４１の第１直線部が収容され、かつ、各スロット３８の上記外周段に、コイル樹脂構造体４５の他のコイル４１の第２直線部が収容されつつ、コイル樹脂構造体４５と上記固定子鉄心３５が組み立てられる。なお、本実施形態の上記第１直線部は、上記第１実施形態の第１直線部４１ａに相当しているが、４層の導体４２の各層は同一の略長方形横断面形状を備えている。また、本実施形態の上記第２直線部は、上記第２実施形態の第２直線部４１ｂに相当しているが、４層の導体４２の各層は同一の略長方形横断面形状を備えている。このようにして固定子３０が組み立てられる。

[0079] なお、回転子２０の回転子鉄心２２には、周方向に沿った複数極（本例で

は８極）に各極３個ずつ、合計２４個の空隙部２５が設けられている。空隙部２５は、径方向内側に凸に湾曲している。この空隙部２５により回転子鉄心の磁路抵抗に違いができるため、リラクタンストルクを発生する。

[0080] 以上のように構成した本実施形態によっても、上記第１実施形態と同様の効果を得る。すなわち、主ラインとは別ラインである副ラインにおいて複数のコイル４１により高占積率にコイル樹脂構造体４５を構築することで、コイル４１自体の発熱を下げて、回転電機１０の冷却性能を向上することができる。また、主ラインでのモールド樹脂成形作業を不要として、製造時間を大幅に低減することができる。さらに、回転電機１０が不要となり廃棄されるとき容易に分解することができる。特に、例えば固定子鉄心３５側に使用される鉄材とコイル４１の導体４２に使用される銅材とを容易に分離して、リサイクル性を飛躍的に向上することができる。

[0081] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。

[0082] その他、一々例示はしないが、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0083]

１０	回転電機
１０Ａ	回転電機
１０Ｂ	回転電機
２０	回転子
２３	永久磁石
３０	固定子
３１	スロット
３２	固定子鉄心
３３	分割コア要素
３５	固定子鉄心
３６	分割コア要素

３４	ティース
３７	ティース
３８	スロット
４１	コイル（空芯コイル）
４１ａ	第１直線部（周方向一方側部分）
４１ｂ	第２直線部（周方向他方側部分）
４２	導体
４３	空隙
４５	コイル樹脂構造体
５０	一次成形体
５１	スロット挿入部
５２	負荷側コイルエンド
５３	反負荷側コイルエンド
５４	中間部
６０	コイル樹脂構造体
６１	スロット挿入部
６２	負荷側コイルエンド
６３	負荷側コイルエンド
６４	中間部
７００	一次被覆層
７０１ａ	外面
７０１ｂ	外面
７０１ａ１	突起部
７０１ｂ１	突起部
７０２ａ～ｃ	外面
７０２ａ１	突起部
７０２ｂ１	突起部
７０２ｃ１	突起部

７０３ａ～ｃ　　外面

７０３ａ１　　外面

７０３ｂ１　　外面

７０３ｃ１　　外面

８００　　二次被覆層

請求の範囲

[請求項1] 回転子と、前記回転子の外周側を囲むように設けられた固定子と、を有し、

前記固定子は、周方向に複数のスロットが配列された固定子鉄心と、前記複数のスロットに収容される複数のコイルと、を有する回転電機であって、

前記固定子鉄心は、

分割コア要素を周方向に複数個配列して構成されており、

前記複数のコイルのそれぞれは、

周方向一方側部分が前記複数個のスロットのうちの１つのスロットに収容されかつ周方向他方側部分が前記複数個のスロットのうち前記１つのスロットとは異なる他のスロットに収容されて、各コイルの周方向位置が順次ずらされて重ね巻きされた空芯コイルにより構成されており、

かつ、

複数の前記空芯コイルを、一体的に樹脂成形し、コイル樹脂構造体を形成し、

前記コイル樹脂構造体に、前記複数の分割コア要素を組み付けることにより、前記固定子鉄心を構成した

ことを特徴とする回転電機。

[請求項2] 前記コイル樹脂構造体は、

前記空芯コイルの外側を覆うように設けられた一次被覆層と、

前記一次被覆層の外側を覆うように設けられた二次被覆層と、

を備えている

ことを特徴とする請求項１記載の回転電機。

[請求項3] 前記一次被覆層は、

曲面及び平面の少なくとも一方を、複数個備えた外面と、

前記外面から所定寸法だけ突出して設けられた複数の突起部と、

を備えており、

前記二次被覆層は、

前記一次被覆層の外側を、前記所定寸法に等しい厚さで覆うように設けられている

ことを特徴とする請求項２記載の回転電機。

[請求項4] 前記二次被覆層は、

前記複数の突起部を除く前記一次被覆層の外側を、前記所定寸法に等しい厚さで覆う

ことを特徴とする請求項３記載の回転電機。

[請求項5] 前記コイル樹脂構造体は、

前記複数のスロットに収容される部分の外径が、前記回転子の軸方向に沿った両側のコイルエンド部分の外径よりも小さい

ことを特徴とする請求項２乃至請求項４のいずれか１項記載の回転電機。

[請求項6] 前記複数のコイルのそれぞれは、

加圧成形された前記空芯コイルにより構成されている

ことを特徴とする請求項２乃至請求項５のいずれか１項記載の回転電機。

[請求項7] 回転子と、前記回転子の外周側を囲むように設けられた固定子と、を有し、

前記固定子が、

周方向に複数のスロットが配列された固定子鉄心と、前記複数のスロットに収容される複数のコイルと、を有し、

前記固定子鉄心が、

分割コア要素を周方向に複数個配列して構成されている回転電機の製造方法であって、

複数の空芯コイルを、それぞれの周方向一方側部分が前記複数個のスロットのうちの１つのスロットに収容されかつそれぞれの周方向他

方側部分が前記複数個のスロットのうち前記１つのスロットとは異なる他のスロットに収容されるようにしつつ、各コイルの周方向位置が順次ずれるように重ね巻きする重ね巻き工程と、

前記重ね巻きされた前記複数の空芯コイルを一体的に樹脂成形し、コイル樹脂構造体を形成する樹脂成形工程と、

前記コイル樹脂構造体に、前記複数の分割コア要素を組み付けることにより、前記固定子鉄心を構成する組み付け工程と、

を有することを特徴とする回転電機の製造方法。

［請求項8］ 前記樹脂成形工程は、

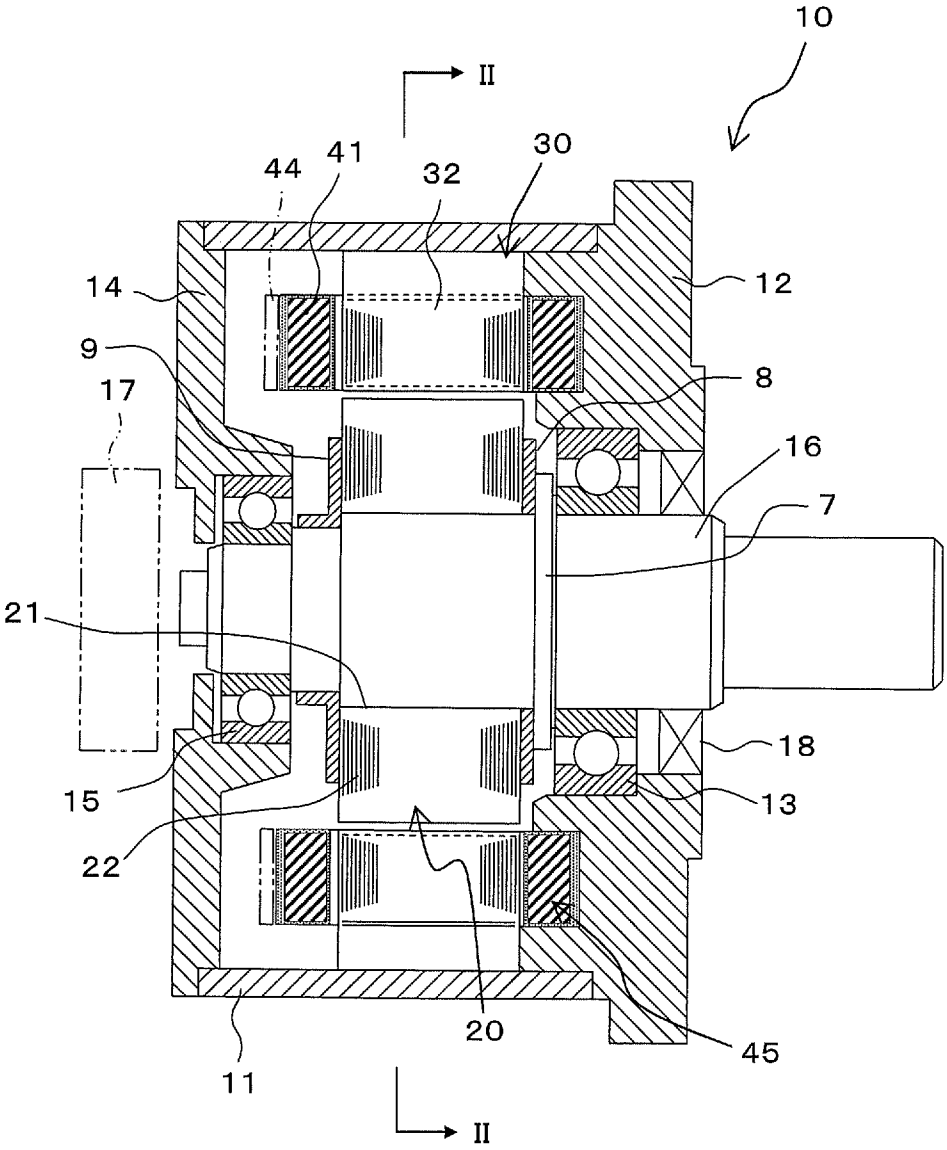
前記コイル樹脂構造体の前記複数の空芯コイルの外側を覆うように一次被覆層を形成する一次被覆工程と、

前記一次被覆層の外側を覆うように二次被覆層を形成する二次被覆工程と、

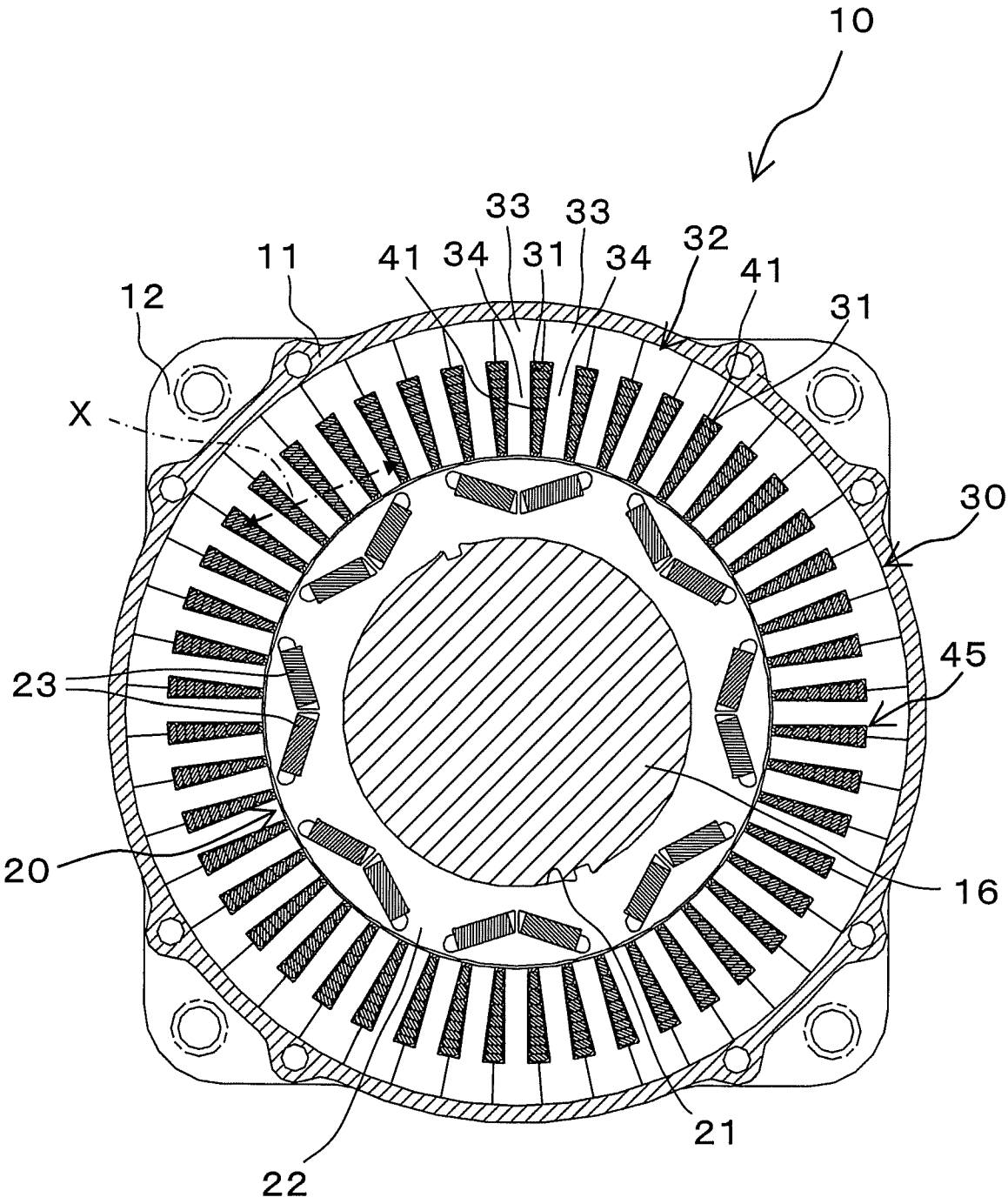
を備える

ことを特徴とする請求項７記載の回転電機の製造方法。

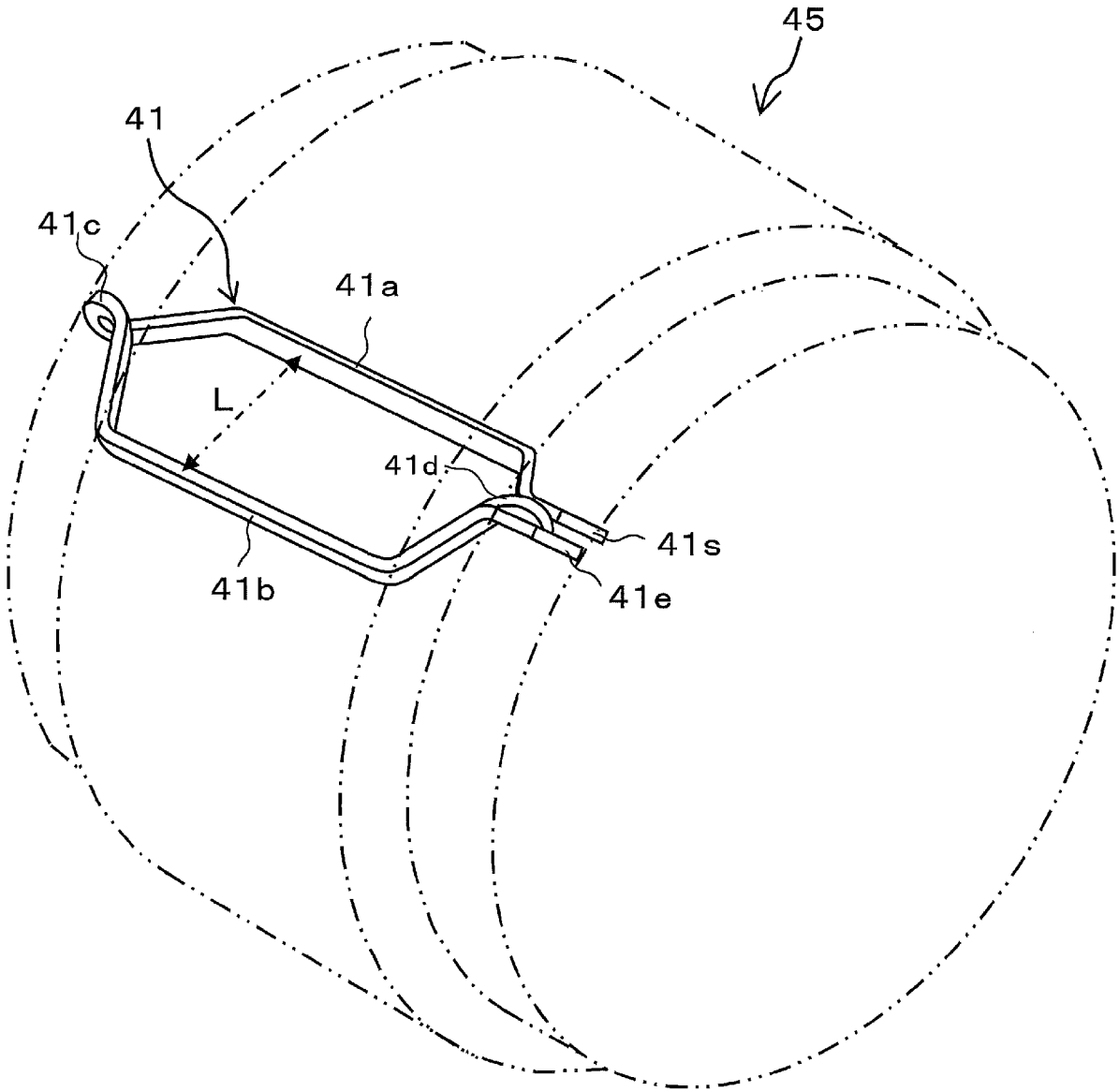
[図1]



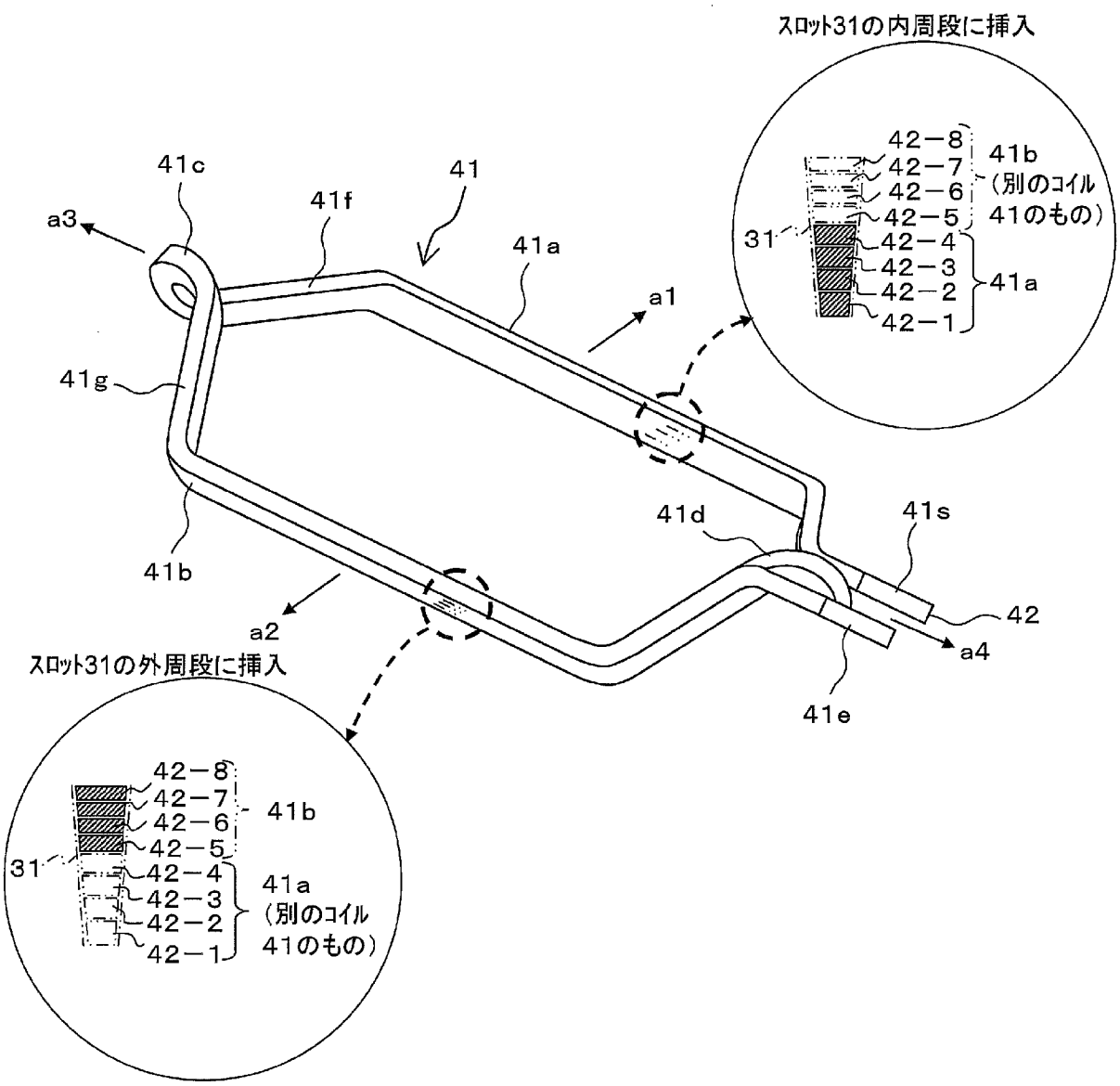
[図2]



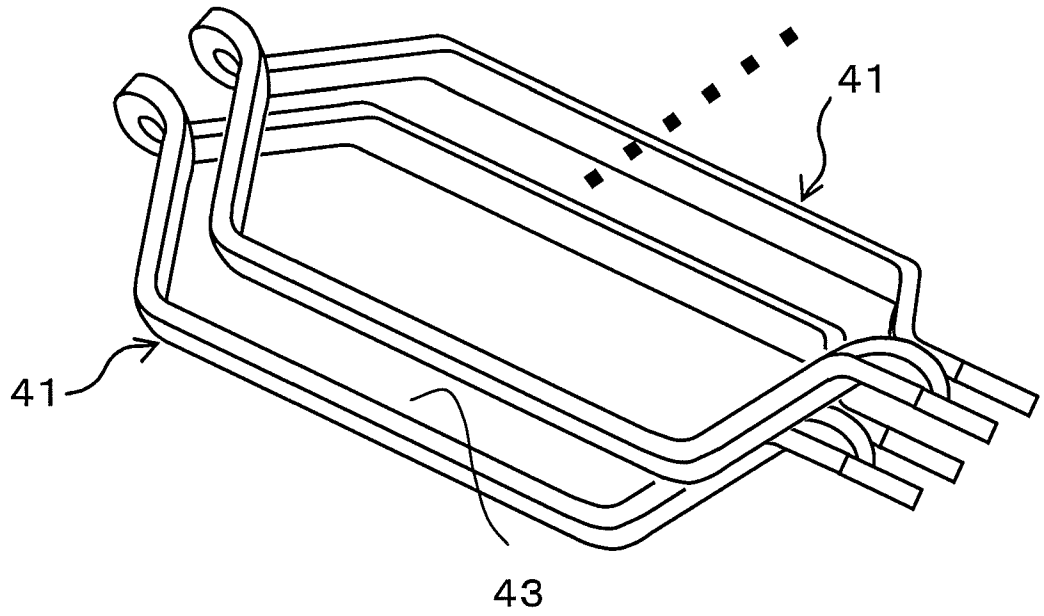
[図3]



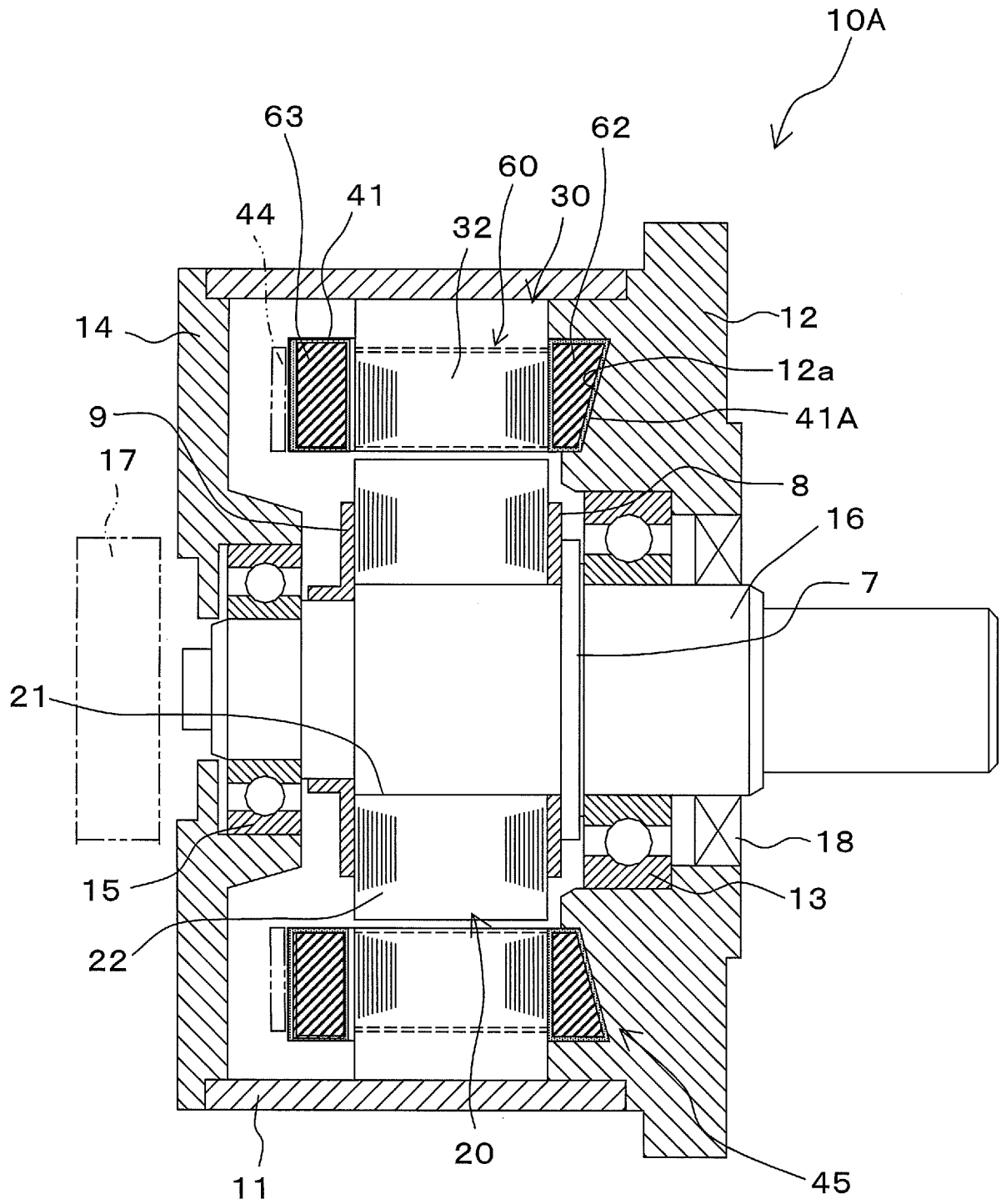
[図4]


スロット31の内周段に挿入
42－8
42－7
42－6
42－5
41b
（別のコイル
41のもの）
31
42－4
42－3
42－2
42－1
41a
41c
41f
41
41a
a1
a3
41g
41b
41d
41s
42
a2
a4
41e
スロット31の外周段に挿入
42－8
42－7
42－6
42－5
41b
31
42－4
42－3
42－2
42－1
41a
（別のコイル
41のもの）

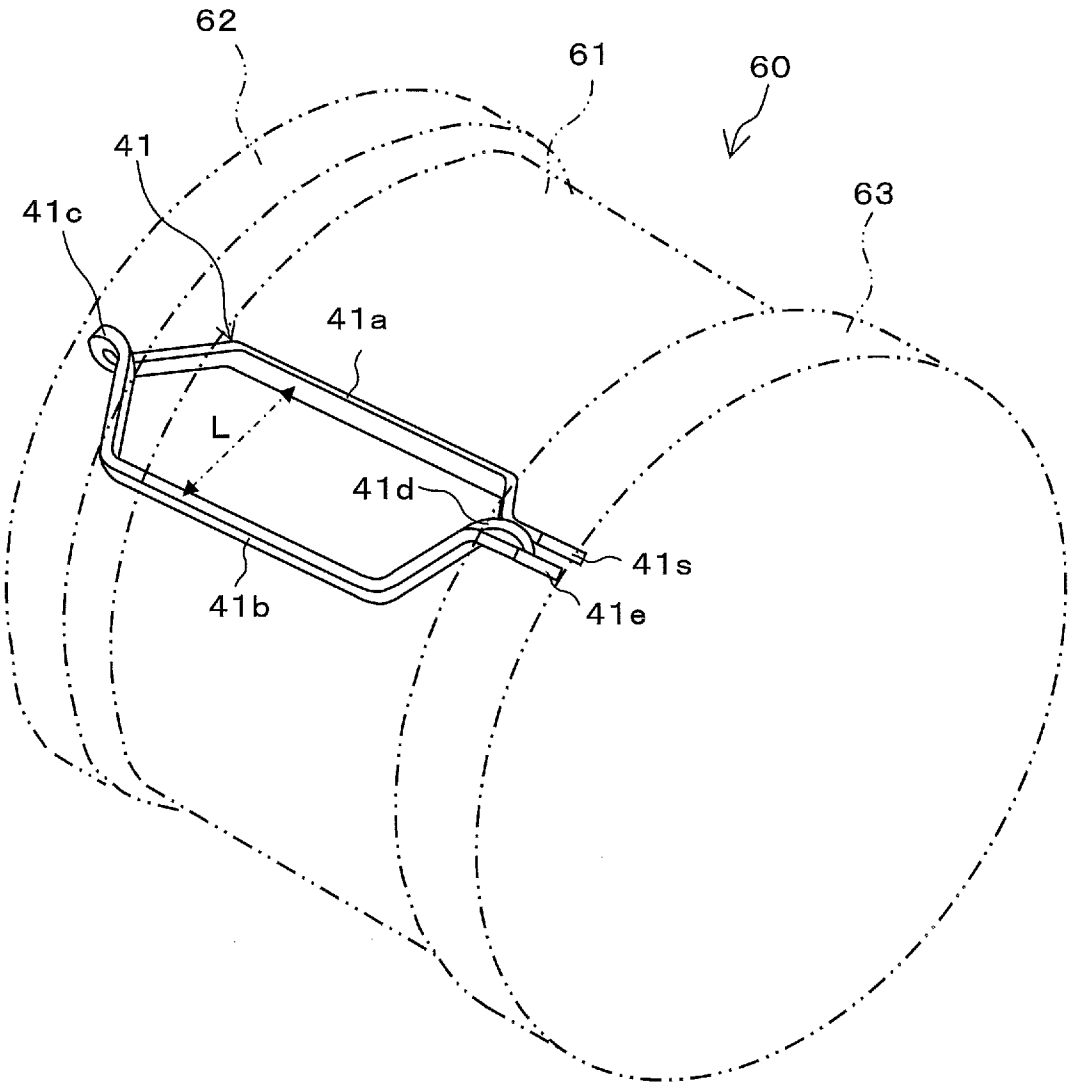
[図5]



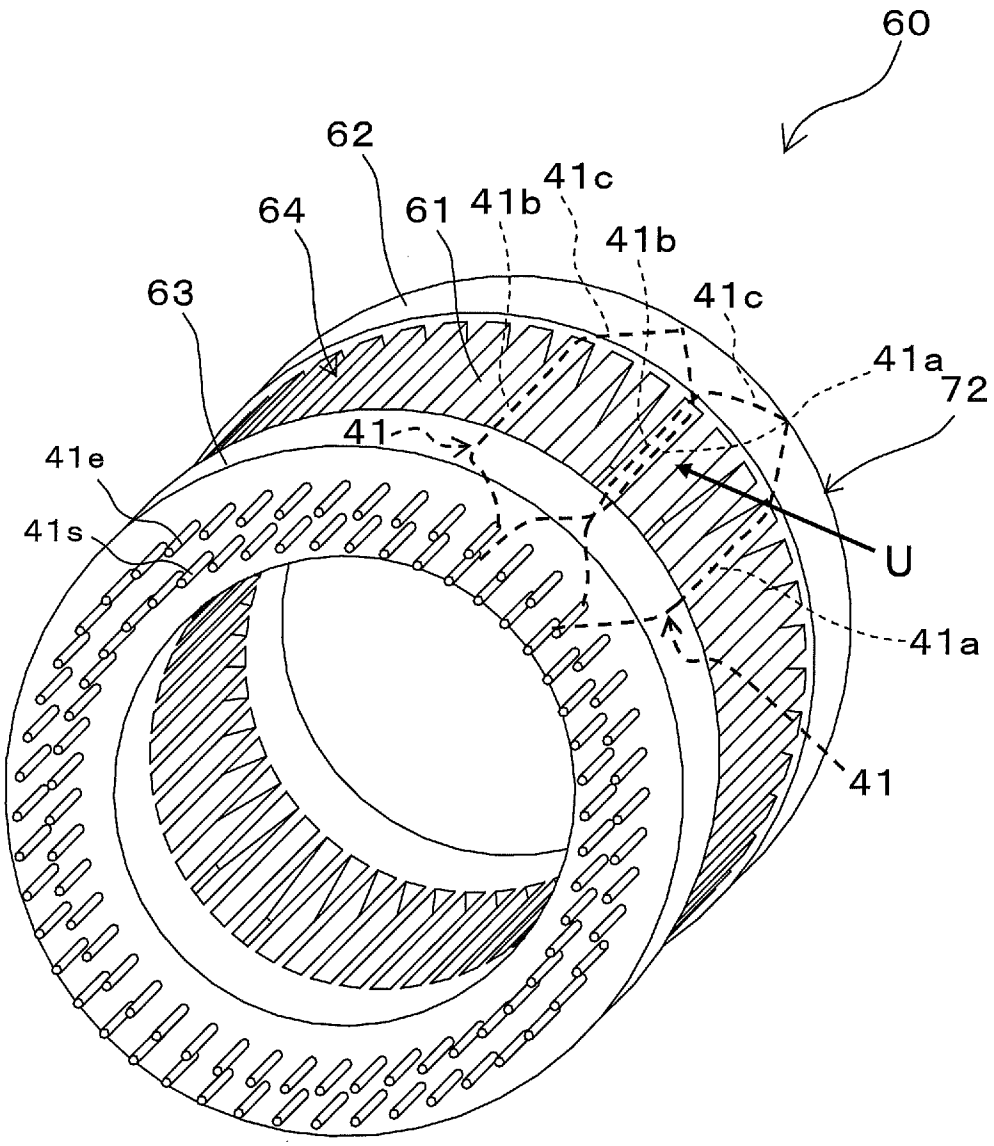
[図6]


10A
63
62
60
41
30
44
32
14
12
12a
9
41A
17
8
16
7
21
18
15
13
22
20
11
45

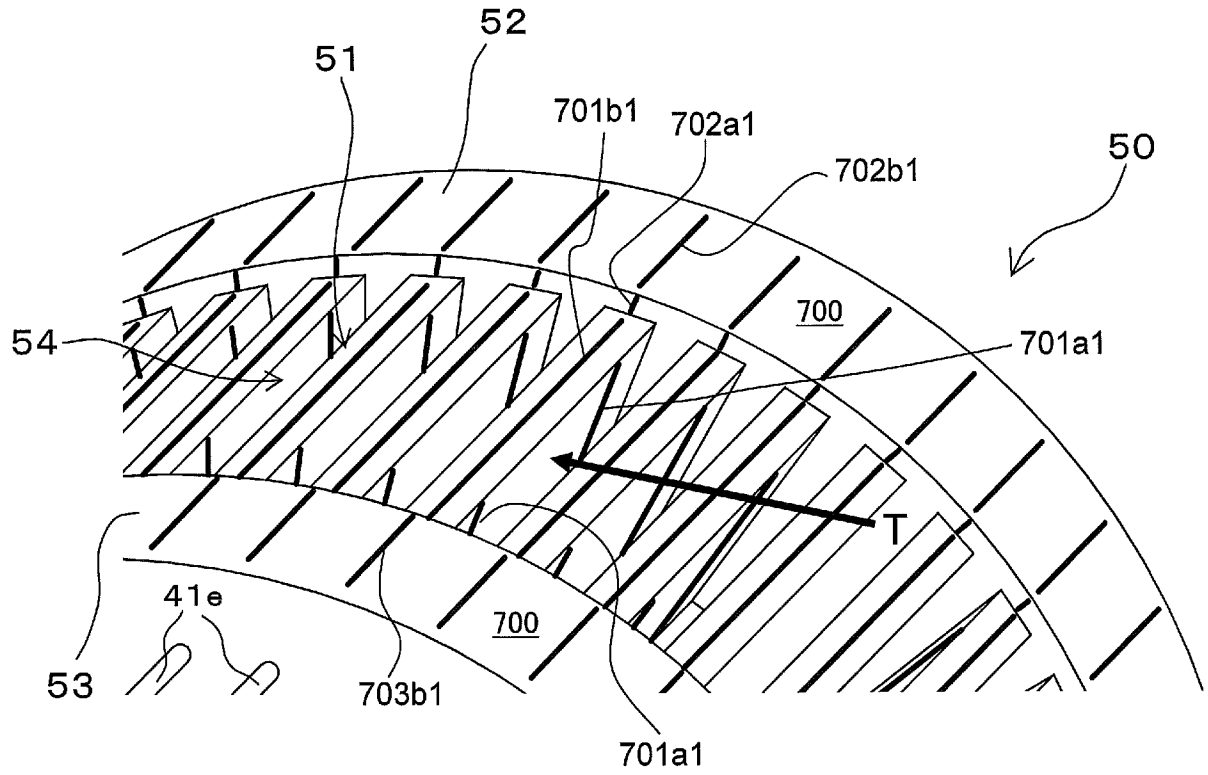
[図7]



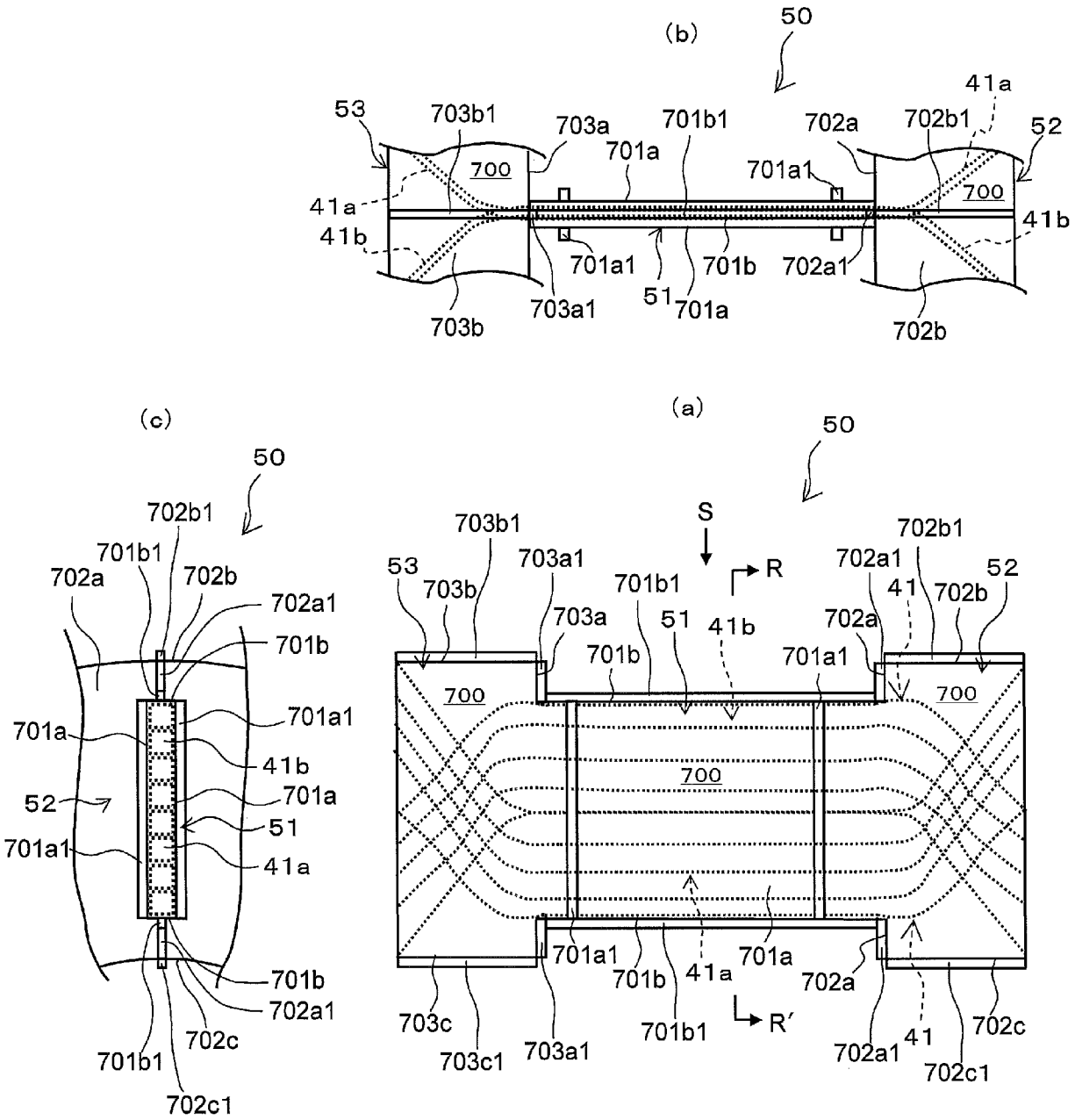
[図8]



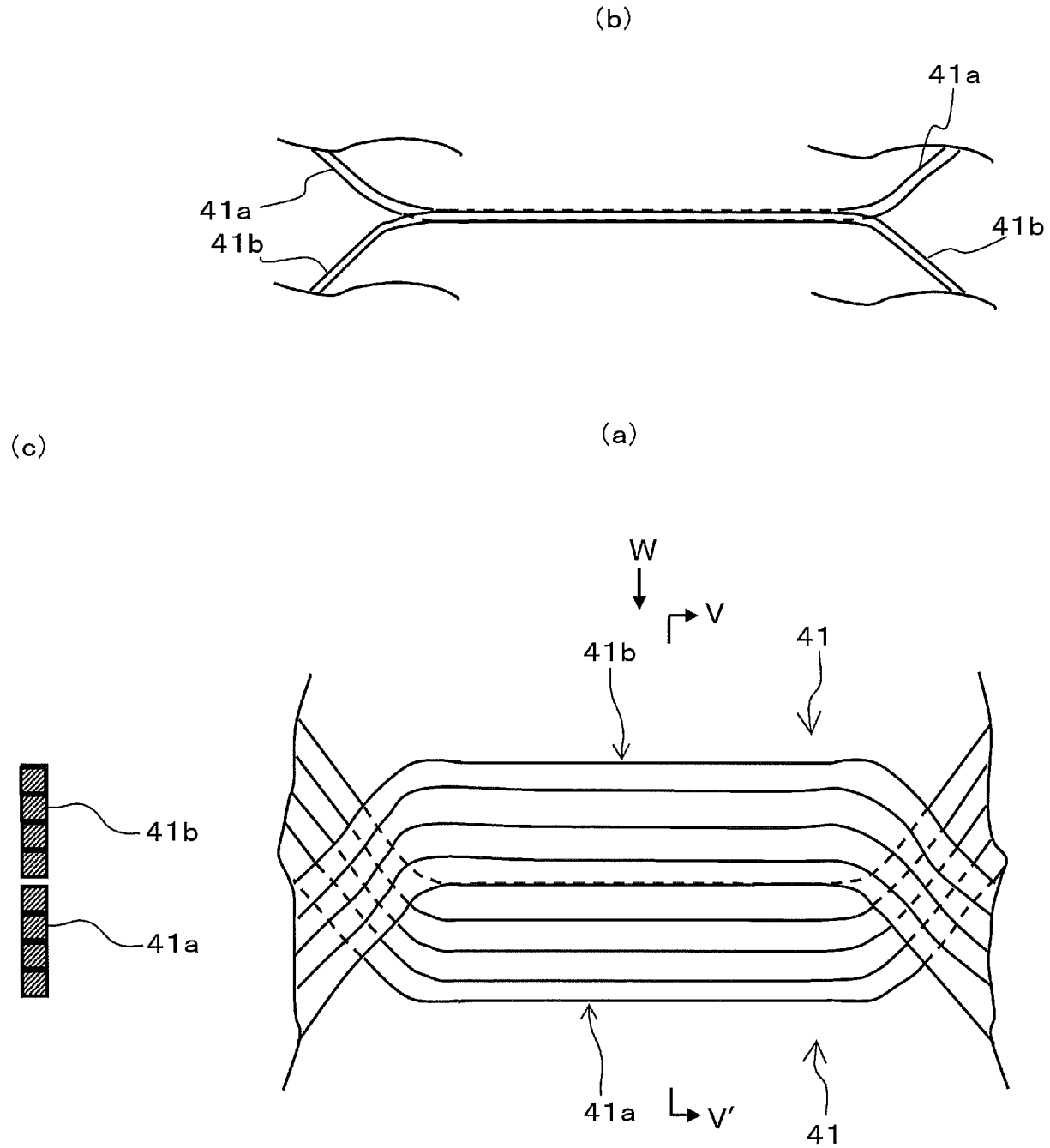
[図9]


52
51
701b1
702a1
50
702b1
700
54
701a1
T
41e
700
53
703b1
701a1

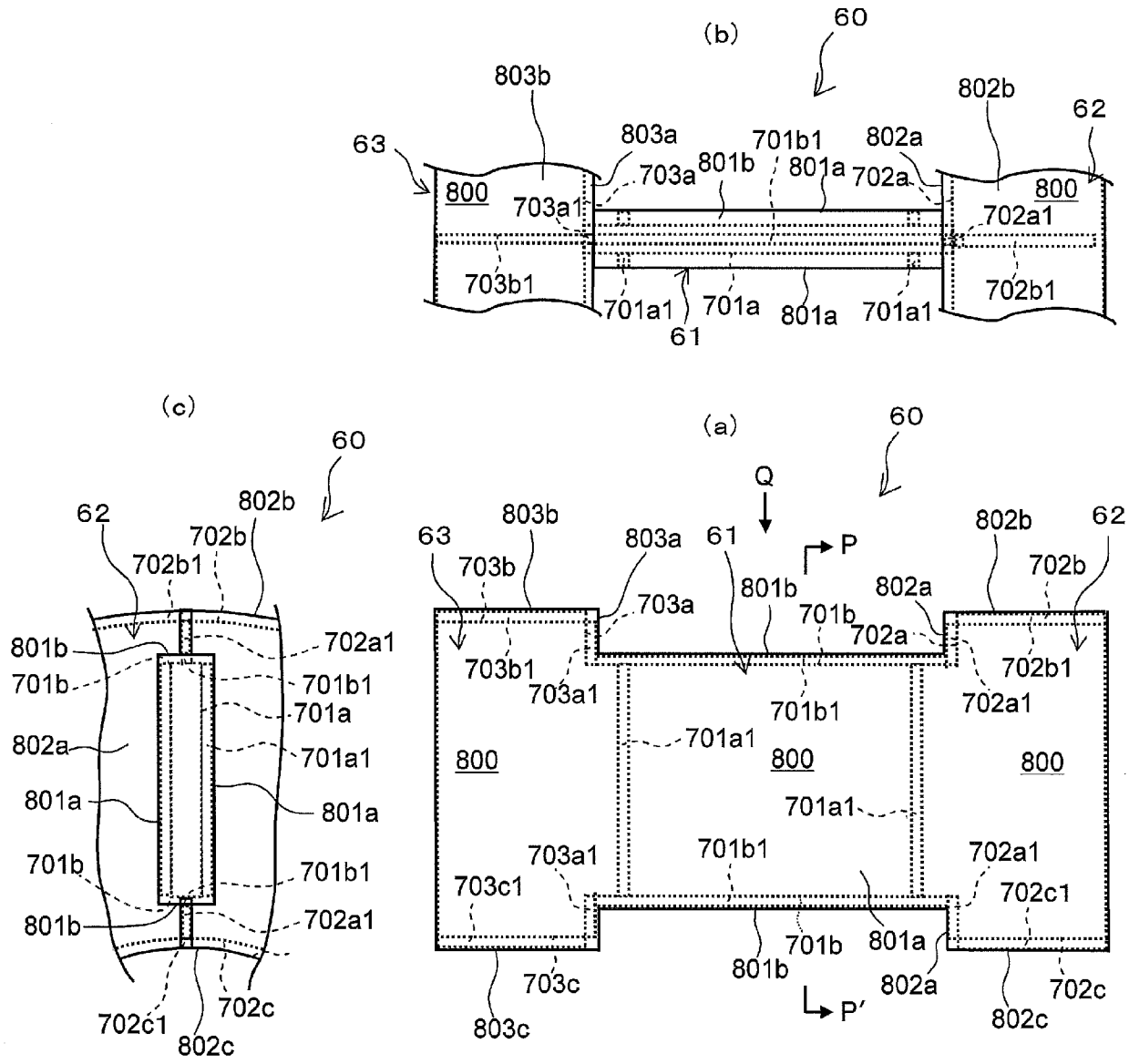
[図10]


(b)
50
53
703b1
703a
701b1
702a
702b1
41a
52
701a
701a1
700
41a
41b
41b
701a1
701b
702a1
51
703b
703a1
701a
702b
(c)
50
702b1
701b1
702a
702b
702a1
701b
701a
701a1
41b
52
701a
51
701a1
41a
701b
702a1
701b1
702c
702c1
(a)
50
S
703b1
703a1
702b1
53
703b
703a
701b1
R
702a1
41
52
702a
702b
51
41b
701b
701a1
700
700
700
701a1
701b
41a
701a
702a
703c
703c1
703a1
701b1
R′
702a1
41
702c
702c1

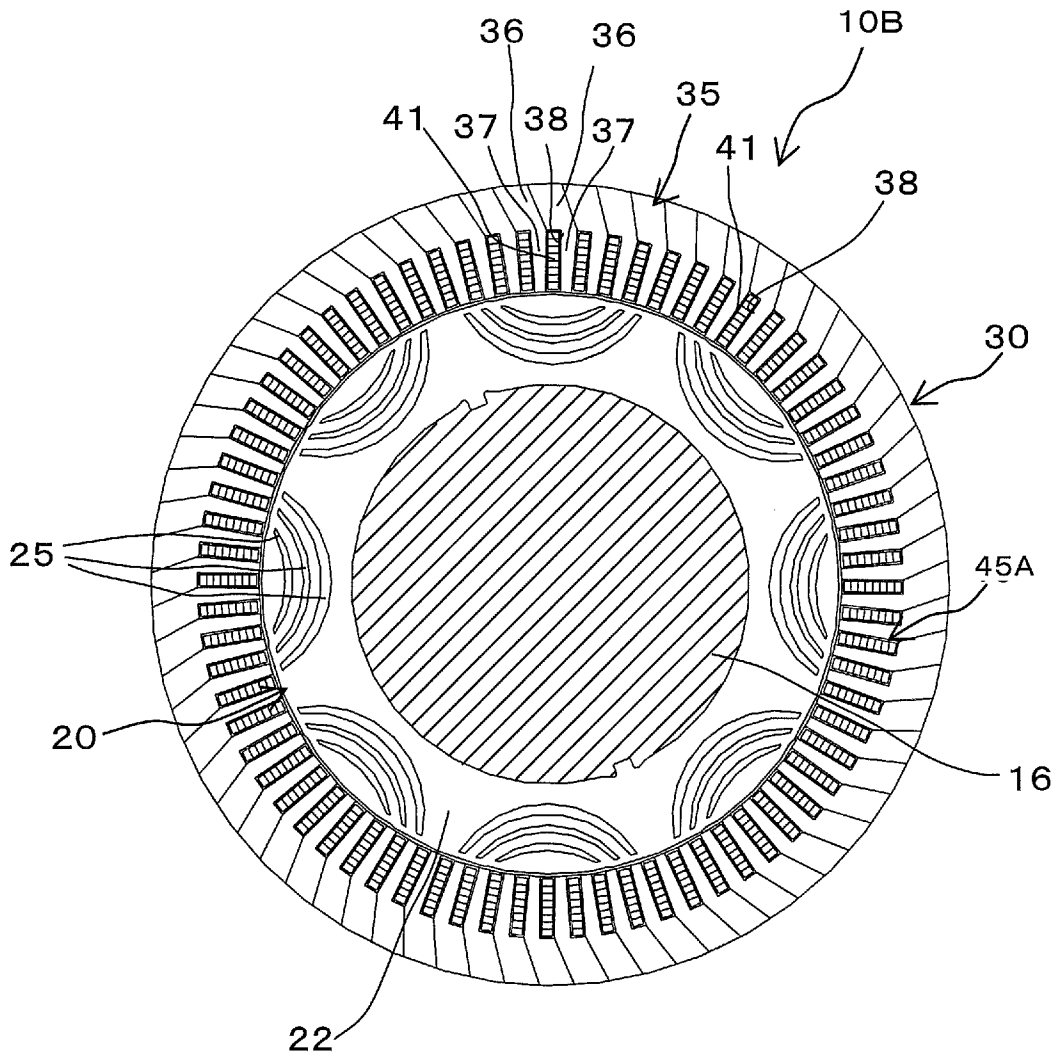
[図11]



[図12]


(b)
60
803b
802b
62
63
803a
701b1
802a
703a
801b
801a
702a
800
703a1
800
702a1
703b1
701a1
701a
801a
701a1
702b1
61
(c)
60
62
802b
702b
702b1
801b
702a1
701b
701b1
701a
802a
701a1
801a
801a
701b
701b1
801b
702a1
702c1
702c
802c
(a)
60
Q
803b
63
803a
61
P
802b
62
703b
801b
802a
702b
703a
701b
702a
703b1
703a1
701b1
702a1
702b1
701a1
800
800
800
701a1
703a1
701b1
702a1
703c1
702c1
701b
801a
801b
802a
703c
702c
803c
802c
P′

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/083161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K1/18(2006.01)i, *H02K3/44*(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)
H02K1/18, H02K3/44, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2003-304656 A (Nippon Steel Corp.), 24 October 2003 (24.10.2003), paragraphs [0013] to [0017]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-8
Y	JP 2011-259566 A (Toyota Motor Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0036] to [0042]; fig. 8 to 10 (Family: none)	1-8
Y	Kazumi NAGATOMO, "Denji Actuator no Seizo Hoho", Japan Institute of Invention and Innovation, Journal of Technical Disclosure, 18 February 2003 (18.02.2003), Journal of Technical Disclosure No.2003-500808	2-6,8

☒ 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
29 January, 2013 (29.01.13)	05 February, 2013 (05.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/083161

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 2010-142075 A (Toyota Motor Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0021] to [0024]; fig. 2 to 3 (Family: none)	5-6
Y	JP 2007-135326 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraphs [0054] to [0057]; fig. 5 to 7 (Family: none)	6
A	JP 2009-153287 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 July 2009 (09.07.2009), paragraphs [0053] to [0083]; fig. 1 to 13 (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０８３１６１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K1/18(2006.01)i, H02K3/44(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.　H02K1/18, H02K3/44, 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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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 2003-304656 A（新日本製鐵株式会社）2003.10.24, 段落【0013】-【0017】, 第1-9図（ファミリーなし）	１－８
Y	JP 2011-259566 A（トヨタ自動車株式会社）2011.12.22, 段落【0036】-【0042】, 第8-10図（ファミリーなし）	１－８
Y	永友寿美, 電磁アクチュエータの製造方法, 発明協会公開技報, 2003.02.18, 公技番号2003-500808号	２－６，８

☑　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 ２９．０１．２０１３	国際調査報告の発送日 ０５．０２．２０１３
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　３１１２ 西山　智宏 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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 2010-142075 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.06.24, 段落【0021】-【0024】, 第2-3図（ファミリーなし）	５－６
Y	JP 2007-135326 A (住友電気工業株式会社) 2007.05.31, 段落【0054】-【0057】, 第5-7図（ファミリーなし）	６
A	JP 2009-153287 A (住友電気工業株式会社) 2009.07.09, 段落【0053】-【0083】, 第1-13図（ファミリーなし）	１－８