

(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
2019年5月31日(31.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/102736 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 3/12 (2006.01) *H02K 15/085* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/037990

(22) 国際出願日: 2018年10月11日(11.10.2018)

(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 2017-225115 2017年11月22日(22.11.2017) 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).

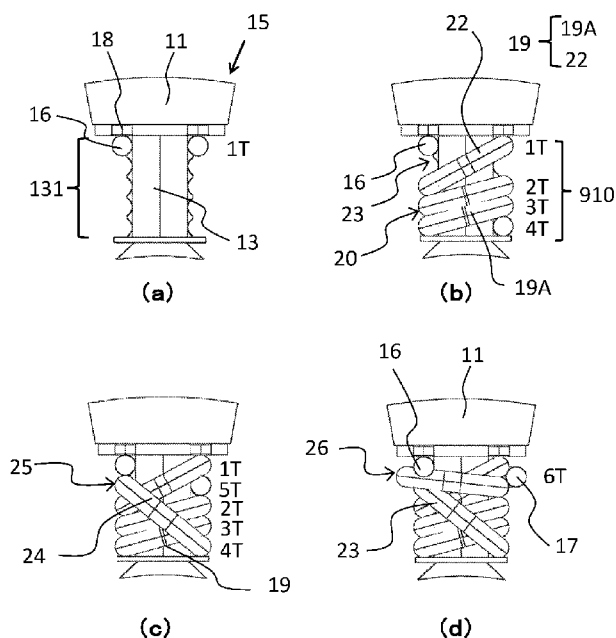
(72) 発明者: 石上 孝 (ISHIGAMI, Takashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 金澤 宏至(KANAZAWA, Hiroshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 柏浩一(KASHIWA, Koichi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目3番12号 シーフォートスクエア センタービルディング16階 Tokyo (JP).

(54) Title: ROTATING ELECTRIC MACHINE AND STATOR

(54) 発明の名称: 回転電機、固定子

[図9]



(57) Abstract: This rotating electric machine is provided with a stator and a rotor which is rotatable in the stator, wherein the stator is provided with a cylindrical core having teeth, a bobbin formed around the core, and a plurality of concentrated-wound coils comprising coils wound in a concentrated manner around the teeth of the core with the bobbin therebetween. At least one of the concentrated-wound coils is provided with: a forward-wound portion which is wound, in a first layer in contact with the teeth, from a start point on the back-yoke side of the core so as to transition toward the inner

[続葉有]

(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.

(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))

peripheral side while leaving an air gap in at least one location; and an inverse-wound portion which is wound in the air gap from the inner peripheral side so as to transition toward the back-yoke side.

(57) 要約: 回転電機は、固定子と、固定子の内部に回転可能な回転子とを備え、固定子は、円筒型でありティースを有する鉄心と、鉄心の周りに形成されるボビンと、ボビンを介して鉄心のティースにコイルを集中的に巻回した複数の集中巻コイルとを備え、集中巻コイルの少なくとも一つは、ティースと接する第1層目に、鉄心のバックヨーク側を始点とし少なくとも1か所を空隙にして内周側に移行しつつ巻き回される順巻部と、内周側からバックヨーク側に移行しつつ空隙に巻き回される逆巻部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 回転電機、固定子

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機、および固定子に関する。

背景技術

[0002] 地球温暖化を抑制するためにCO₂の排出量を削減する技術の開発が求められている。このため、これを実現する自動車の電動化と、その駆動源であるモータや発電機を高出力化、高効率化に大きな期待が寄せられている。特許文献1には、全体を収容するハウジングと、このハウジングに回転軸を介して回転可能に取り付けられた回転子と、回転子の外周に対向してハウジングに取り付けられた固定子とを備え、前記固定子は、前記ハウジングに固定され、複数のスロットを形成するティース部が形成された環状の固定子鉄心と、前記ティース部に樹脂製の絶縁材料からなるボビンを介して巻き付けられた複数の固定子コイルとを有し、前記固定子コイルは、1層目を前記ティース部に前記固定子の外径側から内径側へ順次巻き付けられるとともに、層毎に巻き付け方向を反転させて巻き付けられ、最外層をn（但し、nは3以上の奇数）、各層の最終ターンをm（但し、mは2以上）とし、1層目の1ターン目を（1，1）、1層目の2ターン目を（1，2）、2層目の1ターン目を（2，1）、2層目の2ターン目を（2，2）・・・n層目のmターン目を（n，m）としたとき、n層目のmターン目（n，m）が前記固定子の外径側に巻き付けられ、内径側の前記固定子コイルが短辺側ティース部でレーンチェンジされるとともに、外径側の前記固定子コイルの一部を長辺側ティース部でレーンチェンジされていることを特徴とする回転電機が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017／072912号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載されている発明では、巻線の高密度化が十分でない。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第 1 の態様による回転電機は、固定子と、前記固定子の内部に回転可能な回転子とを備える回転電機であって、前記固定子は、円筒型でありティースを有する鉄心と、前記鉄心の周りに形成されるボビンと、前記ボビンを介して前記鉄心のティースにコイルを集中的に巻回した複数の集中巻コイルとを備え、前記集中巻コイルの少なくとも一つは、前記ティースと接する第 1 層目に、前記鉄心のバックヨーク側を始点とし少なくとも 1 か所を空隙にして内周側に移行しつつ巻き回される順巻部と、前記内周側から前記バックヨーク側に移行しつつ前記空隙に巻き回される逆巻部とを備える。

本発明の第 2 の態様による固定子は、円筒型でありティースを有する鉄心と、前記鉄心の周りに形成されるボビンと、前記ボビンを介して前記鉄心のティースにコイルを集中的に巻回した複数の集中巻コイルとを備え、前記集中巻コイルの少なくとも一つは、前記ティースと接する第 1 層目に、前記鉄心のバックヨーク側を始点とし少なくとも 1 か所を空隙にして内周側に移行しつつ巻き回される順巻部と、前記内周側から前記バックヨーク側に移行しつつ前記空隙に巻き回される逆巻部とを備える。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、巻線を高密度化できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]回転電機 1 の内部構造を示す図

[図2]固定子 3 の外観図

[図3]ブロック 15 の外観図

[図4]分割コアブロック 12 の外観を示す図

[図5]ボビン 13 の外観図

[図6]ボビン 1 3 を分割コアブロック 1 2 に組付けた状態を示す図

[図7]回転子の極数とブロック 1 5 の形状の関係の概略を示す図

[図8]許容されるブロック 1 5 の幅を示す図

[図9]第 1 の実施の形態における巻き線の手順を説明する図

[図10]従来手法による巻き線がされたブロック 1 5 Z を示す図

[図11]従来手法による巻き線がされたブロック 1 5 Z を示す図

[図12]変形例 3 において 1 つのブロック 1 5 に複数の空隙が形成される場合の巻き線の手順を示す図

[図13]第 2 の実施の形態におけるボビン 1 3 A を示す図

[図14]ボビン 1 3 A にコイル 8 を巻回した状態を示す図

[図15]第 3 の実施の形態にかかるボビン 1 3 B を示す図

発明を実施するための形態

[0008] 一第 1 の実施の形態一

以下、図 1 ～図 1 1 を参照して、本発明にかかる回転電機および固定子の第 1 の実施の形態を説明する。コイルは、たとえばエナメル皮膜された電線を用いて形成され、「コイル」と「電線」は厳密には異なるものである。しかし本実施の形態では物理的な形状を説明する場合を除いて「電線」も「コイル」と呼ぶ。

[0009] (回転電機 1 の内部構造)

図 1 は本発明にかかる回転電機 1 の内部構造を示す図である。ハウジング 2 の内周に固定子 3 が焼き嵌めや圧入により固定されている。固定子 3 の内周部に、その外周に永久磁石 4 を貼り付けた S P M (Surface Permanent Magnet) 型の回転子コアが挿入され、回転子コアと同軸で一体化したシャフト 5 をベアリング 6 で支持している。入力端子 7 の各々に、位相の異なる電圧を加えると、これと電氣的に繋がった固定子 3 内のコイル 8 に電流が流れ、電気エネルギーが機械エネルギーに変換されて、シャフト 5 が回転する。なお S P M 型の回転子コアに代えて、コアの軸方向に設けた挿入溝に永久磁石 4 を挿入した I P M (Interior Permanent Magnet) 型の回転子コアを用いても

よい。

[0010] 固定子 3 に組み込まれるコイル 8 の導体断面積が大きく、周長が短くできれば、電気抵抗の減少により回転電機の効率が向上する。このため回転電機 1 は、固定子コア 9 の各々のティース 10 に集中的にコイル 8 を巻回することで、固定子コア 9 の軸方向両端面から突出した磁気的に無効なコイル長、すなわちコイルエンドを短くできる「集中巻」を採用する。また、巻線するコイル 8 の整列性を向上させ、より多くの導体を固定子コア 9 に巻線する手段として、回転電機 1 は固定子コア 9 を分割する「分割コア」を採用する。なおコイル 8 の断面は円でもよいし略直方体でもよい。換言するとコイル 8 は、いわゆる丸線でもよいしいわゆる角線でもよい。

[0011] 図 2 は、固定子 3 の外観図である。図 2 に示すように、固定子 3 は複数のブロック 15 から構成される。以下ではブロック 15 の構造および製造方法を説明する。

[0012] (ブロック 15 の構造)

図 3 は、ブロック 15 の外観図である。ただし図 3 ではコイル 8 である渡り線 8A を介して接続される 3 つのブロック 15 を示している。ブロック 15 は、鉄心である分割コアブロック 12 とボビン 13 とコイル 8 とを備える。コイル 8 は、後述するようにボビン 13 を介して分割コアブロック 12 に巻回され集中巻コイル 8B を形成する。図 3 に示す溝 18 は、後述する巻き始め 16 を固定する。分割コアブロック 12 は次のように作成される。

[0013] 図 4 は分割コアブロック 12 の外観を示す図である。厚さ 0.15 mm ~ 0.5 mm の電磁鋼板を打抜き、不図示のかしめや接着などにより積層固定することで、分割コアブロック 12 を形成する。分割コアブロック 12 は、ボビン 13 を介してコイル 8 が巻回されるティース 10 と、バックヨーク 11 とを備える。

[0014] 図 5 は、ボビン 13 の外観図である。ボビン 13 は PBT (ポリブチレンテレフタレート) や PPS (ポリフェニレンサルファイド) などの樹脂で射出成形される。ボビン 13 の側面には突起 14 が設けられ、コイル 8 の位置

ずれを防止する。ただし突起 14 は必須の構成要素ではなく、ボビン 13 は突起 14 を備えなくてもよい。ボビン 13 は図 5 の上下方向の中央で分離可能である。なお図 5 に記号 w で示すように、ボビン 13 においてコイル 8 が巻回される領域の幅をボビン幅と呼ぶ。本実施の形態ではボビン幅は一定である。また図 5 において符号 H で示す図示上下方向をボビン 13 の高さ方向と呼ぶ。

[0015] 図 6 は、ボビン 13 を分割コアブロック 12 に組付けた状態を示す図である。ボビン 13 を 2 つに分離し、図 4 に示す分割コアブロック 12 の上下から挟み込むように組付ける。この後、ボビン 13 の周りにエナメル皮膜付きの電線でコイル 8 を巻線するとブロック 15 が形成される。巻線の手順は後述する。

[0016] (多極化に伴う課題)

ところで近年では、回転電機の効率向上、および出力トルクの更なる向上を目的として、回転子の多極化が進められている。数式を併用して説明する。回転電機の出力トルク T は次の式 1 で表される。

$$T = K_t \cdot I \quad \dots (式 1)$$

[0017] ただし K_t はトルク定数、 I は電流である。またトルク定数 K_t は次の式 2 で示す関係を有する。

$$K_t = \alpha \cdot f \cdot n \cdot \phi \quad \dots (式 2)$$

[0018] ただし α は定数、 f は周波数、 n はコイルターン数、 ϕ は磁束である。またトルク T は次の式 3 に示す関係を有する。

$$T = \alpha \cdot f \cdot n \cdot \phi \cdot I \quad \dots (式 3)$$

[0019] 回転子の回転数が一定であっても回転子の極数を増やすと周波数 f が増えるため、式 (3) から明らかなように一定のトルク T を得るためのコイルのターン数 n を減らすことができる。コイルのターン数の減少に伴って、次の 2 つの効果が得られる。第 1 に、コイル抵抗の低減による効率改善の効果である。第 2 に、体積を低減した分コイルを固定子の外周側に配置し、回転子径を大型化してトルクを増加させる効果である。

[0020] 回転子の極数を増やすことによりこれらの効果が得られるので、本発明にかかる回転電機 1 は回転子の極数を増加させる設計としている。ただし回転子の極数の増加に対応して、固定子 3 の磁極数、すなわち分割コアブロック 12 の数が増加し、それぞれの分割コアブロック 12 の形状の制約が大きくなる。具体的に図を参照して説明する。

[0021] 図 7 は回転子の極数とブロック 15 の形状の関係の概略を示す図である。図 7 (a) はブロック 15 を 12 個備える場合を示す図であり、図 7 (b) はブロック 15 を 14 個備える場合を示す図である。なお回転子の極数が比較的少ない 8 や 10 の場合に図 7 (a) に示すようにブロック 15 が 12 個用いられる場合が多く、回転子の極数が比較的多い 14 の場合に図 7 (b) に示すようにブロック 15 が 14 個用いられる場合が多い。

[0022] 図 7 (a) と図 7 (b) とを比較して明らかなように、回転子の極数が増加するにつれて許容されるブロック 15 の幅が狭くなる。前述のとおりブロック 15 は分割コアブロック 12 とボビン 13 とコイル 8 とを備え、分割コアブロック 12 は鋼板の積層で作成され、ボビン 13 は射出成型により作成されるため、形状の変更は比較的容易である。しかしコイル 8 はボビン 13 に巻回されるので、許容されるブロック 15 の幅が狭くなることにより工夫が必要になる。具体的に図を参照して説明する。

[0023] 図 8 は、許容されるブロック 15 の幅を示す図である。ブロック 15 は円周上に並べて配置されることで固定子 3 を構成するので、それぞれのブロック 15 は隣接するブロック 15 と接触しない幅であることが求められる。具体的にはブロック 15 のボビン 13 に巻回されるコイル 8 は、図 8 に符号 900 で示す略台形状の領域内に収まることが求められる。仮に図示左側のようコイル 8 が台形領域 900 に収まっていない場合は、隣接するブロック 15 のコイル 8 と干渉するためブロック 15 を組み合わせて固定子 3 を形成することができない。

[0024] そこで本実施の形態では、図 8 の右側に示すように、コイル 8 の巻き始め 16 から巻き終わり 17 までは台形領域 900 に収める工夫を行う。なお隣

接するブロック 15 におけるコイル 8 の巻数が異なる場合は、隣接するブロック 15 のコイル 8 の巻数を減らすことで生じたスペースを、対向するコイル 8 の配置スペースとすることも可能であるが、ここでは全てのコイル 8 の巻数を同一としている。

[0025] なお本実施の形態では、ボビン 13 に巻回したコイル 8 のうち、ボビン 13 と接する最も内周側のコイル 8 を 1 層目 L1 と呼び、1 層目 L1 の外側に巻回されたコイルを 2 層目 L2、さらに 2 層目 L2 の外側に巻回されたコイルを 3 層目 L3 と呼ぶ。たとえば図 8 の左側はコイル 8 が 3 層目まで存在し、図 8 の右側はコイル 8 が 2 層目まで存在する。また本実施の形態では、図 8 の左側に示すように図 8 の上方をバックヨーク側、または外周側と呼び、図 8 の下方を内周側と呼ぶ。以下では、ボビン 13 に形成される領域であって巻線可能な領域を巻線可能領域 131 と呼ぶ。

[0026] (巻線の手順)

図 9 は、第 1 の実施の形態における巻き線の手順を説明する図である。図 9 (a) ~ 図 9 (d) のそれぞれに示す状態を、ここでは便宜的に第 1 段階 ~ 第 4 段階と呼ぶ。なお以下に説明する巻線は、巻線機などの機械があらかじめ作成されたプログラムに基づいて実行してもよいし人間が実行してもよい。以下では巻線機が巻線を行うと仮定してその手順を説明する。

[0027] 図 9 はコイル 8 の巻き始め 16 側のコイルエンド 19 の上方、換言すると図 3 における図示上方からブロック 15 を見た図である。また図 9 では、コイル 8 のターン数を「T」で示している。

[0028] まず図 9 (a) に示すように、巻線機はコイル 8 の巻き始め 16 を溝 18 に巻き落とし、巻線可能領域 131 において最もバックヨーク 11 に近い位置においてボビン 13 に 1 ターン目を巻き付ける。すなわち図 9 (a) に示す第 1 段階では、図示奥側にはコイルエンド 19 が形成されているが、図示手前側にはまだコイルエンド 19 が形成されていない。

[0029] 次に巻線機は、図 9 (b) に示すように、内周側に 2 ターン目を形成するために、1 ターン目と 2 ターン目の複数移行部 22 を 2 巻線ピッチで形成す

る。これにより、コイルの側面 20 に巻き始め 16 である 1 ターン目の隣にコイル 8 を形成する電線が一本だけ入る空隙 23 が形成される。そして巻線機は、ボビン 13 に 2 ターン目を巻回し、以後は巻線可能領域 131 の最も内周側に到達するまで空隙 23 を形成することなく通常移行部 19A を形成しつつコイル 8 を巻回して図 9 (b) に示す第 2 段階となる。

[0030] なおコイルエンド 19 には、通常移行部 19A および複数移行部 22 も含まれる。また以下では、バックヨーク側を始点とし少なくとも 1 か所の空隙 23 を形成して最も内周側に移行しつつ巻回されるコイル 8 を順巻部 910 と呼ぶ。すなわち 1 ターン目から 4 ターン目のコイル 8 が順巻部 910 である。

[0031] 次に巻線機は、図 9 (c) に示すように逆移行部 24 を形成し 1 ターン目と 2 ターン目のコイル 8 に挟まれた空隙 23 にコイル 8 の 5 ターン目を形成して第 3 段階となる。この逆移行部 24 は、2 ターン目～4 ターン目のコイル 8 を飛び越えるように内周側からバックヨーク側へと向かう。この 5 ターン目のコイル 8 は、1 ターン目と 2 ターン目のコイル 8 が両側に存在するので、摩擦により空隙 23 に挿入した 5 ターン目のコイル 25 が空隙 23 の内部に固定される。そのため巻線時の張力によって空隙 23 の外部に 5 ターン目のコイル 25 が引っ張り出されない。以下では、巻線可能領域 131 の内周側からバックヨーク側に移行しつつ空隙 23 に巻回されるコイル 8 を逆巻部 920 と呼ぶ。本実施の形態では 5 ターン目のコイル 8 が逆巻部 920 である。

[0032] 最後に巻線機は、図 9 (d) に示すように空隙 23 に巻回した 5 ターン目のコイル 25 に接するように、2 層目に 6 ターン目のコイル 26 を巻回す。これにより 5 ターン目のコイル 25 を上層から押さえ込み、巻線後に 5 ターン目のコイル 25 が空隙 23 から脱落すること強固に防止できる。以上の構成により、巻き始め 16 と巻き終わり 17 をバックヨーク 11 側に設け、かつコイルの側面 20 に突出して斜めに配置される電線を生じさせずに、スロット内の台形空間を有効に活用して高密度に巻線することができる。

[0033] (従来手法)

図10および図11は、従来手法による巻線がされたブロック15Zを示す図である。本実施の形態におけるブロック15との比較のために説明する。なおブロック15とブロック15Zは巻線以外は同一である。

[0034] 巻線機はまず、図10(a)に示すように、巻線可能領域131の最もバックヨーク側からコイル8を巻き始めて、巻き始め側のコイルエンド19を除くボビン13の3面に巻回して1ターン目を形成する。ここまでは本発明の手順と同様である。その後巻線機は、図10(b)に示すように、巻線可能領域131の最も内周側に到達するまで、隙間を空けることなく通常移行部19Aを形成し、内周側に移動しながらコイル8をボビン13に巻回す。

[0035] ここまでは問題は生じないが、図10(c)に示すように、6ターン目のコイル8の側面が1ターン目と2ターン目が構成する谷間で位置決めされないため次の問題が生じる。すなわち、5ターン目から6ターン目へ移行する従来逆移行部24Zは、複数の通常移行部19Aの外周に沿うが、6ターン目のコイル8を巻回す際の張力により従来逆移行部24Zが滑り、図10および図11に符号21で示すように、コイルエンド19とコイル側面20の2面間を最短で結ぶように斜めにコイル8が配置される。

[0036] そのため従来手法によれば6ターン目のコイル8が前述の台形領域900から大きくはみ出すため、隣接するコイルとの干渉が生じ、理想とするターン数の巻線が不可能となる。トルクや効率の向上のために集中巻固定子を有する回転電機の極数を増やした場合、ティース、および巻線に割り当てられる台形空間が細長くなるため、巻き始め16と巻き終わり17をバックヨーク11側にして高密度に巻線をしようとする、この問題はさらに顕著になる。なお、分割コアの固定子を用いて従来技術の問題点を説明したが、円筒状の一体コアを用いた場合にも同様の問題がある。

[0037] 上述した第1の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) 回転電機1は、固定子3と、固定子3の内部に回転可能な回転子とを備える。固定子3は、円筒型でありティース10を有する鉄心である分割コ

アブロック 12 と、分割コアブロック 12 の周りに形成されるボビン 13 と、ボビン 13 を介してティース 10 にコイル 8 を集中的に巻回した複数の集中巻コイル 8B とを備える。集中巻コイル 8B の少なくとも一つは、ボビン 13 を介してティース 10 と接する第 1 層目に、分割コアブロック 12 のバックヨーク側を始点とし少なくとも 1 か所を空隙 23 にして最も内周側に移行しつつ巻回される順巻部 910 と、内周側からバックヨーク側に移行しつつ空隙 23 に巻回される逆巻部 920 とを備える。そのためスロット内の台形空間を有効に活用してコイル 8 を高密度に巻線することができる。

[0038] (2) 空隙 23 は、コイル 8 の巻き始め 16 に隣接する。そのため巻き始め 16 と巻き終わり 17 をバックヨーク側に設けられ、連続巻線とその引き回しが容易である。

[0039] (3) 集中巻コイル 8B は、空隙 23 に巻回したコイル 8 に接して上層にさらにコイル 8 が巻回される。そのため空隙 23 に巻回したコイル 8 を上層から押さえ込み、巻線後にそのコイル 8 が空隙 23 から脱落すること強固に防止できる。

[0040] (4) 回転電機 1 は、図 3 に示すように渡り線 8A を介して連続巻される少なくとも 2 つの集中巻コイル 8B を含む。そのため回転電機 1 に含まれる複数のブロック 15 において理想的な巻線が得られ、回転電機 1 の性能を向上させることができる。

[0041] (変形例 1)

2 層目に巻回されるコイル 8 が存在しなくてもよい。すなわち図 9 における 6 ターン目のコイル 8 が存在しなくてもよい。

[0042] (変形例 2)

1 層目に形成される空隙 23 は、第 1 の実施の形態において説明した箇所限定されない。たとえば巻線可能領域 131 の最も外周側から順番に 2 ターン巻回してから空隙 23 を設けてもよいし、3 ターン以上巻回してから空隙 23 を設けてもよい。

[0043] (変形例 3)

上述した第1の実施の形態では、空隙23は1つのブロック15に1つのみ形成された。しかし1つのブロック15に複数の空隙23が形成されてもよい。

[0044] 図12は、1つのブロック15に複数の空隙23が形成される場合の巻線の手順を示す図である。図12(a)～図12(f)のそれぞれに示す状態を、ここでは便宜的に第A1段階～第A6段階と呼ぶ。以下では第1の実施の形態において図9を参照して説明した手順との違いを主に説明する。また本変形例でも便宜的に巻線機が巻線を行うと仮定して説明する。

[0045] 図12(a)に示す第A1段階は、第1の実施の形態における第1段階と同様である。次に巻線機は、図12(b)に示すように、1ターン目よりも内周側に2ターン目を形成するために、1ターン目と2ターン目の複数移行部22を2巻線ピッチで形成する。これにより、コイルの側面20に巻き始め16である1ターン目の隣にコイル8を形成する電線が一本だけ入る第1の空隙23Aが形成される。そして巻線機は、ボビン13に2ターン目を巻回し、第A2段階となる。

[0046] 次に巻線機は、図12(c)に示すように、内周側に3ターン目を形成するために、2ターン目と3ターン目の複数移行部22を2巻線ピッチで形成する。これにより、2ターン目の隣にコイル8を形成する電線が一本だけ入る第2の空隙23Bが形成される。そして巻線機は、ボビン13に3ターン目を巻回し、第A3段階となる。本変形例では、1ターン目から3ターン目のコイル8が順巻部910である。

[0047] 次に巻線機は、図12(d)に示すように逆移行部24を形成し2ターン目と3ターン目のコイル8に挟まれた第2の空隙23Bにコイル8の4ターン目を形成して第A4段階となる。次に巻線機は、図12(e)に示すように逆移行部24を形成し1ターン目と2ターン目のコイル8に挟まれた第1の空隙23Aにコイル8の5ターン目を形成して第A5段階となる。本変形例では、4ターン目と5ターン目のコイル8が逆巻部920である。最後に巻線機は、図12(f)に示すように第1の空隙23Aに巻回した5ターン

目のコイル 25 に接するように、2 層目に 6 ターン目のコイル 26 を巻回し、第 A 6 段階となる。

[0048] この変形例 3 によれば次の作用効果が得られる。

(5) ブロック 15 は、第 1 の空隙 23 A および第 2 の空隙 23 B を有する。逆巻部 920 は、複数存在する空隙について内周側に存在する空隙から順番に巻回される。そのため逆移行部 24 の角度を緩やかにでき、コイル 8 を巻回す際の張力による逆移行部 24 の滑りが発生しにくくなる。したがって第 1 の空隙 23 A および第 2 の空隙 23 B からコイル 8 がさらに脱落しにくくなる。

[0049] (変形例 4)

第 1 の実施の形態では、図 2 や図 3 に示すように固定子 3 を構成する複数のブロック 15 が図 9 を参照して説明した集中巻コイル 8 B を備えた。しかし少なくとも 1 つのブロック 15 が集中巻コイル 8 B を備えればよい。

[0050] (変形例 5)

第 1 の実施の形態では、図 2 や図 3 に示すように固定子 3 は物理的に分離可能な複数の分割コアブロック 12 を備えた。換言すると第 1 の実施の形態における固定子 3 は、いわゆる分割コア方式を採用していた。しかし固定子 3 は、一体に成形されたコアを用いる、いわゆる一体コア方式を採用してもよい。この場合も、第 1 の実施の形態と同様の作用効果が得られる。

[0051] 一第 2 の実施の形態一

図 13 ～図 14 を参照して、本発明にかかる回転電機および固定子の第 2 の実施の形態を説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、ボビンの幅が一様でない点で、第 1 の実施の形態と異なる。

[0052] 図 13 は第 2 の実施の形態におけるボビン 13 A を示す図である。図 13 は第 1 の実施の形態における図 9 と同一の視点でボビン 13 A を示している。ボビン 13 A は、巻回されるコイル 8 の 1 層目と接する円弧状のガイド g

1～g 5を備える。第2の実施の形態では、第1の実施の形態と同様に巻線可能領域1 3 1のうち最もバックヨーク側から2番目、すなわちガイドg 2の位置に空隙2 3を形成する。なお以下では、ガイドg 1およびガイドg 2を第1接触部と呼び、ガイドg 3～ガイドg 5を第2接触部と呼ぶこともある。

[0053] 図1 3において符号1 3 5はボビン1 3 Aの中心軸、符号1 3 2はガイドg 1およびガイドg 2の基準位置、符号1 3 3はガイドg 3～ガイドg 5の基準位置である。符号1 3 4はボビン1 3 Aの内壁である。それぞれの基準位置とガイドの位置関係は、たとえば円弧状のガイドの最も中心軸1 3 5に近い位置と基準位置が一致する関係にある。ただし全てのガイドg 1～g 5で基準位置との関係が同一ならば他の基準を採用してもよい。

[0054] 中心軸1 3 5を通過する第1基準位置1 3 2同士の距離、換言すると第1基準位置1 3 2のボビン幅を h_a とおく。また中心軸1 3 5を通過する第2基準位置1 3 3同士の距離、換言すると第2基準位置1 3 3のボビン幅を h_b とおく。 h_a よりも h_b が大きい。すなわちガイドg 1およびガイドg 2よりもガイドg 3～ガイドg 5の方が中心軸1 3 5から遠く、ガイドg 2とガイドg 3の間に $h_b - h_a$ の段差が生じる。

[0055] 図1 4はボビン1 3 Aにコイル8を巻回した状態を示す図である。ただし図1 4ではコイル8の断面のみを示している。前述のようにガイドg 2とガイドg 3の間に $h_b - h_a$ の段差が生じるので、4ターン目を巻回してから空隙2 3に移行した後にコイル8がその段差により脱落しにくくなる効果が得られる。

[0056] 上述した第2の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(6) ボビン1 3において、コイル8と接する位置であり逆巻部9 2 0が巻回される空隙2 3および空隙2 3からバックヨーク側がガイドg 1およびガイドg 2、すなわち第1接触部である。ボビン1 3において、コイル8と接する位置であり空隙2 3から内周側がガイドg 3～ガイドg 5、すなわち第2接触部である。第1接触部のボビン幅 h_a は第2接触部のボビン幅 h_b よ

りも狭い。そのため、空隙 23 に巻回したコイル 8 が脱落しにくくなる。

[0057] (第 2 の実施の形態の変形例)

上述した第 2 の実施の形態ではガイド g 1 ～ガイド g 5 は円弧状であったが、ガイド g 1 ～g 5 は平板状でもよい。

[0058] ー第 3 の実施の形態ー

図 15 を参照して、本発明にかかる回転電機および固定子の第 3 の実施の形態を説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、ボビンの端面に溝を有する点で、第 1 の実施の形態と異なる。

[0059] 図 15 は第 3 の実施の形態にかかるボビン 13B を示す図である。ボビン 13B はコイルエンド側のボビン端面 27 に、1 層目の順巻部 910 のピッチに対応させた溝 28 を有する。ボビン 13B は溝 28 を有するので、製造時には 2 巻線ピッチでのボビン端面 27 でのコイル 8 の移行を容易に実行でき、製造後にはボビン側面 29 での電線の位置ずれを防止できる。ただし溝 28 は、順巻部 910 の全てに対応する溝 28 を備えなくてもよく、少なくとも 2 巻線ピッチに対応する溝 28 を備えればよい。

[0060] 上述した第 3 の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(7) ボビン 13B は、高さ方向端面に、順巻部 910 が巻回される溝 28 を備える。そのため、製造時はボビン端面 27 でのコイル 8 の移行を容易に実行でき、製造後にはボビン側面 29 での電線の位置ずれを防止できる。

[0061] 上述した各実施の形態および変形例は、それぞれ組み合わせてもよい。上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0062] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2017-225115 (2017 年 11 月 22 日出願)

符号の説明

- [0063] 1…回転電機
3…固定子
5…シャフト
6…ベアリング
7…入力端子
8…コイル
8 B…集中巻コイル
1 3、1 3 A、1 3 B…ボビン
1 5…ブロック
2 3…空隙
2 4…逆移行部
2 8…溝
1 3 1…巻線可能領域
9 0 0…台形領域
9 1 0…順巻部
9 2 0…逆巻部

請求の範囲

- [請求項1] 固定子と、前記固定子の内部に回転可能な回転子とを備える回転電機であって、
- 前記固定子は、
- 円筒型でありティースを有する鉄心と、
- 前記鉄心の周りに形成されるボビンと、
- 前記ボビンを介して前記鉄心のティースにコイルを集中的に巻回した複数の集中巻コイルとを備え、
- 前記集中巻コイルの少なくとも一つは、前記ティースと接する第1層目に、前記鉄心のバックヨーク側を始点とし少なくとも1か所を空隙にして内周側に移行しつつ巻き回される順巻部と、前記内周側から前記バックヨーク側に移行しつつ前記空隙に巻き回される逆巻部とを備える回転電機。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機において、
- 前記空隙は、前記コイルの巻き始め個所に隣接する回転電機。
- [請求項3] 請求項1に記載の回転電機において、
- 前記空隙は複数存在し、
- 前記逆巻部は、複数存在する前記空隙について前記内周側に存在する前記空隙から順番に巻き回される回転電機。
- [請求項4] 請求項1に記載の回転電機において、
- 前記空隙に巻回した前記コイルに接して上層にさらに前記コイルを巻回した回転電機。
- [請求項5] 請求項1に記載の回転電機において、
- 渡り線を介して連続巻された少なくとも2つの前記集中巻コイルを含む回転電機。
- [請求項6] 請求項1に記載の回転電機において、
- 前記ボビンにおいて、前記コイルと接する位置であり前記逆巻部が巻回される前記空隙および前記空隙から前記バックヨーク側を第1接

触部とし、

前記ボビンにおいて、前記コイルと接する位置であり前記空隙から前記内周側を第2接触部とすると、

前記第1接触部のボビン幅は、前記第2接触部のボビン幅よりも狭い回転電機。

[請求項7] 請求項1に記載の回転電機において、

前記ボビンは、前記ボビンの高さ方向端面に、前記順巻部が巻き回される溝を備える回転電機。

[請求項8] 円筒型でありティースを有する鉄心と、

前記鉄心の周りに形成されるボビンと、

前記ボビンを介して前記鉄心のティースにコイルを集中的に巻回した複数の集中巻コイルとを備え、

前記集中巻コイルの少なくとも一つは、前記ティースと接する第1層目に、前記鉄心のバックヨーク側を始点とし少なくとも1か所を空隙にして内周側に移行しつつ巻き回される順巻部と、前記内周側から前記バックヨーク側に移行しつつ前記空隙に巻き回される逆巻部とを備える固定子。

[請求項9] 請求項8に記載の固定子において、

前記空隙は、前記コイルの巻き始め個所に隣接する固定子。

[請求項10] 請求項8に記載の固定子において、

前記空隙は複数存在し、

前記逆巻部は、複数存在する前記空隙について前記内周側に存在する前記空隙から順番に巻き回される固定子。

[請求項11] 請求項8に記載の固定子において、

前記空隙に巻回した前記コイルに接して上層にさらに前記コイルを巻回した固定子。

[請求項12] 請求項8に記載の固定子において、

渡り線を介して連続巻された少なくとも2つの前記集中巻コイルを

含む固定子。

[請求項13]

請求項8に記載の固定子において、

前記ボビンにおいて、前記コイルと接する位置であり前記逆巻部が巻回される前記空隙および前記空隙から前記バックヨーク側を第1接触部とし、

前記ボビンにおいて、前記コイルと接する位置であり前記空隙から前記内周側を第2接触部とすると、

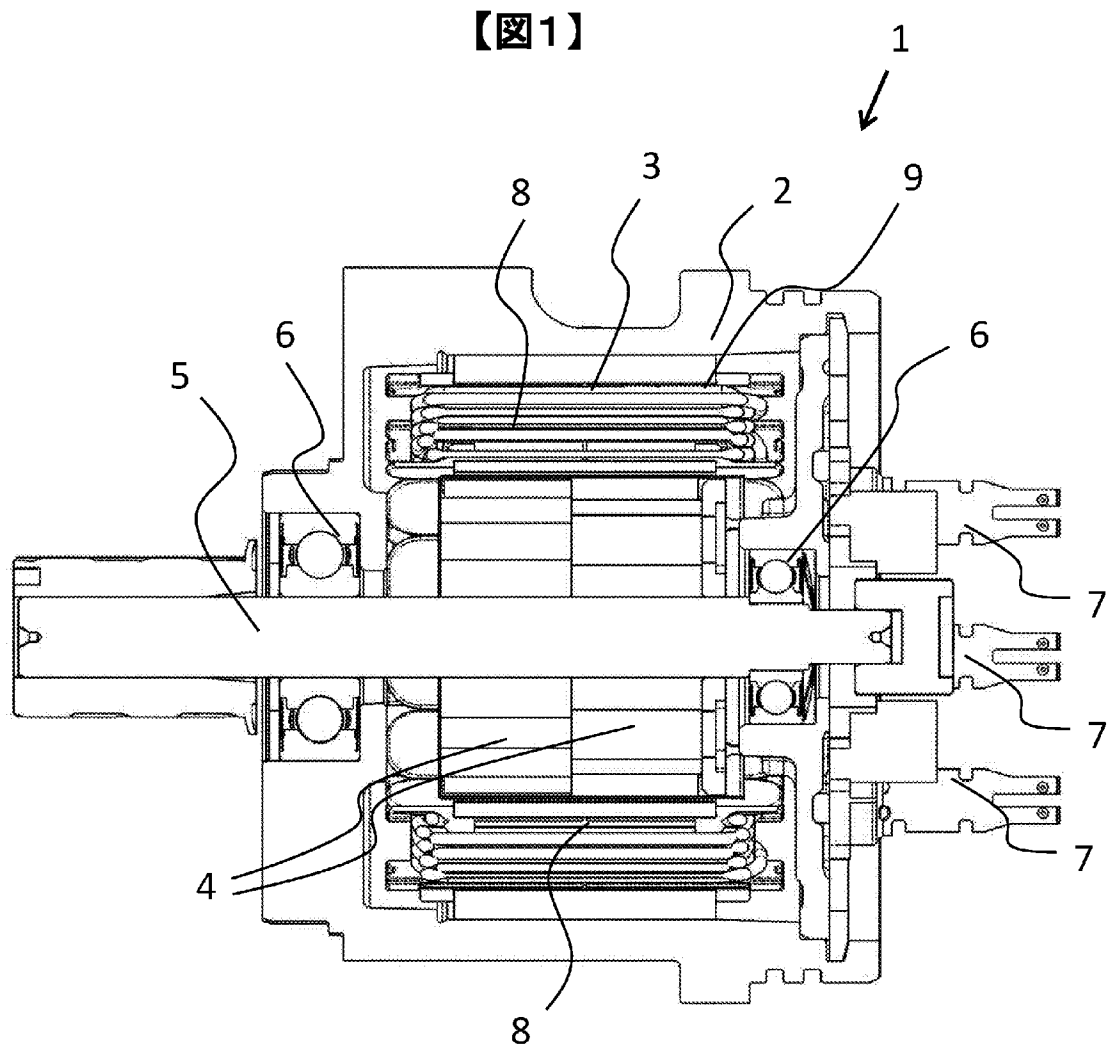
前記第1接触部のボビン幅は、前記第2接触部のボビン幅よりも狭い固定子。

[請求項14]

請求項8に記載の固定子において、

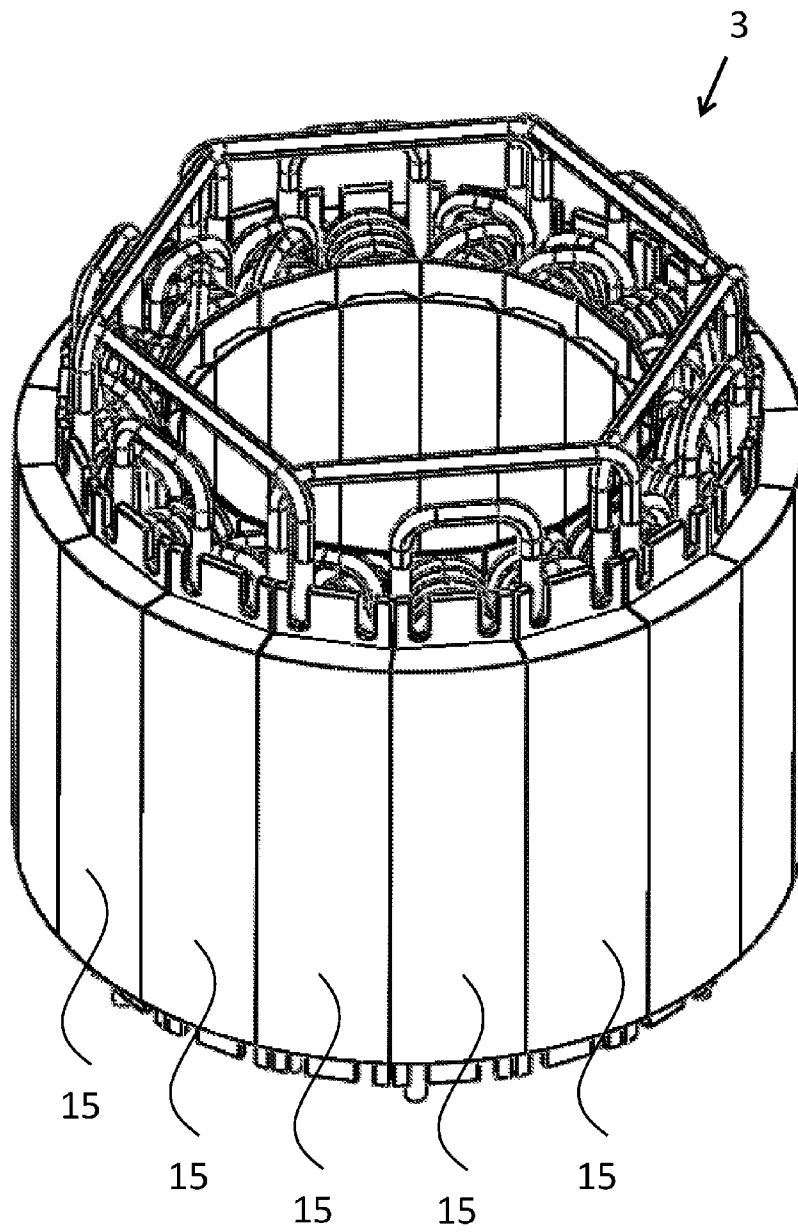
前記ボビンは、前記ボビンの高さ方向端面に、前記順巻部が巻き回される溝を備える固定子。

[図1]



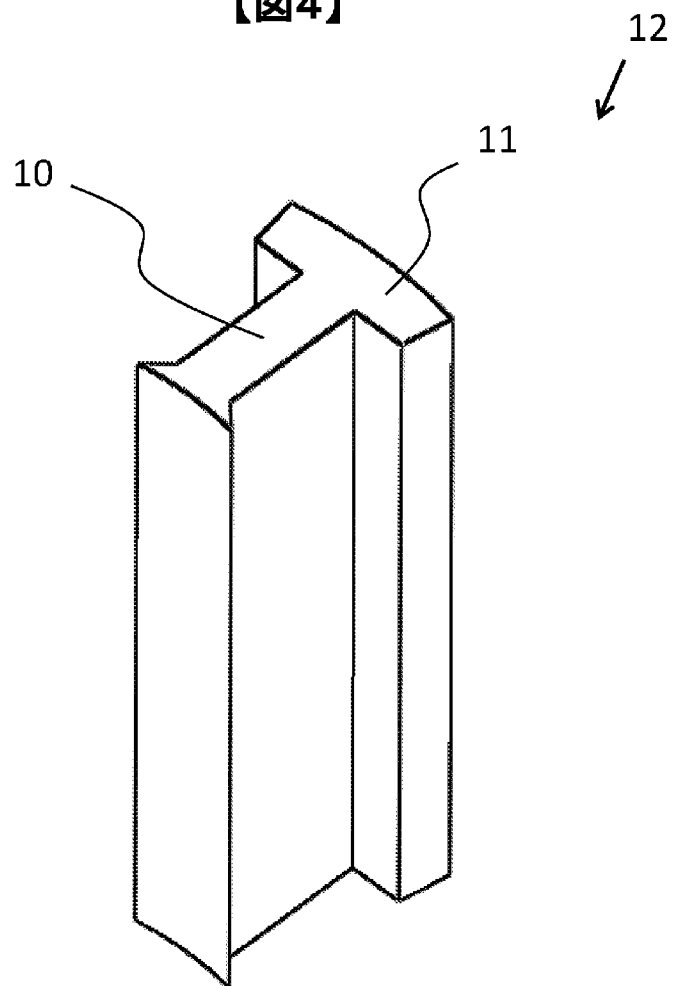
[図2]

【図2】



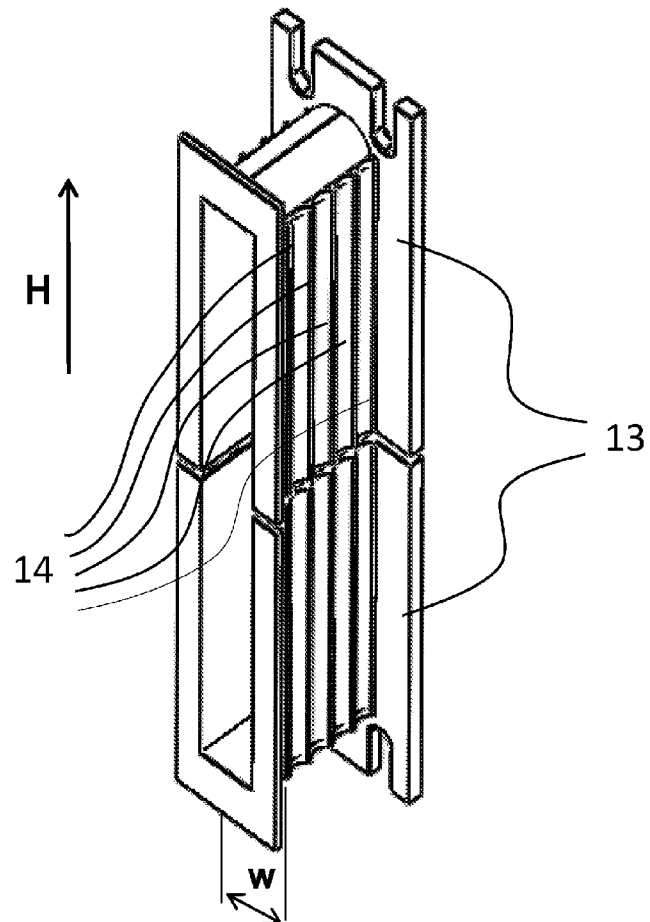
[図4]

【図4】



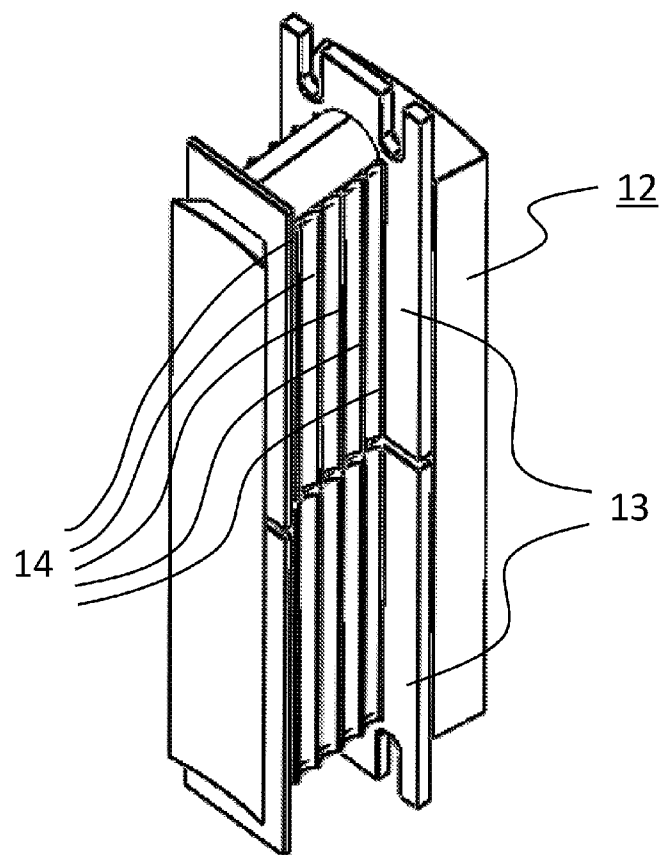
[図5]

【図5】



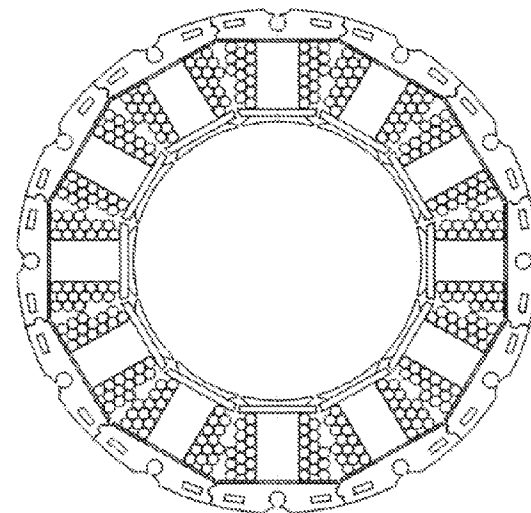
[図6]

【図6】

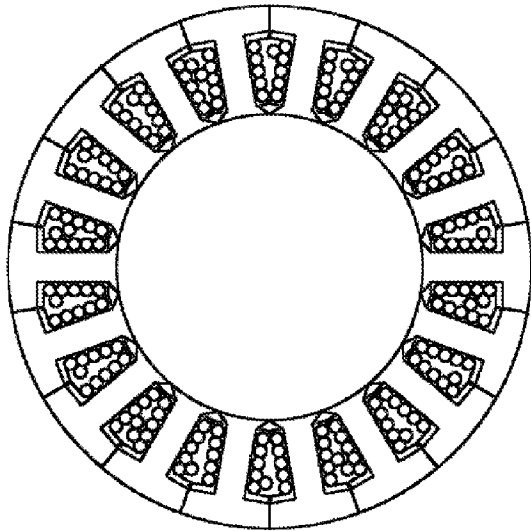


[図7]

【図7】



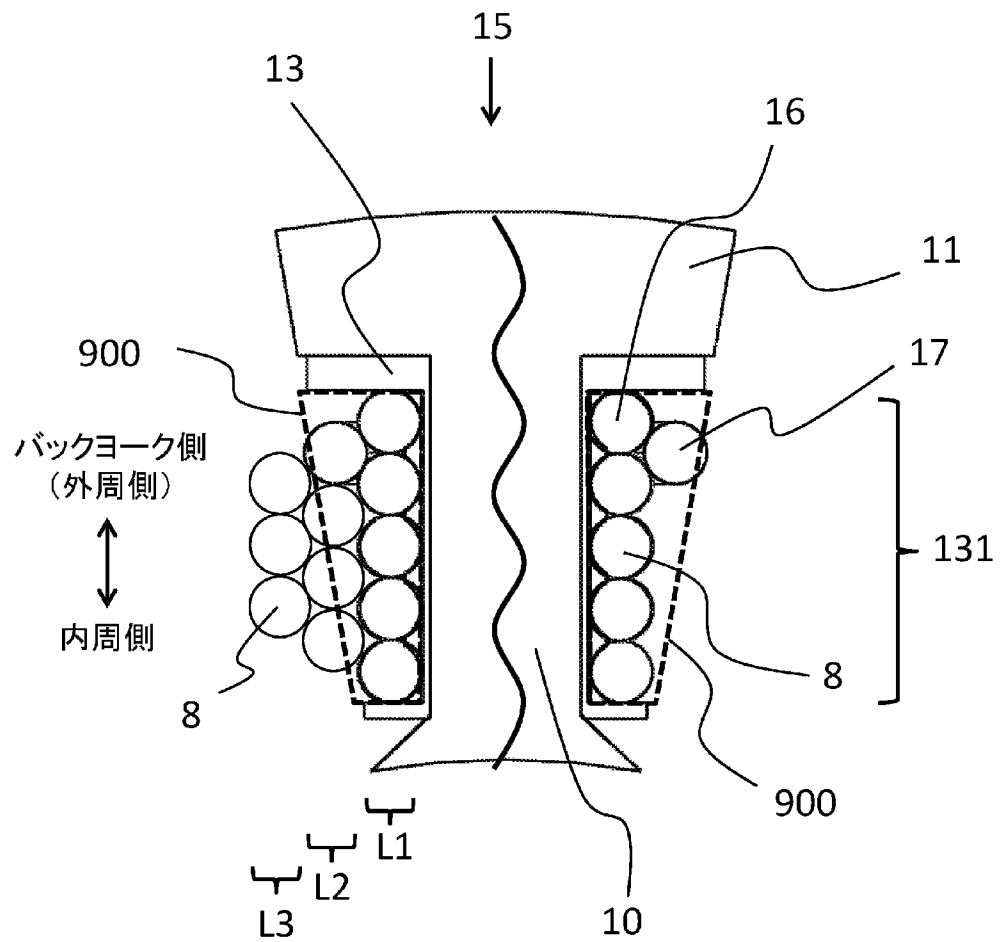
(a)



(b)

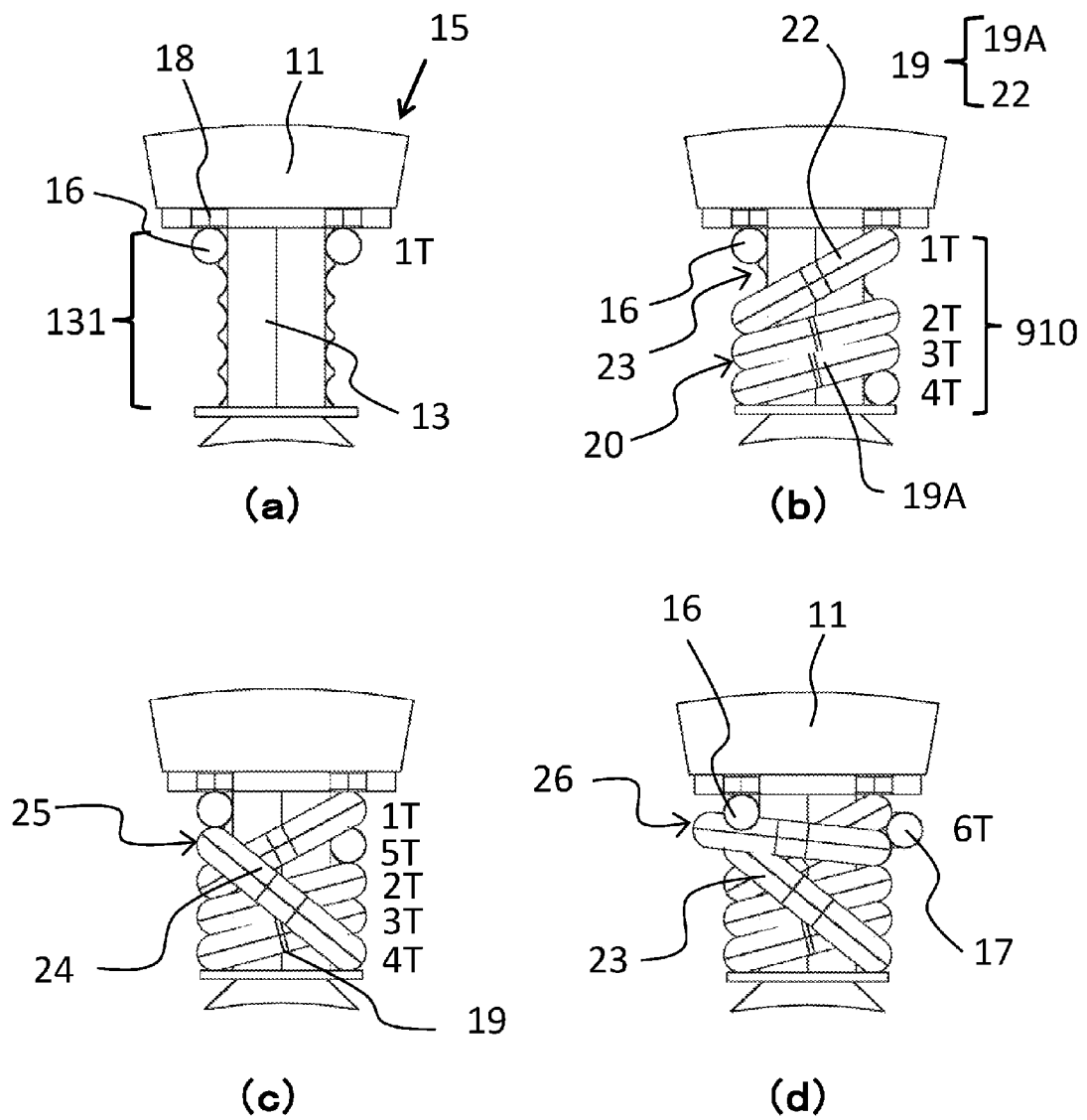
[図8]

【図8】

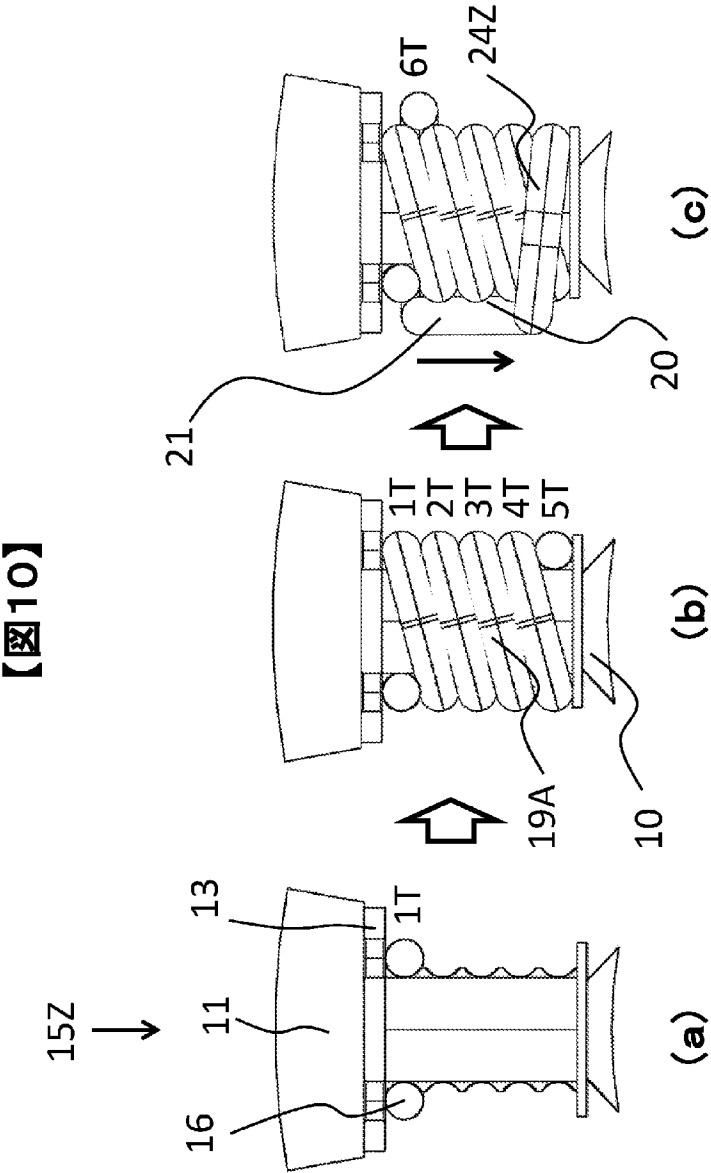


[図9]

【図9】

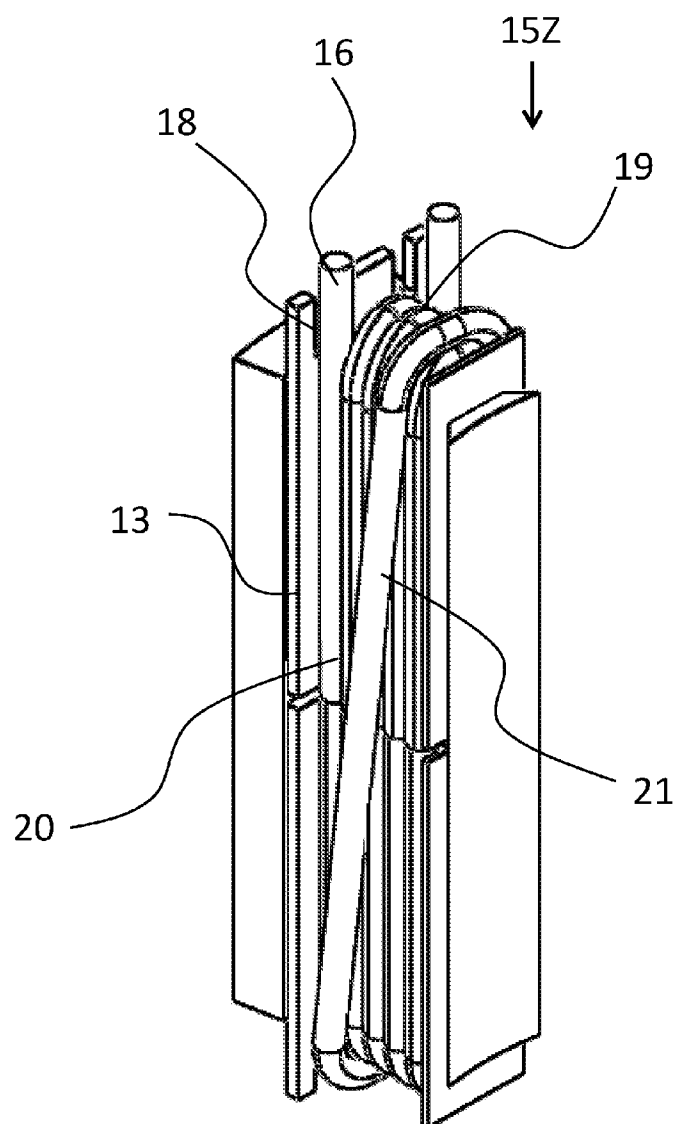


[図10]



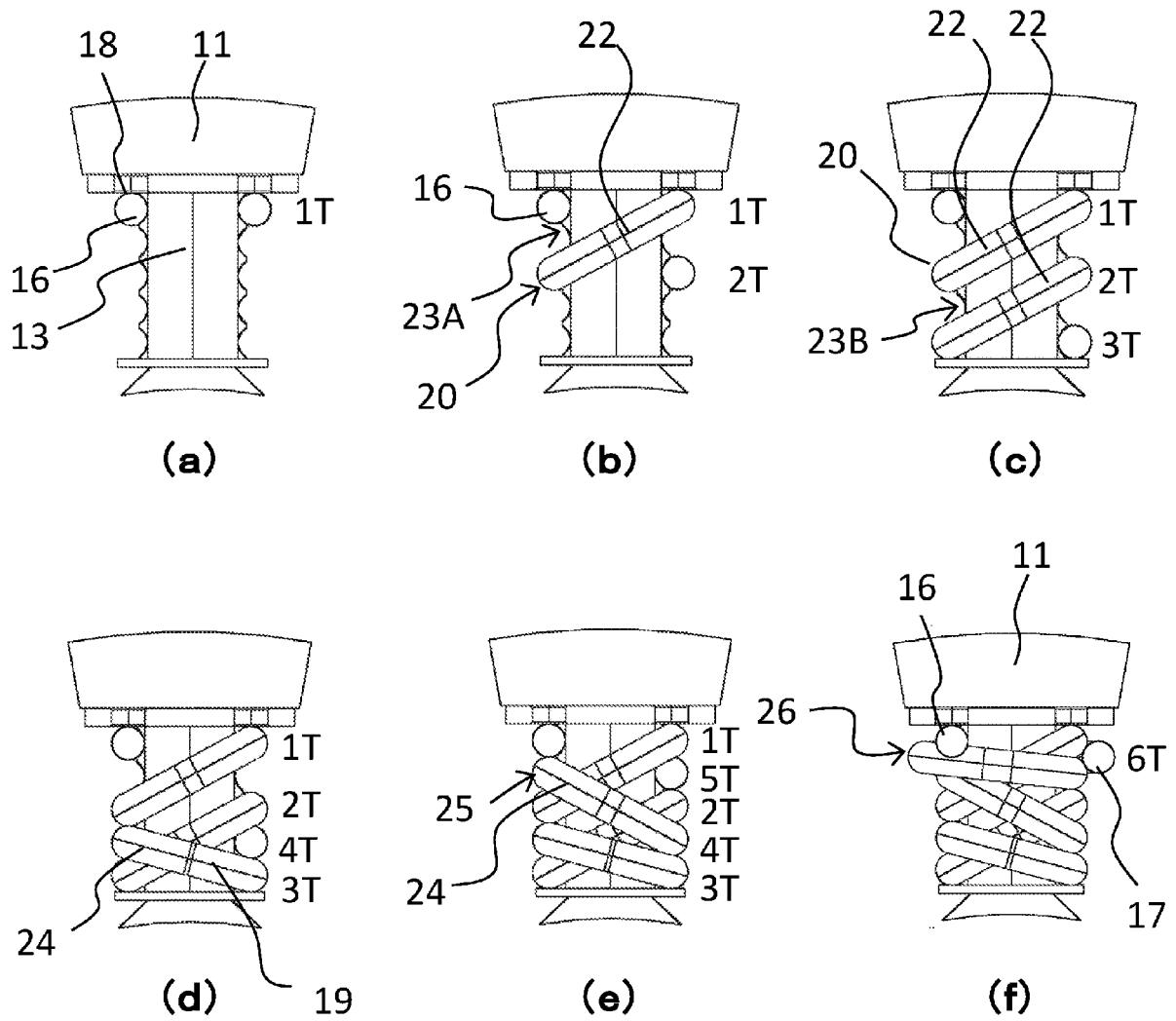
[図11]

【図11】



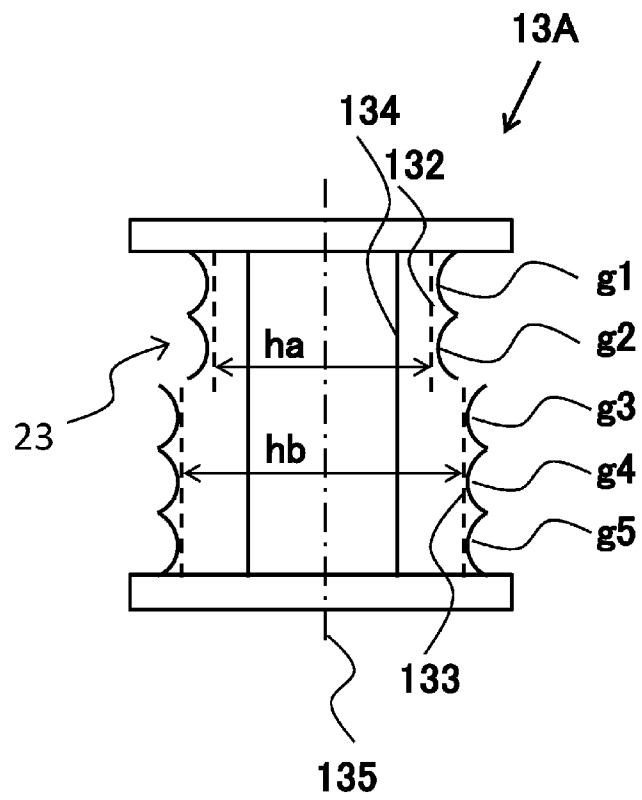
[図12]

【図12】



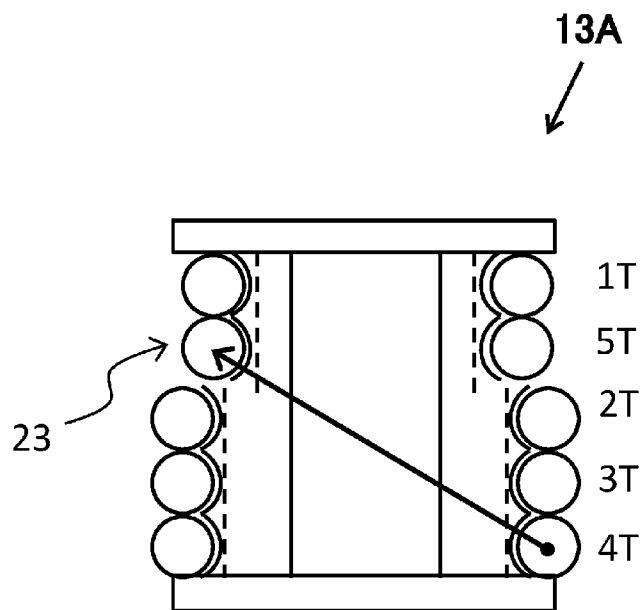
[図13]

【図13】



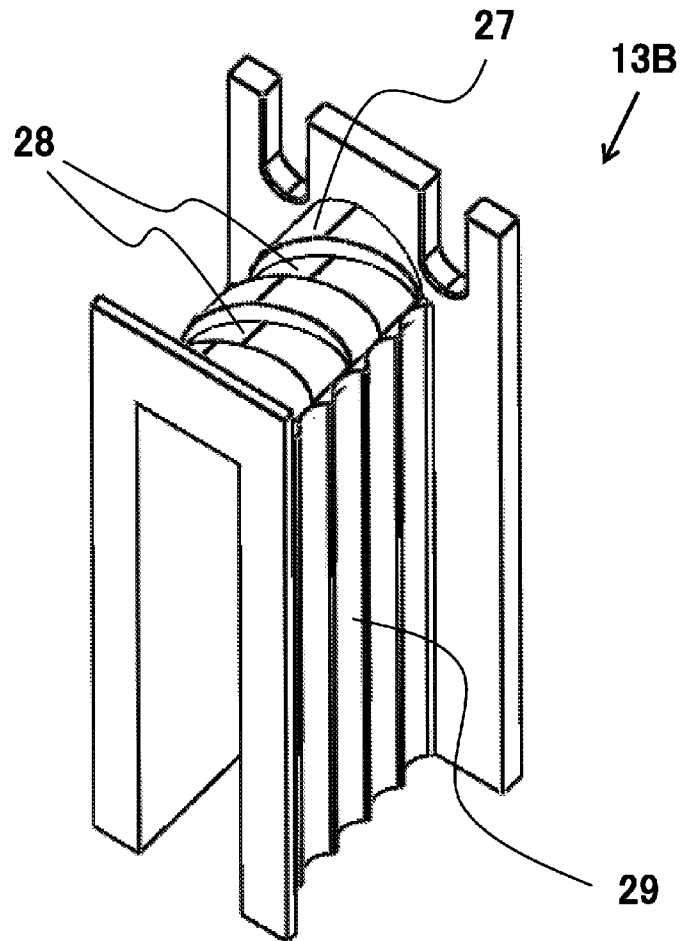
[図14]

【図14】



[図15]

【図15】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037990

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K3/12 (2006.01) i, H02K15/085 (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. H02K3/12, H02K15/085

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2005-20807 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 20 January 2005, paragraphs [0004]-[0006], fig. 6-9 (Family: none)	1-14
Y	JP 2010-158100 A (KOMATSU LTD.) 15 July 2010, fig. 11 & US 2011/0210642 A1, fig. 11 & EP 2372875 A1 & KR 10-2011-0086109 A & CN 102265486 A	1-14

☐ 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
07.01.2019

Date of mailing of the international search report
15.01.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K3/12(2006.01)i, H02K15/085(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. H02K3/12, H02K15/085

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2005-20807 A（株式会社安川電機）2005.01.20, 段落0004-0006, 図6-9（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2010-158100 A（株式会社小松製作所）2010.07.15, 図11 & US 2011/0210642 A1, 図11 & EP 2372875 A1 & KR 10-2011-0086109 A & CN 102265486 A	1-14

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

07.01.2019

国際調査報告の発送日

15.01.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

三島木 英宏

3V

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3357