

(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
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/071971 A1

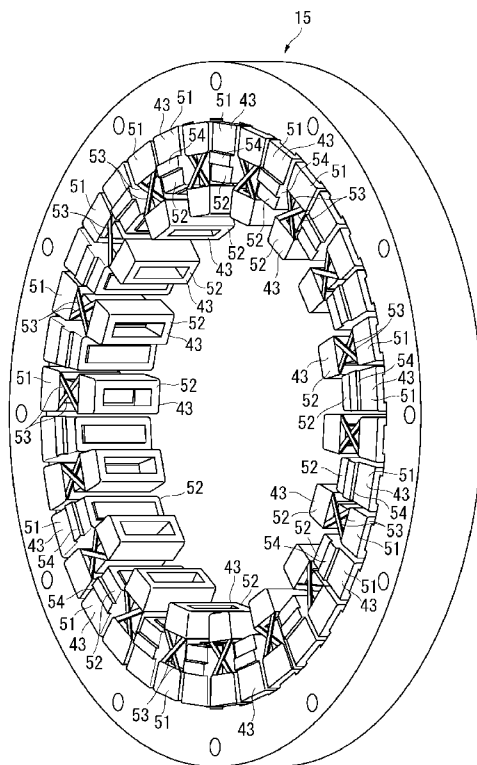
- (51) 国際特許分類:
H02K 3/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/080659
- (22) 国際出願日: 2013年11月13日(13.11.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂2丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡辺 夏樹 (WATANABE Natsuki); 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1
株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).
千葉 貞一郎 (CHIBA Teiichirou); 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1
株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP). 杉本 幸彦 (SUGIMOTO Yukihiko); 〒2548555 神奈川県平塚市
- 四之宮3-25-1 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目26番13号 荻窪TMビル3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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機

[図12]



(57) Abstract: A rotary electric machine (10) provided with an annular stator (15), and a rotor (14) rotatably disposed on the inner peripheral side of the stator (15), wherein a plurality of teeth (42) projecting toward the rotor (14) side are circumferentially provided at regular intervals in the stator (15), a coil (43) around which an element wire is wound is inserted into the tooth (42), the coil (43) is dividable into a first coil part (51) on the base end side of the tooth and a second coil part (52) on the leading end side thereof, and the first and second coil parts (51, 52) are coupled to each other by a coupling part (53) formed by part of the element wire.

(57) 要約: 環状のステータ (15) と、ステータ (15) の内周側に回転自在に配置されたロータ (14) とを備える回転電機 (10) において、ステータ (15) には、ロータ (14) 側に向かって突出した複数のティース (42) が周方向に等間隔で設けられ、ティース (42) には、素線を巻回させたコイル (43) が挿入され、コイル (43) は、ティースの基端側の第1コイル部 (51) と先端側の第2コイル部 (52) とに分割自在であるとともに、第1、第2コイル部 (51, 52) が素線の一部で形成された連結部 (53) で互いに連結される。



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, 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))

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機に係り、具体的には、電動機や発電機といった回転電機に用いられるステータのコイル構造、特に、集中巻にて形成されたコイルを有するステータのコイル構造の改良に関する。

背景技術

[0002] 集中巻によって形成された複数のコイルを有する電動機が多用されている。このような電動機のステータでは、複数のティース間の空隙によりスロットが形成されている。ステータでの銅損を低減して電動機としての効率を向上させるためには、スロット内でのコイルの占積率を大きくすることが有効である。占積率を向上させた電動機として、それぞれ同じ大きさの断面積を有した矩形コイルとピラミッドコイルとを、周方向に並設されたティースに交互に配設することが提案されている（例えば、特許文献１）。

[0003] 各ティースがステータコアの内周部分から中央に向けて突出していることから、スロット内の空隙は、スロットの内方側ほど狭くなり、外方に向かうに従って広がっている。特許文献１によれば、そのようなスロットの半分が矩形コイルで占められ、残り半分がピラミッドコイルで占められるが、ピラミッドコイルの傾斜部分に矩形コイルを近接させることが可能であり、狭い空隙とされたスロットの内方側においても、矩形コイルとピラミッドコイルとが干渉することなく密に配設され、スロット内でのコイルの占積率が向上するとしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００２－１１２４８４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 では、矩形コイルおよびピラミッドコイルといった形状の異なる 2 種類のコイルを別々に用意する必要があるため、組立時のコイルの取り扱いが繁雑になるという問題がある。

[0006] 本発明の目的は、スロット内でのコイルの占積率を向上させることができ、かつ組立時の繁雑さを解消できるステータのコイル構造を有した回転電機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の回転電機は、環状のステータと、前記ステータの内周側に回転自在に配置されたロータとを備える回転電機において、前記ステータには、前記ロータ側に向かって突出した複数のティースが周方向に等間隔で設けられ、前記ティースには、素線を巻回させたコイルが挿入され、前記コイルは、前記ティースの基端側の第 1 コイル部と先端側の第 2 コイル部とに分割自在であるとともに、前記第 1、第 2 コイル部が前記素線の一部で形成された連結部で互いに連結されることを特徴とする。

[0008] このような本発明によれば、第 1 コイル部を所定のティースに挿入する際には、これと隣り合う他のティースに第 2 コイル部を挿入しておく必要がない。このため、ティース間のスロットの間口が狭くとも、第 1 コイル部が第 2 コイル部に干渉することがなく、外径の大きな第 1 コイル部を確実に挿入でき、スロット内の基端側（外方側）での占積率を向上させることができる。また、ティースの先端側に挿入される第 2 コイル部としても、隣り合う第 2 コイル部と干渉しない程度に外径を大きくすることで、スロットの間口側（内方側）での占積率を向上させることができる。そして、コイルとしては、分割可能な第 1 コイル部および第 2 コイル部を有した 1 種類だけ用意すればよく、種類が多くなることでの煩わしさを解消できる。

[0009] 本発明の回転電機において、前記コイルは、前記連結部が他の巻回された部分に対して前記ロータの回転中心軸に沿って突出することで形成された突出部を有することが好ましい。

本発明によれば、連結部がロータの回転中心軸に沿った方向に突出部とし

て突出するので、隣り合うコイル間で連結部が干渉したりせず、コイルのスロット内での納まりを良好にできる。

[0010] 本発明の回転電機において、前記ティースの基端側に挿入されて前記第1コイル部が巻回される第1インシュレータと、先端側に挿入されて前記第2コイル部が巻回される第2インシュレータとを備え、前記第1、第2インシュレータの近接する端部には、互いに嵌合する嵌合部が設けられていることが好ましい。

本発明によれば、互いに係脱自在な第1、第2インシュレータを用いるので、第1インシュレータに第1コイル部を予め巻回しておき、第2インシュレータに第2コイル部を予め巻回しておくことで、第1、第2インシュレータの係脱に併せて、第1、第2コイル部の分割および一体化を同時にできる。

[0011] 本発明の回転電機において、前記第1コイル部に対する前記第2コイル部の姿勢が前記連結部の形状保持性によって維持されることが好ましい。

本発明によれば、第1コイル部を先にティースの基端側に挿入した場合、第2コイル部をティースの先端と対峙した姿勢に維持できる。従って、第2コイル部を挿入するに際しては、その姿勢の状態から押し込めばよく、組立作業を容易にできる。

[0012] 本発明の回転電機において、前記素線は、断面矩形の平角線であることが好ましく、このような場合には、素線同士の重なり部分に空隙が生じ難く、占積率を向上させ易いうえ、素線同士の接触面積が大きいので、熱伝導を良好にでき、コイル表面からの放熱性能を向上させることができる。

[0013] 本発明の回転電機は、環状のステータと、前記ステータの内周側に回転自在に配置されたロータとを備える回転電機において、前記ステータには、前記ロータ側に向かって突出した複数のティースが周方向に等間隔で設けられ、前記ティースには、断面矩形の平角線である素線を巻回させたコイルが挿入され、前記コイルは、前記ティースの基端側に挿入される第1インシュレータに巻回された第1コイル部と先端側に挿入される第2インシュレータに

巻回された第２コイル部とに分割自在であるとともに、前記第１、第２コイル部が前記素線の一部で形成された連結部で互いに連結され、かつ前記連結部が他の巻回された部分に対して前記ロータの回転中心軸に沿って突出することで形成された突出部を有することを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係るコイル構造が適用された発電機モータを搭載する建設機械の側面図。

[図2]前記建設機械の一部を示す平面図。

[図3]前記発電機モータを示す分解斜視図。

[図4]前記発電機モータを示す断面図。

[図5]前記発電機モータのステータを示す正面図。

[図6]前記ステータに用いられるコイルの結線状態を概念的に示す模式図。

[図7]前記ステータの要部を一部断面して示す拡大図。

[図8]前記コイルを第１コイル部と第２コイル部とに離間した状態で示す正面図。

[図9]前記ステータに用いられるコイルを示す斜視図。

[図10]前記コイルをティースに装着した状態を示す斜視図。

[図11]前記コイルの組立手順を説明する第１の斜視図。

[図12]前記コイルの組立手順を説明する第２の斜視図。

[図13]前記コイルの組立手順を説明する第３の斜視図。

[図14]本発明の変形例を示す斜視図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図１は、本実施形態に係るコイル構造が適用された回転電機としての発電機モータ１０を搭載する油圧ショベル１の側面図である。図２は、油圧ショベル１の一部を示す平面図である。

[0016] [油圧ショベルの大略構成]

油圧ショベル１は、エンジン６により発電機モータ１０を駆動して電力を

発生させ、この電力によって上部旋回体 3 を旋回させたり、油圧ショベル 1 の補機類を駆動したりする、いわゆるハイブリッド方式の建設機械である。

このような油圧ショベル 1 は、下部走行体 2 と、下部走行体 2 に旋回可能に設けられた上部旋回体 3 とを備えている。上部旋回体 3 は、作業機 4、キャブ 5、エンジン 6、油圧ポンプ 7、インバータ 8、キャパシタ 9、および発電機モータ 10 を備えている。発電機モータ 10 とインバータ 8 とは、電源ケーブル C A 1 を介して電氣的に接続され、また、インバータ 8 とキャパシタ 9 とが電氣的に接続されている。

[0017] このうちの上部旋回体 3 は、発電機モータ 10 あるいはキャパシタ 9 からの電気エネルギーにより動作する旋回電動モータ 3 A にて駆動される。旋回電動モータ 3 A とインバータ 8 とは、電源ケーブル C A 2 を介して電氣的に接続されている。旋回電動モータ 3 A は、上部旋回体 3 の減速時の回生動作により発電し、発電で得られた電気エネルギーはインバータ 8 を通してキャパシタ 9 に蓄積される。

[0018] また、上部旋回体 3 には、スイングサークル S C のアウターレース O L が固定されており、下部走行体 2 には、スイングサークル S C のインナーレース I L が固定されている。このような構造によってスイングサークル S C は、上部旋回体 3 と下部走行体 2 とを連結する。旋回電動モータ 3 A の入出力シャフトは、減速機構を備えたスイングマシナリを介してスイングピニオン S P と連結している。スイングピニオン S P は、スイングサークル S C のインナーレース I L に形成された内歯に噛み合っている。

[0019] 旋回電動モータ 3 A の駆動力は、前記スイングマシナリを介してスイングピニオン S P に伝達されて、上部旋回体 3 を旋回させる。本実施形態において、旋回電動モータ 3 A は、縦置き、すなわち、ハイブリッド油圧ショベル 1 を水平面に設置した場合において、旋回電動モータ 3 A の入出力シャフトが重力の作用する方向に向かうように設置される。

[0020] 作業機 4 は、ブーム 4 A、アーム 4 B、およびバケット 4 C を備えて構成される。ブーム 4 A、アーム 4 B、およびバケット 4 C は、図 2 に示す油圧

ポンプ 7 から圧送される作動油により、コントロールバルブを介して各々ブーム 4 A 用、アーム 4 B 用、バケット 4 C 用の各油圧シリンダによって駆動され、掘削等の各種作業を実行する。

[0021] [発電機モータの構成]

図 3 は、本実施形態に係る発電機モータ 10 の分解図である。図 4 は、発電機モータ 10 の断面図である。より具体的に、図 4 は、発電機モータ 10 のロータ 14 の回転中心軸 Z を含み、かつ回転中心軸 Z と平行な平面で発電機モータ 10 を切ったときの断面を示している。

[0022] 発電機モータ 10 は、エンジン 6 の出力軸および油圧ポンプ 7 の入力軸に対して、ロータ軸 14 A が直接的、あるいは間接的に接続されており、エンジンの出力軸の回転駆動力によって発電を行う。エンジン 6 の回転を増加させる場合など、発電機モータ 10 は、必要に応じてキャパシタ 9 に蓄えられた電気エネルギーによって電動機として使用され、エンジン 6 の回転をアシストする。また、エンジン 6 がアイドリング状態にある場合には、発電機モータ 10 はエンジン 6 の回転駆動力を受けて発電し、発電によって生じた電気エネルギーは、キャパシタ 9 に蓄えられる。

[0023] 本実施形態での発電機モータ 10 は、3 相のスイッチトリラクタンス（以下 S R : Switched Reluctance と略す）モータの構造を有した発電機モータであって、エンジン 7 側の第 1 ハウジング 11 と、フライホイール 12 と、カップリング 13 と、ロータ 14 と、ステータ 15 と、油圧ポンプ 7 側の第 2 ハウジング 16 と、フランジ 17 とを備えている。

[0024] 第 1 ハウジング 11 は、鋳鉄製の部材であって、第 2 ハウジング 16 と接合されて内部にロータ 14 やステータ 15 等を収納する空間を形成する。この収納空間の下部には、ロータ軸 14 A や軸受 18 部分の潤滑を促すとともに、ステータ 15 の発熱部位（コイル 43 等）を冷却するための冷却油を貯留する油溜部 21 が形成されている。ステータ 15 の冷却構造については、後述する。

[0025] フライホイール 12 は、第 1、第 2 ハウジング 11, 16 によって形成さ

れる収容空間内において、エンジン 6 の出力軸に固定される。また、フライホイール 1 2 は、カップリング 1 3 を介してロータ 1 4 と接続され、第 1、第 2ハウジング 1 1, 1 6 内で回転する。

[0026] カップリング 1 3 は、略円環状の部材であって、フライホイール 1 2 に対してボルト固定される。このカップリング 1 3 は、内径部分に形成された内歯スプラインがロータ軸 1 4 A のエンジン側の外径部分に形成された外歯スプラインと噛合し、互いにスプライン結合される。このことにより、フライホイール 1 2、カップリング 1 3、およびロータ軸 1 4 A を有するロータ 1 4 は共に回転し、エンジン 6 によって駆動される。

[0027] ロータ 1 4 は、第 1、第 2ハウジング 1 1, 1 6 内において、ステータ 1 5 の内周側の空間に配置されている。ロータ 1 4 の中央には、ロータ軸 1 4 A がボルト固定される支持空間 1 4 B が形成されている。支持空間 1 4 B 内には、フランジ 1 7 の中央に設けられた円筒状の支持部 1 7 A が入り込む。そして、支持空間 1 4 B の内周面と支持部 1 7 A の外周面との間に軸受 1 8, 1 8 が配置されることで、ロータ 1 4 がフランジ 1 7 の支持部 1 7 A 回りに回転自在に支持される。

[0028] 一方、ロータ 1 4 のロータ軸 1 4 A における油圧ポンプ 7 側の部分は、フランジ 1 7 の支持部 1 7 A 内に挿入される。ロータ 1 4 のロータ軸 1 4 A において、支持部 1 7 A 内に挿入された部分の内径側には、内歯スプラインが形成されている。この内歯スプラインと油圧ポンプ 7 の入力軸に設けられた外歯スプラインとがスプライン結合される。このことにより、油圧ポンプ 7 がロータ 1 4 を介してエンジン 6 によって駆動されることになる。

[0029] ステータ 1 5 は、第 1、第 2ハウジング 1 1, 1 6 内の空間に設けられ、ヨーク 4 1 部分をエンジン 6 側から貫通する複数のボルト 2 2 (図 3 中に 1 本のみを図示) によって第 2ハウジング 1 6 にボルト固定される。

[0030] 第 2ハウジング 1 6 は、鋳鉄製の部材であって、発電機モータ 1 0 における油圧ポンプ 7 側 (図 4 中での右側) に設けられている。第 2ハウジング 1 6 は、ボルト固定される第 1ハウジング 1 1 と共に、フライホイール 1 2、

カップリング 13、ロータ 14、およびステータ 15 を収納する収納空間を形成するとともに、発電機モータ 10 の外郭を形成する。

[0031] 第2ハウジング 16 の肩部分には、収容空間と連通する内部空間を有した電気ボックス 19 が取り付けられる。電気ボックス 19 の内部空間内には、コイル 43 からのリード線 A1, A2, B1, B2, C1, C2 (図5、図6) を結線するターミナルが配置されている。このようなターミナルは、電気ボックス 19 に固定される電源ケーブル CA1 (図2) のコネクタに接続される。すなわち、発電機モータ 10 で発電された電気エネルギーは、電気ボックス 19 から該電源ケーブル CA1 を通してインバータ 8 に送電される。

[0032] フランジ 17 は、第1、第2ハウジング 11, 16 で形成される収納空間を第2ハウジング 16 側で閉塞する部材である。従って、フランジ 17 は、第2ハウジング 16 に対して油圧ポンプ 7 側からボルト固定される。フランジ 17 の中央には、支持部 17A と同軸上に挿通孔 17B が設けられ、この挿通孔 17B に挿通される油圧ポンプ 7 の入力軸が前述したように、ロータ 14 のロータ軸 14A とスプライン結合される。

[0033] [発電機モータの冷却構造]

図4において、第2ハウジング 16 には、油等の冷却媒体が導入される冷却媒体導入路 31 が回転中心軸 Z に向かって設けられている。冷却媒体導入路 31 の下端は、第2ハウジング 16 とフランジ 17 との当接面において、フランジ 17 側に開口している。フランジ 17 には、上端が冷却媒体導入路 31 の下端と連通し、下端がロータ軸 14A に形成された内歯スプラインの端部に開口した鉛直な冷却媒体連通路 32 が設けられている。また、フランジ 17 には、冷却媒体連通路 32 の途中から水平方向に分岐して支持部 17A の上方に開口した冷却媒体分岐路 33 が設けられている。支持部 17A には、径方向の連通する連通孔 17C が周方向に沿って複数設けられている。

[0034] 第2ハウジング 16 の冷却媒体導入路 31 に供給された冷却媒体の一部は、フランジ 17 の冷却媒体連通路 32 を通して流れ落ちる。流れ落ちた冷却媒体の更に一部は、フランジ 17 とロータ軸 14A とのスプライン結合部分

を通して、支持部 17 A とロータ軸 14 A との間の空間に流れる。また、冷却媒体連通路 32 から流れ落ちる冷却媒体の他の一部は、ロータ軸 14 A と油圧ポンプ 7（図 2）の入力軸とのスプライン結合部分を通してロータ軸 14 A の内部空間へ流れる。

[0035] 支持部 17 A とロータ軸 14 A との間の空間に流れ込んだ冷却媒体は、ロータ 14 回転時の遠心力によって支持部 17 A の内面側に移動し、支持部 17 A の連通孔 17 C を通して軸受 18 側に供給され、この軸受 18 を冷却および潤滑する。軸受 18 を冷却した冷却媒体は、遠心力によってさらに外方に移動し、その多くがロータ 14 の外周に設けられた断面 J 字形状の第 1 ブレード 34 で集約される。第 1 ブレード 34 で集約された冷却媒体は、第 1 ブレード 34 に設けられた吐出孔 34 A から遠心力によって吐出し、コイル 43 のコイルエンドと第 2 ハウジング 16 との間の隙間に供給され、コイル 43 の第 2 ハウジング 16 側に向いたコイルエンドを効率的に冷却する。

[0036] これに対して、ロータ軸 14 A の内部空間に流れ込んだ冷却媒体は、ロータ軸 14 A とエンジン 6（図 2）の出力軸とのスプライン結合部分から流出した後、ロータ軸 14 A とカップリング 13 とのスプライン結合部分を通してカップリング 13 の外周側に流出する。流出した冷却媒体は、遠心力によって外方に移動し、その多くがロータ 14 の外周に設けられた第 2 ブレード 35 で集約される。第 2 ブレード 35 で集約された冷却媒体は、第 2 ブレード 35 に設けられた吐出孔 35 A から遠心力によって吐出し、コイル 43 の第 1 ハウジング 11 側に向いたコイルエンドを効率的に冷却する。

[0037] 一方、冷却媒体導入路 31 に供給された冷却媒体のうち、冷却媒体分岐路 33 側に流れた冷却媒体は、支持部 17 A の上方に流出する。流出した冷却媒体は、支持部 17 A の周囲に拡がった後、遠心力によって外方に移動し、第 1 ブレード 34 で集約される。集約された冷却媒体は前述した通り、吐出孔 34 A から遠心力によって吐出してコイルエンドを冷却する。

[0038] コイルエンドを冷却した冷却媒体は、第 1、第 2 ハウジング 11、16 内を滴下して油溜部 21 に溜まり、ここから排出通路 22、図示しないフィル

タ、およびポンプを経由して図3に示すオイルクーラ入口23に送られる。オイルクーラで冷却された冷却媒体は、オイルクーラ出口24から配管25を通して、再び冷却媒体導入路31の上部に供給される。

[0039] [ステータの構成]

図5は、発電機モータ10のステータ15を示す正面図である。図6は、ステータ15に用いられるコイルの結線状態を概念的に示す模式図である。図7は、ステータ15の要部を一部断面して示す拡大図である。

[0040] 図5ないし図7において、ステータ15は、円環状のステータコア40や複数のコイル43によって構成されている。ステータコア40は、複数の電磁鋼板を積層して構成されている。ステータコア40の外周側は、円環状のヨーク41となっている。このヨーク41には、径方向の内側に向かって突出する複数のティース42（図5）が周方向に沿って等間隔で設けられている。各ティース42には、集中巻きによるコイル43が巻回されている。本実施形態では、36極のステータ15を構成するため、ステータコア40には、合計36個のティース42が設けられている。隣り合うティース42間の空間は、スロット44になっている。

[0041] A相、B相、C相からなる3相交流用の発電機モータ10では、電力の入出力が行われる合計6本のリード線A1、A2、B1、B2、C1、C2が所定位置にあるコイル43から引き出されている。A相を構成する1つのコイル43Aの素線の一端はリード線A1として引き出され、他端は図5中の反時計回りに2つおいて離れた次のコイル43Aの素線の一端と電氣的に接続されている。そして、12番目のコイル43Aの素線の他端はリード線A2として引き出される。B相の複数のコイル43B、およびC相の複数のコイル43Cでも同様である。

[0042] ここで、図5では、各相のコイル43は互いの素線同士が繋がっているように描かれているが、実際には、図6に模式的に示すように、環状のバスバー50を介して電氣的に接続されている。すなわち、バスバー50の外周側には、A相のコイル43Aの素線が溶着される複数のA相導通部50Aが円

弧状に形成されている。A相導通部50Aは、コイル43Aの間隔に対応した長さを有している。同様に、バスバー50のA相導通部50A内側にはB相導通部50Bが形成され、B相導通部50Bのさらに内側にはC相導通部50Cが形成されている。各相の導通部50A、50B、50Cにより、コイル43A、43B、43Cが相毎に直列に接続される。

[0043] [ティースおよびコイル]

図7に基づき、ティース42およびコイル43について詳細に説明する。

図7において、ティース42は、階段形状である。具体的にティース42は、外方側である基端側の拡幅部45、および内方側である先端側の狭幅部46を有する。ステータ15の周方向に沿った拡幅部45の幅寸法は狭幅部46の同様な幅寸法よりも大きく、拡幅部45と狭幅部46とはテーパ状の段差部47で連続している。段差部47は、ティース42の長さ方向（突出方向に同じ）の略中央に位置している。ティース42の基端側を先端側よりも太くすることにより、この基端側での磁気飽和を抑制でき、磁界の強さに応じて磁束密度を確実に大きくできる。

[0044] コイル43は、断面矩形の平角線からなる素線を巻回して形成されている。素線として平角線を用いた場合には、断面円形の素線（丸線）を用いた場合に比較して、素線同士の重なり部分に空隙が生じ難く、占積率を向上させ易い。また、素線同士の接触面積が大きいので、熱伝導が良好となり、コイル43表面からの放熱性能に優れている。

[0045] そのような素線は、ティース42の拡幅部45にて3重に巻かれ、その長手方向には3段に巻回されている。狭幅部46にて素線は、拡幅部45寄りの部分で3重2段に巻回され、先端側で2重2段に巻回されている。また、段差部47にて素線は、2重1段に巻回されている。図7中の素線の断面部分に記した番号は、素線が巻かれる順序である。紙面に向かって左側の奇数番号の部分では、紙面に対して鉛直下向きとなるように、右側の偶数番号の部分では、紙面に対して鉛直上向きとなるように素線が巻かれる。

[0046] ここで、ティース42の拡幅部45には、絶縁性を有する第1インシュレ

ータ48が挿入され、狭幅部46には、絶縁性を有する第2インシュレータ49が挿入されている。第1、第2インシュレータ48、49は、互いに近接する端部側に嵌合部48A、49Aを有し、これらの嵌合部48A、49Aにて嵌合している。また、第1インシュレータ48に対して前述した3重3段の素線部分が巻回され、第2インシュレータ49に対して前述の3重2段および2重2段の素線部分が巻回され、嵌合部48A、49Aに対応した位置で、前述の1重1段の素線部分が巻回されている。

[0047] このような第1、第2インシュレータ48、49は、ステータ15の組立工程の途中までは、巻回された素線ごと係脱自在であり、コイル43を外方側の第1コイル部51と内方側の第2コイル部52とに2分割することが可能である。この際、嵌合部分に対応した1重1段の巻線部分は、7番および30番部分が第1コイル部51側に設けられ、8番および29番部分が第2コイル部52側に設けられる。ただし、分割された状態でも、第1、第2コイル部51、52は、素線部分で構成される2本の連結部53によって繋がることになる。互いを繋ぐ連結部53としては、第1コイル部51側の7番から第2コイル部52側の8番へ向かって巻かれる部分、および第2コイル部52側の29番から第1コイル部51側の30番へ向かって巻かれる部分である。

[0048] このようなコイル43を形成するにあたっては、互いに一体とされた第1、第2インシュレータ48、49に素線を巻回して第1、第2コイル部51、52を形成する。すなわち、素線を1番から7番に至るまで第1インシュレータ48に巻回し、ここから連結部53分の長さをおいて第2インシュレータ49に移行し、第2インシュレータ49にて8番から29番まで一気に巻回する。さらに、第2インシュレータ49の29番から連結部53分の長さをおいて、再度第1インシュレータ48に移行し、第1インシュレータ48にて30番から42番までを巻回する。巻回後の状態では、2本の連結部53は、ティース42に対して第1ハウジング11（図4）側で互いに交差する。これにより、図9に示すように、第1、第2インシュレータ48、4

9（図9では図示略）全体に素線が巻かれたコイル43が完成する。そして、コイル43は、第1、第2インシュレータ48、49の嵌合を解除することで、図8に示すように、軸方向（図8での上下方向）に引き離され、連結部53にて連結された状態に第1コイル部51と第2コイル部52とに分割される。

[0049] 連結部53の長さは、第1コイル部51がティース42の拡幅部45に挿入された状態で、第2コイル部52が狭幅部46に対して挿抜可能な長さである。

所定のティース42に対し、その隣のティース42に分割していないコイル43が挿入されている場合、その所定のティース42に対しては、スロット44の間口（内方側の開口）が小さいため、新たなコイル43を挿入しようとしても、隣のティース42のコイル43と干渉し、挿入できない。

[0050] しかしながら、分割可能なコイル43の第2コイル部52については、3重巻き部分も2段に設けられているだけであり、太い部分の長さが第1コイル部51よりも短い。従って、隣りに既に分割していないコイル43が挿入されていることで、スロット44の間口が小さくなっていても、新たに挿入しようとするティース42に予め第1コイル部51を挿入しておけば、その第1コイル部51に対しては、第2コイル部52を自在に挿入可能である。この結果、スロット44では、隣り合う第1コイル部51同士のみならず、第2コイル部52同士も近接させることができ、スロット44内でのコイル43の占積率を向上させることができる。

[0051] [コイルの詳細説明]

図8には、コイル43が第1コイル部51と第2コイル部52とに離間した状態での正面図が示されている。図9には、コイル43の斜視図が示されている。図10には、コイル43がティース42に装着された状態での斜視図が示されている。なお、図8、図9、図10では、第1、第2インシュレータ48、49の図示を省略してある。

[0052] 図8ないし図10において、ティース42の断面形状に合わせ、矩形状に

巻回される本実施形態のコイル43では、第1、第2コイル部51, 52を繋ぐ連結部53は、一方の短辺側に位置し、この位置が図3、図4に示す第1ハウジング11側に向くことになる。連結部53の長さは、3重巻きとされた部分の短辺の幅W1（図9）よりも長い。このため、第1、第2コイル部51, 52がコイル43として一体の状態では、連結部53は、短辺の幅W1内に収まりきれず、図9、図10に示すように、第1ハウジング11側にはみ出して突出する。この突出した部分がコイル43の突出部54であり、2本の連結部53で形成される。

[0053] また、本実施形態のコイル43の素線が太いことから、コイル43が第1、第2コイル部51, 52に分割された状態では、ティース42に挿入された第1コイル部51に対し、これと離間した第2コイル部52の姿勢を連結部53が有する形状保持性にて維持可能である。このため、第1コイル部51がティース42の拡幅部45に挿入された状態では、ティース42の先端に第2コイル部52が僅かに離れて対峙し、この姿勢が維持される。そして、そのまま第2コイル部52が押し込まれことで、狭幅部46に挿入され、第1コイル部51と再び一体となる。

[0054] 第1コイル部51と第2コイル部52との分割位置は、ティース42の長さ方向の略中央、つまり段差部47に略対応した位置である。極端に第1コイル部51としてより長く、第2コイル部52としてより短くなる位置で分割する場合には、第1コイル部51の外形寸法を小さくしないと、ティース42に挿入する際、隣り合う他の第1コイル部51と干渉する可能性があり、占積率が思うほど上がらない。

[0055] これに対して、第1コイル部51としてより短く、第2コイル部52としてより長くなる位置で分割する場合には、第2コイル部52の外形寸法を小さくしないと、ティース42に挿入する際、他の第2コイル部52と干渉する可能性があり、やはり占積率が思うほど上がらない。また、この場合には、連結部53の長さもより長くなることから、突出部54の突出量が大きくなることが考えられ、第1、第2ハウジング11、16内に収容された際に

、他の部位と干渉する可能性が生じる。加えて、第2コイル部52の大きさが大きくなり、重くなるため、連結部53を介して姿勢を維持させるのが困難になる。

[0056] [ステータの組立手順]

以上に説明したコイル43を有するステータ15の組立手順を、図11ないし図13に基づいて説明する。なお、以下に説明においては、各コイル43の第1コイル部51は第1インシュレータ48に巻回され、第2コイル部52は第2インシュレータ49に巻回されているものとし、ここでは、第1、第2インシュレータ48、49の図示および説明は省略する。

[0057] 先ず、図11に示すように、第1コイル部51と第2コイル部52とに分割した状態のコイル43を、ティース42に対して1つおきに配設する。つまり第1コイル部51を、1つおきのティース42の拡幅部45に対して挿入していく。この時、連結部53は全て同じ向きに表出するように各コイル43を配設する。また、第2コイル部52をティース42の先端と対峙させておく。いずれの拡幅部45に対して第1コイル部51を挿入していくか、といった順番は任意である。

[0058] 次いで、図12に示すように、1つおきに空いているティース42に対し、第1コイル部51と第2コイル部52とに分割していないコイル43を挿入していく。この際の挿入順序も任意である。ここで、分割した状態にある第2コイル部52は、連結部53が撓むことにより、ティース42の先端と対峙した状態で多少移動可能となっている。従って、分割していないコイル43を挿入するにあたっては、左右のコイル43の第2コイル部52を左右に押し広げるようにして移動させればよい。この後、図13に示すように、分割した状態にある第2コイル部52を、ティース42の先端位置からそのまま押し込み、第1コイル部51と一体化する。この際の押込順序も任意である。

さらに、各コイル43の素線のバスバー50への結線、リード線A1、A2、B1、B2、C1、C2の処理、センサ部品の組込等を行い、最後にワ

ニス処理を行ってステータ 15 を完成させる。

[0059] [変形例]

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前記実施形態では、第 1 コイル部 5 1 に対して第 2 コイル部 5 2 を軸方向（ステータ 15 の中心方向）に引き離すことで、コイル 4 3 を分割する構造であったが、図 1 4 に示すように、第 1 コイル部 5 1 に対し第 2 コイル部 5 2 を連結部 5 3 にて略 90° 折り曲げるように離間させることで、コイル 4 3 を分割する構造としてもよい。このような分割構造では、前記実施形態に比較して連結部 5 3 の長さを短くでき、突出部 5 4 の突出量を抑制できる。そして、連結部 5 3 を 90° 折り曲げるので、分割していない状態のコイル 4 3 を挿入する際には、左右のコイル 4 3 の第 2 コイル部 5 2 を左右に押し広げるようにして移動させなくともよく、そのまま容易に挿入できる。

[0060] 前記実施形態では、ティース 4 2 の形状として、拡幅部 4 5、狭幅部 4 6、およびこれらの間の段差部 4 7 を有した階段形状になっていたが、突出方向に対して直交する方向の断面形状が変わらないストレート形状（平行形状）であったり、内方側の先端側に向かうに従って先細りとなるテーパ形状であったりしてもよく、ティースの形状は、その実施にあたって任意に決められてよい。

[0061] 前記実施形態では、ステータ 15 の組立手順として先ず、1 つおきのティース 4 2 に対してコイル 4 3 の第 1 コイル部 5 1 を挿入していくとして説明したが、そのような第 1 コイル部 5 1 を全てのティース 4 2 に挿入し、この後に、第 2 コイル部 5 2 を全てのティース 4 2 に同様に挿入してもよい。

[0062] 前記実施形態では、コイル 4 3 を形成している素線が断面矩形の平角線であったが、これに限定されず、断面円形の丸線であってもよい。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明は、ハイブリッド型の建設機械に利用できる他、ハイブリッド型の

自動車、電気式の自動車、さらには電気式の建設機械にも利用できる。

符号の説明

[0064] 10…回転電機である発電機モータ、14…ロータ、15…ステータ、42…ティース、43…コイル、48…第1インシュレータ、49…第2インシュレータ、48A、49A…嵌合部、51…第1コイル部、52…第2コイル部、53…連結部、54…突出部、Z…回転中心軸。

請求の範囲

- [請求項1] 環状のステータと、
 前記ステータの内周側に回転自在に配置されたロータとを備える回転電機において、
 前記ステータには、前記ロータ側に向かって突出した複数のティースが周方向に等間隔で設けられ、
 前記ティースには、素線を巻回させたコイルが挿入され、
 前記コイルは、前記ティースの基端側の第1コイル部と先端側の第2コイル部とに分割自在であるとともに、前記第1、第2コイル部が前記素線の一部で形成された連結部で互いに連結される
 ことを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機において、
 前記コイルは、前記連結部が他の巻回された部分に対して前記ロータの回転中心軸に沿って突出することで形成された突出部を有する
 ことを特徴とする回転電機。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の回転電機において、
 前記ティースの基端側に挿入されて前記第1コイル部が巻回される第1インシュレータと、先端側に挿入されて前記第2コイル部が巻回される第2インシュレータとを備え、
 前記第1、第2インシュレータの近接する端部には、互いに嵌合する嵌合部が設けられている
 ことを特徴とする回転電機。
- [請求項4] 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の回転電機において、
 前記第1コイル部に対する前記第2コイル部の姿勢が前記連結部の形状保持性によって維持される
 ことを特徴とする回転電機。
- [請求項5] 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の回転電機において、
 前記素線は、断面矩形の平角線である

ことを特徴とする回転電機。

[請求項6]

環状のステータと、

前記ステータの内周側に回転自在に配置されたロータとを備える回転電機において、

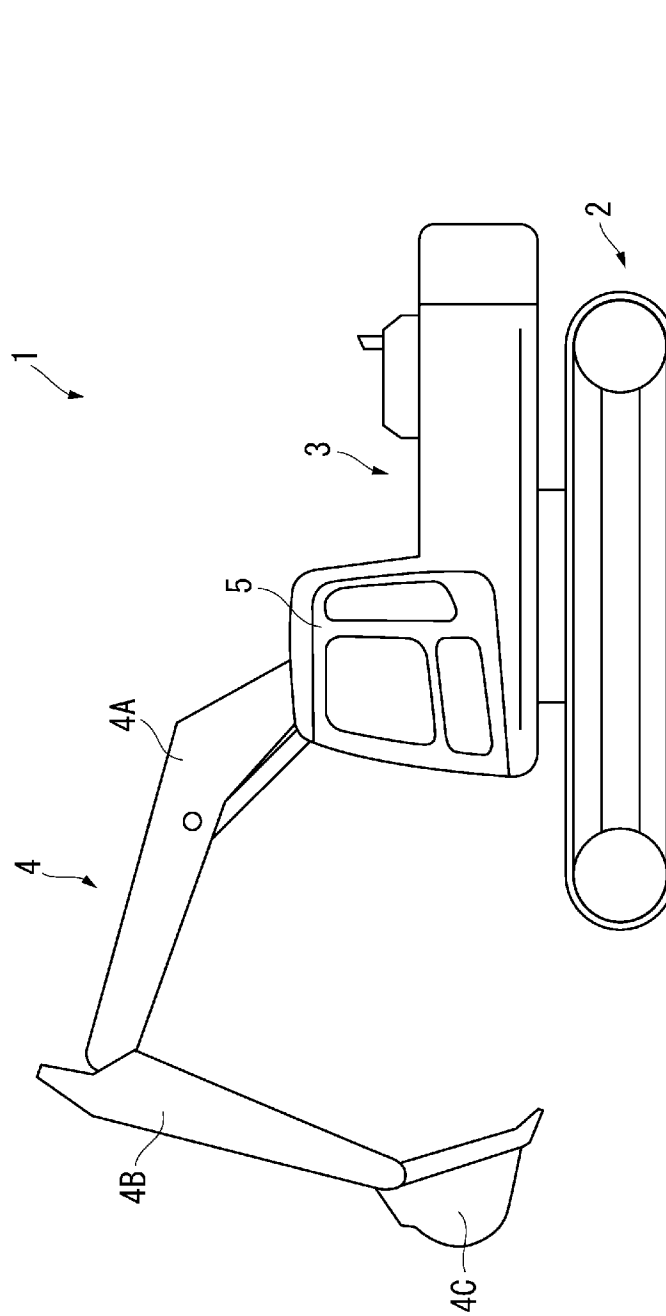
前記ステータには、前記ロータ側に向かって突出した複数のティースが周方向に等間隔で設けられ、

前記ティースには、断面矩形の平角線である素線を巻回させたコイルが挿入され、

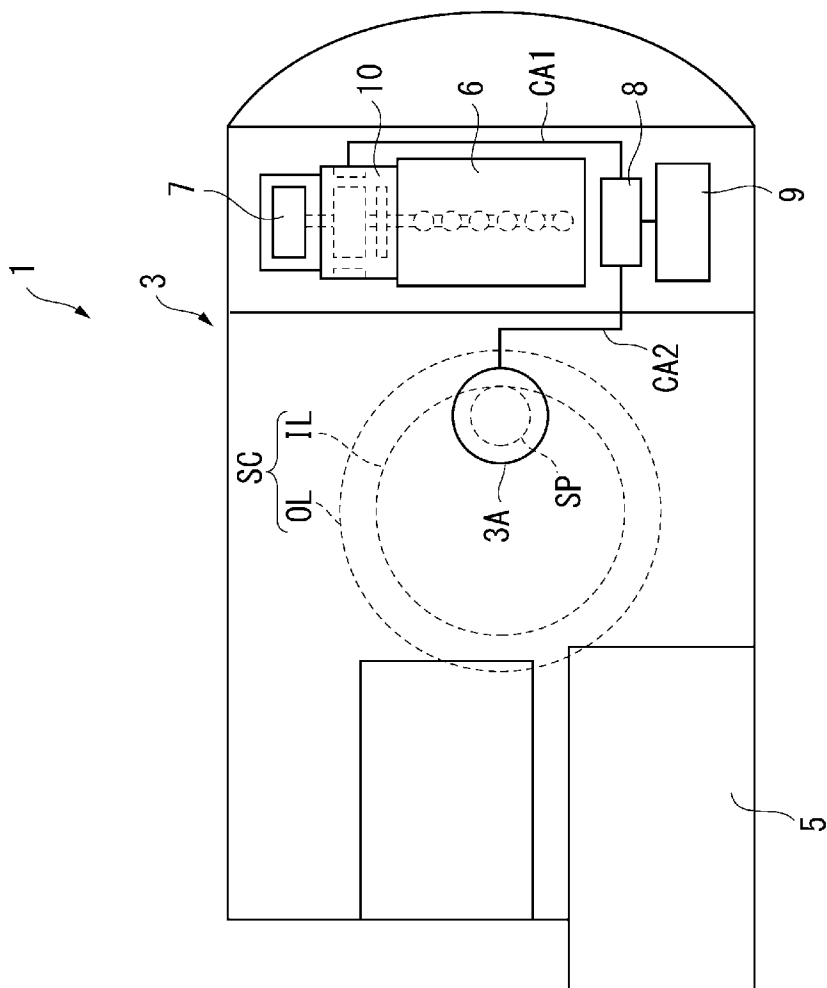
前記コイルは、前記ティースの基端側に挿入される第1インシュレータに巻回された第1コイル部と先端側に挿入される第2インシュレータに巻回された第2コイル部とに分割自在であるとともに、前記第1、第2コイル部が前記素線の一部で形成された連結部で互いに連結され、かつ前記連結部が他の巻回された部分に対して前記ロータの回転中心軸に沿って突出することで形成された突出部を有する

ことを特徴とする回転電機。

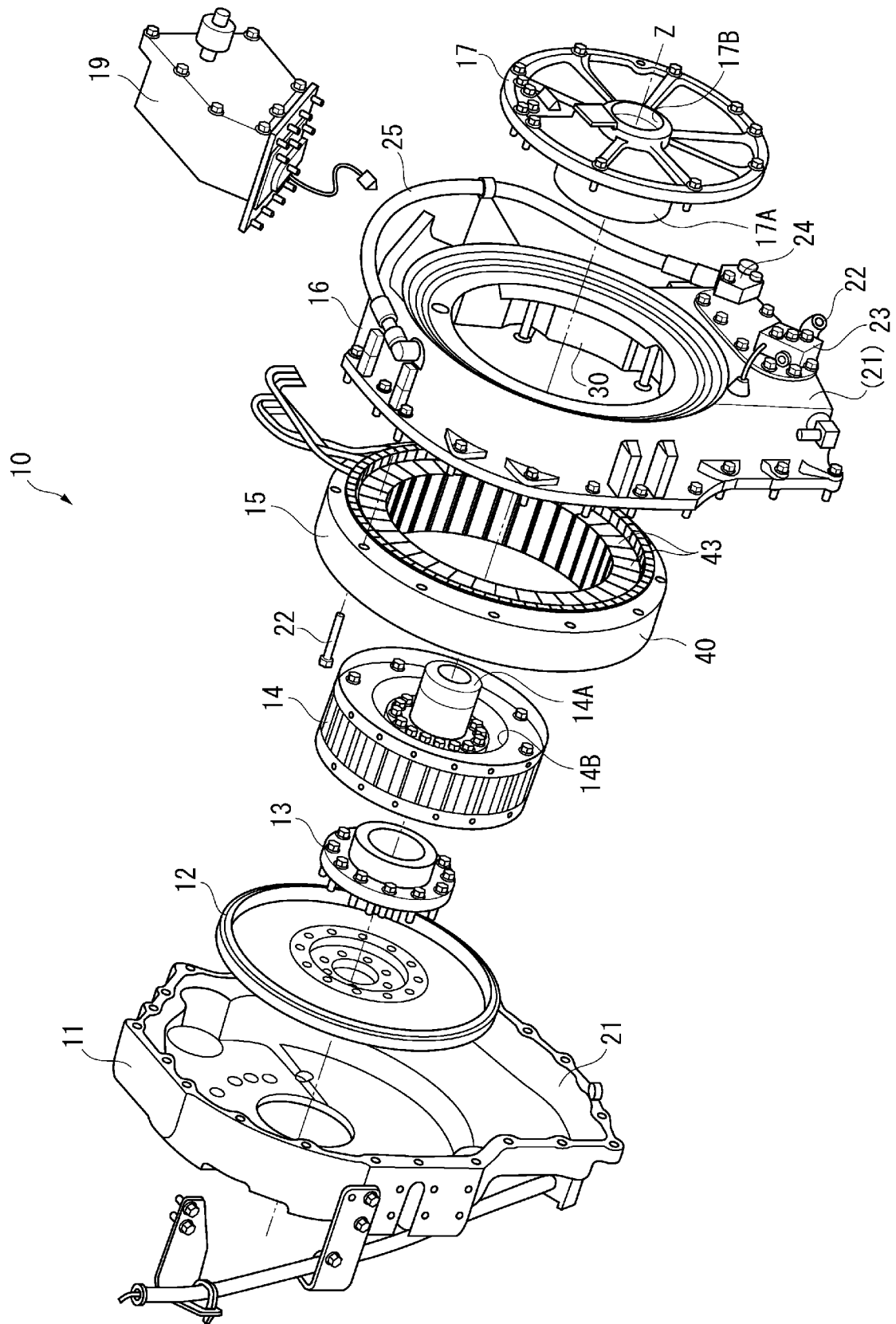
[図1]



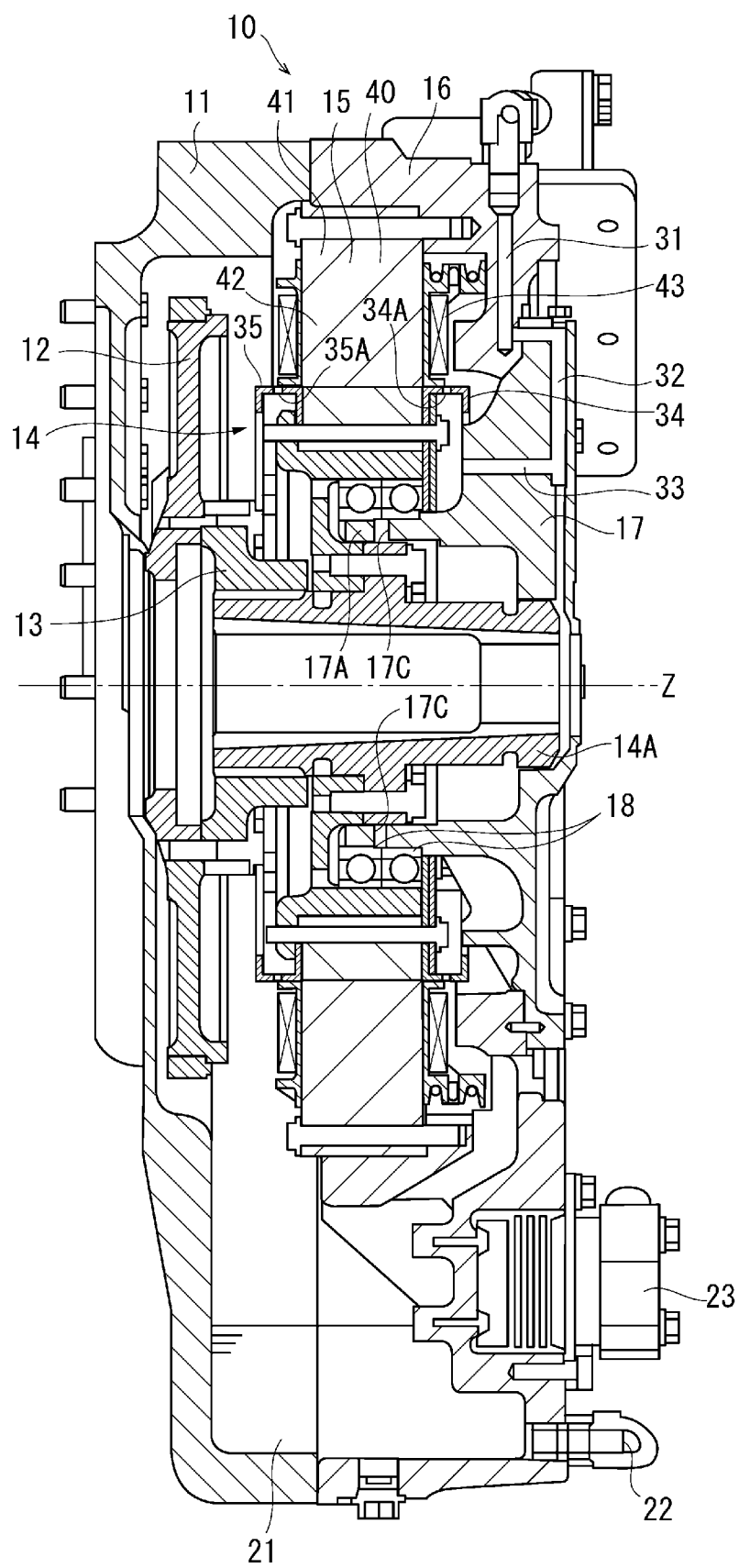
[図2]



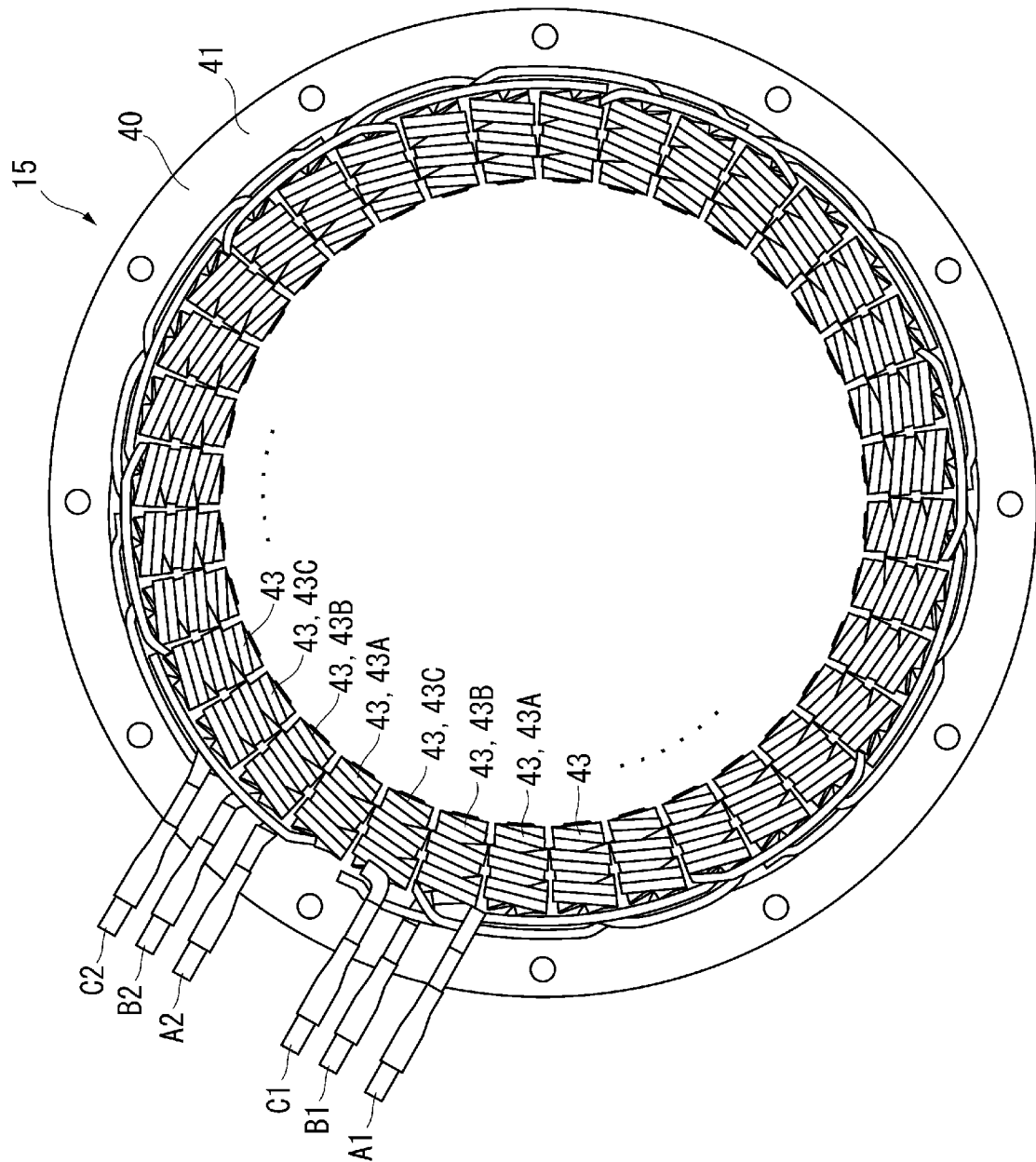
[図3]



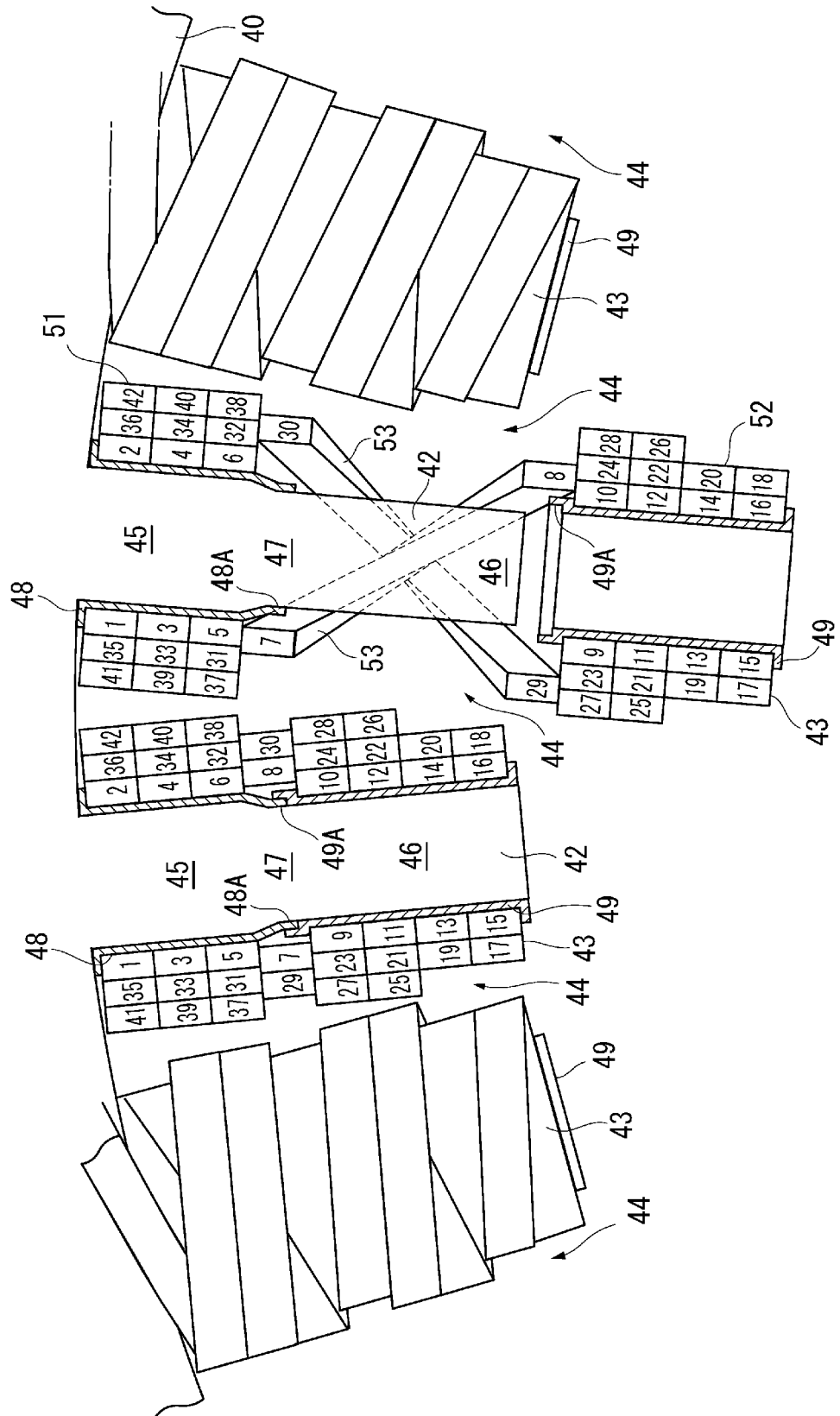
[図4]



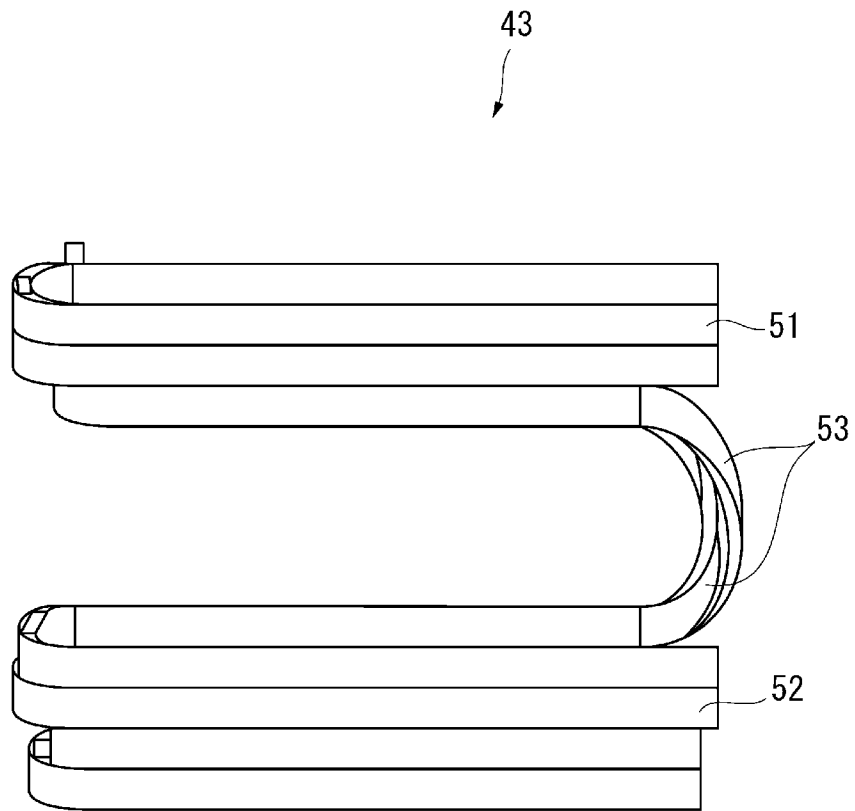
[図5]



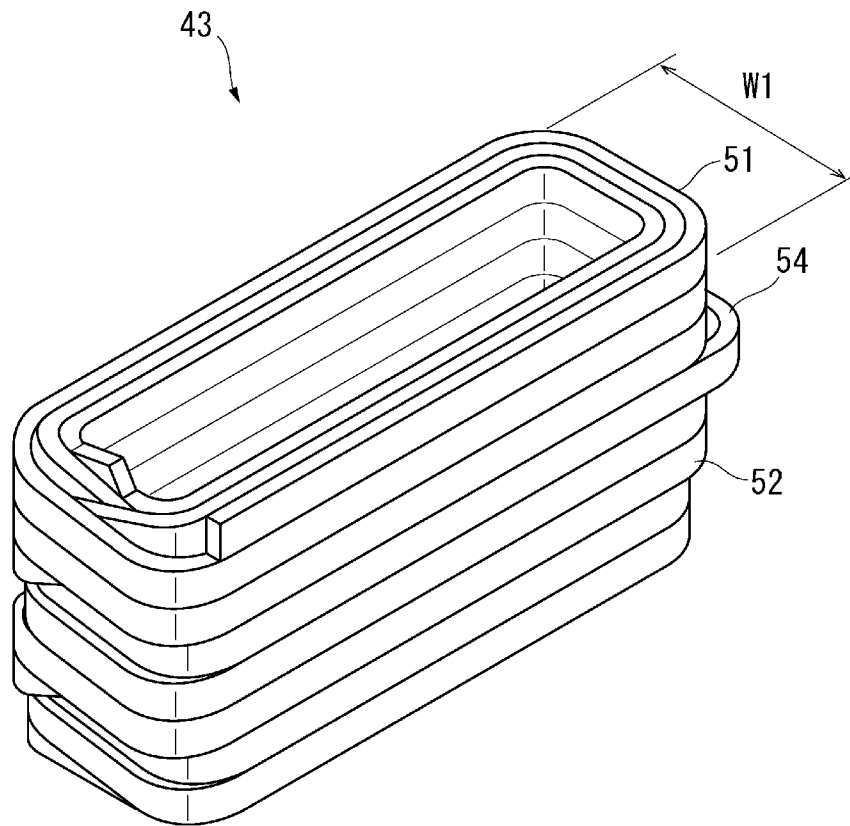
[図7]



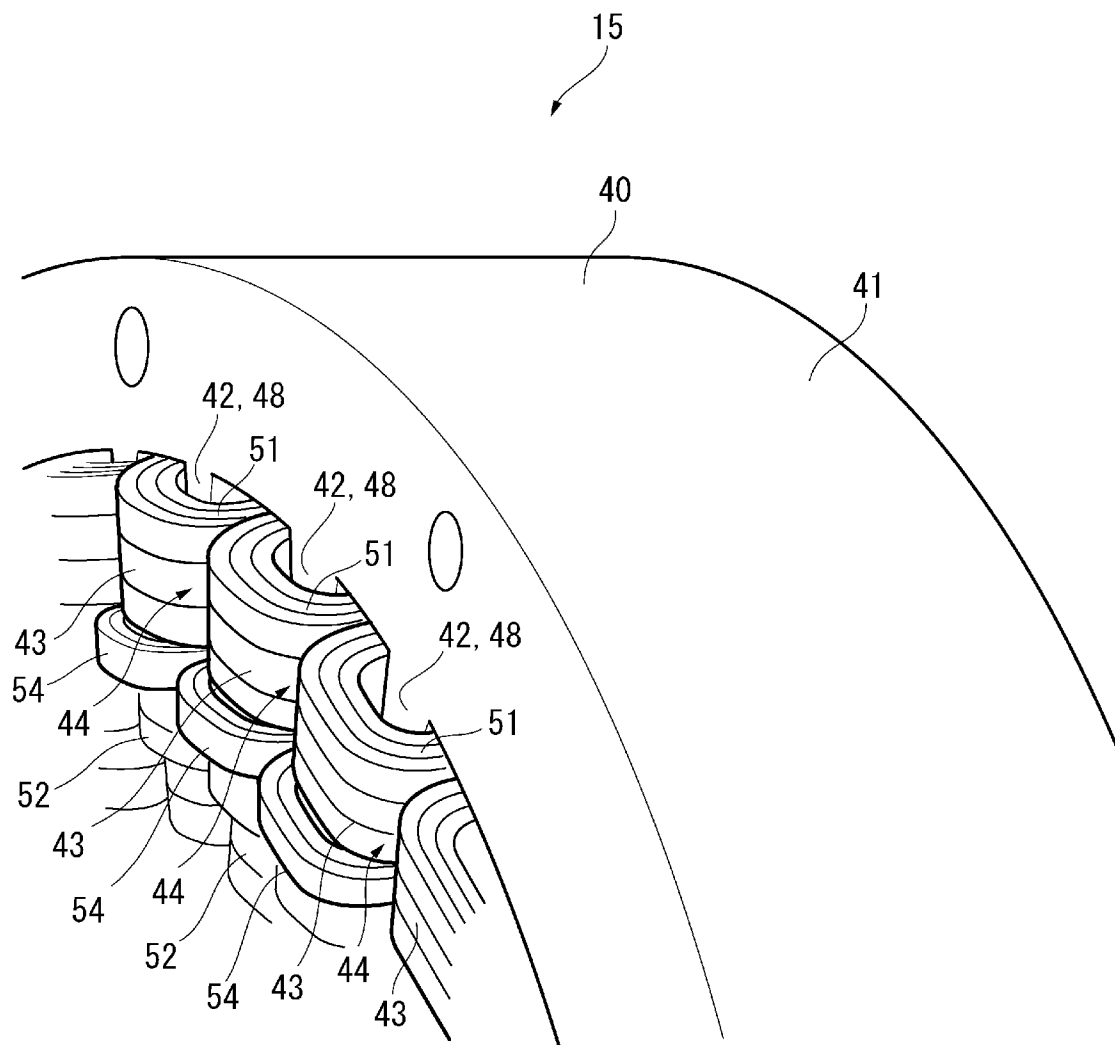
[図8]



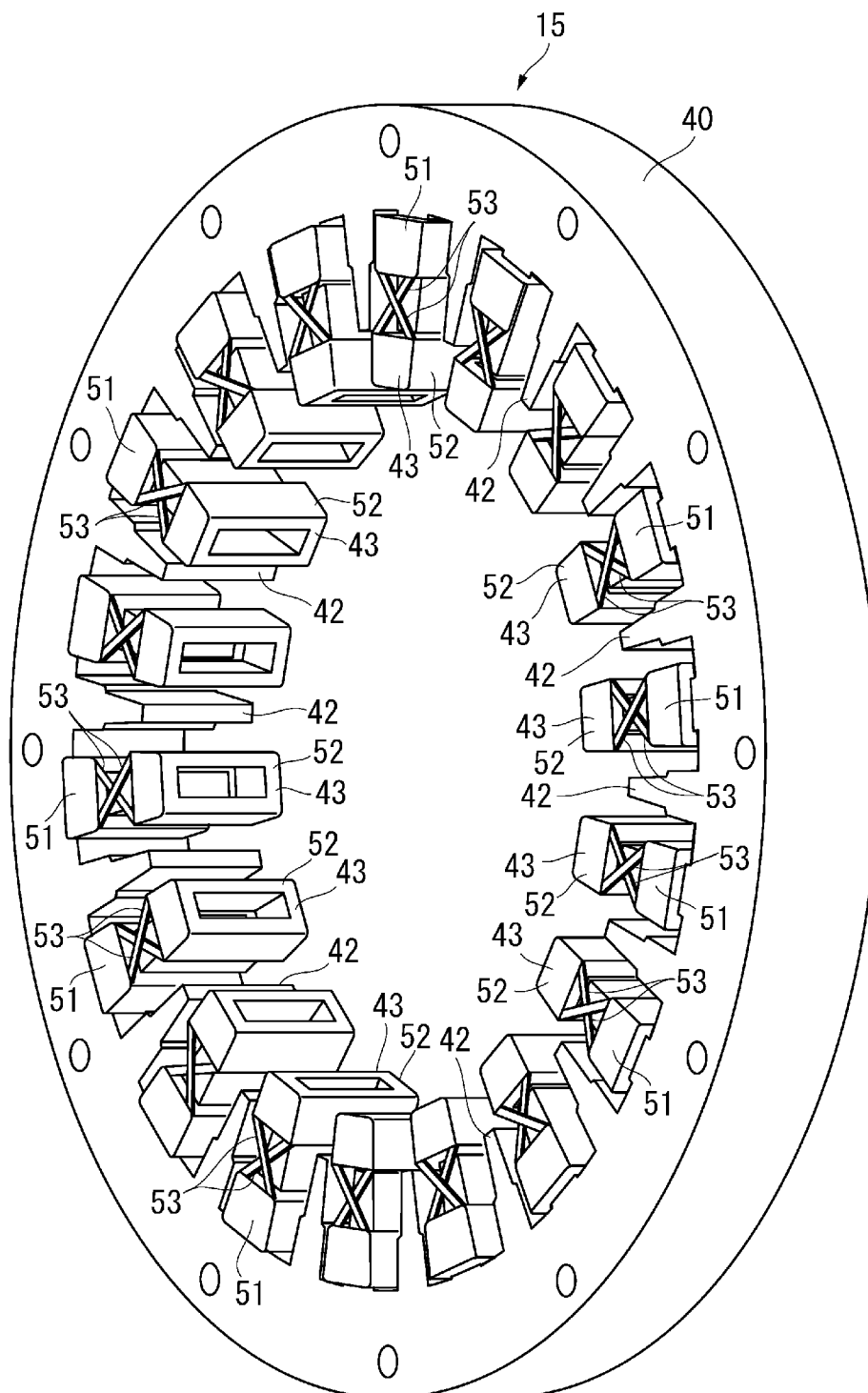
[図9]



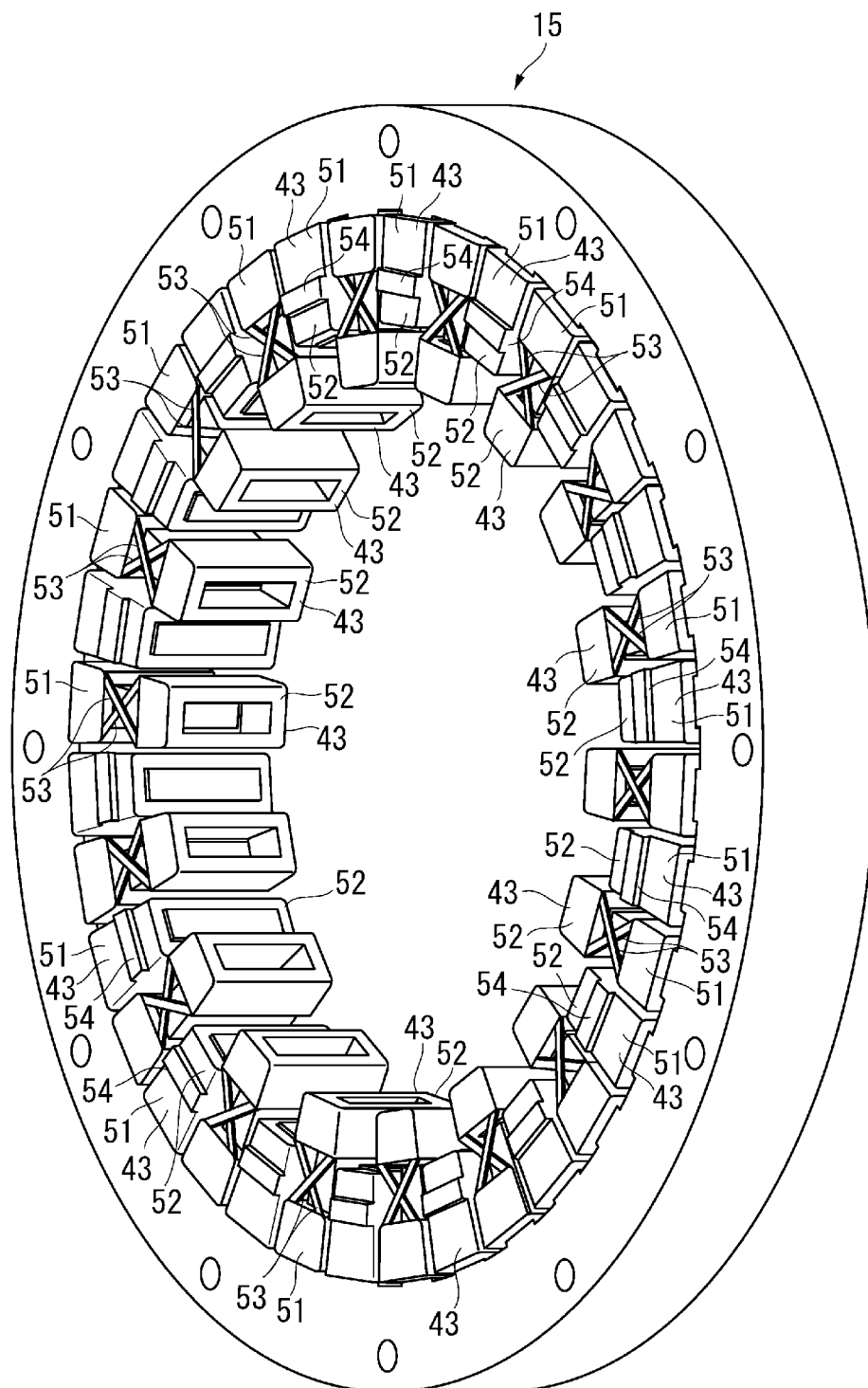
[図10]



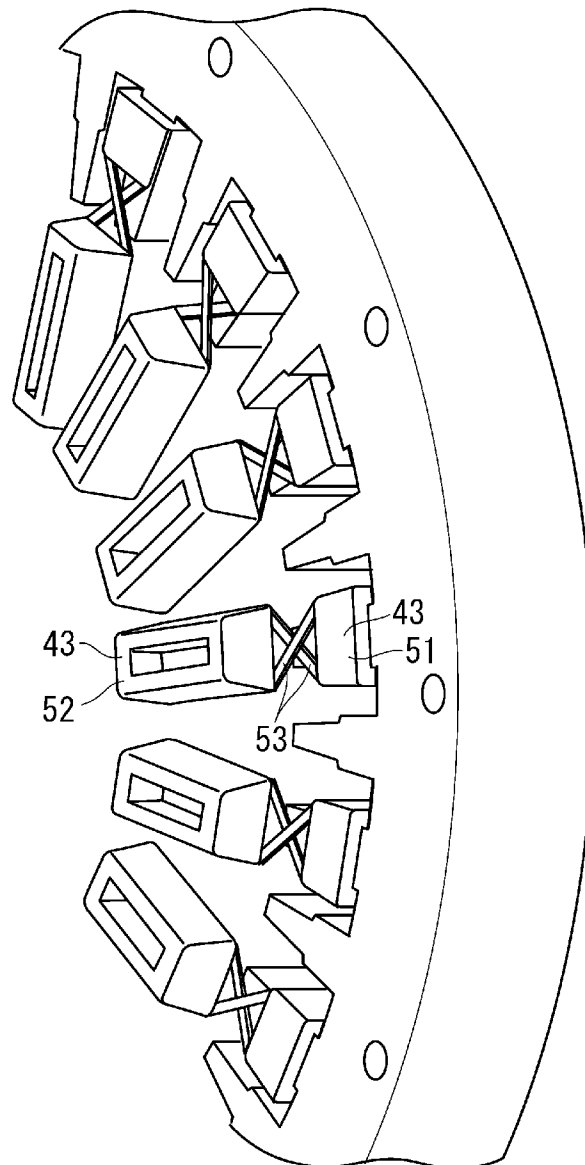
[図11]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/080659

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K3/18(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)

H02K3/18

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2013-102680 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 May 2013 (23.05.2013), paragraphs [0015] to [0021]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 5 3-4, 6
A	JP 2004-312940 A (Tani Electronics Corp.), 04 November 2004 (04.11.2004), entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2011-223652 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 04 November 2011 (04.11.2011), entire text (Family: none)	1-6

☐ 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
20 January, 2014 (20.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K3/18(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（I P C））

Int.Cl. H02K3/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2013-102680 A（住友電気工業株式会社）2013.05.23, 段落 0015-0021, 第1図（ファミリーなし）	1-2, 5 3-4, 6
A	JP 2004-312940 A（谷電機工業株式会社）2004.11.04, 全文（ファミリー なし）	1-6
A	JP 2011-223652 A（株式会社豊田中央研究所）2011.11.04, 全文（フ ァミリーなし）	1-6

☐ 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

2 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

服部 俊樹

3 V

3 7 3 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8