

(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
2021年7月29日(29.07.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/149624 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 15/04 (2006.01) H02K 15/085 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/001379

(22) 国際出願日: 2021年1月15日(15.01.2021)

(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 2020-008526 2020年1月22日(22.01.2020) JP

(71) 出願人: 株式会社小田原エンジニアリング(ODAWARA ENGINEERING CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒2580003 神奈川県足柄上郡松田町松田惣領1577番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 分部 昇(WAKEBE Noboru); 〒2580003 神奈川県足柄上郡松田町松田惣領1577番地 株式会社小田原エンジニアリング内 Kanagawa (JP). 宮崎 裕治(MIYAZAKI Yuji); 〒2580003 神奈川県足柄上郡松田町松

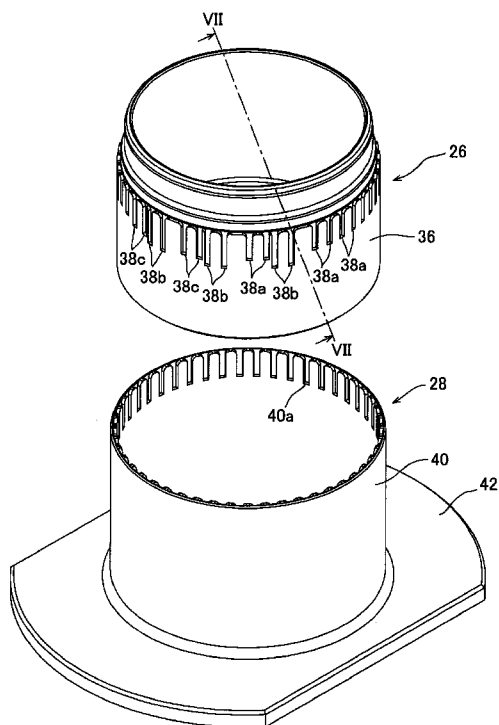
田惣領1577番地 株式会社小田原エンジニアリング内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 大澤 豊, 外 (OSAWA Yutaka et al.); 〒1700005 東京都豊島区南大塚2丁目33番1号 ストーク南大塚4階 Tokyo (JP).

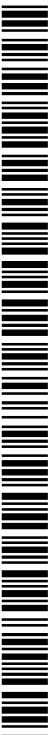
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: COIL SEGMENT TWIST METHOD, TWIST JIG, AND TWIST DEVICE

(54) 発明の名称: コイルセグメントのツイスト方法、ツイスト治具及びツイスト装置



(57) Abstract: On the outer circumferential surface of an inside twist jig (26) corresponding to the innermost layer, a plurality of first housing recessed portions (38a) and a plurality of second housing recessed portions (38b) are formed at intervals in the circumferential direction, said first housing recessed portions (38a) housing the end portion (12d) of a slot insertion portion (12a) of a normal coil segment (12), said second housing recessed portions (38b) housing the end portion (14d) of a tall slot insertion portion (14b) of a deformed coil segment (14). In a state in which the end portion (14d) of the tall slot insertion portion (14b) before being twisted is inserted into the second housing recessed portions (38b), the first housing recessed portions (38a) is at a position shifted in the circumferential direction with respect to the end portion (12d) to be housed. The inside twist jig (26) is rotated in this state to perform a primary twist, and then the end portion (12d) of the normal coil segment (12) is further inserted into the first housing recessed portions (38a) to perform a secondary twist by a rotation amount greater than that of the primary twist.



WO 2021/149624 A1

(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))

(57) 要約 : 最内層に対応する内側ツイスト治具 (26) の外周面には、周方向に間隔をおいて、通常のコイルセグメント (12) のスロット挿入部 (12a) の先端部 (12d) を収容する第1収容凹部 (38a) と、異形のコイルセグメント (14) の長身のスロット挿入部 (14b) の先端部 (14d) を収容する第2収容凹部 (38b) が複数形成されている。第2収容凹部 (38b) にツイスト前の長身スロット挿入部 (14b) の先端部 (14d) を挿入した状態では、第1収容凹部 (38a) は、収容すべき先端部 (12d) に対して周方向にずれた位置にある。この状態で内側ツイスト治具 (26) を回転させて1次ツイストを行い、その後さらに第1収容凹部 (38a) に通常のコイルセグメント (12) の先端部 (12d) を挿入して、1次ツイストよりも多い回転量で2次ツイストを行う。

明 細 書

発明の名称：

コイルセグメントのツイスト方法、ツイスト治具及びツイスト装置

技術分野

[0001] 本発明は、モータや発電機等の回転電機のステータにおけるコイルセグメントのツイスト方法ならびに、コイルセグメントのツイスト処理に用いられるツイスト治具及びツイスト装置に関する。

背景技術

[0002] モータや発電機等の回転電機におけるステータのコイルとして、いわゆるセグメント型コイルが知られている。このセグメント型コイルは、ステータコア（以下、コアと略す）の周方向に沿って配列された複数のスロットに、直線状に延びる一对のスロット挿入部を備えたU字状のコイルセグメントを複数、スロットの間を跨ぐように挿入してコアの径方向に複数の層を形成し、これらコイルセグメントのコア端面から突出した挿入方向の先端部を層毎に逆向きにツイスト加工してコアの径方向で隣り合う層（レイヤー）の先端部同士を溶接等により電氣的に接合したものである。U字状のコイルセグメントはヘアピンとも称されている。

ツイスト加工は、捻り曲げ、折り曲げの概念を含むものとし、以下ではツイストと略す。

[0003] 上記のコイルセグメントの中には、入力線や中性線などの引き出し線となるものが含まれており、これらは、先端部同士が接合される通常のコイルセグメントよりもコアの端面からの突出長さが大きい異形のコイルセグメントとなる。

従来知られているツイストの手法においては、ツイストをする場合、通常のコイルセグメントの先端部と、該通常のコイルセグメントと同じ層に位置する異形のコイルセグメントの先端部とは同一のツイスト治具に挿入され、ツイスト治具の回転により、層毎に周方向の同一向きに且つ径方向で隣り合

う層のコイルセグメントとは逆向きにツイストされる。

このため、ツイスト後の異形のコイルセグメントの先端部の、コアの周方向の位置は、通常のコイルセグメントの先端部と同じ位置となる。すなわち、通常のコイルセグメントの先端部の接合部列と、異形のコイルセグメントとの先端部とは、コアの径方向に揃った位置に来る。

[0004] このような従来の手法を用いると、例えば、コアの最も内周側の層（最内層）に位置する異形のコイルセグメントによる引き出し線を、径方向の外側に配置された端子部材に電氣的に接続する場合には、通常のコイルセグメントの先端部の接合部列の上方を跨ぐように渡らせて接続する構成とならざるを得ない。

特許文献1に記載のコイルはU字状のものを挿入する構成ではないが、その図17（B）から明らかなように、コイルの端部をコアの径方向に曲げて小型化を図ることについて上記のような手法が採られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-11116号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記のように引き出し線が接合部列の上方を跨ぐ接続構成では、異形のコイルセグメントの引き出し部分の長さを大きくとる必要があり、それだけ銅やアルミニウム等で形成されるコイルセグメントの材料費の増加に繋がる。

また、この種のステータではコア端面からのコイルの突出量は少なければ少ない程モータ等の小型化に寄与し、ミリ単位で影響が出るが、上記のような接続構成は小型化を阻害する。

また、引き出し線の立ち上がり高さが大きいと、引き出し線と端子部材との間の接続部の剛性も低下するため、引き出し部の固有振動数が低下する。このため、例えば車両エンジンの回転に伴う振動と共振して結線部に断線応

力をもたらす懸念もある。

[0007] 本発明は、このような現状に鑑みてなされたもので、コイルセグメントを用いた回転電機のステータにおいて、コイルセグメントと端子部材との間の接続部の低コスト化と剛性の向上を図るとともに、回転電機の小型化に寄与することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するための本発明によるコイルセグメントのツイスト方法においては、まず、回転電機のステータを構成すべきコアの周方向に配列された複数のスロットに、複数のコイルセグメントが挿入されており、前記コアの端面から前記挿入の挿入方向に向けて突出する前記各コイルセグメントの先端部が前記コアの径方向に複数の層を形成し、前記複数の層のうちの一つの層に、他のコイルセグメントの先端部と接合されるべき先端部である短身先端部と、該短身先端部よりも長く前記コアの端面から突出する長身先端部とが配置されている被加工物を用意する。

[0009] そして前記短身先端部を収容するための第1収容凹部と前記長身先端部を収容するための第2収容凹部とを備えたツイスト治具の前記第2収容凹部に前記長身先端部の少なくとも一部を挿入し、前記第1収容凹部に前記短身先端部を挿入していない状態で、前記ツイスト治具を所定量回転させて1次ツイストを行った後、前記第2収容凹部に前記長身先端部を挿入したまま、さらに前記第1収容凹部に前記短身先端部の少なくとも一部を挿入した状態で、前記ツイスト治具を前記所定量よりも多く回転させる2次ツイストを行う。

[0010] 本発明によるコイルセグメントのツイスト方法では、上記1次ツイストと2次ツイストにより、周方向で見て、隣り合う前記短身先端部の間の位置に前記長身先端部を配置するように、前記複数のコイルセグメントの先端部をツイストする。

[0011] このようなコイルセグメントのツイスト方法において、前記1次ツイストを行う前は、前記ツイスト治具の前記各第2収容凹部に前記長身先端部の前

記少なくとも一部を挿入した状態で、前記各第1収容凹部は、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部と前記周方向にずれた位置にあり、前記1次ツイストを行った後は、前記第1収容凹部が、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部と略対向する位置に来るとよい。

[0012] さらに、前記長身先端部が配置されている層が、前記径方向の最内層又は最外層であるとよい。

さらに、前記1次ツイストでの前記ツイスト治具の回転量が、前記スロットの形成ピッチの略1/2であり、前記2次ツイストでの前記ツイスト治具の回転量が、前記スロットの形成ピッチの1倍以上であるとよい。

さらに、前記2次ツイストを前記1次ツイストと逆向きに行うとよい。

[0013] また、この発明は、上記のように方法として実施する他、上記のツイスト方法の実施に適したツイスト治具や、ツイスト装置として実施することができる。当該ツイスト装置の動作方法、ツイスト装置の制御に用いるプログラムやそのプログラムを格納した記録媒体として実施することも妨げられない。

発明の効果

[0014] 上記の構成によれば、コイルセグメントを用いた回転電機のステータにおいて、コイルセグメントと端子部材との間の接続部の低コスト化と剛性の向上を図れるとともに、回転電機の小型化に寄与できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明に係るコイルセグメントのツイスト方法を用いて作成される回転電機のステータの一例を示す斜視図である。

[図2A]通常のコイルセグメントの一例を示す概略斜視図である。

[図2B]異形のコイルセグメントの一例を示す概略斜視図である。

[図2C]中性点となる先端部を有するコイルセグメントの一例を示す概略斜視図である。

[図3]図1の要部拡大斜視図である。

[図4]図1のI-V-I-V線に沿う概要断面図である。

- [図5]本発明の一実施形態であるツイスト装置の概要構成図である。
- [図6]図5のツイスト装置におけるツイスト治具の分解斜視図である。
- [図7]図6のV I I - V I I 線に沿う内側ツイスト治具26の概要断面図である。
- [図8A]図5で示したツイスト装置によるツイスト動作について説明するための図で、ツイストする前のコイルセグメントと内側ツイスト治具の收容凹部との位置関係を示す、直線的に展開した図である。
- [図8B]ツイストする前のコイルセグメントと内側ツイスト治具の收容凹部との位置関係を、図8Aと異なる位置で示す、図8Aと対応する図である。
- [図8C]ツイスト動作開始時における、コイルセグメントと内側ツイスト治具との位置関係を示す、図8Aと対応する図である。
- [図8D]図8Cで示した状態から、第2收容凹部に異形のコイルセグメントの先端部が一部挿入された状態を示す図である。
- [図8E]図8Dに示す状態から内側ツイスト治具を回転させて1次ツイストを行った状態を示す図である。
- [図8F]図8Eに示す状態から第1收容凹部に通常のコイルセグメントの先端部を挿入した状態を示す図である。
- [図8G]図8Fに示す状態から2次ツイストを行った状態を示す図である。
- [図9]2次ツイストが終わった時点での入力用引き出し線を示す、コア及びコイルセグメントの要部斜視図である。
- [図10A]2次ツイスト後の入力用引き出し線を曲げる工程を説明するための模式図で、2次ツイストが終わった時点での入力用引き出し線の状態を示す図である。
- [図10B]図10Aの後、曲げが終わった状態を示す図である。
- [図11A]変形例のツイスト治具における、ツイストする前のコイルセグメントと内側ツイスト治具の收容凹部との位置関係を示す、図8Aと対応する図である。
- [図11B]変形例におけるツイスト動作について説明するための、図8Dと対応

する図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の一実施形態について図を参照して説明する。

[0017] まず、図1を参照して、本発明のコイルセグメントのツイスト方法を用いて作成することができる回転電機のステータの一例の概略構成を説明する。

図1は、そのステータの斜視図である。

図1に示すステータ2は、周方向に配列された複数のスロット4を有する円筒状のコア6と、スロット4にU字状のコイルセグメント（セグメント導体）をスロット4の間を跨ぐように複数挿入してそれらのコイルセグメントを接続することにより構成された3相（U相、V相、W相）のコイル8とを備えている。符号5はコア6とコイルセグメントとの間を絶縁するための絶縁シートを示している。なお、以降の説明において、「U」を含む符号はU相のコイルに関連した構成を示す。「V」、「W」についても同様である。

[0018] 各コイルセグメントはコア6の図中軸方向下側からスロット4に挿入され、図中コア6の軸方向上側（入力側又は給電側）の端面から突出した部分は、後述するツイスト治具によりコア6の周方向に折り曲げられる。折り曲げ（ツイスト）はコア6の径方向で隣り合う層毎に逆向きに行われ、ツイスト後に径方向で隣り合う層間で対向するコイルセグメントの先端部同士が電気的に接合される。

図1では接合前の状態を示しているが、以下の説明では、先端部同士が対向した構成（厳密にはコイルセグメントの先端の絶縁被膜を除去した部分同士が対向する構成）を接合部10と称する。

[0019] なお、ステータ2において、各スロット4には6本のコイルセグメントのスロット挿入部（後述）が挿入される。コイルセグメントの厚さは全て共通であるので、1つのスロット4に挿入される6つのスロット挿入部の径方向の配置は全てのスロットにおいて共通である。このため、1つのスロットに挿入される6つのスロット挿入部は、最外周側から最内周側まで積み重なった6層を形成すると捉えることができ、本明細書で「層」と言った場合には

、特に断らない限り、このスロット挿入部の層を意味するものとする。

[0020] コア6は、打ち抜き加工又はエッチング加工により成形された薄肉の円環状の電磁鋼板を円筒軸方向に積層して一体化した構成を有している。コア6の内周側には中心に向けて突出する複数のティース（磁極歯）7が周方向に所定間隔で放射状に形成されている。各ティース7の先端側の面によりコア6の内周面が概ね形成されるが、各ティース7の先端側の面は相互に離れている。図1の中央付近の符号を見易くするため、図の一部を白く塗りつぶしているが、塗りつぶし部分においても、各ティース7は相互に離れている。また、隣り合うティース7間にスロット4が形成されている。

本実施形態のステータ2に挿入される不図示のロータの極数（磁極数）は8であり、極数8に対する3相のコイル8の1相あたりのスロット数は2である。従って、コア6には総数48のスロット4が配置されている。

[0021] ここで、図2Aにコイルセグメントの一例を示す。

各コイルセグメントは、表面が絶縁被膜で覆われた平角線を曲げ加工によりU字状に変形して形成されている。具体的に説明すると、図2Aに示すように、コイルセグメント12はそれぞれ直線状に延びる一对のスロット挿入部12a、12bと、これらを連結する連結部12cとを備え、一方のスロット挿入部12aと他方のスロット挿入部12bをそれぞれ異なる層に配置できるように連結部12cは段差形状を有している。

[0022] 符号12dは、コイルセグメント12をコア6に挿入した時にコア6の端面から突出する範囲を示している。

また、各スロット挿入部12a、12bの挿入方向の先端側の所定長さの部分（符号12dで示す範囲よりも狭い範囲）では、絶縁被膜が除去され、他のコイルセグメントのスロット挿入部や接続端子等と電氣的に接続することが可能である。

[0023] 本実施形態のコイルセグメントには、図1に示すように接合部10で他のコイルセグメントと連結される先端部を有する、図2Aに示したように同じ長さのスロット挿入部12a、12bを備える通常のコイルセグメント12

の他、コイルセグメント 12 よりもコア 6 の端面からの突出長さが長いスロット挿入部を含む異形のコイルセグメント 14 と、同様にコイルセグメント 12 よりもコア 6 の端面からの突出長さがコイルセグメント 12 よりも長く、中性線となる先端部を有するコイルセグメント 16 とが含まれている。

[0024] 図 2 B に異形のコイルセグメント 14 の一例を示す。

この異形のコイルセグメント 14 も、直線状に延びる一対のスロット挿入部 14 a, 14 b と、これらを連結する連結部 14 c とからなり、連結部 14 c は層替えのための段差形状（クランク形状）を有している点はコイルセグメント 12 と共通である。

[0025] しかし、異形のコイルセグメント 14 の一方のスロット挿入部 14 b は、通常のコイルセグメント 12 のスロット挿入部 12 a, 12 b と長さが同等である他方のスロット挿入部 14 a よりも長い。スロット挿入部 14 b の先端部は、スロット挿入部 12 a, 12 b, 14 a の先端部よりも長く、コア 6 の端面から突出し、その先端部は入力用引き出し線となる。符号 14 d は、コイルセグメント 14 をコア 6 に挿入した時にスロット挿入部 14 b がコア 6 の端面から突出する範囲を示している。スロット挿入部 14 a 側では、図 2 A の 12 d と同じ長さの部分が突出する。

以下、符号 14 d で示す部分を長身先端部と、符号 12 d で示す部分を短身先端部と呼ぶ。

[0026] また、図 2 C に中性線となる先端部を有するコイルセグメント 16 の一例を示す。

このコイルセグメント 16 も、一方のスロット挿入部 16 b の長さが他方のスロット挿入部 16 a の長さよりも若干長い。

また厳密には、通常のコイルセグメント 12 も、コア 6 の径方向の位置に応じてスロット 4 間の周長が異なることに対応して、各スロット挿入部のコア 6 の端面からの突出長さは、そのスロット挿入部がどの層を形成するかによって若干異なる。

[0027] しかし、コイルセグメント 12, 16 におけるスロット挿入部間の長さの

差は、図2Bのmに比べて小さいため、コイルセグメント14のロット挿入部14b（の先端部14d）のみを、他よりも長いロット挿入部14bとして、後述する1次ツイストの対象とする。

[0028] 図1の説明に戻ると、各ロット4には、前述のようにコア6の径方向に1列に並ぶように6本のロット挿入部が挿入されている。そして、各相のコイルは、接合部10において対向するロット挿入部を電氣的に接続することにより複数のコイルセグメントを直列に接続して、それぞれコア6を略6周する、配置位置が周方向にずれた2本のコイルを形成し、さらにそれら2本のコイルを並列に接続した構成を有している。各コイルは、最内周の層（最内層）から最外周の層（最外層）に向けて引き回され、また最内層に戻る構成を有し、両端ともに最内層に位置する。

[0029] 図1に示すように、コア6の最内層には、異形のコイルセグメント14の長身先端部14dを曲げて形成した入力用引き出し線14U1, 14U2, 14V1, 14V2, 14W1, 14W2が配置されている。これらの引き出し線の先端部はそれぞれ、例えばインバータの交流出力部に接続される端子部材15U, 15V, 15Wに電氣的に接続されている。図1で符号を付した入力用引き出し線14U1～14W2は、それぞれ各コイルの一端部に位置し、例えば端子部材15Uは、U相の2本のコイルを並列接続する役割も果たす。V相及びW相についても同様である。

[0030] また、最内層には、コイルセグメント16の長い方のロット挿入部の先端部により形成される中性線16U1, 16U2, 16V1, 16V2, 16W1, 16W2も配置されており、これらは中性点としての不図示の長板状のコモン導体に電氣的に接続されている。中性線16U1～16W2は、各コイルの他端部に位置する。

[0031] ここで、図3に図1の要部を拡大して示す。

図3に示すように、入力用引き出し線14U1, 14U2, 14V1, 14V2は、コア6の周方向におけるコイルセグメント12同士の接合部10の間（径方向に並ぶ接合部10の列間の周方向の隙間21）に、横たわるよ

うに配置されている。図3に表れない（図1には表れる）入力用引き出し線14W1, 14W2も同様である。

即ち、径方向の一端側である最内層に位置し、接合部10で接合される先端部を有する通常のコイルセグメント12よりもコア6の端面からのスロット挿入部の突出長さが大きい異形のコイルセグメント14の先端部が、接合部10間の隙間21内に横たわるように配置されて、径方向の他端側（最外周側）に導出されている。

[0032] さらに具体的に説明すると、入力用引き出し線14U1, 14U2, 14V1, 14V2は、異形のコイルセグメント14の長身先端部14dを、同じ層の通常のコイルセグメント12の短身先端部12dと共に周方向の同じ向きに折り曲げて（ツイストして）形成された折り曲げ部14d-1と、接合部10の列間の隙間21を内周側から外周側に向って延びる導出部14d-2と、最外層よりも外側に突出した位置で導出部14d-2の先端からコア6の軸方向に立ち上がる立ち上がり部14d-3とを有する。立ち上がり部14d-3は端子部材15U, 15Vに接続されている。

導出部14d-2は、隙間21に対応する位置で径方向に折り曲げられた部分である。

図1に示す入力用引き出し線14W1, 14W2も同様な構成を有する。

[0033] 図4に、図1のI-V-I'V線に沿う概要断面図を示す。

上記のような入力用引き出し線及び端子部材による端子接続構成を採ることにより、図4に示すように、入力用引き出し線14U1を、コア端面からの高さが低い短い距離で端子部材15Uに接続することができる。他の入力用引き出し線についても同様である。

これにより、入力用引き出し線を最内層の位置に立ち上げ、端子部材が接合部10の列の上方を跨いで入力用引き出し線と接続する従来の構成に比べて、コイルセグメントの材料コストの低減を図ることができる。また、入力用引き出し線の導出部14d-2のコア6の軸方向における高さを低くできるので、ステータ2の小型化に大きく寄与する。

[0034] 図4の構成では立ち上がり部14d-3の立ち上がりの長さを比較的長くしているが、ここで説明した端子接続構成では、立ち上がり長さがより短くても、また、立ち上がり部14d-3自体を設けなくても、コイルと端子部材との接続が可能である。この構成によれば、コイルセグメントの材料コスト低減及びステータ2の小型化の効果を一層大きくすることができる。

[0035] また、入力用引き出し線の導出部14d-2のコア6の軸方向における高さを低くできるので、入力用引き出し線と端子部材との間の接続部の剛性を高めることができる。このことにより、入力用引き出し線の固有振動数を高めることができる。すなわち、接続部の剛性が低いと入力用引き出し線の固有振動数が低下するが、この低下を抑制することができる。このように固有振動数を高めることにより、例えば接続部が車両エンジンの回転に伴う振動と共振して結線部に断線応力をもたらすリスクを低減できる。

[0036] 次に、図5～図8Gを参照して、上記の効果を有する端子接続構成を実現できるコイルセグメントのツイスト方法、該ツイスト方法に用いられるツイスト治具及び該ツイスト方法を実施するためのツイスト装置の実施形態について説明する。

図5は、本発明の一実施形態であるツイスト装置の概要構成図である。

図5に示すように、ツイスト装置18は、コア6の各スロット4に適当なコイルセグメントが挿入された、ツイスト前の状態のステータ2を、コイルセグメントの突出した先端部が下向きとなるように保持するワーク保持機構20と、ツイスト治具22と、該ツイスト治具22を回転駆動するための回転駆動機構24と、該回転駆動機構24を制御してツイストプログラムを実行する制御部25等を備えている。

[0037] ツイスト治具22は、図1に示したコア6の複数のスロット4に挿入されてコア6の端面から突出した、最内層及びその隣の層（内周側から2番目の層）にあるコイルセグメント12, 14, 16のスロット挿入部の挿入方向の先端部を、コア6の周方向に折り曲げるための工具である。

ツイスト治具22は、最内層に配置されたスロット挿入部の先端部をツイ

ストする内側ツイスト治具 26 と、内周側から 2 番目の層に配置されたスロット挿入部の先端部をツイストする外側ツイスト治具 28 とを有している。内側ツイスト治具 26 は異形のコイルセグメント 14 のスロット挿入部 14b を構成する長身先端部 14d が配置される径方向の最内層に対応した径を有し、外側ツイスト治具 28 は内周側から 2 番目の層に対応した径を有している。

[0038] 回転駆動機構 24 は、内側ツイスト治具 26 及び外側ツイスト治具 28 をそれぞれ回転駆動する回転駆動機構を備える。当該回転駆動機構は、モータ 30 の動力により内側ツイスト治具 26 を駆動すると共に、モータ 32 の動力により外側ツイスト治具 28 を駆動する。モータ 30 とモータ 32 はモータドライバを介して制御部 25 に接続されている。制御部 25 の不揮発メモリ 25a には内側ツイスト治具 26 と外側ツイスト治具 28 の回転量と回転方向等のデータが記憶されており、制御部 25 はこのデータに基づいて回転駆動機構 24 を制御する。

ワーク保持機構 20 は駆動機構 34 により上下方向（矢印 Z 方向）に移動可能となっており、ツイスト時にはステータ 2 の下降移動とツイスト治具 22 の回転動作が制御部 25 の制御により同時になされる。

[0039] 図 6 は、図 5 のツイスト装置におけるツイスト治具の分解斜視図である。

図 6 に示すように、内側ツイスト治具 26 は、回転駆動機構 24 に接続される円筒状の治具本体 36 と、該治具本体 36 の軸方向上端部の外周面に形成された、第 1 収容凹部 38a、第 2 収容凹部 38b 及び第 3 収容凹部 38c を有している。第 1 収容凹部 38a、第 2 収容凹部 38b 及び第 3 収容凹部 38c は、周方向に間隔をおいて複数形成されている。

[0040] 図 7 は、図 6 の V-V 線に沿う内側ツイスト治具 26 の概要断面図である。

図 7 に示すように、治具本体 36 の底面 36a には回転駆動機構 24 の駆動軸が挿入される挿入孔 36b が形成され、さらに複数（ここでは 4 つ）のネジ孔 36c が周方向に等間隔で形成されている。治具本体 36 はこれらの

ネジ孔 36c を介して回転駆動機構 24 にボルトで締結される。

治具本体 36 の上端側には、各コイルセグメントのロット挿入部の先端部を各收容凹部に案内するための段差状の環状ガイド面 36d が形成されている。

[0041] 第 1 收容凹部 38a は、コイルセグメント 12, 14, 16 が備えるロット挿入部のうち、接合部 10 を構成し、相互に電氣的に接合されるべき一対のロット挿入部の先端部（短身先端部 12d）を收容する。

第 2 收容凹部 38b は、異形のコイルセグメント 14 の、入力用引き出し線 14U1, 14U2, 14V1, 14V2, 14W1, 14W2 となるロット挿入部 14b の先端部（長身先端部 14d）を收容する。

第 3 收容凹部 38c は、軸方向の高さが第 2 收容凹部 38b よりも小さくて第 1 收容凹部 38a よりも大きく、中性線となるコイルセグメント 16 の長い方のロット挿入部 16b の先端部（図 2C 参照。以下、先端部 16d と呼ぶ）を收容する。

[0042] なお、各先端部のうち第 1 收容凹部 38a に收容される範囲は、各コイルセグメント 12, 14, 16 のロット挿入部（コイルセグメント 14 においてはロット挿入部 14a）の先端から、概ね図 1 においてコア 6 の軸方向に立ち上がっている部分までの範囲である。これは、例えば短身先端部 12d として示した範囲の一部分である。

長身先端部 14d のうち第 2 收容凹部 38b に收容される範囲は、各コイルセグメント 14 のロット挿入部 14b の先端から、概ね図 3 における導出部 14d-2 及び立ち上がり部 14d-3 を構成する部分までの範囲である。これは、長身先端部 14d として示した範囲の一部分である。

先端部 16d のうち第 3 收容凹部 38c に收容される範囲もこれらに準じる。

[0043] 図 6 に示すように、外側ツイスト治具 28 は、円筒状の治具本体 40 と、該治具本体 40 の下面に治具本体 40 と一体に形成されたフランジ部 42 とを有している。治具本体 40 の軸方向上端部の内周面には、内周側から 2 番

目の層に配置されたスロット挿入部の先端部を収容する収容凹部40aが周方向に間隔をおいて複数形成されている。各収容凹部40aの高さは、内側ツイスト治具26の第1収容凹部38aと同等である。

[0044] 外側ツイスト治具28は、フランジ部42とウォームギヤ等の歯車構成とを介して、回転駆動機構24に接続されている。

内側ツイスト治具26と外側ツイスト治具28はそれぞれ、治具本体の側面部により、他方の治具の収納凹部に挿入されたスロット挿入部の先端部が外れて脱落するのを互いに防止し合う。

[0045] 次に、図8A乃至図8Gを参照して、1つのツイスト治具である内側ツイスト治具26により、接合部10の列の間隙21に異形のコイルセグメント14の長身先端部14dを位置付けるための動作及びそのための構成について説明する。ここで説明する動作は、この発明のコイルセグメントのツイスト方法の実施形態である。

なお、図8A乃至図8Gでは、分り易くするために、コイルセグメントの先端部の周方向の配置とこれに対応する内側ツイスト治具26の収容凹部の周方向の配置の一部を直線的に展開してこれらの位置関係を模式的に示している。また、図中の短身先端部12d、長身先端部14d及び先端部16dは、それぞれ絶縁被膜が剥離された部分と剥離されていない部分とを含んでいる。

[0046] 図8Aに示すように、ツイスト前の状態では、ステータ2のコア6の端面から突出した通常のコイルセグメント12の短身先端部12dと、異形のコイルセグメント14の長身先端部14dは、コア6の周方向（矢印R方向）に同じスロットピッチP1で配置されている。スロットピッチP1は、スロット4の形成ピッチである。

図8Bに示すように、コイルセグメント16の長い方のスロット挿入部も同じスロットピッチP1で配置されている。

[0047] これに対し、内側ツイスト治具26の第1収容凹部38aは、スロット4に配置された短身先端部12dの周方向における位置に合わせて形成し、中

心軸に沿ってコア6を含むステータ2を内側ツイスト治具26に近づけることにより、各第1收容凹部38aに、対応する短身先端部12dを收容できるようにしている。

一方、第2收容凹部38bは、第1收容凹部38aと、そこに收容されるべき短身先端部12dとが対向した状態では、第2收容凹部38bに收容されるべき長身先端部14dに対し、周方向（図中左側）にずれる位置に形成している。すなわち、第2收容凹部38bは、第1收容凹部38aの配置周期からずれた位置に配置されている。

第2收容凹部38bのずれ量は、本実施形態では、第1收容凹部38aの形成ピッチP2（＝スロットピッチP1）の1/2である。

[0048] 図8Bには、第3收容凹部38cと第2收容凹部38bとの位置関係を図8Aと同様に示している。

図8Aと図8Bとの対比からわかるように、第3收容凹部38cも第1收容凹部38a同様に、スロット4に配置されたコイルセグメント16の長い方の先端部である先端部16dの周方向における位置に合わせて形成されており、中心線に沿ってコア6を含むステータ2を内側ツイスト治具26に近づけることにより、各第3收容凹部38cに、対応する先端部16dを收容することができる。なお、内側ツイスト治具26の周方向位置を、各第1收容凹部38aに対応する短身先端部12dを收容できるように調整すれば、その位置で各第3收容凹部38cにも対応する先端部16dを收容することができる。

[0049] この実施形態のツイスト方法ではまず、被加工物として、コイルセグメントが挿入されたコア6であるステータ2を用意して図5のツイスト装置18にセットする。その後、内側ツイスト治具26を駆動して、その周方向位置を、1次ツイストを開始するための位置に移動させる。

その位置は、図8Cに示すように、長身先端部14dと、内側ツイスト治具26の第2收容凹部38bとが向かい合う位置である。

図8Aとの対比からわかるように、この状態では、第1收容凹部38aは

、そこに收容される短身先端部12dに対してずれた位置に来ることになる。仮想線Lは、図8Aの状態で長身先端部14dがあった位置を示している。

[0050] 次に、図8Cに示す状態から、制御部25による駆動機構34の動作によって矢印Z2で示すようにステータ2を下降させ、図8Dに示すように、異形のコイルセグメント14の長身先端部14dの一部を第2收容凹部38bに挿入する。ステータ2の下降量は、短身先端部12dが第1收容凹部38aに收容されないことはもちろん、中性線となるコイルセグメント16の長い方のスロット挿入部の先端部16dも第3收容凹部38cに收容されない程度に設定する。図8Dの状態における先端部16dの高さを、図中に仮想線で示している。下降量の設定は、制御部25の不揮発メモリ25aに記憶させておくことができる。

[0051] 次に、図8Dのように第2收容凹部38bに長身先端部14dの一部を挿入した状態で、内側ツイスト治具26をR1方向に所定量回転駆動して、1次ツイストを行う。

図8Eがこの1次ツイスト後の状態を示す。1次ツイストによって、長身先端部14dは斜めに変形する。

本実施形態における、1次ツイストでの内側ツイスト治具26の所定の回転量は、第1收容凹部38aの形成ピッチP2の1/2である。すなわち、上述した第2收容凹部38bのずれ量分だけ回転させる。厳密には、この回転量は、 $(1/2) \times P2$ にスプリングバックを加味して設定することが好ましい。

[0052] 1次ツイストの時点では、短身先端部12dと先端部16dは、それぞれ第1收容凹部38a、第3收容凹部38cに挿入されていないため、位置の変動はない。このため上記回転量との関係から、図8Eに示す通り、1次ツイストの終了後には、短身先端部12dと先端部16dに、それぞれ第1收容凹部38aと第3收容凹部38cが対向する。

[0053] 従ってこの状態では、矢印Z2で示すようにステータ2をさらに下降させ

ることにより、第1收容凹部38aに短身先端部12dを、第3收容凹部38cに先端部16dを、それぞれ挿入して收容することができる。

この状態で、内側ツイスト治具26を1次ツイスト時の所定量よりも多く回転させる2次ツイストを行う。1次ツイストと2次ツイストとの間にタイムラグがあっても、1次ツイストから2次ツイストへ連続的に移行してもよい。

[0054] 上記のようにステータ2を下降させると、1次ツイストされた長身先端部14dは、斜めに変形した状態で第2收容凹部38bにさらに深く挿入されることになる。内側ツイスト治具26の各收容凹部（少なくとも第2收容凹部38b）の入口に、R形状に加工された領域を設け、当該領域に磨き加工をしておくことにより、この挿入に際してコイルセグメント14の表面の絶縁被膜と第2收容凹部38bの入口とが接触しても、絶縁被膜に傷がつかないようにすることができる。

[0055] 2次ツイストは、図8Gに示すように、1次ツイストとは逆向きに行われる。即ち、内側ツイスト治具26が1次ツイストの際とは逆向き（矢印R2方向）に回転駆動される。

2次ツイストでの内側ツイスト治具26の回転量は、第1收容凹部38aの形成ピッチP2の1倍以上である。P2の整数倍には限られない。

[0056] 図9に、上記の2次ツイストが終わった時点での入力用引き出し線の構成を示す。

本実施形態では、2次ツイストでの内側ツイスト治具26の回転量を第1收容凹部38aの形成ピッチP2の3倍としている。これにより、通常のコイルセグメント12の短身先端部12dは第1收容凹部38aの形成ピッチP2の3倍（＝3スロットピッチ）変位する。一方、異形のコイルセグメント14の長身先端部14dは、1次ツイストで変位した分が逆向きの2次ツイストで相殺される。このため、長身先端部14dは、第1收容凹部38aの形成ピッチP2の2.5倍変位した位置、すなわち、図9に示すように周方向における先端部同士の接合部10間の隙間21に対応した位置に、コア

6の端面に対して垂直に立った状態で配置される。

[0057] 第3収容凹部38cは、第2収容凹部38bの場合のような、第1収容凹部38aの配置周期に対する「ずれ」を設けずに形成されている。このため、2次ツイスト後のコイルセグメント16の先端部16dは、図1に示すように、接合部10の列と径方向に並ぶように配置される。

また、必須ではないがこの例では、内側ツイスト治具26による2次ツイストと同時に、外側ツイスト治具28も内側ツイスト治具26と逆向きに回転駆動して内周側から2番目の層のコイルセグメントのツイストを行う。2番目の層におけるコイルセグメントの先端部を収容する収容凹部40aは全て第1収容凹部38aと同じ大きさである。2番目の層に配置される先端部は、接合用の先端部であるためである。

[0058] なお、隙間21の周方向の幅は異形のコイルセグメント14を形成する線材の周方向の幅よりも大きいので、1次ツイストにおける内側ツイスト治具26の回転量（第1収容凹部38aの形成ピッチの1/2）や2次ツイストにおける内側ツイスト治具26の回転量（第1収容凹部38aの形成ピッチの1倍以上）の条件は厳密なものでもなくてもよい。即ち、2次ツイストが完了した際に、異形のコイルセグメント14の先端部14dが隙間21内の、後述する横たわりのための曲げ加工に支障がない位置で立ち上がるように設定できればよい。

[0059] 上記のように、この実施形態において、第2収容凹部38bに長身先端部14dを収容して行う1次ツイストの時点では、第1収容凹部38aは、そこに収容される短身先端部12dに対し、周方向（図中右側）にずれる位置に来て、1次ツイストの後では短身先端部12dが第1収容凹部38aと略対向する位置に来るように、第1収容凹部38aと第2収容凹部38bとを形成している。そして、異形のコイルセグメント14のみの1次ツイストを行った後に2次ツイストを行っている。このことにより、単一のツイスト治具（内側ツイスト治具26）を用いて、長身先端部14dの位置を、接合部10の列の位置からずらすことができ、上述の横たわりの接続構成を容易に

得ることができる。

[0060] 本実施形態では2次ツイストを1次ツイストと逆向きに行う構成としたが、同一方向に回転させた場合でも、1次ツイストで長身先端部14dが接合部10を形成する短身先端部12dと比べて所定量進むので、同様の効果を得ることができる。なお、2次ツイストを1次ツイストと逆向きに行う方が折り曲げ部14d-1が短くてよいため異形のコイルセグメント14の長身先端部14dの長さを短くできる分、材料費の観点から経済的である。

また、本実施形態ではステータ2を移動させて各コイルセグメントの先端部を対応する收容凹部に挿入したが、ツイスト治具側、あるいはステータ2とツイスト治具の双方を移動させてもよい。

[0061] また、2次ツイストの際に、内側ツイスト治具26の回転に連れて、ステータ2を内側ツイスト治具26に近づけるとよい。このとき、ステータ2及びツイスト治具22の少なくとも一方を、他方に対してその中心軸に沿う方向に相対移動させればよい。即ち、本実施形態の場合と逆にステータ2を固定してツイスト治具22側を上昇させてもよく、さらには、ステータ2の下降とツイスト治具22側の上昇を同時に行ってもよい。

[0062] 2次ツイスト後、図9に示すように垂直に立った状態の、入力用引き出し線14U1、14U2、14V1、14V2、14W1、14W2となる長身先端部14dに対して、図1に示した端子部材15U、15V、15Wに接続するための曲げ加工を行う。

図10A及び図10Bを用いてこの曲げ加工について説明する。

入力用引き出し線14U1を例に説明すると、この横たわりのための曲げ加工は以下の手順で行う。

まず、図10Aに示すように、コア6の径方向外側から入力用引き出し線14U1の根元の曲がりガイドする曲げガイド部材50を挿入し、その状態で、入力用引き出し線14U1の先端部を、加工装置の曲げ部材52に收容する。

[0063] 当該加工装置が、曲げ部材52を図10Bに矢印Qで示すように斜めに移

動させることにより、入力用引き出し線 14 U 1 となる長身先端部 14 d は隙間 21 内に横たわる状態に曲げられ、導出部 14 d - 2 が形成される。その後さらに、その先端部を曲げ部材 52 によって、コア 6 の軸方向に折り曲げて立ち上がり部 14 d - 3 を形成する。

他の入力用引き出し線 14 U 2, 14 V 1, 14 V 2, 14 W 1, 14 W 2 についても同様である。

[0064] 上記では、ツイスト治具 22 により最内層のコイルセグメントをツイストすることについて説明したが、他の各層についても、各層と対応するツイスト治具を用いてコイルセグメントのうちコア 6 の端面から突出した部分をツイストすることができる。他の層には、入力用引き出し線となるコイルセグメントは無いため、他の層と対応するツイスト治具には、第 1 収容凹部 38 a のみを等間隔で設ければよく、第 2 収容凹部 38 b 及び第 3 収容凹部 38 c は不要である。また、ツイストの方向は、隣の層と反対の向きである。また、ツイストは、ツイスト治具を 2 つずつ用いて 2 層ずつ行うとよい。

[0065] 上記実施形態では、第 1 ~ 第 3 収容凹部 38 a ~ 38 c をコア 6 の外周面に軸方向に延びる縦溝状に形成しているが、治具本体 36 の内周面又は内側に形成してもよい。あるいは治具本体 36 の側面の内部に、側面に露出しない孔として形成してもよい。収容凹部 40 a も、同様に、治具本体 40 の内周面、内側、側面の内部等に形成してもよい。

[0066] また、上記実施形態では、通常のコイルセグメントの周方向における接合部 10 間の隙間 21 に、入力用引き出し線を横たわらせて内周側から外周側に導出する例を示したが、本発明はこれに限定されず、外周側から内周側へ導出する構成としてもよい。この場合には、最外層に対応した径を有するツイスト治具に、第 1 ~ 第 3 収容凹部 38 a ~ 38 c と対応する収容凹部を設け、最外層のロット挿入部に対し、図 8 A 乃至図 8 G を用いて説明したものと同様なツイスト処理を適用すればよい。また、隙間 21 に横たわらせる対象は、入力用引き出し線に限定されない。

[0067] また、上記実施形態では、1 次ツイストでは異形のコイルセグメント 14

の長身先端部 14 d のみをツイストするようにしたが、コイルセグメント 16 の長い方のスロット挿入部の先端部 16 d も、1 次ツイストにてツイストするようにしてもよい。このようにすれば、コイルセグメント 16 の長い方のスロット挿入部の先端部 16 d（中性線となる先端部）も、異形のコイルセグメント 14 の長身先端部 14 d と同様、接合部 10 間の隙間 21 に対応した位置に配置できる。

[0068] 図 11 A に、このような 1 次ツイストを行う場合の第 1～第 3 收容凹部 38 a～38 c の配置例を示す。図 8 A 乃至図 8 G に示した構成と対応する箇所には同じ符号を用いている。

図 11 A の例では、第 2 收容凹部 38 b だけでなく第 3 收容凹部 38 c も、第 1 收容凹部 38 a と、そこに收容されるべき短身先端部 12 d とが対向した状態では、第 3 收容凹部 38 c に收容されるべき先端部 16 d に対し、周方向（図中左側）にずれる位置に形成している。すなわち、第 3 收容凹部 38 c も、第 2 收容凹部 38 b と同様、第 1 收容凹部 38 a の配置周期からずれた位置に配置されている。

第 3 收容凹部 38 c 及び第 2 收容凹部 38 b のずれ量は、第 1 收容凹部 38 a の形成ピッチ $P2$ （＝スロットピッチ $P1$ ）の $1/2$ である。

[0069] 図 11 B に、図 11 A の内側ツイスト治具を用いたツイスト動作の一部を示す。

図 11 A を用いて説明した内側ツイスト治具 26 を用いることにより、1 次ツイストに際し第 2 收容凹部 38 b に長身先端部 14 d を收容する際に、図 11 B に示すように、コイルセグメント 16 の長い方のスロット挿入部の先端部 16 d も同時に第 3 收容凹部 38 c に收容することができる。このため、先端部 16 d も 1 次ツイストの対象とすることができる。

[0070] 中性線同士を接続するにあたって、一枚のプレートに中性線の端部を溶接する手法が存在する。しかし、中性線と周方向に隣接する導体（接合部 10）の端部高さが中性線の端部高さと同程度又はより高い場合、上記プレートが、上記隣接する導体の端部又は絶縁被膜に干渉する可能性がある。今回の

ように1/2ピッチの箇所を含む構成ではこの問題が特に顕著であるが、上記のように中性線となる先端部も1次ツイストして接合部10の隙間21に配置することにより、このような問題を避けられる。

[0071] また、上記実施形態では、図6に表れるように、第1收容凹部38aと第2收容凹部38bと第3收容凹部38cとを、それぞれ異なる深さとした。しかし、1次ツイストでも2次ツイストでも、ツイスト処理を行う時点で、各收容凹部に收容された先端部は、收容凹部の底に達するまで收容凹部に入っている必要はない。従って、各收容凹部は、対応する先端部の收容に必要な深さよりも深く形成してもよい。例えば、各收容凹部の深さを、図6において最も深い第2收容凹部38bと同じ深さとしてもよい。この場合、全ての收容凹部は同じ形状となる。また、第1收容凹部38aと第3收容凹部38cとをP2のピッチで等間隔に形成すると共に、図8Aを用いて説明したように、第2收容凹部38bを、P2のピッチに従った位置から1/2ピッチずれた位置に形成すればよい。

[0072] 以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はかかる特定の実施形態に限定されるものではなく、種々の変形・変更が可能である。上述した本発明の構成は、一部のみ取り出して実施することもできるし、以上の説明の中で述べた変形は、相互に矛盾しない限り任意に組み合わせて適用可能である。本発明の実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を例示したに過ぎず、本発明による効果は、本発明の実施形態に記載されたものに限定されるものではない。

符号の説明

- [0073]
- 2 ステータ
 - 4 スロット
 - 6 コア
 - 10 接合部
 - 12 通常のコイルセグメント
 - 12d 短身先端部

- 1 4 異形のコイルセグメント
- 1 4 d 長身先端部
- 1 6 中性線となる先端部を有するコイルセグメント
- 2 1 隙間
- 2 2 ツイスト治具
- 2 5 制御部
- 2 6 内側ツイスト治具
- 2 8 外側ツイスト治具
- 3 6、4 0 治具本体
- 3 8 a 第1 收容凹部
- 3 8 b 第2 收容凹部
- 3 8 c 第3 收容凹部

請求の範囲

[請求項1]

回転電機のステータを構成すべきコアの周方向に配列された複数のスロットに、複数のコイルセグメントが挿入されており、前記コアの端面から前記挿入の挿入方向に向けて突出する前記各コイルセグメントの先端部が前記コアの径方向に複数の層を形成し、前記複数の層のうちの一つの層に、他のコイルセグメントの先端部と接合されるべき先端部である短身先端部と、該短身先端部よりも長く前記コアの端面から突出する長身先端部とが配置されている被加工物を用意し、

前記短身先端部を収容するための第1収容凹部と前記長身先端部を収容するための第2収容凹部とを備えたツイスト治具の前記第2収容凹部に前記長身先端部の少なくとも一部を挿入し、前記第1収容凹部に前記短身先端部を挿入していない状態で、前記ツイスト治具を所定量回転させて1次ツイストを行った後、

前記第2収容凹部に前記長身先端部を挿入したまま、さらに前記第1収容凹部に前記短身先端部の少なくとも一部を挿入した状態で、前記ツイスト治具を前記所定量よりも多く回転させる2次ツイストを行うことにより、

周方向で見て、隣り合う前記短身先端部の間位置に前記長身先端部を配置するように、前記複数のコイルセグメントの先端部をツイストすることを特徴とするコイルセグメントのツイスト方法。

[請求項2]

請求項1に記載のコイルセグメントのツイスト方法であって、

前記1次ツイストを行う前は、前記ツイスト治具の前記各第2収容凹部に前記長身先端部の前記少なくとも一部を挿入した状態において、前記各第1収容凹部が、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部に対して前記周方向にずれた位置にあり、

前記1次ツイストを行った後は、前記第1収容凹部が、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部と略対向する位置に来ることを特徴とするコイルセグメントのツイスト方法。

- [請求項3] 請求項1又は2に記載のコイルセグメントのツイスト方法であって、
- 前記長身先端部が配置されている層が、前記径方向の最内層又は最外層であることを特徴とするコイルセグメントのツイスト方法。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか一項に記載のコイルセグメントのツイスト方法であって、
- 前記1次ツイストでの前記ツイスト治具の回転量が、前記スロットの形成ピッチの略 $1/2$ であり、前記2次ツイストでの前記ツイスト治具の回転量が、前記スロットの形成ピッチの1倍以上であることを特徴とするコイルセグメントのツイスト方法。
- [請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載のコイルセグメントのツイスト方法であって、
- 前記2次ツイストを前記1次ツイストと逆向きに行うことを特徴とするコイルセグメントのツイスト方法。
- [請求項6] コアの周方向に配列された複数のスロットに挿入され、前記コアの端面から前記挿入の挿入方向に向けて突出する各先端部が前記コアの径方向に複数の層を形成する複数のコイルセグメントの、前記コアの端面から突出した先端部を前記周方向に折り曲げるためのツイスト治具であって、
- 円筒状又は円柱状の本体部と、
- 該本体部に周方向に間隔をおいて形成され、前記コイルセグメントの先端部のうち他のコイルセグメントの先端部と接合されるべき先端部である短身先端部を収容するための第1収容凹部と、
- 前記本体部に周方向に間隔をおいて形成され、前記コイルセグメントの先端部のうち前記短身先端部よりも長く前記コアの端面から突出する長身先端部を収容するための第2収容凹部とを有し、
- 前記第1収容凹部と前記第2収容凹部とは、該第2収容凹部にツイストされていない前記長身先端部を収容した状態では、前記第1収容

凹部が、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部に対して前記周方向にずれた位置に来るように設けられていることを特徴とするツイスト治具。

[請求項7] 請求項6に記載のツイスト治具であって、
前記第2収容凹部にツイストされていない前記長身先端部を収容した状態での、前記第1収容凹部と、該第1収容凹部に収容すべき前記短身先端部との間の前記周方向の前記ずれ量は、前記スロットの形成ピッチの略 $1/2$ であることを特徴とするツイスト治具。

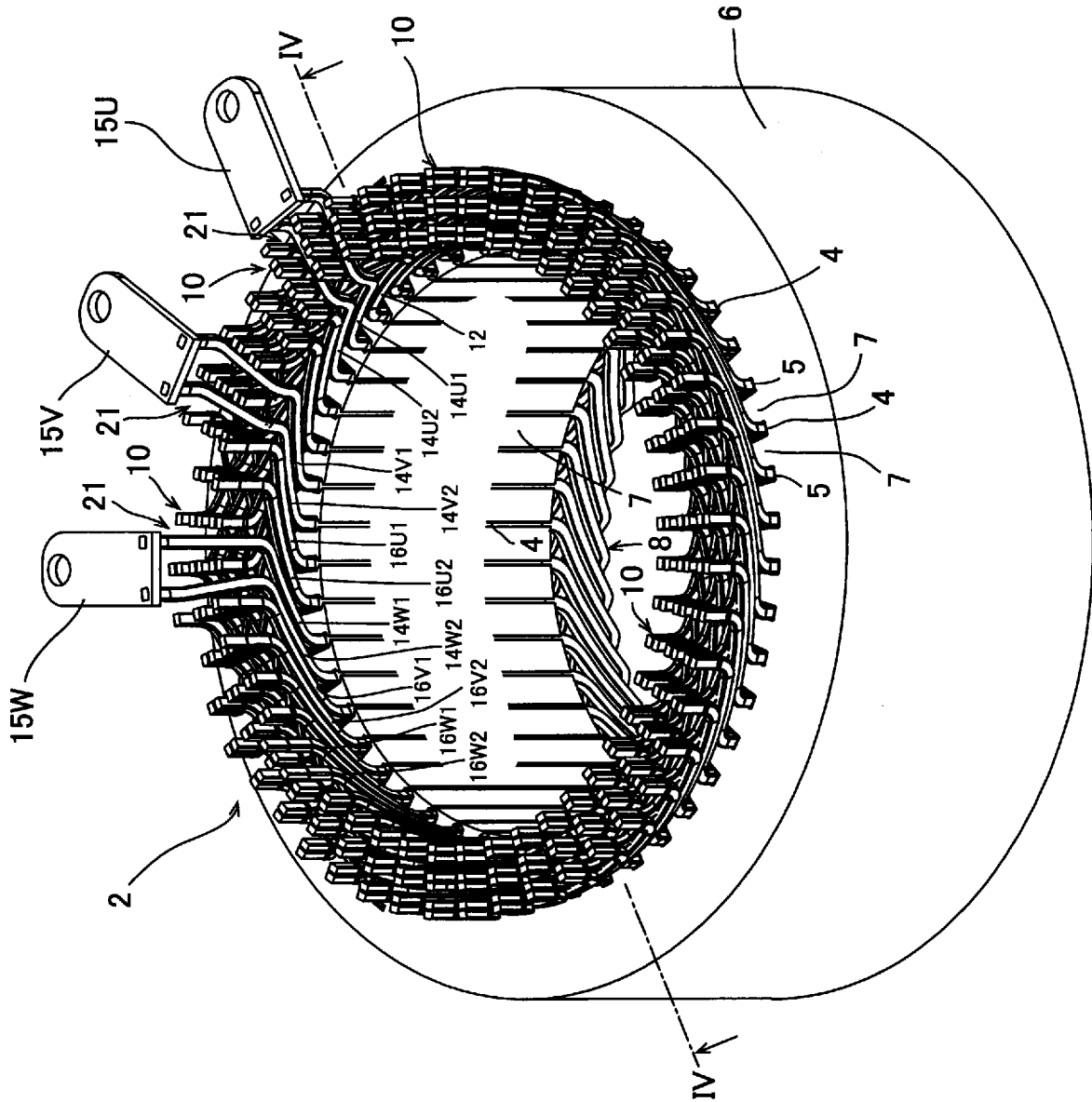
[請求項8] 請求項6又は7に記載のツイスト治具を装着可能であって、
前記ツイスト治具を回転駆動する回転駆動機構と、
前記複数のコイルセグメントが挿入された前記コア及び前記ツイスト治具の少なくとも一方を、他方に対してその中心軸に沿う方向に相対移動させる駆動機構と、
前記第2収容凹部に前記長身先端部の少なくとも一部を挿入し前記第1収容凹部に前記短身先端部を挿入していない状態で前記ツイスト治具を所定量回転させる1次ツイストを行った後、前記第2収容凹部に前記長身先端部を挿入したまま、さらに前記第1収容凹部に前記短身先端部の少なくとも一部を挿入した状態で前記ツイスト治具を前記所定量よりも多く回転させる2次ツイストを行うことにより、前記周方向で見て、隣り合う前記短身先端部の間の位置に前記長身先端部が配置されるように、前記回転駆動機構及び前記駆動機構を制御する制御部とを備えることを特徴とするツイスト装置。

[請求項9] 請求項8に記載のツイスト装置であって、
前記ツイスト治具が、前記複数の層のうち前記長身先端部が配置される層である、前記径方向の最内層又は最外層に対応した径を有していることを特徴とするツイスト装置。

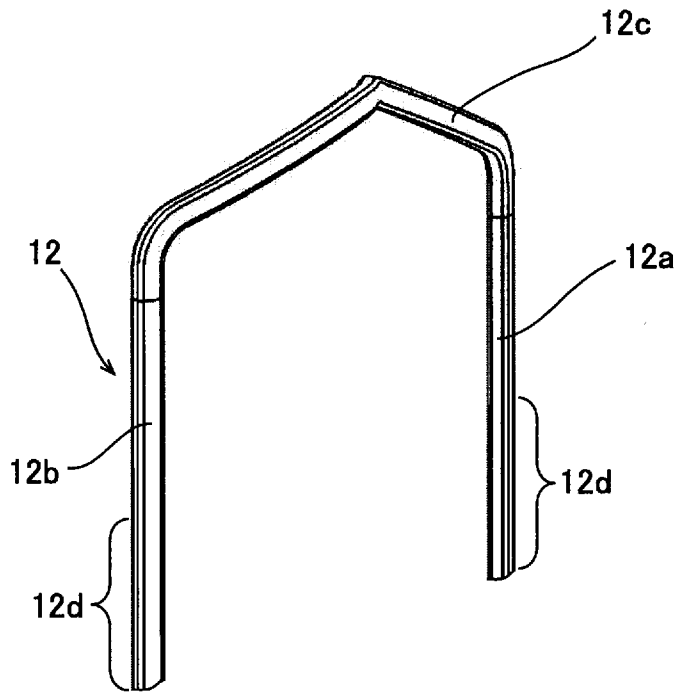
[請求項10] 請求項8又は9に記載のツイスト装置であって、
前記1次ツイストにおける前記ツイスト治具の回転量が、前記スロ

ットの形成ピッチの略 $1/2$ であり、前記 2 次ツイストにおける前記ツイスト治具の回転量が、前記スロットの形成ピッチの 1 倍以上であることを特徴とするツイスト装置。

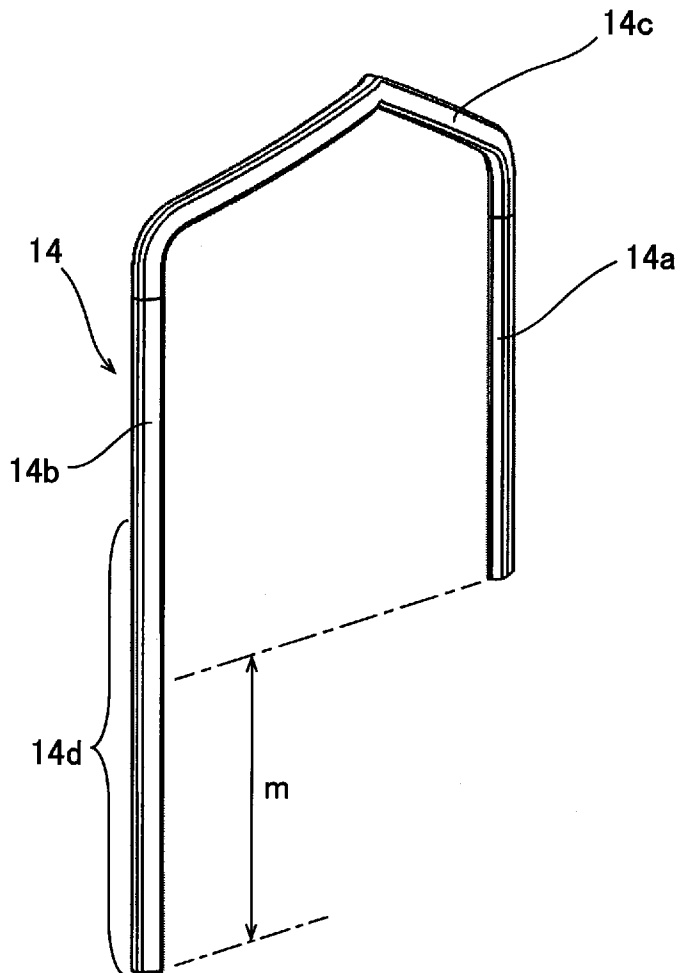
[図1]



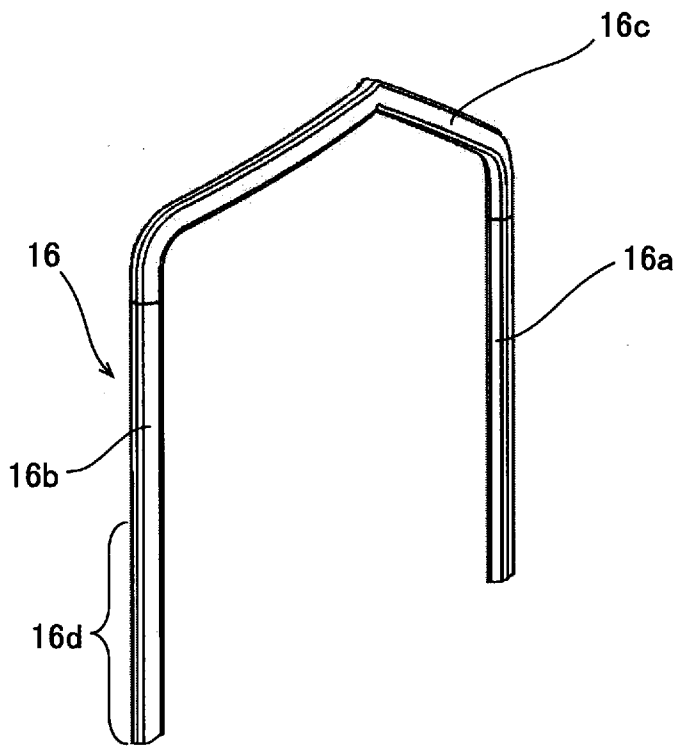
[図2A]



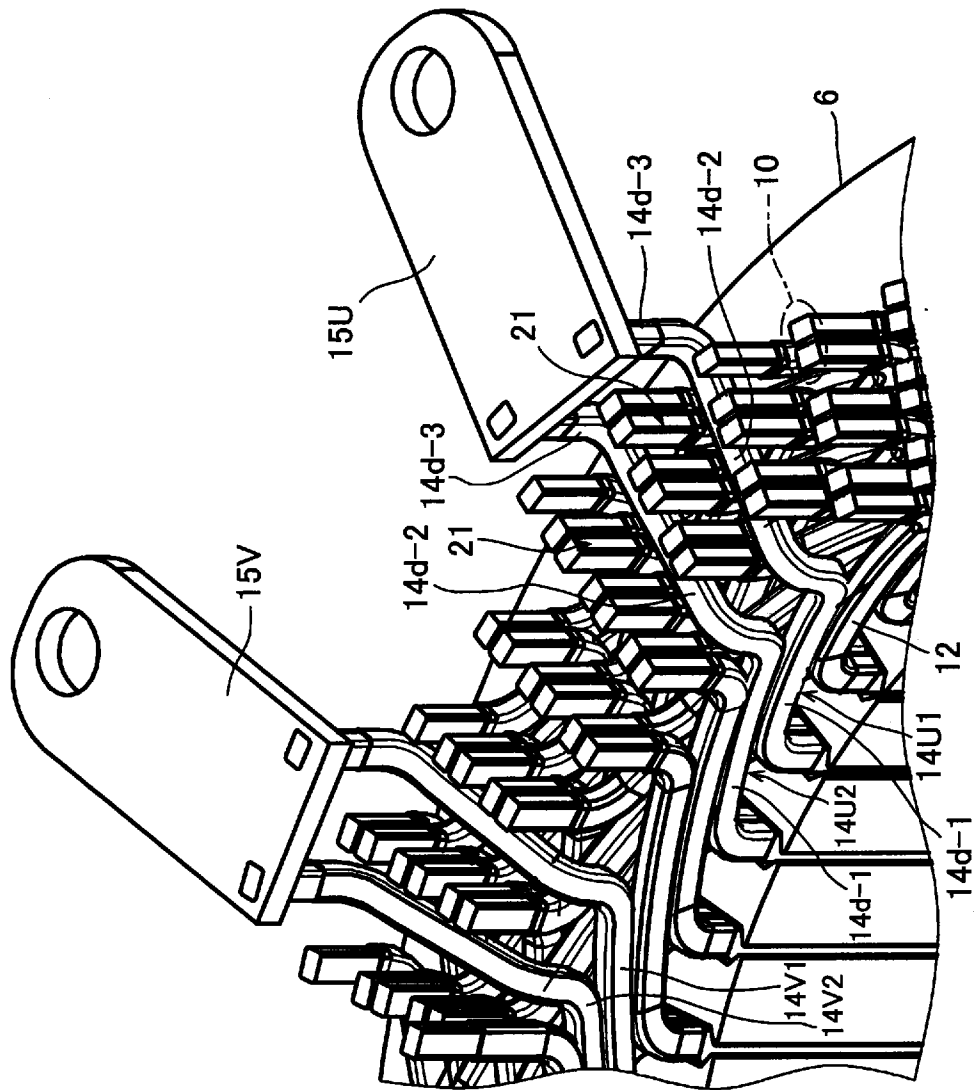
[図2B]



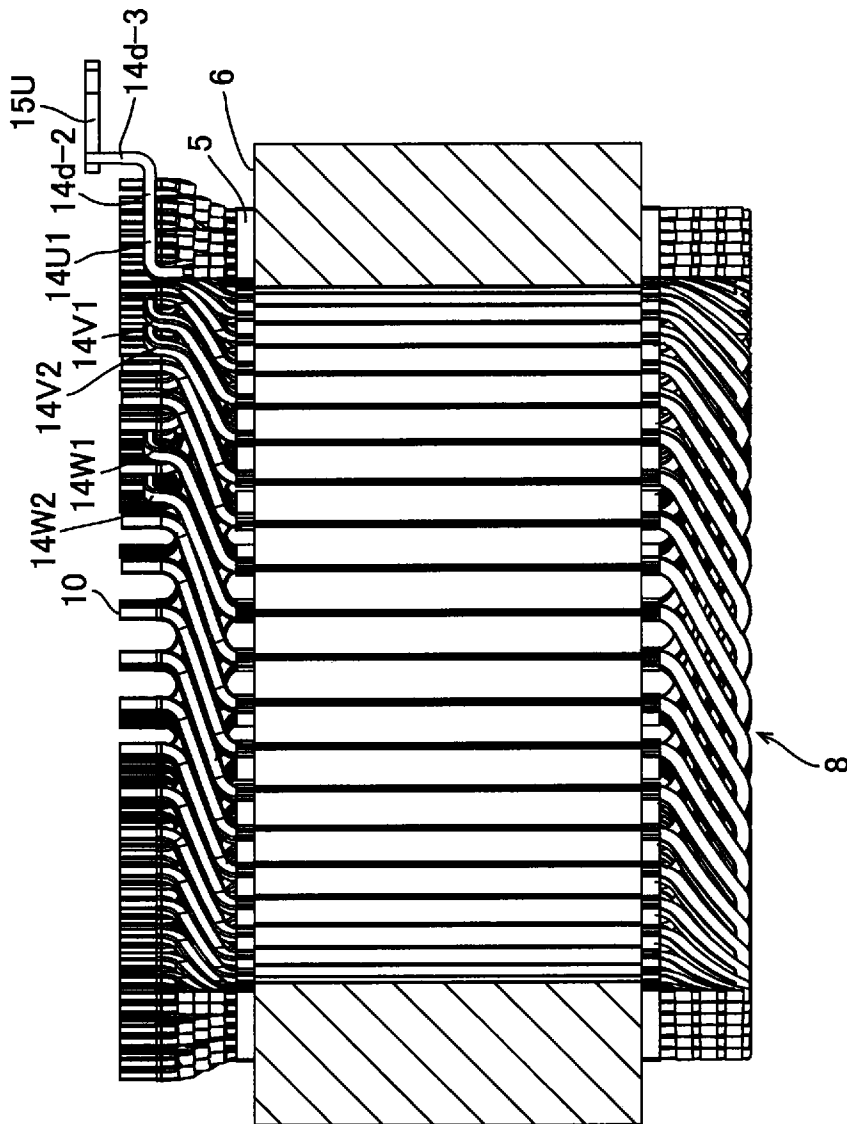
[図2C]



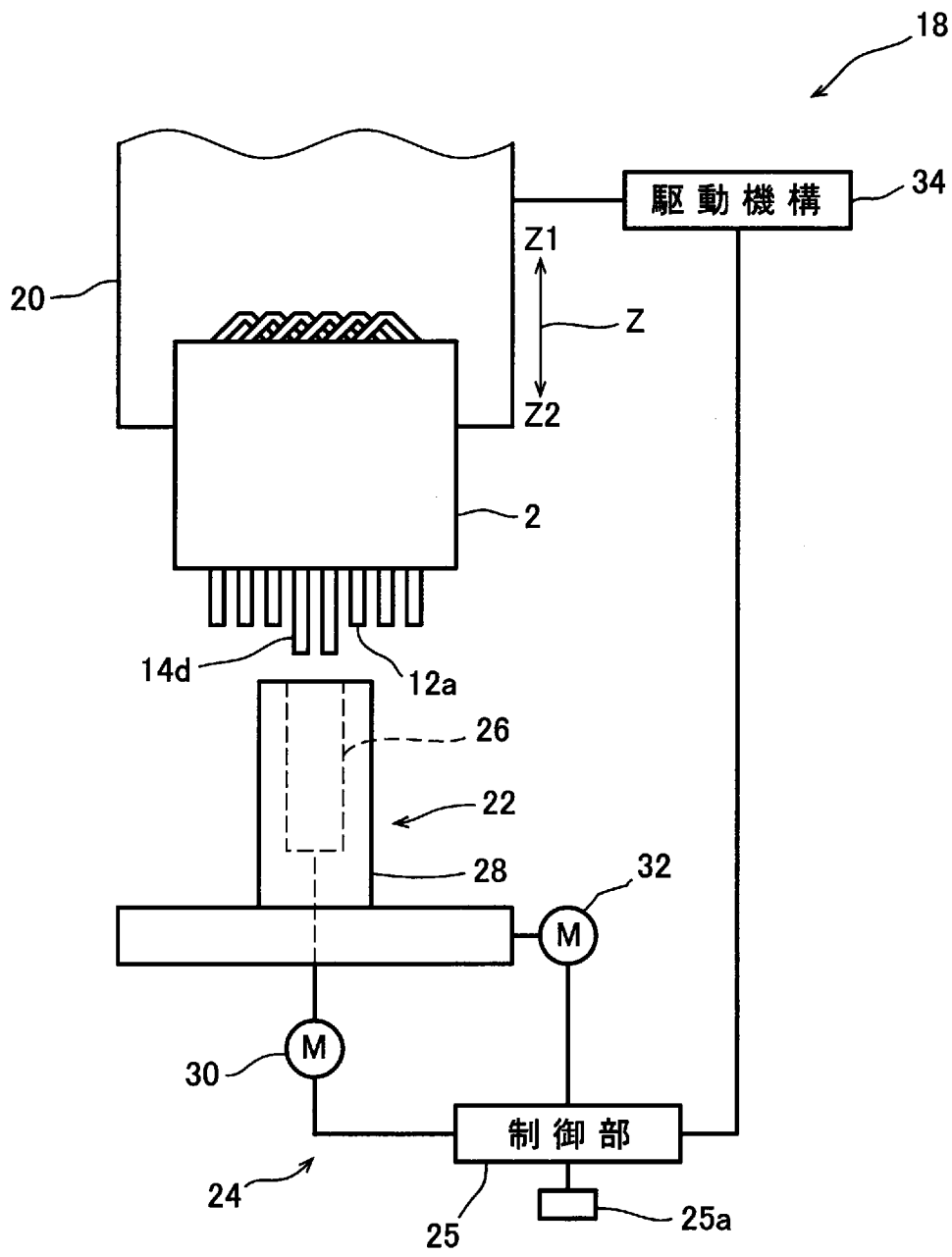
[図3]



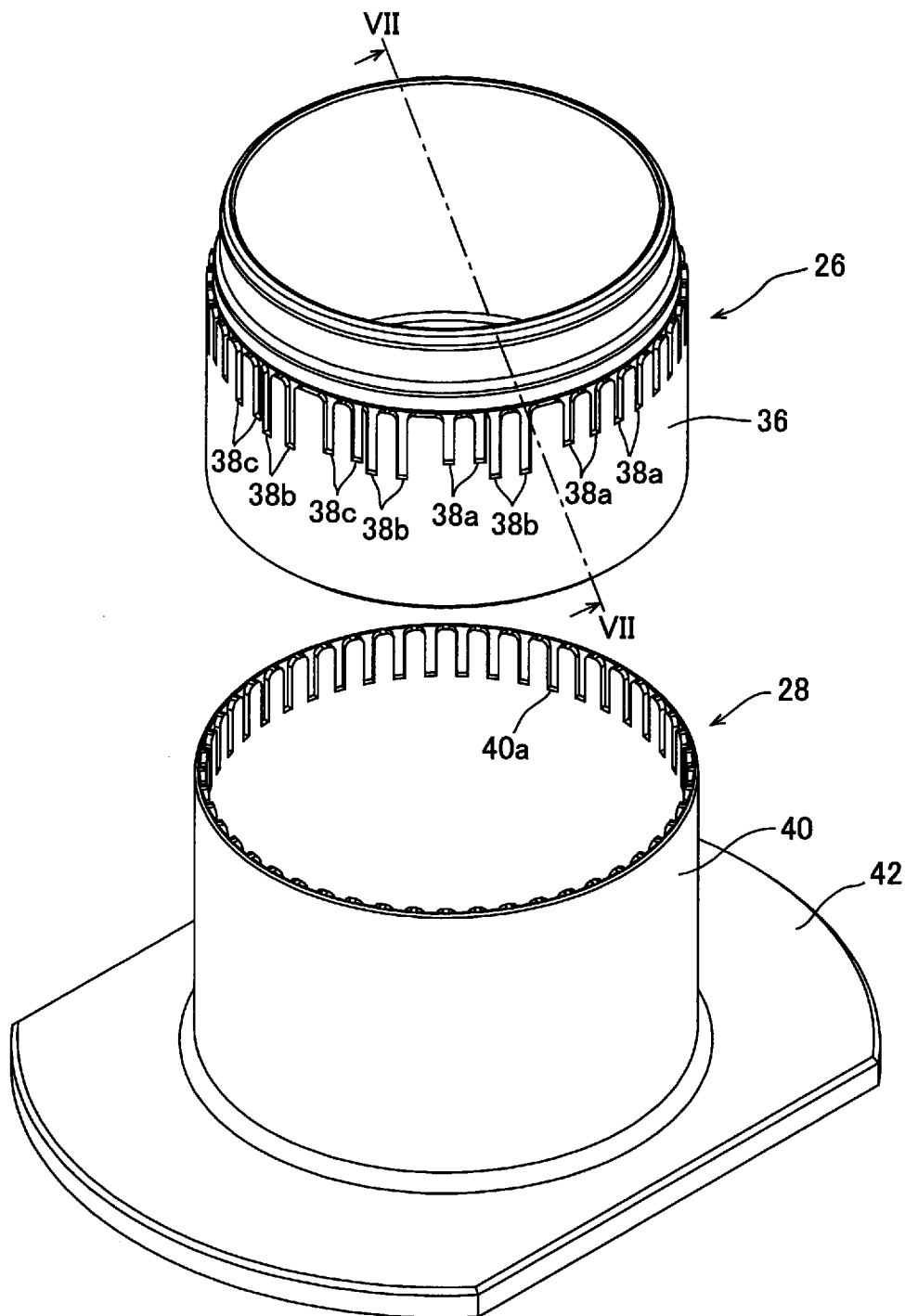
[図4]



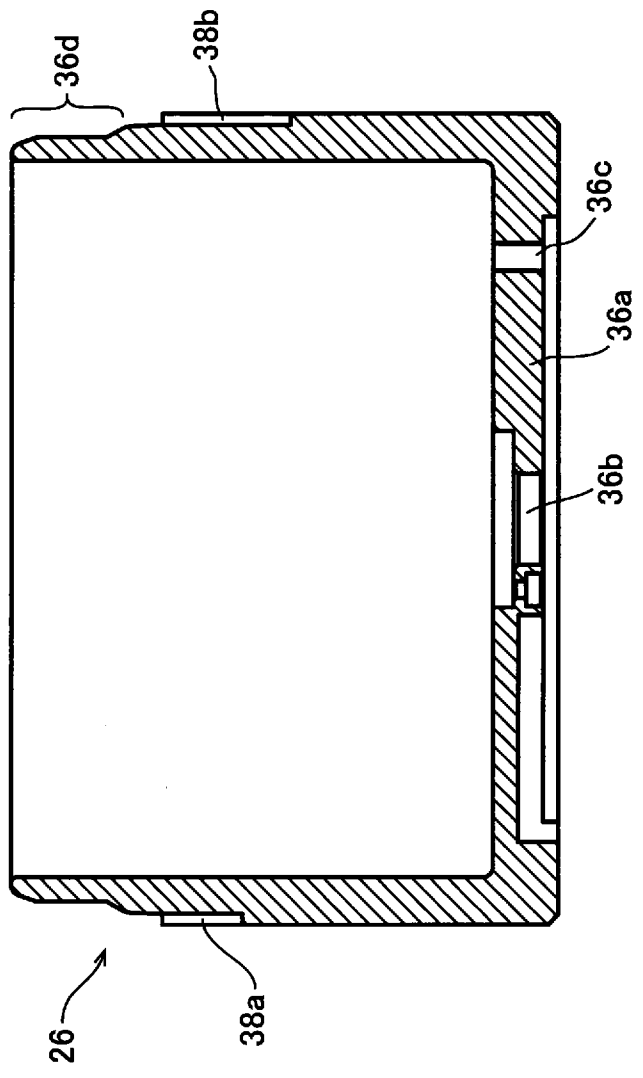
[図5]



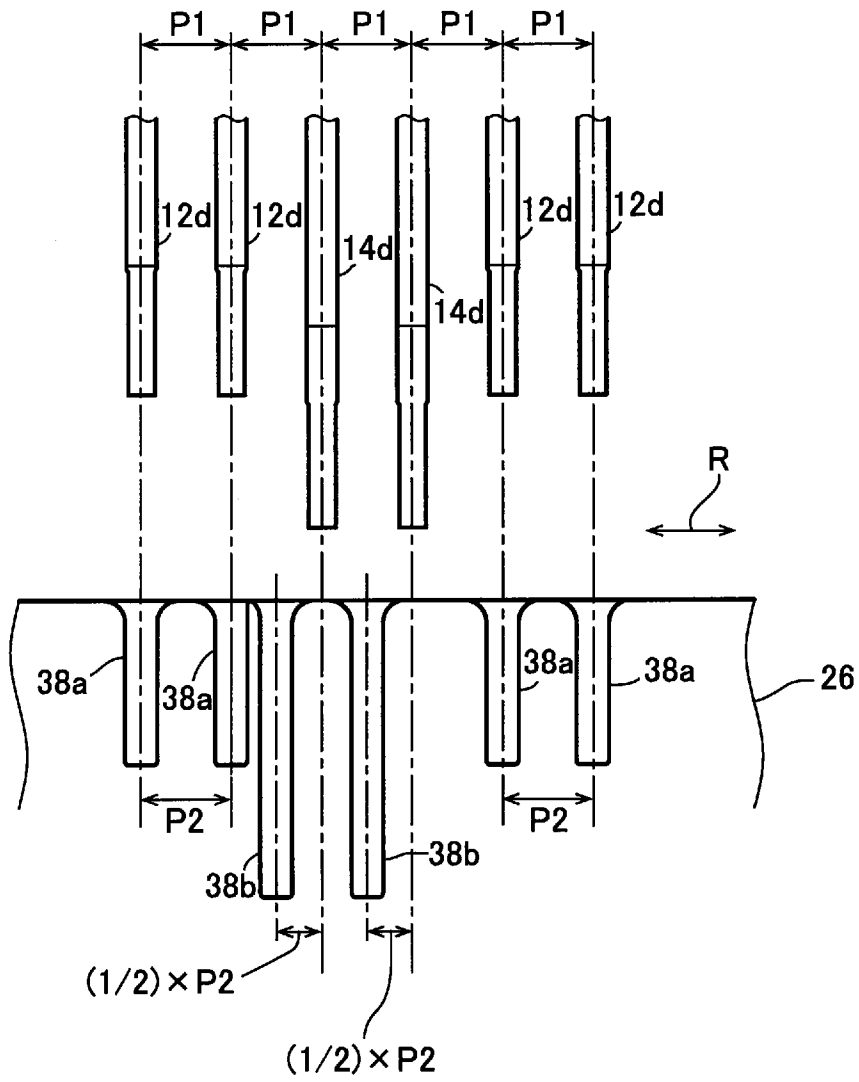
[図6]



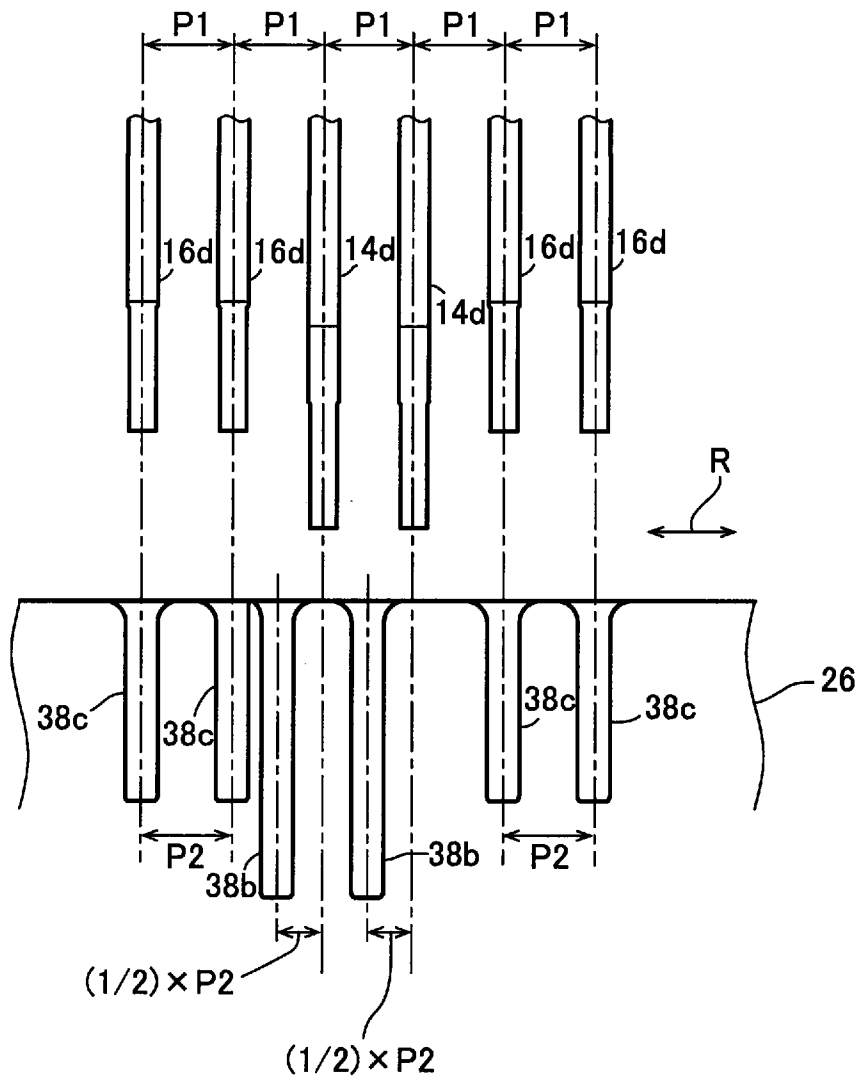
[図7]



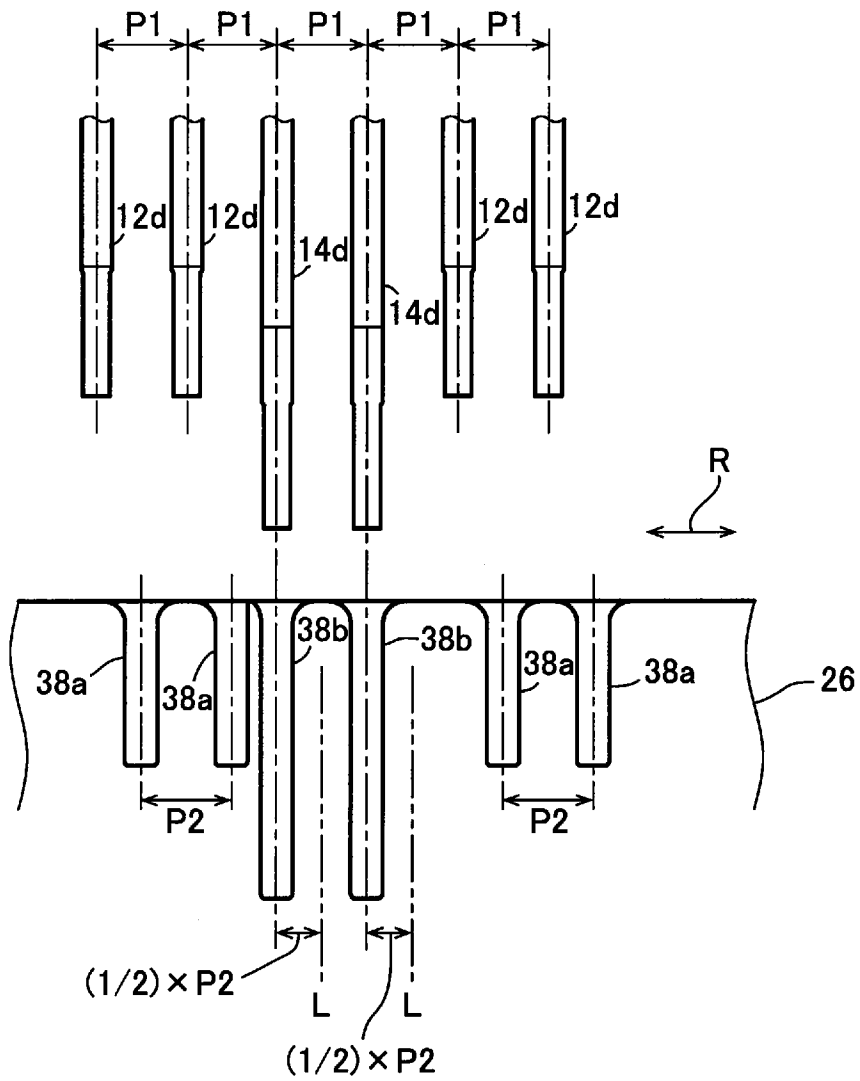
[図8A]



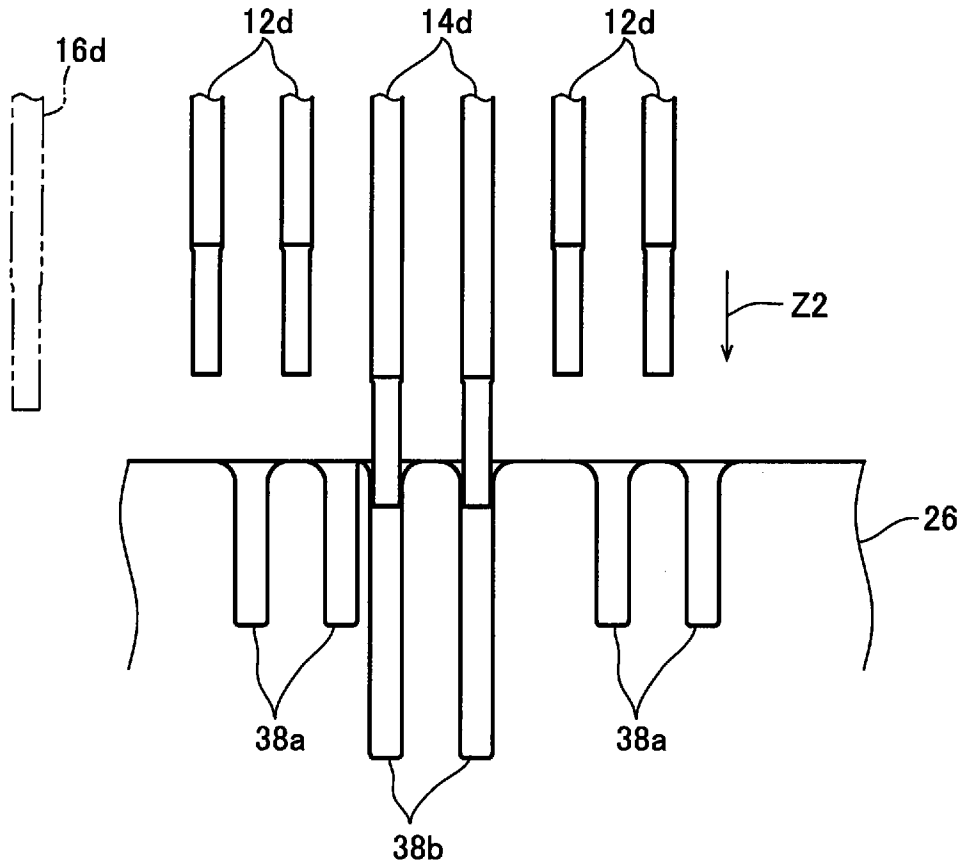
[図8B]



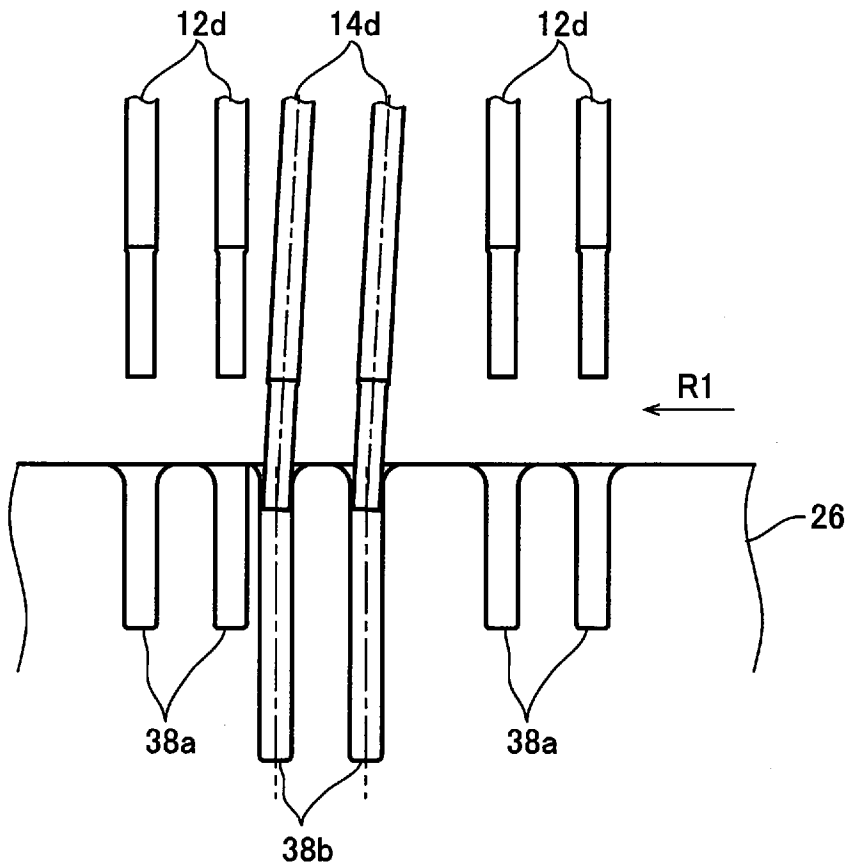
[図8C]



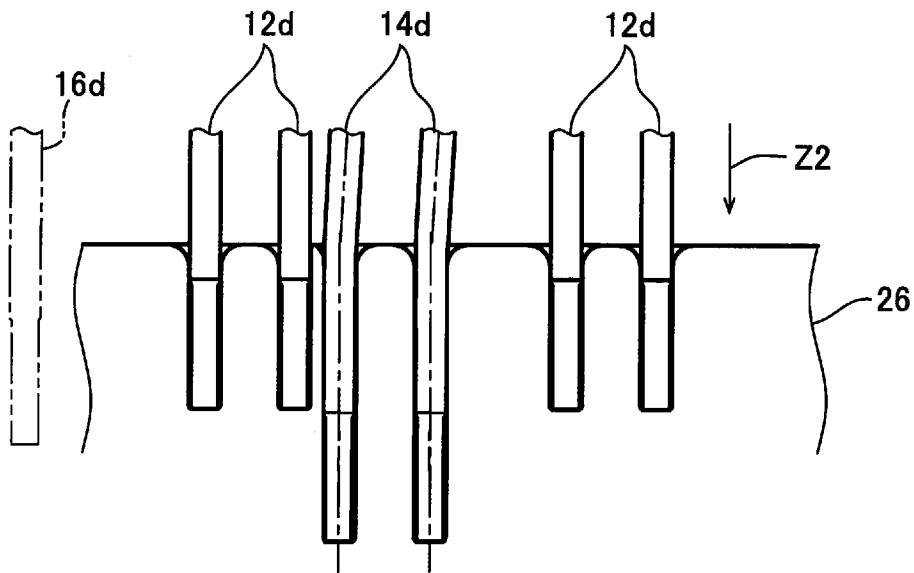
[図8D]



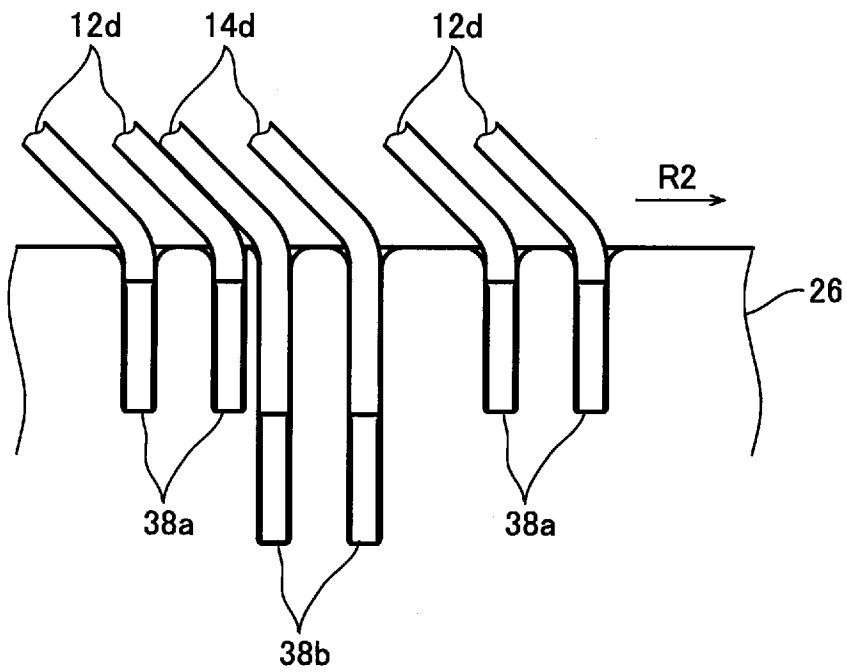
[図8E]



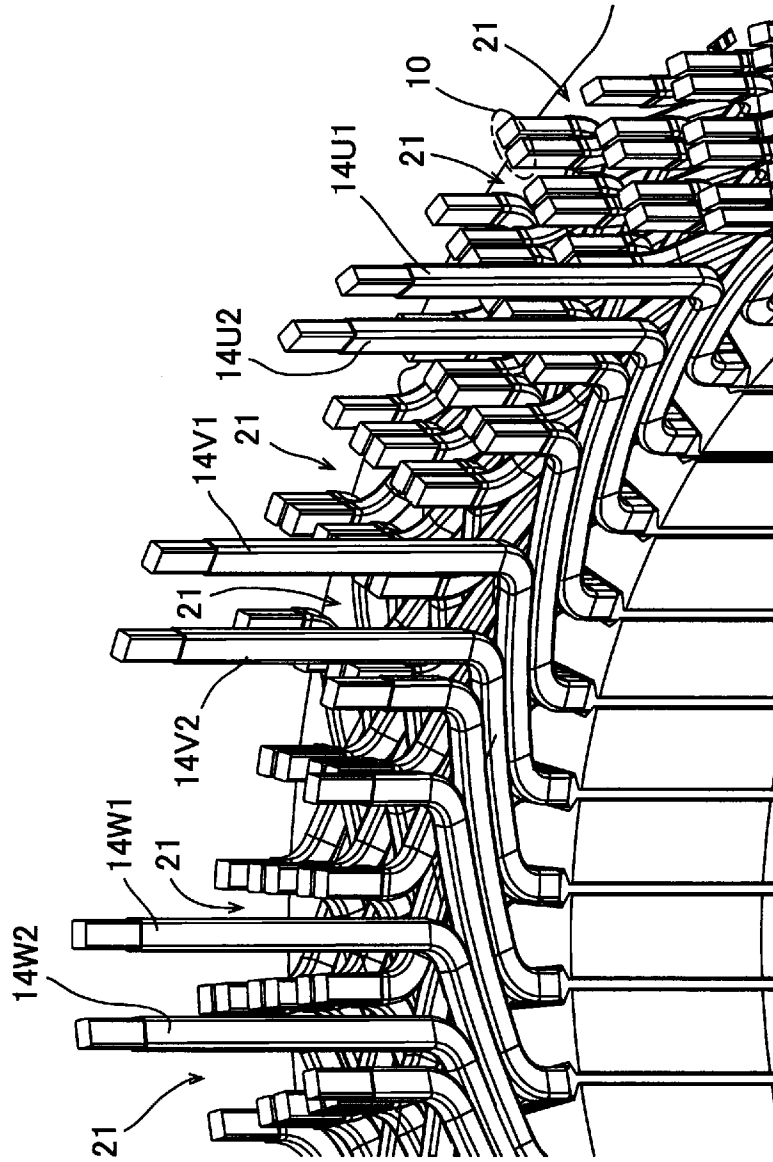
[図8F]



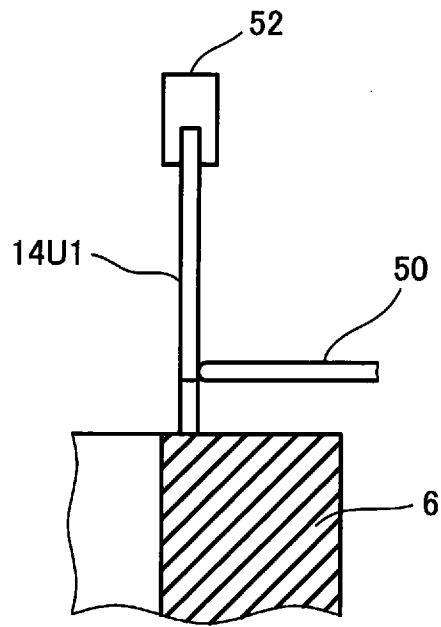
[図8G]



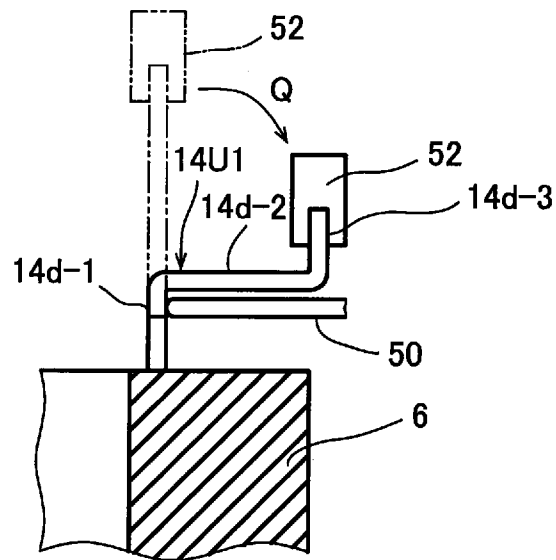
[9]



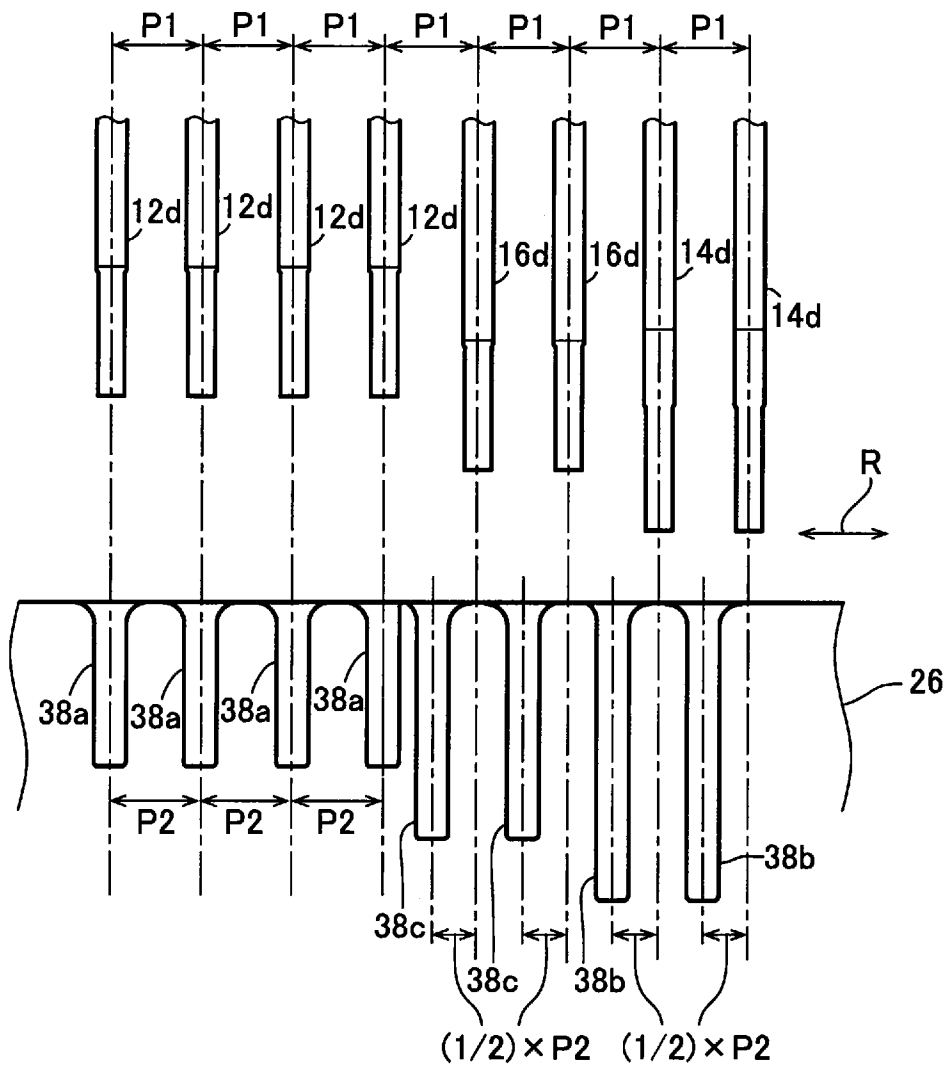
[図10A]



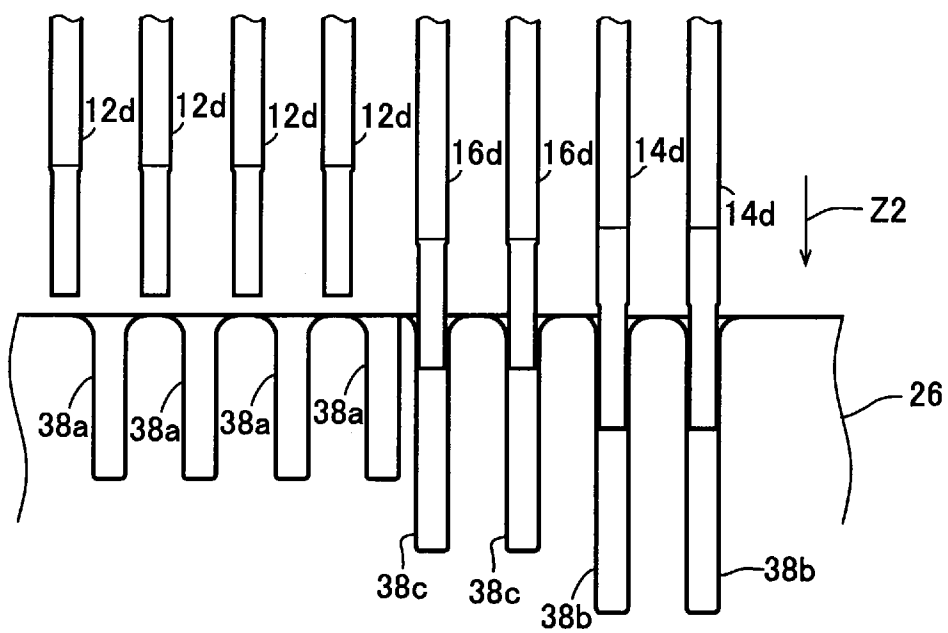
[図10B]



[図11A]



[図11B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/001379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 15/04(2006.01) i; H02K 15/085(2006.01) i
 FI: H02K15/04 F; H02K15/085

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)
 H02K15/04; 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 | 1971-2021 |
| Registered utility model specifications of Japan | 1996-2021 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2021 |

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. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | WO 2019/093515 A1 (ODAWARA ENGINEERING CO., LTD.) 16 May 2019 (2019-05-16) abstract | 1-10 |
| A | WO 2019/182144 A1 (ODAWARA ENGINEERING CO., LTD.) 26 September 2019 (2019-09-26) abstract | 1-10 |
| P, A | WO 2020/022338 A1 (ODAWARA ENGINEERING CO., LTD.) 30 January 2020 (2020-01-30) abstract, claims 1-14, fig. 1-10B | 1-10 |

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
 24 March 2021 (24.03.2021)

Date of mailing of the international search report
 06 April 2021 (06.04.2021)

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

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/001379

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|------------------|----------------|------------------|
| WO 2019/093515 A1 | 16 May 2019 | (Family: none) | |
| WO 2019/182144 A1 | 26 Sep. 2019 | (Family: none) | |
| WO 2020/022338 A1 | 30 Jan. 2020 | JP 6685572 B1 | |

| | | |
|--|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 15/04(2006.01)i; H02K 15/085(2006.01)i FI: H02K15/04 F; H02K15/085 | | |
| 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）） H02K15/04; 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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 |
| A | WO 2019/093515 A1 (株式会社小田原エンジニアリング) 16.05.2019 (2019 - 05 - 16) 要約 | 1-10 |
| A | WO 2019/182144 A1 (株式会社小田原エンジニアリング) 26.09.2019 (2019 - 09 - 26) 要約 | 1-10 |
| P, A | WO 2020/022338 A1 (株式会社小田原エンジニアリング) 30.01.2020 (2020 - 01 - 30) 要約, 請求項1-14, 図1-10B | 1-10 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 24.03.2021 | 国際調査報告の発送日 06.04.2021 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 小林 紀和 3V 4240 電話番号 03-3581-1101 内線 3357 | |

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/001379

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|-------------------|------------|---------------|-----|
| WO 2019/093515 A1 | 16.05.2019 | (ファミリーなし) | |
| WO 2019/182144 A1 | 26.09.2019 | (ファミリーなし) | |
| WO 2020/022338 A1 | 30.01.2020 | JP 6685572 B1 | |