

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6968585号  
(P6968585)

(45) 発行日 令和3年11月17日(2021.11.17)

(24) 登録日 令和3年10月29日(2021.10.29)

(51) Int. Cl.			F 1		
<b>HO2K</b>	<b>3/18</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	3/18	J
<b>B25F</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B25F	5/00	G
<b>HO2K</b>	<b>1/18</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/18	C
<b>HO2K</b>	<b>15/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	15/04	E
<b>HO2K</b>	<b>3/52</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	3/52	E

請求項の数 7 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-117095 (P2017-117095)  
 (22) 出願日 平成29年6月14日(2017.6.14)  
 (65) 公開番号 特開2019-4601 (P2019-4601A)  
 (43) 公開日 平成31年1月10日(2019.1.10)  
 審査請求日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(73) 特許権者 000137292  
 株式会社マキタ  
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号  
 (74) 代理人 100078721  
 弁理士 石田 喜樹  
 (74) 代理人 100121142  
 弁理士 上田 恭一  
 (72) 発明者 犬塚 淳哉  
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内  
 審査官 三澤 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁鋼板を積層してなる筒状のステータコアを有するステータと、前記ステータコアの内側に配置されて回転軸を有するロータと、絶縁部材を介して前記ステータコアに巻回される複数のコイルと、を含むブラシレスモータを用いた電動工具であって、

前記絶縁部材には、各前記コイルを当該コイルの前記ステータコアの径方向外側で受ける複数のリブが、前記ステータコアの軸方向にそれぞれ立設されて、

各前記リブよりも前記径方向外側に、前記コイルを形成するマグネットワイヤと接続された端子が、各前記コイル毎に少なくとも2つ設けられている一方、

前記ステータコアにおける前記軸方向の一方の端面には、前記ロータの回転検出素子を備えたセンサ回路基板が、前記複数のリブで囲まれる内側空間内に配置されて、前記センサ回路基板の外周には、前記センサ回路基板を前記ステータコアへ取り付けるための複数の取付片が突設されて、前記リブには、前記取付片に係合するスリットが形成されていることを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記ステータには、所定の前記端子同士を接続する複数の端子金具を有する端子ユニットが設けられて、前記端子ユニットの前記端子金具と前記端子との接続によって、各前記コイルが結線されることを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項3】

前記端子ユニットに、前記回転軸の軸受を保持する軸受保持部が設けられていることを

特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電動工具。

【請求項 4】

前記マグネットワイヤと前記端子とは、ヒュージングによって接続されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電動工具。

【請求項 5】

前記マグネットワイヤと前記端子とは、溶接によって接続されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電動工具。

【請求項 6】

前記ステータコアは、周方向に分割される複数の分割コアを接合して形成され、各前記分割コアに前記コイル及び前記端子が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の電動工具。

10

【請求項 7】

電磁鋼板を積層してなる筒状のステータコアを有するステータと、前記ステータコアの内側に配置されて回転軸を有するロータと、絶縁部材を介して前記ステータコアに巻回される複数のコイルと、を含むブラシレスモータを用いた電動工具であって、

前記絶縁部材には、各前記コイルを当該コイルの前記ステータコアの径方向外側で受ける複数のリブが、前記ステータコアの軸方向にそれぞれ立設されて、

各前記リブよりも前記径方向外側に、前記コイルを形成するマグネットワイヤと接続された端子が、各前記コイル毎に少なくとも 2 つ設けられている一方、

前記ステータコアにおける前記軸方向の一方の端面には、所定の前記端子同士を接続する複数の端子金具を有する端子ユニットが、前記複数のリブで囲まれる内側空間内に配置されて、各前記端子金具は、前記ステータコアの周方向に隣接する前記リブ同士の間から前記径方向外側に突出して前記端子と接続されていることを特徴とする電動工具。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動源としてブラシレスモータを用いたハンマドリル等の電動工具に関する。

【背景技術】

【0002】

電動工具においては、コンパクトで耐久性にも優れるブラシレスモータ（特許文献 1 参照）が駆動源として用いられるが、近年、電源となるバッテリーのセルの性能の進化によってブラシレスモータに入力される電力が増加し、ブラシレスモータに要求される出力も高くなっている。出力を上げるためには、巻線の高占積率化や大型化、ステータコアの鉄損（熱損失）の増加に対する電磁鋼板の薄板化が考えられる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017 - 35784 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、電動工具では、振動によってコイルに断線が生じることもあり、余計な端末処理が必要となる場合もある。

【0005】

そこで、本発明は、コイルの断線を好適に防止することができる電動工具を提供することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、電磁鋼板を積層してなる筒状の

50

ステータコアを有するステータと、ステータコアの内側に配置されて回転軸を有するロータと、絶縁部材を介してステータコアに巻回される複数のコイルと、を含むブラシレスモータを用いた電動工具であって、

絶縁部材には、各コイルを当該コイルのステータコアの径方向外側で受ける複数のリブが、ステータコアの軸方向にそれぞれ立設されて、

各リブよりも径方向外側に、コイルを形成するマグネットワイヤと接続された端子が、各コイル毎に少なくとも2つ設けられている一方、

ステータコアにおける軸方向の一方の端面には、ロータの回転検出素子を備えたセンサ回路基板が、複数のリブで囲まれる内側空間内に配置されて、センサ回路基板の外周には、センサ回路基板をステータコアへ取り付けるための複数の取付片が突設されて、リブには、取付片に係合するスリットが形成されていることを特徴とする。

10

請求項2に記載の発明は、請求項1の構成において、ステータには、所定の端子同士を接続する複数の端子金具を有する端子ユニットが設けられて、端子ユニットの端子金具と端子との接続によって、各コイルが結線されることを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2の構成において、端子ユニットに、回転軸の軸受を保持する軸受保持部が設けられていることを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3の何れかの構成において、マグネットワイヤと端子とは、ヒュージングによって接続されることを特徴とする。

請求項5に記載の発明は、請求項1乃至3の何れかの構成において、マグネットワイヤと端子とは、溶接によって接続されることを特徴とする。

20

請求項6に記載の発明は、請求項1乃至5の何れかの構成において、ステータコアは、周方向に分割される複数の分割コアを接合して形成され、各分割コアにコイル及び端子が設けられていることを特徴とする。

上記目的を達成するために、請求項7に記載の発明は、電磁鋼板を積層してなる筒状のステータコアを有するステータと、ステータコアの内側に配置されて回転軸を有するロータと、絶縁部材を介してステータコアに巻回される複数のコイルと、を含むブラシレスモータを用いた電動工具であって、

絶縁部材には、各コイルを当該コイルのステータコアの径方向外側で受ける複数のリブが、ステータコアの軸方向にそれぞれ立設されて、

各リブよりも径方向外側に、コイルを形成するマグネットワイヤと接続された端子が、各コイル毎に少なくとも2つ設けられている一方、

ステータコアにおける軸方向の一方の端面には、所定の端子同士を接続する複数の端子金具を有する端子ユニットが、複数のリブで囲まれる内側空間内に配置されて、各端子金具は、ステータコアの周方向に隣接するリブ同士の間から径方向外側に突出して端子と接続されていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、コイルの断線を好適に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

40

【図1】ハンマドリルの縦断面図である。

【図2】ステータの下方からの斜視図である。

【図3】分割コアの斜視図である。

【図4】(A)は、樹脂成形部を形成した分割コアの斜視図、(B)は分割体の斜視図である。

【図5】ワニス被覆前のステータの下方からの斜視図である。

【図6】センサ回路基板を取り付けたステータの下方からの斜視図である。

【図7】端子ユニットを取り付けたステータの下方からの斜視図である。

【図8】(A)～(F)は、結線パターンの説明図である。

【図9】端子ユニットの変更例を示すステータの縦断面図である。

50

【図10】(A)は、分割コアの変更例を示す斜視図、(B)は分割体の斜視図である。

【図11】(A)(B)は、上下絶縁部の変更例を示す説明図である。

【図12】(A)は分割コアの変更例を示す斜視図、(B)は固定用ピンによる結合状態を示す斜視図である。

【図13】固定用ピンをセンサ回路基板の取付と分割コア同士の接合とに兼用したステータの下方からの斜視図である。

【図14】圧粉磁心で被覆したステータの下方からの斜視図である。

【図15】突条を有する固定部材を用いたステータの下方からの斜視図である。

【図16】突条を傾斜させた固定部材を用いたステータの下方からの斜視図である。

【図17】円弧部の端縁を傾斜させた分割コアを用いたステータの下方からの斜視図である。

10

【図18】円弧部の外周面に突起部を設けた分割コアを用いたステータの下方からの斜視図である。

【図19】外周部の斜視図である。

【図20】ティースの斜視図である。

【図21】(A)は樹脂成形部を形成したティースの斜視図、(B)は分割体の斜視図である。

【図22】分割体を並べた状態の下方からの斜視図である。

【図23】分割体を外周部に接合した状態を示す下方からの斜視図である。

【図24】ティース同士を繋ぎ部で繋いだ変更例を示す斜視図である。

20

【図25】樹脂成形部同士を接続した分割体を並べた状態の下方からの斜視図である。

【図26】円周部をティース部よりも長くした例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[ハンマドリルの説明]

図1は、電動工具の一例であるハンマドリルの縦断面図である。このハンマドリル1は、ブラシレスモータ3を収容する上下方向のモータハウジング2の上方に、出力部5を収容して前方へ延びる出力ハウジング4を備えている。モータハウジング2の下方には、コントローラ7を収容してその下方に2つのバッテリーパック8、8を装着可能なバッテリー装着部6が設けられている。9は、出力ハウジング4の後方からバッテリー装着部6に跨がって上下方向に設けられるハンドルである。

30

ブラシレスモータ3は、ステータ10と、ステータ10の内側にロータ11を備えたインナロータ型で、ロータ11の回転軸12を上向きにした姿勢でモータハウジング2内に収容されている。ステータ10は、ステータコア13と、ステータコア13の上下に設けられる上インシュレータ14及び下インシュレータ15と、上下インシュレータ14、15を介してステータコア13の内側に巻回される複数のコイル16、16・・・(図2等)とを有している。ステータコア13は、複数の部品からなる分割構造となっているが、この分割構造の詳細については後述する。

【0010】

40

ロータ11は、軸心に位置する回転軸12と、回転軸12の周囲に配置される筒状のロータコア17と、ロータコア17の内部に配置される複数の永久磁石18、18・・・とを有している。下インシュレータ15の下端には、ロータコア17の永久磁石18の位置を検出して回転検出信号を出力する回転検出素子(図示略)を搭載したセンサ回路基板19と、コイル16の末端を結線するための端子ユニット20とが固定されている。回転軸12は、下端がモータハウジング2の底部に設けた軸受21に支持され、上端が出力ハウジング4に設けた軸受22に支持されて出力ハウジング4内に突出し、上端に形成したピニオン23が、前後の中間軸24及びクランク軸25に設けたギヤ26、27とそれぞれ噛合している。また、軸受22の下側で回転軸12には、遠心ファン28が設けられ、その下方でモータハウジング2内にはバッフルプレート29が設けられている。

50

## 【 0 0 1 1 】

出力部 5 は、前後方向に延びて回転可能な筒状のツールホルダ 3 0 を有し、ツールホルダ 3 0 の後端に外装したベベルギヤ 3 1 が、中間軸 2 4 の上端に設けたベベルギヤ 3 2 と噛合している。ツールホルダ 3 0 内には、シリンダ 3 3 が差し込み装着されて、シリンダ 3 3 内に設けたピストン 3 4 が、コネクティングロッド 3 5 を介して、クランク軸 2 5 の上端で偏心位置に設けたクランクピン 3 6 と連結されている。

また、シリンダ 3 3 内でピストン 3 4 の前方には、空気室 3 7 を介してストライカ 3 8 が前後移動可能に収容されて、その前方でツールホルダ 3 0 内には、インパクトボルト 3 9 が前後移動可能に収容されている。ここではツールホルダ 3 0 の先端からドリルビット等の先端工具を差し込んだ際には、先端工具の後端がインパクトボルト 3 9 を、シリンダ 3 3 前方の受けリング 4 0 に当接する位置まで後退させて後端をシリンダ 3 3 内に突出させる。4 1 は、ツールホルダ 3 0 の前端に外装されて先端工具の着脱操作を行う操作スリーブである。

10

## 【 0 0 1 2 】

一方、バッテリー装着部 6 内には、バッテリーパック 8 , 8 を左右方向からスライド装着可能な 2 つの端子台 4 2 , 4 2 が、前後に配置されて、その上方にコントローラ 7 が収容されている。コントローラ 7 は、図示しないマイコンやスイッチング素子を搭載した制御回路基板を備えて、バッテリー装着部 6 の内面に立設された倒コ字状のリブ 4 3 , 4 3 によって前後方向に支持されている。コントローラ 7 の前方には、LED を用いてツールホルダ 3 0 の前方を照射するライト 4 4 が設けられ、バッテリー装着部 6 の前後には、装着されたバッテリーパック 8 , 8 の前後を覆うガード板 4 5 , 4 5 が下向きに突出形成されている。

20

ハンドル 9 内には、コントローラ 7 と電氣的に接続されるスイッチ 4 6 とコンデンサ 4 7 とが設けられて、スイッチ 4 6 から前方へ突出するブランジャには、スイッチレバー 4 8 が設けられている。

## 【 0 0 1 3 】

よって、このハンマドリル 1 においては、ハンドル 9 を把持した手でスイッチレバー 4 8 を押し込んでスイッチ 4 6 を ON 動作させると、バッテリーパック 8 からブラシレスモータ 3 への給電がなされて回転軸 1 2 が回転する。すなわち、コントローラ 7 のマイコンが、センサ回路基板 1 9 の回転検出素子から出力されるロータ 1 1 の永久磁石 1 8 の位置を示す回転検出信号を得てロータ 1 1 の回転状態を取得し、取得した回転状態に応じて各スイッチング素子の ON / OFF を制御し、ステータ 1 0 の各コイル 1 6 に対し順番に電流を流すことでロータ 1 1 を回転させる。

30

こうして回転軸 1 2 が回転すると、ギヤ 2 6 を介して中間軸 2 4 が減速して回転し、ベベルギヤ 3 2 , 3 1 を介してツールホルダ 3 0 を先端工具と共に回転させる。同時に、ギヤ 2 7 を介してクランク軸 2 5 が減速して回転し、コネクティングロッド 3 5 を介してピストン 3 4 がシリンダ 3 3 内で往復動し、空気室 3 7 を介してストライカ 3 8 を前後動させる。よって、ストライカ 3 8 がインパクトボルト 3 9 を介して先端工具を打撃する。

## 【 0 0 1 4 】

また、コントローラ 7 の左右両側となるバッテリー装着部 6 の左右の側面には、図示しない吸気口が形成され、遠心ファン 2 8 の左右両側となるモータハウジング 2 の左右の側面には、図示しない排気口が形成されて、吸気口とブラシレスモータ 3 との間にコントローラ 7 が配置されている。よって、回転軸 1 2 の回転に伴う遠心ファン 2 8 の回転により、吸気口から吸い込まれた空気が、まずコントローラ 7 に接触してコントローラ 7 を冷却した後、モータハウジング 2 内を通過してブラシレスモータ 3 を冷却する。そして、バッフルプレート 2 9 を介して排気口から排出される。

40

## 【 0 0 1 5 】

[ ステータの構造の説明 ]

次に、ステータ 1 0 の構造について詳述する。

図 2 は、センサ回路基板 1 9 及び端子ユニット 2 0 を取り付ける前のステータ 1 0 の斜

50

視図で、図 1 とは上下が逆となっている。ステータコア 1 3 は、内周に、中心へ向けて平面視 T 字状のティース 5 2 , 5 2 ・ ・ を複数（ここでは 1 2 個）突出させた筒状体となっているが、ここでは図 3 に示すように、筒状体の一部をなす円弧部 5 1 と、その円弧部 5 1 の内面から内側へ突出するティース 5 2 とからなる分割コア 5 0 , 5 0 ・ ・ に 1 2 分割されて、周方向に隣接する分割コア 5 0 , 5 0 同士の接合によってステータコア 1 3 が形成されるようになっている。分割コア 5 0 , 5 0 同士の接合部となる円弧部 5 1 の両端には、一端が平面視三角形に突出する凸部 5 3、他端が平面視 V 字状に凹む凹部 5 4 が、それぞれ上下方向の全長に亘って形成されている。この凸部 5 3 と凹部 5 4 とは互いに嵌合可能な形状である。また、円弧部 5 1 の周方向の中央部には、上下に貫通する貫通孔 5 5 が形成されている。

10

#### 【 0 0 1 6 】

この分割コア 5 0 は、同形状に打ち抜いた電磁鋼板（例えば板厚  $t = 0.25$  mm 以下）を積層して、樹脂によって一体成形してなる。このように板厚の薄い電磁鋼板を使用すれば、渦電流による損失の低減に繋がる。

一体成形される樹脂成形部 R は、図 4 ( A ) に示すように、円弧部 5 1 の両端の凸部 5 3 及び凹部 5 4 と、ティース 5 2 の突出端と、貫通孔 5 5 との部分を除いて分割コア 5 0 の外周を所定の肉厚で被覆している。但し、ティース 5 2 の周方向の左右両面で樹脂成形部 R の内側には、図示しない絶縁紙が介在されて、二重の絶縁が図られている。

この樹脂成形部 R のうち、円弧部 5 1 の上側に位置する部分は、上インシュレータ 1 4 を構成する上絶縁部 5 6 となり、円弧部 5 1 の下側に位置する部分は、下インシュレータ 1 5 を構成する下絶縁部 5 7 となっている。すなわち、上下インシュレータ 1 4 , 1 5 もステータコア 1 3 と同様に 1 2 分割される。

20

#### 【 0 0 1 7 】

上下絶縁部 5 6 , 5 7 において、ティース 5 2 側の内縁には、コイル 1 6 の外側を受ける上外リブ 5 8 と下外リブ 5 9 とがそれぞれ立設されて、下外リブ 5 9 の外側には、一对の端子板 6 0 , 6 0 が設けられている。この端子板 6 0 は、両端を下向きとした倒コ字状で、円弧部 5 1 の両端側の端部 6 0 a はその内側の端部 6 0 b よりも下方へ延びるように長く形成されている。さらに、下外リブ 5 9 の中央には、下方へ開放するスリット 6 1 が形成されて、スリット 6 1 の下側には、幅が広がる拡開部 6 2 が形成されている。樹脂成形部 R におけるティース 5 2 の突出端の上下には、コイル 1 6 の内側を受ける上内リブ 6 3 と下内リブ 6 4 とがそれぞれ立設されている。

30

#### 【 0 0 1 8 】

こうして樹脂で一体成形した分割コア 5 0 に、それぞれティース 5 2 に対してマグネットワイヤを巻回してコイル 1 6 を形成する。そして、コイル 1 6 の両端末 1 6 a , 1 6 a を下絶縁部 5 7 の両側から外に引き出してコイル 1 6 を加圧整形した後、両端末 1 6 a , 1 6 a を左右の端子板 6 0 , 6 0 にヒューズングやはんだ付け等で接続する。すると、図 4 ( B ) に示すように、分割コア 5 0 に上下絶縁部 5 6 , 5 7 を介してコイル 1 6 が巻回され、端末 1 6 a , 1 6 a が端子板 6 0 , 6 0 に固定された分割体 6 5 が得られる。

このように、各分割コア 5 0 を、外面を被覆する樹脂成形部 R によって形状を固定するようにしているので、電磁鋼板の一体化と共に絶縁も同時になされる。また、各分割コア 5 0 にコイル 1 6 をそれぞれ形成しているため、マグネットワイヤの巻回が同じタイミングで容易に行える。

40

#### 【 0 0 1 9 】

この分割体 6 5 を、各分割コア 5 0 の円弧部 5 1 が周方向に繋がるように 1 2 個周方向に並べて、隣接する凸部 5 3 と凹部 5 4 同士を嵌合させて溶接等で接合する。すると、図 5 に示すように、各分割体 6 5 , 6 5 ・ ・ が周方向に繋がった状態となる。この状態で、各コイル 1 6 の外周面と、分割コア 5 0 , 5 0 同士の接合部分（凸部 5 3 と凹部 5 4 との嵌合部分の上下両端）とにワニス 6 6 , 6 7 を塗布すれば、図 2 に示すステータ 1 0 が得られる。このワニス 6 6 , 6 7 は、コイル 1 6 の絶縁及び保護を図るもので、接着剤であってもよく、特に分割コア 5 0 , 5 0 同士の接合部分に接着剤を塗布すれば、強度向上が

50

期待できる。また、接着剤を高熱伝導性を有するもの（例えばエポキシ樹脂を主成分とする樹脂接着剤）とすれば、コイル16に発生する熱を放熱しやすくなり、耐熱性能も向上する。

#### 【0020】

このステータ10の下インシュレータ15に、図6に示すようにセンサ回路基板19が取り付けられる。センサ回路基板19は、下インシュレータ15の各下外リブ59で囲まれる内側空間に収容可能な外径を有し、中心にロータ11の貫通孔が形成されるリング状で、外周には、放射状に3つの取付片70、70・・・が、周方向に等間隔で突設されている。この取付片70が、対応する位置の下外リブ59に対し、スリット61の拡開部62に係合して外側へ突出した状態となり、先端に設けた透孔71とその真下に位置する分割コア50の貫通孔55との間に固定用ピン72が圧入される。これにより、センサ回路基板19は、固定用ピン72、72・・・を介して分割コア50に支持される。

10

#### 【0021】

[固定用ピンによるセンサ回路基板の固定構造の効果]

このように、センサ回路基板19を、ステータコア13に直接固定される複数の固定用ピン72、72・・・を介して固定するので、精度の低い樹脂製のインシュレータ15を介さずにセンサ回路基板19をステータコア13に対して位置決めすることができる。よって、ロータ11の回転位置の検出が正確に行えて制御性が向上し、回転検出用の永久磁石が不要となる。

#### 【0022】

端子ユニット20は、複数の端子金具を樹脂でインサート成形することで、図7に示すように、センサ回路基板19と略同径で、中心にロータ11の貫通孔を有する絶縁リング74の外周に、端子金具75、75・・・の二股端部76、76・・・を、各分割体65の端子板60、60の位置に合わせて突出させた構造となっている。各二股端部76に、対応する端子板60の長い方の端部60aを挿入させてはんだ付け等で接続することで、ステータ10への取り付けがなされる。この端子金具75の形状や絶縁リング74内での配設形態を変えることで、コイル16の結線パターンが選択可能となる。また、隣接する分割体65、65間で逆巻きとなる接続も可能となる。

20

図8は、図5において(1)～(12)の数字で区別した12個のコイル16、16・・・による結線パターンの例を示すもので、同図(A)はY結線4直列、(B)はY結線4並列、(C)はY結線2直列2並列、(D)は結線4直列、(E)は結線2直列2並列、(F)は結線4並列となっている。

30

#### 【0023】

なお、端子ユニット20には、図9に示すように、回転軸12の軸受21を保持する軸受保持部77を一体に設けるようにしてもよい。モータハウジング2に軸受21の保持部を設けると、累積公差が出やすくなり、分割コア50を採用すれば、ステータ10とロータ11との同軸度が出にくくなるが、端子ユニット20を利用した軸受保持部77で軸受21を介して回転軸12を支持させれば、ステータ10とロータ11との同軸度を出しやすくなる。

#### 【0024】

[ワニス又は接着剤による効果]

上記ステータ10によれば、ステータコア13を、周方向に分割される複数の分割コア50、50・・・を接合して形成する一方、各コイル16及び分割コア50、50同士の接合部にワニス又は接着剤を塗布することで、一体性や密着性が増すことになる。よって、ステータコア13を分割構造として高占積率化や低コスト化を達成しつつ、耐久性や防塵性を確保することができる。

40

また、接着剤を塗布する場合、高熱伝導性を有する接着剤を採用すれば、コイル16の熱をステータ10に放熱しやすくなり、耐熱性が向上する。

一方、分割コア50を採用すると、励磁切替時に分割コア50、50間に発生する電磁力でびびり音が生じることがある。しかし、各コイル16及び分割コア50、50同士の

50

接合部にワニス又は接着剤を塗布することで一体性や密着性が増すため、びびり音の低減効果が期待できる。

【 0 0 2 5 】

[ コイル毎に2つつ設けられる端子による効果 ]

上記ステータ10によれば、コイル16を形成するマグネットワイヤと接続された端子板60, 60が、各コイル16毎に2つつ設けられているので、コイル16にテンションを掛けた状態でマグネットワイヤを端子板60, 60に接続できる。よって、コイル16に緩みや撓みが発生するおそれがなく、断線やレアショートが防止される。

従って、この発明は、ステータコアが分割されないステータにおいても採用できる。

【 0 0 2 6 】

[ 端子ユニットの効果 ]

ここでは、ステータ10に、所定の端子板60, 60同士を接続する複数の端子金具75, 75・・を有する端子ユニット20を設けて、端子ユニット20の端子金具75と端子板60との接続によって各コイル16が結線されるようにしている。すなわち、端子金具75の形状や配設形態が異なる複数の端子ユニット20を用意して、ステータコア13に各コイル16を巻回してマグネットワイヤを端子板60にそれぞれ接続した後、何れかの端子ユニット20を選択してステータ10に固定し、端子ユニット20の端子金具75と端子板60とを接続して、端子ユニット20を介して各コイル16を結線することができる。よって、端子ユニット20の使い分けによって、図8のように直列、並列、Y結線、結線を容易に選択することができる。このように端子ユニット20のみの変更で結線方法を変更できるため、同じ巻線設備を用いて、それぞれの製品仕様に応じて、製造時間(巻数)や製造性(線径)から最適な巻線仕様を選定可能となる。

従って、端子ユニットに係る発明は、ステータコアが分割されないステータにおいても採用できる。

また、端子ユニット20により、隣り合う同位相となる一方のコイル16のマグネットワイヤの始端と、他方のコイル16のマグネットワイヤの終端とを接続すれば、分数スロットが採用される場合でも、同じ巻線設備を用いて分割体65を作成できる。

【 0 0 2 7 】

[ 分割コアの変更例(接合部の互い違い形状) ]

分割コアは、図10(A)に示す分割コア50Aのように、円弧部51の周方向の両端形状を、隣接する分割コア50A, 50A同士で互い違いに噛み合うように、凸部53と凹部54との2種類の異なる形状が交互に表れる凹凸形状としてもよい。

この凹凸形状は、円弧部51となる一方の端部を凸、他方の端部を凹として両端形状が異なる電磁鋼板を、所定枚数毎に向きを変えて重ね合わせることで形成できる。

この分割コア50Aに対して同様に樹脂で、上絶縁部56及び下絶縁部57、上下外リップ58, 59等を含む樹脂成形部Rを形成してコイル16を巻回し、両端末16a, 16aを端子板60, 60へ電氣的に接続すれば、図10(B)に示すように、分割コア50Aの円弧部51の周方向の両端が凹凸形状として露出する分割体65Aが得られる。

【 0 0 2 8 】

この分割体65A, 65A・・を、各分割コア50Aの円弧部51が周方向に繋がるように12個周方向に並べて、凸部53と凹部54とを互い違いに嵌合させて溶接等で接合する。すると、図5と同様に各分割体65A, 65A・・が周方向に繋がった状態となる。この状態で、各コイル16の外周面と、分割コア50A, 50A同士の接合部分とにワニス66, 67を塗布すれば、図2と同様のステータ10が得られる。センサ回路基板19や端子ユニット20も同様に固定すればよい。

【 0 0 2 9 】

[ 接合部の互い違い形状による効果 ]

このように、各分割コア50Aにおける分割コア50A, 50A同士の接合部となる端部を、凸部53と凹部54との2つの異なる形状が交互に表れる形態としたことで、分割コア50A, 50Aの接合状態で端部同士が噛み合い、スラスト方向での強度や密着性を

10

20

30

40

50

確保することができる。よって、ステータコア 13 を分割構造として高占積率化や低コスト化を達成しつつ、耐久性や防塵性を確保することができる。

なお、端部形状は三角形の凸部 53 と V 字状の凹部 54 とに限らず、半円状の凸部と凹部と、文字通りの凸部と凹部との嵌合とする等、2 つの異なる形状で噛み合いが可能であれば、適宜変更できる。これは、図 3 に示す分割コア 50 でも同様で、凸部 53 と凹部 54 とに限らず適宜変更できる。

#### 【 0030 】

[ 分割コアの変更例 ( 絶縁部の互い違い形状 ) ]

このような互い違いの構造は、上下絶縁部 56, 57 においても適用することができる。例えば図 11 ( A ) に示すように、一方の分割コア 50 ( 50A ) における上絶縁部 56 を、下側が隣接する分割コア 50 ( 50A ) 側へ伸び、上側が自身側へ後退する凹凸部 78a とし、他方の分割コア 50 ( 50A ) における上絶縁部 56 を、上側が隣接する分割コア側へ伸び、下側が自身側へ後退する逆の凹凸部 78b とする。この場合も接合状態で凹凸部 78a, 78b 同士が互い違いに噛み合うことになる。これは下絶縁部 57 においても同様である。

10

#### 【 0031 】

[ 絶縁部の互い違い形状による効果 ]

このように、上下絶縁部 56, 57 を分割コア 50 ( 50A ) と同様に分割して各分割コア 50 ( 50A ) にそれぞれ配置すると共に、上絶縁部 56, 56 同士及び下絶縁部 57, 57 同士の当接部を、互い違いに噛み合う凹凸形状とすれば、絶縁距離を長く確保することができる。また、ステータコア 13 を分割構造として高占積率化や低コスト化を達成しつつ、上下絶縁部 56, 57 同士の一体化により、スラスト方向の強度を高めて耐久性や防塵性を確保することができる。

20

なお、凹凸形状はこれに限らず、凹部や凸部の数を増やしてもよいし、凹凸形状に限らず、図 11 ( B ) に示すように、傾斜面 79, 79 同士の当接とすることも可能である。

#### 【 0032 】

[ 分割コアの変更例 ( 固定用ピンの兼用 ) ]

図 12 ( A ) に示す分割コア 50B のように、円弧部 51 の両端に、筒状のヒンジ部 80 と、ヒンジ部 80 が嵌合する凹面部 81 とを交互に形成して、隣接する分割コア 50B, 50B の円弧部 51 の端部同士で、ヒンジ部 80, 80 が交互に同軸上で重なるようにする。

30

このヒンジ部 80 及び凹面部 81 も、分割コア 50A と同様に、一方の端部をヒンジ部 80 の一部となるリング状、他方の端部を凹面部 81 の一部となる凹状として両端形状が異なる電磁鋼板を、所定枚数毎に向きを変えて重ね合わせることで形成できる。

そして、同図 ( B ) に示すように、センサ回路基板 19 の固定用ピン 72 を、隣接する分割コア 50B, 50B 間で同軸上に位置するヒンジ部 80, 80 に跨がって貫通させることで、分割コア 50B, 50B 同士を接合することができる。

#### 【 0033 】

この場合、固定用ピン 72, 72 を下方へ長く延ばして、センサ回路基板 19 の各取付片 70 を、図 13 に示すように、下外リブ 59 のスリット 61 の拡開部 62 ではなく、分割コア 50B, 50B 間に位置させて、各取付片 70 の透孔 71 に固定用ピン 72 をそれぞれ差し込んでセンサ回路基板 19 を取り付ければよい。

40

なお、図 13 では、各分割コア 50B を樹脂成形部 R で固定してなる分割体 65B において、下絶縁部 57 に設けられる一方の端子板 60 は、長い方の端部 60a を有しない L 字状となっており、他方の端子板 60 の長い方の端部 60a のみに端子ユニット 20 の端子金具 75 の二股端部 76 が電氣的に接続されている。また、隣接する分割体 65B, 65B のコイル 16, 16 は、固定用ピン 72 の外側を回り込む渡り線 16b によって繋がった状態で、固定用ピン 72 を挟んで隣り合うコ字状の端子板 60 と L 字状の端子板 60 とにそれぞれ電氣的に接続されて結線されている。

#### 【 0034 】

50

〔固定用ピンの兼用による効果〕

このように、固定用ピン72を、隣接する2つの分割コア50B, 50Bに跨がって固定すれば、固定用ピン72を分割コア50B, 50B同士の連結とセンサ回路基板19の取付とに兼用できる。

特に、図12(B)のように固定用ピン72によって連結した状態で分割コア50B, 50B間の間隔を広げてテース52, 52間の間隔を広く取れば、樹脂成形部Rを形成した後のコイル16, 16の巻回がしやすくなり、マグネットワイヤを切断せずに巻回することができ、端子板の数を減らすことができる。また、図13の結線構造では、固定用ピン72をコイル16, 16間の渡り線16bの位置決めにも使用できる。

【0035】

そして、上インシュレータ15の端面における上外リブ58の外側には、金属製で円盤状の結合リング82が設けられて、各固定用ピン72の上端を結合リング82に圧入等で結合している。この場合、固定用ピン72が結合リング82によって一体化されるので、分割コア50B, 50B・・・の一体性が高まる。

なお、図12のように固定用ピン72を分割コア50B, 50Bの連結に用いる場合、ヒンジ部80と凹面部81との内側には、円弧部51, 51同士が周方向に連続状となる位置よりも回り過ぎないように、互いに当接して回り過ぎを規制するストッパ面80a, 81aを設けることが望ましい。

【0036】

〔分割コアの変更例(固定及び放熱構造)〕

分割コア50(50A, 50B)の固定は、樹脂による一体成形に限らず、図14に示すように、外周を圧粉磁心(鉄等の磁性体と樹脂との混合材)83で被覆したり、図15に示すように、焼き嵌め又は冷やし嵌めされる筒状で金属製の固定部材84で固定したりすることによっても可能である。このような圧粉磁心83や固定部材84を採用すれば、分割コア50(50A, 50B)の固定が容易に行える。

特に、固定部材84の外周に、突起部として、上下に延びる複数の突条85, 85・・・を、周方向に等間隔で設けるようにすれば、コイル16の発熱を固定部材84を介して効果的に放熱できる。また、各分割コア50(50A, 50B)の外周と固定部材84との間にワニス又は接着剤を介在させて一体性を向上させるようにしてもよい。固定部材も円筒状に限らず、角筒状としたり、外周面の一部に凹みがあったりしてもよい。

【0037】

この突条85は、図16に示すように、ステータコアの軸方向に対して傾斜させることもできる。このようにすれば突条85を含む固定部材84の表面積(冷却面積)が大きくなって放熱効果の向上に繋がる。なお、突条に代えて、複数の突起としてもよい。

また、突条85や突起を、遠心ファン28による冷却風を整流するように配置すれば、冷却風による騒音を低減することができる。

なお、下側の軸受21を保持する軸受保持部77は、端子ユニット20でなく固定部材84に設けることもできる。

【0038】

さらに、図17に示すように、分割コア50(50A, 50B)の円弧部51の両端は、ステータ10の軸方向に沿った直線状に形成する構造でなく、軸方向に対して傾斜させて、傾斜端縁51a, 51a同士が凹凸嵌合で接合される構造であっても差し支えない。このように接合部を傾斜させれば、スラスト方向での一体性が高まる。

【0039】

〔分割コアの変更例(放熱構造)〕

図18に示すように、各分割コア50(50A, 50B)の円弧部51の外周面に、複数の突起部86, 86・・・を設けることができる。この突起部86は、上下方向(電磁鋼板の積み方向)に等間隔で配置される列が、周方向に等間隔を置いて複数設けられるが、周方向に隣接する列同士では、突起部86, 86が交互に上下方向へ位相がずれるように配置されている。但し、円弧部51の両端では、突起部86a, 86a・・・が上下方向へ

10

20

30

40

50

連続状に並ぶように形成されて、各円弧部 5 1 の端部同士で突起部 8 6 a , 8 6 a の列が隣接している。この隣接する突起部 8 6 a , 8 6 a の列同士を、溶接や別体の挟持部材等で接合することで、分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) 同士の接合が可能となっている。

各突起部 8 6 は、分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) を形成する電磁鋼板にそれぞれ突起部 8 6 , 8 6 a の一部を形成することで積層状態で形成されるようにしてもよいし、別体の突起部 8 6 , 8 6 a を円弧部 5 1 へ接合するようにしてもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

##### [ 突起部による放熱構造の効果 ]

このように、各分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) の外周面に、複数の突起部 8 6 , 8 6 a を設けたことで、コイル 1 6 の発熱を効果的に放熱できる。

10

特にここでは、突起部 8 6 , 8 6 a を電磁鋼板の積み方向に沿って等間隔で配置しているので、放熱効果を均等に得ることができる。

また、突起部 8 6 a は、分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) 同士が接合される両端では直線状に並設されて、隣接する分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) 間の突起部 8 6 a の列同士を溶接等することで分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) 同士の接合しているので、放熱用の突起部 8 6 a を利用して分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) 同士が接合できる合理的な構造となる。

なお、突起部 8 6 を遠心ファン 2 8 による冷却風を整流するように配置すれば、冷却風による騒音を低減することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

20

##### [ 分割形態の変更例 ]

上記形態や変更例における分割コア 5 0 ( 5 0 A , 5 0 B ) は、ステータコア 1 3 を周方向に分割する円弧部 5 1 とティース 5 2 とからなる構造であるが、分割形態はこれに限らない。例えばステータコア 1 3 を、図 1 9 に示す円筒状の外周部 9 0 と、図 2 0 に示す複数のティース 9 1 , 9 1 ・ ・ ・ とに分割することも可能である。ここでは外周部 9 0 の内面でティース 9 1 の配置位置に、上下に貫通するアリ溝 9 2 , 9 2 ・ ・ ・ を形成し、各ティース 9 1 の外端に、アリ溝 9 2 に嵌合するアリほぞ 9 3 を形成して、アリほぞ 9 3 に、固定用ピン 7 2 の貫通孔 5 5 を形成している。

一方、上下絶縁部 5 6 , 5 7 を含む樹脂成形部 R は、図 2 1 ( A ) に示すように、ティース 9 1 がアリほぞ 9 3 側から挿入される開口 R 1 を有してティース 9 1 を覆い、上下外リブ 5 8 , 5 9 からは下絶縁部 5 7 のみが外側へ突出する筒状で一体成形されている。この樹脂成形部 R にコイル 1 6 が巻回されて両端末 1 6 a , 1 6 a が端子板 6 0 , 6 0 に接続された状態で形成されている。

30

#### 【 0 0 4 2 】

よって、同図 ( B ) に示すように、この樹脂成形部 R に内側からティース 9 1 を、アリほぞ 9 3 を先に差し込んで接合させれば、図 2 2 に示すように、アリほぞ 9 3 が外側に突出した分割体 9 4 , 9 4 ・ ・ ・ が得られる。この各分割体 9 4 のアリほぞ 9 3 を、外周部 9 0 のアリ溝 9 2 にそれぞれ下方から嵌合させれば、図 2 3 に示すように、外周部 9 0 に各分割体 9 4 が接合されてステータコア 1 3 となるステータ 1 0 が得られる。

#### 【 0 0 4 3 】

40

##### [ 外周部とティースとの分割形態の効果 ]

このように、ステータコア 1 3 を、円筒状の外周部 9 0 と、その外周部 9 0 から内側に突出して各コイル 1 6 が巻回される複数のティース 9 1 とに分割して、外周部 9 0 とティース 9 1 との接合によって形成したことで、連続した外周部 9 0 を用いる分、強度を維持することができる。

特にここでは、予めコイル 1 6 を巻回した樹脂成形部 R にティース 9 1 を挿入して外周部 9 0 に接合するので、組み付けが容易に行える。

#### 【 0 0 4 4 】

なお、アリ溝とアリほぞとの関係は、上記形態と逆にして、外周部にアリほぞを、ティースにアリ溝を形成することもできる。

50

また、上記分割形態では、ティース91をそれぞれ独立して形成しているが、図24に示すように、隣接するティース91，91の突出端95，95の間に、両突出端を繋ぐ繋ぎ部96，96・・・を設けて、全てのティース91，91・・・を突出端95，95同士で固定して一体化してもよい。この場合、繋ぎ部96も含めた形状で電磁鋼板を形成すればよい。

さらに、図25に示すように、各樹脂成形部Rにおいて、隣接するティース91，91の突出端95，95間に、上下内リブ63，64間を接続する接続部97，97を一体に設けて、一体成形樹脂である接続部97を介して全ての樹脂成形部Rを一体化することもできる。

このようにティース91や樹脂成形部Rを一体化すれば、外周部90への組み付けがしやすく、管理も容易となる。

#### 【0045】

一方、このような分割形態では、別個に形成することで外周部90とティース91との軸方向の長さを異ならせることができる。図26は、外周部90をティース91よりも一端側へ長く形成した例を示すもので、このように外周部90をティース91よりも軸方向に長くすれば、3次元磁気回路が形成できて設計の自由度が増し、小型軽量化に繋がる。

また、これらの外周部は円筒状に限らず、外周面や内周面が非円形（多角形や一部に凹凸）であってもよい。

#### 【0046】

その他、各発明において、コントローラに設けたスイッチング素子を、熱結合部材を介してステータコアの突起部や固定部材の突条に熱結合させたり、センサ回路基板にスイッチング素子を設けて同様に熱結合部材を介してステータコアの突起部や固定部材の突条に熱結合させたりして放熱を図ってもよい。

また、コイルを形成するマグネットワイヤは、平角線を用いてもよい。

さらに、コイル（スロット）の数は12に限らず、これ以外の数であっても差し支えない。勿論ハンマドリルに限らず、ブラシレスモータを駆動源として用いるものであれば、インパクトドライバやマルノコ等の他の電動工具であっても上記各発明は適用可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0047】

1・・・ハンマドリル、2・・・モータハウジング、3・・・ブラシレスモータ、4・・・出力ハウジング、5・・・出力部、6・・・バッテリー装着部、7・・・コントローラ、8・・・バッテリーパック、10・・・ステータ、11・・・ロータ、12・・・回転軸、13・・・ステータコア、14・・・上インシュレータ（絶縁部材）、15・・・下インシュレータ（絶縁部材）、16・・・コイル、16a・・・端末、16b・・・渡り線、17・・・ロータコア、18・・・永久磁石、19・・・センサ回路基板、20・・・端子ユニット、30・・・ツールホルダ、50，50A，50B・・・分割コア、51・・・円弧部、52，91・・・ティース、53・・・凸部、54・・・凹部、56・・・上絶縁部、57・・・下絶縁部、60・・・端子板（端子）、65，65A，65B，94・・・分割体、66，67・・・ワニス、72・・・固定用ピン、74・・・絶縁リング、75・・・端子金具、77・・・軸受保持部、80・・・ヒンジ部、81・・・凹面部、82・・・結合リング、84・・・固定部材、85・・・突条、86・・・突起部、90・・・外周部、92・・・アリ溝、93・・・アリほぞ、R・・・樹脂成形部。

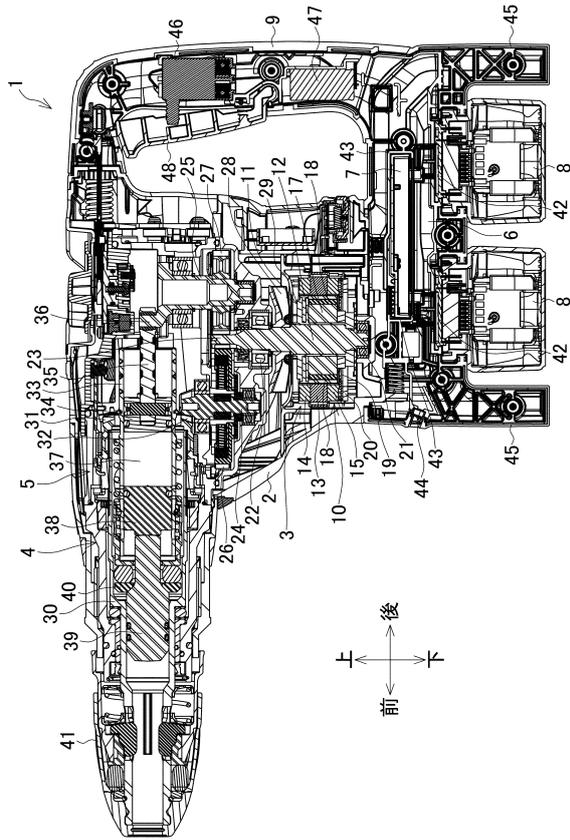
10

20

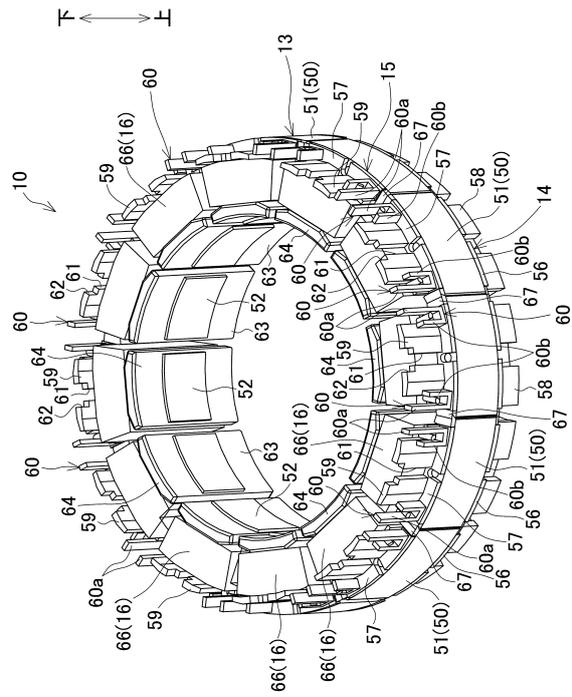
30

40

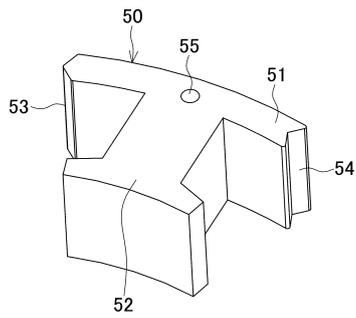
【図1】



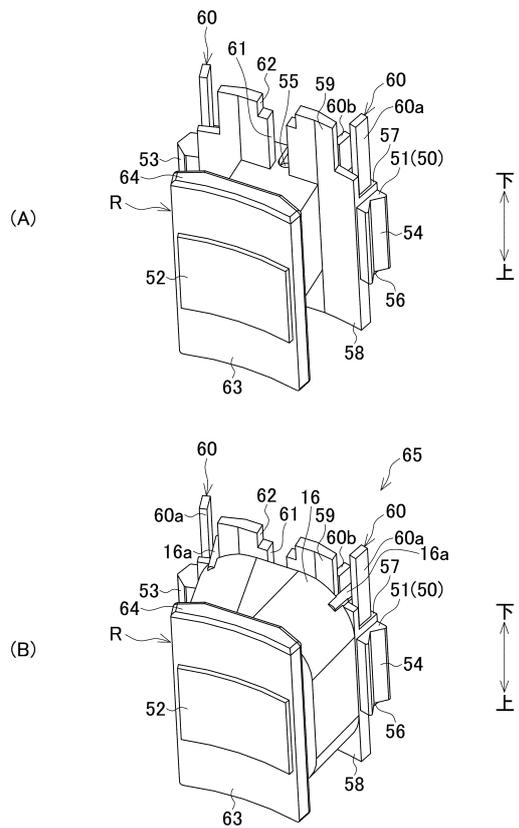
【図2】



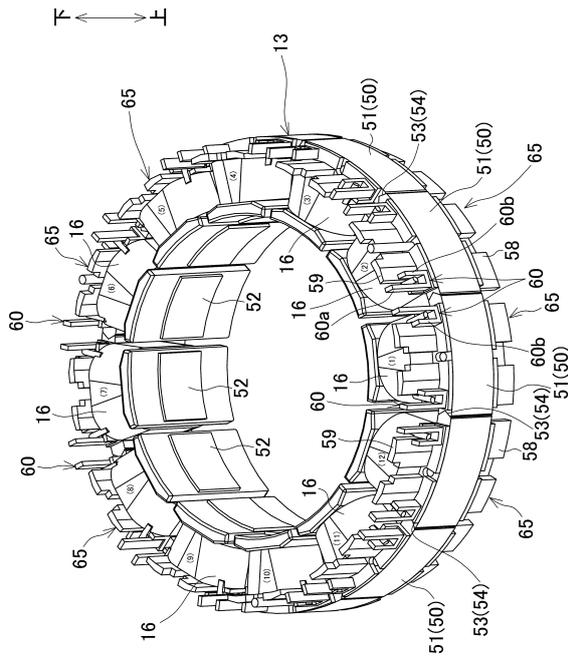
【図3】



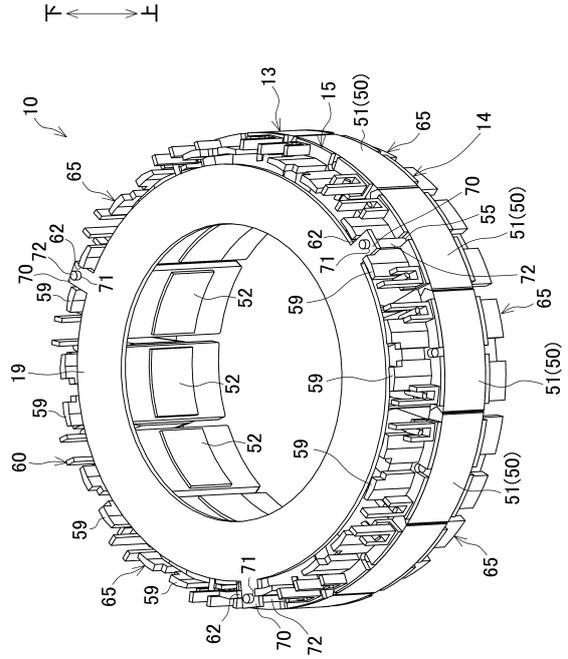
【図4】



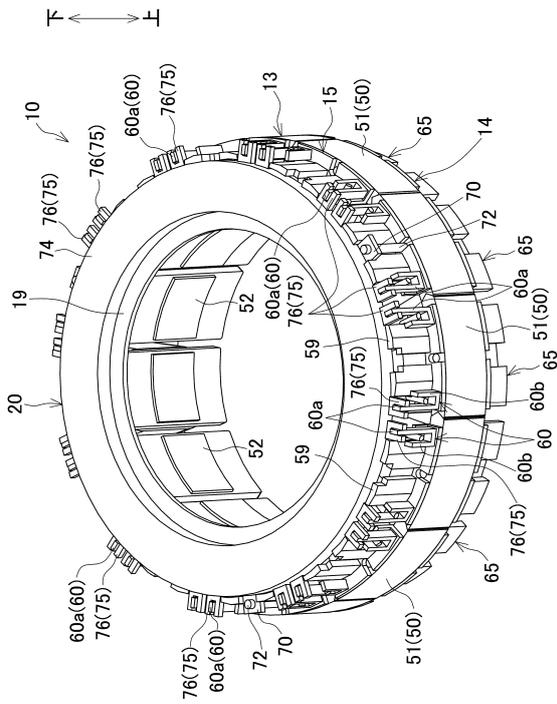
【図5】



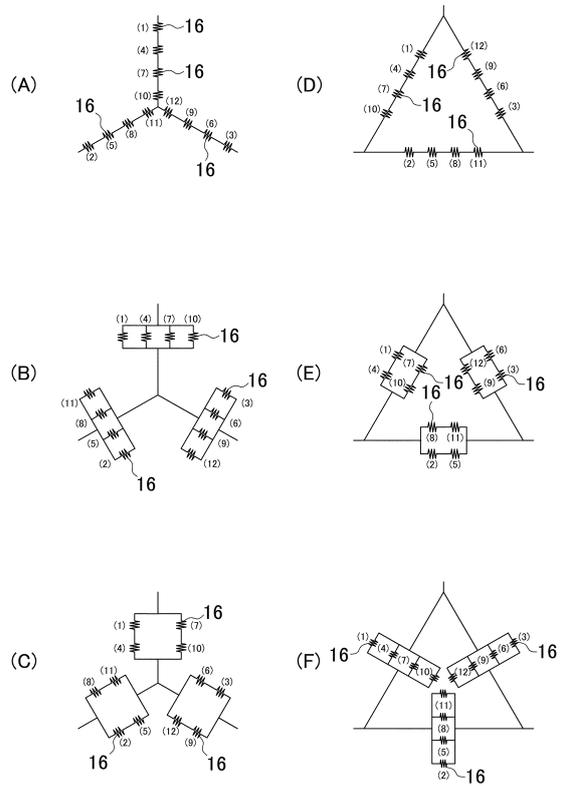
【図6】



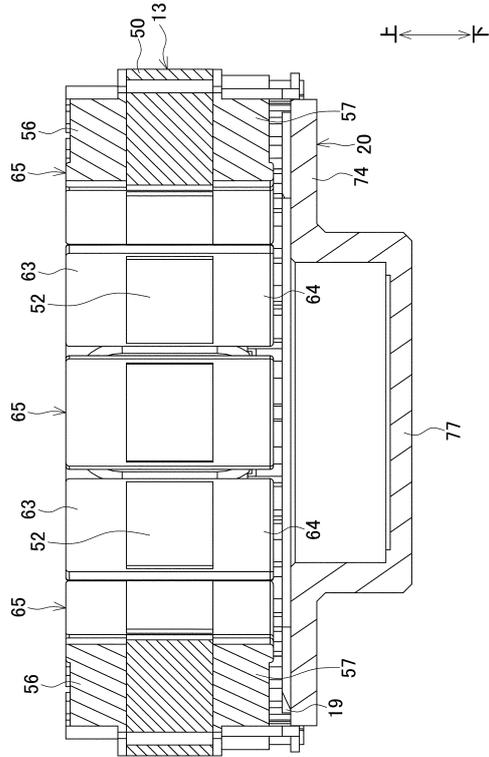
【図7】



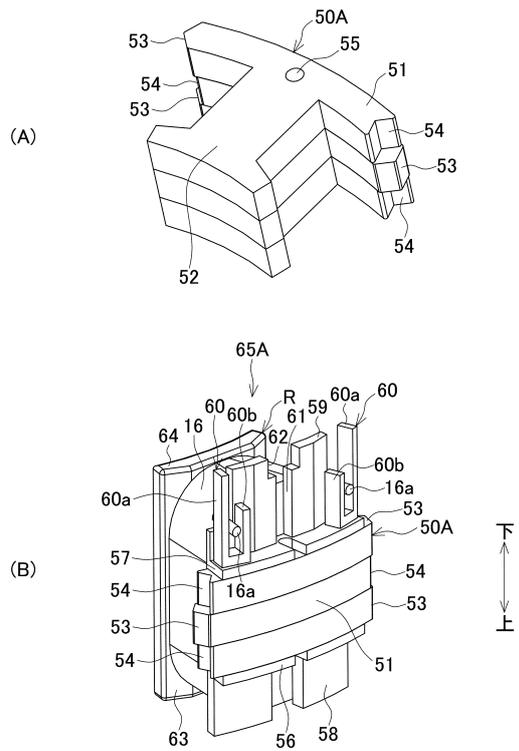
【図8】



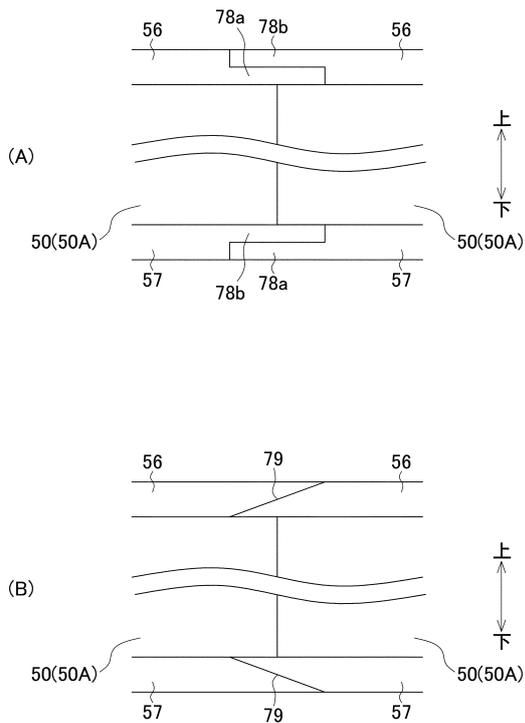
【図9】



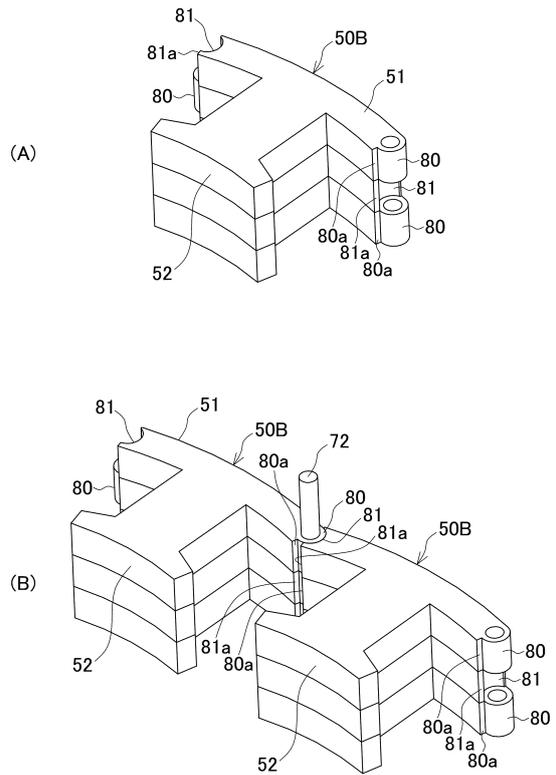
【図10】



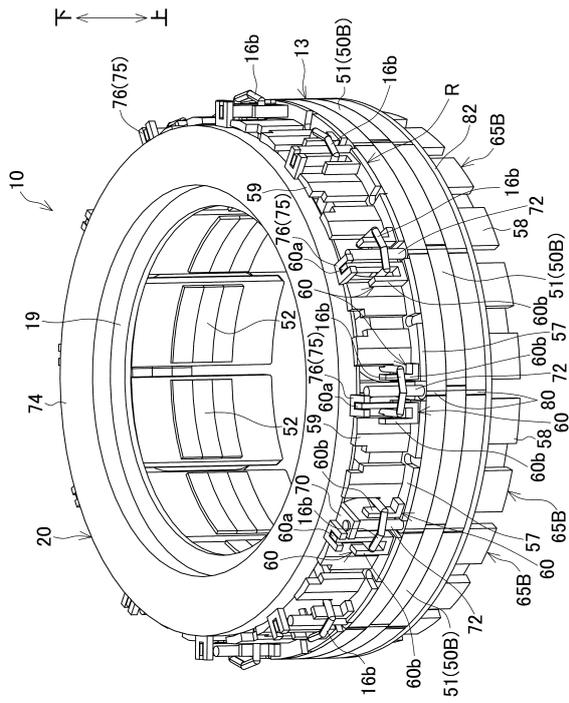
【図11】



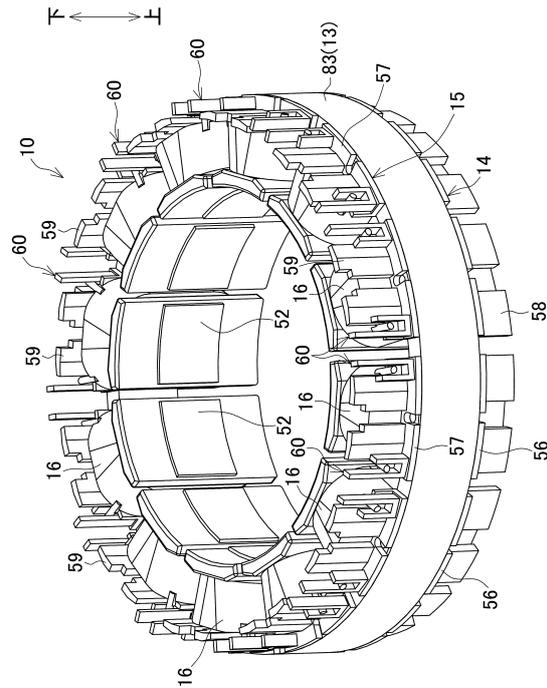
【図12】



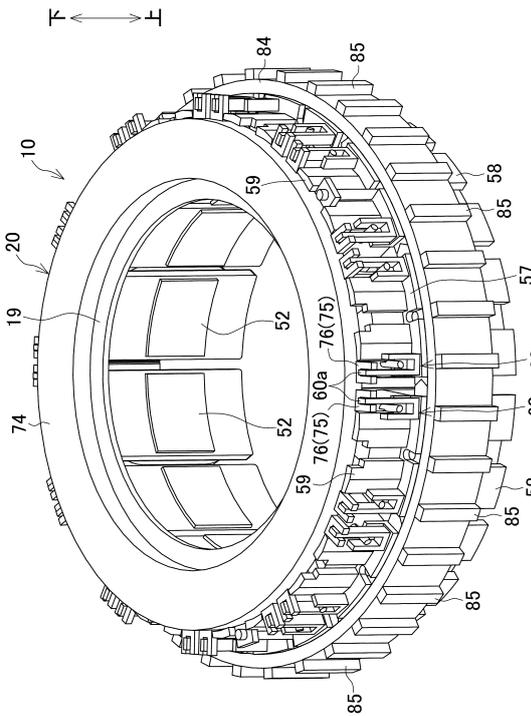
【図13】



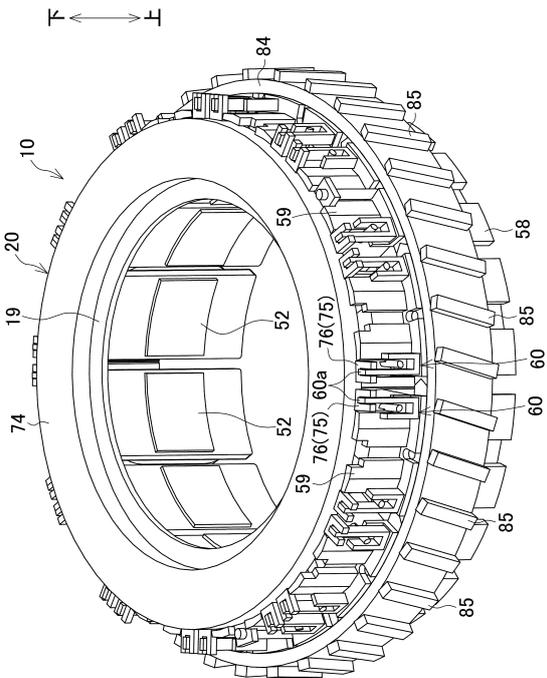
【図14】



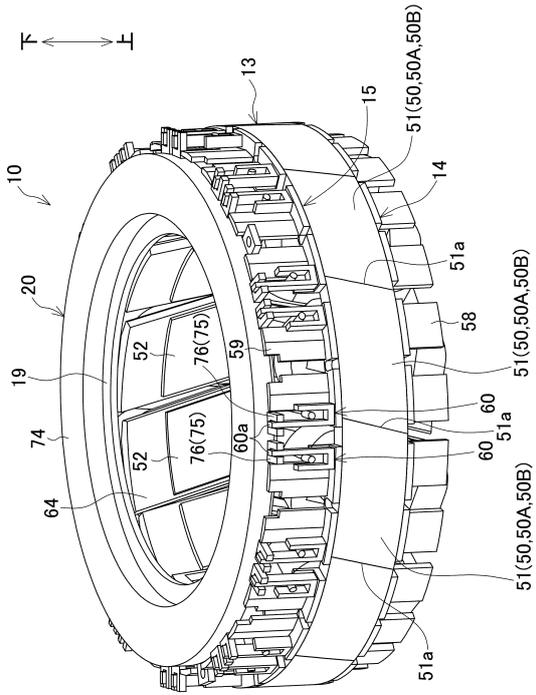
【図15】



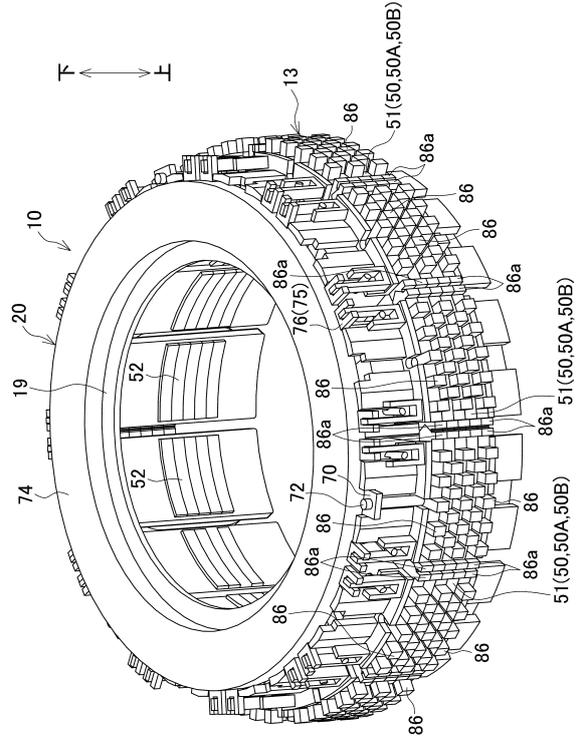
【図16】



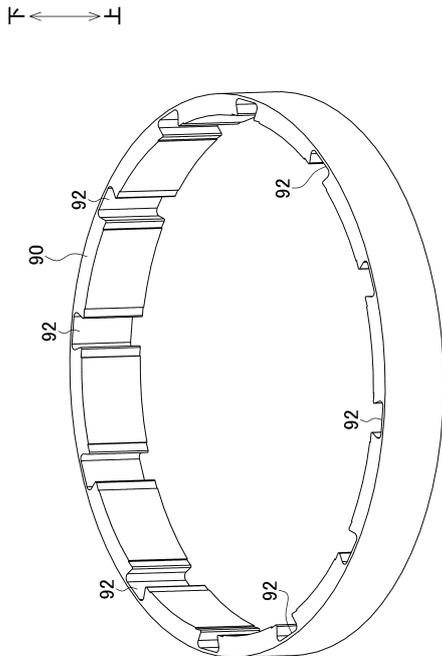
【 図 17 】



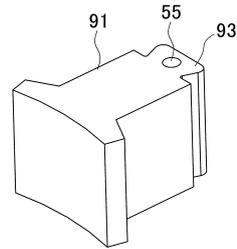
【 図 18 】



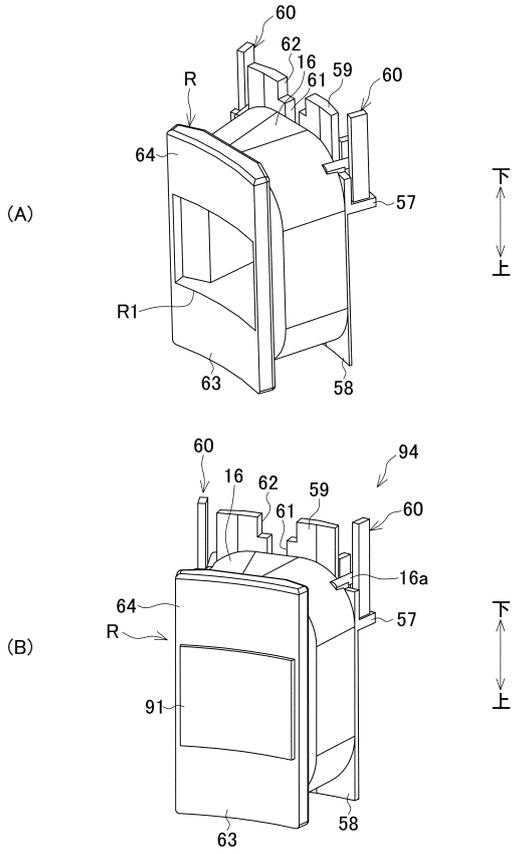
【 図 19 】



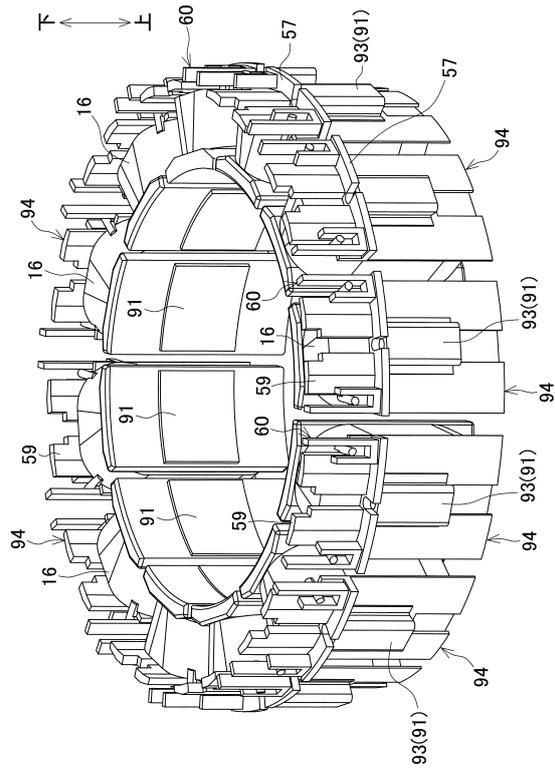
【 図 20 】



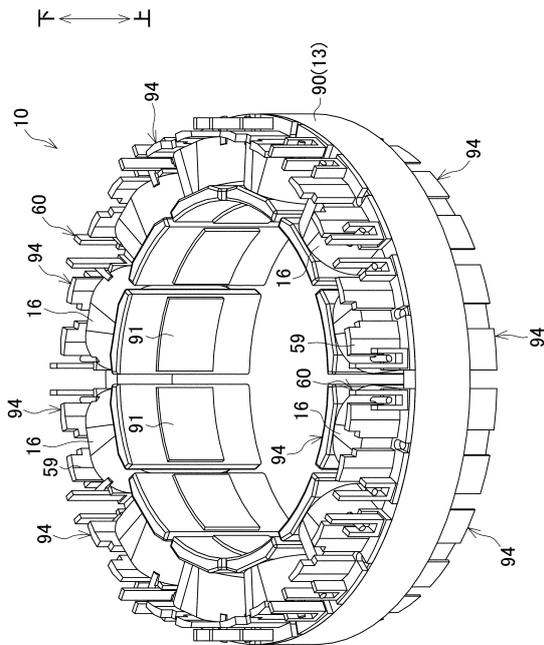
【図 2 1】



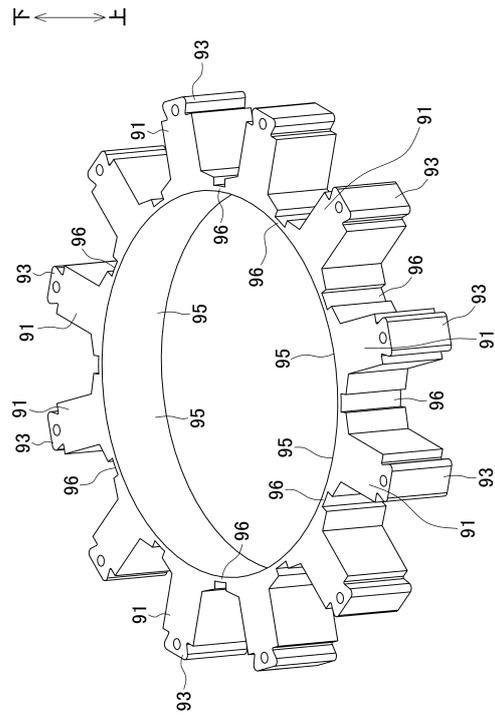
【図 2 2】



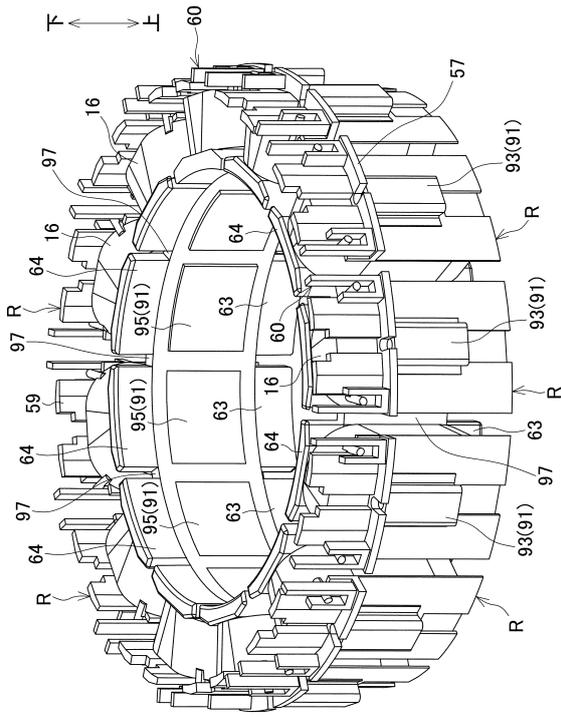
【図 2 3】



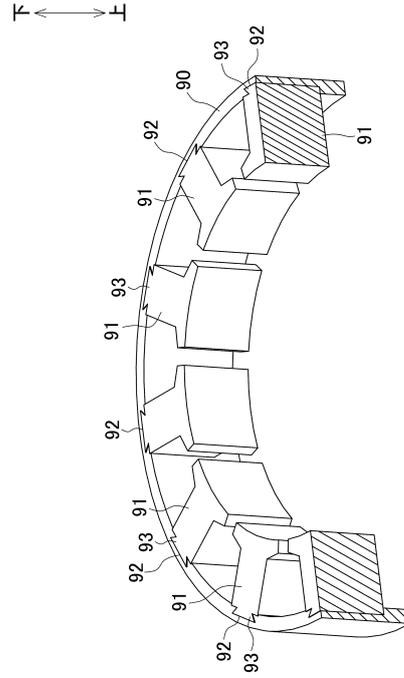
【図 2 4】



【図 25】



【図 26】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 2 K 1/02 (2006.01) H 0 2 K 1/02 A

(56)参考文献 特開2017-007068(JP,A)  
特開2004-194458(JP,A)  
国際公開第2016/129287(WO,A1)  
国際公開第2005/107049(WO,A1)  
特許第5377805(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 2 K 3 / 1 8  
B 2 5 F 5 / 0 0  
H 0 2 K 1 / 1 8  
H 0 2 K 1 5 / 0 4  
H 0 2 K 3 / 5 2  
H 0 2 K 1 / 0 2