

(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6月6日(06.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/106934 A1

(51) 国際特許分類:

H02K 7/04 (2006.01) *B25F 5/00* (2006.01)
B24B 23/02 (2006.01) *H02K 1/27* (2006.01)
B24B 47/12 (2006.01) *H02K 9/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/036310

(22) 国際出願日: 2018年9月28日(28.09.2018)

(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 2017-230258 2017年11月30日(30.11.2017) JP

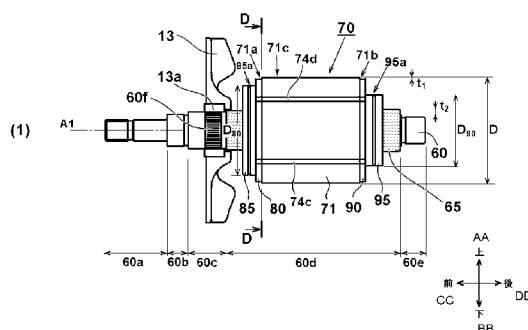
(71) 出願人: 工機ホールディングス株式会社(**KOKI HOLDINGS CO.,LTD.**) [JP/JP]; 〒1086020 東京都港区港南二丁目15番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮澤 健(**MIYAZAWA Ken**); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田1060番地 Ibaraki (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, 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,

(54) Title: ELECTRICAL POWER TOOL

(54) 発明の名称: 電動工具



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))

formed in a cylindrical shape having an outer diameter smaller than that of the rotor core 71 are provided on both ends, of the rotor core 71, in the axial direction. Further, resin spacer members 80, 90 are provided between the rotor core 71 and the balancer members 85, 95. The rotor core 71 has formed on the outer circumferential surface 71c thereof a plurality of axially-oriented grooves 74a-74d of a substantially V-shaped, while the spacer members 80, 90 are also configured to have substantially the same profile as the rotor core 71 so as to be able to cover a metal portion of the end faces 71a, 71b of the rotor core 71.

(57) 要約: ステータコアの端部に鉄粉等の粉塵が付着することを防止できる電動工具を提供する。回転軸60に取り付けられ永久磁石を用いたロータコア71を有するモータと、冷却ファン13と、これらを収容するモータハウジングを有し、冷却ファン13によって外気を取り込んでモータハウジング内において回転軸60方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、ロータコア71の外径よりも小さい円筒形の非磁性金属製のバランス部材85、95をロータコア71の軸方向の両端側に設けた。さらに、バランス部材85、95とロータコア71の間に樹脂製のスペーサ部材80、90を設けた。ロータコア71の外周面71cには、略V字状の軸方向溝74a~74dが形成され、スペーサ部材80、90の外形もロータコア71の外形とほぼ同じとしてロータコア71の端面71a、71bの金属部分を覆うようにした。

明 細 書

発明の名称：電動工具

技術分野

[0001] 本発明はモータハウジングの内部にモータを保持する電動工具に関し、特にロータコアの組立構造の改良に関する。

背景技術

[0002] ディスクグラインダ等の携帯用電動工具では、モータを保持するモータハウジングから後方側に突出するように連結されたハンドルを設けて、作業者は一方の手でハンドルを把持して、他方の手でモータハウジング自体を又はモータハウジングの取り付けられるサイドハンドルを押さえながら作業を行う。ディスクグラインダのハウジングは金属製又は合成樹脂製のハウジングを有するが、中型以上の大きなディスクグラインダではモータのサイズや出力が大きくなるために、モータハウジングは軸線を通る平面にて分割する形状ではなく、円筒状の一体形状のものとし、その後方側に左右分割式のハンドルハウジングを取り付ける。モータは円筒状のモータハウジングの前方側（ハンドルハウジングとは反対側）の開口から、軸方向後方に向けてモータハウジング内に挿入される。このようなモータの取付け構造を有するグラインダとして、特許文献1が知られている。ここではモータハウジングは合成樹脂の一体成形として、モータハウジングによって固定される軸受と、モータハウジングの前方側開口を覆う部材にて固定される軸受によってモータの回転軸を軸支する。

[0003] 近年、電動工具はブラシレスDCモータを採用することで、高精度の回転制御を行うと共に更なる高出力化を図る傾向にある。ブラシレスDCモータは、半導体スイッチング素子を用いたインバータ回路を用いて駆動される。インバータ回路に用いられる半導体スイッチング素子は、FET（電界効果トランジスタ）やIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）等が用いられる。ブラシレスDCモータは内側に永久磁石を用いたロータを設け、外側

にコイルを巻いたステータが設けられる。モータの回転軸の軸方向に見て、モータの前方側には冷却ファンが設けられ、モータが回転すると回転軸と連動して冷却ファンが回転することにより、ハウジングの内部において後方側から前方側への風の流れ（冷却風）を発生させる。冷却風によって制御回路やモータを冷却する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-13141号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1のような従来のグラインダにおいては、モータの収容空間に流入した冷却風は、ステータの外周側とモータハウジングとの隙間、及び、ステータとロータとの隙間を通して軸方向後方から前方に流れ、ファンカバーの貫通穴を通してギヤケースの貫通穴から外部に排出される。ブラシレスDCモータのロータには、通常、ネオジウム等の強力なマグネットが使用されているため、グラインダを用いて鉄等の研削作業を行うと、作業の際に発生する粉塵（金属粉）が冷却風と共に製品本体に入り込む虞があった。入り込んだ粉塵のほとんどはロータに付着することなく外部に再び排出されるが、ロータコアに付着して堆積してしまうと堆積物がステータコアに接触して、最悪ではモータがロックする不具合が発生する虞がある。この現象を防ぐために、ロータコアの外周部分に、軸方向に連続するV字溝を形成して、V字溝によって冷却風の風路を大きくして、内部に流入した粉塵がハウジングの外部に排出されやすい構造とした。しかしながら、ロータコアの外形断面形状を真円では無くV字溝を形成するような形状とし、ロータコアに隣接して配置するバランスウェイトとしてステータコアの外径と同径の真円断面形状のものを配置すると、バランスウェイトがV字溝部の端部を塞ぐ壁になって、V字溝内から粉塵が排出されにくくなり、V字溝内に粉塵が堆積しやすくなる

という不具合が発生した。この現象を避けるために、バランスウェイトの直径をステータコアのV字溝部の底面位置よりも小さくすることが考えられる。しかしながら、その場合、ステータコアの軸方向の端面（回転軸と直交する端面）において外周側一部が露出するため、露出部分に鉄粉等の粉塵が磁力によって吸着され易くなるという問題が生じる。

[0006] 本発明は上記背景に鑑みてなされたもので、その目的は、外周面に軸方向に連続する溝部を有するステータコアの端部にバランスウェイトを取りつける際に、ステータコアの端部に鉄粉等の粉塵が付着することを防止できるようにした電動工具を提供することにある。

本発明の他の目的は、軸方向と直交する断面形状が非円形のステータコアに、断面形状が円形かつ小径の円筒形のバランスウェイトを用いて、バランスウェイトに径方向外側にセンサ基板を搭載可能とした電動工具を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、ステータコアの端面全体を樹脂部材で覆うことによってステータコアの端面への鉄粉等を付着しにくくした電動工具を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本願において開示される発明のうち代表的なものの特徴を説明すれば次の通りである。

本発明の一つの特徴によれば、回転軸に取り付けられ永久磁石を収容するロータコア及びロータコアの外周に位置するステータコアを有するモータと、モータを収容するための筒状のハウジングと、回転軸に取り付けられる冷却用のファンを有し、ファンによって外気を取り込み、ハウジング内においてモータの周囲を回転軸方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、円筒形であってロータコアの外径よりも小さい非磁性金属製のバランス部材をロータコアの軸方向の一方側又は双方側に設け、バランス部材とロータコアの間に樹脂製のスペーサ部材を介在させるように構成した。また、ロータコアの外周面において、ロータコアの軸方向の一方側端面から他端側端面に至

って連続して形成される軸方向溝を複数本形成し、スペーサ部材はロータコアの端面の外縁形状と相似形の外縁形状となるように構成した。

[0008] 本発明の他の特徴によれば、スペーサ部材は中心に貫通穴が形成された略円環状の部材であり、バランス部材はバランス調整用の径方向穴を開ける前の外縁の断面形状が真円であり、中心に軸方向に延びる貫通穴が形成され、ロータコアを固定した状態の回転軸に、スペーサ部材とバランス部材の貫通穴を圧入することによって、スペーサ部材とバランス部材が回転軸に固定される。また、ステータコアには励磁電流を流すためのコイルが巻かれ、回転軸の外周面とステータコアとの絶縁状態を確保するために回転軸の外周面には合成樹脂製のシャフトモールド加工がされ、スペーサ部材はシャフトモールド加工の際に合わせてモールド成型により形成される。バランス部材はバランス調整用の径方向穴を開ける前の外縁の断面形状が真円であり、中心に軸方向に延びる貫通穴が形成され、シャフトモールド加工が終了した後に回転軸に圧入される。さらに、ロータコアは中心に貫通穴を有し、貫通穴よりも径方向外側に板状の永久磁石を収容するためのスロットが形成された積層鉄心にて構成される。バランス部材の外径は、回転軸を通る永久磁石の法線方向でみて永久磁石の外側面の位置よりも小さい直径にて形成される。バランス部材の外周面には、ロータの回転バランス調整用の穴が設けられ、スペーサ部材の回転軸方向の厚さは、バランス部材の回転軸方向の厚さよりも薄く構成される。

[0009] 本発明の他の特徴によれば、回転軸に取り付けられ永久磁石を用いたロータコアとロータコアの外周に位置するステータコアを有するモータと、モータを収容するための筒状のハウジングと、回転軸に取り付けられる冷却用のファンを有し、ファンによって外気を取り込み、ハウジング内においてモータの周囲を回転軸方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、回転軸の外周面とロータコアの内周面の間にシャフトモールド加工を行い、モールド箇所としてステータコアの両側端面を覆う部分まで拡張することにより回転軸とステータコアの両側端面を一体にモールドするようにした。また、円筒

形であってロータコアの外径よりも小さいバランサ部材をロータコアの風下側端部に設けた。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、V字断面形状と同形状のスペーサをバランサウエイトとロータコアの間に配置し、ロータコアのV溝底部より小さい径のバランサウエイトを配置することにより、V溝を通る冷却風及び粉塵を効率よく通すことが可能になる。また、ブラシレスモータの金属粉塵がロータコアへ付着することを防止し、モータロックの発生を抑制することができる。

本発明の上記及び他の目的ならびに新規な特徴は、以下の明細書の記載及び図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施例に係る電動工具であるディスクグラインダ1の全体構成を示す縦断面図である。

[図2]図1のディスクグラインダ1の駆動制御系の回路構成図である。

[図3]図1のモータハウジング10の後方側に装着されるインバータ回路部20の搭載状況を示す展開斜視図である。

[図4]図1のモータ5のステータ30を示す斜視図である（コイルの巻回前の状態）。

[図5]図4のステータ30を示す図であって、（1）は側面図、（2）は背面図である。

[図6]従来例におけるステータコイルの巻き方を説明するための図である。

[図7]本実施例に係るステータコイルの巻き方を説明するための図である。

[図8]本実施例に係るステータコイルの自動コイル巻き機を用いた巻き方を説明するための図である。

[図9]図4の周方向溝42の形状とニクロム線50の配線との位置関係を示す図である。

[図10]（1）はモータ5のロータ70及び冷却ファン13の側面図であり、（2）は（1）のD-D部の断面図（ロータコア71の側面図）である。

[図11] (1) は図1のA-A部の断面図であり、(2) は図1のB-B部の断面図であり、(3) は図1のC-C部の断面図である。

[図12] 図9のバランス部材85、95の形状を示す斜視図である。

[図13] 本発明の第2の実施例に係るステータ130を示す図であって、(1) は側面図、(2) は背面図である(コイルを巻回後の状態)

発明を実施するための形態

実施例 1

[0012] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、本明細書においては、前後左右、上下の方向は図中に示す方向であるとして説明する。

[0013] 図1は本発明の実施例に係るディスクグライнда1の全体構成を示す断面図である。ディスクグライнда1は、円筒形のモータハウジング10の内部に駆動源たるモータ5が収容される胴体部2と、モータ5によって駆動される作業機器(ここでは先端工具として砥石98を用いるグライнда)を作動させる動力伝達部3と、胴体部2の後方側に設けられ作業者が把持するためのハンドル部4を有して構成される。ハンドル部4は、胴体部2に対して回動機構を介して接続されることにより、モータ5の回転軸線A1を中心に所定角度だけ回動可能(摺動可能)なように構成される。

[0014] モータハウジング10の内部には、ブラシレス方式のモータ5が収容される。モータ5は、永久磁石を有するロータ70が内周側に配置され、外周側にコイルを有するステータ30を有する。モータ5の回転軸60は、モータハウジング10の中央部付近に設けられる軸受15bと、モータハウジング10の前方側開口を覆うギャケース6によって保持される前方側の軸受15aにより回動可能に保持される。動力伝達部3は、ギャケース6に軸受9a、9bによって軸支されるスピンドル8に取り付けられたディスク状の砥石98と、ホイールガード29を備える。ギャケース6内には、一对の傘歯車7a、7bが配置され、モータ5の回転軸60の回転力を方向変換してスピンドル

8に伝達する。スピンドル8の下端には、受け金具14aを介して押さえ金具14bによって先端工具保持部が形成され、砥石98が固定される。ギヤケース6の上部にはサイドハンドル取付孔6bが設けられ、ギヤケース6右側面及び左側面にも同様のサイドハンドル取付孔（図示せず）が設けられる。

[0015] モータハウジング10の後端側開口からインバータ回路部20が挿入され、その後に開口部分は支持部材133と中間部材125によって覆われる。支持部材133は左右方向に分割可能に構成して、左右の分割片の間に中間部材125の揺動支持軸を挟み込む。中間部材125の外周面には2本の径方向に突出するフランジ部126が形成され、フランジ部に沿って把持部を形成するハンドルハウジング16が回動可能なように保持される。

[0016] インバータ回路部20の回路基板27はモータ5の外形よりもわずかに大きい径の略円環形の多層基板であり、その面がモータ5の回転軸線A1と直交する向きに配置される。回路基板27上には6つの絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）等のスイッチング素子（後述）が搭載される。スイッチング素子を搭載した回路基板27は、容器状の円筒ケース21の内部に固定される。インバータ回路部20を収容する部分のモータハウジング10の内径は、モータ5を収容する部分に比べてやや太くなるように形成される。回転軸線A1方向にみて軸受15bとステータ30の間には、円環状の小さなセンサ基板122が搭載される。センサ基板122は円環状の基板部分を有し、ステータ30と面する側に、ロータ70により発生する磁界を直接検出するための3つのホールIC121（図2で後述）が60度間隔にて搭載される。

[0017] モータ5の前方側であって軸受15aとの間には冷却ファン13が設けられる。冷却ファン13は遠心ファンであってモータ5側の空気を吸引して径方向外側に排出する。冷却ファン13の後方には、回転軸60の周囲に所定の大きさの貫通穴を形成し冷却ファンの流入口を形成するファンガイド12が設けられる。冷却ファン13によって起こされる空気流によって、ハンドル

ハウジング 16 の図示しない風穴から取り込まれた空気を、モータハウジング 10 内に吸引し、モータ 5 の後方側から前方側への空気の流れ（空気流）を生成する。最初に、ハンドルハウジング 16 に形成されるスリット状の空気取入孔（図示せず）から外気が取り込まれ、中間部材 125 と支持部材 133 に形成される貫通孔や風窓（図 1 では図示されない）を流れてモータハウジング 10 の後方側開口からモータハウジング 10 の内部空間に流入する。流入した空気は、最初にインバータ回路部 20 に搭載された電子部品を冷却し、インバータ回路部 20 の側方の切り込み部を通過し、インバータ回路部 20 の円筒ケース 21 の外周側であって、モータハウジング 10 との間の隙間を通過して軸受ホルダ 109 付近に到達する。軸受ホルダ 109 の外周側には図示しない風窓が複数形成されており、その風窓を通過した空気流はモータ 5 側に到達する。

[0018] モータ 5 側に到達した空気流は、ロータ 70 とステータ 30 の間、及び、ステータ 30 とモータハウジング 10 の内壁部分との間を通過するように流れ、冷却ファン 13 の軸心付近から吸引されて冷却ファン 13 の径方向外側に流れ、軸受ホルダ 11 の外周側に形成された空気孔を通過する。軸受ホルダ 11 から排出される冷却風の一部は、ギヤケース 6 に形成された排気口（図示せず）を介して矢印 79a のように外部に排出され、残りは軸受ホルダ 11 の下側付近の排気口（図示せず）を介して矢印 79b のように外部に排出される。以上のように本実施例ではモータハウジング 10 を筒型の一体型とすることで、回転軸線 A1 を含む断面にて分割したモータハウジングで支持するよりも、モータ 5 を強固に軸支可能とし、十分な剛性を確保できた。

[0019] ハンドル部 4 は、作業時に作業者が把持する部分となるもので、その筐体はプラスチックの成型によって左右二分割式にて構成されたハンドルハウジング 16 からなり、4 本の図示しないネジによって固定される。ハンドル部 4 は回転軸線 A1 回りに図 1 の状態から一方側に 90 度、他方側に 90 度回転させることができ、その回転させた状態でハンドル部 4 をモータハウジング 10 に対して固定できる。この回転軸線 A1 まわりの回転を実現するために

回動機構は、中間部材 1 2 5 の後方側外周縁に形成されたリブ状に形成されたフランジ部 1 2 6 と、ハンドルハウジング 1 6 に形成された回転溝 1 2 5 a が嵌め合わされることにより実現される。

[0020] 中間部材 1 2 5 の後方には、制御回路部 1 9 が収容される。制御回路部 1 9 は、回転軸線 A 1 と直交する方向に延びるようにハンドルハウジング 1 6 により挟持される。制御回路部 1 9 は、浅い容器状のケースの内部に第 2 の回路基板たる制御回路基板（図示せず）を収容し、モータ 5 の制御回路（後述）が搭載される。このようにインバータ用と制御用の回路を別基板（回路基板 2 7 と制御回路部 1 9 内の図示しない回路基板）に分けることで、単一基板に全回路を集中させたときの回路基板の大型化を抑制できる。

[0021] ハンドル部 4 の後端側には商用交流電源供給用の電源コード 9 9 が接続される。ハンドルハウジング 1 6 の中央部分には、モータ 5 のオン・オフを制御するためのトリガスイッチ 1 8 が配置される。トリガスイッチ 1 8 は、トリガレバー 1 7 を操作させることでオン又はオフに切り換える。

[0022] モータ 5 は、動力伝達部 3 を取りつける前に、モータハウジング 1 0 の前方側から回転軸線 A 1 方向後方側に向けて挿入され、モータ 5 をモータハウジング 1 0 に突き当たる所定位置まで挿入させる。すると、ステータ 3 0 の後端部に位置する合成樹脂製のインシュレータ 4 0（図 4 にて後述）がモータハウジング 1 0 の軸受ホルダ 1 0 9 に突き当たる。回転軸 6 0 の後端部分を軸支する軸受 1 5 b はボールベアリングであり、その外輪側が軸受ホルダ 1 0 9 によって保持される。軸受ホルダ 1 0 9 はモータハウジング 1 0 と一体成形にて製造し、軸受ホルダ 1 0 9 を支えるためにモータハウジング 1 0 の内壁と軸受ホルダ 1 0 9 の間には複数のリブが格子状に形成される。

[0023] 次に図 2 を用いてモータ 5 の駆動制御系の主な回路構成を説明する。外部から商用交流電源 1 0 0 が電源コード 9 9 によって供給されて、直流に整流される。ブリッジダイオード 1 1 2 は商用交流電源 1 0 0 から入力される交流を全波整流し、平滑回路 1 1 3 へ出力する。平滑回路 1 1 3 は、ブリッジダイオード 1 1 2 によって整流された電流の中に含まれている脈流を、直流に

近い状態に平滑化してインバータ回路１１８へ出力する。平滑回路１１３は、電解コンデンサ１１４とコンデンサ１１５と放電用の抵抗１１６を含んで構成される。インバータ回路１１８は６つのスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６を含んで構成され、演算部１１０から供給されるゲート信号Ｈ１～Ｈ６によってスイッチング動作が制御される。スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）を用いているが、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）を用いるようにしても良い。インバータ回路１１８の出力は、モータ５のコイルのＵ相、Ｖ相、Ｗ相に接続される。ブリッジダイオード１１２の出力側には低電圧電源回路１１９が接続される。低電圧電源回路１１９は演算部１１０が稼働するための安定した基準電圧（低電圧）の直流を供給する公知の電源回路である。

[0024] モータ５のステータ３０の内側では、永久磁石を有するロータ７０が回転する。ロータ７０の近傍には３つのホールＩＣ１２１による回転位置検出素子が設けられ、演算部１１０はロータ７０の出力を監視することによりロータ７０の回転位置を検出する。ホールＩＣ１２１を搭載するセンサ基板１２２（図１参照）は、ロータ７０の片側端面に対面する位置に配置される。

[0025] 演算部１１０は、モータ５のオン・オフ及び回転制御を行うための制御部であって、図示しないマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と称する）を用いて主に構成される。演算部１１０は制御回路部１９（図１参照）の回路基板に搭載され、トリガスイッチ１８の操作に伴い入力される起動信号に基づき、モータ５を回転させるためにコイルＵ、Ｖ、Ｗへの通電時間と駆動電圧を制御する。尚、ここでは図示していないが、モータ５の回転速度を設定する変速ダイヤルを設けて、変速ダイヤルによって設定された速度に合わせるように演算部１１０がモータ５の速度調整をしても良い。

[0026] 演算部１１０の出力は、インバータ回路１１８の６個のスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６の各ゲートに接続される。インバータ回路１１８の６個のスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６の各エミッタ又は各コレクタは、デルタ結線されたコイルのＵ相、Ｖ相、Ｗ相に接続される。スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６は、演算

部 110 から入力されるゲート信号 H1 ～ H6 に基づきスイッチング動作を行い、商用交流電源 100 から整流回路 111 を介して供給された直流電圧を、3 相（U 相、V 相、W 相）電圧 V_u 、 V_v 、 V_w として、モータ 5 の各相に供給する。モータ 5 に供給される電流の大きさは、平滑回路 113 とインバータ回路 118 との間に接続されたシャント抵抗 117 の両端の電圧値を検出することにより演算部 110 によって検出される。

[0027] 次に図 3 の部品展開図を用いてモータハウジング 10 とその後方側に收容されるインバータ回路部 20 の内部構造を説明する。モータハウジング 10 は、合成樹脂の一体成形によって製造されるもので、モータ 5 を收容するモータ收容部 102 の前方側に外径が大きく形成されたファン收容部 101 が形成される。ファン收容部 101 の内部には冷却ファン 13（図 1 参照）を收容するために外径が大きく形成されるとともに、外周の 4 箇所には、ギヤケース 6（図 1 参照）をネジで固定するためのネジボス部 105a ～ 105d（但し、図では 105b は見えない）が形成される。モータハウジング 10 の後方開口部付近には、インバータ回路部 20 を收容するための大径の回路基板收容部 104 が形成される。ここでは、モータ收容部 102 の直径に対して回路基板收容部 104 の直径が大きいうように形成される。そのため、モータ收容部 102 から回路基板收容部 104 に至る接続部分は、テーパ状に広がるテーパ部 103 となっている。テーパ部 103 の内側部分には、軸受 15b を保持する部分となる軸受ホルダ 109（ともに図 1 参照）が形成される。モータハウジング 10 の内側には、ステータ 30 の回転軸 A1 方向回りの回転を防ぐための凹部（図 11 にて後述）が形成される。本実施例では、一体の筒型として成形したモータハウジング 10 でステータ 30 を支持することで、左右二分割式のモータハウジングの場合と比較してステータ 30 を強固に保持することができ、モータ 5 の高出力化に対応できる。特に、ステータ 30 は積層鉄心で形成されて比重が大きく総重量が重いので、モータハウジング 10 を一体成型で形成するのは強度的に好適である。

[0028] インバータ回路部 20 は、回路基板 27 に電子部品が搭載された IGBT 回

路素子群 26 と、それらを収容するための容器状の円筒ケース 21 によって形成される。円筒ケース 21 は略円筒状の外周面 24 の一方側（前方側）を底面 23 にて塞いだもので、その内部空間に IGBT 回路素子群 26 が収容される。このように円筒ケース 21 内にモータ駆動用のスイッチング素子群を配置することにより、モータ 5 に近い部分にスイッチング素子を搭載して回路基板 27 からモータ 5 への配線を短くすることができる。また、インバータ回路部 20 の製造とモータハウジング 10 への組立ては、モータ 5 のモータハウジング 10 への組み込みとは独立して行うことができるので効率の良い組立てが可能となる。円筒ケース 21 は、開口側がハンドル部 4 側（後向き）、即ち空気の吸気側になるように配置され、閉鎖面である底面 23 がモータ 5 側（前向き）になるように配置される。

[0029] インバータ回路部 20 が、モータハウジング 10 の回路基板収容部 104 内に収容されると、その後方側から支持部材 133 が装着される。支持部材 133 は、モータハウジング 10 の後方側開口を閉鎖する部材である。支持部材 133 の中心軸付近には貫通孔 134 a、134 b が形成され、ハンドル部 4 の前側端部を構成するコーン状の揺動支持部材（図示せず）を挟み込むにして接続する。支持部材 133 は右側部 133 a と左側部 133 b が接合された状態で 4 つのネジ穴 137 a ~ 137 d（図 3 ではネジ穴 137 a と 137 c は見えない）を用いて図示しないネジによりモータハウジング 10 の後方側開口部分に固定される。

[0030] モータハウジング 10 の後方側開口部分にはネジを貫通させるに穴の形成されたネジボス 106 a ~ 106 d が形成される。またネジボス 106 a ~ 106 d の近傍には円筒ケース 21 の外周面を保持するための軸方向に延びるリブ 107 a、107 b やレール部 108 が形成される。支持部材 133 の外周部であってネジが貫通する部分には、前方側に延在する半円筒状の押さえ部材 136 a ~ 136 d が形成される。押さえ部材 136 a ~ 136 d はモータハウジング 10 側のネジボス 106 a ~ 106 d の円筒状の外周面と当接すると共に、円筒ケース 21 の後方側開口縁の一部を保持する。貫通孔

134 a、134 bよりも径方向外側には網状構成により、軸方向に風を流すための複数の風窓135 a、135 bが形成される。

[0031] 円筒ケース21の外周形状は、モータハウジング10の回路基板収容部104の内側形状に沿った形で軸方向に連続する窪みが形成される。回り止め保持部25 a～25 dは、モータハウジング10の円筒状のネジボス106 a～106 dを避けるために窪ませた部分である。円筒ケース21の左右両側の段差部24 aや切り欠き部分24 bは、支持部材133の軸方向後方側から流れてIGBT付近に当たった冷却風をモータ5側へ流す風路として作用する。

[0032] 回路基板27に搭載される主要な電子部品は、6つの半導体スイッチング素子Q1～Q6（図ではQ4、Q5は見えない）である。スイッチング素子Q1～Q3には、独立した金属製の放熱板が取り付けられ、その面方向が左右及び前後方向に延びるように、即ち冷却風の流入方向に対して平行になるように配置される。スイッチング素子Q1～Q3の上方側には3つのスイッチング素子Q4～Q6（図ではQ4、Q5は見えない）がその面方向が左右及び前後方向に延びるように配置される。これらのスイッチング素子Q4～Q6のエミッタ端子は共通に接地されるため共通の左右方向に長い金属の放熱板が設けられる。スイッチング素子Q1とQ2とQ3とQ4～Q6は、非導電部材からなる仕切り板28によって遮蔽される。

[0033] 回路基板27の上部にはブリッジダイオード112が設けられる。ブリッジダイオード112の下側部分には、2つのコンデンサ114、115が搭載される。回路基板27には、トリガスイッチ18から接続される電力線を半田付けするための端子と、モータ5へU相、V相、W相の駆動電力を伝達する電力線を半田付けするための端子（図示せず）と、制御回路部19との接続用ワイヤハーネスのコネクタ端子（図示せず）が設けられる。モータ5に接続される電力線は、円筒ケース21の外周部の段差部24 aとモータハウジング10の内壁面との間にできる空間を介してステータ30（図1参照）の引出し線54 a～54 c（図7にて後述）に接続される。

[0034] 図4はモータ5のステータ30を示す斜視図であって、コイルの巻回前の状態を示す。モータ5のステータ30には、軸方向の前側と後方側に2つのインシュレータ35、40が設けられ、第1のインシュレータ35と第2のインシュレータ40間において、ステータコア31のティース34a～34fを囲むようにして6つのコイルが巻かれる。インシュレータ35、40は、合成樹脂等の非導電体の部材により構成される。インシュレータ40の外周側には円筒部分が形成され、その内側に向けて6本の巻付部44a～44fが突出するようにして設けられ、巻付部44a～44fの外周側に沿うようにしてコイルが巻き付けられる。インシュレータ40の円環部41は、円柱状の外周面41aと、回転軸線A1と直交する円環状の平面たる円環端面41cが形成される。外周面41aと円環端面41cの形状については、図5にて後述する。回転軸線A1の軸方向から見たインシュレータ40の投影形状は、ステータ30の投影形状と同じとする。従って、インシュレータ40は円環部41から内周側に伸びる複数本の巻付部44a～44fが形成され、巻付部44a～44fの最内周側は周方向及び軸方向に延在することによって巻回したコイルの脱落を防ぐストッパ部45a～45f（符号は図5を参照）が形成される。モータ5のコイル（図示せず）は、前方のインシュレータ35の巻付部と、後方のインシュレータ40の巻付部44a～44fに渡るようにして銅製のニクロム線を複数回巻き付ける。巻き付けて形成された6組のコイルはデルタ結線となるように配線される。インシュレータ40の円環部41には、軸方向に突出する3つの引出し部46～48が形成される。引出し部46～48はデルタ結線されるコイルの巻き付けをガイドする役割を果たすと共に、デルタ結線の間接点となるため駆動電力供給用の引き出し線を保持・接続される接続箇所となる。引出し部46～48は、軸方向凸部46a、47a、48aと、窪み部46b、47b、48bと、金属端子59a、59b、59c（図9にて詳述）を装着するための端子取付け溝46c、47c、48cを含んで形成される。

[0035] インシュレータ40の巻付部44a～44fの近傍、即ち巻付部44a～4

4 f より回転方向の一方側の円環端面 4 1 c には、径方向に連続する径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f が形成される。径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f は巻き付けられたコイルから径方向外側への 2 本の引き出し線（異相渡り線 5 6 a ~ 5 6 c）を配線するためのスロット部となるもので、円環端面 4 1 c よりも軸方向前方側に切り欠かれた形状とされる。径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f の円周方向一方側（巻付部 4 4 a ~ 4 4 f とは離れた側）には、回転軸方向から見た際の形状が略 L 字状の壁部 4 9 a ~ 4 9 f が形成される。壁部 4 9 a ~ 4 9 f は、コイルからの引き出し線（異相渡り線 5 6 a ~ 5 6 c）を安定して保持するために形成され、径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f に沿って径方向に延びる壁面と、円環端面 4 1 c の内周面に沿って周方向に所定距離だけ延びる壁面を有し、軸方向視で略 L 字状の形状とされる。

[0036] 図 5（１）はステータ 3 0 の側面図であり、（２）は背面図である。ステータコア 3 1 の外周面の左右方向両側には、径方向外側に突出するものであって軸方向に連続した凸部たるキー 3 2 a、3 2 b が形成される。ステータコア 3 1 の外形は、キー 3 2 a、3 2 b を除いて円形であって、その前後に配置されるインシュレータ 3 5、4 0 の外形は円形に形成される。図 5（１）から見るとステータコア 3 1 の外径に対してインシュレータ 3 5、4 0 の外径がわずかに小さいように見えるが、この差は、ステータ 3 0 を筒状のモータハウジング 1 0 の軸方向に挿入する際に、インシュレータ 3 5 がモータハウジングの内壁面に強くあたることを避けるためである。このようにステータコア 3 1 の外径がインシュレータ 3 5、4 0 よりもほんのわずかだけ外径が大きいことで、ステータコア 3 1 がモータハウジング 1 0 の内壁部分に安定して接触する

[0037] インシュレータ 4 0 の外周面 4 1 a には、径方向に窪むような凹部であって、周方向に連続して形成される周方向溝 4 2 が形成される。また周方向溝 4 2 とクロスするようにして回転軸線 A 1 方向に外周面を切り欠いたような径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f が形成される。径方向溝 4 3 a ~ 4 3 f は、回転軸線 A 1 方向の後方側からみてインシュレータ 4 0 の巻付部 4 4 a ~ 4 4 f の一方

側にだけ形成される。巻付部44a～44fのうち、巻付部44aの径方向外側にはW相引出し部48が形成され、巻付部44cの径方向外側にはU相引出し部46が形成され、巻付部44eの径方向外側にはV相引出し部47が形成される。

[0038] 図6(1)は、従来のコイルの結線方法を説明するための図である。本実施例のモータ5のステータコア31は、6極のティースを有し、そこにU1、U2、V1、V2、W1、W2の6つのコイル(51a～53a)が形成される。各ティースの周囲にはニクロム線が数回から数十回程度巻かれることにより6つのコイルのそれぞれが形成される。本実施例では、U相、V相、W相の引出し線54a～54cの間に、第1のコイル(U1、V1、W1)と第2のコイル(U2、V2、W2)の2つずつのコイルが配置されたデルタ結線としたものであり、3本の引出し線54a～54cに3相交流の励磁電流が供給される。引出し線54aと54bの間にはU2コイル51bとU1コイル51aが直列に接続され、引出し線54bと54cの間にはW2コイル53bとW1コイル53aが直列に接続され、引出し線54cと54aの間にはV2コイル52bとV1コイル52aが直列に接続される。ここで、ステータコア31の各ティース34a～34fに巻かれる部分がコイルになるが、コイル部分から引き出されて別のコイルと接続するための部分が“渡り線”となる。“渡り線”には、同相コイル間を接続する“同相渡り線”と、異相コイル間を接続する“異相渡り線”の2種類がある。同相渡り線は、U2コイル51bとU1コイル51aを接続する同相渡り線55a、W2コイル53bとW1コイル53aを接続する同相渡り線55b、V2コイル52bとV1コイル52aを接続する同相渡り線55cがある。一方、異相渡り線は、V1コイル52aとU2コイル51bを接続する異相渡り線56a、U1コイル51aとW2コイル53bを渡り線56b、W1コイル53aとV2コイル52bを接続する渡り線56cが設けられる。ここで、異相渡り線56a～56c異相渡り線56a、56b、56cの中間点付近には、電流供給用の引出し線54a～54cが接続される。引出し線54a～5

4 c は金属端子（図示せず）にて置き換えても良い。

[0039] 図6（2）は、従来のステータコアへの巻き方と結線方法を説明するための図である。ステータコア31のティース34 a～34 f は、U相引出し部46から周方向に（右から左方向に）、W2、U1、V1、W1、U2、V2に割り当てられる。ここでは円周方向に配置されるティース34 a～34 f を円周上から平面上に展開して図示したので、左右方向の丸aと丸bの配線部分は接続される部分であり、電氣的に接続状態にある。また、W1相用のティース34 dとU2相のティース34 cはU2と隣接するものである。引出し部46～48は、図6（1）に示す引出し線54 a、54 b、54 cが接続される金属端子（図示せず）の固定部材であり、これら引出し部46～48の金属端子に接触するようにシクロム線を引出し部46～48にも巻き付けながら配線される。ティース34 a～34 fに図6（1）の結線方法を実現すると、（2）のようになる。各ティースにおける巻き方向は、同じ方向であり、各ティースの根元の一方側から例えば右巻きに巻き初めて、所定回数巻いたらコイル部分を巻き終え、渡り線部分へ移行する。尚、ここでは引出し部46から巻き初めて、引出し部46で巻き終わるまで、連続した1本のシクロム線を最後まで切断すること無く一筆書きのようにして巻き付ける。

[0040] コイルの巻き付けは、U相用の引出し部46から巻き付けを開始する。従来例のコイルの巻き線方法では、図6（2）に示すように引出し部46からU1ティース34 bまで結線され、U1ティース34 bにU1コイル51 aが形成される。U1ティース34 bにコイルを巻き終わると、U2ティース34 eまで約半周ほど周方向に同相渡り線55 aが配線される。U2ティース34 eにU2コイル51 bを巻き終わると、U2ティース34 eに隣接する引出し部47に接続される。

[0041] 引き続いて引出し部47から、約半周ほど周方向に配線されV1ティース34 aまで異相渡り線56 aにて結線され、V1ティース34 aにV1コイル52 aが形成される。V1ティース34 aにV1コイル52 aを巻き終わる

と、V 2 ティース 3 4 d まで約半周ほど周方向に同相渡り線 5 5 c が配線され V 2 ティース 3 4 d まで結線される。V 2 ティース 3 4 d に V 2 コイル 5 2 b を巻き終わると異相渡り線 5 6 c にて約半周ほど周方向に配線され、引出し部 4 8 に接続される。引出し部 4 8 の所定箇所（図示しない金属端子と接触する位置）を通過させたあとに、異相渡り線 5 6 c にて W 1 ティース 3 4 f まで結線され、W 1 ティース 3 4 f に W 1 コイル 5 3 a が形成される。W 1 ティース 3 4 f に W 1 コイル 5 3 a を巻き終わると、W 2 ティース 3 4 c まで約半周ほど周方向に同相渡り線 5 5 b にて配線される。W 2 ティース 3 4 c に W 2 コイル 5 3 b を巻き終わると、W 2 ティース 3 4 c に隣接する引出し部 4 6 に接続され、巻き終わりとなる。

[0042] 以上のように結線されると、同相又は異相のコイル間を接続するために周方向に渡って配線される渡り線の本数は、図中に点線で囲むように V 2 ティース 3 4 d と W 2 ティース 3 4 c の間が 4 本、W 2 ティース 3 4 c と U 1 ティース 3 4 b の間が 4 本、U 1 ティース 3 4 b と V 1 ティース 3 4 a の間が 4 本となり、残りの区間が 2 本となる。つまり、従来のモータにおいて周方向に渡って配線される渡り線の本数は、周方向の約半周で 4 本となり、残りが 2 本となっていた。また、4 本の渡り線のうち同相渡り線 5 5 c は、他の渡り線とは別に逆方向に巻くことになるので、配線に必要とされる長さが長くなる。また、渡り線のうち逆方向に巻く部分があるため、各ティースにニクロム線を巻くための自動コイル巻き機を用いて、全自動で結線を行うことができなかった。

[0043] 図 7 は本実施例に係るモータの結線方法を説明するための図である。本実施例のモータ 5 のステータコア 3 1 も従来と同様に 6 極のティースを有し、そこに U 1、U 2、V 1、V 2、W 1、W 2 の 6 つのコイルが形成される。しかしながら、図 6 (1) と図 7 (1) の V 1、V 2 のコイル位置を比較するとわかるように、デルタ結線における V 1 コイル 5 2 a と V 2 コイル 5 2 b の配線順を逆にした。デルタ結線におけるそれ以外の U 1、U 2、W 1、W 2 コイル 5 3 b の配線順は同じである。一方、図 7 (2) に示すようにステ

ータコア31のティース34a～34fの物理的な配置位置は同じである。このようにV1コイル52aとV2コイル52bの配線順序を逆にすると、引出し部47に到達した巻き付けは、異相渡り線56aによって隣接するV2ティース34dに結線され、V2ティース34dにV2コイル52bが形成される。V2ティース34dにV2コイル52bを巻き終えると、V1ティース34aまで約半周ほど周方向に同相渡り線55cが配線される。V1ティース34aにV1コイル52aを巻き終えると、V1ティース34aに隣接する引出し部48に接続される。それ以外のU1、U2、W1、W2への結線方法は図6で示した方法と同じである。このように配線すると、渡り線の周方向に向かう配線部分に関しては、点線にて囲むようにどの円周位置においても2本で済むので、全体に渡る配線長を短くすることができる。

[0044] 図8は自動コイル巻き機を用いたステータコイルの巻き方を説明するための別の図であり、図7の展開図とは異なって円周方向に連続するように図示したが、図示している内容と結線方法は図7と同じである。図7にて説明したように本実施例のステータコイルの渡り線（同相渡り線55a～55c、異相渡り線56a～56c）は、周方向の一方方向にだけ向くので、自動コイル巻き機を用いて、全自動で結線を行うことができるようになった。ステータコイルは、ニクロム線をU相引出し部46から巻き始める。U相引出し部46、V相引出し部47、W相引出し部48は図4に示すように周方向に等間隔に配置されており、ここでは各引き出し部に隣接するステータコア31の各ティース34a～34fを、順にV1、U1、W2、V2、U2、W1と定義した。ニクロム線をステータコア31の各ティース34a～34fに巻く際には、ティース34a～34fの径方向側面に絶縁材58a～58f（図11で後述）を配置し、ティース34a～34fの回転軸方向の端面にインシュレータ35とインシュレータ40を配置し、絶縁材58a～58fとインシュレータ35、40の各ティースの周囲を巻くようにする。

[0045] U相引出し部46にてニクロム線の巻き始め部分を固定したら、周方向溝42の内部にニクロム線が沿うように約60度巻いて異相渡り線56bとし、

径方向溝43b（図4も参照）を通してU1ティース34bの周囲を複数回巻いてU1コイル51aを形成する。図8では説明のためにU1ティース34bの周囲を1回だけ巻くように図示しているが、実際には数回から数十回ほど巻かれる。ステータコア31の各ティースへのコイルの巻く方向は統一されており、各ティースを外周側から径方向内側に見たときに、ティースの特定方向回り（例えば時計回り）になるようにする。U1ティース34bのコイルを形成したら、再び径方向溝43b（図4も参照）を通して元の周方向溝42に戻り、渡り線55aで示すように周方向溝42内に約180度這わせて、径方向溝43eを通してU2ティース34eに到達させて、U2ティース34eに複数回巻いてU2コイル51bを形成する。U2ティース34eのコイルを巻き終えたら、径方向溝43eを通して元の周方向溝42に戻り、V相引出し部47に到達させる。V相引出し部47では端子取付け溝46cに装着される図示しない金属端子と接触させることにより導通状態とし、そのままニクロム線を切断すること無く矢印56aのように再び周方向溝42に戻して、約60度這わせて径方向溝43dを介してV2ティース34dに到達させる。

[0046] V2ティース34dにてV2コイル52bを形成したら、再び径方向溝43d（図4も参照）を通して元の周方向溝42に戻り、渡り線55cで示すように周方向溝42内に約180度這わせて、径方向溝43aを通してV1ティース34aに到達させて、V1ティース34aに複数回巻いてV1コイル52aを形成する。V1コイル52aを巻き終えたら、径方向溝43aを通して元の周方向溝42に戻り、W相引出し部48に到達させる。W相引出し部48では端子取付け溝48cに装着される図示しない金属端子と接触させることにより導通状態とし、そのままニクロム線を切断すること無く矢印56cのように再び周方向溝42に戻して、約60度這わせて径方向溝43fを介してW1ティース34fに到達させる。

[0047] W1ティース34fのコイルを形成したら、再び径方向溝43f（図4も参照）を通して元の周方向溝42に戻り、渡り線55bで示すように周方向

溝 4 2 内に約 1 8 0 度這わせて、径方向溝 4 3 c を通して W 2 ティース 3 4 c に到達させて、W 2 ティース 3 4 c に複数回巻いて U 2 コイル 5 1 b を形成する。U 2 コイル 5 1 b のコイルを巻き終えたら、径方向溝 4 3 c を通して U 相引出し部 4 6 に到達させて、図示しない金属端子と接触させることにより巻き始め部分と導通状態する。以上のようにしてニクロム線の巻き付け作業を行うことによって、周方向溝 4 2 内は一方方向への巻き付けだけである。

[0048] 図 9 は図 4 の周方向溝 4 2 の形状とニクロム線 5 0 の配線との位置関係を示すための部分断面図であり、(1) は図 5 の一部拡大図である。ここでは右上にニクロム線 5 0 の断面を示すように、その直径は d であるとする。周方向溝 4 2 は、その幅（回転軸線 A 1 方向の長さ）が W で、深さ（溝の径方向の深さ） D とすると、 $W > 2d$ 、 $D > 2d$ の関係となるような寸法とされる。図 7 にて説明したように周方向溝 4 2 の内部に配線される渡り線の本数は最大で 2 本である。従って、径方向に 2 本のニクロム線 5 0 が重なったとしても、 $D > 2d$ の関係であればニクロム線 5 0 が外周面 4 1 a よりも外側に突出することを防止できる。また、 $W > 2d$ の関係であれば、軸方向においても横に 2 本のニクロム線 5 0 を並べることができる。図 9 (2) は周方向溝 4 2 にニクロム線 5 0 を配線した状態を示す図であり、軸方向に並んだ同相渡り線 5 5 a と、異相渡り線 5 6 c が軸方向に並んでいることが理解できよう。尚、リブ 4 1 b の外縁位置は、(1) にて示すように外周面 4 1 a の外縁位置よりもその差 t だけわずかに小さくなっている。これは、ステータを圧入する際にハウジングのリブとインシュレータのリブを接触させないためである。この状態であってもリブ 4 1 b よりニクロム線 5 0 が突出しないようにするためには、 $D > 2d + t$ の関係とすると好ましい。このように、周方向溝 4 2 の深さを深めにすれば、冷却ファン 1 3 によって吸引された冷却風と共に金属粉塵が吸引されてモータ 5 の内部を流れるとしても、周方向に配線される渡り線にぶつかる虞を大幅に減らすことができるので、ニクロム線 5 0 の被覆部分が剥がれて周方向溝 4 2 内の渡り線どうしが短絡すること

をほぼ回避でき、モータの更なる長寿命化を実現できる。特に、金属加工を行うグラインダ等の電動工具では、作業によって金属粉が生じるため、より一層モータの長寿命化の効果が高い。

[0049] 図10(1)は、モータ5のロータ70及び冷却ファン13の側面図であり、(2)は(1)のD-D部の断面図(ロータコア71の側面図に相当)である。ロータ70及び冷却ファン13の組立体は、中心軸となる回転軸60と、回転軸60の周囲に配置される略円筒状のロータコア71と、ロータコア71の前方側において回転軸60と同心上に固定される冷却ファン13を含んで構成される。回転軸60は、前後の2箇所にて軸受15a、15b(図1参照)にて軸支されるものであり、軸受15a、15bの取り付け部には軸受が圧入されるために外周面を研磨して同軸度を向上させた軸受保持部60b、60eが形成される。軸受保持部60bの前方側は、傘歯車7a(図1参照)を保持するための細径部60aが形成され、軸受保持部60bの後方側には、軸方向の一部の外周面に、周方向に連続する凹凸部60fを形成した冷却ファン取付部60cが形成される。冷却ファン取付部60cに固定される冷却ファン13は遠心ファンであり、冷却ファン13が回転することにより回転軸60の軸方向から取り込んだ空気を半径方向外側に排出する。冷却ファン13は合成樹脂の一体成形で製造され、内周側には回転軸60に形成された凹凸部60fに対応する凹凸部を有する取付部13aが形成され、凹凸部60fと取付部13aの凹凸が嵌合することによって空転しないように冷却ファン13を回転軸60に固定する。

[0050] ステータ30は複数の鋼板を積層した積層鉄心にて構成される。回転軸60のロータコア71を保持する部分は、外周面を絶縁材によるモールド部材65によって覆われたシャフトモールド部60dである。モールド部材65としては樹脂が用いられる。シャフトモールド部60dにロータコア71が固定されることにより、回転軸60とロータコア71の金属部分はモールド部材65を介した接続となるため、電氣的に非導通状態となる。ロータコア71の前側端部及び後側端部には、回転バランスを取るためにバランス部材8

5、95が同軸上に設けられる。バランス部材85、95は回転軸方向に所定の厚さを持った非磁性金属製の円環状の質量体であって、外周面の周方向の1カ所又は複数箇所に、径方向に所定のドリル穴、溝、面取り等を形成して局所的な質量を削減することによって、図10(1)にて示す回転体の回転バランスの精度を高める。図10(1)では矢印85a、95aのように周方向に連続する小さい溝部を形成しているが、これはドリル加工をする際に、ドリルの先端の位置を軸方向に決定し易くするために設けられるものである。従って、周方向溝85a、95aは設けなくても良い。本実施例ではバランス部材85とロータコア71の前端面71aの間に円板状の樹脂スペーサ80を介在させ、バランス部材95とロータコア71の後端面71bの間に円板状の樹脂スペーサ90を介在させた。樹脂スペーサ80、90の外径はロータコア71の外径と同じであって、軸方向の厚さは、樹脂スペーサ80、90に比べて薄い。本実施例では、スペーサ部材(樹脂スペーサ80、90)の外径をロータコア71の外径より t_1 だけわずかに小さくしており、ロータコア71の径が39.8mmに対して $t_1=0.5$ mm程度である。一方、ロータコア71に対するバランス部材85の径 D_{80} は15%程度小さく構成され、ロータコア71に対するバランス部材95の径 D_{90} は30%程度小さく構成される。

[0051] 図10(2)は(1)のD-D部の断面図である。この図はロータコア71の端面を前方側から見た正面図に相当する。ロータコア71には、周方向に等間隔で積層鉄心を切り抜いたスロット73a~73dが形成される。スロット73a~73dは、ロータコア71の横断面で回転軸60を中心とした正方形の四辺にそれぞれ位置するように配置される。それらスロット73a~73dの内部には回転軸線A1方向に4つの板状のマグネット76a~76dが回転軸線A1方向に圧入され、接着剤にて固定される。軸方向に連続する小径部75a~75dは、ロータコア71を構成する多数の鋼板を固定する際の位置決め用のカシメである。ここで、ロータコア71の外周面71cにおいて、各マグネット76a~76dの短辺が接近する付近には、ロー

タコア 7 1 の外周面を略 V 状または、谷状に径方向内側に向けて窪むような V 字溝 7 4 a ~ 7 4 d が形成される。V 字溝 7 4 a ~ 7 4 d は、ロータコア 7 1 の軸方向の全長に亘って前端面 7 1 a から後端面 7 1 b まで連続して形成される軸方向溝である。軸方向溝の断面形状が略 V 字といっても、底部分が平面になる又は湾曲するような形状であるので、略 U 字状ともいえる形状であるが、このような谷状の溝部をロータコア 7 1 の軸方向の全長分形成することによって、ロータコア 7 1 の外周側に冷却風が通りやすくなる上に、マグネット 7 6 a ~ 7 6 d による磁気特性を改善してロータコア 7 1 から発生する磁束の乱れを改善できる。回転軸 6 0 の外周側であって、ロータコア 7 1 の中心穴 7 2 との間にはモールド部材 6 5 が介在する。モールド部材 6 5 は、回転軸 6 0 の外周側の特定部分、即ちシャフトモールド部 6 0 d にだけ形成される。このようにモールド部材 6 5 を介在させることによってロータコア 7 1 と回転軸 6 0 が電氣的に絶縁されることになる。

[0052] 図 1 1 (1) は図 1 の A - A 部の断面図であり、(2) は図 1 の B - B 部の断面図であり、(3) は図 1 の C - C 部の断面図である。ここで (1) (2) は回転軸線 A 1 方向の前方から見た図であり、(3) は後方側から見た図であるので、左右方向の向きが異なることに注意されたい。図 1 1 (2) の断面図にて示すように、ステータコア 3 1 は内向きに 6 つの磁極片を有し、それら磁極片の内側空間には、ロータコア 7 1 が配置される。ロータコア 7 1 は、その外周面がステータコア 3 1 の磁極片に対してわずかな隙間を有するように隣接する。ステータコア 3 1 を保持するモータハウジング 1 0 は、合成樹脂の一体成形にて筒状に形成され、回転軸 6 0 の軸方向を通る分割面が存在しない。ステータコア 3 1 はモータハウジング 1 0 の軸方向前方側から後方側に挿入されることによって保持される。モータハウジング 1 0 の内側には軸方向に連続する多数のリブ (凸部) が形成され、ステータコア 3 1 の外側に所定の軸方向通路が形成されるようにして、冷却風がモータ 5 の外周側の軸方向後方から前方側に流れるようにした。また、モータハウジング 1 0 に形成される凹部 (キー溝) に、ステータコア 3 1 のキー 3 2 a、3 2

bが位置するので、モータ5がモータハウジング10内で回転方向に移動しないように保持される。

[0053] 図11(1)のA-A部は、ロータ70の前方側から見た側面図に相当する。ロータコア71の前端面(風下側端部)には、V字断面形状を有するロータコア71(図10参照)と同じ断面外縁形状の樹脂スペーサ80を設けられ、その前方側にはロータコア71のV字溝74a~74dの底部の直径とほぼ同径とされるバランサ部材85が設けられる。このように、V字断面形状を有するロータコア71と同形状の樹脂スペーサ80をバランサ部材85とロータコア71の間に配置することによってロータコア71の前端面71a(図10参照)の金属面が露出しない状態とすることができる。また、樹脂スペーサ80の前側に小径のバランサ部材85を配置することにより、回転バランス調整を従来と同様に行うことが可能である。バランサ部材85の外径は、ロータコア71のV字溝74a~74dの底部(回転軸心と一番近い点)と同じ又はそれよりも小さい径となるようにし、さらに、回転軸60を通る永久磁石の法線方向でみた際に、永久磁石の外側面の位置よりも小さくなるように形成される。このように形成することによって、V字溝74a~74d部分を通して軸方向後方から前方側に流れる冷却風が、樹脂スペーサ80によって流れが阻害されることなくスムーズに流れるようになった。特に、バランサ部材85はロータコア71の風下側にあるので、バランサ部材85の外径がV字溝74a~74dの底部よりも大きい場合には、バランサ部材85とロータコア71とで囲われる空間に粉塵が溜まってしまい、冷却ファン13による空気流でも除去が困難となってしまうが、本発明によれば、ロータコア71の風下側に粉塵が溜まってしまうことを抑制できる。ロータコア71の前端側にはインシュレータ35が設けられ、インシュレータ35の径方向に延びる巻付部にはコイル58a~58fが形成される。図11ではニクロム線によるコイル部分の詳細図示を省略し、コイルの占める部分を長方形にて図示している。また、ステータコア31の各磁極部分には第3のインシュレータを介して、磁極部分と非接触状態を保ってコイルを巻くが

、図 1 1 では第 3 のインシュレータの図示も省略している。

[0054] 図 1 1 (3) はロータ 7 0 の後方側から見た背面図に相当する図である。本図で明白なように、バランス部材 9 5 の大きさはロータコア 7 1 や樹脂スペーサ 9 0 に比べて十分小さい径とされる。このようにバランス部材 9 5 を小さくすれば、バランス部材 9 5 の外周側に、ロータコア 7 1 の回転位置を検出するホール IC を搭載するセンサ基板 1 2 2 (図 1 参照) を配置することができ、バランス部材 9 5 の外周側の空間を有効利用できる。一方で、樹脂スペーサ 9 0 の外縁形状をロータコア 7 1 の外縁形状と同じように V 字溝 9 1 a ~ 9 1 d を形成したので、ロータコア 7 1 の後端面 7 1 b (図 1 0 参照) の金属面が露出しない状態とすることができ、冷却風と共にハンドルハウジング 1 6 内からモータハウジング 1 0 の内部空間に到達した金属粉塵が、ロータコア 7 1 の軸方向の後端面 7 1 b に直接付着することを防止できる。また、樹脂スペーサ 9 0 にも V 字溝が同じように形成されるので、冷却風の軸方向の流れを阻害することなく、ロータコア 7 1 の端面に付着した異物によってモータロックを引き起こす虞を大幅に回避できる。

[0055] 図 1 2 はバランス部材 8 5、9 5 の単体形状を示す斜視図である。ここでは外周面 8 5 b、9 5 b に形成される周方向溝 8 5 a、9 5 a (図 1 0 参照) の図示を省略している。バランス部材 8 5、9 5 は、ロータ 7 0 の回転バランスを向上させる目的であるので、バランス調整用の径方向穴を開ける前の状態 (バランス調整前の状態) では軸対称の略円環状の形状である。それぞれの中央には貫通穴 8 5 c、9 5 c が形成され、軸方向にはそれぞれ厚さ T_1 、 T_2 とされる。ここでは外径の差を考慮して $T_1 < T_2$ としたことによりそれぞれの質量を等しくしている。貫通穴 8 5 c、9 5 c の内径は、シャフトモールド加工が終了した後に回転軸 6 0 のシャフトモールド部 6 0 d (図 1 0 参照) に圧入するのに最適な大きさとされる。回転バランスの調整行程においては、図 1 0 のように回転軸 6 0 にステータ 7 0 と冷却ファン 1 3 を組み立てた状態において回転軸 6 0 の径方向から図示しないドリル刃をバランス部材 8 5、9 5 の外周面に押し当てて、そこに微小の穴を形成し、穴によっ

て取り除かれた金属部分の質量軽減によって回転体の質量分布の不揃いをなくすようにする。この際、ドリルは鉄系の金属製であるため、ロータコア 71 に設けられているマグネット 76a～76d 側に磁力によって引きつけられるため、穿孔作業に支障が出やすい。本実施例で樹脂スペーサ 80、90 を設けたことによりバランス部材 85、95 とロータコア 71 との距離をわずかに離すことができるので、バランス取り作業の作業性を向上させることができる。また、ドリル刃がロータコア 71 の端面に引き寄せられたとしても樹脂スペーサ 80、90 の存在により、従来よりも引き離しがし易い。

[0056] 以上、本実施例によれば樹脂スペーサ 80、90 の大きさが、ロータコア 71 とほぼ同じ大きさとする事で、ロータコア 71 の軸方向の端面が外部に露出しないように構成したので、ロータコア 71 の端面に鉄粉等をつきにくく構成することができた。また、バランス部材 85、95 も従来同様に設けているので、ロータ 70 の回転の釣り合い調整は従来同様に行うことができる。尚、回転軸 60 にシャフトモールド成形を行う際に、モールド箇所としてロータコア 71 の両側端面も含めることにより回転軸 60 とロータコア 71 の両側端面を一体にモールドすることによって、樹脂スペーサ 80、90 部分をモールド部材 65 と一体に成形しても良い。

実施例 2

[0057] 次に図 13 を用いて本発明の第二の実施例を説明する。第二の実施例の基本的な構造は第一の実施例と同様であり、ステータコア 131 の軸方向の長さが大きい点と、後方側の第 2 のインシュレータ 140 の形状が異なる点である。前方側のインシュレータ 35 は、円環部 36 の大きさが一致すれば第一の実施例と同じ部品を用いることができる。インシュレータ 140 は、本発明によるデルタ結線の方法を実現するだけでなく、従来のスター結線などにも広く対応できるように、コイルの引出し部 146～148、166～168 が合計 6 カ所形成されたものである。インシュレータ 140 の外周面 141a には、先述した第一の実施例と同様の思想により、周方向溝 142 が形成される。周方向溝 142 は、径方向に窪むような凹部であって、周方向に

連続して形成される。また周方向溝 142 とクロスするようにして回転軸線 A1 方向に円環端面 141c 及びリブ 141b を切り欠いたような径方向溝 143a ~ 143f が形成される。

[0058] 径方向溝 143a ~ 143f は、回転軸線 A1 方向の後方側からみてインシュレータ 140 の巻付部 158a ~ 158f の時計回り側に形成される。また、各巻付部 158a ~ 158f の径方向外側にはそれぞれ、引出し部 146 ~ 148、166 ~ 168 が形成される。ここでは、引出し部 146 ~ 148 だけが用いられ、引出し部 166 ~ 168 はコイルの巻き付け及び配線用には用いられていない。尚、引出し部のどれを用いるかは、モータが装着されるハウジング部分の形状や、モータへの駆動電流用の配線の位置に応じて変更しても良い。引出し部 146 ~ 148 にはそれぞれ金属端子 159a ~ 159c が装着され、金属端子 159a ~ 159c には異相渡り線 156a ~ 156c を接触させて導通状態にて固定される。例えば図に示すように、引き出し部 147 には金属端子 159c が取り付けられる。金属端子 159c の一部には切り抜いた部分を外側に折り曲げたコイル線保持部 160c が形成され、コイル線保持部 160c に異相渡り線 156a が係止される。

[0059] ステータコア 131 の各ティースの周囲には、合成樹脂製の巻付部 158a ~ 158f が設けられる。巻付部 158a ~ 158f はステータコア 131 の各ティースの周方向の後方側をカバーする部材であって、コイルと各ティースとの間を絶縁するものである。

[0060] 以上のように第 2 の実施例では、モータのコイルをデルタ結線として、ステータコアの一端側（後側）の形状を工夫することによって、コイルの自動巻付け機を用いて効率良く巻回することが可能となった。また、インシュレータ 40 における周方向の渡り線が、冷却風に曝されないように配線されるので、金属粉が飛び散るような環境下においても、寿命が長くて安定して動作する電動工具を実現できた。

[0061] 以上、本発明を実施例に基づいて説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能であ

る。例えば、電動工具は上述したグラインダだけに限定されるものではなく、モータを用いたその他の種々な動力工具での適用が可能である。また、モータの他端側に延びる回転軸に動力伝達部が接続されるモータ機器であれば、その他の動力機械や、動力機械用のモータに適用できる。

符号の説明

[0062] 1…ディスクグラインダ、2…胴体部、3…動力伝達部、4…ハンドル部、4 b…サイドハンドル取付孔、5…モータ、6…ギヤケース、6 b…サイドハンドル取付孔、7 a, 7 b…傘歯車、8…スピンドル（出力軸）、9 a, 9 b…軸受、10…モータハウジング、11…軸受ホルダ、12…ファンガイド、13…冷却ファン、13 a…取付部、14 a…受け金具、14 b…押さえ金具、15 a, 15 b…軸受、16…ハンドルハウジング、17…トリガレバー、18…トリガスイッチ、19…制御回路部、20…インバータ回路部、21…円筒ケース、23…底面、24…外周面、24 a…段差部、24 b…切り欠き部分、25 a～25 d…回り止め保持部、26…ＩＧＢＴ回路素子群、27…回路基板、28…仕切り板、29…ホイルガード、30…ステータ、31…ステータコア、32 a, 32 b…キー、34 a～34 f…ティース、35…（第１の）インシュレータ、36…円環部、38 a～38 d…ストッパ部、40…（第２の）インシュレータ、41…円環部、41 a…外周面、41 b…リブ、41 c…円環端面、42…周方向溝、43 a～43 f…径方向溝、44 a～44 f…巻付部、45 a～45 f…ストッパ部、46…Ｕ相引出し部、47…Ｖ相引出し部、48…Ｗ相引出し部、46 a, 47 a, 48 a…軸方向凸部、46 b, 47 b, 48 b…窪み部、46 c, 47 c, 48 c…端子取付け溝、49 a～49 f…壁部、50…ニクロム線、51 a…Ｕ１コイル、51 b…Ｕ２コイル、52 a…Ｖ１コイル、52 b…Ｖ２コイル、53 a…Ｗ１コイル、53 b…Ｗ２コイル、54 a～54 c…引出し線、55 a～55 c…同相渡り線、56 a～56 c…異相渡り線、58 a～58 f…絶縁材、57 b…金属端子、59 a, 59 b, 59 c…金属端子、60…回転軸 60 a…（回転軸の）細径部、60 b, 60 e…（回

回転軸の) 軸受保持部、60c…(回転軸の) 冷却ファン取付部、60d…(回転軸の) シャフトモールド部、60f…(回転軸の) 凹凸部、65…モールド部材、70…ロータ、71…ロータコア、71a…前端面、71b…後端面、71c…外周面、72…中心穴、73a~73d…スロット、74a~74d…V字溝、75a~75d…小径部、76a~76d…マグネット、80…樹脂スペーサ、80a…貫通穴、80b…外周面、85…バランス部材、85a…周方向溝、90…樹脂スペーサ、90a…貫通穴、91a~91d…(樹脂スペーサ90の) V字溝、95…バランス部材、95a…周方向溝、98…砥石、99…電源コード、100…商用交流電源、101…ファン収容部、102…モータ収容部、103…テーパー部、104…回路基板収容部、105a…ネジボス部、106a~106d…ネジボス、107a, 107b…リブ、108…レール部、109…軸受ホルダ、110…演算部、111…整流回路、112…ブリッジダイオード、113…平滑回路、114…電解コンデンサ、115…コンデンサ、116…抵抗、117…シャント抵抗、118…インバータ回路、119…低電圧電源回路、121…ホールIC、122…センサ基板、125…中間部材、125a…回転溝、126…フランジ部、130…ステータ、131…ステータコア、133…支持部材、133a…右側部、133b…左側部、134a…貫通孔、135a…風窓、136a…部材、137a…ネジ穴、140…インシュレータ、141a…外周面、141b…リブ、141c…円環端面、142…周方向溝、143a~143f…径方向溝、146~148…引出し部、156a~156c…異相渡り線、158a~158f…巻付部、159a~159c…金属端子、166~168…引出し部、Q1~Q6…スイッチング素子、d…ニクロム線50の直径、W…(周方向溝52の) 軸方向幅、D…(周方向溝52の径方向) 深さ、t…外周面41aとリブ41bの外縁位置との差、A1…回転軸線、

請求の範囲

- [請求項1] 回転軸に取り付けられ永久磁石を収容するロータコア及び前記ロータコアの外周に位置するステータコアを有するモータと、前記モータを収容するための筒状のハウジングと、
前記回転軸に取り付けられる冷却用のファンを有し、
前記ファンによって外気を取り込み、前記ハウジング内において前記モータの周囲を前記回転軸方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、
円筒形であって前記ロータコアの外径よりも小さい非磁性金属製のバラサ部材を前記ロータコアの軸方向の一方側又は双方側に設け、
前記バラサ部材と前記ロータコアの間に樹脂製のスペーサ部材を介在させたことを特徴とする電動工具。
- [請求項2] 前記ロータコアの外周面において、前記ロータコアの軸方向の一方側端面から他端側端面に至って連続して形成される軸方向溝を複数本形成し、
前記スペーサ部材は前記ロータコアの端面の外縁形状と相似形の外縁形状と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] 前記スペーサ部材は中心に貫通穴が形成された略円環状の部材であり、
前記バラサ部材は、バランス調整用の径方向穴を開ける前の外縁の断面形状が真円であり、中心に軸方向に延びる貫通穴が形成され、
前記ロータコアを固定した状態の前記回転軸に、前記スペーサ部材と前記バラサ部材の貫通穴を圧入することによって、前記スペーサ部材と前記バラサ部材が前記回転軸に固定されることを特徴とする請求項2に記載の電動工具。
- [請求項4] 前記ステータコアには励磁電流を流すためのコイルが巻かれ、
前記回転軸の外周面と前記ステータコアとの絶縁状態を確保するために前記回転軸の外周面には合成樹脂製のシャフトモールド加工がされ、

前記スペーサ部材は、前記シャフトモールド加工の際に合わせてモールド成型により形成され、

前記バランス部材は、バランス調整用の径方向穴を開ける前の外縁の断面形状が真円であり、中心に軸方向に延びる貫通穴が形成され、前記シャフトモールド加工が終了した後に前記回転軸に圧入されることを特徴とする請求項2に記載の電動工具。

[請求項5] 前記ロータコアは中心に貫通穴を有し、貫通穴よりも径方向外側に板状の前記永久磁石を収容するためのスロットが形成された積層鉄心にて構成され、

前記バランス部材の外径は、前記回転軸を通る前記永久磁石の法線方向でみて、前記永久磁石の外側面の位置よりも小さい直径にて形成されることを特徴とする請求項3又は4に記載の電動工具。

[請求項6] 前記バランス部材の外周面に、ロータの回転バランス調整用の穴が設けられることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項7] 前記スペーサ部材の前記回転軸方向の厚さは、前記バランス部材の前記回転軸方向の厚さよりも薄いことを特徴とする請求項6に記載の電動工具。

[請求項8] 回転軸に取り付けられ永久磁石を用いたロータコアと前記ロータコアの外周に位置するステータコアを有するモータと、前記モータを収容するための筒状のハウジングと、

前記回転軸に取り付けられる冷却用のファンを有し、

前記ファンによって外気を取り込み、前記ハウジング内において前記モータの周囲を前記回転軸方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、

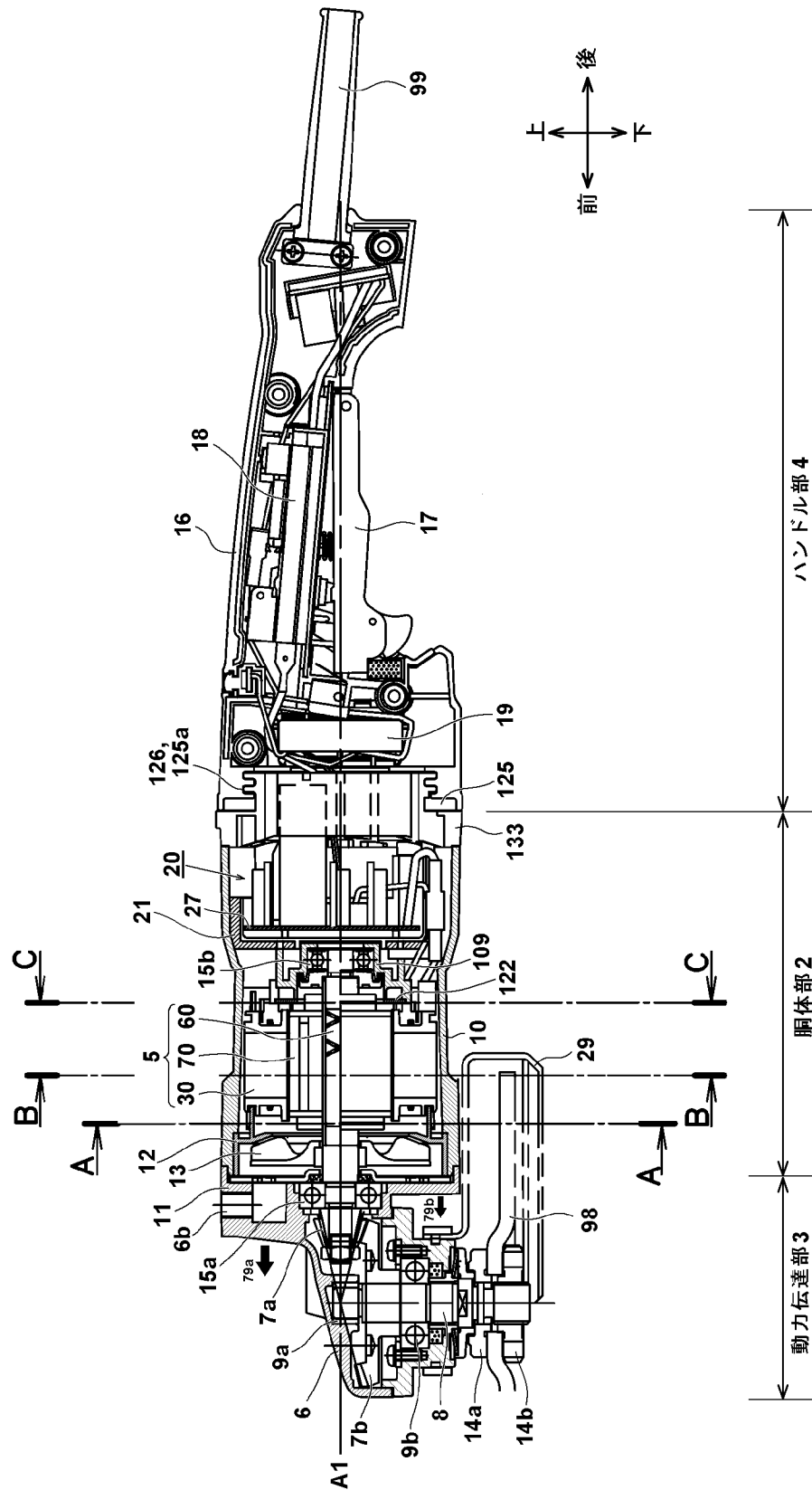
前記回転軸の外周面と前記ロータコアの内周面の間にシャフトモールド加工を行い、

前記シャフトモールド加工のモールド箇所として前記ステータコアの

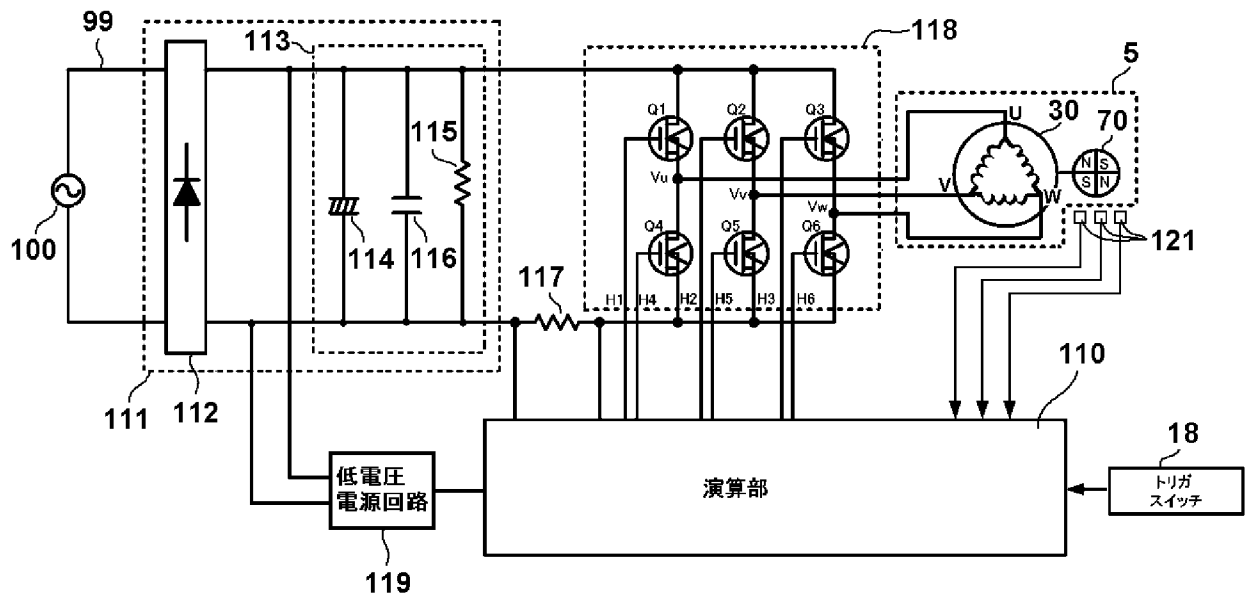
両側端面を覆う部分まで拡張することにより前記回転軸と前記ステータコアの両側端面を一体にモールドすることを特徴とする電動工具。

- [請求項9] 回転軸に取り付けられ永久磁石を収容するロータコア及び前記ロータコアの外周に位置するステータコアを有するモータと、前記モータを収容するための筒状のハウジングと、
前記回転軸に取り付けられる冷却用のファンを有し、
前記ファンによって外気を取り込み、前記ハウジング内において前記モータの周囲を前記回転軸方向に冷却風を流すようにした電動工具であって、
円筒形であって前記ロータコアの外径よりも小さいバランサ部材を前記ロータコアの風下側端部に設けたことを特徴とする電動工具。

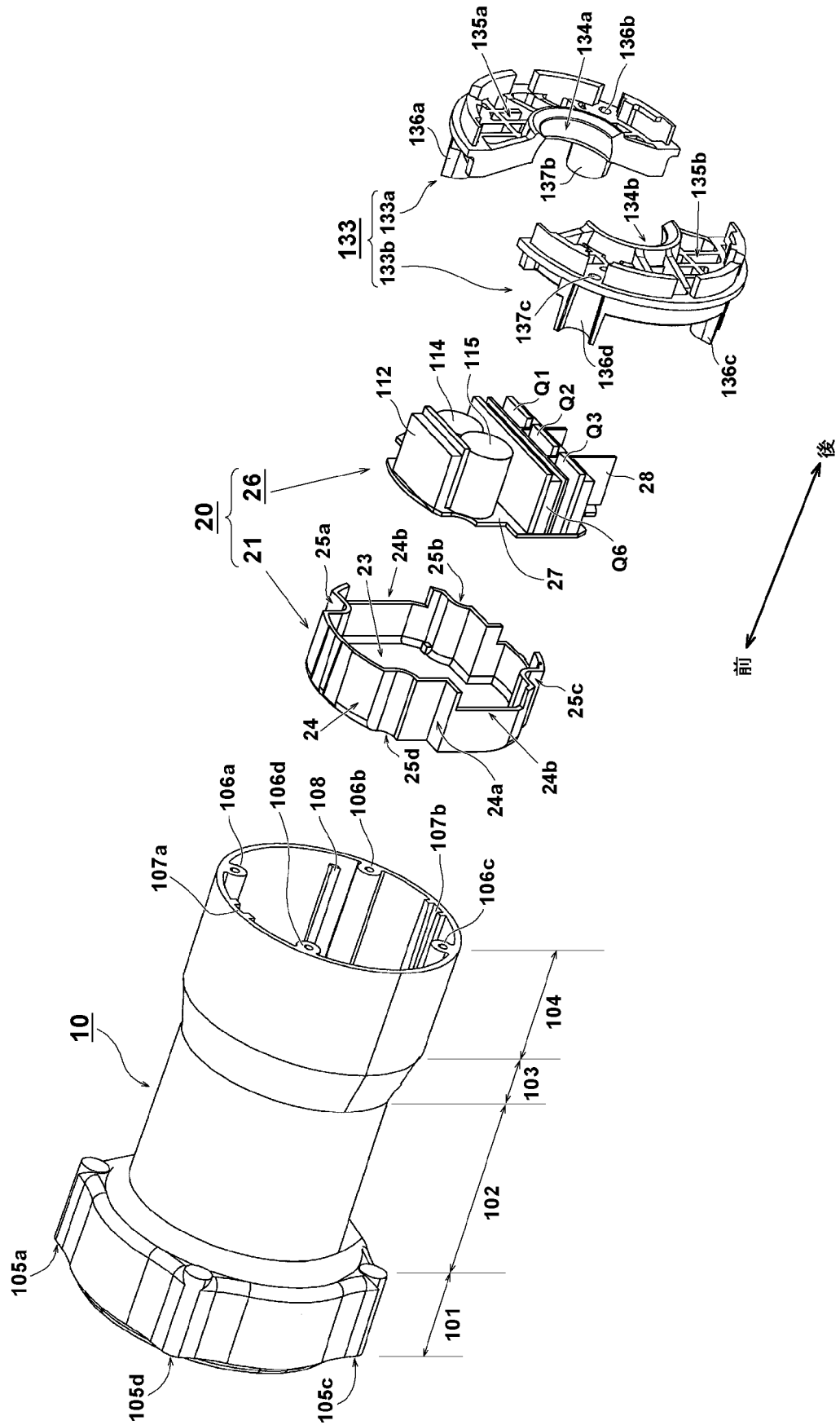
[図1]



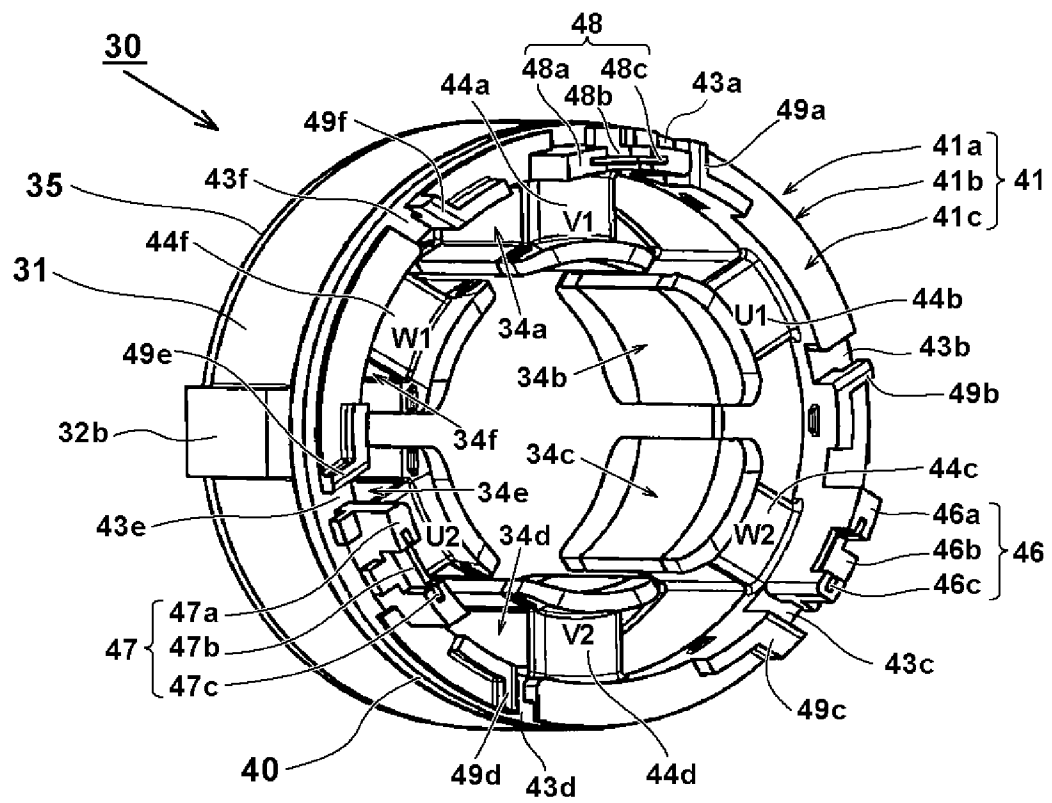
[図2]



[図3]

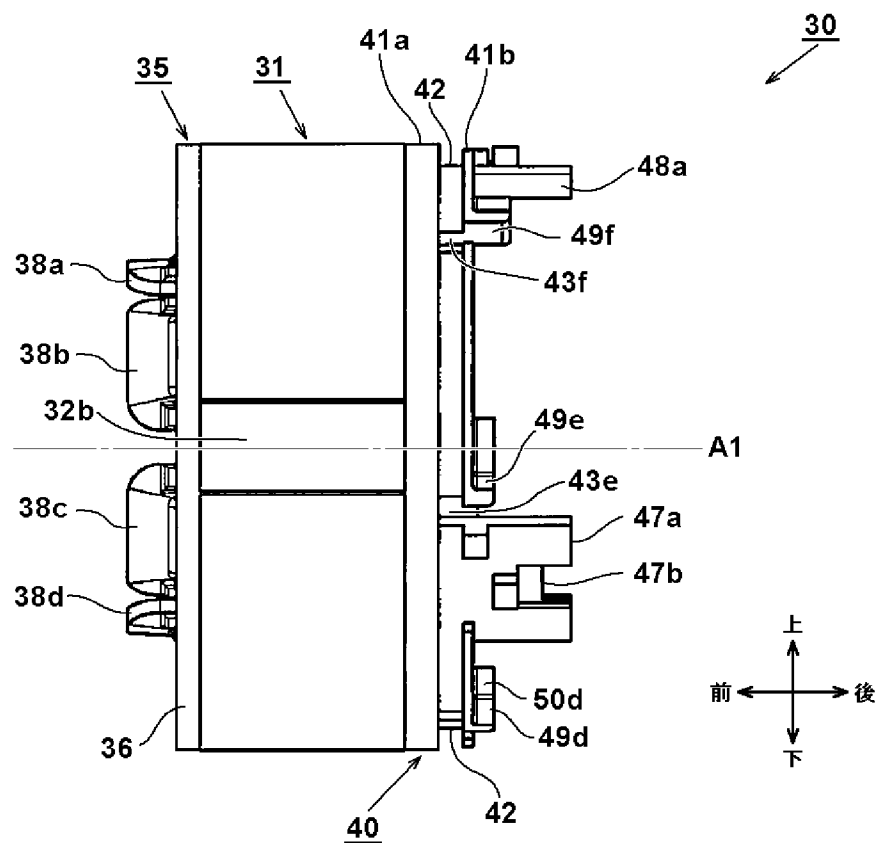


[図4]

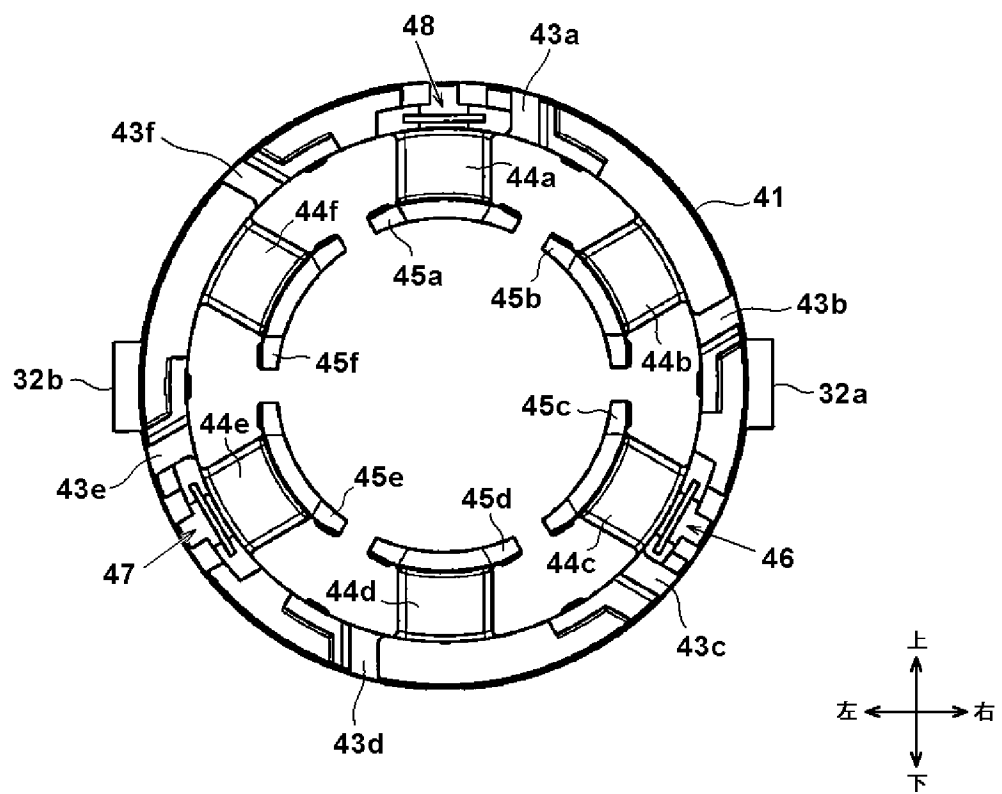


[図5]

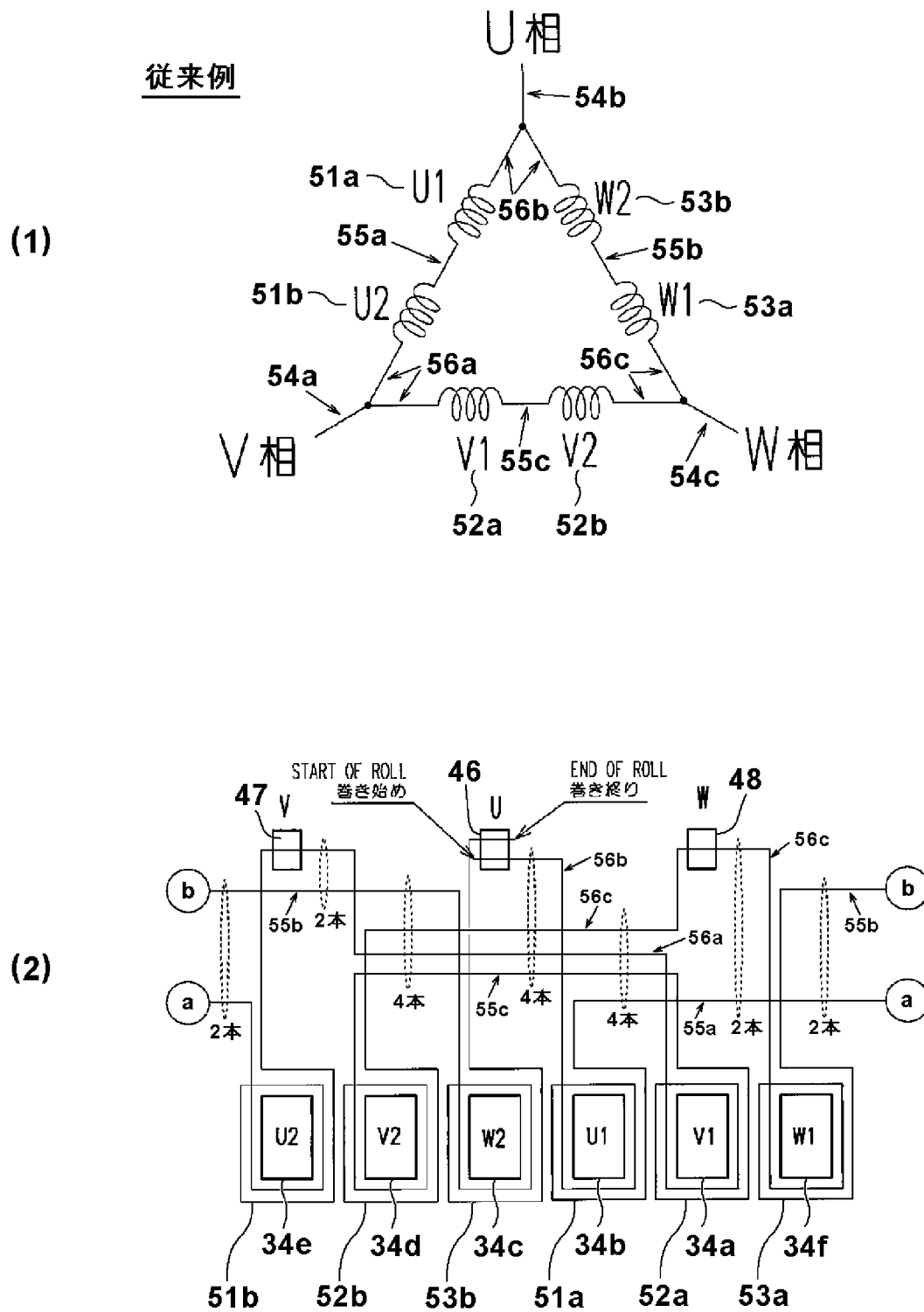
(1)



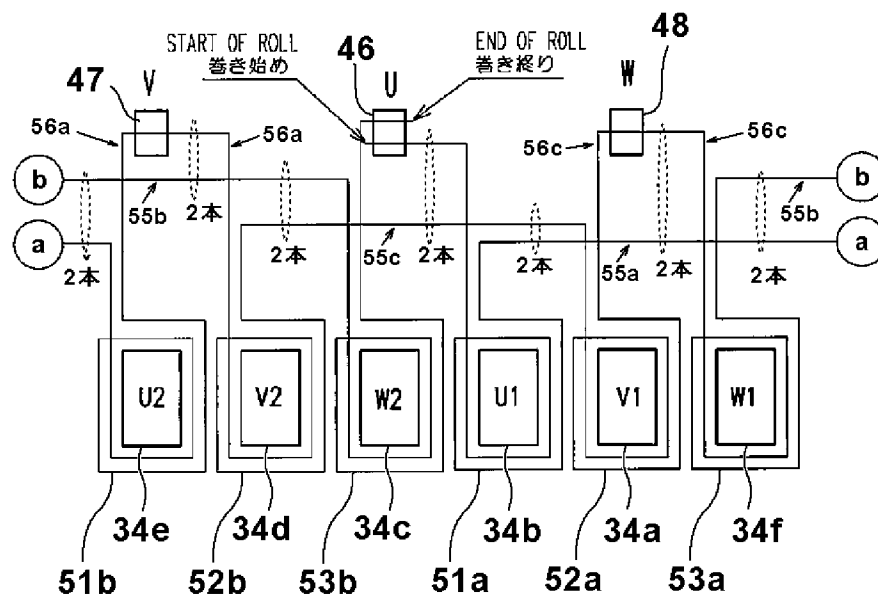
(2)



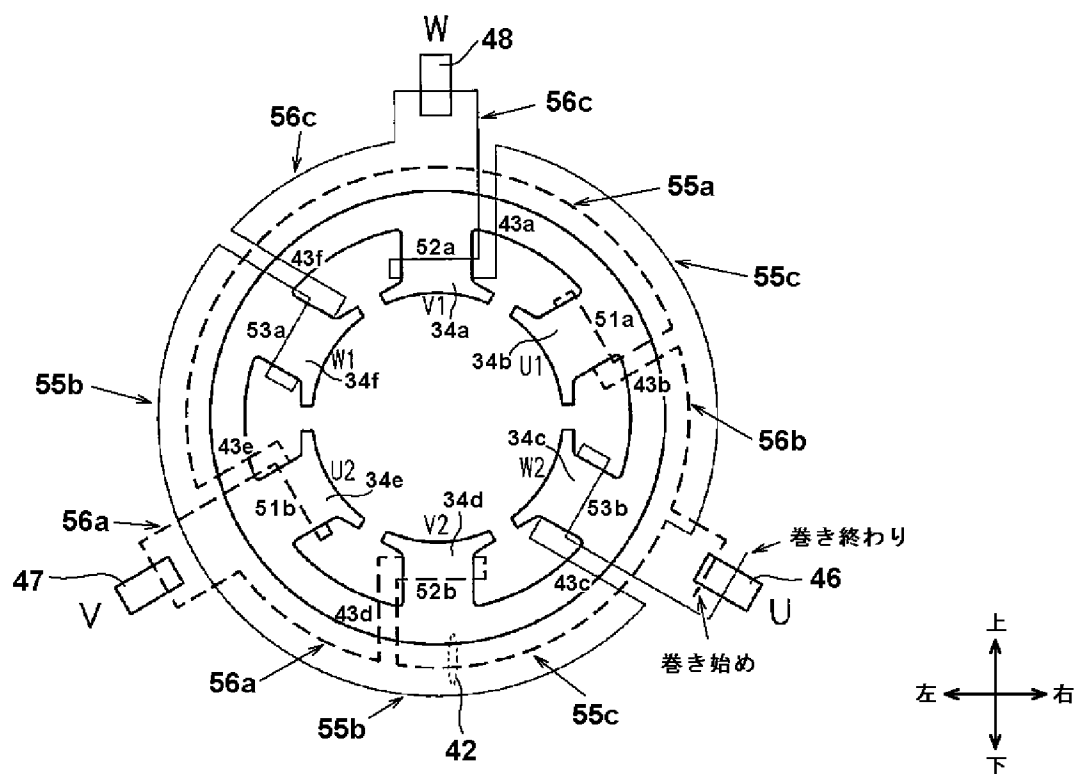
[図6]



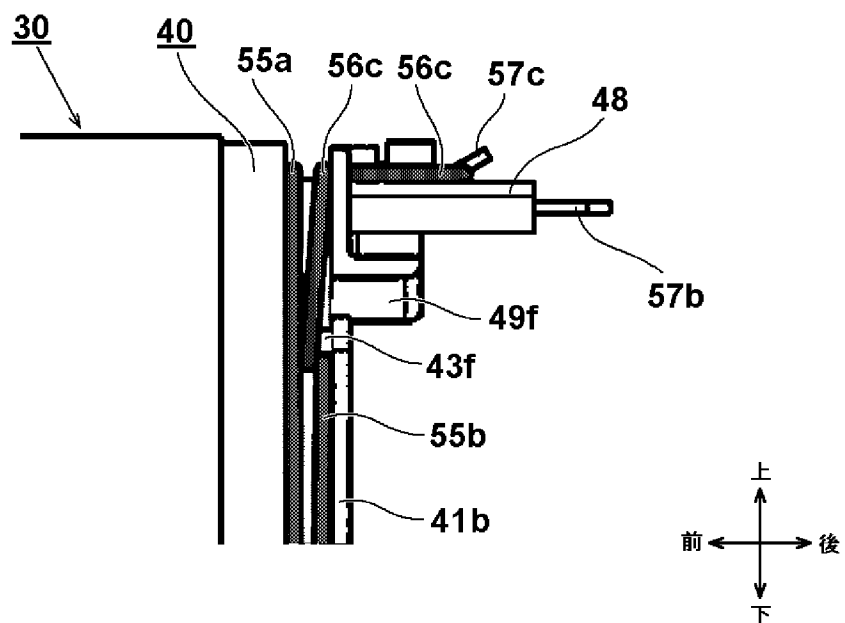
(1)



[図8]



(1)

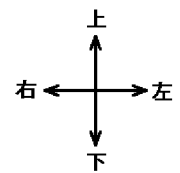
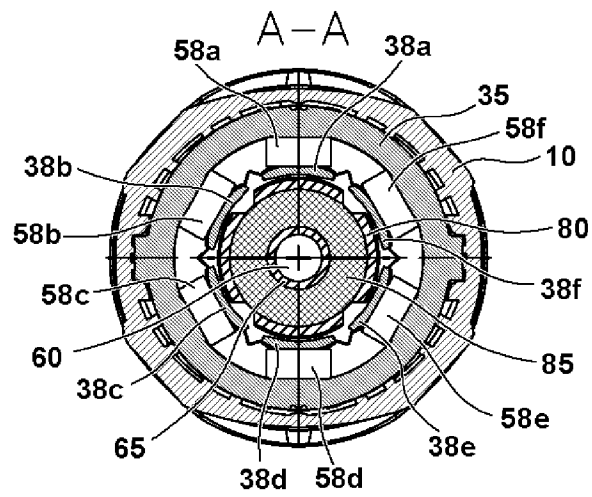


(2)

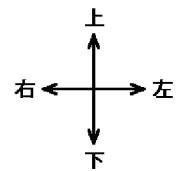
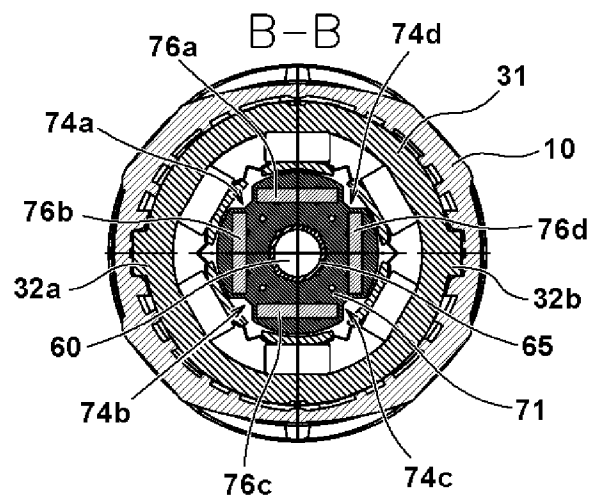
Diagram (2) is a cross-sectional view labeled D-D, showing a spherical or cylindrical component with internal structures. The diagram includes a central circular feature (60) and a surrounding ring-like structure (65). The internal components are labeled with reference numerals: 71, 72, 73a, 73b, 73c, 73d, 74a, 74b, 74c, 74d, 75a, 75b, 75c, 75d, 76a, 76b, 76c, and 76d. A coordinate system is provided in the bottom right corner, indicating directions: Up (上), Down (下), Left (左), and Right (右).

[図11]

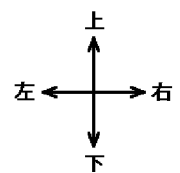
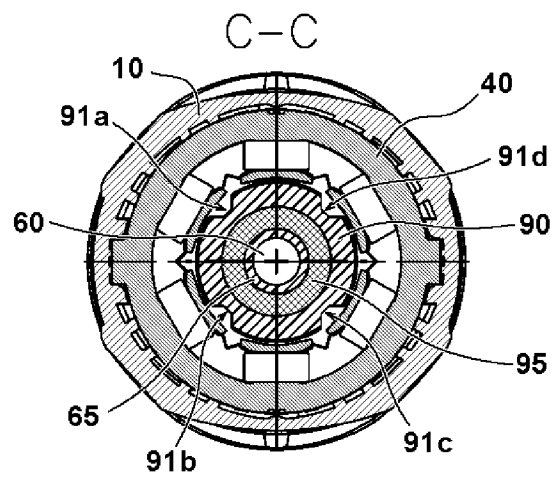
(1)



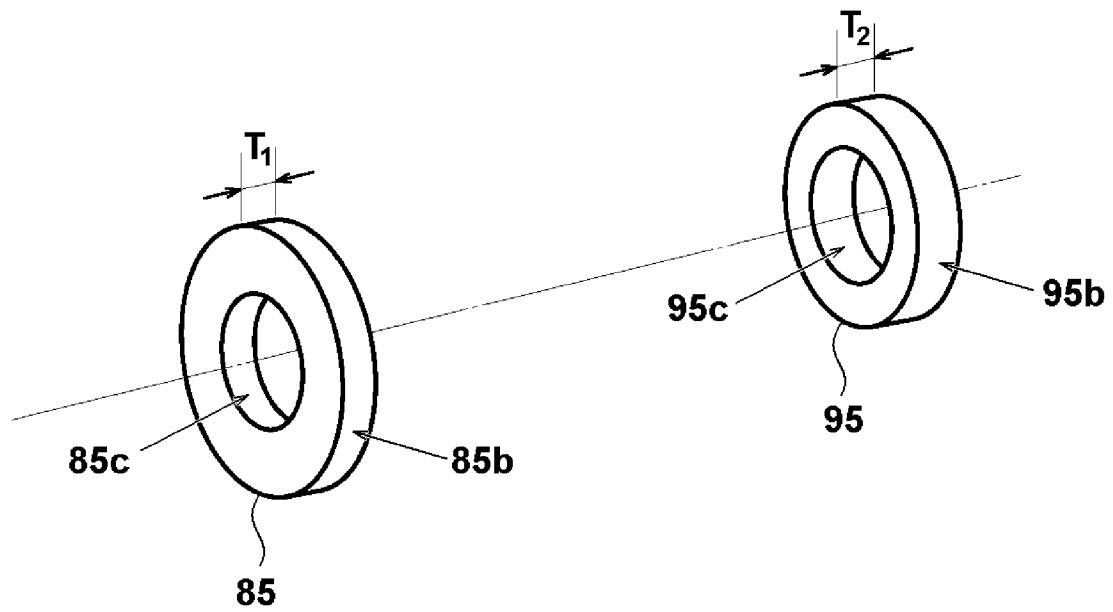
(2)



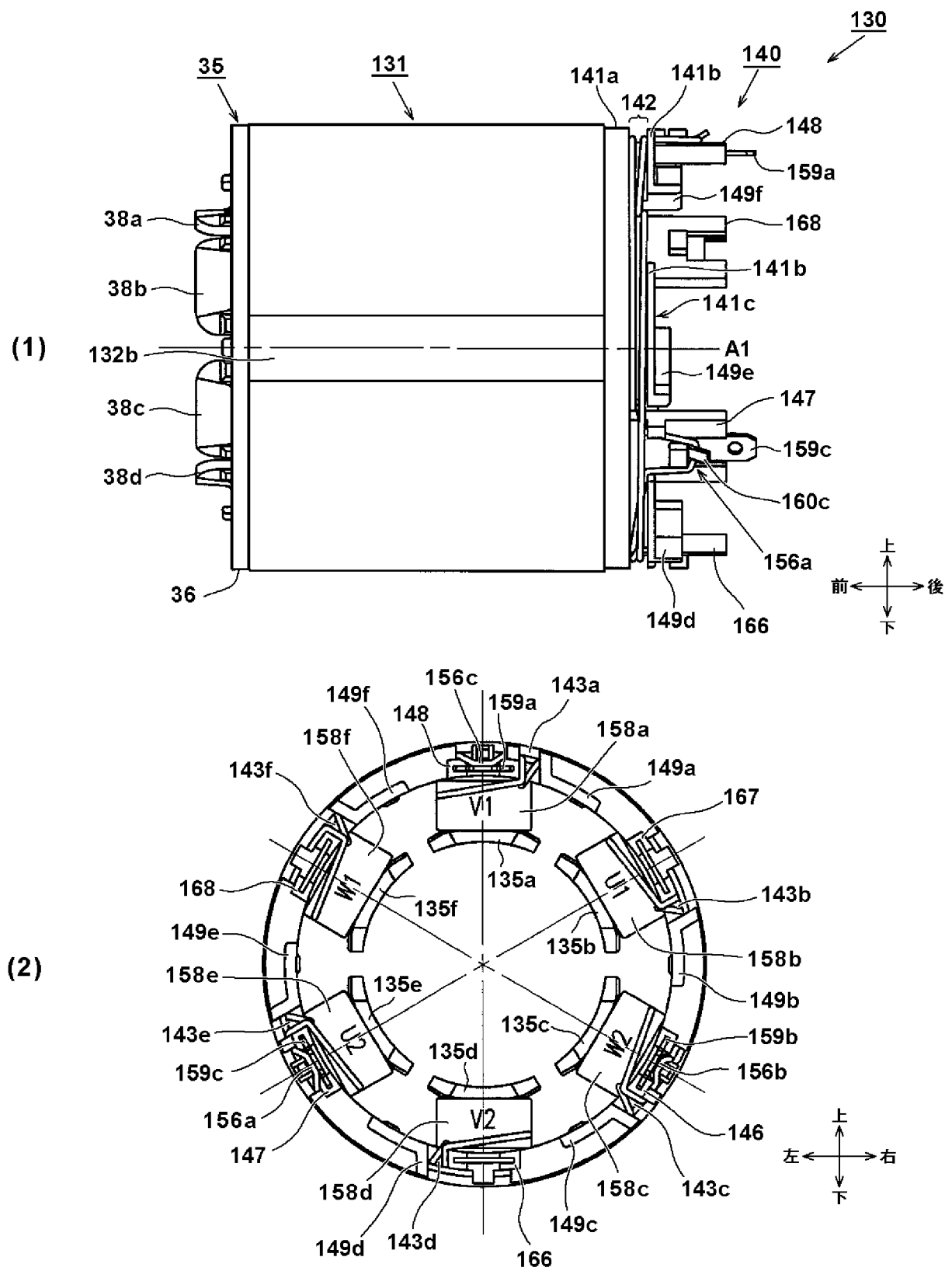
(3)



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/036310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K7/04 (2006.01) i, B24B23/02 (2006.01) i, B24B47/12 (2006.01) i, B25F5/00 (2006.01) i, H02K1/27 (2006.01) i, H02K9/06 (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. H02K7/04, B24B23/02, B24B47/12, B25F5/00, H02K1/27, H02K9/06

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2015-126562 A (MAKITA CORPORATION) 06 July 2015, paragraphs [0001], [0009]-[0028], fig. 1-9 (Family: none)	1-9
Y	JP 2008-187760 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 14 August 2008, paragraphs [0001], [0034], fig. 1-5 (Family: none)	1-9
Y	JP 2013-99038 A (MITSUBA CORPORATION) 20 May 2013, paragraphs [0058], [0060], fig. 9 (Family: none)	2-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25.12.2018

Date of mailing of the international search report
08.01.2019

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. H02K7/04(2006.01)i, B24B23/02(2006.01)i, B24B47/12(2006.01)i, B25F5/00(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K9/06(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. H02K7/04, B24B23/02, B24B47/12, B25F5/00, H02K1/27, H02K9/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2015-126562 A（株式会社マキタ）2015.07.06, 段落0001, 0009-0028, 図1-9（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2008-187760 A（松下電工株式会社）2008.08.14, 段落0001, 0034, 図1-5（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2013-99038 A（株式会社ミツバ）2013.05.20, 段落0058, 0060, 図9（ファミリーなし）	2-8

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.12.2018

国際調査報告の発送日

08.01.2019

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