(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
2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/002542 A1

(51) 国際特許分類:
B25F 5/00 (2006.01) *B24B 23/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067725

(22) 国際出願日: 2015 年 6 月 19 日(19.06.2015)

(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 2014-135466 2014 年 6 月 30 日(30.06.2014) JP

(71) 出願人: 日立工機株式会社(HITACHI KOKI 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: 武田　祐貴(TAKEDA, Yuuki); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０番地　日立工機株式会社内 Ibaraki (JP).

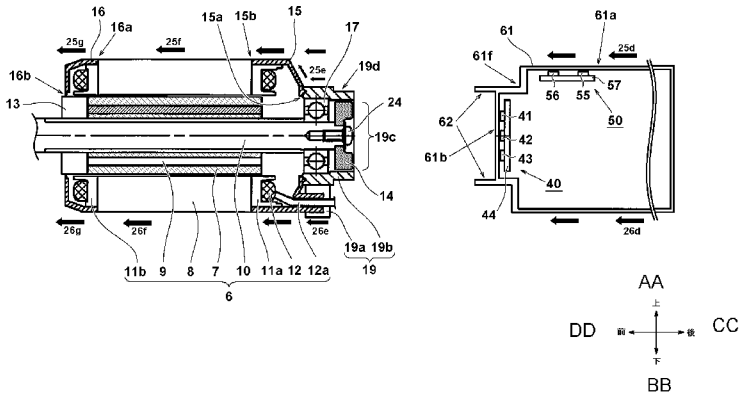
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ELECTRIC TOOL

(54) 発明の名称 : 電動工具



(57) **Abstract**: An electric tool is provided which prevents anomalies in motor rotation due to dust and moisture sucked in together with cooling air, and which is configured such that rotational position detection operations and switch operations are not affected. This electric tool drives a brushless DC motor (6) using a controller, and comprises a rear first bearing (17) and a front second bearing of a rotation shaft, a housing having an air window, and a cooling fan that sucks in outside air from the air window in order to generate a cooling airflow. In the interval between the stator core (8) and a bearing holder (19) that holds the first bearing (17), an insulating cover member (15) is provided to prevent the cooling air from flowing through the space between a rotor (7) and the stator core (8). The first bearing (17) is kept from being exposed to the cooling airflow by closing off the upstream side of the first bearing (17) by means of a cap member (61b, 62).

(57) 要約: 冷却風と共に吸引される粉塵や水分によるモータの回転異常を防止し、回転位置検出動作やスイッチ動作に悪影響を及ぼさないように構成した電動工具を提供する。コントローラを用いてブラシレスＤＣモータ（６）を駆動する電動工具において、回転軸の後方の第一の軸受（１７）と前方の第二の軸受と、風窓を有するハウジングと、冷却風を生成するために風窓から外気を吸引する冷却ファンを有し、第一の軸受（１７）を保持する軸受保持部（１９）からステータコア（８）の間に、冷却風の流れがロータ（７）とステータコア（８）の間の空間を入らないように隔離するカバー部材（１５）を設けた。第一の軸受（１７）の風上側はキャップ部材（６１ｂ、６２）にて閉鎖することにより、第一の軸受（１７）にも冷却風が当たらないようにした。

WO 2016/002542 A1

明　細　書

発明の名称 ： 電動工具

技術分野

[0001] 本発明はブラシレスモータを使用する電動工具に関し、特に、モータの内部空間や軸受部分、制御回路基板等への塵埃や水の侵入を抑制し、製品寿命を向上させた電動工具を提供することにある。

背景技術

[0002] ブラシレスＤＣモータを用いてマイコン等のコントローラによってモータの回転制御を高精度におこなうものが知られている。ブラシレスＤＣモータは、磁気センサを用いてロータの回転位置を検出し、コントローラによってモータの巻線に供給される駆動電流を制御することにより高精度の回転制御を行うことができる。このようなブラシレスＤＣモータを用いた電動工具として特許文献１の技術が知られている。ここで、従来の電動工具（ここではディスクグラインダ）を図１４を用いて説明する。図１４は従来の電動工具１の内部構造を示すための縦断面図である。電動工具１０１は、駆動源であるモータ１０６を収容するモータハウジング１０２とリヤカバー１０４とギヤケース１０３によって筐体（広義の「ハウジング」）が構成される。リヤカバー１０４には外部に接続される電源コード１２８と、電動工具１０１の電源をＯＮ／ＯＦＦする電源スイッチ１５１が設けられる。ギヤケース１０３は、モータの回転軸による動力伝達方向を約９０度変換する傘歯車１２２と１３２からなる駆動伝達手段を収容するものであって、砥石２９が取り付けられる出力軸たるスピンドル１３１が収容される。砥石２９の後方側の周囲には、切断粉などの飛散を防止するための防御カバー１２６が設けられる。

[0003] ディスクグラインダは片手で把持しながら作業をする事があるため、作業者が把持する把持部１０２ａの径を細く構成することにより握り易くしている。この場合、モータハウジング１０２は略円筒形の一体成形として強度を確保している。モータ１０６はモータハウジング１０２の前方側から挿入され

るものであって、外周側にステータ（コイル１１２が巻かれたステータコア１０８）が配置され、内周側には回転軸１１０と共に回転するロータ（ロータコア１０７とその外周部に設けられる円筒形の磁石１０９）が設けられる。回転軸１１０は、モータ１０６の前方側と後方側においてボール式の軸受１１８、１１７によって軸支される。また回転軸１１０の前方側には冷却風を生成するための冷却ファン１２０が設けられ、回転軸１１０の後方側にはロータの回転位置を検出するための円筒形のセンサ磁石１１４が設けられる。リヤカバー１０４の内部にはモータの制御を行うコントローラ１７１と整流回路１６７を搭載するための制御回路基板１６５と、モータ１０６のコイル１１２に回転磁界を発生させるための三相交流を生成するためのインバータ回路を搭載するインバータ回路基板１４４が設けられる。インバータ回路基板１４４には６つのスイッチング素子１６６と、センサ磁石１１４と対向する位置に設けられる３つのホールＩＣ１４１が搭載される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１０－２６９４０９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 図１４にて示した従来技術では、動作の際に発熱する部分、特にモータ１０６とスイッチング素子１６６を冷却するために、冷却ファン１２０によって生成される冷却風の風路を工夫している。そのためリヤカバー１０４の回路基板の周囲に風窓１４８、１４９を設けて外気を吸引し、図１４中の矢印に示すように冷却風を流すことにより、最終的にギヤケース１０３に形成された貫通穴１０３ｃ等から前方側に排気するように構成している。この際、冷却風はスイッチング素子１６６の周囲を効率よく流れ、モータ１０６のステータコア１０８とロータコア１０７の間の空間（ステータコア１０８のスロットや磁極片近傍の空隙部分）を軸方向前方に流れることによってモータ１

０６を冷却している。しかしながら、ロータ部には強力な永久磁石を使うために、モータの内部に鉄粉が入ってしまうと、磁石に付着して出てこなくなってしまい、内部で詰まってしまう恐れがあった。また、位置検出用のセンサ磁石１１４付近においても、近傍に配置されるスイッチング素子１６６の冷却のために冷却風が流れるが、この際にセンサ磁石１１４に鉄粉が着いてしまうと付着したままになって、磁気異常が発生してモータ１０６の回転制御ができずに、モータ１０６が停止してしまう恐れがあった。

[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、冷却風と共に吸引される粉塵や水分によるモータの回転異常を防止し、回転位置検出動作やスイッチ動作に悪影響を及ぼさないように構成した電動工具を提供することにある。

[0007] 本発明の他の目的は、ハウジング内に鉄粉が混入したとしてもモータの内部やセンサ磁石に付着することを効果的に抑制できる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

[0008] 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、巻線を有するステータと、ステータの内周側に位置し回転軸と共に回転するロータを有するモータと、回転軸の後方側を軸支する第一の軸受と前方側を軸支する第二の軸受と、モータを収容するものであって吸引用及び排出口用の風窓を有するハウジングと、モータを冷却する冷却風を生成するために風窓から外気を吸引する冷却ファンを有し、冷却ファンによってモータの軸方向の一方側から他方側にかけてモータの外周部の軸方向全体に風を流すようにした電動工具であって、第一の軸受を保持する軸受保持部を設け、軸受保持部からステータとの間に、冷却風がロータとステータの間の空間に入らないようにするカバー部材を設けた。このようにカバー部材を設けたので、モータの一方側から流入する冷却風がモータの内部空間に入ることを抑制できる。カバー部材は略筒状であって、軸受保持部側に第一の開口部を有し、ステータ側に第二の開口部を

有し、第二の開口部は第一の開口部より大きく形成され、第一の開口部から第二の開口部に至るまでの外形はテーパー状に形成される。このテーパー部分を形成したことにより、モータの風上側において回転軸に近い側を流れる冷却風を、径方向外側、即ち、モータの外周側付近の風路に効果的に導くことが可能となる。

[0009] 本発明の他の特徴によれば、カバー部材は、モータの軸方向において、ステータと軸受保持部に挟持されることによって固定される。また、カバー部材と軸受保持部との接触面に凸部とそれに対応する凹部を設けて、これらを係合させる。このように構成すれば、カバー部材の接合部分の密着性が向上するので、カバー部材の近傍からモータの内部空間に冷却風が入り込むことを抑制できる。一方、第一の軸受の反モータ側に第一の軸受の中心軸から外径位置までの全体を覆うキャップ手段を設けて、第一の軸受に対して風上側から冷却風が当たらないように構成した。この構成により第一の軸受に粉塵が入ることが阻止できるので、電動工具の耐久性を高めることができる。

[0010] 本発明のさらに他の特徴によれば、ステータの第二の軸受に近い側の端部に、ステータの外縁から回転軸又はロータの外周近傍まで覆うことにより冷却風がモータの内部空間に入ることを阻止する第二のカバー部材を設けた。第二のカバー部材には回転軸又はステータの一部分を貫通させる円形の貫通穴が形成され、第二のカバー部材の内周側と、それに対面する回転軸又はロータに凹凸部からなるラビリンス部を形成する。この構成によって、モータの外周部を流れた空気が、モータの反対側（第一の軸受けから遠い側の端部）において、冷却風の吹き戻しによってモータの内部空間に冷却風が流れ込むことを効果的に抑制できる。第一及び第二のカバー部材は、非磁性材料の一体成形で製造すると好ましい。本発明のさらに他の特徴によれば、ロータは、軸方向に積層される積層鉄心によって形成されたロータコアと、ロータコアのスロットに配置される永久磁石と、ロータコアの第二の軸受側の端部に設けられるバランサー部材によって構成され、ラビリンス部は、第二のカバー部材とバランサー部材によって構成される。このように第二のカバーとバ

ランサー部材というモータの主要部に対して付加的に追加される部材にてラビリンス部を構成したので、ラビリンス部の構成の自由度が高くなり、要求性能に合わせた最適なラビリンス構造を実現できる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、冷却ファンの回転により発生する冷却風の風路とモータの内部、センサ磁石部分を隔離して配置し、冷却風がモータの内部や軸受部分、センサ磁石の空間にまで入り込まないようにしたので、外部より進入した鉄粉混じりの粉塵が磁石付近を通らないようになり、粉塵が磁石部分に付着することを抑制できる。さらに、センサ磁石の磁界を検出する回転位置検出手段やその搭載基板を冷却ファンの回転により発生する冷却風の風路と隔離して配置したので、外部より進入した水分が電子素子に付着することを抑制できるので、誤動作を防止できる上に電動工具の長寿命化を図ることができる。　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

[0012] [図1]本発明の実施例に係る電動工具１の全体構造を示す縦断面図である。

[図2]本発明の実施例に係る電動工具１の縦断面図であり、トリガスイッチをオンにした状態における冷却風の流れを示す図である。

[図3]図１のモータ部分とケーシングとの接続構造を説明するための図である。

[図4]図１のモータ側隔離空間と、制御回路側隔離領域との関係を示す図である。

[図5]図１のモータ６に取り付けられるカバー部材１５、１６の取り付け構造を示す分解斜視図である。

[図6]図１の回転位置検出手段付近の構成を説明するための部分断面図である。

[図7]図１のケーシング６１の形状と基板や電子素子の配置状況を示す底面図である。

[図8]図７のＢ－Ｂ部の断面図である。

[図9]図１のモータ６の駆動制御系の回路構成を示すブロック図である。

[図10]図１のスイッチ機構５０の構成を説明するための部分断面図である。

[図11]図１０の磁石５３とホールＩＣ５５、５６との位置関係を説明するための部分断面図である。

[図12]本実施例のスイッチ機構５０を用いたモータ６の起動制御手順を示すフローチャートである。

[図13]本発明の第二の実施例に係るラビリンス機構付の電動工具の構造を示す部分断面図である。

[図14]従来の電動工具１０１の内部構造を示すための縦断面図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0013] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、以下の図において、同一の機能を有する部分には同一の符号を付し、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。

[0014] 図１は、本発明の実施例に係る電動工具１の上面図である。ここでは電動工具１の一例として、モータの回転軸に接続される作業機器が円形の砥石等であるディスクグラインダを示している。電動工具１のハウジング（外枠）は、動力伝達機構を収容するギヤケース３と、モータ６を収容するモータハウジング２と、モータハウジング２の後方に取り付けられ電気機器類を収容するリヤカバー４の３つの主要部分により構成される。本実施例では電動工具１のハウジングを３つに分割された部分により構成したが、ハウジングを何分割で形成するかは任意であり、例えば、モータハウジング２とリヤカバー４を本実施例のように前後方向に分割構成とするのでは無く、長手方向中心軸を通る鉛直面で左右方向に分割する形式としても良いし、その他の構成としても良い。モータハウジング２はモータの外形よりも僅かに大きい外径を有する略円筒形であって、作業者が片手で把持する部分（把持部）を構成し

、樹脂又は金属の一体成形にて製造される。モータハウジング２の後方には、長手方向中心軸を通る鉛直面で左右方向に分割され、後方側が閉鎖されるリヤカバー４が取り付けられる。リヤカバー４は、その内部にモータ６の回転を制御する制御回路（コントローラ）と、モータ６の巻線へ供給される三相交流を生成するためのインバータ回路と、電源コード２８によって外部から供給される商用交流を整流して直流化する整流回路等の電気的な構成機器を収容する。

[0015] モータ６は軸方向（前後方向）に細長い形状であり、コントローラがロータ７の回転位置をホールＩＣを用いた回転位置検出手段４０にて検出し、複数のスイッチング素子６６で構成されるインバータ回路を制御することにより、モータ６の所定のコイルに順次駆動電力を供給することにより回転磁界を形成してロータ７を回転させる。モータ６は３相ブラシレスＤＣモータであり、略円筒状の外形をもつステータコア８の内周部内にて円筒状のロータ７が回転する、いわゆるインナーロータタイプである。モータ６のステータは、ステータコア８とインシュレータ１１ａ、１１ｂと、コイル１２により構成される。

[0016] 回転軸１０は、モータハウジング２に固定される後方側の軸受（第一の軸受）１７と、ギヤケース３とモータハウジング２との接続部付近で固定される前方側の軸受（第二の軸受）１８とにより、回転可能に保持される。回転軸１０の軸方向に見て軸受１８とモータ６の間には冷却ファン２０が設けられる。冷却ファン２０は例えばプラスチック製の遠心ファンであって、モータ６が回転すると回転軸１０と同期して回転することにより、モータ６や制御回路等を冷却するための風の流れを発生させる。

[0017] ギヤケース３は、例えばアルミニウム等の金属の一体成形により構成され、１組の傘歯車機構（２２、３２）を収容すると共に、出力軸となるスピンドル３１を回転可能に保持する。スピンドル３１は、モータ６の回転軸の軸線方向（ここでは前後方向）とは略直交方向（ここでは上下方向）に延びるように配置され、回転軸１０の前端部分には第１の傘歯車２２が設けられ、第

１の傘歯車２２はスピンドル３１の上側端部に取り付けられた第２の傘歯車３２に噛合する。第２の傘歯車３２は直径が大きく、第１の傘歯車２２に比べて歯車数が多いので、これらの動力伝達手段は減速機構として作用する。スピンドル３１の上端側はメタル３４によって回転可能に軸支され、中央付近にはボールベアリングによる軸受３３によって軸支される。軸受３３はスピンドルカバー３５を介してギヤケース３に固定される。

[0018] スピンドル３１の先端にはワッシャナット３６によって円板状の先端工具が装着される。ここでは先端工具として砥石２９を装着した例を示している。砥石２９は、例えば直径１００ｍｍのレジノイドフレキシブルトイシ、フレキシブルトイシ、レジノイドトイシ、サンディングディスク等であり、用いる砥粒の種類の選択により金属、合成樹脂、大理石、コンクリートなどの表面研磨、曲面研磨が可能である。尚、電動工具１に装着される先端工具としては、砥石だけに限られず、ベベルワイヤブラシ、不織布ブラシ、ダイヤモンドホイール等を取り付けるようにしても良い。

[0019] モータ６の回転軸１０の後端には、回転方向に磁極が異なる磁性体であるセンサ磁石１４が取り付けられる。センサ磁石１４は比較的厚み（前後方向長さ）をもつ円環状、又は円柱状の形状であって、近接して設けられるホールＩＣ（後述）やホールＩＣ等の磁気検出素子によって回転方向の位置が検出される。ここでは、センサ磁石１４と回路基板４４に搭載される複数のホールＩＣがロータ７の回転位置検出を行う回転位置検出手段４０を主に構成する。回路基板４４には３つのホールＩＣが搭載されるが、これについては後述する。

[0020] 制御基板６５には、モータ６の回転制御を行うコントローラ（制御手段）と、モータ６を駆動させるためのインバータ回路と、外部から電源コード２８にて供給される交流を直流に変換するための整流回路が主に搭載される。モータ駆動回路を構成するインバータ回路には、コイル１２に大駆動電流を通電する必要があり、例えば、スイッチング素子６６として動作する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）

のような大容量の出力トランジスタが使用される。これらスイッチング素子６６は発熱が大きいので冷却効果を向上させるための放熱構造が考慮され、風窓４８、４９よりも風下側に配置される。スイッチング素子６６の後方には、交流を直流に変換する整流回路６７が設けられる。整流回路６７は配線の効率性から、電源コード２８（図１参照）に近いようにケーシング６１の後方側であって、スイッチング素子６６よりもモータ６から遠い部分に搭載される。整流回路６７は、例えばダイオードブリッジとコンデンサを用いた全波整流回路で実現できるが、これに限られるものではなく、その他の公知の整流回路を用いることができる。

[0021] 制御基板６５にはさらに、モータ６の回転制御を行うコントローラが搭載される。コントローラは、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）を含んで構成される。ここでは制御基板６５は電動工具１に対して前後及び上下方向に延びるようにしてケーシング６１の内部に搭載される。ケーシング６１により画定される空間内には、制御基板６５と共に、２つの小型の回路基板（４４、５７）が配置される。一つは上述した回転位置検出素子（後述するホールＩＣ４１～４３）を搭載する回路基板４４であり、もう一つはスイッチ機構５０の構成部品（後述）を搭載するための回路基板５７である。これらの小型回路基板（４４、５７）は制御基板６５に対して直交する方向に配置され、回路基板４４は上下左右方向に延びる方向であって、回転軸方向と直交するように配置される。また、回路基板５７は前後左右方向に延びる方向であって、回転軸方向と平行になるように配置される。

[0022] スイッチ機構５０は、作業者によってモータ６の起動又は停止を行うもので、作業者はスイッチレバー５１を前後方向にスライド移動させることによりモータ６のオン、又は、オフの状態に設定できる。スイッチレバー５１はその操作性を考えてモータハウジング２の把持部分の前方側、つまりモータ６の前端付近の上部に配置され、モータ６とモータハウジング２の間の風路内において前後方向に移動する。スイッチレバー５１には、軸方向に細長い平

板状の可動アーム５２が接続され、スイッチレバー５１を操作することにより可動アーム５２が前後方向に移動する。可動アーム５２の後方側は、モータ６の回転軸方向に見てケーシング６１と重複する部分まで延び、その後端付近に小型の磁石５３が設けられる。磁石５３は、回路基板５７に搭載されるホールＩＣ等の磁気検出手段（後述）に作用することによりホールＩＣからマイコンに対してオン信号又はオフ信号を出力させるものである。

[0023] 次に図２を用いてスイッチレバー５１をオンにした状態における冷却風の流れを説明する。図２ではスイッチレバー５１を前方側に移動して、モータ６が起動し、冷却ファン２０が回転した状態における風の流れを矢印にて示している。冷却ファン２０が回転すると、リヤカバー４に形成された外気吸入用の風窓４８、４９から矢印２５ａ、２６ａの方向に外気が吸引される。矢印２５ａのように吸引された外気は、ケーシング６１の周囲であって、リヤカバー４の壁面との間の空間（風路）を矢印２５ｂ、２５ｃ、２５ｄのように流れて矢印２５ｅのように、軸受１７付近に至る。軸受１７の外周部分ではリブ１９ａ（図４にて後述）に形成された貫通穴を通過してモータハウジング２内の空間に流入し、モータ６のステータコア８の外周側のステータコア８外周面とモータハウジング２の壁面の間の空間（風路）を矢印２５ｆのように流れ、モータ６の前方側で矢印２５ｇのように回転軸１０方向に集まった後に矢印２５ｈのように冷却ファン２０に流入する。冷却ファン２０から排出された冷却風は、矢印２５ｉのように冷却ファン２０の外周部から、軸受ホルダ２１に形成された貫通穴を通って矢印２５ｊのようにギヤケース３側の内部空間に流入し、矢印２５ｋのようにギヤケース３の前方側に形成された貫通穴３ｃを介して外部に排出される。ここで、風窓３ｃは電動工具１のハウジングの排出口の一つである。同様にして、矢印２６ａのように吸引された外気は、ケーシング６１の周囲を矢印２６ｂ、２６ｃ、２６ｄのように流れて矢印２６ｅのように、軸受１７の外周部分を通過して、リブ１９ａ（図４にて後述）によって後方側（コントローラ側）の空間と前方側（モータ側）の空間の境界位置を通過してモータハウジング２内の空間に流入す

る。その後、モータ６のステータコア８の外周側を矢印２６ｆのように流れ、モータ６の前方側で矢印２６ｇのように回転軸１０方向に集まった後に矢印２６ｈのように冷却ファン２０に流入し、矢印２６ｉのように冷却ファン２０の外周部から、軸受ホルダ２１に形成された貫通穴２１ｃを通って矢印２６ｊのように外部に排出される。ここで、矢印２５ｂ～２５ｇ、２６ｂ～２６ｉの空気流は明確に分離されているわけでは無く、風窓４８と４９から吸引された空気が混在しながら風路を風下側から風上側に流れる。本実施例では、モータ６の回転軸１０の軸線上に見て、後方（風上側）から前方側にかけて、制御基板６５、センサ磁石１４、軸受１７、モータ６、冷却ファン２０、及び、軸受１８が軸方向に直列に（一直線上に）配置される。そして、外気の吸入口となる風窓４８、４９は、制御基板６５の周囲であって発熱の大きい素子（ここではスイッチング素子６６）よりも後方側に配置され、外気の排出口となる風窓（ここでは貫通穴３ｃと貫通穴２１ｃ）によって排出される。このように、本実施例ではモータ６の回転軸方向にみて、ステータコア８の後方側端部から前方側端部の全外周面にほぼ接する様に冷却風が流れるものである。

[0024] スイッチング素子６６や整流回路６７は、稼働時の温度上昇が大きいので、冷却効果を考えてその搭載位置やその搭載方法が工夫される。ここでは、スイッチング素子６６よりも後方側に複数の風窓４８、４９が形成されるようにしたので、発熱の大きい電子素子が冷却風の風路内に良好に晒されるようになった。一方、防水性、防塵性を考慮して、制御基板６５はシリコン等の樹脂にてすべてを覆うようにする（具体的構造については後述する）。モータハウジング２の内部においては、モータ６の外周側の風路（径方向で見てステータコア８の外側と、モータハウジング２の内側の空間）には冷却風を流すが、図１４で流していたようなステータコア８とロータ７の間の空間には冷却風を流さないように構成される。このため、モータ６から見て上流側（後方側）においては、軸受１７やセンサ磁石１４部分に冷却風が流れ込まないように構成されると共に、モータ６の下流側（前方側）においても、ス

テータコア８とロータ７の間の空間に冷却風が極力入らないような構成にされる。この構成を図３を用いて更に説明する。

[0025] 図３は、モータ部分とケーシングとの接続構造を説明するための図である。ここで用いられるモータ６は、いわゆるブラシレスＤＣモータと呼ばれるものであって、外周側に積層鉄心でできたステータコア８を配置し、ステータコア８の内周側に円筒形のロータ７を配置する。ステータコア８は、プレス加工によって製造された円環状の薄い鉄板を軸方向に多数枚積層した積層構造で製造される。ステータコア８の内周側には６つのティース（図示せず）が形成され、各ティースの軸方向前後方向には、樹脂製のインシュレータ１１ａ、１１ｂが装着され、インシュレータ１１ａ、１１ｂ間にティースを挟んだ形で銅線が巻かれてコイル１２が形成される。本実施例では、コイル１２をＵ、Ｖ、Ｗ相の３相を有するスター結線とすることが好ましく、コイル１２へ駆動電力を供給するための３本のリード線１２ａがモータ６の外部に引き出される。ステータコア８の内周側では、回転軸１０にロータ７が固定される。ロータ７はプレス加工にて製造した円環状の薄い鉄板を軸方向に多数枚積層したロータコアに、軸方向と平行して形成され、その断面形状が長方形のスロット部分にＮ極およびＳ極を有する平板状の磁石９が挿入されて構成されるものである。

[0026] 回転軸１０の後方側は軸受１７により軸支され、回転軸１０の後端には、ロータ７の回転位置の検出用に用いられるセンサ磁石１４がネジ２４により固定される。センサ磁石１４はロータ７の回転位置の検出のために取り付けられる薄い円柱形の永久磁石であって、周方向に９０度ずつ隔ててＮＳＮＳと４極が順に形成される。センサ磁石１４の後ろ側であってケーシング６１の内部には、回転軸１０と垂直方向に、略半円形の回路基板４４が設けられ、回路基板４４にはセンサ磁石１４の位置を検出する回転位置検出素子としてホールＩＣ４１～４３が設けられる。ホールＩＣ４１～４３は、回転するセンサ磁石１４の磁界の変化を検出することにより、ロータ７の回転位置を検出するものであり、回転方向に所定角度毎、ここでは６０°毎に３つ配置さ

れる。図１４で示した従来の電動工具１０１においては、センサ磁石１１４がホールＩＣ１４１に直接対向するように配置されるが、本実施例では非磁性体のケーシング６１の前方壁６１ｂを隔てて対向するように配置した。ケーシング６１の内部には、さらにスイッチ機構５０を構成する２つのホールＩＣ５５、５６が回路基板５７上において、モータハウジング２の長手方向に並ぶようにして収容される。これらホールＩＣ５５、５６においても、対向する磁石５３（図１参照）との間にケーシング６１の上方壁６１ａが配置され、上方壁６１ａを介して磁石５３（図１参照）がホールＩＣ５５、５６に作用するようにした。

[0027] 軸受１７の外輪は円筒状の軸受ホルダ１９ｂによって保持される。軸受ホルダ１９ｂは、軸受１７の外輪部分を固定すると共に軸受１７の後方側に配置されるセンサ磁石１４の径方向外側を覆うカバー部材の役割をし、リブ１９ａと共に軸受保持部１９の機能を果たす。軸受ホルダ１９ｂの後方側の開口部分１９ｃは、ケーシング６１の先端に形成されたカップ状の覆い部分（円筒部６２と前方壁６１ｂによって形成される凹状部分）によって密閉される。この覆い部分（キャップ手段）を形成するために、ケーシング６１の前方側では矢印６１ｆの部分で上下方向に幅を細くして軸受ホルダ１９ｂに嵌合できる幅にしている。覆い部分は、軸受１７の中心軸から外径位置より外側までの全体を覆うように形成される。カップ状の覆い部分を軸受ホルダ１９ｂに装着することは、軸受１７部分が冷却風に対して露出しないように封鎖するだけでなく、ケーシング６１の前方側を位置決めして固定する役割をも果たすものである。軸受ホルダ１９ｂは、モータハウジング２の径方向内側に突出するリブ１９ａの貫通穴に装着されるものであり、後方側には円筒部６２を嵌合させるための細径部１９ｄが形成される。リブ１９ａは、リヤカバー４側からモータハウジング２側へ冷却風を流すため複数の空気穴が形成されるので、矢印２５ｅ、２６ｅのように風が流れる。ここで本実施例では軸受保持部１９をリブ１９ａと軸受ホルダ１９ｂの２つの部品で分割して構成したが、これを一体に構成しても良い。また、軸受保持部１９の全体をモ

ータハウジング２と一体構成としても良いし、別体部品として構成しても良い。

[0028] 軸受ホルダ１９ｂの前方側とステータコア８の後方の外縁付近の間は、合成樹脂の一体成形で製造される第一のカバー部材１５にて覆われることにより、矢印２５ｅ、２６ｅのように流れる冷却風が後方側からステータコア８とロータ７の間の空間に入らないように遮風される。カバー部材１５は後方側に小さい径の開口部１５ａが形成され、前方側に大きい径の開口部１５ｂが形成される略円筒形のスリーブ状の導風板であり、非磁性材料製の一体成形品で製造される。カバー部材１５はプラスチック等の合成樹脂によって製造すれば軽量である上に、製造コストが安くて済むので好ましい。カバー部材１５の開口部１５ａの軸受ホルダ１９ｂと接触する面には円周方向に連続して形成され、軸方向後方に突出する凸部が形成される。一方、軸受ホルダ１９ｂの後方側の円環状の面には、カバー部材１５の凸部に対応する溝状の凹部が、円周方向に連続して形成される。このようにカバー部材１５を軸受ホルダ１９ｂとステータコア８とで、カバー部材１５の凸部と軸受ホルダ１９ｂの凹部とを接触させた状態で挟持するので、この部分から冷却風がモータ６の内部に流入することを効果的に防止することができる。尚、カバー部材１５の凸部と軸受ホルダ１９ｂとを凹部は、凹凸の向きを反対にしても良い。また、カバー部材１５の凸部と軸受ホルダ１９ｂとを凹部とを単に接触させるだけで無く、接着剤や樹脂にて固定または密封しても良い。

[0029] カバー部材１５の前方側の開口部１５ｂは、インシュレータ１１ａの外周側にて当接するので、ステータコア８とカバー部材１５は良好にシールされ、この部分から冷却風がモータ６の内部に流入することを防止できる。このように、リヤカバー４側から吸い込まれた空気がステータコア８の外周部にまで導かれて、冷却風が外周面に沿って軸方向後方から前方に流れるので、モータ６の内部空間と冷却風の風路（モータハウジング２とステータコア８の外周面の間の空間）とを効果的に隔離することができる。また、軸受１７が収容される空間も冷却風から隔離されるために、粉塵による軸受１７の故障

を防止できる。

[0030] ステータコア８の前方側の端部には、第二のカバー部材１６が設けられる。カバー部材１６は、後方側の開口部１６ａにおいては、インシュレータ１１ｂの外周側かつステータコア８の前方側にて、インシュレータ１１ｂにはめ込まれるようにして当接するのでシールすることができ、この部分から冷却風がモータ６の内部に流入することを抑制できる。カバー部材１６の前方側は軸方向に絞り込まれた形状とされ、回転軸１０に設けられる略円筒形のバランスウェイト１３の外周面と微小間隔を隔てる開口部１６ｂが形成される。バランスウェイト１３はモータ６の回転部分のバランス取りをするために設けられる質量体であって、製造組み立て時に回転方向のいくつかの箇所において質量調整用の小さな穴を空けることによってロータ７がぶれずにスムーズに回るように調整される。本実施例では、カバー部材１６の開口部１６ｂはバランスウェイト１３の外周側に近接するように配置されるが、その目的がロータ７の内部空間に冷却風が入らないようにするためであるので、バランスウェイト１３よりも前方側において回転軸１０に近接するように設けて、回転軸１０を貫通させる貫通穴として形成しても良い。尚、カバー部材１６の開口部１６ｂは、ロータ７と共に回転する回転体ときわめて近接するように形成されるが接触まではしていない。しかしながら、近接する部分は冷却風の風下側になることと、開口部１６ｂのすぐ前方に冷却ファン２０が設けられるので、この開口部１６ｂからモータ６の内部空間に冷却風が入り込むことをほぼ防止できる。このようにモータ６の周囲において冷却風は、矢印２５ｅ～２５ｇのように流れ、同様にして矢印２６ｅ～２６ｇのように流れるので、モータ６の内部に冷却風だけで無く、それによって運ばれる鉄粉や塵埃がモータ６の内部空間に混入することを効果的に抑制できる。以上のように、モータ６の前後の端部はカバー部材１５、１６と、軸受ホルダ１９ｂと、ケーシングの前方壁６１ｂによって覆われることによって冷却風の風路と隔離された状態となる。この状況を更に説明するのが図４である。

[0031] 図４は電動工具１のモータ側隔離空間と、制御回路側隔離領域との関係を示

す図である。本実施例では、モータ６の前方側をカバー部材１６で覆い、後方側をカバー部材１５、軸受ホルダ１９ｂ、ケーシング６１の前方壁６１ｂにて覆うことによりモータ側の隔離空間を形成するようにした。このようにモータ６部分を冷却風の風路とは隔離した空間としたため、磁界を発生させるステータコア８の磁極や、磁石９を有するロータ７や、センサ磁石１４の各部分に冷却風があたらないので、磁性粉などを含む粉塵がはいりこんで吸着される現象を抑制できる。特に、磁石９付近は、鉄粉などの磁性粉が一旦吸着されるとモータ６の回転を停止しても外部に排出されないので、吸着状態の発生原因そのものを回避することは効果的である。一方、制御回路側においては、制御基板６５に加えて回路基板４４と５７をケーシング６１の内部に収容し、それらに搭載される電子素子の大部分、具体的には放熱のために冷却風に晒す必要がある素子以外のすべての素子をシリコンなどの樹脂を充填して固めることにより、冷却風に晒されることからほぼ完全に隔離するように構成した。ケーシング６１は直方体の筐体であって、そのうちの１面だけを取り除いた容器状の形状であり、取り除かれた一面（開口面）が左側を向くように配置され、上方壁６１ａの内側にスイッチ機構５０の検出要素を配置し、前方壁６１ｂの内側に回転位置検出手段４０の検出要素を配置した。下方壁６１ｃ付近や、後方壁６１ｄ付近には回転位置検出手段４０やスイッチ機構５０の構成要素は配置されない。このように構成することによって、冷却風と共に外部から水分が入った際にも、電子素子には付着することがないので、制御手段、回転位置検出手段、スイッチ手段の長期にわたって安定した動作が期待でき、電動工具１の大幅な長寿命化を達成できた。

[0032] 図５は、モータ６に取り付けられるカバー部材１５、１６の取り付け構造を示す分解斜視図である。ステータコア８は公知の積層構造で製造されるもので、モータハウジング２の内側にて効果的に固定することができるように、その外周側には軸方向に平行に連続して形成される凸部８ａが形成される。凸部８ａは周方向に９０度ずつ隔てて４本設けられるが、この凸部８ａを形成したことによってロータ７がハウジングに対して回転方向にずれないよう

に保持することが容易になると共に、ロータ７の外周部分であって凸部８ａ以外の外周面８ｂとモータハウジング２の内壁の間に所定の空間が確保されるため、この空間を冷却風が流れる風路とすることができる。尚、モータ６の冷却性能を向上させるために、外周面８ｂに複数の放熱フィンを形成するようにしても良い。ステータコア８の後方側（風上側）にはカバー部材１５が装着され、前方側（風下側）にはカバー部材１６が装着される。カバー部材１５は、風上側の開口部１５ａから風下側の開口部１５ｂに至る部分にテーパー状に広がる部分（テーパー部１５ｃ）が形成され、冷却風の流れを整流して軸受１７の外周側付近を流れる冷却風を、モータ６の外周部分にまで径方向外側に導くようにしている。ここでモータ６のコイル１２には３相の駆動電圧を供給するための３本のリード線１２ａが接続されるので、そのリード線１２ａを貫通させるためにカバー部材１５の周方向の１カ所には軸方向に延びる円筒状の配線孔１５ｄが形成される。

[0033] モータ６のモータハウジング２への組み立て方法が以下の通りである。モータハウジング２は、金属又は合成樹脂の一体成形品にて軸方向と平行な分割面が無いように製造され、軸受保持部１９のうちリブ１９ａはモータハウジング２と一体に成形される。そのため、回転軸１０に軸受１７とセンサ磁石１４とを取り付け、インシュレータ１１ａ、１１ｂにコイル１２が巻かれたステータコア８に、その前後方向からカバー部材１５、１６を装着して仮組みする。次に、これらの組立体をモータハウジング２の前方側の開口から後方側に挿入させて、カバー部材１５がリブ１９ａの前面に当たる位置に位置決めして、軸受ホルダ１９ｂをリブ１９ａにて固定させる。このような組み立て方法を採用することにより、モータハウジング２の外形を細めにしながら剛性が高いハウジングを実現できる。

[0034] 図６は、本実施例の回転位置検出手段４０付近の構成をさらに説明するための部分断面図である。センサ磁石１４はモータ側の隔離領域内にあり、ホールＩＣを搭載する回路基板４４はケーシング６１の内部に収容されるため制御回路側の隔離領域内にあることになる。ケーシング６１の内部には制御基

板６５が搭載されるが、回路基板４４は制御基板６５とは別に設けられることにより、センサ磁石１４に対向する最適な位置に配置することが容易となる。回路基板４４と制御基板６５は複数のリード線４５によって接続されるが、この距離は短くて済むのでノイズの影響を低減できる上に、制御基板６５と一緒に組み立てができる。モータ６のコイル１２から延びるリード線１２ａは、制御基板６５に接続される。制御基板６５はマイコン等の制御回路を搭載するための回路基板であって、単層または多層のプリント基板が用いられる。スイッチ機構５０用のホールＩＣを搭載する回路基板５７は制御基板６５とは別に設けられ、しかも、制御基板６５とは直交するように配置される。制御基板６５を配置するために、制御基板６５の一部には切り欠き６５ａが形成され、その部分に回路基板５７が収容される。制御基板６５と回路基板５７は複数のリード線５８によって結線される。

[0035] 図７は、ケーシング６１部分の底面図である。ケーシング６１は前方側において回路基板４４を配置するための径の小さい略円筒形の収容部分が形成され、その円筒形の後方側に、直方体であって一面だけが開口された形状の容器が連結されたような形状とされる。ケーシング６１は、非磁性体材料で製造することが重要であり、ここでは合成樹脂の一体成形にて製造される。制御基板６５はケーシング６１の底面（一番面積が広い面）と平行になるように搭載される。制御基板６５には複数のスイッチング素子６６が搭載され、その後方側には整流回路６７を構成する部品が搭載される。ここで、図７から理解できるように、ケーシング６１を容器として見た場合の高さＨは、スイッチング素子６６や整流回路６７の高さよりも低い。しかしながら、制御基板６５に搭載されるマイコン、ＩＣ、コンデンサ、チップ抵抗等の電子素子を収容するのには、高さＨは十分である。本実施例ではこの容器状のケーシング６１を開口面が上側になるようにして、その内部に溶融したシリコン６４を流し込んで、ケーシング６１内の空間全体をシリコン６４にて固めるようにした。流し込んだ直後のシリコン６４の液面はスイッチング素子６６の高さの半分くらいまでしか到達しない。しかしながら、スイッチング素子

６６の半分程度の充填であってもＦＥＴ等の金属製の足をすべて覆うため、金属部分に水分が付着することを防止することができる。一方、ＦＥＴの放熱板の部分は、シリコン６４の液面よりも外部に露出するようにすれば放熱効果を良好に保つことができる。また、ＦＥＴの放熱板にはシリコンやその他の樹脂を薄く塗布することにより、放熱性を良好に保ちながら防水性も保つことができる。整流回路６７についても同様にして部分的にシリコン６４の外部に露出するようにしても良い。このようにスイッチング素子６６と整流回路６７の全体で無く部分的に露出するようにしながら、残りの電子素子をすべて樹脂に浸すようにして覆うので、ケーシング６１の内部の搭載部品をコントローラ組立体としてユニットしての一部品化が容易となる上に、防水性・防塵性を良好にすることができ、作業時の振動にも強くて耐久性が高い電動工具１を実現できる。尚、ケーシング６１の内部を充填して固めるための樹脂は、シリコンだけに限られずに、その他の樹脂や、凝固可能な材料で実現しても良い。

[0036] 本実施例ではさらに、ホールＩＣ５５、５６を搭載する回路基板５７と、ホールＩＣ４１～４３を搭載する回路基板４４についてもシリコン６４を充填する部分に完全に含まれるように配置される。このようにホールＩＣをもシリコン６４にて固めることにより、センサ磁石１４やスイッチ機構５０の磁石５３との相対位置に関して、検出機器側にて位置がずれる等の変化がないので、長期にわたって安定して動作する検出機構を実現できる。ここでＢ－Ｂ部の断面形状を、図８を用いて説明する。ケーシング６１においては、段差部６１ｆより後方の幅（設置時に上下方向となる部分）が広く形成されるが、段差部６１ｆより前方側は回路基板４４を格納することと軸受ホルダ１９ｂと嵌合させるためにその幅が狭く構成される。断面Ａ－Ａは幅が狭い位置の断面であるが、これを示すのが図８である。

[0037] 図８は、図７のＢ－Ｂ部の断面図である。Ｂ－Ｂ部においてはケーシング６１の断面形状は四角形でなくて半球状に形成される。このように半球状に形成するのは、軸受１７の風上側を覆うキャップ部材とするのに好適だからで

ある。回路基板４４は３つのホールＩＣ４１～４３を、周方向に回転角６０°の間隔で配置されるものであり、センサ磁石１４に対応した略半円形の形状とされる。このため、ホールＩＣ４１～４３はセンサ磁石１４との位置関係が最適な位置に配置できる。ここで、シリコン６４を充填して凝固させたあとには、ケーシング６１の開口面が横向きになるように配置され、図８では図示しない制御基板６５は前後及び上下方向に延在する鉛直状態に配置されることになる。モータハウジング２は、Ｂ－Ｂ断面部分のケーシング６１の径よりも遙かに大きく形成されるので、図４にて示したように制御回路側隔離領域の周囲からモータ側隔離空間の周囲へ冷却風を効率良く送るような、冷却風路を確保することができる。

[0038] 次に、モータ６の駆動制御系の構成と作用を図９に基づいて説明する。図９はモータ６の駆動制御系の構成を示すブロック図である。モータ６はいわゆるインナーロータ型の３相のブラシレスＤＣモータで構成される。モータ６は、複数組（本実施例では２組）のＮ極とＳ極を含む永久磁石（マグネット）を含んで構成されるロータ（回転子）７と、スター結線された３相の固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗから成るステータコア８と、ロータ７の回転位置を検出するために周方向に所定の間隔毎、例えば角度６０°毎に配置された３つのホールＩＣ４１～４３を有する。これらホールＩＣ４１～４３からの位置検出信号に基づいて固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗへの通電方向と時間が制御され、モータ６が回転される。

[0039] 演算部７１は、図示していないが、処理プログラムとデータに基づいて駆動信号を出力するためのマイコンを含んで構成され、マイコンには処理プログラムや制御データを記憶するためのＲＯＭ、データを一時記憶するためのＲＡＭ、タイマ等を含んで構成される。演算部７１は、速度検出回路７７を介して検出された速度調整ダイヤル７８によるモータ６の設定回転速度と、回転子位置検出回路７３の出力信号に基づいて所定のスイッチング素子６６を交互にスイッチングするための駆動信号を形成し、その駆動信号を制御信号出力回路７２に出力する。これによって固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗの所定の巻線

に交互に通電し、ロータ７を設定された回転方向に回転させる。回転数検出回路７４は回転子位置検出回路７３の出力からモータ６の回転数を算出して演算部７１に出力する。モータ６に供給される電流値は、電流検出回路６９によって測定され、その値が演算部７１にフィードバックされることにより、設定された駆動電力、設定回転速度となるように調整される。

[0040] 制御基板６５（図８参照）に搭載される電子素子には、３相ブリッジ形式に接続されたＦＥＴなどの６個のスイッチング素子６６を含む。ブリッジ接続された６個のスイッチング素子（Ｑ１～Ｑ６）６６の各ゲートは、制御信号出力回路７２に接続され、スイッチング素子６６の各ドレインまたは各ソースは、スター結線された固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗに接続される。これによって、スイッチング素子６６は、制御信号出力回路７２から入力されたスイッチング素子駆動信号（Ｈ４、Ｈ５、Ｈ６等の駆動信号）によってスイッチング動作を行い、インバータ回路に印加される整流回路６７からの直流電圧を３相（Ｕ相、Ｖ相及びW相）電圧Ｖｕ、Ｖｖ、Ｖｗとして固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗに電力を供給する。

[0041] スイッチング素子６６の各ゲートを駆動するスイッチング素子駆動信号（３相信号）のうち、３個の負極側スイッチング素子６６のＱ４、Ｑ５、Ｑ６をパルス幅変調信号（ＰＷＭ信号）Ｈ４、Ｈ５、Ｈ６として供給し、演算部７１によってＰＷＭ信号のパルス幅（デューティ比）を変化させることによってモータ６への電力供給量を調整し、モータ６の起動／停止と回転速度を制御する。

[0042] ここで、ＰＷＭ信号は、スイッチング素子６６によって構成されるインバータ回路の正極側スイッチング素子６６のＱ１～Ｑ３または負極側スイッチング素子６６のＱ４～Ｑ６の何れか一方に供給され、スイッチング素子６６のＱ１～Ｑ３またはスイッチング素子６６のＱ４～Ｑ６を高速スイッチングさせることによって整流回路６７の直流電圧から各固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗに供給する電力を制御する。尚、本実施例では、負極側スイッチング素子６６のＱ４～Ｑ６にＰＷＭ信号が供給されるため、ＰＷＭ信号のパルス幅を制御す

ることによって各固定子巻線Ｕ、Ｖ、Ｗに供給する電力を調整してモータ６の回転速度を制御することができる。尚、ＰＷＭ信号は正極側スイッチング素子６６のＱ１～Ｑ３に印加しても良い。

[0043] 作業者によりスイッチレバー５１が操作されると、それによって可動アーム５２が矢印の方向に移動する。その移動状態は、可動アーム５２に設けられた磁石５３の位置をホールＩＣ５５又はホールＩＣ５６によって検出することにより演算部７１は検出することができる。ホールＩＣ５５に磁石５３が近接している場合（図９の状態）では、ホールＩＣ５５の出力がＨｉｇｈとなり、ホールＩＣ５６の出力がＬｏｗとなる。従って、第一検出回路７５はその状態を検出して演算部７１に出力する。一方、磁石５３がホールＩＣ５６側に近接するように移動された場合（図２の状態）では、ホールＩＣ５６の出力がＨｉｇｈとなり、ホールＩＣ５５の出力がＬｏｗとなる。従って、第二検出回路７６はその状態を検出して演算部７１に出力する。このように演算部７１は、２つのホールＩＣ５５、５６の出力を検出することによりトリガスイッチの状態を電気的に検出することが可能となる。しかも、ホールＩＣを１つで制御するのでは無くて、２つ用いて検出をするので信頼性の高いスイッチ機構が実現できる。

[0044] 図１０は図１のスイッチ機構５０の構成を説明するための部分断面図である。スイッチ機構５０は大きく分けて、外部に露出した操作部と、操作部の動きを検出する検出部との２つの主要部分により構成される。操作部は、スイッチレバー５１と、スイッチレバー５１に連結されスイッチレバー５１の操作によって前後方向に移動する可動部を有し、可動アーム５２の後端にはホールＩＣ５５又は５６に作用する磁界を発生させる磁石５３が取り付けられる。スイッチレバー５１は矢印５９ａのように前後方向に移動可能とされ、前方向に移動した状態がスイッチＯＮであり、後ろ方向に移動した状態がスイッチＯＦＦである。可動アーム５２の一部に下方向に直角に延びるスプリング保持部５２ｂが形成され、モータハウジング２に形成された取付部２ｃとの間にスプリング５４が設けられる。この際、スプリング５４が所定位置

から脱落しないように保持することが重要である。可動アーム５２はスプリング５４を介してモータハウジング２に接続されており、スプリング５４によって可動アーム５２が後方に移動するように付勢される。スイッチレバー５１は、上面にやや弓状の傾斜であって、横方向に延びる微小間隔の溝が複数形成された把持面５１ａが形成され、下方向には可動アーム５２の先端付近に形成される貫通穴５２ａに嵌合される突出部５１ｂが形成される。突出部５１ｂはモータハウジング２の貫通穴２ｂを介して、モータハウジング２の外側から内側にまで延びるように配置される。貫通穴２ｂは前後方向に所定の大きさを有するので、スイッチレバー５１が矢印５９ａの方向に移動することを許容する。

[0045] スイッチレバー５１は側面視で略Ｔ字状に形成され、後端部分を矢印５９ｂのように押下しないと前方側には移動できないように構成される。作業者は、スイッチをオンにする際にはスイッチレバー５１の後半部分を矢印５９ｂの方向に押し下げながら前方に移動させる。スイッチレバー５１の前方側の下面には、凹部５１ｃが形成され、その凹部５１ｃがモータハウジング２に形成された凸部２ｄと係合することによりスイッチレバー５１がオン状態を維持することができる。このようにしてスイッチレバー５１のオンロック機能が実現される。スイッチをオフにする場合は、スイッチレバー５１の後端を矢印５９ｂの様に下方に押すことにより、凸部２ｄと凹部５１ｃの係合状態が解消されるので、スプリング５４の復帰力によってスイッチレバー５１は元の位置（図１０で示す位置）に復帰し、スイッチがオフの状態になる。

[0046] 可動アーム５２の後端付近は、磁石５３を保持するために上下方向の厚さが厚くなった保持部５２ｃが形成される。保持部５２ｃの下面には凹部が形成され、そこに磁石５３が設けられる。磁石５３は接着しても良いし、圧入等の任意の固定方法によって可動アーム５２に固定されるように構成しても良い。スイッチレバー５１の前後方向の移動に伴い可動アーム５２が連動して前後方向に動く結果、磁石５３は後ろ側の位置（図１０で示す位置）から、前側の位置まで移動する。この後側の位置と前側の位置に対応する位置に、

ホールＩＣ５５とホールＩＣ５６が配置される。ホールＩＣ５５、５６はケーシング６１の上方壁６１ａを隔てるようにしてケーシング６１の内部に配置される。尚、磁石５３は制御回路側隔離領域（図４参照）の外側に位置することになるが、磁石５３が稼働する部分を冷却風に晒されないように遮風板で覆うように構成したり、可動アーム５２をモータ側隔離空間及び制御回路側隔離領域とは独立した第三の隔離空間内に配置するように構成しても良い。次に、図１１を用いて磁石５３とホールＩＣ５５、５６との位置関係を説明する。

[0047] 図１１は、磁石５３とホールＩＣ５５、５６との位置関係を示す図であって、（１）はスイッチがオフ状態の時であり、（２）はスイッチがオン状態の時の状態を示している。可動アーム５２の後端付近は、厚さＴとなるように肉厚に形成され、その下面側に凹部５２ｄが形成される。（１）に示すオフ状態においては、磁石５３の後端位置がホールＩＣ５５の後端位置と一致するように配置される。また（２）に示すオン状態においては、磁石５３の前端位置がホールＩＣ５５の後端位置と一致するように配置される。このように形成したことにより、磁石のストローク量Ｓは、ホールＩＣ５５、５６の中心位置間の距離Ｄよりも短い関係になる。また、ホールＩＣ５５、５６の間隔ｄは、磁石５３の長さＬよりも長くなるようにした。このように配置することによって、磁石５３が一方のホールＩＣと対向する位置にあるときに、他のホールＩＣに磁界の影響を与えることを効果的に排除できるので、誤動作の少ないスイッチ機構を実現できる。

[0048] 次に図１２を用いて本実施例のスイッチ機構５０を用いたモータ６の起動制御手順を説明する。図１２に示すフローチャートは、例えば、演算部７１に含まれるマイコンが、コンピュータプログラムを実行することによって実現できる。

[0049] 図１２において、電動工具１の電源コード２８が図示しないＡＣコンセントに接続されると整流回路６７に電源が供給され、整流回路６７に接続される制御回路用の電源となる低電圧電源回路（図示せず）に電源が供給されるこ

とにより演算部７１に含まれるマイコンが起動する（ステップ９１）。

[0050] 次に、マイコンは、第一ホールＩＣ５５の出力信号がＨｉｇｈであるかを検出する（ステップ９２）。ここで、第一ホールＩＣ５５の出力は、磁石５３が近接している際にＨｉｇｈとなり、離れている際にＬｏｗとなる。例えば図１に示すようにスイッチレバー５１がＯＦＦ状態の位置にあるときは、磁石５３は第一ホールＩＣ５５に対向する近接位置にあるため、第一ホールＩＣ５５の出力はＨｉｇｈとなる。ステップ９２で、出力信号がＨｉｇｈである場合は次にステップ９３に進むが、Ｌｏｗのままの場合、つまり、スイッチレバー５１（図３参照）がＯＮ状態の位置にあるときは、ステップ９２から次にステップに進まない。このことは、モータ６の起動は、スイッチレバー５１がＯＦＦ状態の位置にあることを確認できた場合で無いと行われないことを意味する。従って、ステップ９２に動作を行うことにより、スイッチレバー５１をＯＮ状態のまま電源コード２８を接続することによる、突然の砥石２９の回転などの現象が起こることを確実に防止できる。

[0051] 次にステップ９３において、マイコンは第二ホールＩＣ５６の出力がＬｏｗであるかを検出する。ここで、第二ホールＩＣ５６の出力は、第一ホールＩＣ５５の出力と同様に磁石５３が近接している際にＨｉｇｈとなり、離れている際にＬｏｗとなる。従って、ステップ９３で、出力信号がＬｏｗである場合は次にステップ９４に進むが、Ｈｉｇｈのままの場合、つまり、スイッチレバー５１（図３参照）がＯＮ状態の位置にあるときは、ステップ９３から次にステップに進まない。このようにしてステップ９２と９３において、マイコンは、第一ホールＩＣ５５と第二ホールＩＣ５５を用いてスイッチレバー５１が確実にＯＦＦの状況（図３で示す位置）にあるかを検出し、ＯＦＦ状態判定処理８８では「スイッチレバー５１がＯＦＦ状態にあるかの検出を行う。

[0052] 次に、ＯＦＦ状態にあったスイッチレバー５１がＯＮ状態に移行されたかの検出、即ちＯＮ状態判定処理８９を行う。最初にマイコンは、第一ホールＩＣ５５がＬｏｗ状態になったかを判定する（ステップ９４）。ここでＨｉｇ

ｈ状態であるときはＬｏｗ状態になるまでステップ９４にとどまることになる。ステップ９４でＬｏｗ状態になったことを検出できたら、次にマイコンは第二ホールＩＣ５６がＨｉｇｈ状態になったかを検出する（ステップ９５）。このように、ＯＮ状態判定処理８９においては、２つのホールＩＣの検出値に矛盾がなくて、双方の検出値が正しいと判断された場合にモータ６の起動を行う（ステップ９６）。

[0053] モータ６が起動すると、マイコンは第一ホールＩＣ５５と第二ホールＩＣ５６の出力を監視する事によってスイッチレバー５１が操作されたかどうかを検出する。まずマイコンは、第二ホールＩＣ５６の出力がＨｉｇｈであるかどうかを判定する（ステップ９７）。ここで、Ｈｉｇｈであるということは、磁石５３が第二ホールＩＣ５６に正対している状態であり、スイッチレバー５１がＯＮの位置にあるのでステップ９８に進む。ステップ９８では、マイコンは第一ホールＩＣ５５の出力がＬｏｗであるかを検出する。第一ホールＩＣ５５の出力がＬｏｗであることは、磁石５３が第一ホールＩＣ５５に正対していない状態であり、２つのホールＩＣ５５、５６の出力により、スイッチレバー５１が確実にＯＮ状態であることが判断できるので、ステップ９７に戻る。このようにして、スイッチレバー５１がＯＮ状態のときは、マイコンは２つのホールＩＣ５５、５６の出力を監視することによりスイッチレバー５１が操作されたかどうかを判定する。

[0054] ステップ９８において、第一ホールＩＣ５５の出力がＬｏｗである場合は、第一ホールＩＣ５５と第二ホールＩＣ５６の出力が矛盾すること、つまりスイッチ機構５０又は演算部７１等に何らかの異常が発生したことを意味するので、ステップ９９に移行して直ちにモータ６の回転を停止させる（スイッチ機構５０の異常検出による異常停止）。一方、ステップ９７で第二ホールＩＣ５６の出力がＬｏｗになったと判断した場合は、ステップ９９に移行してモータ６の回転を停止させる（正常停止）。尚、ステップ９７からステップ９９へ移行する処理（Ｎｏの場合）において、これらのステップの間に第一ホールＩＣ５５の出力状態を検出して、２つのホールＩＣの出力値に矛盾

が無いかを比較した後にモータ６を止めるように制御しても良いが、モータ６を停止させる場合は一方のホールＩＣの出力結果だけで直ちに停止させるようにするほうが迅速にモータ６を停止できる。演算部７１は、ステップ９９にてモータ６の回転を停止させたら、ステップ９２に戻る。尚、図１２のフローチャートの処理は、マイコンへの電源供給がオフになるまで、例えば、電源コード２８からの電源供給が遮断されるか、あるいは、メインスイッチがある場合にはメインスイッチが遮断されるまでは継続して実行される。

[0055] 以上、本実施例のスイッチ機構５０によれば、機械的な接点を持たないホールＩＣ５５、５６を用いて電子的にスイッチングを行う、いわゆる電子スイッチに置き換えたことでスイッチ機構５０の信頼性を向上させて、小型化を図るとともに製品の製造原価の低減を図ることができる。このスイッチ機構５０は、スイッチングの接点が無いため故障しにくい上に、ホールＩＣ（５５，５６）を制御回路側の隔離領域内に設けたので、防塵性、防水性を向上させることができた。さらに、オフ状態検出用の第一ホールＩＣ５５と、オン状態検出用の第二ホールＩＣ５６を設け、これらの双方の出力を用いてモータ６のオンオフ制御を行うようにしたので、ホールＩＣのうちどちらが故障してもモータ６を停止するか、又は、モータ６の起動ができないように制御できるので、安全性を一層高めた電動工具を実現できた。さらに、モータ６を回転させる前に、スイッチレバー５１がオフ状態にあるかを複数のホールＩＣの出力にて確実に検出してから、それ以降のステップを実行するので、電源コード２８のプラグを商用電源のコンセントに差し込んだ瞬間にモータ６がいきなり起動するような動作を防止できる。

実施例 2

[0056] 図１３は本発明の第二の実施例に係るラビリンス機構付の電動工具の構造を示す部分断面図である。第二の実施例ではモータ６の前方側のカバー部材の構造を変更して、ラビリンス効果をより高めるようにしたものである。ここではバランスウェイトが設けられない代わりに防風板８６とカバー部材８５をバランサー部材として設け、これらの間に凹凸の隙間を複数段設けて、外

部から内部へのその微小間隔の合計長さが長くなるようにして流路抵抗を大きくし、外部から内部への空気の流れを実質的に遮断する非接触シール構造とした。防風板８６は内周側の貫通穴の回りに円筒状に形成される取付部８６ｄが形成され、円板部分８６ａの外周側において軸方向後方に延びるものであって、回転方向に連続した凸部である円筒部８６ｂと、その内側に同様に設けられる円筒部８６ｃが形成される。カバー部材８５は略円筒形であって、後側の開口部においてインシュレータ１１ｂの外周側にてステータコア８と当接する。カバー部材８５の内周側には、内周側に突出するように形成される円環部８５ａが形成され、円環部８５ａの径方向中央付近から前方側に延びる円筒部８５ｂと、円環部８５ａの径方向最内周位置から前方側に延びる円筒部８５ｃが形成される。ここで円筒部８５ｂ、８５ｃと円筒部８６ｂ、８６ｃはそれぞれ異なる外形を有し、それぞれが径方向に交互に位置するように配置される。防風板８６とカバー部材８５は製造の容易さから合成樹脂又は軽金属の一体成形にて製造すると良い。

[0057] 第二の実施例によれば、モータ６の前方側におけるシール性能が第一の実施例に比べて大幅に向上するので、モータ６の内部に鉄粉などの動作に悪影響を与える粉塵が入ることを効果的に抑制でき、電動工具の長寿命化に大きな貢献をすることができる。

[0058] 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、上述の実施例では、回路基板４４、５７及び制御基板６５を独立した基板としたが、独立としたのはそれぞれが検出対象となる磁石１４、５３が発生する磁界を良好に検出できるようにするためであるので、ホールＩＣによる磁界検出が精度良くできるように搭載できるならば、制御基板６５と同一の基板上にすべてのホールＩＣ４１～４３、５５～５６を搭載しても良い。また、上述の実施例においては電動工具１の例としてグラインダの例で説明したがグラインダだけに限られず、円筒状のハウジングを有し、モータ６の回転軸にセンサ磁石１４を設けるような電動工具であれば、その他

の任意のタイプの電動工具、例えばセーバソーやマルチカッタなどにおいても同様に適用できる。さらにスイッチ機構５０は、モータをオン又はオフさせるスイッチ手段を有する任意の電動工具においても同様に適用できる。

符号の説明

[0059] １…電動工具、２…モータハウジング、２ｂ…貫通穴、２ｃ…取付部、２ｄ…凸部、３…ギヤケース、３ｃ…貫通穴（風窓）、４…リヤカバー、６…モータ、７…ロータ、８…ステータコア、８ａ…凸部、８ｂ…外周面、９…磁石、１０…回転軸、１１ａ…インシュレータ、１１ｂ…インシュレータ、１２…コイル、１２ａ…リード線、１３…バランスウェイト、１４…センサ磁石、１５…カバー部材、１５ａ…開口部、１５ｂ…開口部、１５ｃ…テーパー部、１５ｄ…配線孔、１６…カバー部材、１６ａ…開口部、１６ｂ…開口部、１７…軸受、１８…軸受、１９…軸受保持部、１９ａ…リブ、１９ｂ…軸受ホルダ、１９ｃ…開口部分、１９ｄ…細径部、２０…冷却ファン、２１…軸受ホルダ、２２…傘歯車、２４…ネジ、２８…電源コード、２９…砥石、３１…スピンドル、３２…傘歯車、３３…軸受、３４…メタル、３５…スピンドルカバー、３６…ワッシャナット、４０…回転位置検出手段、４１～４３…ホールＩＣ、４４…回路基板、４５…リード線、４８…風窓、４９…風窓、５０…スイッチ機構、５１…スイッチレバー、５１ａ…把持面、５１ｂ…突出部、５１ｃ…凹部、５２…可動アーム、５２ａ…貫通穴、５２ｂ…スプリング保持部、５２ｃ…保持部、５２ｄ…凹部、５３…磁石、５４…スプリング、５５…ホールＩＣ、５６…ホールＩＣ、５７…回路基板、５８…リード線、６０…制御部、６１…ケーシング、６１ａ…上方壁、６１ｂ…前方壁、６１ｆ…段差部、６２…円筒部、６４…シリコン、６５…制御基板、６５…切り欠き部、６６…スイッチング素子、６７…整流回路、６９…電流検出回路、７１…演算部、７２…制御信号出力回路、７３…回転子位置検出回路、７４…回転数検出回路、７５…第一検出回路、７６…第二検出回路、７７…速度検出回路、７８…速度調整ダイヤル、８５…カバー部材、８５ａ…円環部、８５ｂ…円筒部、８５ｃ…円筒部、８６…防風板、８６ａ…円板

部分、８６ｂ…円筒部、８６ｃ…円筒部、８６ｄ…取付部、８８…ＯＦＦ状態判定処理、８９…ＯＮ状態判定処理、１０１…電動工具、１０２…モータハウジング、１０２ａ…把持部、１０３…ギヤケース、１０３ｃ…貫通穴、１０４…リヤカバー、１０６…モータ、１０７…ロータコア、１０８…ステータコア、１０９…磁石、１１０…回転軸、１１２…コイル、１１４…センサ磁石、１１７…軸受、１１８…軸受、１２０…冷却ファン、１２２…傘歯車、１３２…傘歯車、１２６…防御カバー、１２８…電源コード、１３１…スピンドル、１４１…ホールＩＣ、１４４…インバータ回路基板、１４８…風窓、１４９…風窓、１５１…電源スイッチ、１５２…樹脂カバー、１６５…制御回路基板、１６６…スイッチング素子、１６７…整流回路、１７１…コントローラ

請求の範囲

[請求項1] 巻線を有するステータと、前記ステータの内周側に位置し回転軸と共に回転するロータとを有するモータと、前記回転軸の後方側を軸支する第一の軸受と前方側を軸支する第二の軸受と、前記モータを収容するものであって吸引用及び排出口用の風窓を有するハウジングと、前記モータを冷却する冷却風を生成するために前記風窓から外気を吸引する冷却ファンと、を有し、前記冷却ファンによって前記モータの軸方向の一方側から他方側に風を流すようにした電動工具であって、前記第一の軸受を保持する軸受保持部を設け、前記軸受保持部と前記ステータとの間に、前記冷却風が前記ロータと前記ステータの間の空間を入らないようにするカバー部材を設けたことを特徴とする電動工具。

[請求項2] 前記カバー部材は筒状であって、前記軸受保持部側に第一の開口部を有し、前記ステータ側に第二の開口部を有し、前記第二の開口部は前記第一の開口部より大きく形成され、前記第一の開口部から前記第二の開口部に至るまでの外形は、テーパー状に形成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] 前記カバー部材は、前記モータの軸方向において、前記ステータと前記軸受保持部に挟持されることによって固定され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] 前記カバー部材と前記軸受保持部との接触面に凸部とそれに対応する凹部を設けて、これらを係合させたことを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項5] 前記第一の軸受の反モータ側に、前記第一の軸受の中心軸から外径位置までの全体を覆うキャップ手段を設けたことを特徴とする請求項２から４のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項6] 前記ステータの前記第二の軸受に近い側の端部に、前記ステータの外縁から前記回転軸又は前記ロータの外周近傍まで覆うことにより冷却

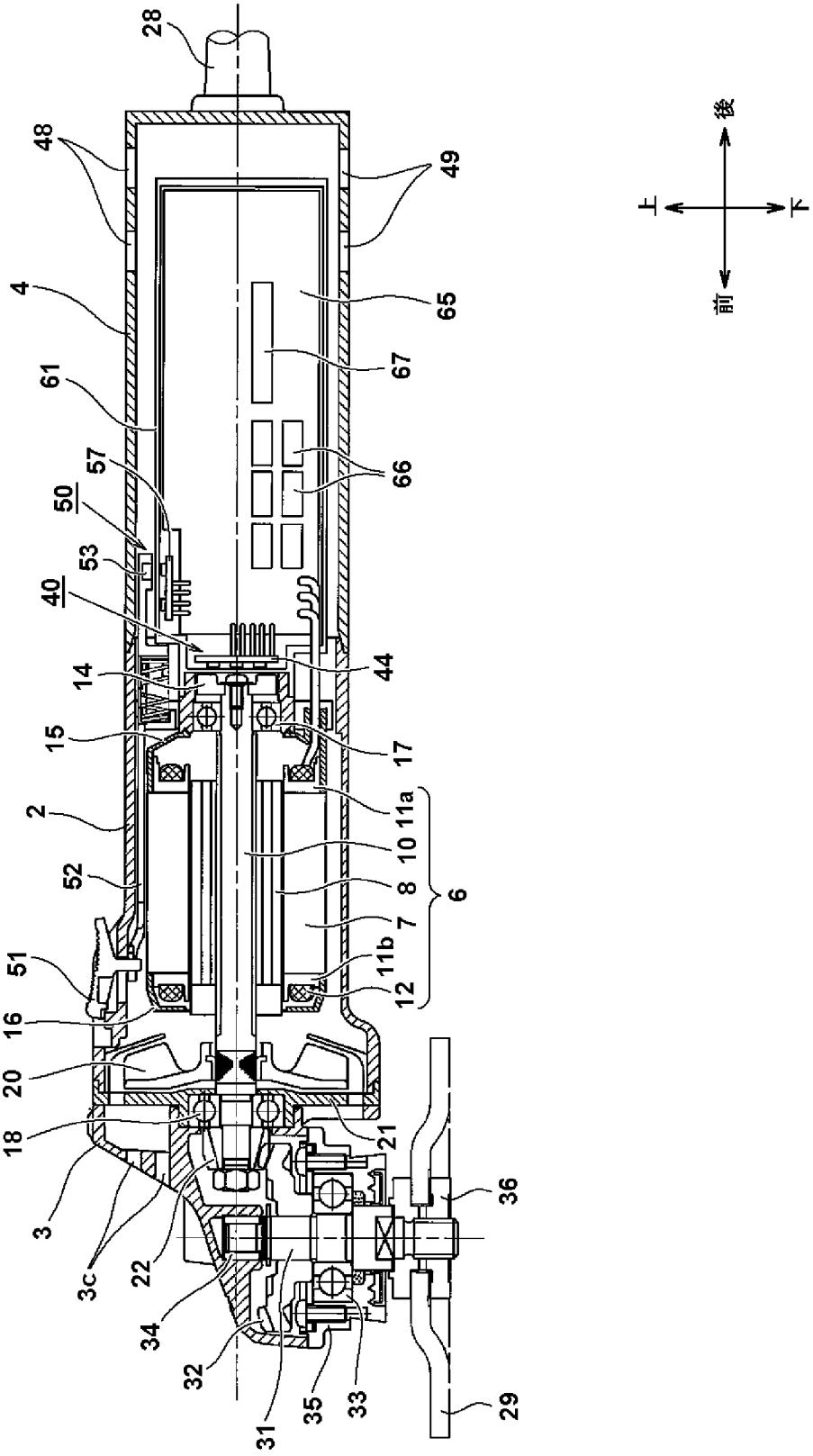
風が前記モータの内部空間に入ることを阻止する第二のカバー部材を設けたことを特徴とする請求項１から５のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項7] 前記第二のカバー部材には前記回転軸又は前記ステータの一部分を貫通させる円形の貫通穴が形成され、前記第二のカバー部材の内周側と、それに対面する前記回転軸又は前記ロータに凹凸部からなるラビリンス部を形成したことを特徴とする請求項６に記載の電動工具。

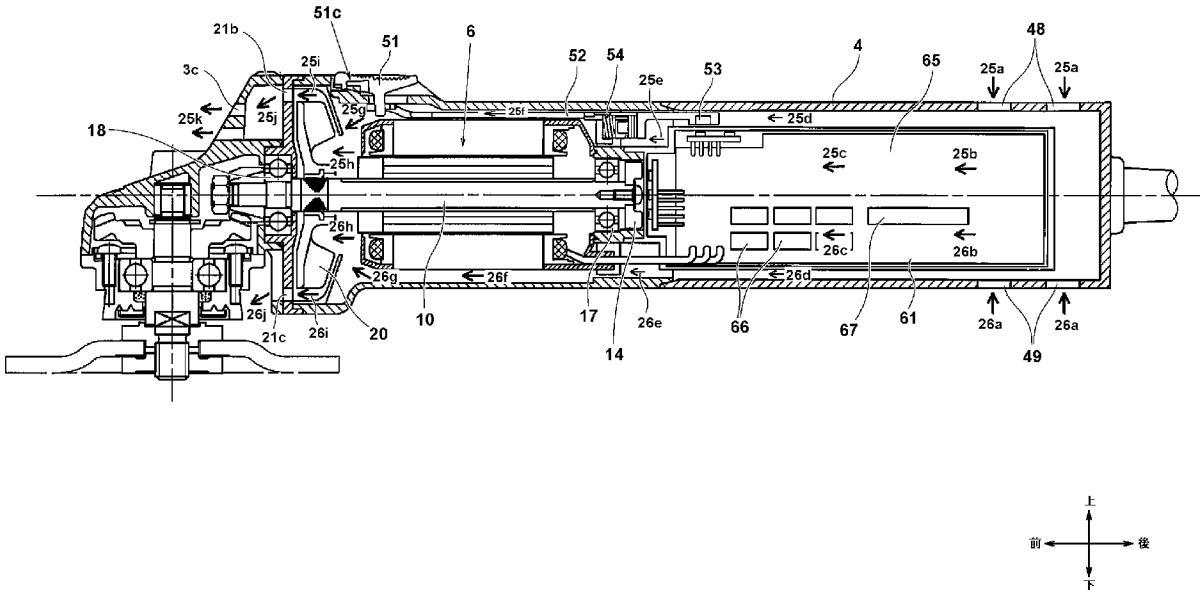
[請求項8] 前記カバー部材は、非磁性材料であることを特徴とする請求項７に記載の電動工具。

[請求項9] 前記ロータは、軸方向に積層される積層鉄心によって形成されるロータコアと、該ロータコアのスロットに配置される永久磁石と、前記ロータコアの前記第二の軸受側の端部に設けられるバランサー部材によって構成され、前記ラビリンス部は、前記第二のカバー部材と前記バランサー部材によって構成されることを特徴とする請求項８に記載の電動工具。

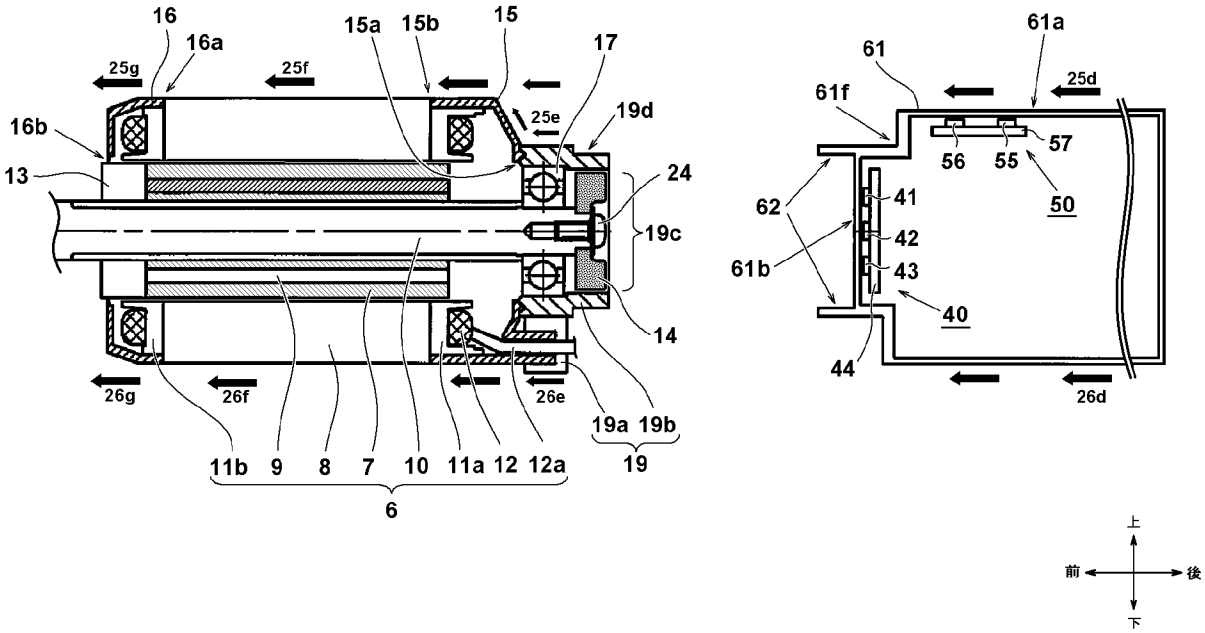
[図1]


28
48
49
4
65
67
61
66
57
50
53
40
44
14
15
17
2
11a
10
8
6
7
11b
12
52
51
16
20
18
21
36
3
3c
22
34
32
31
35
33
29
後
上
下
前

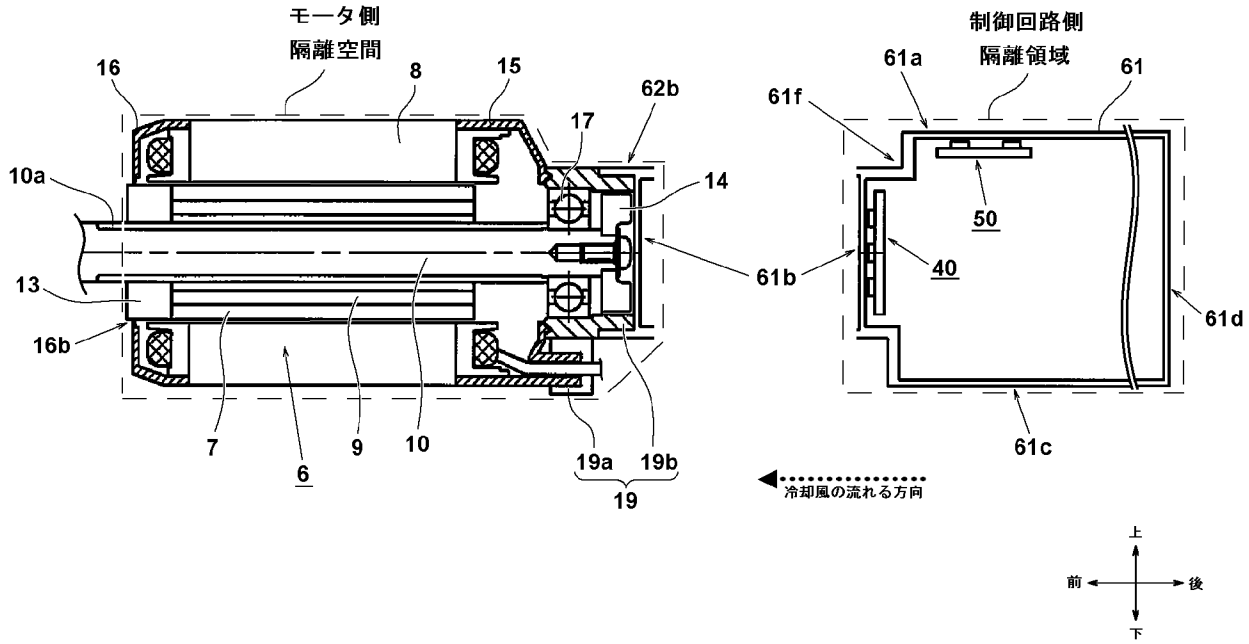
[図2]


51c
21b
51
6
52
54
53
4
65
48
25a
25a
3c
25i
25e
25k
25j
25g
25f
25d
18
25h
25c
25b
26h
26c
26b
26g
26f
26d
26j
21c
26i
20
10
17
26e
14
66
67
61
26a
26a
49
上
前
後
下

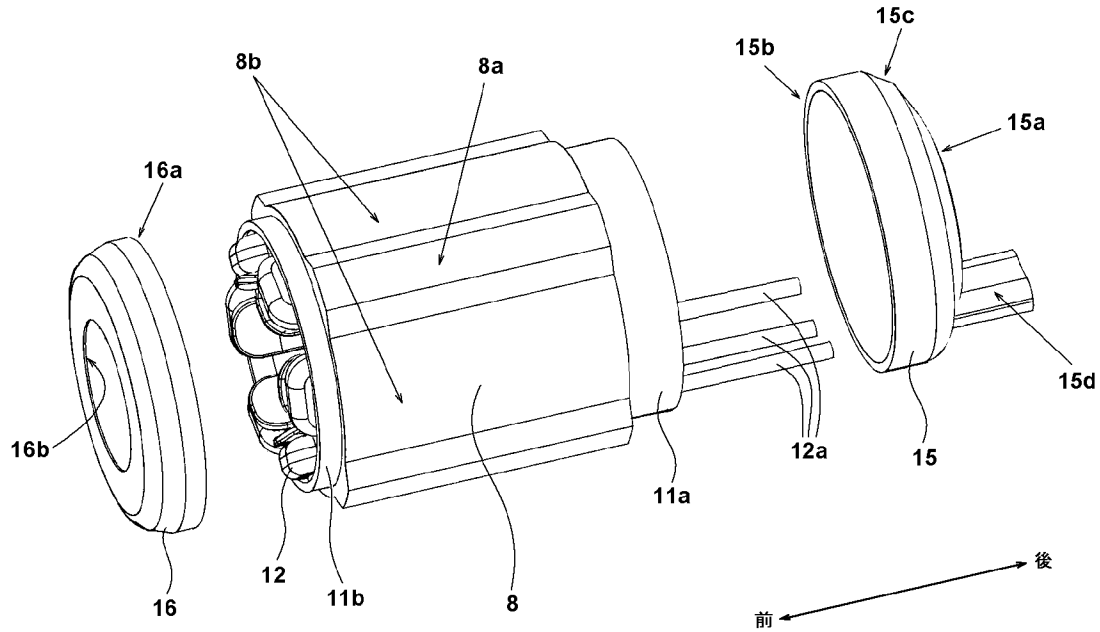
[図3]


16
16a
15a
15b
15
17
25g
25f
25e
19d
16b
13
24
19c
14
26g
26f
26e
19a 19b
19
11b 9 8 7 10 11a 12 12a
6
61a
61
61f
25d
57
56
55
50
62
41
42
61b
43
40
44
26d
上
前
後
下

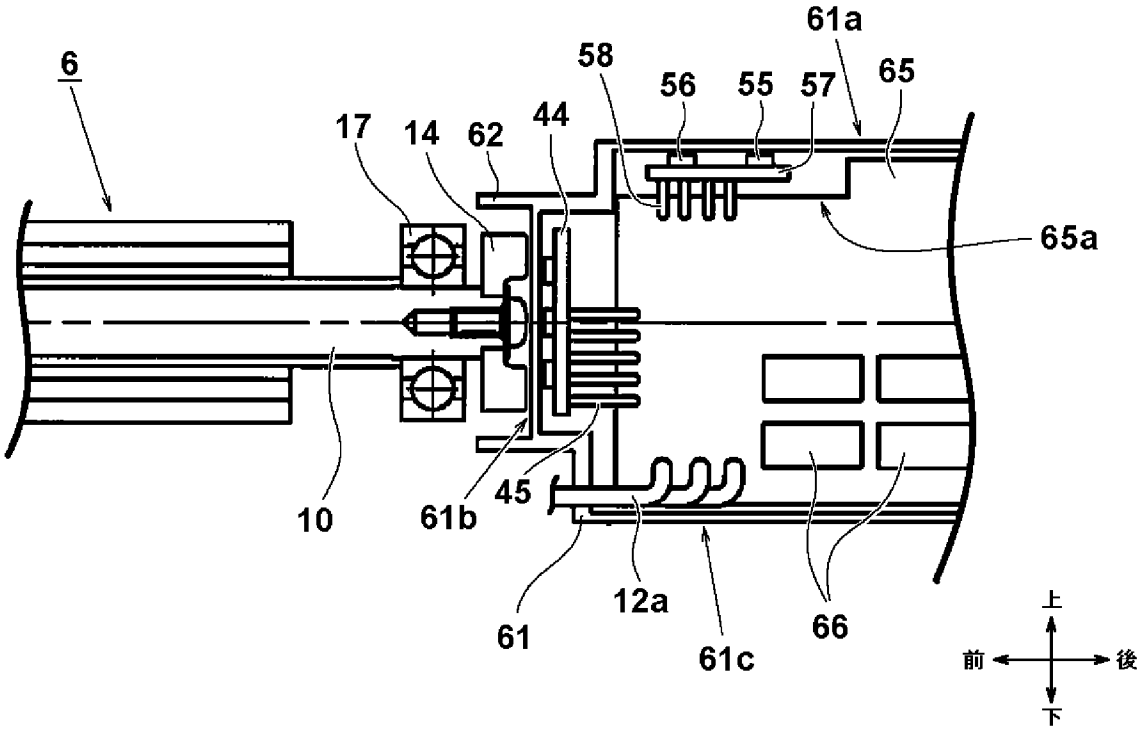
[図4]


モータ側
隔離空間
制御回路側
隔離領域
16
8
15
62b
17
61a
61
61f
10a
14
50
13
61b
40
61d
16b
7
6
9
10
19a
19b
19
61c
冷却風の流れる方向
上
前
後
下

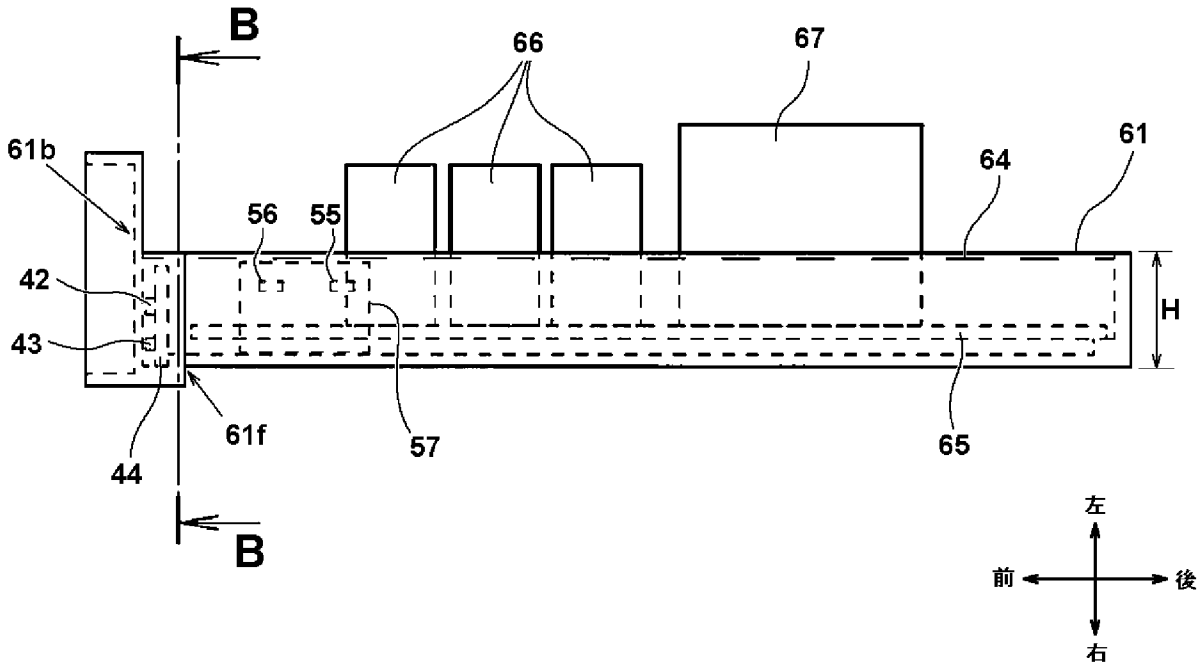
[図5]


15c
15b
8b
8a
15a
16a
16b
15d
12a
15
11a
12
11b
8
16
後
前

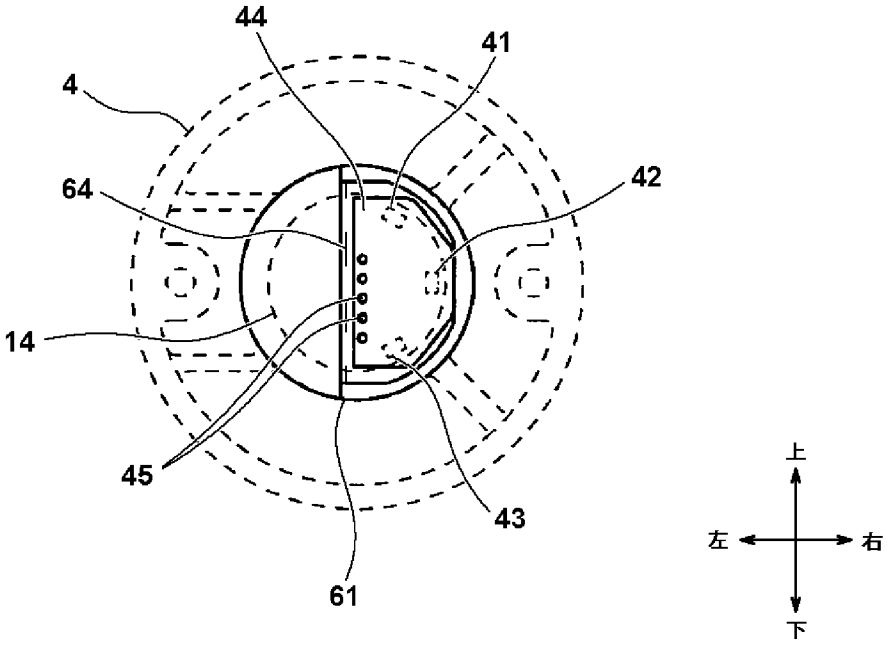
[図6]


6
61a
58
56
55
57
65
17
14
62
44
65a
10
61b
45
61
12a
61c
66
上
前
後
下

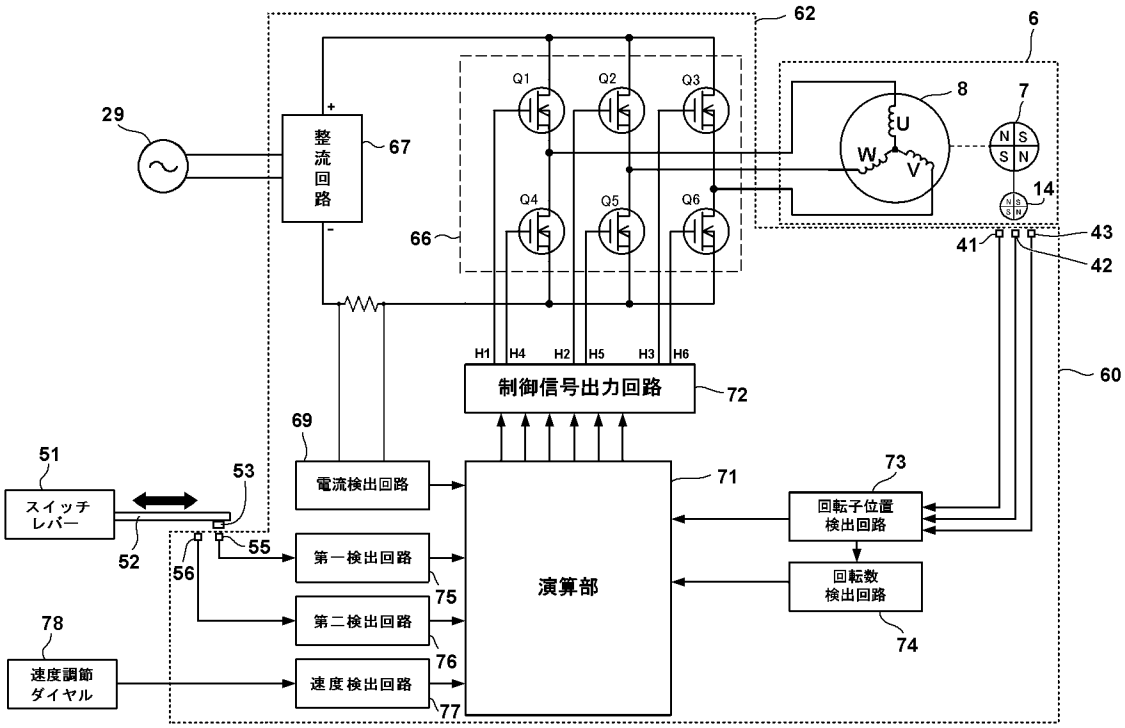
[図7]


B
66
67
61b
61
64
56
55
42
43
H
61f
44
57
65
B
左
前
後
右

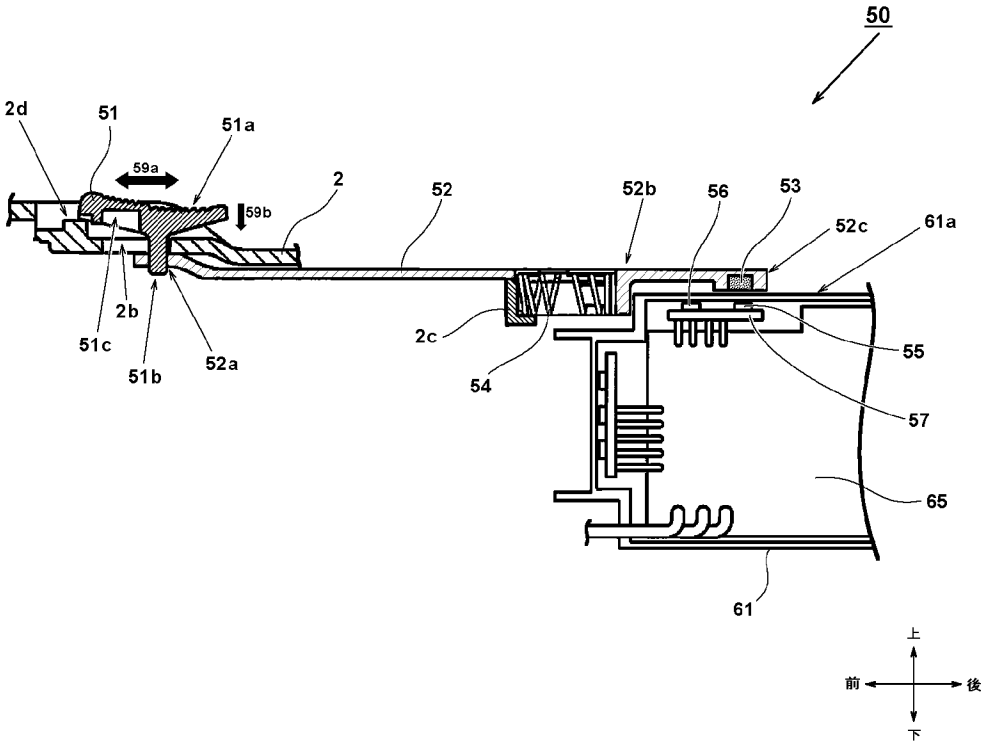
[図8]


44
41
4
64
42
14
45
43
61
上
左
右
下

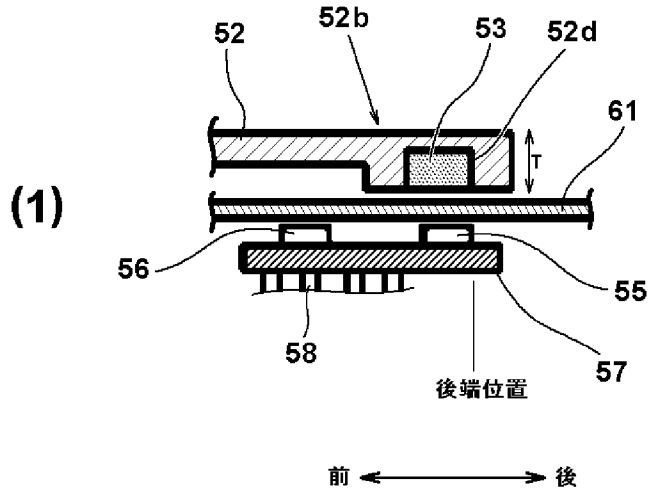
[図9]

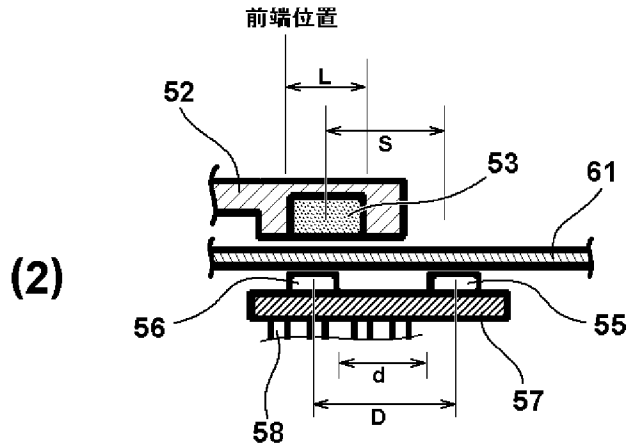

62
6
29
整流回路
67
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
66
8
7
U
W
V
N
S
14
43
41
42
H1
H4
H2
H5
H3
H6
制御信号出力回路
72
60
69
51
53
スイッチレバー
52
56
55
電流検出回路
第一検出回路
75
第二検出回路
76
速度検出回路
77
78
速度調節ダイヤル
71
演算部
73
回転子位置検出回路
回転数検出回路
74

[図10]

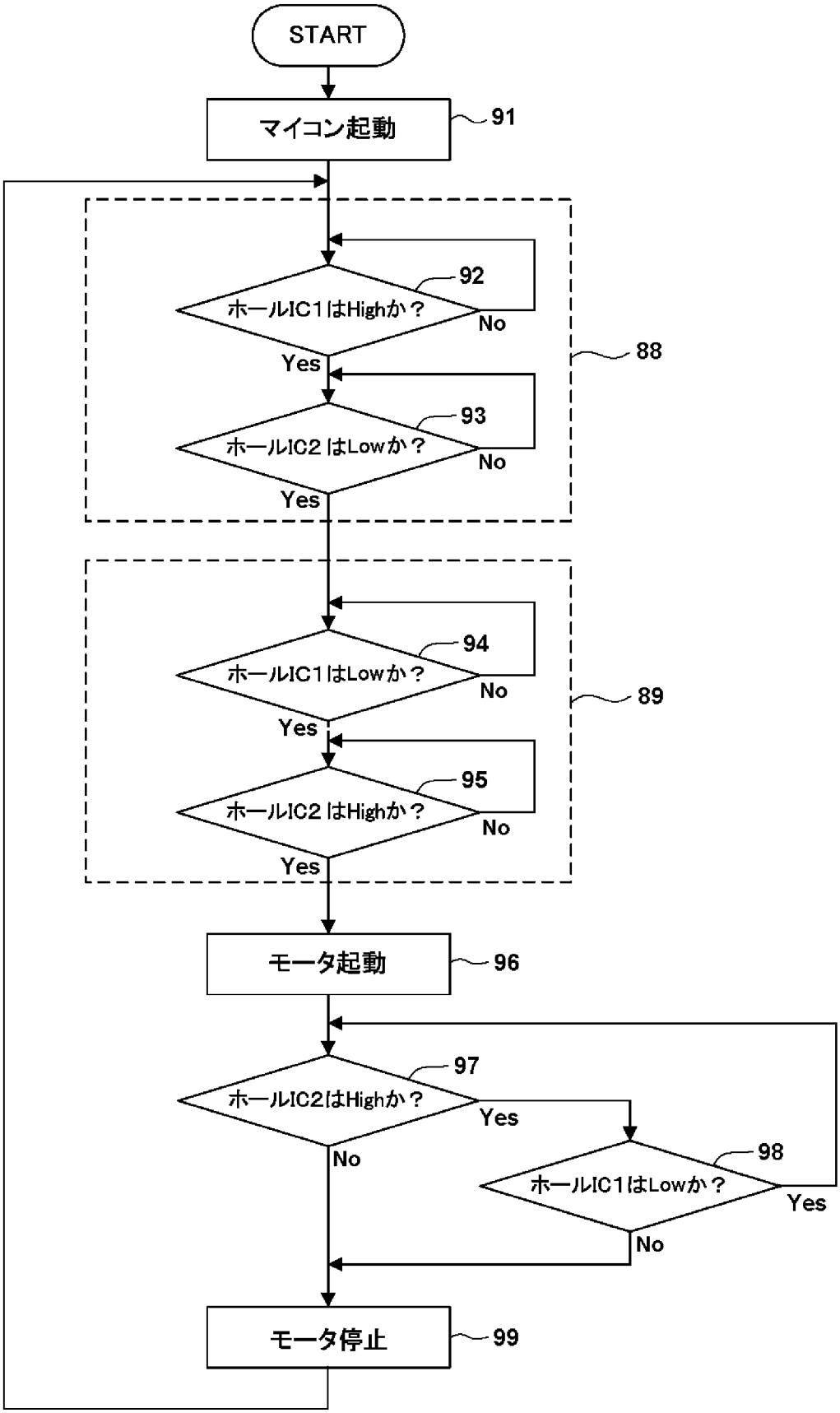

50
2d
51
51a
59a
59b
2
52
52b
56
53
52c
61a
2b
51c
51b
52a
2c
54
55
57
65
61
上
前
後
下

[図11]

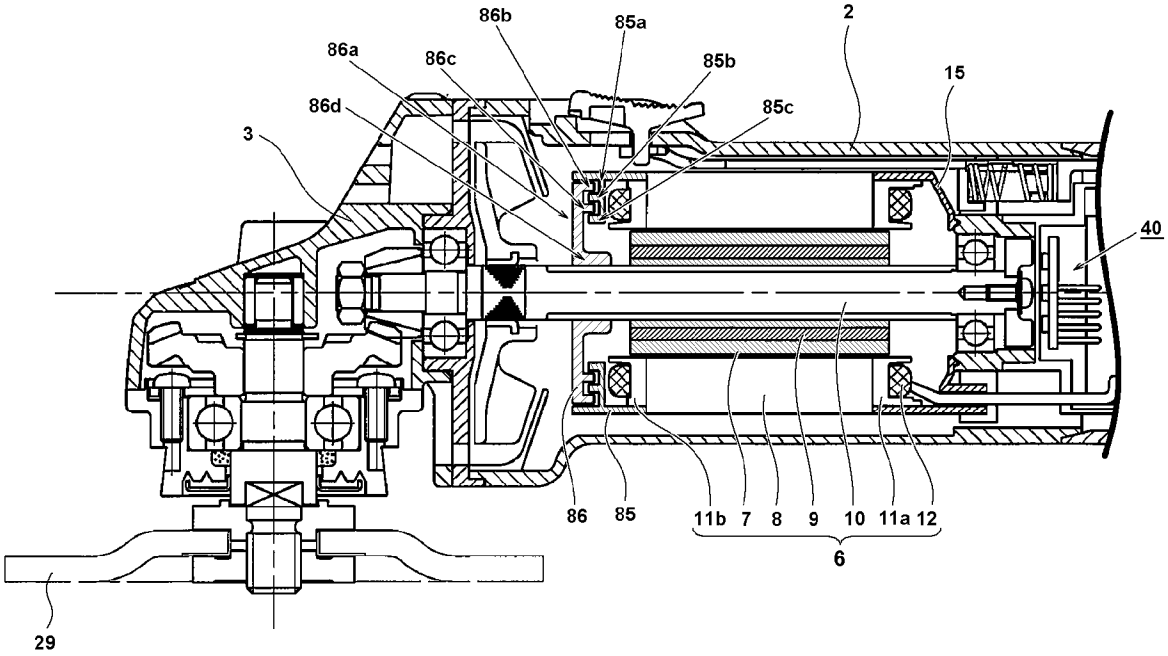

(1)
52
52b
53
52d
61
T
56
55
58
57
後端位置
前
後


(2)
前端位置
L
52
S
53
61
56
55
d
57
D
58

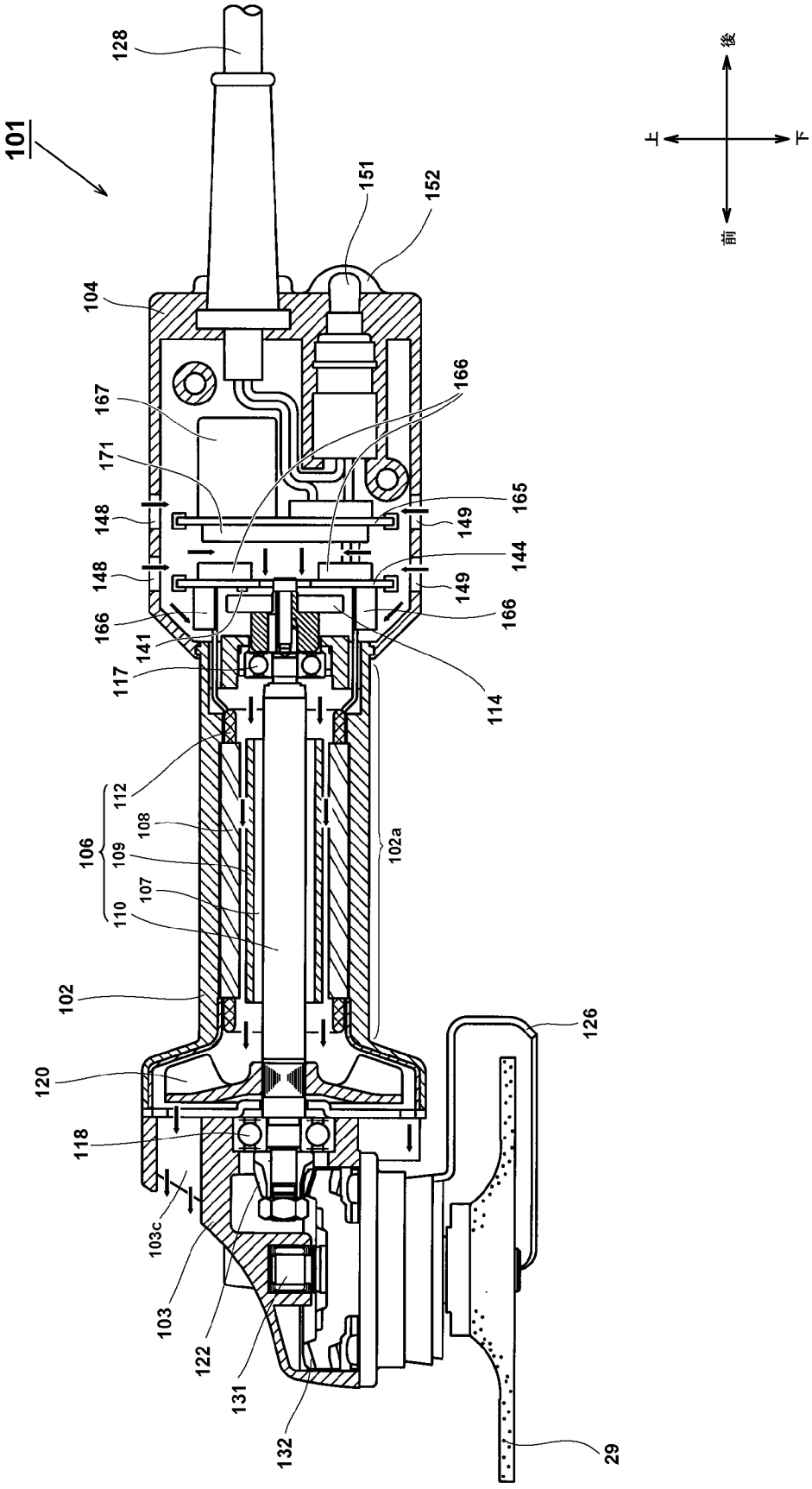
[図12]


START
マイコン起動
91
92
ホールIC1はHighか？
No
Yes
93
ホールIC2はLowか？
No
Yes
88
94
ホールIC1はLowか？
No
Yes
95
ホールIC2はHighか？
No
Yes
89
モータ起動
96
97
ホールIC2はHighか？
Yes
No
98
ホールIC1はLowか？
Yes
No
モータ停止
99

[図13]



[図14]


101
128
151
152
104
167
166
171
165
148
149
144
166
141
117
114
112
108
106
109
107
110
102a
102
126
120
118
103c
103
122
131
132
29
後
上
下
前

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/067725

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25F5/00(2006.01)i, *B24B23/02*(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)
B25F5/00, B24B23/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2004-322274 A (NIDEC Shibaura Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraphs [0015] to [0033]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-9
Y	JP 2008-296306 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraph [0029]; fig. 2 & US 2008/0265695 A1 & DE 102008020144 A & CN 101295897 A	1-9
Y	JP 2002-127048 A (NIDEC Shibaura Corp.),	5-9
A	08 May 2002 (08.05.2002), paragraph [0011]; fig. 1 (Family: none)	1-4

☒ 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	Date of mailing of the international search report
19 August 2015 (19.08.15)	01 September 2015 (01.09.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/067725

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-299606 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 14 November 1995 (14.11.1995), paragraph [0007]; fig. 1 to 3 (Family: none)	5-9 1-4
A	JP 61-199442 A (Dobson Park Industries PLC), 03 September 1986 (03.09.1986), entire text; fig. 1 to 10 & EP 192469 A2	1-9
A	JP 2007-196363 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text; fig. 1 to 16 (Family: none)	1-9
A	JP 2009-72880 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-9
A	JP 2012-139783 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 26 July 2012 (26.07.2012), entire text; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６７７２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25F5/00(2006.01)i, B24B23/02(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.　B25F5/00, B24B23/02

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2004-322274 A（日本電産シバウラ株式会社）2004.11.18, 段落【0015】-【0033】, 図1-5（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2008-296306 A（日立工機株式会社）2008.12.11, 段落【0029】, 図2 & US 2008/0265695 A1 & DE 102008020144 A & CN 101295897 A	1-9
Y	JP 2002-127048 A（日本電産シバウラ株式会社）2002.05.08, 段落【0011】, 図1（ファミリーなし）	5-9
A		1-4

☑　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	国際調査報告の発送日
１９．０８．２０１５	０１．０９．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｃ　３７１４
須中　栄治
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２２

Ｃ（続き）．　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 A	JP 7-299606 A（日立工機株式会社）1995.11.14，段落【0007】，図1-3（ファミリーなし）	5-9 1-4
A	JP 61-199442 A（ドブソン　パーク　インダストリーズ　パブリツク　リミテド　カンパニー）1986.09.03，全文，第1-10図 & EP 192469 A2	1-9
A	JP 2007-196363 A（日立工機株式会社）2007.08.09，全文，図1-16（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2009-72880 A（日立工機株式会社）2009.04.09，全文，図1-6（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2012-139783 A（日立工機株式会社）2012.07.26，全文，図1-8（ファミリーなし）	1-9