

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6288271号  
(P6288271)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

|                |              |                  |         |       |   |
|----------------|--------------|------------------|---------|-------|---|
| (51) Int.Cl.   |              | F I              |         |       |   |
| <b>B 2 5 F</b> | <b>5/00</b>  | <b>(2006.01)</b> | B 2 5 F | 5/00  | B |
| <b>B 2 5 F</b> | <b>5/02</b>  | <b>(2006.01)</b> | B 2 5 F | 5/00  | C |
| <b>B 2 4 B</b> | <b>23/02</b> | <b>(2006.01)</b> | B 2 5 F | 5/00  | G |
|                |              |                  | B 2 5 F | 5/02  |   |
|                |              |                  | B 2 4 B | 23/02 |   |

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2016-531271 (P2016-531271)  
 (86) (22) 出願日 平成27年6月19日(2015.6.19)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/067726  
 (87) 国際公開番号 W02016/002543  
 (87) 国際公開日 平成28年1月7日(2016.1.7)  
 審査請求日 平成28年9月5日(2016.9.5)  
 (31) 優先権主張番号 特願2014-135467 (P2014-135467)  
 (32) 優先日 平成26年6月30日(2014.6.30)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005094  
 日立工機株式会社  
 東京都港区港南二丁目15番1号  
 (74) 代理人 110001689  
 青稜特許業務法人  
 (72) 発明者 武田 祐貴  
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日  
 立工機株式会社内  
 審査官 須中 栄治

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】

ロータとステータを有するモータと、前記モータを収容するハウジングと、前記モータの回転のオン又はオフを行うスイッチ手段と、該スイッチ手段の操作に応じて前記モータへの電力供給を制御するコントローラと、前記コントローラを収容するケーシングと、を有する電動工具であって、前記スイッチ手段は、作業者の操作により可動する可動部と、該可動部に設けられる磁性体と、前記ケーシング内において前記磁性体の移動範囲に隣接して設けられる磁気検出手段を有し、前記磁気検出手段は、前記スイッチ手段が前記モータのON位置にある際に前記磁性体の近接を検出して前記コントローラに検出結果を出力することを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記磁気検出手段は、前記モータのOFF位置にある際に前記磁性体の近接を検出して前記コントローラに検出結果を出力する第1の磁気検出素子と、前記スイッチ手段が前記モータのON位置にある際に前記磁性体の近接を検出して前記コントローラに検出結果を出力する第2の磁気検出素子を有す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】

前記コントローラは前記モータの起動時において、前記第1の磁気検出素子の検出結果に基づいて、スイッチがOFF位置にあることを検出し、その後、前記第2の磁気検出素子の検出結果に基づいて、スイッチがON位置にあることを検出したら前記モータへの電力の供給を開始す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】

前記コントローラは、前記モータの回転時において、前記第 2 の磁気検出素子が前記磁性体の近接を検出している際に、前記第 1 の磁気検出素子が前記磁性体の近接を検出した場合には、前記モータへ電力供給を停止させることを特徴とする請求項 3 に記載の電動工具。

## 【請求項 5】

前記コントローラは、前記モータの回転時に前記第 2 の磁気検出素子が前記磁性体の近接を検出しなくなったら、前記モータへ電力供給を停止させ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】

前記可動部に、スイッチがオン状態で維持可能なオンロック機構を設けたことを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の電動工具。

## 【請求項 7】

前記スイッチ手段は、前記可動部が前記ハウジングの長手方向と平行に移動することで、ON 位置、OFF 位置に変更される構成であり、前記第 1 の磁気検出素子及び第 2 の磁気検出素子は、前記ハウジングの長手方向に並ぶように配置されることを特徴とする請求項 2 から 6 のいずれか一項に記載の電動工具。

## 【請求項 8】

前記モータ及び前記コントローラは、前記ロータを回転可能に支持する軸受を挟むように配置され、前記可動部は前記スイッチ手段の操作部と、該操作部に連動して動くアーム部により構成され、前記操作部は前記軸受に対して前記モータ側であって前記ハウジングから外部に露出するように設けられ、前記磁性体は前記アーム部の前記軸受に対して前記モータ側とは反対側の前記コントローラ側であって前記ハウジングの内部に設けられることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の電動工具。

## 【請求項 9】

前記磁性体は前記ハウジングと前記ケーシングの間の空間に配置されることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の電動工具。

## 【請求項 10】

前記モータの回転軸に取り付けられ前記ロータと一体に回転する冷却ファンを有し、前記冷却ファンは前記ハウジングに設けられた風窓から外気を吸引して冷却風を発生させ、前記ケーシングの内部に樹脂を充填することにより前記磁気検出手段を前記冷却ファンの風路から隔離したことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の電動工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【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、スイッチ機構の接点を無くして、故障しにくく耐久性を高め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 を收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 12

10

20

30

40

50

2と132からなる駆動伝達手段を收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が收容される。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106を冷却している。一方、スイッチ手段は、冷却に必要なスイッチング素子166、コントローラ171、整流回路167等を避けて配置するために、リヤカバー104の後方側に電源スイッチ151のレバーが突出するように配置している。ここでは電源スイッチ151のリヤカバー104から外部に露出する部分(スイッチレバー部)を、可撓性の樹脂カバー152にて覆うことにより電源スイッチ151の接点部分に水や粉塵が付着することを防止している。しかし、図14のスイッチ機構ではスイッチレバー部が把持部から離れた後方部分にあるため、操作性が良くない。スイッチ機構の操作性を上げるためには、スイッチレバーを把持部付近に設ければ良いが、その場合はモータハウジングの形が太くなって使いにくくなってしまふ恐れがある。

【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、非接触式の電子スイッチを用いることで小型化を図り、把持部分付近の使いやすい箇所に搭載可能としたスイッチ手段を有する電動工具を提供することにある。

【0007】

本発明の他の目的は、複数の磁気検出手段を用いることで誤動作を無くして信頼性を高め、耐久性を高めたスイッチ手段を有する電動工具を提供することにある。

10

20

30

40

50

## 【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、ロータとステータを有するモータと、モータを収容するハウジングと、モータの回転のオン又はオフを行うスイッチ手段と、スイッチ手段の操作に応じてモータへの電力供給を制御するコントローラと、コントローラを収容するケーシングと、を有する電動工具であって、スイッチ手段は、作業者の操作により可動する可動部と、該可動部に設けられる磁性体と、ケーシング内において磁性体の移動範囲に隣接して設けられる磁気検出手段を有し、磁気検出手段はスイッチ手段がモータのON位置にある際に磁性体の近接を検出してコントローラに検出結果を出力するように構成した。磁気検出手段は、スイッチ手段がモータのOFF位置にある際に磁性体の近接を検出する第1の磁気検出素子と、スイッチ手段がモータのON位置にある際に磁性体の近接を検出してコントローラに検出結果を出力する第2の磁気検出素子を有する。

10

## 【0009】

本発明の他の特徴によれば、コントローラはモータの起動時において、第1の磁気検出手段の検出結果に基づいてスイッチがOFF位置にあることを検出し、その後、第2の磁気検出手段の検出結果に基づいてスイッチがON位置にあることを検出し、双方が確認できたらモータへの電力の供給を開始するようにした。この構成のため、スイッチがON状態のまま電源コードを接続したり、バッテリーを装着したりしても突然モータが回り出すという誤動作を防止できる。また、コントローラはモータの回転時において、第2の磁気検出手段が磁性体の近接を検出している際に、第1の磁気検出手段が磁性体の近接を検出した場合には、モータへ電力供給を停止させるようにしたので、磁気検出手段の故障や何らかの異常発生を速やかに検出することができる。本発明のさらに他の特徴によれば、コントローラは、モータの回転時に第2の磁気検出手段が磁性体の近接を検出しなくなったら、モータへ電力供給を停止させる。また、スイッチ手段は、可動部がハウジングの長手方向と平行に移動することで、ON位置、OFF位置に変更される構成であり、第1の磁気検出手段及び第2の磁気検出手段は、ハウジングの長手方向に並ぶように配置される。可動部にスイッチがオン状態で維持可能なオンロック機構を設けると良い。

20

## 【0010】

本発明のさらに他の特徴によれば、モータ及びコントローラは、ロータを回転可能に支持する軸受を挟むように配置され、可動部はスイッチ手段の操作部と、該操作部に連動して動くアーム部により構成され、操作部は軸受に対してモータ側であってハウジングから外部に露出するように設けられ、磁性体はアーム部の軸受に対してモータ側とは反対側のコントローラ側であってハウジングの内部に設けられる。また、磁性体はハウジングとケーシングの間の空間に配置される。本発明のさらに他の特徴によれば、モータの回転軸に取り付けられロータと一体に回転する冷却ファンを有し、冷却ファンはハウジングに設けられた風窓から外気を吸引して冷却風を発生させ、ケーシングの内部空間に樹脂を充填することにより磁気検出手段は冷却ファンの風路から隔離される。

30

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明によれば、スイッチ手段を、スイッチレバーと連動して移動する磁性体と、磁性体の移動範囲に隣接して設けられる第1及び第2の磁気検出手段によって構成したので、小型軽量化が可能となる上に、機械的な接点をもたないので長期にわたる使用においても金属摩擦の恐れがなく、長寿命化を実現できた。また、磁気検出手段を複数組用いてスイッチレバーの可動状況を検出するので、スイッチ手段の誤動作を防止できる信頼性の高い電動工具を実現できた。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。

40

## 【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。

50

【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。

10

【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 IC 55、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】

20

【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。

30

40

【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】

50

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。

10

#### 【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 100 mm 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、用いる砥粒の種類を選択により金属、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。

20

#### 【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。

30

#### 【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る。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。

40

#### 【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

50

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 IC 41 ~ 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 25 a、26 a の方向に外気が吸引される。矢印 25 a 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 25 b、25 c、25 d のように流れて矢印 25 e のように、軸受 17 付近に至る。軸受 17 の外周部分ではリブ 19 a (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 25 f のように流れ、モータ 6 の前方側で矢印 25 g のように回転軸 10 方向に集まった後に矢印 25 h 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 25 i 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過して矢印 25 j のようにギヤケース 3 側の内部空間に流入し、矢印 25 k のようにギヤケース 3 の前方側に形成された貫通穴 3 c を介して外部に排出される。ここで、風窓 3 c 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 26 a のように吸引された外気は、ケーシング 61 の周囲を矢印 26 b、26 c、26 d のように流れて矢印 26 e のように、軸受 17 の外周部分を通過して、リブ 19 a (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 26 f のように流れ、モータ 6 の前方側で矢印 26 g のように回転軸 10 方向に集まった後に矢印 26 h のように冷却ファン 20 に流入し、矢印 26 i 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 21 c を通って矢印 26 j のように外部に排出される。ここで、矢印 25 b ~ 25 g、26 b ~ 26 i の空気流は明確に分離されているわけではなく、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

10

20

30

40

50

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

#### 【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 IC 41 ~ 43 が設けられる。ホール IC 41 ~ 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 IC 141 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 IC 55、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 IC 55、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 IC 55、56 に作用するようにした。

#### 【0027】

10

20

30

40

50



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。

10

**【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。

20

30

**【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)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。

40

**【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。パ

50

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、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。

10

#### 【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ため、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。

20

30

#### 【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

40

50

にテーパ状に広がる部分（テーパ部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の内部に收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が收容される。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收容部分が形成され、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收容するには、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

10

20

30

40

50

ても良い。このようにスイッチング素子 6 6 と整流回路 6 7 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 6 1 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 6 1 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。

#### 【 0 0 3 6 】

本実施例ではさらに、ホール IC 5 5、5 6 を搭載する回路基板 5 7 と、ホール IC 4 1 ~ 4 3 を搭載する回路基板 4 4 についてもシリコン 6 4 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 6 4 にて固めることにより、センサ磁石 1 4 やスイッチ機構 5 0 の磁石 5 3 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 6 1 においては、段差部 6 1 f 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 6 1 f より前方側は回路基板 4 4 を格納することと軸受ホルダ 1 9 b 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。

#### 【 0 0 3 7 】

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 6 1 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 1 7 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 4 4 は 3 つのホール IC 4 1 ~ 4 3 を、周方向に回転角 6 0 ° の間隔で配置されるものであり、センサ磁石 1 4 に対応した略半円形の形状とされる。このため、ホール IC 4 1 ~ 4 3 はセンサ磁石 1 4 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 6 4 を充填して凝固させたあとには、ケーシング 6 1 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 6 5 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 6 1 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。

#### 【 0 0 3 8 】

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 6 0 ° 毎に配置された 3 つのホール IC 4 1 ~ 4 3 を有する。これらホール IC 4 1 ~ 4 3 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。

#### 【 0 0 3 9 】

演算部 7 1 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 7 1 は、速度検出回路 7 7 を介して検出された速度調整ダイヤル 7 8 によるモータ 6 の設定回転速度と、回転子位置検出回路 7 3 の出力信号に基づいて所定のスイッチング素子 6 6 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 7 2 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 7 4 は回転子位置検出回路 7 3 の出力からモータ 6 の回転数を算出して演算部 7 1 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 6 9 によって測定され、その値が演算部 7 1 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。

## 【 0 0 4 0 】

制御基板 6 5 ( 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 F E T などの 6 個のスイッチング素子 6 6 を含む。ブリッジ接続された 6 個のスイッチング素子 ( Q 1 ~ Q 6 ) 6 6 の各ゲートは、制御信号出力回路 7 2 に接続され、スイッチング素子 6 6 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 6 6 は、制御信号出力回路 7 2 から入力されたスイッチング素子駆動信号 ( H 4、H 5、H 6 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 6 7 からの直流電圧を 3 相 ( U 相、V 相及び W 相 ) 電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  として固定子巻線 U、V、W に電力を供給する。

## 【 0 0 4 1 】

スイッチング素子 6 6 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 6 6 の Q 4、Q 5、Q 6 をパルス幅変調信号 ( P W M 信号 ) H 4、H 5、H 6 として供給し、演算部 7 1 によって P W M 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。

## 【 0 0 4 2 】

ここで、P W M 信号は、スイッチング素子 6 6 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 6 6 の Q 1 ~ Q 3 または負極側スイッチング素子 6 6 の Q 4 ~ Q 6 の何れか一方に供給され、スイッチング素子 6 6 の Q 1 ~ Q 3 またはスイッチング素子 6 6 の Q 4 ~ Q 6 を高速スイッチングさせることによって整流回路 6 7 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 6 6 の Q 4 ~ Q 6 に P W M 信号が供給されるため、P W M 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、P W M 信号は正極側スイッチング素子 6 6 の Q 1 ~ Q 3 に印加しても良い。

## 【 0 0 4 3 】

作業によりスイッチレバー 5 1 が操作されると、それによって可動アーム 5 2 が矢印の方向に移動する。その移動状態は、可動アーム 5 2 に設けられた磁石 5 3 の位置をホール I C 5 5 又はホール I C 5 6 によって検出することにより演算部 7 1 は検出することができる。ホール I C 5 5 に磁石 5 3 が近接している場合 ( 図 9 の状態 ) では、ホール I C 5 5 の出力が H i g h となり、ホール I C 5 6 の出力が L o w となる。従って、第一検出回路 7 5 はその状態を検出して演算部 7 1 に出力する。一方、磁石 5 3 がホール I C 5 6 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 I C 5 6 の出力が H i g h となり、ホール I C 5 5 の出力が L o w となる。従って、第二検出回路 7 6 はその状態を検出して演算部 7 1 に出力する。このように演算部 7 1 は、2 つのホール I C 5 5、5 6 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氣的に検出することが可能となる。しかも、ホール I C を 1 つで制御するのでは無く、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。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 0 は図 1 のスイッチ機構 5 0 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 5 0 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 5 1 と、スイッチレバー 5 1 に連結されスイッチレバー 5 1 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 5 2 の後端にはホール I C 5 5 又は 5 6 に作用する磁界を発生させる磁石 5 3 が取り付けられる。スイッチレバー 5 1 は矢印 5 9 a 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 O N であり、後ろ方向に移動した状態がスイッチ O F F である。可動アーム 5 2 の一部に下方向に直角に延びるスプリング保持部 5 2 b が形成され、モータハウジング 2 に形成された取付部 2 c との間にスプリング 5 4 が設けられる。この際、スプリング 5 4 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 5 2 はスプリング 5 4 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 5

10

20

30

40

50

4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、横方向に伸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伸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

10

20

30

40

50

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 IC 55 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 IC 55 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 IC 55 に対向する近接位置にあるため、第一ホール IC 55 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、突然の磁石 29 の回転などの現象が起こることを確実に防止できる。

10

【0051】

次にステップ 93 において、マイコンは第二ホール IC 56 の出力が Low であるかを検出する。ここで、第二ホール IC 56 の出力は、第一ホール IC 55 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 IC 55 と第二ホール IC 55 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。

20

【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 IC 55 が Low 状態になったかを判定する（ステップ 94）。ここで High 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 IC 56 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、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）。

30

【0053】

モータ 6 が起動すると、マイコンは第一ホール IC 55 と第二ホール IC 56 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 IC 56 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 IC 56 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 IC 55 の出力が Low であるかを検出する。第一ホール IC 55 の出力が Low であることは、磁石 53 が第一ホール IC 55 に正対していない状態であり、2 つのホール IC 55、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 IC 55、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。

40

【0054】

ステップ 98 において、第一ホール IC 55 の出力が Low である場合は、第一ホール IC 55 と第二ホール IC 56 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

50

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。

10

#### 【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のうちどちらか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。

20

#### 【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。

30

40

#### 【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

50



では、回路基板 4 4、5 7 及び制御基板 6 5 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 1 4、5 3 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 6 5 と同一の基板上にすべてのホール IC 4 1 ~ 4 3、5 5 ~ 5 6 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 1 4 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 5 0 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。

10

【符号の説明】

【0059】

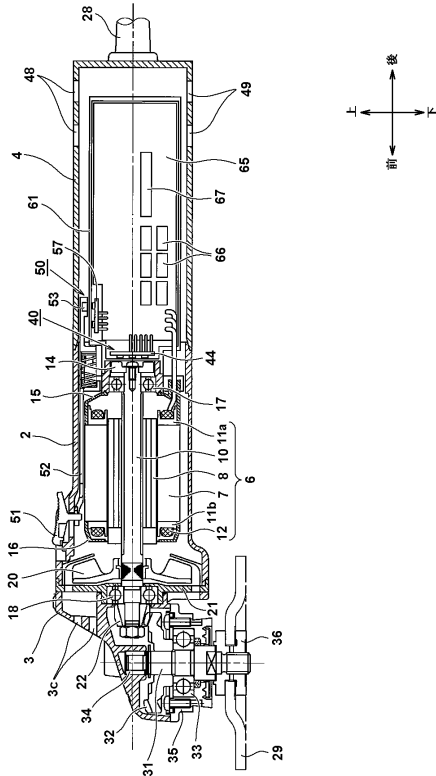
1 ... 電動工具、2 ... モータハウジング、2 b ... 貫通穴、2 c ... 取付部、2 d ... 凸部、3 ... ギヤケース、3 c ... 貫通穴（風窓）、4 ... リヤカバー、6 ... モータ、7 ... ロータ、8 ... ステータコア、8 a ... 凸部、8 b ... 外周面、9 ... 磁石、10 ... 回転軸、11 a ... インシュレータ、11 b ... インシュレータ、12 ... コイル、12 a ... リード線、13 ... バランスウェイト、14 ... センサ磁石、15 ... カバー部材、15 a ... 開口部、15 b ... 開口部、15 c ... テーパー部、15 d ... 配線孔、16 ... カバー部材、16 a ... 開口部、16 b ... 開口部、17 ... 軸受、18 ... 軸受、19 ... 軸受保持部、19 a ... リブ、19 b ... 軸受ホルダ、19 c ... 開口部分、19 d ... 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、51 a ... 把持面、51 b ... 突出部、51 c ... 凹部、52 ... 可動アーム、52 a ... 貫通穴、52 b ... スプリング保持部、52 c ... 保持部、52 d ... 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、61 a ... 上方壁、61 b ... 前方壁、61 f ... 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、85 a ... 円環部、85 b ... 円筒部、85 c ... 円筒部、86 ... 防風板、86 a ... 円板部分、86 b ... 円筒部、86 c ... 円筒部、86 d ... 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、102 a ... 把持部、103 ... ギヤケース、103 c ... 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

20

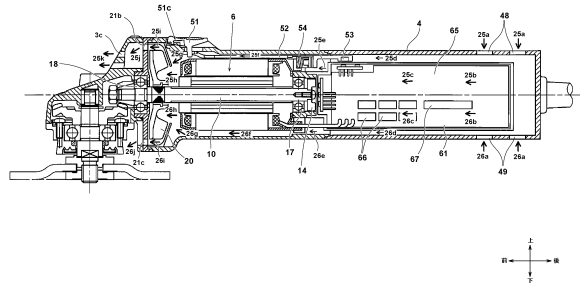
30

40

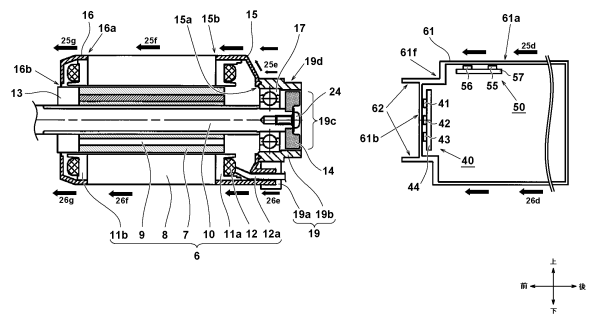
【図1】



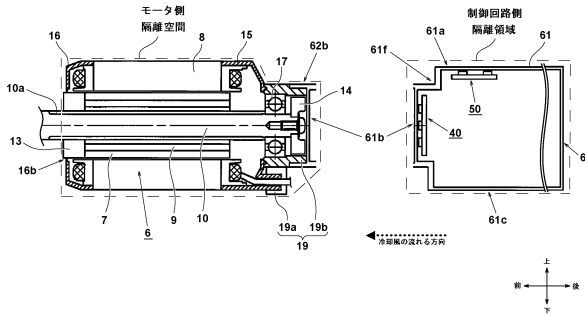
【図2】



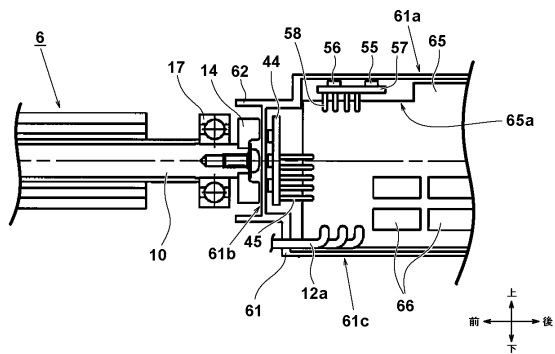
【図3】



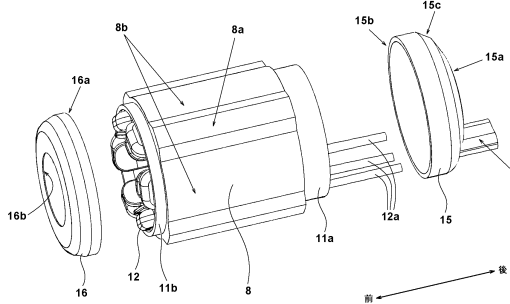
【図4】



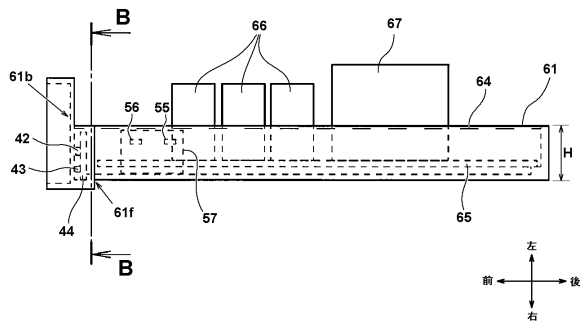
【図6】



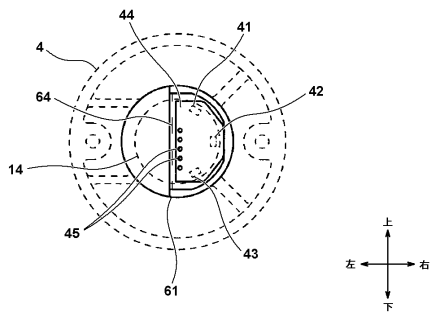
【図5】



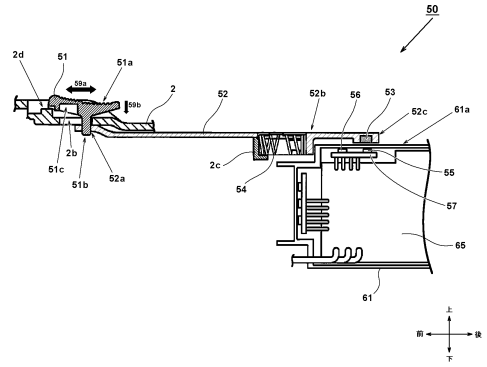
【図7】



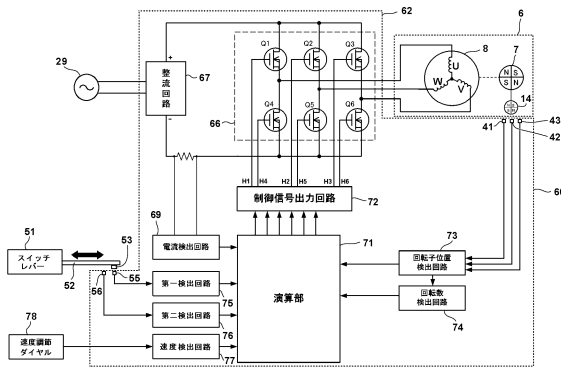
【図8】



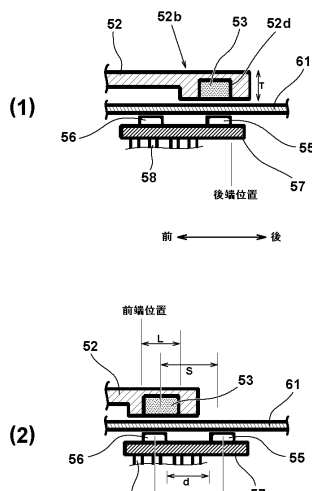
【図10】



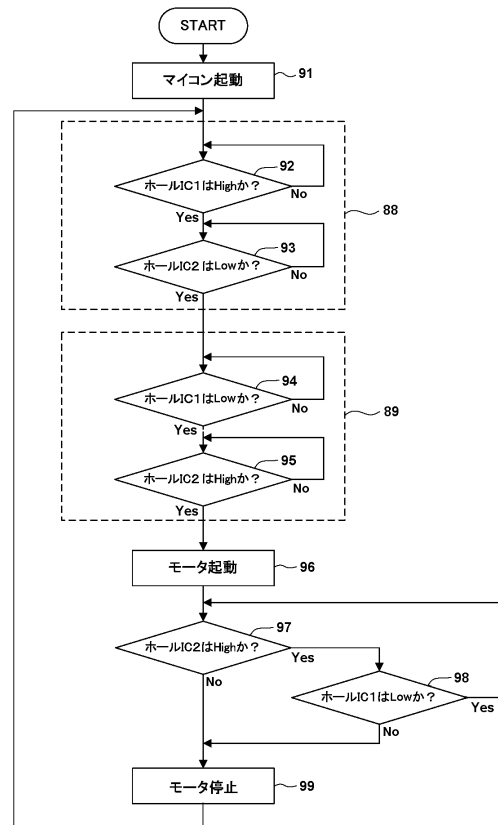
【図9】



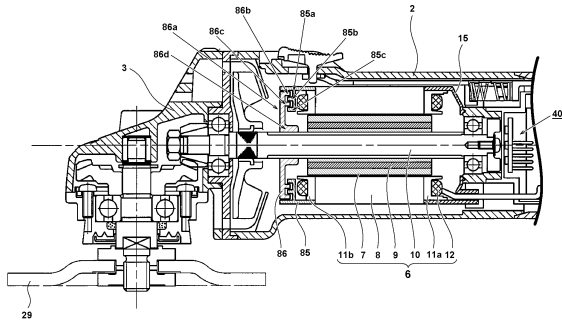
【図11】



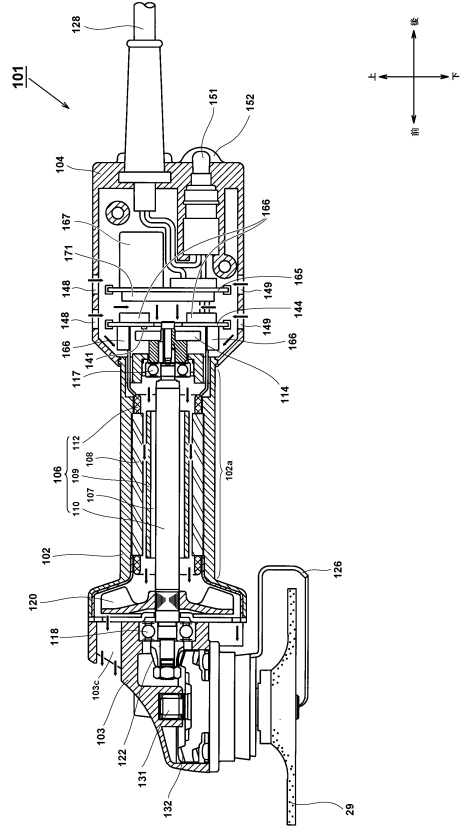
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-177812(JP,A)  
特開2004-322274(JP,A)  
特開2008-296306(JP,A)  
特開2009-123480(JP,A)  
特表2006-518181(JP,A)  
特開2009-072880(JP,A)  
特開2012-139783(JP,A)  
特開2013-188822(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25F5/00-5/02  
B24B23/00-23/08  
H01H36/00-36/02