

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6484918号
(P6484918)

(45) 発行日 平成31年3月20日(2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日(2019.3.1)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 5 F 5/00 (2006.01)

B 2 5 F 5/00

C

B 2 5 F 5/00

Z

B 2 5 F 5/00

B

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-38627 (P2014-38627)
 (22) 出願日 平成26年2月28日(2014.2.28)
 (65) 公開番号 特開2015-160302 (P2015-160302A)
 (43) 公開日 平成27年9月7日(2015.9.7)
 審査請求日 平成28年9月29日(2016.9.29)

(73) 特許権者 000005094
 工機ホールディングス株式会社
 東京都港区港南二丁目15番1号
 (74) 代理人 100080001
 弁理士 筒井 大和
 (72) 発明者 谷本 英之
 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 小川 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動作業機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸線を中心として回転可能な回転軸を有する電動モータと、

前記電動モータを収容するハウジングと、前記ハウジングに連続して設けられ、かつ、
 前記軸線に対して交差する向きで延ばされたグリップと、を備え、前記電動モータの動力
 が伝達される先端工具が着脱される工具着脱部を支持する作業機本体と、

前記ハウジング内に設けられ、前記工具着脱部の前記軸線に沿った前後方向の移動を検
 出する検出部と、

前記グリップと前記ハウジングとの接続箇所的前方に設けられ、作業者が前記グリップ
 を握った状態で、作業者による前記軸線に沿った往復作動が可能な操作部と、

前記電動モータを制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、前記工具着脱部が後方に移動していない場合は、前記操作部を操作して
 も前記電動モータを駆動せず、前記工具着脱部が後方に移動している場合は、前記先端工
 具を前記対象物に押し付ける力とは無関係に、前記操作部の操作量に応じて、前記電動モ
 ータに供給する電力を制御する、電動作業機。

【請求項 2】

前記制御部は、前記検出部により、前記先端工具が前記対象物に押し付けられて前記工
 具着脱部が後方に移動したことが検出されると、前記電動モータに電力を供給する、請求
 項 1 に記載の電動作業機。

10

20

【請求項 3】

前記検出部は、前記ハウジング内に設けられ、
前記先端工具に回転方向の打撃力を加えるハンマが、前記ハウジング内に設けられ、
前記検出部は、前記先端工具が前記対象物に押し付けられて前記工具着脱部が前記ハンマに近づく向きで後方に移動したことを検出する、請求項 1 または 2 に記載の電動作業機。

【請求項 4】

前記制御部は、前記電動モータが停止している状態で前記操作部が操作されると、選択されている前記電動モータの回転方向を切り替える、請求項 1 に記載の電動作業機。

【請求項 5】

前記制御部は、前記電動モータに供給する電力量を、前記先端工具が前記対象物に押し付けられた時点から、時間の経過に伴い増加する、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 6】

前記制御部は、前記電動モータが停止している状態で前記操作部が操作されると、前記電動モータの運転モードを切り替える、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 7】

前記運転モードは、前記電動モータの回転方向が異なる運転モードを含む、請求項 6 に記載の電動作業機。

【請求項 8】

前記運転モードは、回転している前記電動モータを停止するネジを締め付ける際のトルクが異なる運転モードを含む、請求項 6 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 9】

前記運転モードは、回転している前記電動モータを停止する前記グリップの温度が異なる運転モードを含む、請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 10】

前記運転モードは、回転している前記電動モータを停止する前記電動モータへの印加電圧が異なる運転モードを含む、請求項 6 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 11】

前記運転モードは、前記電動モータの回転を開始してから停止するまでの前記電動モータの駆動時間が異なる運転モードを含む、請求項 6 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の電動作業機。

【請求項 12】

前記検出部は、検出子と被検出子を有し、前記先端工具が前記対象物に押し付けられていない状態では、前記検出子と前記被検出子は近接しており、前記先端工具が前記対象物に押し付けられている状態では、前記検出子と前記被検出子は離間していることを特徴とする、請求項 1 に記載の電動作業機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動モータの動力を先端工具に伝達する電動作業機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電動モータの動力を先端工具に伝達して作業を行う電動作業機が知られている。この電動作業機の作業性を向上させるために、1動作で電動モータを駆動するようにした技術が提案されており、その技術の例が特許文献 1、2 に記載されている。この特許文献 1 に記載された電動作業機は研削機であり、研削機は、グリップを有するハウジングと、グリップに取り付けた給電ケーブルとを有する。ハウジングの内部に電動モータが設けられており、電動モータの動力で駆動する先端工具が設けられている。ハウジングにセンサ

10

20

30

40

50

ユニットが設けられており、センサユニットは、作業者が先端工具を対象物に押し付ける力を検出する。センサユニットは検出した力に応じた信号を出力し、センサユニットから出力された信号が調整ユニットに入力される。作業者が先端工具を対象物に押し付けると電動モータが駆動され、調整ユニットは、先端工具を対象物に押し付ける力に応じて、電動モータの回転数、トルク等を制御する。

【 0 0 0 3 】

特許文献 2 に記載された電動作業機はドリルであり、ドリルは、先端工具を保持する動力ヘッドと、動力ヘッドを駆動する電動モータと、電動モータを収容したハウジングと、ハウジングに連続して設けたグリップと、グリップに取り付けられた電源とを備えている。また、グリップに力センサが設けられており、作業者がグリップを握って先端工具を対象物に押し付けると、力センサは、押し付けた力の大きさに対応する電圧信号を発生する。また、ハウジング内に制御ユニットが設けられており、電圧信号は制御ユニットに入力される。作業者がグリップを握って先端工具を対象物に押し付けると電動モータが駆動され、制御ユニットは、電動モータに供給する電流及び電圧を、電圧信号に応じて制御する。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 7 - 5 1 8 5 8 2 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 6 9 6 1 6 号公報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述の特許文献 1、2 に記載された電動作業機においては、先端工具を対象物に押し付ける力に応じて電動モータに供給される電力が制御され、電動モータの回転数、トルクが制御されるため、作業者が電動作業機の取り扱いに慣れるまで長時間の練習が必要となる問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、作業者が電動作業機を使用する作業性を向上することにある。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 7 】

一実施形態の電動作業機は、軸線を中心として回転可能な回転軸を有する電動モータと、前記電動モータを収容するハウジングと、前記ハウジングに連続して設けられ、かつ、前記軸線に対して交差する向きで延ばされたグリップと、を備え、前記電動モータの動力が伝達される先端工具が着脱される工具着脱部を支持する作業機本体と、前記ハウジング内に設けられ、前記工具着脱部の前記軸線に沿った前後方向の移動を検出する検出部と、前記グリップと前記ハウジングとの接続箇所的前方に設けられ、作業者が前記グリップを握った状態で、作業者による前記軸線に沿った往復作動が可能な操作部と、前記電動モータを制御する制御部と、を有し、前記制御部は、前記工具着脱部が後方に移動していない場合は、前記操作部を操作しても前記電動モータを駆動せず、前記工具着脱部が後方に移動している場合は、前記先端工具を前記対象物に押し付ける力とは無関係に、前記操作部の操作量に応じて、前記電動モータに供給する電力を制御する。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

一実施形態の発明によれば、先端工具が前記対象物に押し付けられていると、先端工具を対象物に押し付ける力とは無関係に、操作部の操作量に応じて電動モータに供給する電力を制御することができる。したがって、作業者が電動作業機を使用する作業性が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

50

【図 1】本発明の電動作業機の一例であるインパクトドライバを示す側面断面図である。

【図 2】インパクトドライバの制御系統を示すブロック図である。

【図 3】(A), (B) は、インパクトドライバの使用例を示す側面図である。

【図 4】インパクトドライバで実行可能な制御例を示すフローチャートである。

【図 5】(A), (B) は、ブラシレスモータに対する印加電圧と、運転モード切替スイッチの操作量との関係を示す線図である。

【図 6】ブラシレスモータの回転数及び印加電圧の経時変化を示すタイムチャートである。

【図 7】インパクトドライバで実行可能な他の制御例を示すフローチャートである。

【図 8】ブラシレスモータの回転数及び印加電圧の経時変化を示すタイムチャートである

10

【図 9】(A), (B) は、インパクトドライバにおける押し付け力検出スイッチの他の配置例を示す部分的な側面断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の電動作業機の一実施形態であるインパクトドライバを、図 1 を用いて詳細に説明する。図 1 に示すインパクトドライバ 10 は、充電及び放電が可能な電池セルを収容した電池パック 11 と、電池パック 11 から電力が供給されて駆動する電動モータであるブラシレスモータ 12 と、を有する。ブラシレスモータ 12 は、電気エネルギーを運動エネルギーに変換する動力源である。インパクトドライバ 10 はハウジング 13 を有しており、ブラシレスモータ 12 はハウジング 13 の内部に配置されている。

20

【0011】

ブラシレスモータ 12 は、回転軸 14 と回転子 15 と固定子 16 と、を有する。回転子 15 は回転軸 14 に固定されており、回転子 15 は永久磁石を有し、かつ、回転軸 14 と共に一体回転可能である。回転軸 14 は 2 個の軸受 17 により回転可能に支持されている。

【0012】

本実施形態のブラシレスモータ 12 は、3 相 4 極の直流電動モータである。永久磁石は、極性が異なる 4 極の磁石、具体的には、2 個の N 極と 2 個の S 極とを有する。S 極と N 極とが、回転軸 14 の円周方向に交互に並べられている。また、固定子 16 は、回転子 15 を囲むように配置されており、固定子 16 は、図 2 のように、導電性のコアプレートを複数枚積層した固定子コア 18 と、3 相、つまり、U 相、V 相、W 相に相当する固定子コイル 13U, 13V, 13W と、を備えている。3 本の固定子コイル 13U, 13V, 13W は、相互にスター結線されている。そして、ブラシレスモータ 12 は、固定子コイル 13U, 13V, 13W に電力が供給されると回転磁界が形成されて回転子 15 が回転する。ブラシレスモータ 12 は、固定子コイル 13U, 13V, 13W への通電の向きを切り替えることにより、回転子 15 の回転方向を正逆に切り替えることができる。

30

【0013】

インパクトドライバ 10 は、先端工具 19 が着脱されるアンビル 20 を有し、アンビル 20 は、ハウジング 13 に取り付けられたスリーブ 21 により回転可能に支持されている。アンビル 20 は軸線 A1 を中心として回転可能である。

40

【0014】

一方、ハウジング 13 の内部に減速機 22 が設けられている。軸線 A1 に沿った方向で、減速機 22 は、ブラシレスモータ 12 とアンビル 20 との間に配置されている。減速機 22 は、ブラシレスモータ 12 のトルクをアンビル 20 に伝達する動力伝達装置であり、減速機 22 はシングルピニオン型の遊星歯車機構により構成されている。減速機 22 は、回転軸 14 と同軸に配置されたサンギヤ 23 と、サンギヤ 23 の外周側を取り囲むように設けたリングギヤ 24 と、サンギヤ 23 及びリングギヤ 24 に噛み合わされた複数のピニオンギヤ 25 を自転、かつ、公転可能に支持したキャリア 26 と、を有する。リングギヤ 24 はハウジング 13 に固定されており、回転不可能である。

50

【 0 0 1 5 】

また、キャリア 2 6 と共に軸線 A 1 を中心として一体回転するスピンドル 2 7 が設けられている。つまり、ブラシレスモータ 1 2 の回転軸 1 4、減速機 2 2、スピンドル 2 7、アンビル 2 0 は、軸線 A 1 を中心として設けられている。スピンドル 2 7 は、軸線 A 1 に沿った方向でアンビル 2 0 と減速機 2 2 との間に配置されており、スピンドル 2 7 におけるアンビル 2 0 側の端部には、軸線 A 1 に沿った方向に突出された軸部 2 8 が形成されている。ハウジング 1 3 内には、筒形状のホルダ 2 9 が取り付けられており、スピンドル 2 7 の長手方向の端部は、軸受 3 0 を介してホルダ 2 9 により回転可能に支持されている。さらに、スピンドル 2 7 の外周面に 2 本の第 1 カム溝 2 7 b が設けられている。

【 0 0 1 6 】

一方、アンビル 2 0 におけるスピンドル 2 7 側の端部には、軸線 A 1 と同心の保持孔 3 1 が設けられており、軸部 2 8 が保持孔 3 1 に回転可能に挿入されている。すなわち、アンビル 2 0 とスピンドル 2 7 とは、軸線 A 1 を中心として相対回転可能である。さらに、アンビル 2 0 には軸線 A 1 と同心に工具取付孔 3 2 が設けられている。工具取付孔 3 2 は、アンビル 2 0 のうち、ハウジング 1 3 の外部に露出した部分に開口されており、工具取付孔 3 2 は先端工具 1 9 を着脱するために設けられている。

【 0 0 1 7 】

また、スピンドル 2 7 の外周には、環状のハンマ 3 3 が取り付けられている。ハンマ 3 3 は、軸線 A 1 に沿った方向で、減速機 2 2 とアンビル 2 0 との間に配置されている。ハンマ 3 3 は、スピンドル 2 7 と相対回転可能であり、かつ、軸線 A 1 に沿った方向でスピンドル 2 7 と相対移動可能である。ハンマ 3 3 の内周面には、軸線 A 1 に沿った方向に延ばされた 2 つの第 2 カム溝 3 3 a が形成されている。

【 0 0 1 8 】

そして、第 1 カム溝 2 7 b 及び第 2 カム溝 3 3 a を 1 組として、1 個のボール 3 4 が保持されている。ボール 3 4 は、金属製の転動体である。このため、ハンマ 3 3 は、スピンドル 2 7 に対して、ボール 3 4 が転動可能な範囲で軸線 A 1 に沿った方向に移動可能である。また、ハンマ 3 3 は、スピンドル 2 7 に対して、ボール 3 4 が転動可能な範囲で軸線 A 1 を中心とする円周方向に移動可能である。

【 0 0 1 9 】

さらに、スピンドル 2 7 の外周であって、軸線 A 1 に沿った方向で第 1 カム溝 2 7 b とキャリア 2 6 との間には、環状のプレート 3 5 が取り付けられている。また、軸線 A 1 に沿った方向で、ハンマ 3 3 とプレート 3 5 との間には、圧縮ばね 3 6 が圧縮された状態で設けられている。キャリア 2 6 は、軸受 3 0、ホルダ 2 9 に接触することで、軸線 A 1 に沿った方向の移動が規制されており、圧縮ばね 3 6 の押圧力はハンマ 3 3 に加えられている。ハンマ 3 3 は、圧縮ばね 3 6 の押圧力により、軸線 A 1 に沿った方向でアンビル 2 0 に向けて押されている。

【 0 0 2 0 】

アンビル 2 0 におけるハンマ 3 3 側の端部には、半径方向に突出された突部 3 7 が設けられている。突部 3 7 は、アンビル 2 0 の円周方向において 1 8 0 度の間隔で 2 個設けられている。これに対して、ハンマ 3 3 におけるアンビル 2 0 側の端部には、軸線 A 1 に沿った方向に突出された突部 3 8 が設けられている。突部 3 8 は、ハンマ 3 3 の円周方向において 1 8 0 度の間隔で 2 個設けられている。突部 3 7 及び突部 3 8 は軸線 A 1 を中心とする同一円周上に配置されており、突部 3 7 と突部 3 8 とは係合及び解放が可能である。

【 0 0 2 1 】

ハウジング 1 3 に連続してグリップ 3 9 が設けられている。グリップ 3 9 は、軸線 A 1 に対して交差する向きで、ハウジング 1 3 の外面から延ばされている。グリップ 3 9 は、作業者が手で握る箇所であり、グリップ 3 9 とハウジング 1 3 との接続箇所に、押付け力検出スイッチ 4 0 及び運転モード切替スイッチ 4 1 が設けられている。押付け力検出スイッチ 4 0 は、アンビル 2 0 に取り付けた先端工具 1 9 が、対象物に押し付けられたか否かを検出する。運転モード切替スイッチ 4 1 は、ブラシレスモータ 1 2 を制御する複数の運

10

20

30

40

50

転モードを作業者が切り替えるために設けられている。運転モード切替スイッチ 41 は、作業者がグリップ 39 を手で握った状態で、人差し指で操作可能である。なお、運転モードは後述する。

【0022】

押付け力検出スイッチ 40 及び運転モード切替スイッチ 41 は、共に作業者により操作される。押付け力検出スイッチ 40 及び運転モード切替スイッチ 41 は、グリップ 39 に対して、軸線 A1 に沿った方向に往復作動が可能な状態で取り付けられている。押付け力検出スイッチ 40 及び運転モード切替スイッチ 41 は、グリップ 39 に対する作動範囲が所定のストロークとなるように規制されている。また、グリップ 39 内には、押付け力検出スイッチ 40 及び運転モード切替スイッチ 41 に加えられた操作力に反発する力を生じる弾性部材がそれぞれ設けられている。弾性部材は、金属製のバネを含む。

10

【0023】

作業者が、押付け力検出スイッチ 40 または運転モード切替スイッチ 41 を操作する場合は、弾性部材の力に抗して作動させる。作業者が押付け力検出スイッチ 40 または運転モード切替スイッチ 41 に操作力を加えていない場合、力が加えられていないスイッチは、グリップ 39 から所定量突出した初期位置でそれぞれ停止する。

【0024】

さらに、ハウジング 13 において、スリーブ 21 の外側にライト 42 が設けられている。ライト 42 としては、例えば、発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) を用いることができる。ライト 42 は、先端工具 19 をネジ 43 に押し付ける箇所、ネジ 43 を木材 44 に押し付ける箇所等を照らす。

20

【0025】

次に、インパクトドライバ 10 の使用例、つまり、ブラシレスモータ 12 に電力を供給する制御の概略を説明する。なお、ブラシレスモータ 12 に電力を供給するか否かを定める条件は、後述する。ブラシレスモータ 12 に電力が供給されないと回転軸 14 は停止している。また、圧縮ばね 36 に押圧されているハンマ 33 は、アンビル 20 に接触して停止している。このため、図 3 (A) のように、先端工具 19 が、ネジ 43 に接触していても、先端工具 19 は回転しない。

【0026】

これに対して、ブラシレスモータ 12 に電力が供給されると、回転軸 14 が回転する。回転軸 14 のトルクは減速機 22 のサンギヤ 23 に伝達される。サンギヤ 23 にトルクが伝達されると、リングギヤ 24 が反力要素となり、キャリア 26 が出力要素となる。すなわち、サンギヤ 23 のトルクがキャリア 26 に伝達されるとき、サンギヤ 23 の回転速度に対してキャリア 26 の回転速度が低速となることで、トルクが増幅される。

30

【0027】

キャリア 26 にトルクが伝達されると、スピンドル 27 がキャリア 26 と共に一体回転する。スピンドル 27 のトルクは、ボール 34 を介してハンマ 33 に伝達される。ハンマ 33 のトルクは、突部 38 と突部 37 との係合力によりアンビル 20 に伝達され、アンビル 20 が回転する。このため、アンビル 20 の回転力は先端工具 19 を介してネジ 43 に伝達され、図 3 (B) のように、ネジ 43 が木材 44 にねじ込まれる。ネジ 43 が木材 44 にねじ込まれて、木材 44 とネジ 43 との摩擦抵抗が増加し、先端工具 19 を回転させるために必要な回転力が高くなると、アンビル 20 は停止して、ボール 34 と第 2 カム溝 33 a の内面との接触箇所で生じる反力により、ボール 34 が第 1 カム溝 27 b 及び第 2 カム溝 33 a 内を転動し、ハンマ 33 がアンビル 20 から離れる向きで移動する。

40

【0028】

ここで、ハンマ 33 は、圧縮ばね 36 の押圧力に抗して軸線 A1 に沿って移動する。すると、突部 38 と突部 37 とが解放され、ハンマ 33 の回転力はアンビル 20 に伝達されなくなる。さらに、ハンマ 33 の回転が継続されて、突部 38 が突部 37 を乗り越え、ハンマ 33 をアンビル 20 から離れさせる向きの力よりも、圧縮ばね 36 がハンマ 33 に加える押圧力の方が高くなる。すると、ボール 34 が第 1 カム溝 27 b 及び第 2 カム溝

50

33a内を転動することで、ハンマ33とスピンドル27とが相対回転し、かつ、ハンマ33はアンビル20に近づく向きで移動する。

【0029】

その後、回転しているハンマ33の突部38が、停止しているアンビル20の突部37に衝突し、アンビル20及び先端工具19に回転方向の打撃力が加えられる。なお、ブラシレスモータ12の回転軸14の回転方向を逆にすると、ネジ43を緩めることができる。

【0030】

次に、インパクトドライバ10の制御系統を、図1及び図2に基づいて説明する。グリップ39におけるハウジング13とは反対の端部に装着部45が設けられており、装着部45に本体側端子46が設けられている。そして、電池パック11は装着部45に対して着脱可能である。電池パック11は、収容ケース47と、収容ケース47内に収容した電池セルとを有する。電池セルは、充電及び放電が可能な二次電池であり、電池セルは、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、リチウムイオンポリマー電池、ニッケルカドミウム電池等を用いることができる。電池パック11は、電池セルの電極に接続された電池側端子を有し、電池パック11が装着部45に取り付けられると本体側端子46と電池側端子とが接続される。

10

【0031】

電池パック11の電力をブラシレスモータ12に供給する経路に、インバータ回路48が設けられている。インバータ回路48は、3相ブリッジ形式に接続されたFET等の6個のスイッチング素子Q1～Q6を備える。図2の例では、スイッチング素子Q1～Q3は、電池パック11の正極側にそれぞれ接続され、スイッチング素子Q4～Q6は、電池パック11の負極側にそれぞれ接続されている。軸受17と固定子16との間にインバータ回路基板49が設けられており、インバータ回路48は、インバータ回路基板49に搭載されている。

20

【0032】

また、インバータ回路基板49に、回転子15の回転位置を検出する回転子位置検出素子50が設けられている。回転子位置検出素子50はホール素子等により構成されており、回転子位置検出素子50は、インバータ回路基板49に対して、回転子15の周方向に所定の間隔毎、例えば、角度60度毎に3個配置されている。

30

【0033】

また、装着部45内に制御回路基板51が設けられている。制御回路基板51に制御回路52が設けられている。制御回路52は、演算部53と、制御信号出力回路54と、モータ電流検出回路55と、電池電圧検出回路56と、回転子位置検出回路57と、モータ回転数検出回路58と、制御回路電圧検出回路59と、スイッチ操作検出回路60、61と、印加電圧設定回路62と、を有している。

【0034】

回転子位置検出素子50から出力される信号は、回転子位置検出回路57に入力され、回転子位置検出回路57は、回転子15の回転位相を検出し、回転子位置検出回路57から出力された信号は演算部53に入力される。

40

【0035】

演算部53は、処理プログラムとデータに基づいてインバータ回路48の駆動信号を出力する中央処理装置(CPU)と、処理プログラムや制御データを記憶するためのROMと、データを一時記憶するためのRAMと、タイマとを含むマイクロコンピュータである。

【0036】

電池パック11からインバータ回路48に電力を供給する経路に抵抗Rsが配置されており、モータ電流検出回路55は、抵抗Rsの電圧降下から、ブラシレスモータ12に供給される電流値を検出し、検出信号を演算部53へ出力する。電池電圧検出回路56は、電池パック11からインバータ回路48に供給される電圧を検出し、検出信号を演算部5

50

3へ出力する。

【0037】

回転子位置検出回路57は、各回転子位置検出素子50の出力信号を受けて、回転子15の位置信号を演算部53及びモータ回転数検出回路58へ出力する。モータ回転数検出回路58は、入力される位置信号から回転子15の回転数を検出し、その検出結果を演算部53へ出力する。

【0038】

スイッチ操作検出回路61は、アンビル20に取り付けた先端工具19が、ネジ43を介して木材44に押し付けられているか否かを検出し、検出結果に応じた信号を演算部53へ出力する。先端工具19が、ネジ43を介して木材44に押し付けられていると、押付け力検出スイッチ40はオンされる。先端工具19がネジ43に接触していても、木材44に押し付けられていない場合は、押付け力検出スイッチ40はオフされる。

10

【0039】

電池パック11の電圧は、制御回路電圧供給回路63を介して所定電圧値で制御回路52の全体に供給される。また、制御回路電圧検出回路59は、制御回路電圧供給回路63から制御回路52に供給される電圧値を検出し、検出結果を演算部53へ出力する。演算部53は、各種の回路から入力される信号に基づいて、ブラシレスモータ12に対する通電方向、通電タイミング、通電期間等を求め、その信号を制御信号出力回路54へ出力する。

【0040】

20

なお、ハウジング13または装着部45等に表示部64が設けられており、表示部64は液晶ディスプレイ、ランプ等により構成されている。演算部53から表示部64に表示信号が出力される。作業者は、表示部64を目視して、回転子15の回転数、ブラシレスモータ12の運転モード等を確認可能である。さらに、ハウジング13内に、ブラシレスモータ12の温度を検出する温度検出センサ65が設けられており、温度検出センサ65の出力信号は演算部53に入力される。

【0041】

本実施形態では、スイッチ操作検出回路60は、押付け力検出スイッチ40が操作されていない場合に、運転モード切替スイッチ41が操作されたか否かを検出し、検出結果に応じた信号を演算部53へ出力する。スイッチ操作検出回路60は、運転モード切替スイッチ41が操作されているとオン信号を出力し、かつ、運転モード切替スイッチ41が操作されていなければオフ信号を出力する。

30

【0042】

一方、演算部53は、押付け力検出スイッチ40が操作されない状態で、運転モード切替スイッチ41が操作されると、運転モード切替スイッチ41のオン及びオフが1回繰り返される毎に、ブラシレスモータ12を制御する運転モードを切り替える。これに対して、印加電圧設定回路62は、押付け力検出スイッチ40が操作されている状態において、運転モード切替スイッチ41の操作量を検出し、検出結果に応じた信号を演算部53へ出力する。運転モード切替スイッチ41の操作量は、初期位置を基準とする移動量である。

【0043】

40

演算部53は、回転子位置検出回路57の位置検出信号に基づいて、所定のスイッチング素子Q1～Q3を、それぞれ交互にオン・オフ動作するスイッチング制御を実行するための駆動信号、所定のスイッチング素子Q4～Q6をスイッチング制御するためのパルス変調幅信号を形成して制御信号出力回路54に出力する。

【0044】

制御信号出力回路54は、演算部53からの駆動信号に基づいて、スイッチング素子Q1のゲートにスイッチング素子駆動信号H1を出力し、スイッチング素子Q2のゲートにスイッチング素子駆動信号H2を出力し、スイッチング素子Q3のゲートにスイッチング素子駆動信号H3を出力し、スイッチング素子Q4のゲートにパルス幅変調信号H4を出力し、スイッチング素子Q5のゲートにパルス幅変調信号H5を出力し、スイッチング素

50

子Q 6のゲートにパルス幅変調信号H 6を出力する。つまり、3個のスイッチング素子Q 1～Q 3は、スイッチング素子駆動信号により別々にオン・オフされ、3個のスイッチング素子Q 4～Q 6は、パルス幅変調信号により別々にオン・オフされ、そのオン割合であるデューティ比が制御される。

【0045】

この制御により、固定子コイル13U, 13V, 13Wのそれぞれに、所定の通電の向き、所定の通電タイミング、所定の期間で交互に通電が行われ、回転子15が目標の回転方向に目標の回転数、目標のトルクで回転される。目標の回転方向、目標の回転数、目標のトルクは、作業者が運転モード切替スイッチ41を操作して設定することができる。

【0046】

上記の制御により、6個のスイッチング素子Q 1～Q 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コイル13U, 13V, 13Wに別個に接続または遮断される。スイッチング素子Q 1は、制御信号出力回路54から入力されたスイッチング素子駆動信号H 1によってスイッチング動作し、スイッチング素子Q 2は、制御信号出力回路54から入力されたスイッチング素子駆動信号H 2によってスイッチング動作し、スイッチング素子Q 3は、制御信号出力回路54から入力されたスイッチング素子駆動信号H 3によってスイッチング動作する。スイッチング素子Q 4は、制御信号出力回路54から入力されたパルス幅変調信号H 4によってスイッチング動作し、スイッチング素子Q 5は、制御信号出力回路54から入力されたパルス幅変調信号H 5によってスイッチング動作し、スイッチング素子Q 6は、制御信号出力回路54から入力されたパルス幅変調信号H 6によってスイッチング動作する。インバータ回路48に印可される電圧は、U相に対応する電圧Vuとして固定子コイル13Uに供給され、V相に対応する電圧Vvとして固定子コイル13Vに供給され、W相に対応する電圧Vwとして固定子コイル13Wに供給される。

【0047】

押し付け力検出スイッチ40がオンされると、ブラシレスモータ12に電力を供給して回転軸14でトルクを発生する。この場合、6個のスイッチング素子Q 1～Q 6のうち、電池パック11の負極側に接続された3個のスイッチング素子Q 4、Q 5、Q 6の各ゲートには、PWM信号H 4, H 5, H 6が供給される。また、演算部53は、運転モード切替スイッチ41の操作量に応じてPWM信号のパルス幅、つまり、デューティ比を変化させる。この制御によって、ブラシレスモータ12に供給する電力を制御可能であり、回転子15の回転方向の切り替え、ブラシレスモータ12の起動と停止との切り替え、回転子15の回転数及びトルク等を制御する。PWM信号は、Pulse Width Modulation信号の略記であり、パルス幅変調信号を意味する。

【0048】

さらに、演算部53は、印加電圧設定回路62から入力される信号に基づいて、回転子15の目標回転数を求める。また、演算部53は、モータ回転数検出回路58から入力される信号に基づいて、回転子15の実際の回転数を検出する。そして、演算部53は、パルス幅変調信号H 4, H 5, H 6のデューティ比を制御して、回転子15の実際の回転数を目標回転数に近づけるように、フィードバック制御を実行する。

【0049】

なお、PWM信号は、電池パック11の負極側に接続されたスイッチング素子Q 4～Q 6（ローサイドスイッチ）に供給する代わりに、電池パック11の正極側に接続されたスイッチング素子Q 1～Q 3（ハイサイドスイッチ）に供給する構成でもよい。

【0050】

図4は、インパクトドライバ10の具体的な制御例を示すフローチャートである。まず、制御回路52は、ステップS1において、押し付け力検出スイッチ40の信号から、先端工具19が木材44に押し付けられたか否かを判断する。制御回路52は、図3(A)のように、押し付け力検出スイッチ40がオフされていると、ステップS1でNOと判断し、ステップS1の判断を繰り返す。

【0051】

これに対して、制御回路 5 2 は、ステップ S 1 において、先端工具 1 9 が木材 4 4 に押し付けられた (YES) と判断すると、ステップ S 2 の処理を実行する。制御回路 5 2 は、ステップ S 2 でブラシレスモータ 1 2 に電力を供給して駆動する。このため、回転軸 1 4 のトルクが先端工具 1 9 に伝達され、図 3 (B) のようにネジ 4 3 が木材 4 4 にねじ込まれる。制御回路 5 2 は、ステップ S 2 の処理を実行するにあたり、ブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を予め決定してあり、回転子 1 5 の回転数は、供給される電力量に応じた値となる。

【0052】

また、制御回路 5 2 は、ブラシレスモータ 1 2 の回転中に、ステップ S 3 で運転モード切替スイッチ 4 1 がオンされているか否かを判断する。制御回路 5 2 は、ステップ S 3 で YES と判断されると、ステップ S 4 の処理を実行してステップ S 2 に戻る。制御回路 5 2 は、ステップ S 4 において、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量に応じて、ブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を制御する。つまり、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量に応じて回転子 1 5 の目標回転数が求められ、回転子 1 5 の実回転数を目標回転数に近づける制御が実行される。なお、ステップ S 4 の具体的な制御例は後述する。

【0053】

一方、制御回路 5 2 は、ステップ S 3 で NO と判断するとステップ S 5 に進み、押し付け力検出スイッチ 4 0 がオフされたか否かを判断する。制御回路 5 2 は、ステップ S 5 で NO と判断するとステップ S 3 に戻る。また、制御回路 5 2 は、ステップ S 5 で YES と判断すると、ステップ S 6 に進んでブラシレスモータ 1 2 を停止し、図 4 の制御ルーチンを終了する。

【0054】

制御回路 5 2 は、上記のステップ S 4 で制御例 1 または制御例 2 を実行可能である。制御例 1 は、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が少ないほど、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が高くなる一方、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が多いほど、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が低くなる特性である。この制御例 1 における運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量と、ブラシレスモータ 1 2 の印加電圧との関係は、例えば、図 5 (A) の線図のように表される。運転モード切替スイッチ 4 1 が初期位置では操作量が最小であり、運転モード切替スイッチ 4 1 が初期位置から最大操作量に向けて増加すると、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が低下する。制御回路 5 2 が、ステップ S 4 で制御例 1 を実行すると、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が増加することに伴い、ブラシレスモータ 1 2 に供給される電力量が減少して回転子 1 5 の回転数は低下する。

【0055】

これに対して、制御例 2 は、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が少ないほど、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が低くなる一方、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が多いほど、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が高くなる特性である。この制御例 2 における運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量と、ブラシレスモータ 1 2 の印加電圧との関係は、例えば、図 5 (B) の線図のように表される。運転モード切替スイッチ 4 1 が最大操作量から初期位置に向けて減少すると、ブラシレスモータ 1 2 に印加される電圧が低下する。

【0056】

制御回路 5 2 が、ステップ S 4 で制御例 1 を実行すると、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が増加することに伴い、ブラシレスモータ 1 2 に供給される電力量が減少して回転子 1 5 の回転数は低下する。制御回路 5 2 が、ステップ S 4 で制御例 2 を実行すると、運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が減少することに伴い、ブラシレスモータ 1 2 に供給される電力量が減少して回転子 1 5 の回転数は低下する。

【0057】

図 6 は、制御例 1、2 を包括して示すタイムチャートの一例である。まず、制御回路が制御例 1 を実行する場合を説明する。押し付け力検出スイッチは、時刻 t 1 以前においてオフされており、ブラシレスモータに電圧は印加されていない。また、モード切替スイッ

チも、時刻 t_1 以前において押されていない。制御回路は、押し付け力検出スイッチが時刻 t_1 でオンされると、ブラシレスモータに電圧の印加を開始する。ここで、ブラシレスモータに印加される電圧は、時間の経過に伴い所定の勾配で増加する。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_1 以降上昇する。また、デューティ比は、時刻 t_2 以降において 100% に維持されており、ブラシレスモータの回転数は一定に制御される。なお、モード切替スイッチは、時刻 t_2 の時点でも押されていない。このように、制御回路 52 は、時刻 t_1 ~ 時刻 t_2 の間、ブラシレスモータに印加する電圧を、時間の経過に伴い所定の勾配で増加させるソフトスタートを実行している。

【0058】

そして、押し付け力検出スイッチは、時刻 t_3 以降において押されており、かつ、運転モード切替スイッチの操作が開始されている。制御回路は、運転モード切替スイッチの操作量が時間の経過と共に増加すると、時刻 t_3 以降、ブラシレスモータに対する印加電圧のデューティ比を低下する。このため、ブラシレスモータの回転数は時刻 t_3 以降において低下する。そして、押し付け力検出スイッチが時刻 t_4 でオフされると、制御回路は、時刻 t_4 でブラシレスモータに対する印加電圧を零% とし、ブラシレスモータは、時刻 t_4 で停止する。

【0059】

次に、制御回路が制御例 2 を実行する場合を、図 6 のタイムチャートにより説明する。押し付け力検出スイッチは時刻 t_1 以前においてオフされており、ブラシレスモータに電圧は印加されていない。また、運転モード切替スイッチも押されていない。時刻 t_1 で押し付け力検出スイッチがオンされ、かつ、運転モード切替スイッチが操作されると、制御回路は、ブラシレスモータに電圧の印加を開始し、電圧は所定の勾配で増加する。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_1 以降上昇する。また、デューティ比は、時刻 t_2 以降は 100% に維持されており、ブラシレスモータの回転数は一定に制御されている。

【0060】

そして、押し付け力検出スイッチが、時刻 t_3 以降において押された状態に維持され、かつ、運転モード切替スイッチの操作量が減少すると、制御回路は、ブラシレスモータへの印加電圧のデューティ比を低下する。このため、ブラシレスモータの回転数は時刻 t_3 以降で低下する。そして、押し付け力検出スイッチが時刻 t_4 でオフされると、制御回路は、時刻 t_4 でブラシレスモータに対する印加電圧を零% とし、ブラシレスモータは、時刻 t_4 で停止する。

【0061】

図 7 は、運転モード切替スイッチ 41 が操作されて、ブラシレスモータ 12 の運転モードを切り替える一例を示すフローチャートである。まず、制御回路 52 は、ステップ S11 でブラシレスモータ 12 が停止しているか否かを判断する。制御回路 52 は、ステップ S11 で NO と判断すると、ステップ S11 の判断処理を継続する。

【0062】

これに対して、制御回路 52 は、ステップ S11 で YES と判断すると、制御回路 52 は、ステップ S12 において、運転モード切替スイッチ 41 を ON 及び OFF する操作が 1 回行われたか否かを判断する。制御回路 52 は、運転モード切替スイッチ 41 の操作量が最大になると、運転モード切替スイッチ 41 が ON されたと判断する。制御回路 52 は、ステップ S12 で運転モード切替スイッチ 41 が ON されていないと判断すると、図 7 の制御ルーチンを終了する。

【0063】

一方、制御回路 52 は、ステップ S12 で YES と判断すると、ステップ S13 において、現時点で「運転モード 1」が選択されているか否かを判断する。制御回路 52 は、ステップ S13 で YES と判断すると、ステップ S14 において「運転モード 1」から「運転モード 2」に変更する処理を行う。

【0064】

制御回路 5 2 は、ステップ S 1 3 で N O と判断した場合、またはステップ S 1 4 の処理を行った後、ステップ S 1 5 において、現時点で「運転モード 2」が選択されているか否かを判断する。制御回路 5 2 は、ステップ S 1 5 で Y E S と判断すると、ステップ S 1 6 において「運転モード 2」から「運転モード 3」に変更する処理を行う。

【 0 0 6 5 】

制御回路 5 2 は、ステップ S 1 5 で N O と判断した場合、またはステップ S 1 6 の処理を行った後、ステップ S 1 7 において、現時点で「運転モード 3」が選択されているか否かを判断する。制御回路 5 2 は、ステップ S 1 7 で Y E S と判断すると、ステップ S 1 8 において「運転モード 3」から「運転モード 4」に変更する処理を行う。

【 0 0 6 6 】

制御回路 5 2 は、ステップ S 1 7 で N O と判断した場合、またはステップ S 1 8 の処理を行った後、ステップ S 1 9 において、現時点で「運転モード 4」が選択されているか否かを判断する。制御回路 5 2 は、ステップ S 1 9 で Y E S と判断すると、ステップ S 2 0 において「運転モード 4」から「運転モード 1」に変更する処理を行い、図 7 の制御ルーチンを終了する。制御回路 5 2 は、ステップ S 1 9 で N O と判断すると、ステップ S 1 3 の判断に戻る。

【 0 0 6 7 】

上記のように、制御回路 5 2 は、オフされている運転モード切替スイッチ 4 1 が操作されて、一旦オンされ、かつ、オフに戻される操作が 1 回繰り返される毎に、ブラシレスモータ 1 2 を制御する運転モードを、順次変更する。制御回路 5 2 により実行される「運転モード 1」～「運転モード 4」の内容は、以下の通りである。

【 0 0 6 8 】

制御回路 5 2 は、「運転モード 1」で回転軸 1 4 を正回転させ、「運転モード 2」で回転軸 1 4 を逆回転させる。例えば、図 3 のようにネジ 4 3 を締め付ける場合に、インパクトドライバ 1 0 の平面視で先端工具 1 9 が時計回りに回転する向きが、回転軸 1 4 の正回転である。

【 0 0 6 9 】

制御回路 5 2 は、「運転モード 3」でブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を「低」とし、「運転モード 4」でブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を「高」とすることができる。例えば、ブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を「低」とする制御は、ブラシレスモータ 1 2 に対する印加電圧のデューティ比を 5 0 % とする制御を含む。また、ブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量を「高」とする制御は、ブラシレスモータ 1 2 に対する印加電圧のデューティ比を 1 0 0 % とする制御を含む。

【 0 0 7 0 】

制御回路 5 2 は、図 7 のフローチャートに基づいて説明した 4 種類の運転モードを全てを実行しなくともよい。つまり、制御回路 5 2 は、運転モード切替スイッチ 4 1 がオン及びオフする操作が 1 回行われた場合に、少なくとも 2 種類の運転モードを切り替える制御を実行する。少なくとも 2 種類の運転モードは、ブラシレスモータ 1 2 に対する電力の供給量、出力等が異なる。

【 0 0 7 1 】

制御回路 5 2 により実行可能な 2 種類の運転モードの組み合わせ例を順次説明する。例えば、運転モード切替スイッチ 4 1 をオン及びオフする操作が 1 回繰り返される毎に、「運転モード 3」と「運転モード 4」とを交互に切り替える制御を実行してもよい。制御回路 5 2 が、「運転モード 3」と「運転モード 4」とを交互に切り替える制御の一例を、図 8 のタイムチャートを参照して説明する。

【 0 0 7 2 】

まず、押し付け力検出スイッチは、時刻 t_1 以前においてオフされており、ブラシレスモータに電圧は印加されていない。また、運転モード切替スイッチも時刻 t_1 以前において押されていない。制御回路は、押し付け力検出スイッチが時刻 t_1 でオンされると、ブラシレスモータに電圧の印加を開始する。制御回路は、ブラシレスモータに印加する電圧

10

20

30

40

50

を、時間の経過に伴い所定の勾配で増加し、時刻 t_2 におけるデューティ比を 100% とする。つまり、制御回路は「運転モード 4」の制御を実行している。

【0073】

このように、制御回路 52 は、時刻 t_1 ~ 時刻 t_2 の間、ブラシレスモータに印加する電圧を、時間の経過に伴い所定の勾配で増加させるソフトスタートを実行することができる。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間で上昇し、ブラシレスモータに対する供給電圧は、時刻 t_2 以降において、デューティ比 100% に維持されている。したがって、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_2 以降で一定に制御される。

【0074】

そして、制御回路は、押し付け力検出スイッチが押されている状態で、時刻 t_3 において、運転モード切替スイッチをオン・オフする第 1 回目の操作が実行されると、「運転モード 4」から「運転モード 3」に変更する。つまり、制御回路は、ブラシレスモータへの印加電圧を、デューティ比 100% から 50% に低下させる。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_3 から低下し、時刻 t_3 と時刻 t_4 との間で、所定回転数に維持されている。

【0075】

さらに、制御回路は、押し付け力検出スイッチがオンされた状態で、時刻 t_4 において運転モード切替スイッチをオン・オフする第 2 回目の操作が行われると、「運転モード 3」から「運転モード 4」に切り替える。つまり、制御回路は、ブラシレスモータへの印加電圧を、デューティ比 50% から 100% に上昇する。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_4 から上昇し、時刻 t_4 と時刻 t_5 との間で、所定回転数に維持されている。

【0076】

その後、制御回路は、押し付け力検出スイッチがオンされた状態で、時刻 t_5 において運転モード切替スイッチをオン・オフする第 3 回目の操作が行われると、「運転モード 4」から「運転モード 3」に切り替える。つまり、制御回路は、ブラシレスモータへの印加電圧を、デューティ比 100% から 50% に低下する。このため、ブラシレスモータの回転数は、時刻 t_5 から低下し、時刻 t_5 と時刻 t_6 との間で、所定回転数に維持される。

【0077】

また、制御回路 52 は、運転モード切替スイッチ 41 をオン及びオフする操作が 1 回繰り返される毎に、「運転モード 5」と「運転モード 6」とを交互に切り替えることで、ブラシレスモータ 12 を停止させる条件を変更することも可能である。

【0078】

例えば、ブラシレスモータ 12 を停止させる条件としてのトルクが異なる「運転モード 5」と「運転モード 6」とを切り替えることが可能である。例えば、ブラシレスモータ 12 は、回転子 15 の実際の回転数を目標回転数に近づけるフィードバック制御を行う。そして、ネジ 43 を締め付ける際の負荷トルクが増加すると、回転子 15 の実際の回転数の低下を抑制するために、ブラシレスモータ 12 に供給される電流値は増加される。ここで、押し付け力検出スイッチ 40 がオンされていても、電流値が所定値まで増加した時点で、ブラシレスモータ 12 を停止することで、ネジ 43 の締め付け過ぎを抑制する制御を実行できる。ブラシレスモータ 12 を停止させるとは、ブラシレスモータ 12 に対する印加電圧のデューティ比を 0% にすることである。

【0079】

そして、ネジ 43 の締め付け過ぎを抑制する制御を実行するにあたり、「運転モード 5」と「運転モード 6」とで、ブラシレスモータ 12 を停止する電流値を異ならせる。例えば、「運転モード 5」では、ブラシレスモータ 12 に 10 A の電流値が供給されるとブラシレスモータ 12 を停止し、「運転モード 6」では、ブラシレスモータ 12 に 20 A の電流値が供給されるとブラシレスモータ 12 を停止することが可能である。

【0080】

次に、ブラシレスモータ１２を停止させる条件としてのブラシレスモータ１２の温度が異なる「運転モード７」と「運転モード８」とを切り替える例を説明する。ブラシレスモータ１２は、通電により温度が上昇し、ブラシレスモータ１２の熱がグリップ３９に伝達されてグリップの温度が上昇する。

【００８１】

そこで、ブラシレスモータ１２を停止させる温度を、「運転モード７」よりも「運転モード８」を高温とすることができる。そして、作業者は、インパクトドライバ１０の使用環境や季節に応じて、「運転モード７」を選択すれば、グリップ３９の温度上昇を抑制できる。

【００８２】

さらに、ブラシレスモータ１２を停止させる条件としての電池パック１１の電圧が異なる「運転モード９」と「運転モード１０」とを切り替えることも可能である。例えば、ブラシレスモータ１２を停止させる電圧を、「運転モード９」よりも「運転モード１０」を高くすることができる。そして、作業者は、ネジ４３を締め付けるために必要なトルク等に応じて、「運転モード１０」を選択することで、ネジ４３の締め付けトルクのばらつきをなくすることができる。

【００８３】

さらに、ブラシレスモータ１２を停止させる条件としての駆動時間が異なる「運転モード１１」と「運転モード１２」とを切り替えることができる。駆動時間は、ブラシレスモータ１２の運転が開始されてからの経過時間である。例えば、駆動時間を「運転モード１１」よりも「運転モード１２」を長くすることができる。そして、作業者は、ネジ４３の長さ等に応じて、「運転モード１２」を選択することで、ネジ４３の締め付けトルクのばらつきをなくすることができる。

【００８４】

なお、上記したインパクトドライバ１０において、運転モード切替スイッチ４１を操作して、ライト４２の点灯と消灯とを変更することも可能である。

【００８５】

さらに、押し付け力検出スイッチを設ける位置の他の例を、図９（Ａ）、（Ｂ）を参照して説明する。図９において、押し付け力検出スイッチ６６はハウジング１３内に設けられている。ハウジング１３は、軸線Ａ１を中心とする半径方向で、スリーブ２１の外側に設けられた環状の壁６７を有する。押し付け力検出スイッチ６６は、軸線Ａ１に沿った方向で、壁６７と突部３７との間に設けられており、押し付け力検出スイッチ６６の出力信号は、図２のようにスイッチ操作検出回路６１に入力される。また、保持孔３１内に弾性体６８が設けられている。弾性体６８は、例えば金属製の圧縮コイルバネであり、弾性体６８の力がアンビル２０に加わっている。つまり、アンビル２０は、弾性体６８の力でハンマ３３から離れる向きで軸線Ａ１に沿って押されている。

【００８６】

先端工具１９がネジ４３に押し付けられていない場合、図９（Ａ）のように、アンビル２０の突部３７が、弾性体６８の力で押し付け力検出スイッチ６６に押し付けられている。つまり、押し付け力検出スイッチ６６はオフされている。これに対して、先端工具１９がネジ４３に押し付けられると、弾性体６８の力に抗してハンマ３３に近づく向きで移動する。その結果、図９（Ｂ）のように、アンビル２０の突部３７が押し付け力検出スイッチ６６から離れ、押し付け力検出スイッチ６６はオンされる。

【００８７】

そして、図１の押し付け力検出スイッチ４０に代えて、図９に示す押し付け力検出スイッチ６６を備えたインパクトドライバ１０は、図１に示すインパクトドライバ１０と同様の制御を実行可能である。

【００８８】

本実施形態におけるインパクトドライバ１０は、下記の効果のうち少なくとも１つを得ることができる。

【 0 0 8 9 】

(1) ネジ 4 3 に先端工具 1 9 を押し付けることで、グリップ 3 9 を握り直すことなく、作業者は、運転モード切替スイッチ 4 1 を操作して、先端工具 1 9 をネジ 4 3 に押し付ける力とは無関係に、2 つ以上の運転モードのうち、いずれかを任意に選択可能である。このため、インパクトドライバ 1 0 の操作性または作業性を向上できる。

【 0 0 9 0 】

(2) ブラシレスモータ 1 2 が停止されていると、作業者が運転モード切替スイッチ 4 1 をオン及びオフする操作を 1 回繰り返す毎に、グリップ 3 9 を握り直すことなく、片手で容易に運転モードを切替えることが可能となり、インパクトドライバ 1 0 の操作性または作業性を向上できる。

10

【 0 0 9 1 】

(3) 運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量に応じてブラシレスモータ 1 2 の回転軸 1 4 の回転数を任意に変更でき、作業性が向上する。

【 0 0 9 2 】

(4) 運転モード切替スイッチ 4 1 の操作量が少ないほど、ブラシレスモータ 1 2 への供給電力を増加させることができる。したがって、先端工具 1 9 をネジ 4 3 に押し付けるだけで、運転モード切替スイッチ 4 1 を操作することなく、回転軸 1 4 を高速回転させることができ、作業性が向上する。

【 0 0 9 3 】

(5) 停止しているブラシレスモータ 1 2 を駆動する際に、ブラシレスモータ 1 2 に供給する電力量は、時間の経過に伴い増加することができる。つまり、回転軸 1 4 の回転数が徐々に上昇する。したがって、ネジ 4 3 を締め付けるに低反動とすることができ、作業性が向上する。

20

【 0 0 9 4 】

(6) 作業者がグリップ 3 9 を握ったままの状態、人差し指により運転モード切替スイッチ 4 1 を操作することができ、作業性が向上する。

【 0 0 9 5 】

本実施形態における制御回路 5 2 が、本発明の第 1 電力制御部及び第 2 電力制御部に相当する。本実施形態におけるインパクトドライバ 1 0 が、本発明の電動作業機に相当し、運転モード切替スイッチ 4 1 が、本発明の操作部に相当する。本実施形態における回転軸 1 4 の回転方向、回転軸 1 4 のトルク、回転軸 1 4 の回転数等が、本発明における電動モータの回転状態に含まれる。なお、回転軸 1 4 及び回転子 1 5 の回転数は、単位時間あたりの回転数であり、回転速度と同義である。また、木材 4 4、ネジ 4 3 が、本発明の対象物に相当する。ハウジング 1 3 及びグリップ 3 9 が、本発明の作業機本体に相当する。

30

【 0 0 9 6 】

本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。例えば、図 7 のフローチャートにおいては、運転モード切替スイッチが操作される毎に、「運転モード 1」から「運転モード 4」の順序でモードが切り替えられているが、供給電力が異なる 3 種類以上の運転モードを選択的に切り替え可能とし、タッチパネルの操作により、運転モード 1 から運転モード 3 に飛び越えて切り替え可能としてもよい。この場合、タッチパネルが、本発明の操作部に相当する。また、本発明の操作部は、スイッチ、タッチパネルの他、可動式のレバー、回転式のノブまたはダイヤル等を含む。さらに、制御回路は、図 7 に示されたステップ S 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 の判断を順次行うことなく、同時に行うことも可能である。

40

【 0 0 9 7 】

また、本発明の電動作業機は、インパクトドライバに限らず、ドライバドリル、ディスクグラインダ等を含む。本発明の対象物は、木材の他、コンクリート、石膏ボード等を含む。本発明の対象物は、ネジ、ボルトを含む。本発明の先端工具は、砥石、ドリルビット、タップ等の他、ソケット、エクステンションバー、アダプタを含む。また、本発明の電動作業機は、交流電源の電力を電池パックを介さずに直流電動モータに供給可能な構造を

50

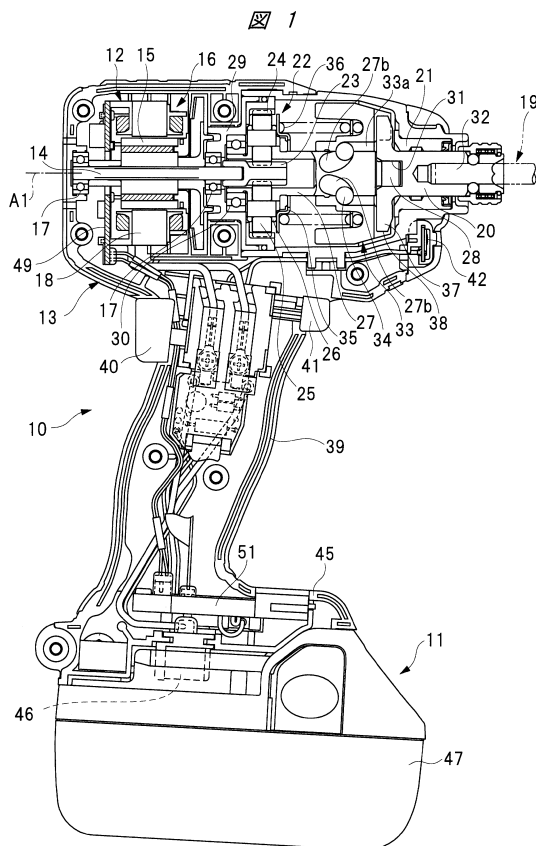
含む。この場合、交流電流を直流電流に変換する整流器が設けられる。さらに、本発明の電動作業機に用いられる電動モータは、ブラシレスモータ、ブラシ付きモータのいずれでもよい。電動モータに用いる永久磁石の極数は、4極に限らず、6極、8極でもよい。本発明における電動モータは、直流電動モータまたは交流電動モータのいずれでもよい。

【符号の説明】

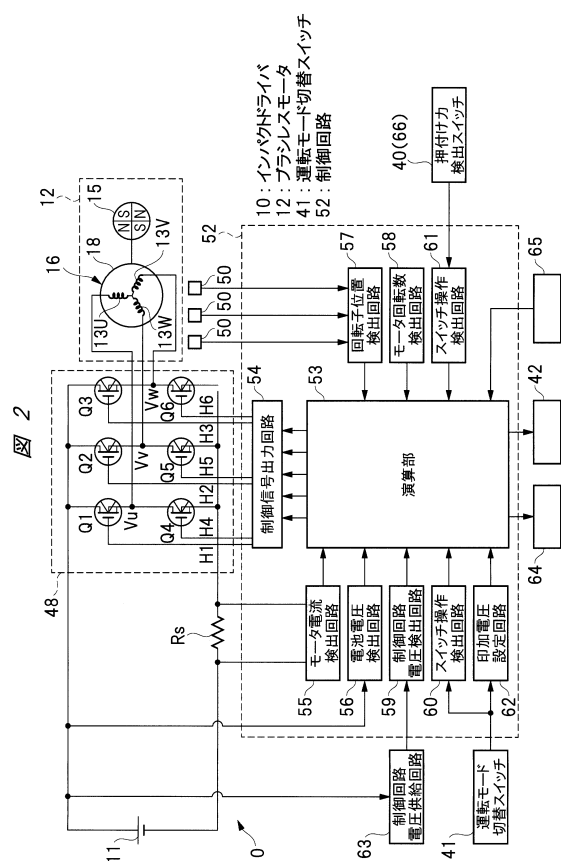
【0098】

10...インパクトドライバ、12...ブラシレスモータ、13...ハウジング、19...先端工具、39...グリップ、40...押し付け力検出スイッチ、41...運転モード切替スイッチ、42...ライト、44...対象物、52...制御回路。

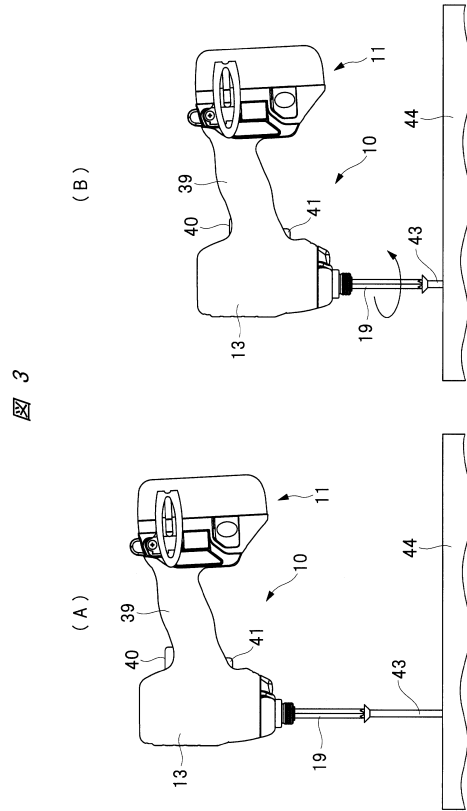
【図1】



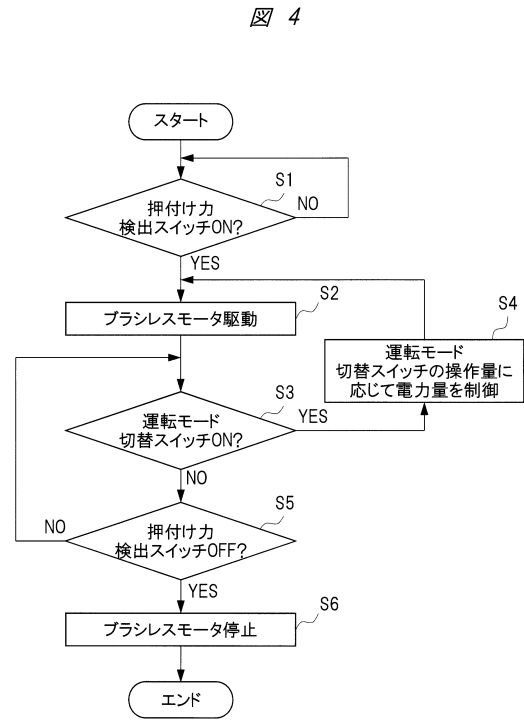
【図2】



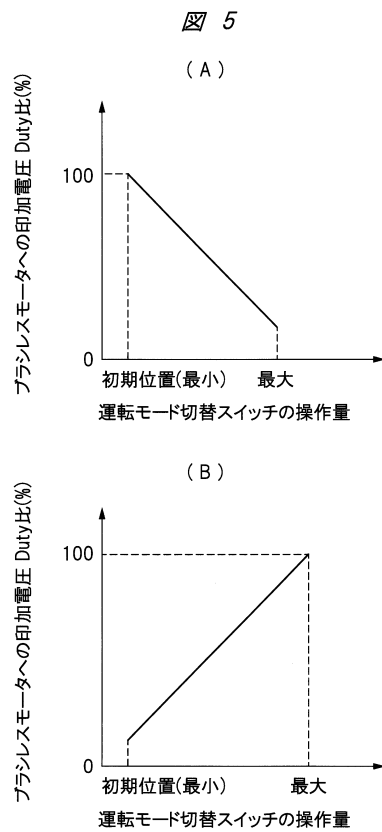
【図 3】



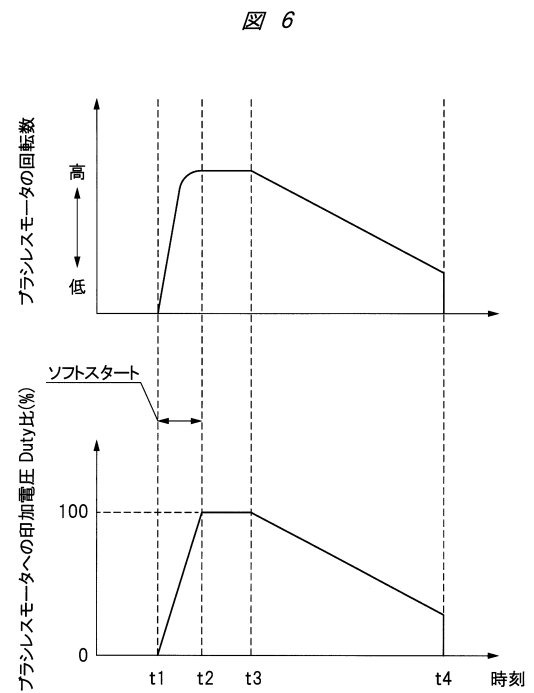
【図 4】



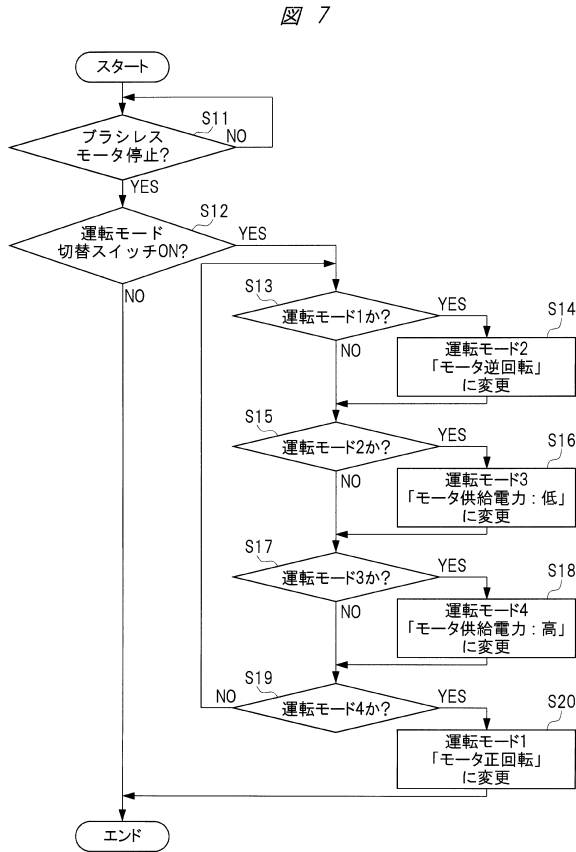
【図 5】



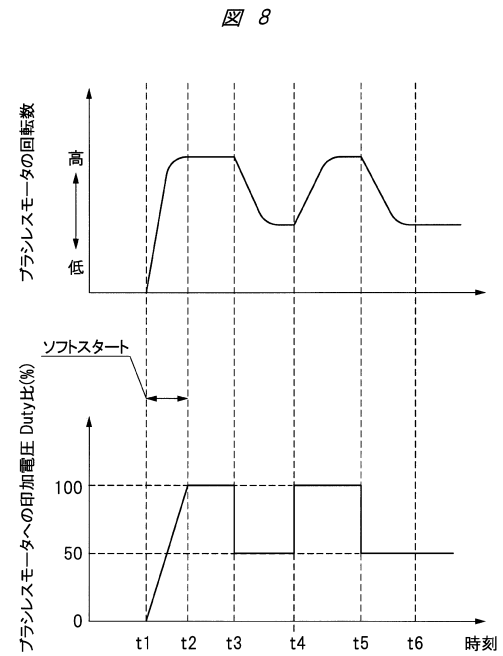
【図 6】



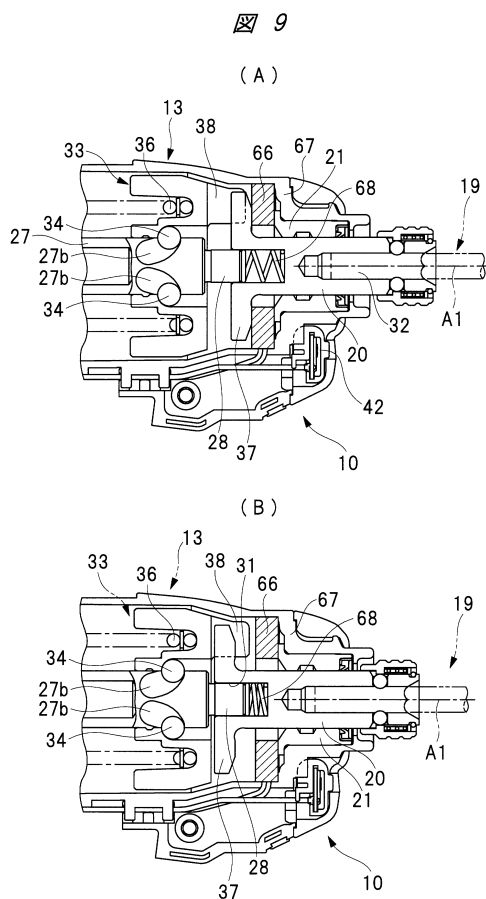
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平03 - 055176 (JP, U)
特開平07 - 178678 (JP, A)
特開2002 - 254346 (JP, A)
特開2013 - 255987 (JP, A)
特開2004 - 130470 (JP, A)
特開2005 - 052908 (JP, A)
米国特許出願公開第2008 / 0264212 (US, A1)
米国特許第05014793 (US, A)
特開2009 - 285805 (JP, A)
米国特許第3387669 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B25F 5 / 00
B25B 21 / 00
B25B 23 / 157
DWPI (Derwent Innovation)