

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-140995

(P2004-140995A)

(43) 公開日 平成16年5月13日(2004.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

H02P 3/12

H02P 3/18

F I

H02P 3/12

H02P 3/18

テーマコード (参考)

5H530

審査請求 未請求 請求項の数 56 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-359454 (P2003-359454)
 (22) 出願日 平成15年10月20日 (2003.10.20)
 (31) 優先権主張番号 60/419352
 (32) 優先日 平成14年10月18日 (2002.10.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 10/647807
 (32) 優先日 平成15年8月25日 (2003.8.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 391010769
 ブラック アンド デッカー インク
 BLACK & DECKER INC.
 アメリカ合衆国, デラウェア 19711
 , ニューアーク, カークウッド ハイウェイ
 1423
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100108383
 弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

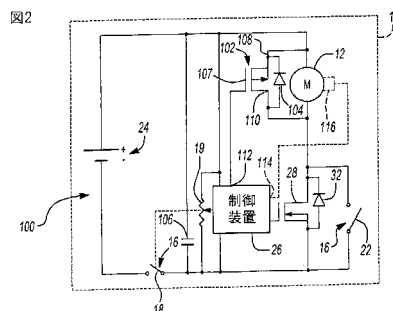
(54) 【発明の名称】 モーターを停止させるための方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、モーター停止制御に関し、特に、電動工具の直流モーター停止制御に関する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 モーターを停止させる方法及び装置は、モーター巻線の両端を接続する停止電力スイッチング素子を有する。モーターを停止させるために、停止電力スイッチング素子は、オン・オフを繰り返す。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モーターを停止させるために繰り返し開閉する、モーター巻線の両端に接続される停止電力スイッチング素子で構成されること、を特徴とするモーター停止回路。

【請求項 2】

前記停止電力スイッチング素子は、F E Tであること、を特徴とする請求項 1 記載のモーター停止回路。

【請求項 3】

前記 F E T は、M O S F E Tであること、を特徴とする請求項 2 記載のモーター停止回路。

【請求項 4】

さらに、前記 F E T に接続され、切断されつつある前記モーターの電力に関して、前記 F E T をオン・オフさせるパルス列を生成する制御装置を含むこと、を特徴とする請求項 2 記載のモーター停止回路。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記パルス列を生成するためのタイマーを含むこと、を特徴とする請求項 4 記載のモーター停止回路。

【請求項 6】

前記制御回路は、前記タイマーの出力する前記パルス列のデューティ比と周波数の少なくとも一方を調節するために前記タイマーに接続される調節回路を含むこと、を特徴とする請求項 5 記載のモーター停止回路。

【請求項 7】

前記パルス列は、パルス幅変調信号を含むこと、を特徴とする請求項 6 記載のモーター停止回路。

【請求項 8】

さらに、電力が前記モーターに接続されるときに充電され、前記モーターに対する電力が切断されたときに前記モーター停止回路に電力を供給する、蓄電キャパシタを含むこと、を特徴とする請求項 5 記載のモーター停止回路。

【請求項 9】

前記 F E T の内部ダイオードは、前記モーター巻線の両端を接続する個別のダイオードの代わりに用いられること、を特徴とする請求項 2 記載のモーター停止回路。

【請求項 10】

さらに、閉じた状態で前記モーターを動かすスイッチが開かれるとき、前記停止電力スイッチング素子を繰り返し開閉させるための制御装置を含むこと、を特徴とする請求項 1 記載のモーター停止回路。

【請求項 11】

さらに、電力が前記モーターに接続されるときに充電され、前記モーターに対する電力が切断されたときに前記モーター停止回路に電力を供給する、蓄電キャパシタを含むこと、を特徴とする請求項 10 記載のモーター停止回路。

【請求項 12】

前記スイッチは、押下の程度に基づき前記制御装置に信号を供給し、前記制御装置は、前記スイッチの供給する前記信号に応じて前記モーター速度を制御すること、を特徴とする請求項 10 記載のモーター停止回路。

【請求項 13】

前記モーターは、直流モーターであること、を特徴とする請求項 1 記載のモーター停止回路。

【請求項 14】

前記直流モーターは、永久磁石直流モーターであること、を特徴とする請求項 13 記載のモーター停止回路。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記モーターは、コードから電力を供給されるモーターであること、を特徴とする請求項 1 記載のモーター停止回路。

【請求項 16】

モーター停止回路であって、

モーター巻線の両端を接続する F E T と、

前記モーターを停止させるために前記 F E T をオン・オフさせるパルス列を、スイッチ・オフしつつある前記モーターに対して生成する、前記 F E T に接続される制御回路と、

前記モーターへの電力がスイッチ・オンされているときに充電され、前記モーターへの電力がスイッチ・オフされているときに前記モーター停止回路に対して電力を供給する、蓄電キャパシタと、

10

で構成されること、を特徴とするモーター停止回路。

【請求項 17】

前記 F E T は、フリー・ホイール・ダイオードとして動作し、個別のフリー・ホイール・ダイオードの代わりに用いられる、前記モーター巻線の両端に接続される内部ダイオードを含むこと、を特徴とする請求項 16 記載のモーター停止回路。

【請求項 18】

前記制御装置は、前記停止電力スイッチング素子に自励パルス信号を出力すること、を特徴とする請求項 16 記載のモーター停止回路。

【請求項 19】

前記自励パルス信号は、パルス幅変調信号であること、を特徴とする請求項 18 記載のモーター停止回路。

20

【請求項 20】

前記自励パルス信号は、方形波であること、を特徴とする請求項 18 記載の制御回路。

【請求項 21】

前記制御装置は、前記停止電力スイッチング素子に出力するパルス幅変調信号のデューティ比と周波数の少なくとも一方を変化させることにより、前記モーターの停止を制御すること、を特徴とする請求項 16 記載の制御回路。

【請求項 22】

オンであるときに前記モーターを動かすためのスイッチ、制御装置、前記モーター巻線の両端に接続され前記制御装置に接続される停止電力スイッチング素子で構成され、前記制御装置は、前記スイッチがオフであるときに前記モーターを停止させるために前記停止スイッチング素子を開閉させること、を特徴とするモーターの制御回路。

30

【請求項 23】

前記モーターは直流モーターであり、前記スイッチがオンであるときに前記モーターを動かすために前記モーターを直流電源に接続し、前記スイッチがオフであるときに前記モーターを停止させるために前記モーターを前記直流電源から切断し、さらに、前記スイッチがオンであるときに充電され、前記スイッチがオフであるときに前記制御装置及び前記停止電力スイッチング素子に対して電力を供給する、蓄電キャパシタを含むこと、を特徴とする請求項 22 記載の制御回路。

【請求項 24】

前記停止電力スイッチング素子は、半導体スイッチを含むこと、を特徴とする請求項 23 記載の制御回路。

40

【請求項 25】

前記半導体スイッチは、前記モーター巻線の両端に接続される内部ダイオードを有する F E T を含み、前記 F E T の前記内部ダイオードは、フリー・ホイール・ダイオードとして動作し、個別のフリー・ホイール・ダイオードの代わりに用いられること、を特徴とする請求項 24 記載の制御回路。

【請求項 26】

前記 F E T は、M O S F E T であること、を特徴とする請求項 25 記載の制御回路。

【請求項 27】

50

前記半導体スイッチは、トライアック、SCR、MOSFET、IGBT、ダーリントン対の少なくとも一つを含むこと、を特徴とする請求項25記載の制御回路。

【請求項28】

前記モーターは、コードから電力を供給されるモーターであること、を特徴とする請求項22記載の制御回路。

【請求項29】

前記モーターは、電池に接続される直流モーターであり、前記モーターは、前記スイッチがオフであるとき、前記電池への接続を維持し、前記モーターを停止させる間に発電される電力が、少なくとも一部は前記電池を再充電するように前記モーターを停止させること、を特徴とする請求項22記載の制御回路。

10

【請求項30】

前記スイッチは、前記停止電力スイッチング素子も収容するモジュール内に収容されたトリガー・スイッチであること、を特徴とする請求項22記載の制御回路。

【請求項31】

前記制御装置は、前記停止電力スイッチング素子に出力するパルス幅変調信号のデューティ比と周波数の少なくとも一方を変化させることにより前記モーターの停止を制御すること、を特徴とする請求項22記載の制御回路。

【請求項32】

前記制御装置は、前記モーターのモーター速度及び逆起電力の少なくとも一方を測定し、前記モーターのモーター速度及び逆起電力の少なくとも一方に基づき前記モーターの停止を制御すること、を特徴とする請求項31記載の制御回路。

20

【請求項33】

前記制御装置は、前記停止電力スイッチング素子に自励パルス信号を出力すること、を特徴とする請求項22記載の制御回路。

【請求項34】

前記自励パルス信号は、パルス幅変調信号であること、を特徴とする請求項33記載の制御回路。

【請求項35】

前記自励パルス信号は、方形波であること、を特徴とする請求項33記載の制御回路。

【請求項36】

前記スイッチは、押下の程度に基づき前記制御装置に信号を供給するトリガー・スイッチであり、前記制御装置は、前記トリガー・スイッチの供給する前記信号に応じて前記モーター速度を制御すること、を特徴とする請求項22記載のモーター停止回路。

30

【請求項37】

前記トリガー・スイッチは、前記スイッチの押下の程度に基づき前記制御装置に前記信号を供給するポテンシオメーターを含むこと、を特徴とする請求項36記載のモーター停止回路。

【請求項38】

電動工具であって、

モーターを包み込む筐体と、

前記スイッチがオンであるとき前記モーターを動かすためのスイッチと、

制御装置と、

40

前記モーター巻線の両端に接続され前記制御装置に接続される停止スイッチング素子とで構成され、

前記制御装置は、前記スイッチがオフであるとき前記モーターを停止させるために前記制御可能なスイッチング素子を開閉させる、

こと、を特徴とする電動工具。

【請求項39】

前記停止スイッチング素子は、半導体スイッチを含むこと、を特徴とする請求項38記載の電動工具。

50

【請求項 40】

前記半導体スイッチは、前記モーター巻線の両端に接続される内部ダイオードを有する FET であり、前記 FET の前記内部ダイオードは、フリー・ホイール・ダイオードとして動作し、個別のフリー・ホイール・ダイオードの代わりに用いられること、を特徴とする請求項 39 記載の電動工具。

【請求項 41】

前記半導体スイッチは、トライアック、SCR、MOSFET、IGBT、ダーリントン対の少なくとも一つを含むこと、を特徴とする請求項 39 記載の電動工具。

【請求項 42】

前記スイッチは、モジュール内に収容されるトリガー・スイッチであり、前記停止スイッチング素子も、前記モジュールに収容されること、を特徴とする請求項 39 記載の電動工具。 10

【請求項 43】

前記スイッチは、押下の程度に基づき前記制御装置に信号を供給するポテンシオメーターを有するトリガー・スイッチであり、前記制御装置は、前記ポテンシオメーターの供給する前記信号に応じて前記モーター速度を制御すること、を特徴とする請求項 42 記載の電動工具。

【請求項 44】

前記モーターは直流モーターであり、前記スイッチがオンであるときに前記モーターを動かすために前記モーターを直流電源に接続し、前記スイッチがオフであるときに前記モーターを停止させるために前記モーターを前記直流電源から切断すること、を特徴とする請求項 42 記載の電動工具。 20

【請求項 45】

前記モーターは、コードから電力を供給されるモーターであること、を特徴とする請求項 42 記載の電動工具。

【請求項 46】

さらに、電池及び蓄電キャパシタを含み、前記モーターは、前記スイッチがオンのとき前記電池に接続され前記スイッチがオフのとき前記電池から切断される直流モーターを含み、前記蓄電キャパシタは、前記スイッチがオンのとき前記電池から充電され前記スイッチがオフのとき前記制御装置及び半導体スイッチに電力を供給すること、を特徴とする請求項 39 記載の電動工具。 30

【請求項 47】

前記モーターを停止させるために、前記モーター巻線の両端に接続される停止スイッチング素子を開閉させることで構成されること、を特徴とするモーターを停止させる方法。

【請求項 48】

前記停止スイッチング素子を開閉させることは、前記モーター巻線の両端に接続される半導体スイッチをオン・オフさせることを含むこと、を特徴とする請求項 47 記載の方法。

【請求項 49】

前記半導体スイッチをオン・オフさせることは、それをパルス信号で脈動させることを含むこと、を特徴とする請求項 48 記載の方法。 40

【請求項 50】

前記半導体スイッチを脈動させることは、それをパルス幅変調信号で脈動させること、及び、停止速度と停止電流の少なくとも一方を変化させるために前記パルス幅変調信号のデューティ比と周波数の少なくとも一方を変化させること、を含むこと、を特徴とする請求項 49 記載の方法。

【請求項 51】

永久磁石直流モーター、スイッチ・オンのとき前記モーターを動かしスイッチ・オフのとき前記モーターを停止させるスイッチ、を有するコードレス電動工具における、前記モーターを停止させる方法であって、前記モーターを停止させるために前記モーター巻線の 50

両端に接続される半導体スイッチをオン・オフさせることで構成されること、を特徴とする方法。

【請求項 5 2】

さらに、前記スイッチがオンのとき蓄電キャパシタを充電すること、及び、前記スイッチがオフのとき前記蓄電キャパシタから前記半導体スイッチに電力を供給すること、を含むこと、を特徴とする請求項 5 1 記載の方法。

【請求項 5 3】

前記電子的スイッチは、前記モーター巻線の両端に接続される内部ダイオードを有する MOSFET であり、さらに、個別のフリー・ホイール・ダイオードの代わりに前記 MOSFET の前記内部ダイオードをフリー・ホイール・ダイオードとして用いることを含むこと、を特徴とする請求項 5 2 記載の方法。 10

【請求項 5 4】

コードから電力を供給されるモーター、スイッチ・オンのとき前記モーターを動かしスイッチ・オフのとき前記モーターを停止させるスイッチ、を有する電動工具における、前記モーターを停止させる方法であって、前記モーターを停止させるために前記モーター巻線の両端に接続される半導体スイッチをオン・オフさせることで構成されること、を特徴とする方法。

【請求項 5 5】

さらに、前記スイッチがオンのとき蓄電キャパシタを充電すること、及び、前記スイッチがオフのとき前記蓄電キャパシタから前記半導体スイッチに電力を供給すること、を含むこと、を特徴とする請求項 5 4 記載の方法。 20

【請求項 5 6】

前記電子的スイッチは、前記モーター巻線の両端に接続される内部ダイオードを有する MOSFET であり、さらに、個別のフリー・ホイール・ダイオードの代わりに前記 MOSFET の前記内部ダイオードをフリー・ホイール・ダイオードとして用いることを含むこと、を特徴とする請求項 5 5 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モーターを停止させること、特に、電動工具の直流モーターを停止させることに関する。なお、本出願は、2002年10月18日付け米国仮出願第60/419,352号の利益を主張する。 30

【背景技術】

【0002】

図1は、コードレス電動工具の電気システム14（点線の箱14で代表的に示した）において、モーター12に対する電力を制御するための従来技術のモーター制御回路を示している。コードレス電動工具の電気システム14は、実施例では、可変速ドリルにおいて用いられているような可変速度システムである。モーター12は、実施例では、永久磁界と電機子巻線を有する。モーター制御回路10は、スイッチ16、実施例ではトリガー・スイッチを含み、主電源接点18、停止接点20及びバイパス接点22を有する。主電源接点18と停止接点20は、連動する。主電源接点18は通常開いており、停止接点20は通常閉じていて、両者はブレーク・ビフォー・メイク（break-before-make）接点である。主電源接点18の通常開いている側は電池24の負極に接続され、主電源接点18の共通側はモーター制御回路10の制御装置26に接続される。モーター制御回路10は、作動電力スイッチング素子28とフリー・ホイール・ダイオード30も含む。 40

【0003】

作動電力スイッチング素子28は、実施例では、ゲートが制御装置26の出力に接続されたNチャンネル電力MOSFETであり、そのソースは主電源接点18の共通側に接続され、そのドレインはトリガー・スイッチ16の停止接点20の共通側、モーター12の巻線の一端及びダイオード30のアノードに接続される。公知であるが、MOSFETは 50

、そのソースとドレインをつなぐダイオードを有し、それは、図 1 のダイオード 3 2 で示される。停止接点 2 0 の他端は、電池 2 4 の正極に接続され、モーター 1 2 の巻線の他端及びダイオード 3 0 のカソードも同様である。モーター 1 2 は、実施例では、電機子巻線 / 永久磁界モーターなので、作動電力スイッチング素子 2 8 のドレイン及び電池 2 4 の正極が接続されるモーター巻線は、電機子巻線である。

【 0 0 0 4 】

制御装置 2 6 は、実施例では、設定周波数及び可変抵抗により制御される可変デューティ比を持つパルス幅変調 (PWM) 信号を作動電力スイッチング素子 2 8 のゲートに供給するパルス幅変調器である。可変抵抗は、実施例では、トリガー・スイッチ 1 6 と機械的に結合するポテンシオメーター 1 9 である。これについて、制御装置 2 6 は、 L M 5 5 5 及びポテンシオメーターとすることができ、 L M 5 5 5 は、設定周波数及びトリガー・スイッチ 1 6 と機械的に結合するポテンシオメーターにより制御される可変デューティ比を持つパルス幅変調器として構成される。

10

【 0 0 0 5 】

作動中、トリガー・スイッチ 1 6 は、少し押下されると、停止接点 2 0 を開き、わずかに遅れて主電源接点 1 8 を閉じる。これにより、電池 2 4 からの電力は、制御装置 2 6 、作動電力スイッチング素子 2 8 のソース及びバイパス接点 2 2 (この時点では、まだ開いているが) に接続される。制御装置 2 6 は、作動電力スイッチング素子 2 8 のゲートに向かいパルス幅変調信号を生成し、この素子のオン・オフを繰り返す。作動電力スイッチング素子 2 8 は、そのオン・オフの繰り返しで、モーター 1 2 の巻線に対する電力をオン・オフさせる。作動電力スイッチング素子 2 8 のゲートに供給されるパルス幅変調信号のデューティ比、すなわち信号が低電圧である時間に対する信号が高電圧である時間の比、は、トリガー・スイッチ 1 6 の押下の程度によって決定される。(トリガー・スイッチ 1 6 の押下の程度は、そのスイッチに機械的に結合されるポテンシオメーター 1 9 の可変抵抗値を決定し、それが制御装置 2 6 のデューティ比の設定に用いる可変抵抗値を与える。) パルス幅変調信号のデューティ比は、モーター 1 2 の速度を決める。トリガー・スイッチ 1 6 がさらに、典型的には約 8 0 パーセントのレベルまで、押下されると、バイパス接点 2 2 が閉じる。バイパス接点 2 2 が閉じると、電力は、電池 2 4 からモーター巻線に直接接続され、制御装置 2 6 の与える可変速度制御と作動電力スイッチング素子 2 8 は、バイパスされる。このとき、モーター 1 2 は、最大速度で動作する。

20

30

【 0 0 0 6 】

作動電力スイッチング素子 2 8 がオンからオフになったとき、フリー・ホイール・ダイオードとして知られているダイオード 3 0 は、モーター 1 2 の巻線内の電流に対する経路を与える。このとき、電流は、モーター 1 2 の下側 (図 1 における方向である) のモーター巻線から出て、ダイオード 3 0 を通り、モーター 1 2 の上側 (図 1 における方向である) のモーター巻線へと流れ戻る。

【 0 0 0 7 】

モーター 1 2 を止めるためにトリガー・スイッチ 1 6 を開放すると、トリガー・スイッチ 1 6 の主電源接点 1 8 は開き、わずかに遅れて停止接点 2 0 が閉じる。(トリガー・スイッチ 1 6 が開放されたとき、バイパス接点 2 2 が閉じていた場合には、それを開く。) 停止接点 2 0 を閉じるとモーター 1 2 のモーター巻線が短絡し、モーター 1 2 を停止させる。

40

【 0 0 0 8 】

鋸のように、コードレス電動工具が可変速の工具でない場合には、制御装置 2 6 、作動電力スイッチング素子 2 8 、バイパス接点 2 2 及びダイオード 3 0 は、削除される。停止接点 2 0 は、上述と同様にモーター 1 2 を停止させるために動作する。

【 0 0 0 9 】

電力抵抗法が用いられる場合には、電力抵抗が、停止接点 2 0 と直列に接続される。

【 0 0 1 0 】

制御装置 2 6 及び作動電力スイッチング素子 2 8 は、実施例では、トリガー・スイッチ

50

16と同じパッケージに収められる。ダイオード30も同様にすることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

電動工具における直流モーターの停止は、モーター巻線に対する電力のスイッチを入れるスイッチとなるトリガーを開放した後、モーター巻線の両端を接続する停止接点を閉じることによって、典型的には達成される。この技術は、多くの問題を呈している。その技術は、停止させる間に非常に高い電流を生じさせる。また、それは、ブラシ磨損の加速と同様、界磁の消磁にもつながる。また、それは、急激な停止につながり、工具のトランスミッションの寿命にとって有害である。さらに、停止時間を制御することができない。

10

【0012】

代替りの方法は、停止させる間にモーター巻線の両端に電力抵抗を接続することである。この方法も、また、問題を呈している。電力抵抗は、かさばり、熱を発生する。モーター巻線に対する電力のスイッチを入れるスイッチと同じパッケージで、通常の工具操作の際にモーター巻線に対する電力のスイッチをオン・オフするための部品を収納するパッケージに電力抵抗を入れることは通常できない。停止電流を低くできても、この方法では、停止時間を制御することができない。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の要約

20

本発明の一面に従うと、制御可能なスイッチ（停止電力スイッチング素子）は、モーター巻線の両端を接続する。停止電力スイッチング素子は、通常開いている。モーターを停止させるために、停止電力スイッチング素子は、繰り返し動作し、モーター巻線の両端で繰り返し開閉する。本発明の一面において、スイッチは半導体スイッチである。本発明の一面において、スイッチは電界効果トランジスタ（FET）である。本発明の一面において、スイッチはPチャンネルMOSFETである。本発明の一面において、スイッチはNチャンネルMOSFETである。

【0014】

停止電力スイッチング素子がFETである本発明の一面において、FETの内部ダイオードはモーター巻線の両端を接続するフリー・ホイール・ダイオードとして用いられ、モーター巻線の両端を接続する個別のダイオードが不要となる。

30

【0015】

本発明の一面において、停止電力スイッチング素子は、モーター速度、逆起電力の少なくとも一方に基づいて、そして開ループ形式で動作する。

【0016】

本発明の一面において、モーターは、電池を有するコードレス電動工具の一部である。本発明の一面において、電池は、停止させる間、モーター巻線に接続される。本発明の一面において、電池は、停止させる間、モーター巻線に接続されない。

【0017】

本発明の一面において、モーターは、コードから電力を供給されるモーター、すなわちコードから与えられる交流を整流して電力を供給される直流モーターである。本発明の一面において、コードから電力を供給されるモーターは、電動工具の一部である。

40

【0018】

本発明の一面において、蓄電キャパシタは、工具の動作中に十分なエネルギーを蓄える。すなわち、電力がモーター巻線に接続されるとき、停止させる間に制御可能なスイッチ及び制御可能なスイッチを含む停止制御回路を動かすのに十分なエネルギーを蓄える。

【0019】

本発明の一面において、停止電力スイッチング素子は、トリガー・スイッチと主要な電力スイッチング素子を収容するトリガー・スイッチ・パッケージの一部として収容される。本発明の一面において、主要な電力スイッチング素子を制御する制御装置は、停止電力

50

スイッチング素子も制御する。本発明の一面において、制御装置は、トリガー・スイッチ・パッケージに収容される。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、モーターを停止させる間の電流が減少する。それにより、ブラシ磨損や界磁の消磁を防ぎ得る。また、モーターが急激に止まらないため、工具のトランスミッションの寿命にとって有益である。さらに、停止時間を制御することができる。加えて、停止電力スイッチング素子は、電力抵抗に比べてかさばらないため、モーター巻線に対する電力のスイッチを入れるスイッチと同じパッケージで、通常の工具操作の際にモーター巻線に対する電力のスイッチをオン・オフするための部品を収納するパッケージに入れることが可能となる。また、停止電力スイッチング素子がFETである場合には、FETの内部ダイオードはモーター巻線の両端を接続するフリー・ホイール・ダイオードとして用いられ、モーター巻線の両端を接続する個別のダイオードが不要となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明の更なる適用範囲は、以下で与える詳細な説明から明らかとなる。詳細な説明及び特定の例は、本発明の望ましい具体例を示しているが、それらは、説明のみを目的としており、本発明の範囲を限定する意図はないということを理解すべきである。

【0022】

以下の望ましい具体例の詳細な説明は、単に代表例に過ぎず、本発明、その応用又はその使用を限定するものではない。

20

【実施例】

【0023】

図2は、モーター12への電力を制御するためのモーター制御回路100を示しており、この回路は、本発明に従ってモーター12を停止させる。図1と共通の素子は、同様の素子とみなし、モーター制御回路100の議論は、モーター制御回路100とモーター制御回路10の違いに焦点を合わせる。

【0024】

モーター制御回路100は、トリガー・スイッチ16による停止接点20の代わりに、モーター12のモーター巻線を接続する停止電力スイッチング素子102を有する。モーター制御回路100はさらに、制御装置26に接続される蓄電キャパシタ106を有する。ダイオード30は、削除される。

30

【0025】

停止電力スイッチング素子102は、実施例において、ソースとドレインをつなぐ内部ダイオードを有するPチャンネルMOSFETであり、そのダイオードは、ダイオード104で示される。停止電力スイッチング素子102のゲート107は、制御装置26の出力112に接続される。停止電力スイッチング素子102のソース108は、電池24の正極及びモーター12の巻線の一端に接続される。停止電力スイッチング素子102のドレイン110は、モーター12の巻線他端、作動電力スイッチング素子28のドレイン及びトリガー・スイッチ16によるバイパス接点22の通常開かれていて一端に接続される。停止電力スイッチング素子として実施例で使用されるMOSFETの内部ダイオード104は、ダイオード30を置き換える(図1)。

40

【0026】

PチャンネルMOSFET以外のスイッチング素子が必要なスイッチング速度を持つならば、そのような素子を停止電力スイッチング素子102として使うことができるということを理解すべきである。停止電力スイッチング素子102のために使うことができる他の種類のスイッチング素子は、NチャンネルMOSFET、トライアック、SCR、ダーリントン・トランジスタ対、IGBT、他の種類の電力半導体スイッチング素子及び十分なスイッチング速度を持つあるリレーである。停止電力スイッチング素子102として他の種類のスイッチング素子が使われる場合には、その素子の性質やその素子が内部ダイ

50

オードを有するか否かに応じて、ダイオード 30 を再び加える必要もあり得る。

【0027】

運転中、モーター 12 が、作動電力スイッチング素子 28 の制御の下に最大速度以下で動いているときには、停止電力スイッチング素子 102 の内部ダイオード 104 は、図 1 のダイオード 30 と同様にモーター 12 の巻線の両端を接続するフリー・ホイール・ダイオードとして動作する。トリガー・スイッチ 16 が開放されると、トリガー・スイッチ 16 の主電源接点 18 は開き、電池 24 から制御装置 26 及びモーター 12 への電力は切断される。蓄電キャパシタ 106 は、モーター 12 が停止するまで、制御装置 26 及び停止電力スイッチング素子 102 を動かすのに十分な電力を供給する。バイパス接点 22 は開かれて、制御装置 26 は作動電力スイッチング素子 28 をオフにする。

10

【0028】

制御装置 26 は、停止電力スイッチング素子 102 を制御する制御信号を出力 112 に生成する。この制御信号は、モーター 12 の巻線を断続的に短絡させるために、停止電力スイッチング素子 102 をオン・オフさせ、モーター 12 を停止させるパルス信号である。しかしながら、MOSFET のような半導体スイッチング素子は、オンになっているときわずかな内部抵抗を持つので、モーター 12 の巻線の両端を接続する短絡は真の短絡とはならず、わずかな抵抗を持つことになる。この抵抗はデューティ比とともに、停止過程でモーター巻線が短絡されるときに流れるピーク電流を減少させる。さらに電流の流れを制御し、それによって停止操作を制御するために、停止電力スイッチング素子 102 と直列に外部抵抗、それは実施例としては低い抵抗値を持つのだが、を接続することもある。

20

【0029】

制御装置 26 は、停止速度と停止電流を制御するために、出力 112 にパルス出力信号を供給するように構成される。例えば、設定周波数とデューティ比を持つパルス幅変調信号のような自励パルス信号を供給することができる。制御装置 26 は、モーター速度及び / 又は逆起電力を測定し、それに応じて出力 112 に出力されるパルス幅変調出力信号の周波数、デューティ比またはその両者を変化させる。本発明のこの一面において、制御装置 26 は、モーター速度とモーター 12 の逆起電力の少なくとも一方を測定するセンサー 116 に接続される入力 114 を含む。このとき、制御装置 26 は、出力 112 に制御装置 26 から出力されるパルス幅変調信号の周波数とデューティ比の少なくとも一方を変化させてモーター 12 の停止を制御するために、測定された入力を利用する。制御装置 26 は、方形波出力信号（例えば、50 - 50 のデューティ比を持つパルス幅変調信号）や正弦波を供給するように構成することもできる。

30

【0030】

本発明の別の面において、トリガー・スイッチ 16 による主電源接点 18 は、モーター 12 を停止させる期間中開かれておらず、電池 24 は少なくともモーター 12 の巻線に対して接続を維持する。トリガー・スイッチ 16 が開放されたら、制御装置 26 は作動電力スイッチング素子 28 をオフにし、停止電力スイッチング素子 102 を上述のように制御して、次にモーター 12 が停止したら主電源接点 18 を開く。バイパス接点 22 も、上述したように開かれる。これにより、作動電力スイッチング素子 28 の内部ダイオード 32 が、電池 24 の負極からモーター 12 の一端への電流経路を与え、モーター 12 の他端が、電池 24 の正極に接続されるので、モーター 12 を停止させる間、ある程度は電池 24 を再充電する回生停止が可能となる。

40

【0031】

本発明の一面において、停止電力スイッチング素子は、トリガー・スイッチ 16、制御装置 26 及び作動電力スイッチング素子 26 を収容するのと同じスイッチ・パッケージに収容される。

【0032】

電動工具が、可変速度の道具でない場合には、上述したように停止電力スイッチング素子 102 のみを制御し、作動電力スイッチング素子 28、バイパス接点 22 及びダイオード 30（存在する場合であるが）は、削除される。

50

【 0 0 3 3 】

図 3 は、モーター 1 2 への電力を制御するための図 2 のモーター制御回路 1 0 0 のより詳細な図であり、この制御回路が、本発明に従ってモーター 1 2 を停止させる。図 3 に示すように、電池 2 4 の正極は、9 ボルト・レギュレーター 2 0 0 の入力 2 0 2 に接続される。9 ボルト・レギュレーター 2 0 0 の出力 2 0 4、これは正のレール (rail) を与えるが、は、ダイオード 2 0 6 のアノードに接続される。ダイオード 2 0 6 のカソードは、タイマー 2 0 8、これは実施例では L M 5 5 5 タイマーであるが、の電力端子ピン 8 に接続される。タイマー 2 0 8 の共通端子ピン 1 は、スイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続される。ダイオード 2 0 6 のカソードは、キャパシタ 1 0 6、これは実施例では 4 7 0 μ F のキャパシタであるが、の一端に接続され、さらに、抵抗 2 1 0 を介して F E T 2 1 2 のドレインに接続される。キャパシタ 1 0 6 の他端は、スイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続される。ダイオード 2 0 6 のカソードはまた、ダイオード 2 2 2 を介して抵抗 2 2 4 の一端とトランジスター 2 2 6 のエミッターにも接続される。ダイオード 2 0 6 のカソードはまた、抵抗 2 2 8 を介してタイマー 2 0 8 のピン 7、ダイオード 2 3 0 のアノード及びダイオード 2 3 2 のカソードにも接続される。ダイオード 2 3 0 のカソードは、ポテンショメーター 2 3 4 の一端に接続され、ダイオード 2 3 2 のアノードは、ポテンショメーター 2 3 4 の他端に接続される。ポテンショメーター 2 3 4 のワイパー端子は、タイマー 2 0 8 のピン 2 とピン 6 に接続され、さらに、キャパシタ 2 3 6 を介してスイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続される。

10

【 0 0 3 4 】

キャパシタ 2 1 8 は、F E T 2 1 2 のドレインとスイッチの入った共通レール 2 1 3 の間に接続される。F E T 2 1 2 のドレインは、タイマー 2 0 8 のピン 4 に接続される。F E T 2 1 2 のソースはスイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続され、F E T 2 1 2 のゲートは、抵抗 2 1 4、2 1 6 の接合部に接続される。抵抗 2 1 4 の他端は電圧レギュレーター 2 0 0 の出力 2 0 4 に接続され、抵抗 2 1 6 の他端は、スイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続される。スイッチの入った共通レール 2 1 3 は、トリガー・スイッチ 1 6 による主電源接点 1 8 を介して電池 2 4 の負極に接続される。キャパシタ 2 2 0 は、9 ボルト・レギュレーター 2 0 0 の出力 2 0 4 とスイッチの入った共通レール 2 1 3 の間に接続される。

20

【 0 0 3 5 】

タイマー 2 0 8 の出力ピン、ピン 3 は、抵抗 2 3 8 を介してトランジスター 2 4 0 のベースに接続される。トランジスター 2 4 0 のコレクターは抵抗 2 2 4 の他端に接続され、さらに抵抗 2 4 2 を介してトランジスター 2 2 6 のベースに接続される。トランジスター 2 4 0 のエミッターは、スイッチの入った共通レール 2 1 3 に接続される。トランジスター 2 2 6 のコレクターはダイオード 2 4 4 のアノードに接続され、さらに抵抗 2 4 6 を介して、実施例では停止電力スイッチング素子 1 0 2 となる F E T のゲートに接続される。ダイオード 2 4 4 のカソードは、トランジスター 2 4 0 のコレクターに接続される。

30

【 0 0 3 6 】

作動中、トリガー・スイッチによる主電源接点 1 8 が閉じられると、抵抗 2 1 4、2 1 6 で形成する分圧器は F E T 2 1 2 をオンにし、それによりタイマー 2 0 8 の端子 4 が下がってタイマーはオフとなる。キャパシタ 1 0 6 は、充電される。

40

【 0 0 3 7 】

主電源接点 1 8 が開くと F E T 2 1 2 はオフになり、それによりタイマー 2 0 8 のピン 4 が上がってタイマーはオンとなる。タイマー 2 0 8 は、出力ピン 3 にパルス列を出力し、それは、トランジスター 2 4 0、2 2 6 を介して停止電力スイッチング素子 1 0 2 である F E T のゲートに供給され、モーター 1 2 を停止させるために F E T をオン・オフさせる。ポテンショメーター 2 3 4 は、タイマー 2 0 8 のデューティ比と周波数を調節する。それとは別に、タイマー 2 0 8 のデューティ比と周波数は、ポテンショメーター 2 3 4 を抵抗又は抵抗ネットワークで置き換えることによって設定することもできる。

【 0 0 3 8 】

50

図 3 の具体例において、制御装置 26 は、図 1 に示したようにモーター 12 に対する制御回路を含む。図 2 に関して議論したように、制御装置 26 は、モーター停止回路を含むこともでき、その場合には、モーター停止回路を含む図 3 の素子は、制御装置 26 の中に含まれよう。

【0039】

図 3 のモーター停止回路 100 を用いる電動工具について、図 4 A は、様々なデューティ比と周波数に対する停止時間を示すグラフであり、図 4 B は、様々なデューティ比と周波数に対するピーク・モーター電流を示すグラフである。モーター停止回路 100 では、停止電力スイッチング素子 102 である FET が、様々なデューティ比と周波数を持つパルス幅変調信号でオン・オフされる。図 1 の従来技術の停止回路を用いる同じ電動工具は、約 100 ミリ秒の停止時間を持ち、停止させる間のピーク・モーター電流は、約 75 A である。

10

【0040】

上述のモーター停止は、電池から電力を供給される直流モーターを有するコードレス電動工具の状況で述べたものであるということを理解すべきであるが、このモーター停止は、コードから与えられる交流を整流して電力を供給される直流モーターを有するコード付き電動工具にも利用可能であるということを理解すべきである。

【0041】

図 5 には、本発明に依る電動工具が、引用符号 300 に基づき図示されている。電動工具 300 は、ドリルとして描かれている。しかしながら、あらゆる種類の電動工具を、本発明のモーターと共に使うことができる。電動工具 300 は、モーター 12 のようなモーターを収容する筐体 302 を含む。スイッチ 16 のような始動部品は、電源 304 と同様にモーター 12 に接続される。電動工具 300 が、コードレスの電動工具である場合、電源 304 は、実施例において電池である。電動工具 300 は、コードから電力が供給される電動工具である場合、電源は、実施例において交流を与えるコードに接続される整流器（示されてはいないが）を含む。整流器は、交流を整流し、モーターに電力を供給する直流を与える。モーター 12 は、ドリル内の部品（示されてはいないが）を保持するためのトランスミッション 308 及びチャック 310 を伴う出力 306 に連結される。

20

【0042】

上述したように実施例においてトリガー・スイッチであるスイッチ 16 は、本例では制御装置 26 を含むモジュール 312 に収容されていてもよく、制御装置 26 は実施例では、上述のモーター制御回路 100 を含んでいてもよい。このように、モーター 12 への電力を制御して、モーター 12 を停止させるモーター制御回路 100 は、スイッチ 16 を伴うモジュールの部品として収容される。

30

【0043】

本発明の説明は、単に代表例であるに過ぎず、よって、本発明の要旨から逸脱しない変形は、本発明の範囲内にあるということを意図するものである。そのような変形を、本発明の精神と範囲から逸脱したものとみなしてはならない。

【図面の簡単な説明】

【0044】

40

【図 1】コードレス電動工具における従来技術のモーター制御回路。

【図 2】本発明に従ってモーターを停止させるモーター制御回路。

【図 3】図 2 のモーターを停止させるモーター制御回路のより詳細な図。

【図 4 A】図 3 のモーター制御回路に関して、様々なデューティ比と周波数に対する停止時間を示すグラフ。

【図 4 B】図 3 のモーター制御回路に関して、様々なデューティ比と周波数に対する停止までのピーク・モーター電流を示すグラフ。

【図 5】図 3 のモーター制御回路を有する電動工具の透視図。

【符号の説明】

【0045】

50

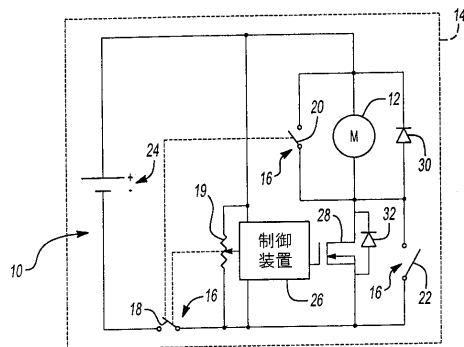
- 1 0 ... 従来技術のモーター制御回路
- 1 2 ... モーター
- 1 4 ... コードレス電動工具の電気システム
- 1 6 ... トリガー・スイッチ
- 1 8 ... 主電源接点
- 2 2 ... バイパス接点
- 2 4 ... 電池
- 1 0 0 ... 本発明に依るモーター制御回路
- 1 0 2 ... 停止電力スイッチング素子
- 1 1 6 ... モーター速度とモーターの逆起電力の少なくとも一方を測定するセンサー
- 2 0 0 ... 9 ボルト・レギュレーター
- 2 0 8 ... タイマー

10

【図 1】

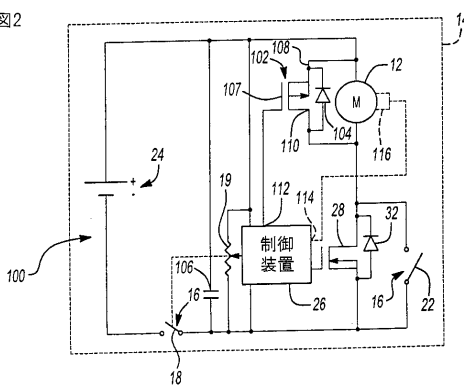
図1

従来技術



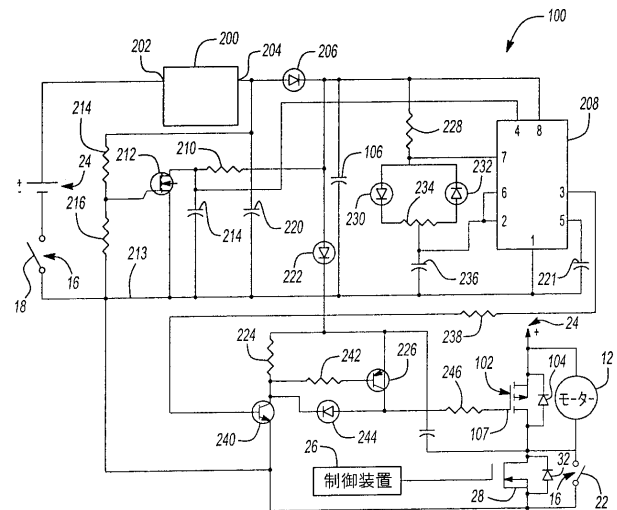
【図 2】

図2



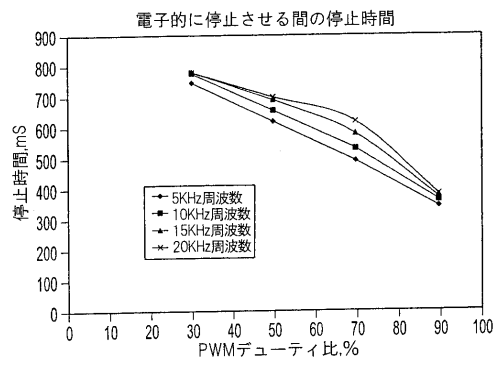
【図 3】

図3



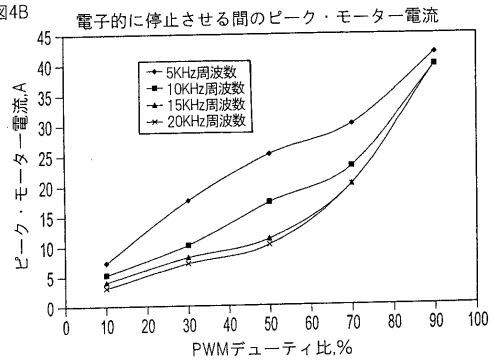
【 図 4 A 】

図4A



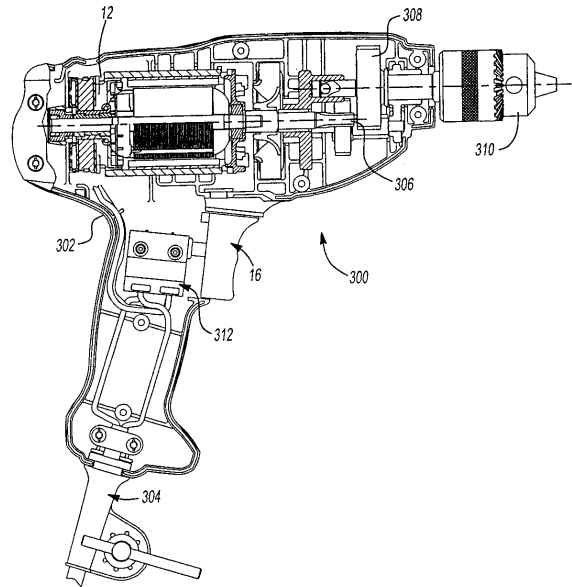
【 図 4 B 】

図4B



【 図 5 】

図5



フロントページの続き

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 パヌプラサド ブイ・ゴルティ

アメリカ合衆国, メリーランド 2 1 0 0 9 , アビンドン, ランハム ドライブ 3 2 0 5

(72)発明者 フン ティー・ドウ

アメリカ合衆国, メリーランド 2 1 1 3 6 , レイスターズタウン, ローリング エイカー ウェ
イ 5

F ターム(参考) 5H530 AA12 BB34 CC11 CC20 CD21 CD35 CF02 DD05 DD14 EE05