(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
2017年11月23日(23.11.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/199719 A1

(51) 国際特許分類:
B25F 5/00 (2006.01) *H02P 27/06* (2006.01)
H02H 7/122 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/016592

(22) 国際出願日： 2017年4月26日(26.04.2017)

(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 2016-101620 2016年5月20日(20.05.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社マキタ (**MAKITA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4468502 愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 井筒 悠太 (**IZUTSU, Yuta**); 〒4468502 愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号 株式会社マキタ内 Aichi (JP). 藤波 克人 (**FUJINAMI, Katsuhito**); 〒4468502 愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号 株式会社マキタ内 Aichi (JP). 伊藤 陽 (**ITO, Akira**); 〒4468502 愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号 株式会社マキタ内 Aichi (JP).

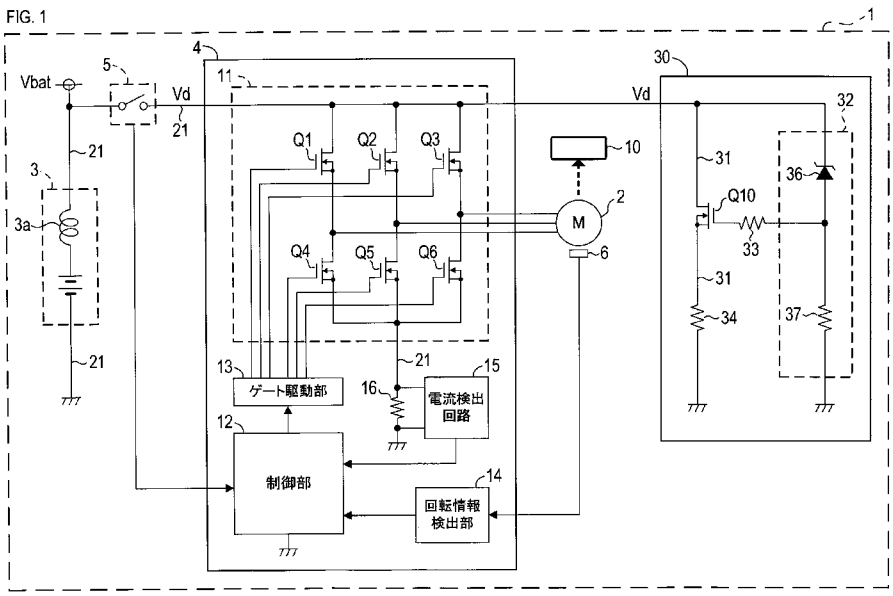
(74) 代理人: 名古屋国際特許業務法人 (**NAGOYA INTERNATIONAL PATENT FIRM**); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目２０番１９号 名神ビル Aichi (JP).

(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,

(54) **Title:** ELECTRIC POWERED WORK MACHINE AND VOLTAGE SUPPRESSING CIRCUIT FOR ELECTRIC POWERED WORK MACHINE

(54) 発明の名称： 電動作業機および電動作業機用電圧抑制回路

FIG. 1



12 Control unit
13 Gate drive unit
14 Rotation information detection unit
15 Current detection circuit

(57) **Abstract:** The electric powered work machine in one aspect of the present disclosure is provided with: a main conduction path; a drive unit provided with a motor and at least one first semiconductor switching element; a control unit; a bypass conduction path; a second semiconductor switching element; and a switch drive unit. The main conduction path is provided between a positive electrode and a negative electrode of a battery. The drive unit is provided in the main conduction path. The bypass conduction path is provided in parallel with the drive unit. The second semiconductor

WO 2017/199719 A1

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, 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))

switching element is provided in the bypass conduction path. If the voltage value of the drive voltage applied to the drive unit is less than a threshold, the switch drive unit isolates the bypass conduction path using the second semiconductor switching element, and if the voltage value thereof is at or above the threshold, the switch drive unit conducts electricity through the bypass conduction path using the second semiconductor switching element.

(57) 要約:本開示の１つの局面における電動作業機は、主通電経路と、モータ及び少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子を備える駆動ユニットと、制御部と、バイパス通電経路と、第２の半導体スイッチング素子と、スイッチ駆動部とを備える。主通電経路は、バッテリの正極と負極との間に設けられる。駆動ユニットは、主通電経路に設けられる。バイパス通電経路は、駆動ユニットに対して並列に設けられる。第２の半導体スイッチング素子は、バイパス通電経路に設けられる。スイッチ駆動部は、駆動ユニットに印加される駆動電圧の電圧値が閾値未満の場合は第２の半導体スイッチング素子によってバイパス通電経路を遮断させ、電圧値が閾値以上の場合は第２の半導体スイッチング素子によってバイパス通電経路を導通させる。

明　細　書

発明の名称 ： 電動作業機および電動作業機用電圧抑制回路

関連出願の相互参照

[0001] 本国際出願は、２０１６年５月２０日に日本国特許庁に出願された日本国特許出願第２０１６－１０１６２０号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第２０１６－１０１６２０号の全内容を本国際出願に参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、バッテリの電力によりモータが駆動されるよう構成された電動作業機に関する。

背景技術

[0003] 例えば電動グラインダ、電動丸のこ、電動ドライバ、電動刈払機など、バッテリの電力によってモータが駆動され、そのモータの駆動力によって作業機要素（例えば電動ドライバにおけるドライバビット）が駆動されるよう構成された各種の電動作業機が知られている。

[0004] また、モータの駆動方式として、スイッチング駆動方式が知られている。スイッチング駆動方式では、バッテリからモータへの通電経路に半導体スイッチング素子を設け、この半導体スイッチング素子のオン及びオフを制御（例えばデューティー制御）してモータを駆動させる。

[0005] 一般に、バッテリの内部には、インダクタンス成分が存在している。また、バッテリに限らず、バッテリからモータへの通電経路にもインダクタンス成分が存在している。そのため、スイッチング駆動方式にてモータが駆動されるよう構成された電動作業機においては、半導体スイッチング素子がオン状態からオフ状態に切り替わると、バッテリの内部またはバッテリの外部のインダクタンス成分に起因して、バッテリの電圧値よりも高い電圧値のいわゆるスパイク電圧が発生する。

[0006] スパイク電圧が発生すると、半導体スイッチング素子やその他の回路素子

が破壊されてしまうおそれがある。

これに対し、例えば下記の特許文献１に記載されているように、バッテリと並列に電解コンデンサを設ける技術が知られている。バッテリと並列に電解コンデンサを設けることで、電解コンデンサによって電圧の変動を抑制でき、スパイク電圧を抑制することが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１４－１４４４９６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、電解コンデンサによって電圧変動を抑制するためには、容量の大きい大型の電解コンデンサを用いる必要がある。したがって、電動作業機内に電解コンデンサを設けるための広いスペースが必要となって、電動作業機の大型化を招く。さらに、使用者の操作によってスイッチがオンされることによりバッテリからモータへの通電が開始されるように構成された電動作業機の場合、バッテリからの放電開始時、電解コンデンサに一時的に大電流が流れ、これによりスイッチの接点が溶着する可能性もある。

[0009] 本開示の１つの局面は、電動作業機の大型化を抑制しつつ、モータ駆動用の半導体スイッチング素子のスイッチングに起因して発生するスパイク電圧を効果的に抑制できることが望ましい。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の１つの局面における電動作業機は、バッテリの正極と負極との間に設けられた主通電経路と、この主通電経路に設けられる駆動ユニットと、制御部とを備える。

駆動ユニットは、モータと、少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子とを備える。モータは、主通電経路に設けられる。少なくとも１つの半導体スイッチング素子は、主通電経路におけるモータの上流側及び／又は下

流側に設けられる。制御部は、上記少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子をオンまたはオフすることによりモータの駆動を制御するように構成されている。

[0011] 電動作業機は、さらに、駆動ユニットに対して並列に設けられたバイパス通電経路と、バイパス通電経路に設けられてバイパス通電経路を導通または遮断するように構成された第２の半導体スイッチング素子と、スイッチ駆動部とを備える。

[0012] スイッチ駆動部は、駆動ユニットに印加される駆動電圧の電圧値が閾値未満の場合は第２の半導体スイッチング素子によってバイパス通電経路を遮断させ、駆動電圧の電圧値が閾値以上の場合は第２の半導体スイッチング素子によってバイパス通電経路を導通させるように構成されている。

[0013] このような電動作業機では、第１の半導体スイッチング素子がオン状態からオフ状態に切り替わる際にスパイク電圧が発生して、駆動ユニットに印加される駆動電圧の電圧値が上昇しても、駆動電圧の電圧値が閾値以上になればバイパス通電経路が導通される。これにより、駆動電圧を上昇させるエネルギーがバイパス通電経路によって消費され、駆動電圧の電圧値が閾値を超えてさらに上昇することが抑制される。

[0014] 従って、上記のように構成された電動作業機によれば、電動作業機の大型化を抑制しつつ、モータ駆動用の第１の半導体スイッチング素子のスイッチングに起因して発生するスパイク電圧を効果的に抑制することが可能となる。

[0015] スイッチ駆動部は、駆動電圧の電圧値が閾値以上の場合、第２の半導体スイッチング素子を能動領域で動作させることによってバイパス通電経路を導通させるように構成されていてもよい。

[0016] 第２の半導体スイッチング素子を能動領域で動作させると、バイパス通電経路に過大な電流が流れるのを抑制できる。

スイッチ駆動部は、直列接続されたツェナーダイオードと抵抗器とを備えてもよい。より具体的に、ツェナーダイオードは、アノードと、バイパス通

電経路の上流側端部に接続されたカソードとを備える。抵抗器は、ツェナーダイオードのアノードに接続された第１端と、バイパス通電経路の下流側端部に接続された第２端とを備える。そして、スイッチ駆動部は、駆動電圧の電圧値が閾値以上の場合にツェナーダイオードが降伏するように構成されている。さらに、スイッチ駆動部は、抵抗器の第１端からの入力電圧が第２の半導体スイッチング素子に入力されるように構成されている。そして、第２の半導体スイッチング素子は、ツェナーダイオードの降伏時に当該第２の半導体スイッチング素子に入力される入力電圧によってバイパス通電経路を導通させるように構成されている。

[0017] このような構成によれば、直列接続されたツェナーダイオードと抵抗器とを備えるという簡素な構成を用いて、駆動電圧の電圧値が閾値以上となった場合に第２の半導体スイッチング素子を能動領域で動作させてバイパス通電経路を導通させることができる。

[0018] なお、主通電経路における、バッテリの正極と駆動ユニットとの間には、スイッチ部が設けられていてもよい。このスイッチ部は、当該電動作業機の使用者の操作に従ってオンまたはオフされることにより主通電経路を導通または遮断させるように構成されている。

[0019] また、本開示の別の１つの局面における電動作業機用電圧抑制回路は、前述の主通電経路、駆動ユニット、及び制御部を備えた電動作業機に搭載され、主通電経路に対して少なくとも駆動ユニットと並列になるように設けられる。そして、この電圧抑制回路は、前述のバイパス通電経路、第２の半導体スイッチング素子、及びスイッチ駆動部を備える。

[0020] 従って、このように構成された電圧抑制回路によれば、電動作業機の大型化を抑制しつつ、モータ駆動用の第１の半導体スイッチング素子のスイッチングに起因して発生するスパイク電圧を効果的に抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施形態の電動作業機の構成を示す電気回路図である。

[図2]図２Ａ及び図２Ｂは、スイッチング回路の変形例である。

符号の説明

[0022] １…電動作業機、２…モータ、３…バッテリ、４…モータ駆動装置、５…操作スイッチ、６…回転センサ、１０…作業機要素、１１…スイッチング回路、１２…制御部、１３…ゲート駆動部、１４…回転情報検出部、１５…電流検出回路、１６，３３，３４，３７…抵抗器、２１…主通電経路、３０…電圧抑制回路、３１…バイパス通電経路、３２…スイッチ駆動部、３６…ツェナーダイオード、Ｑ１～Ｑ６，Ｑ２０…スイッチング素子、Ｑ１０…スイッチ

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本開示の例示的な実施形態について図面を参照しながら説明する。

（１）電動作業機の全体構成

図１に示す本実施形態の電動作業機１は、例えば電動グラインダ、電動丸のこ、電動ジグソー、電動レシプロソー、電動ドライバ、電動インパクトドライバ、電動ドライバドリル、電動刈払機、電動ヘッジトリマなどの、各種の電動作業機のいずれかとして構成されている。

[0024] 図１に示すように、本実施形態の電動作業機１は、モータ２と、バッテリ３と、モータ駆動装置４と、操作スイッチ５と、電圧抑制回路３０とを備えている。

モータ２は、作業機要素１０を駆動させるための駆動源であり、本実施形態ではブラシレスモータである。なお、作業機要素１０は、電動作業機１の種類によって異なる。例えば電動作業機１が電動丸のこである場合は、作業機要素１０は回転刃（いわゆるチップソー）である。例えば電動作業機１が電動ドライバである場合は、作業機要素１０はドライバビットである。

[0025] モータ２には、モータ２の回転位置を検出するための回転センサ６が設けられている。本実施形態の回転センサ６は、例えばホールセンサである。回転センサ６は、モータ２の回転位置に応じた回転検出信号を生成して、その回転検出信号をモータ駆動装置４内の回転情報検出部１４へ出力する。

[0026] バッテリ３は、モータ２を駆動させるための直流電源である。本実施形態のバッテリ３は、直列接続された複数のセルを備えるリチウムイオン二次電池である。なお、バッテリ３では、例えば、複数のセルが直列接続されていてもよい。また、バッテリ３では、直列接続された複数のセル群を備え、セル群の各々は、並列接続された複数のセルを備えてもよい。バッテリ３におけるセルの数は、特定の数に限定されず、また、バッテリ３におけるセルの接続形態は、特定の形態に限定されない。また、バッテリ３は、リチウムイオン二次電池以外の他の二次電池であってもよいし、一次電池であってもよい。また、バッテリ３は、電動作業機１に内蔵されていてもよいし、電動作業機１の本体に対して着脱可能であってもよい。

[0027] バッテリ３は、内部抵抗を有し、さらに、図１に示すようにインダクタンス成分３ａも有している。そのため、例えばバッテリ３からの放電が急に遮断されると、インダクタンス成分３ａに起因して瞬間的に大きな電圧（いわゆるスパイク電圧）が発生することがある。

[0028] バッテリ３の正極と負極との間には、バッテリ３の正極から負極へ電流を流すための主通電経路２１が接続されている。主通電経路２１は、より詳しくは、バッテリ３の正極から、操作スイッチ５、モータ駆動装置４内のスイッチング回路１１とモータ２、抵抗器１６、及びグランド（接地）ラインを経てバッテリ３の負極に至る通電経路である。

[0029] 操作スイッチ５は、主通電経路２１における、モータ駆動装置４よりも上流側（即ちモータ制御装置４よりもバッテリ３の正極側）に設けられている。操作スイッチ５は、電動作業機１の使用者の操作に従ってオン又はオフされる。操作スイッチ５がオンされると主通電経路２１が導通され、操作スイッチ５がオフされると主通電経路２１が遮断される。

[0030] 操作スイッチ５は、モータ駆動装置４内の制御部１２と電気的に接続されている。操作スイッチ５は、操作スイッチ５の操作状態を示す操作情報を制御部１２へ入力するように構成されている。操作情報には、操作スイッチ５がオンされているのか、あるいはオフされているのかを示す情報が含まれる

。

[0031] なお、本実施形態の電動作業機１は、使用者が、操作スイッチ５を操作することによってモータ２の回転数を連続的又は段階的に切り替えることが可能に構成されている。操作スイッチ５から制御部１２へ入力される操作情報には、モータ２の回転数を制御部１２へ指示するための回転数指示情報も含まれる。

[0032] モータ駆動装置４は、スイッチング回路１１と、制御部１２と、ゲート駆動部１３と、回転情報検出部１４と、電流検出回路１５と、抵抗器１６とを備えている。

スイッチング回路１１は、主通電経路２１における、操作スイッチ５の下流側に設けられている。抵抗器１６は、主通電経路２１において、スイッチング回路１１の下流側に設けられている。

[0033] スイッチング回路１１は、モータ２のＵ相，Ｖ相，Ｗ相を通電または遮断するための回路である。スイッチング回路１１は、主通電経路２１におけるモータ２よりも上流側に設けられた３つのスイッチング素子（いわゆるハイサイドスイッチ）Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３と、主通電経路２１におけるモータ２よりも下流側に設けられた３つのスイッチング素子（いわゆるローサイドスイッチ）Ｑ４，Ｑ５，Ｑ６とを備える。これら６つのスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６は、本実施形態ではＮチャネルＭＯＳＦＥＴである。

[0034] 抵抗器１６の両端には、電流検出回路１５が接続されている。電流検出回路１５は、抵抗器１６の両端間の電圧に基づいて、モータ２に流れる電流の電流値を検出し、その検出した電流値を示す電流検出情報を制御部１２へ出力する。

[0035] 回転情報検出部１４は、回転センサ６から入力される回転検出信号に基づき、モータ２の回転位置（換言すれば回転角度）を検出する。回転情報検出部１４は、検出した回転位置を示す回転情報を制御部１２へ出力する。

[0036] 制御部１２は、本実施形態では、ＣＰＵ、メモリ等を有するマイクロコンピュータを備えている。メモリには、ＲＡＭ、ＲＯＭ、フラッシュメモリ等

の各種半導体メモリの少なくとも１つが含まれる。制御部１２の各種機能は、ＣＰＵが非遷移的実体的記録媒体に格納されたプログラムを実行することにより実現される。この例では、メモリが、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。

[0037] なお、制御部１２は、１つのマイクロコンピュータを備えてもよいし、複数のマイクロコンピュータを備えてもよい。また、制御部１２が有する機能の実現方法は、ソフトウェアに限定されるものではなく、機能の一部又は全部は、論理回路やアナログ回路等を組み合わせたハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0038] 制御部１２は、操作スイッチ５から入力される操作情報に従い、モータ２の駆動制御を実行する。操作スイッチ５がオンされた場合、制御部１２は、モータ２の回転数が、操作情報に含まれている回転数指示情報が示す回転数となるように、モータ２を駆動させる。具体的に、制御部１２は、スイッチング回路１１内の各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６のオン状態及びオフ状態を切り替えるための駆動指令をゲート駆動部１３へ出力する。

[0039] ゲート駆動部１３は、制御部１２から入力される駆動指令に従って各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６のオン状態及びオフ状態を個別に切り替える。これにより、モータ２への通電が行われ、モータ２が回転する。モータ２が回転すると、作業機要素１０が駆動され、これにより当該電動作業機１による作業が可能となる。

[0040] なお、制御部１２は、スイッチング回路１１を用いてモータ２に流れる電流をＰＷＭ制御することにより、モータ２の回転数を制御する。また、制御部１２は、電流検出回路１５から入力される電流検出情報を監視し、モータ２に流れる電流の電流値が過電流閾値を超えた場合は、モータ２への通電を停止させる。

[0041] 電圧抑制回路３０は、主通電経路２１に対し、モータ駆動装置４と並列に接続されている。モータ駆動装置４及び電圧抑制回路３０には、バッテリ３から操作スイッチ５を経て駆動電圧が入力される。なお、本実施形態では、

操作スイッチ５がオンされているときの駆動電圧の電圧値Ｖｄは、バッテリ３のバッテリ電圧の電圧値Ｖｂａｔと等しいか若しくはほぼ等しい値である。

[0042] 電圧抑制回路３０は、電圧値Ｖｄが所定の閾値以上となった場合に、バッテリ３から主通電経路２１に流れる電流の一部を当該電圧抑制回路３０にバイパスさせることで、電圧値Ｖｄが閾値より高くなることを抑制する。

[0043] 既述の通り、バッテリ３にはインダクタンス成分３ａが含まれている。また、主通電経路２１自体にもインダクタンス成分が含まれている。そのため、スイッチング回路１１の各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６のオン状態及びオフ状態が切り替えられることによってモータ２が駆動される際、スパイク電圧が発生する。即ち、電圧値Ｖｄが電圧値Ｖｂａｔよりも高くなる状態が発生する。スパイク電圧は、各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６の少なくとも１つがオン状態からオフ状態に切り替わることによりモータ２へ流れる電流が遮断された際に発生する。スパイク電圧が発生すると、そのスパイク電圧の電圧値によっては、スイッチング回路１１におけるスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６及び／又はその他の回路素子が破壊されてしまう可能性がある。

[0044] そこで、本実施形態の電動作業機１は、モータ駆動装置４と並列に電圧抑制回路３０が設けられており、電圧制御回路３０によってスパイク電圧の発生が抑制されるように構成されている。

[0045] （２）電圧抑制回路の詳細構成及び機能の説明

電圧抑制回路３０は、主通電経路２１に流れる電流の一部をバイパスさせるための通電経路であるバイパス通電経路３１を備える。バイパス通電経路３１は、主通電経路２１に並列に接続されている。

[0046] バイパス通電経路３１には、当該バイパス通電経路３１を導通及び遮断するためのスイッチＱ１０が設けられている。スイッチＱ１０は、本実施形態ではＮチャネルＭＯＳＦＥＴである。

[0047] スイッチＱ１０は、ドレインに駆動電圧が印加されるように設けられている。また、スイッチＱ１０のソースは、抵抗器３４を介してグランドライン

に接続されている。

また、電圧抑制回路３０は、スイッチ駆動部３２を備える。スイッチ駆動部３２は、電圧値Ｖｄが閾値未満の場合はスイッチＱ１０をオフさせてバイパス通電経路３１を遮断させる。そのため、電圧値Ｖｄが閾値未満の場合は電圧抑制回路３０には主通電経路２１から電流が流入しない。一方、スイッチ駆動部３２は、電圧値Ｖｄが閾値以上の場合は、スイッチＱ１０をオンさせることによりバイパス通電経路３１を導通させる。バイパス通電経路３１が導通されると、主通電経路２１に流れる電流の一部がバイパス通電経路３１にバイパスされる。

[0048] 本実施形態のスイッチ駆動部３２は、電圧値Ｖｄが閾値以上の場合に、スイッチＱ１０を完全にオンさせる（即ち飽和領域で動作させる）のではなく、スイッチＱ１０を能動領域で動作させることによってバイパス通電経路３１を導通させるように構成されている。なお、ここでいうスイッチＱ１０を能動領域で動作させる、とは、バイパス通電経路３１を導通させる際にスイッチＱ１０を常に能動領域で動作させること、つまり、スイッチＱ１０を飽和領域で動作させる期間が全くないことに限定されるのではなく、スイッチＱ１０の動作期間全体において、飽和領域での動作時間よりも能動領域での動作時間の方が長い場合を含む。

[0049] スイッチ駆動部３２は、より具体的には、図１に示すように、直列接続されたツェナーダイオード３６と抵抗器３７とを備えている。ツェナーダイオード３６のカソードは、バイパス通電経路３１の上流側の端部に接続（つまりスイッチＱ１０のドレインに接続）されている。ツェナーダイオード３６のアノードは、抵抗器３７の第１端に接続されている。抵抗器３７の第２端はグランドラインに接続されている。

[0050] また、ツェナーダイオード３６のアノードは、抵抗器３３を介してスイッチＱ１０のゲートに接続されている。つまり、抵抗器３７の第１端の電圧が、抵抗器３３を介してスイッチＱ１０のゲートに印加される。

[0051] スイッチ駆動部３２は、電圧値Ｖｄが閾値未満の場合はツェナーダイオー

ド３６が降伏せず、電圧値Ｖｄが閾値以上の場合にツェナーダイオード３６が降伏するように構成されている。つまり、本実施形態では、閾値は、ツェナーダイオード３６が降伏する電圧であるツェナー電圧と、スイッチＱ１０をオンさせるために必要なゲート・ソース間電圧（以下、ゲートオン電圧）との和とほぼ同値である。なお、スイッチＱ１０を「オン」させるとは、スイッチＱ１０にドレイン電流が流れてスイッチＱ１０が能動領域で動作する状態にスイッチＱ１０の状態を移行させることを含む。

[0052] このような構成により、電圧値Ｖｄが閾値未満の場合は、ツェナーダイオード３６は降伏せず、スイッチＱ１０はオフされる。この場合、バイパス通電経路３１は遮断され、主通電経路２１に流れる電流はバイパス通電経路３１にはバイパスされない。

[0053] 一方、電圧値Ｖｄが閾値以上になると、ツェナーダイオード３６が降伏し、抵抗器３７に電圧降下が生じて、抵抗器３７の第１端の電圧の値、即ちスイッチＱ１０のゲート電圧の値は、スイッチＱ１０を能動領域で動作させることが可能な値となる。この場合、スイッチＱ１０がオンされてバイパス通電経路３１が導通し、主通電経路２１に流れる電流の一部がバイパス通電経路３１にバイパスされる。

[0054] バイパス通電経路３１に電流が流れている間は、電圧値Ｖｄは、ツェナー電圧とゲートオン電圧との和とほぼ同値にクランプされる。この間、バッテリ３から主通電経路２１を介して供給される電力の一部は、スイッチＱ１０及び抵抗器３４で消費される。

[0055] （３）実施形態の効果

以上説明した実施形態によれば、以下の効果が得られる。

（３ａ）スイッチング回路１１における各スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６のオン及びオフが制御される際、そのオン及びオフの制御に起因してスパイク電圧が発生し、電圧値Ｖｄが上昇する。しかし、電圧値Ｖｄが閾値以上になれば、電圧抑制回路３０によって、電圧値Ｖｄの上昇が抑制される。

[0056] 即ち、電圧値Ｖｄが閾値以上になると、電圧抑制回路３０においてバイパ

ス通電経路３１が導通され、これによりバッテリ３から通電される電流の一部がバイパス通電経路３１にバイパスされる。これにより、電圧値Ｖｄが閾値を超えてさらに上昇することが抑制される。

[0057] つまり、本実施形態の電動作業機１では、従来のように大容量の電解コンデンサを設けることなく、その大容量の電解コンデンサよりも小さい電圧抑制回路３０によって、スパイク電圧を抑制できる。そのため、電動作業機１の大型化が抑えられると共に、モータ２を駆動するためのスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６のオン状態及びオフ状態が切り替わることによって発生するスパイク電圧が効果的に抑制される。

[0058] （３ｂ）スイッチ駆動部３２は、電圧値Ｖｄが閾値以上の場合、スイッチＱ１０を能動領域で動作させることによってバイパス通電経路３１を導通させる。そのため、主通電経路２１に流れる電流がバイパス通電経路３１へバイパスされる際、スイッチＱ１０による能動領域での動作によって、バイパス通電経路３１に過大な電流が流れることが抑制される。

[0059] これにより、スイッチＱ１０に直列接続される抵抗器３４として、抵抗値が小さく且つ定格電力の小さい抵抗器を用いることができる。

（３ｃ）スイッチ駆動部３２は、直列接続されたツェナーダイオード３６と抵抗器３７とを備え、電圧値Ｖｄが閾値以上となった場合に、ツェナーダイオード３６が降伏して、スイッチＱ１０が能動領域で動作されるように構成されている。そのため、スイッチ駆動部３２は、直列接続されたツェナーダイオード３６と抵抗器３７とを備える簡素な構成によって、電圧値Ｖｄが閾値以上となった場合にスイッチＱ１０を能動領域で動作させてバイパス通電経路３１を導通させることができる。

[0060] なお、スイッチング回路１１におけるスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６は、本開示における第１の半導体スイッチング素子の一例に相当する。電圧抑制回路３０内のスイッチＱ１０は、本開示における第２の半導体スイッチング素子の一例に相当する。操作スイッチ５は、本開示におけるスイッチ部の一例に相当する。スイッチング回路１１とモータ２との組合せが、本開示におけ

る駆動ユニットの一例に相当する。

[0061] ［他の実施形態］

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されることなく、種々変形して実施することができる。

[0062] （１）上記実施形態では、スイッチング回路１１におけるスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６、及びスイッチＱ１０が、例えばＮチャネルＭＯＳＦＥＴであった。しかし、スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６及びスイッチＱ１０は、ＮチャネルＭＯＳＦＥＴ以外の他の半導体スイッチング素子であってもよい。具体的に、スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６及びスイッチＱ１０は、例えば、ＰチャネルＭＯＳＦＥＴ、バイポーラトランジスタ、サイリスタ、又はＩＧＢＴなどであってもよい。

[0063] （２）上記実施形態の電圧抑制回路３０に代えて、電圧抑制回路３０と同等の機能を有する他の回路構成の電圧制御回路を採用してもよい。具体的に、スイッチ駆動部３２が、上記実施形態のようにツェナーダイオード３６を備えることは必須ではない。スイッチ駆動部３２は、ツェナーダイオード３６以外の他の回路素子を用いてスイッチＱ１０を作動させてもよい。

[0064] また、スイッチ駆動部３２がスイッチＱ１０を能動領域で動作させることについても必須ではない。スイッチ駆動部３２は、スイッチＱ１０を例えば飽和領域で動作させてもよい。具体的に、スイッチ駆動部３２は、ツェナーダイオード３６に代えて例えばコンパレータを備えていてもよい。この場合、スイッチ駆動部３２は、コンパレータが電圧値Ｖｄと閾値とを比較して、電圧値Ｖｄが閾値以上の場合にコンパレータからスイッチＱ１０へＨレベル信号を出力してスイッチＱ１０をオンさせてもよい。

[0065] （３）作業機要素１０の駆動源であるモータ２は、ブラシレスモータ以外の他のモータであってもよい。即ち、モータ２は、例えば、ブラシレスモータ以外の他の交流モータであってもよいし、ブラシ付き直流モータであってもよい。

[0066] （４）モータへの通電を制御するために用いる半導体スイッチング素子の

数や位置は適宜決めてもよい。例えば、モータ２がブラシ付き直流モータである場合、スイッチング回路１１は、図２Ａに示すように、モータ２の上流側に設けられた少なくとも１つの半導体スイッチング素子Ｑ２０を備えてもよいし、あるいは、図２Ｂに示すように、モータ２の下流側に設けられた少なくとも１つの半導体スイッチング素子Ｑ２０を備えてもよい。

[0067] （５）その他、上記実施形態における１つの構成要素が有する機能を複数の構成要素として分散させたり、複数の構成要素が有する機能を１つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。

[0068] （６）また、上述した電動作業機の他、当該電動作業機を構成要素とするシステム、当該電動作業機における電圧抑制回路、当該電動作業機のうち特に電圧抑制回路で用いられている電圧抑制方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

請求の範囲

[請求項1] バッテリの正極と負極との間に設けられた主通電経路と、

前記主通電経路に設けられる駆動ユニットであって、前記主通電経路に設けられるモータと、前記主通電経路における前記モータの上流側及び／又は下流側に設けられる少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子と、を備える駆動ユニットと、

前記少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子をオンまたはオフすることにより前記モータの駆動を制御するように構成された制御部と、

前記駆動ユニットに対して並列に設けられたバイパス通電経路と、

前記バイパス通電経路に設けられ、このバイパス通電経路を導通または遮断するように構成された第２の半導体スイッチング素子と、

前記駆動ユニットに印加される駆動電圧の電圧値が閾値未満の場合は前記第２の半導体スイッチング素子によって前記バイパス通電経路を遮断させ、前記電圧値が前記閾値以上の場合は前記第２の半導体スイッチング素子によって前記バイパス通電経路を導通させるように構成されたスイッチ駆動部と、

を備える電動作業機。

[請求項2] 請求項１に記載の電動作業機であって、

前記スイッチ駆動部は、前記電圧値が前記閾値以上の場合、前記第２の半導体スイッチング素子を能動領域で動作させることにより前記バイパス通電経路を導通させるように構成されている、電動作業機。

[請求項3] 請求項２に記載の電動作業機であって、

前記スイッチ駆動部は、

アノードと、前記バイパス通電経路の上流側端部に接続されたカソードとを備えるツェナーダイオードと、

前記ツェナーダイオードの前記アノードに接続された第１端と、前記バイパス通電経路の下流側端部に接続された第２端とを備える抵抗

器と、

を備え、

前記スイッチ駆動部は、前記電圧値が前記閾値以上の場合に前記ツェナーダイオードが降伏するように構成され、

前記スイッチ駆動部は、前記抵抗器の前記第１端からの入力電圧が前記第２の半導体スイッチング素子に入力されるように構成されており、

前記第２の半導体スイッチング素子は、前記ツェナーダイオードの降伏時に前記第２の半導体スイッチング素子に入力される前記入力電圧によって前記バイパス通電経路を導通させるように構成されている、

電動作業機。

[請求項4] 請求項１～請求項３の何れか１項に記載の電動作業機であって、

前記主通電経路における、前記バッテリの前記正極と前記駆動ユニットとの間に設けられ、当該電動作業機の使用者の操作に従ってオンまたはオフされることにより前記主通電経路を導通または遮断させるように構成されたスイッチ部を備える、電動作業機。

[請求項5] バッテリの正極と負極との間に設けられた主通電経路と、

前記主通電経路に設けられる駆動ユニットであって、前記主通電経路に設けられるモータと、前記主通電経路における前記モータの上流側及び／又は下流側に設けられる少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子と、を備える駆動ユニットと、

前記少なくとも１つの第１の半導体スイッチング素子をオンまたはオフすることにより前記モータの駆動を制御するように構成された制御部と、

を備えた電動作業機に搭載され、前記主通電経路に対して少なくとも前記駆動ユニットと並列になるように設けられる電圧抑制回路であって、

前記駆動ユニットに対して並列に設けられたバイパス通電経路と、

前記バイパス通電経路に設けられ、このバイパス通電経路を導通または遮断するように構成された第２の半導体スイッチング素子と、

前記駆動ユニットに印加される駆動電圧の電圧値が閾値未満の場合は前記第２の半導体スイッチング素子によって前記バイパス通電経路を遮断させ、前記電圧値が前記閾値以上の場合は前記第２の半導体スイッチング素子によって前記バイパス通電経路を導通させるように構成されたスイッチ駆動部と、

を備える、電動作業機用電圧抑制回路。

WO 2017/199719 PCT/JP2017/016592

[図1]

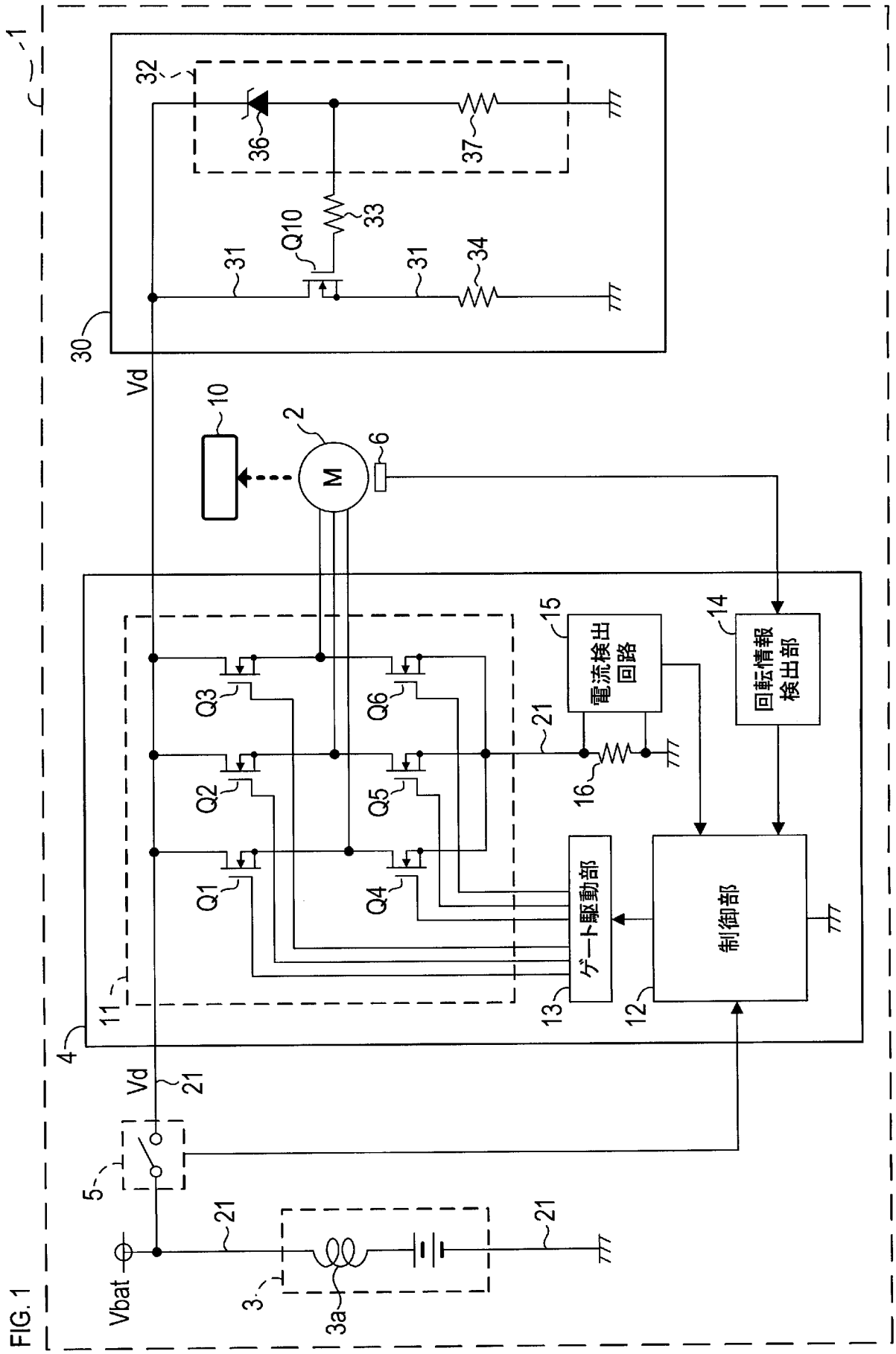


FIG. 1

[図2]

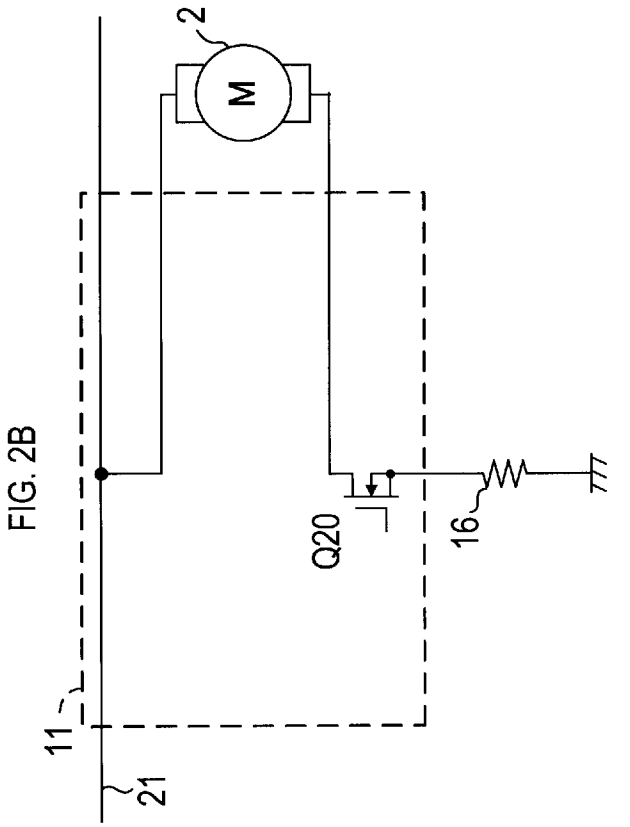


FIG. 2B

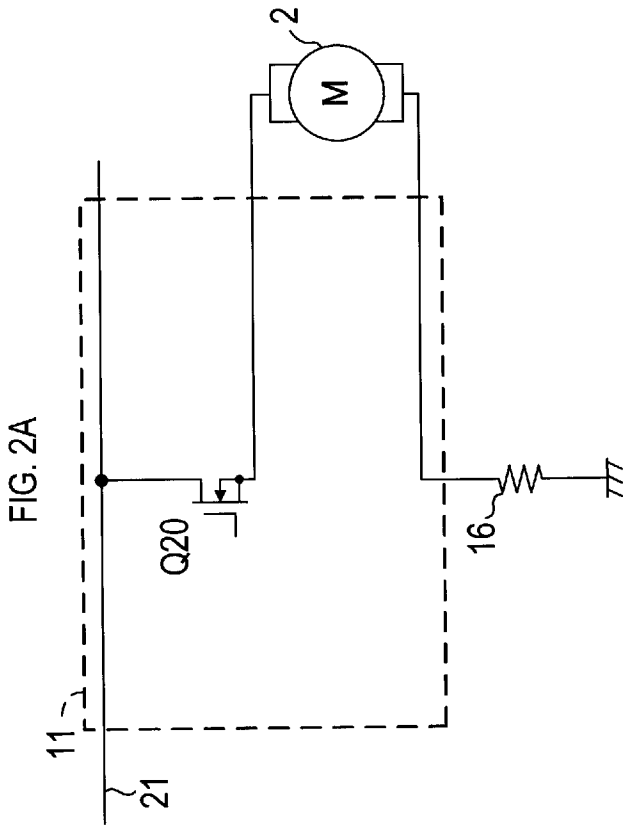


FIG. 2A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/016592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25F5/00(2006.01)i, *H02H7/122*(2006.01)i, *H02P27/06*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B25F5/00, H02H7/122, H02P27/06

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 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-131380 A (Makita Corp.), 23 July 2015 (23.07.2015), entire text; all drawings & US 2015/0200535 A1 & EP 2905866 A1 & CN 104779656 A	1-5
A	JP 2011-20187 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 03 February 2011 (03.02.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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
24 July 2017 (24.07.17)	01 August 2017 (01.08.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１６５９２

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, H02H7/122(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25F5/00, H02H7/122, H02P27/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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）

WPI

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
A	JP 2015-131380 A (株式会社マキタ) 2015.07.23, 全文, 全図 & US 2015/0200535 A1 & EP 2905866 A1 & CN 104779656 A	１－５
A	JP 2011-20187 A (日立工機株式会社) 2011.02.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	１－５

☐　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
２４．０７．２０１７	０１．０８．２０１７

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）　３Ｐ　２９２６
竹下　和志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３