

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 5 月 6 日(06.05.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/067809 A1

- (51) 国際特許分類:
B25F 5/00 (2006.01) **B25B 21/02** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/077480
- (22) 国際出願日: 2015 年 9 月 29 日(29.09.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-223209 2014 年 10 月 31 日(31.10.2014) JP
- (71) 出願人: 日立工機株式会社 (HITACHI KOKI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1086020 東京都港区港南二丁目 15 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉成 拓家 (YOSHINARI, Takuya); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 益子 弘識 (MASHIKO, Hironori); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 小泉 俊彰 (KOIZUMI, Toshiaki); 〒

3128502 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社内 Ibaraki (JP).

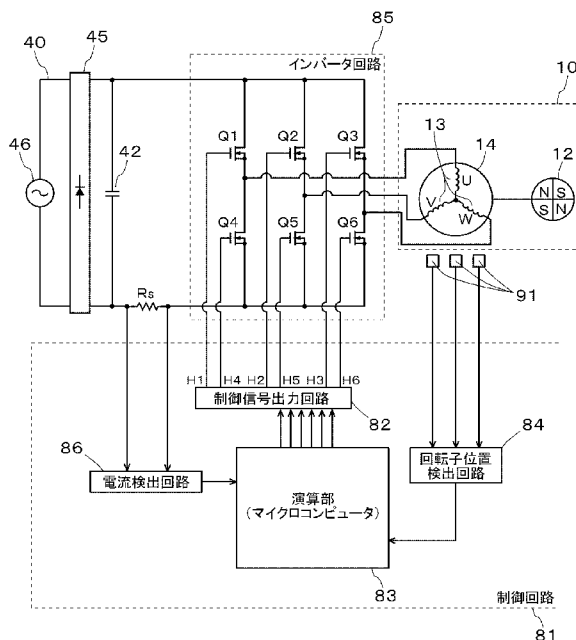
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 電動作業機

【図2】



- 81 Control circuit
82 Control signal output circuit
83 Operating unit (microcomputer)
84 Rotor position detection circuit
85 Inverter circuit
86 Current detection circuit

(57) Abstract: In order to provide an electric work machine capable of suppressing performance decrease due to an input voltage decrease, a control circuit 81 performs fixed-duty control of a motor 10 after soft-start control of the motor 10. The control circuit 81 samples the rotational speed of the motor 10 while performing the fixed-duty control; determines whether, on the basis of a plurality of times of sampling results, the rotational speed is lower than a target; and, if lower than the target, increases the duty of a PWM signal applied to FETs Q1 to Q6 in an inverter circuit 85 compared with the fixed-duty control, so as to increase the rotational speed of the motor 10.

(57) 要約: 入力電圧低下による性能低下を抑制することの可能な電動作業機の提供するため、制御回路 8 1 は、モータ 1 0 のソフトスタート制御の後、モータ 1 0 の固定デューティ制御を行う。制御回路 8 1 は、固定デューティ制御を行いながら、モータ 1 0 の回転数をサンプリングし、複数回のサンプリング結果に基づいて回転数が目標より低いかなんかを検出し、目標より低い場合は、固定デューティ制御と比較して、インバータ回路 8 5 の F E T Q 1 ~ Q 6 に印加する P W M 信号のデューティを高め、モータ 1 0 の回転数を高める。

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))

明 細 書

発明の名称：電動作業機

技術分野

[0001] 本発明は、モータによって駆動する電動作業機に関する。

背景技術

[0002] 商用電源等の外部交流電源から整流子モータに供給された電力により駆動される電動作業機としての電動工具、例えばインパクトドライバやインパクトレンチ等のインパクト工具が従来から知られている。また、モータとしてブラシレスモータを使用し、ブラシレスモータの回転数を制御基板に搭載したマイクロコンピュータによって細かく制御可能とする電動作業機も知られている。下記特許文献1の電動工具は、ブラシレスモータを駆動源とし、入力電圧が使用可能範囲外である場合にインバータ回路を停止することで、インバータ回路の故障を防止している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-196724号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電動作業機は、入力電圧が低くなると性能が落ちてしまうという問題があった。例えば、長い延長コードで外部交流電源に接続すると、延長コードでの電圧降下により、電動作業機への想定入力電圧（例えばAC100V）に対して実際の入力電圧が低くなり、性能が落ちてしまうという問題があった。また、電池駆動タイプ（コードレスタイプ）の場合には、電池電圧の低下により同様の問題が発生する。

[0005] 本発明はこうした状況を認識してなされたものであり、その目的は、入力電圧低下による性能低下を抑制することの可能な電動作業機を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明のある態様は、電動作業機である。この電動作業機は、モータと、前記モータによって駆動される駆動機構と、前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記モータの回転数が脈動して前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際に前記モータの回転数を高める制御を行う。
- [0007] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御し、前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行ってもよい。
- [0008] 前記制御部は、前記脈動のピーク値が所定値よりも低い状態が1回の場合にはデューティ比を一定とし、所定回数連続した場合にデューティ比を高める制御を行ってもよい。
- [0009] 本発明のもう1つの態様は、電動作業機である。この電動作業機は、モータと、前記モータによって駆動される回転打撃機構と、前記モータの回転をデューティ制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記回転打撃機構の打撃により前記モータの回転数が脈動し前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行う。
- [0010] 前記制御部は、前記脈動のピーク値が所定値よりも低い状態が1回の場合にはデューティ比を一定とし、所定回数連続した場合にデューティ比を高める制御を行ってもよい。
- [0011] 本発明のもう1つの態様は、電動作業機である。この電動作業機は、モータと、前記モータによって駆動される駆動機構と、前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記モータに流れる電流が脈動して前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際に前記モータの回転数を高める制御を行う。
- [0012] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御し、前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行ってもよい。

- [0013] 本発明のもう１つの態様は、電動作業機である。この電動作業機は、モータと、前記モータによって駆動される回転打撃機構と、前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記モータの回転数が目標よりも低いことを検出すると、前記モータの回転数を高める制御を行う。
- [0014] 前記制御部は、前記モータの回転数を複数回サンプリングし、サンプリング結果に基づいて前記モータの回転数が前記目標よりも低いか否かを検出してもよい。
- [0015] 前記制御部は、前記モータの回転数が前記目標よりも低いことを検出しない場合は、前記モータの回転数によらない制御を行い、前記モータの回転数が前記目標よりも低いことを検出すると、前記モータの回転数を前記目標に近づける制御に移行してもよい。
- [0016] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御してもよい。
- [0017] 前記制御部は、前記モータの起動時にソフトスタート制御を行い、前記ソフトスタート制御の完了後に前記モータの回転数が前記目標よりも低いか否かを検出してもよい。
- [0018] 前記モータがブラシレスモータ又は誘導モータであってもよい。
- [0019] 前記電動作業機は、外部交流電源からの供給電力で動作してもよい。
- [0020] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法やシステムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

- [0021] 本発明によれば、入力電圧低下による性能低下を抑制することの可能な電動作業機を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明の実施の形態に係る電動作業機の一例であるインパクト工具の側断面図。
- [図2]図１に示すインパクト工具の制御ブロック図。
- [図3]図１に示すインパクト工具の制御フローチャート。
- [図4]図１に示すインパクト工具にＡＣ１００Ｖが入力された場合の、固定デ

ューティ制御での打撃中におけるモータ１０の回転数の時間変化と回転数サンプリングの説明図。

[図５]図１に示すインパクト工具にＡＣ９０Ｖが入力された場合の、固定デューティ制御での打撃中におけるモータ１０の回転数の時間変化と回転数サンプリングの説明図。

[図６]図１に示すインパクト工具にＡＣ１００Ｖ及びＡＣ９０Ｖが入力された場合の各々におけるネジ締めを開始から終了までの、モータ１０の回転数、及びインバータ回路８５のＦＥＴＱ１～Ｑ６に印加するＰＷＭ信号のデューティの時間変化説明図。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を詳述する。なお、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は発明を限定するものではなく例示であり、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0024] 図１は、本発明の実施の形態に係る電動作業機の一例であるインパクト工具の側断面図である。図１において前後及び上下方向を定義する。本実施の形態のインパクト工具は、インパクトドライバであり、ハウジング１は、モータ１０、打撃機構部２０、及び出力部３０の一部を収納する胴体部２と、一端が胴体部２に接続しているハンドル部３と、ハンドル部３の他端に形成された収納部４と、を有する。

[0025] モータ１０はブラシレスモータであり、前後方向に延びる出力軸１１と、出力軸１１に固定され複数の永久磁石を有するロータ１２と、ロータ１２を囲むように配置され複数のステータコイル１３を備えるステータ１４と、出力軸１１に固定された冷却ファン１５と、を有する。出力軸１１の両側は軸支（軸受で支持）され、ステータ１４はハウジング１の胴体部２に固定されている。出力軸１１の回転は、遊星歯車機構１６を介して減速されて打撃機構部２０のハンマ２１に与えられる。なお、モータ１０はロータに永久磁石を

持たない誘導モータでもよい。

[0026] 打撃機構部 20 は、ハンマケース 25 内に配されたハンマ 21 と、ハンマ 21 を前方に付勢するバネ 23 と、を有する。ハンマ 21 は、前端に衝突部 22 を有し、遊星歯車機構 16 の出力軸で回転駆動される。出力部 30 を構成するアンビル 31 は、後端に被衝突部 32 を有する。バネ 23 は、ハンマ 21 が回転した際に衝突部 22 が被衝突部 32 と回転方向において衝突するように、ハンマ 21 を前方に付勢する。このような構成により、ハンマ 21 が回転した際に、出力部 30 のアンビル 31 に回転打撃力が与えられる。また、ハンマ 21 は、バネ 23 の付勢力に反して後方に移動することも可能に構成されており、衝突部 22 と被衝突部 32 との衝突後、ハンマ 21 はバネ 23 の付勢力に抗して回転しながら後退する。そして、衝突部 22 が被衝突部 32 を乗り越えると、バネ 23 に蓄えられた弾性エネルギーが解放されてハンマ 21 は前方に移動し、再び、衝突部 22 と被衝突部 32 とが衝突する。出力部 30 を構成するアンビル 31 は、胴体部 2 の先端部、つまりハンマケース 25 の前端側で回転自在に軸支されており、アンビル 31 には、先端工具を着脱自在に装着できる。

[0027] ハンドル部 3 にはトリガ 5 が設けられ、トリガ 5 はハンドル部 3 内に收容されたスイッチ機構 6 と接続される。使用者はトリガ 5 によって、モータ 10 への電力の供給と遮断を切替え可能である。収納部 4 の下部の引出口 48 からは、商用電源等の外部交流電源に接続するための電源コード 40 が引き出される。収納部 4 内に収納された電源ボックス 50 が、電源コード 40 の基端側に接続される。電源ボックス 50 内には、電源コード 40 から入力された交流電力を直流電力に変換する整流回路を搭載した整流回路基板が設けられる。収納部 4 内には更に、モータ 10 の回転等を制御する図 2 に示す制御回路 81 を搭載した制御回路基板 60 が収納される。図 2 に示すインバータ回路 85 から発生するノイズを除去するためのフィルムコンデンサ 42（無極性コンデンサの例示）は、ハンドル部 3 内に収納される。

[0028] 前記制御回路で制御されるインバータ回路は、胴体部 2 に固定されモータ 1

0の背後に位置するインバータ回路基板（スイッチング素子基板）70に搭載される。インバータ回路は、モータ10への通電をオン、オフする例えば6個のスイッチング素子としてのFET71を有し、各FET71はモータ10と共に回転するファン15による空気流で冷却されるようになっている。前記制御回路は、各FET71をオン、オフする駆動信号（PWM信号）を出力するドライブ回路（ゲートドライバ）及びマイクロコンピュータを含み、制御回路基板60とインバータ回路基板70との電気接続はケーブル72で行われる。なおスイッチング素子はIGBTであってもよい。

[0029] 図2は、図1に示すインパクト工具の制御ブロック図である。本実施の形態のインパクト工具は、電源コード40によって商用電源等の交流電源46に接続される。電源コード40から供給される商用交流電源は、ダイオードブリッジ（整流回路）45によって全波整流される。ダイオードブリッジ45の出力端子間には、フィルムコンデンサ42が設けられる。ダイオードブリッジ45の出力電圧は、インバータ回路85に入力される。インバータ回路85は、三相ブリッジ接続されたFETQ1～Q6を有する。FETQ1～Q6は、図1のFET71に対応する。インバータ回路85は、制御回路81の制御に従ってモータ10の各ステータコイル13に通電し、モータ10を駆動する。

[0030] 制御部としての制御回路81は、インバータ回路85のFETQ1～Q6をオン、オフする駆動信号を出力する制御信号出力回路（ゲートドライバIC）82、及びそれを制御する演算部（マイクロコンピュータ）83を有する。演算部83の制御に従って、制御信号出力回路82はFETQ1～Q6のゲートを駆動する。ホールIC91は、モータ10のロータ12の回転位置を検出する回転位置検出素子の例示であり、例えば60°の間隔を隔てて3個配設される。回転位置検出回路84は、各ホールIC91の回転位置検出出力に基づいてロータ12の回転位置を検出し、演算部83にフィードバックする。演算部83は、ロータ12の回転位置に基づいて制御信号出力回路82を制御し、インバータ回路85のFETQ1～Q6のオン、オフ制御

(PWM制御)を行い、ロータ12を所定方向に所定回転速度で回転させる制御を行う。電流検出回路86は、モータ駆動電流の経路上に設けられた検出抵抗 R_s の端子電圧によりモータ駆動電流を検出し、演算部83にフィードバックする。演算部83は、モータ駆動電流を監視しながらモータ10の制御を行う。

[0031] 図3は、図1に示すインパクト工具の制御フローチャートである。このフローチャートは、使用者が図1のトリガ5を引くことによってスタートする。制御回路81は、まず、モータ10のソフトスタート制御を実行する(S1)。ここで、ソフトスタート制御は、インバータ回路85のFETQ1~Q6に印加するPWM信号のデューティを緩やかに目標デューティ(例えば88%)まで高めていく制御である。制御回路81は、ソフトスタート制御の後、カウンタ用の変数 i の値を0にセットし(S2)、ソフトスタート制御完了時のデューティ(前述の目標デューティ)によるモータ10の固定デューティ制御を行う(S3)。

[0032] 制御回路81は、固定デューティ制御を行いながら、モータ10の回転数をサンプリングする(S4)。制御回路81は、モータ10の回転数 N が例えば10,000~12,000rpmの範囲であれば(S5, Yes)、カウンタ用の変数 i をインクリメントする(S6)。制御回路81は、変数 i が例えば60未満であれば(S7, No)、例えば1msec待機し(S8)、再度モータ10の回転数をサンプリングする(S4)。制御回路81は、変数 i が60以上であれば(S7, Yes)、目標回転数を例えば11,000rpmとして、モータ10のフィードバック制御を開始する。すなわち、制御回路81は、モータ10の回転数を監視しながら、モータ10の回転数が目標回転数に一致するように、インバータ回路85のFETQ1~Q6に印加するPWM信号のデューティを制御する。このフィードバック制御において、PWM信号のデューティは、ステップS3における固定デューティ制御のデューティ未満にならないようにする。ステップS7において変数 i が60以上になるときは、モータ10の回転数が平均として目標回転数より小さいため、ステップS9に

おけるフィードバック制御では、ステップS 3における固定デューティ制御と比較して、PWM信号のデューティを高めていく（モータ10の回転数を高めるように制御する）ことになる。

[0033] 制御回路81は、有負荷である限りモータ10のフィードバック制御を継続する（S10, No）。制御回路81は、無負荷状態を検出すると（S10, Yes）、ステップS2に戻って変数iを初期化し、モータ10の固定デューティ制御を行う（S3）。無負荷状態は、モータ10の駆動電流によって検出できる。制御回路81は、ステップS4で検出したモータ10の回転数Nが10,000~12,000rpmの範囲でない場合（S5, No）、回転数Nが12,000rpmを超えていれば（S11, Yes）、変数iから例えば5を減算し（S12）、例えば1msec待機し（S13）、再度モータ10の回転数をサンプリングする（S4）。なお、制御回路81は、ステップS12において、変数iを0に初期化してもよい。制御回路81は、ステップS11において回転数Nが12,000rpm以下であれば（S11, No）、変数iは変化させず、例えば1msec待機し（S13）、再度モータ10の回転数をサンプリングする（S4）。ステップS11, S12の処理により、回転数Nが12,000rpmを超えている場合は変数iが減算されるため、一定頻度以上で回転数Nが12,000rpmを超えていれば、ステップS7において変数iは60以上にならず、ステップS9のフィードバック制御への以降は起こらない。

[0034] 図4は、図1に示すインパクト工具にAC100Vが入力された場合の、固定デューティ制御での打撃中におけるモータ10の回転数の時間変化と回転数サンプリングの説明図である。図5は、図1に示すインパクト工具にAC90Vが入力された場合の、固定デューティ制御での打撃中におけるモータ10の回転数の時間変化と回転数サンプリングの説明図である。図4は、AC100Vに接続する電源コード40が短いために電源コード40においてほとんど電圧降下が起こらなかった場合に相当する。一方、図5は、AC100Vに接続する電源コード40が長いために電源コード40において約10Vの電圧降下が発生した場合に相当する。

[0035] 図4に示すように、入力がAC100Vの場合、固定デューティ制御（図3のステップS3）の段階でモータ10の回転数が12,000rpmを超えることがあり、図3のステップS7においてカウンタ用の変数*i*が60以上になることはない。一方、図5に示すように、入力例えばAC90Vまで低下していると、固定デューティ制御（図3のステップS3）の段階ではモータ10の回転数が12,000rpmを超えることはなく、いずれ図3のステップS7においてカウンタ用の変数*i*が60以上になる。このため、制御回路81は、図3のステップS9のフィードバック制御に移行し、インバータ回路85のFET Q1～Q6に印加するPWM信号のデューティを固定デューティ制御の場合と比較して高めることで、入力電圧が低下していることによる影響を相殺する。

[0036] 図6は、図1に示すインパクト工具にAC100V及びAC90Vが入力された場合の各々におけるネジ締め開始から終了までの、モータ10の回転数、及びインバータ回路85のFET Q1～Q6に印加するPWM信号のデューティの時間変化説明図である。時刻*t*0において使用者がトリガ5を引くと、制御回路81のソフトスタート制御により、インバータ回路85のFET Q1～Q6に印加するPWM信号のデューティは目標値である88%に向けて緩やかに上昇していき、これによりモータ10の回転数も緩やかに上昇する。時刻*t*1においてPWM信号のデューティが88%に到達すると、制御回路81の固定デューティ制御によりPWM信号のデューティは一定に維持され、モータ10の回転数も一定となる。時刻*t*1～*t*2の期間は、ネジが着座する前（打撃開始前）の無負荷領域であるため、入力AC90Vの場合も、図3のステップS9のフィードバック制御に移行することはない（無負荷領域はモータ10の回転数をサンプリングしない制御としてもよいが、サンプリングするとしても回転数が高いため図3のステップS7においてカウンタ用の変数*i*の値が60以上になることはない）。時刻*t*2においてネジが着座すると、打撃が開始され、モータ10の回転数は低下する。入力AC90Vの場合、その後の時刻*t*3において、図3のステップS7で

変数 i が 60 以上になり、制御回路 81 はモータ 10 の回転数が低いと判断し、インバータ回路 85 の FET Q1～Q6 に印加する PWM 信号のデューティを固定デューティ制御における 88% から高め、モータ 10 の回転数を高める。一方、入力 AC 100V の場合、回転数が高いため図 3 のステップ S7 において変数 i が 60 以上になることはなく、時刻 t_3 以降も固定デューティ制御が継続される。時刻 t_4 において使用者がトリガ 5 を引くのを止めると、制御回路 81 はインバータ回路 85 の FET Q1～Q6 に印加する PWM 信号のデューティを 0 にし、モータ 10 の回転数も 0 に低下していく。

[0037] 本実施の形態では、モータ 10 の回転数に脈動（例えば打撃による脈動）が生じた場合、その脈動のピーク値が所定の値（12,000 rpm）より低くなった場合にモータ 10 の回転数すなわち PWM 信号のデューティをそれまでよりも高くなるように制御している。このとき、1 回の脈動すなわち脈動のピーク値が所定の値より低くなる度に PWM 信号のデューティを制御（増減）するのではなく、脈動のピーク値が所定の値より低くなった状態が所定回数連続した場合にモータ 10 の回転数を高くするように、すなわち PWM 信号のデューティを高くなるように制御している。これは、定速度制御のように常に一定速度に維持しようとする、本実施の形態のようなインパクト工具や往復動工具等のようにモータ回転数が脈動する場合に、脈動の度にモータ回転数（デューティ）を調整することが必要となってしまう、モータ回転数の検出とデューティ制御との間でタイミングのずれが生じる可能性がある。或いは、モータ回転数が高い方がトルクが得られる場合であっても回転数を下げってしまう場合や、高い回転数になるように定速度制御すると FET の発熱や消費電力の増加につながってしまう可能性がある。そこで本実施の形態では、モータ回転数の脈動の度にモータ回転数（デューティ）を変更するのではなく、脈動が複数回連続して低下した場合にモータ回転数（デューティ）を変更するようにしている。これにより必要なタイミングでモータ回転数を高めることができ出力を維持することができる。また、回転数の脈

動ピークが連続して所定の値より小さい場合に回転数を高くするようにしたが、脈動ピーク値が所定の範囲内にある場合に同様の制御を行ってもよい。

[0038] また、本実施の形態では、モータ 10 の回転数を PWM 信号のデューティで制御している。そのため、従来の点弧角制御（位相制御）ではゼロクロスのタイミングでしかモータの回転数を制御できなかったのに対し、本発明ではゼロクロスとは関係なく任意のタイミングでモータ 10 の回転数を制御することができる。

[0039] また、本実施の形態では、モータ 10 の回転数に基づいてデューティ制御（入力電圧の低下を検出（推定）する）を行うようにしたが、モータ 10（インバータ回路 85）に流れる電流に基づいてデューティ制御を行ってもよい。通常インバータ回路にてモータを駆動する構成では、モータやインバータ回路（FET）の過負荷保護のため、それらに流れる電流を検出し、電流が過電流になった際にモータを停止する構成を採っている。その電流によって入力電圧の低下を検出することでも回転数を検出する場合と同様の制御が可能である。図 4 において、モータ回転数の上側のピークはハンマ 21 がアンビル 31 側に向かって加速しているため回転数が高くなったタイミングであり、下側のピークはハンマ 21 がバネ 23 の付勢力に抗してアンビル 31 と反対側に移動して衝突部 22 が被衝突部 32 を乗り越えているため回転数が低くなったタイミングである。一方、電流を考えると回転数の脈動とは逆の関係となる。すなわち回転数が高いときに電流は低くなり、回転数が低いときに電流は高くなる。従い、電流も回転数と同様に脈動するため、この脈動のピーク値を検出し、脈動ピークが連続して所定の電流値を下回った場合（或いは所定の範囲内になった場合）にモータ 10 の回転数（デューティ）を高くするように制御すればよい。

[0040] なお、モータ回転数の低下は入力電圧の低下が原因となるだけでなく、モータ 10 に加わる負荷が大きくなった場合も考えられる。この場合にも脈動のピーク値が連続して所定の値より低くなった場合にモータ 10 の回転数（デューティ）を高くするようにしてもよい。但し、インバータ回路 85 の F E

Tに加わる負荷が大きくなり発熱し易くなってしまうため、モータ10の回転数と電流の両方を検出してモータ10の回転数（デューティ）を制御するようにすれば効果的である。また、インパクト工具のように間欠的な動作を行う機器であれば、連続的に高負荷となることがないのでFETの発熱を抑えることができる。

[0041] 本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

[0042] (1) 制御回路81は、モータ10の回転数が目標より低いことを検出すると、インバータ回路85のFETQ1～Q6に印加するPWM信号のデューティを高め、モータ10の回転数を高めるように制御するため、電源コード40での電圧降下が大きくて入力電圧が想定を超えて低くなった場合でも、電動作業機としての性能低下を抑制することができる。使用者からすると、電源コード40の長さによらず同等の打撃感（使用感）が得られるため使い勝手がよい。

[0043] (2) 制御回路81は、モータ10の回転数を複数回サンプリングし、サンプリング結果に基づいてモータ10の回転数が目標より低いかなんかを検出するため、モータ10の回転数の変動が大きい打撃時にモータ10の回転数を適切に判定することができる。

[0044] (3) 入力電圧の低下による性能低下を、入力電圧を監視せずに抑制できるため、回路構成がシンプルで好ましい。

[0045] (4) 制御回路81は、モータ10の回転数（電流）が脈動して脈動のピークが所定値よりも低い状態が複数回連続した際にモータ10の回転数を高めるように制御するため、入力電圧が低下しても電動作業機としての性能低下を抑制することができる。

[0046] 以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスには請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当業者に理解されるところである。以下、変形例について触れる。

[0047] インパクト工具は、AC駆動に限定されず、電池パックを装着して当該電池パックからの供給電力で動作するコードレスタイプであってもよい。この場

合、電池電圧の低下による性能低下を抑制することができる。インパクト工具は、実施の形態で例示したインパクトドライバに限定されず、インパクトレンチ、ハンマやハンマドリル等の他の種類のインパクト工具であってもよい。また、インパクト工具に限定されず、ドライバドリル等の締結工具、ジグソーやセーバソー等の往復動工具、連続作業を行う丸のこやグラインダ等の切断工具、或いは洗浄機や発電機等の電動機器であってもよく、モータを利用し入力電圧が変動し得る電動作業機に適用できる。

[0048] 実施の形態で示した固定デューティ制御におけるデューティ、変数 i をインクリメントするモータ 10 の回転数レンジ、回転数サンプリングの間隔、フィードバック制御に移行するときの変数 i の値などの各パラメータの具体値は一例に過ぎず、仕様に合わせて任意に設定できる。

符号の説明

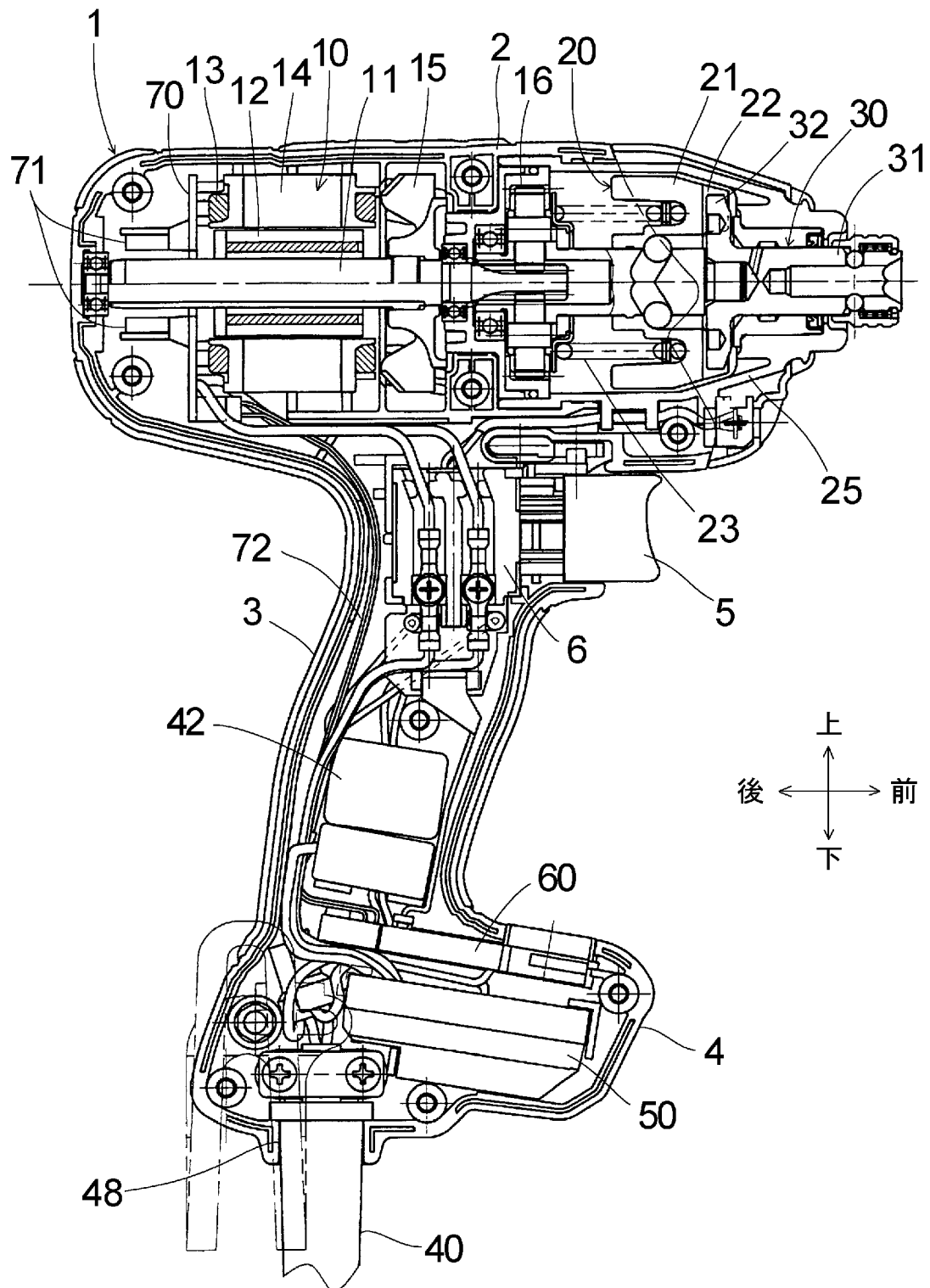
[0049] 1…ハウジング、2…胴体部、3…ハンドル部、4…収納部、5…トリガ、6…スイッチ機構、10…モータ、11…出力軸、12…ロータ、13…ステータコイル、14…ステータ、15…冷却ファン、16…遊星歯車機構、20…打撃機構部、21…ハンマ、22…衝突部、23…バネ、25…ハンマケース、30…出力部、31…アンビル、32…被衝突部、40…電源コード、42…フィルムコンデンサ、45…ダイオードブリッジ（整流回路）、46…交流電源、48…引出口、50…電源ボックス、60…制御回路基板、70…インバータ回路基板（スイッチング素子基板）、71…FET、72…ケーブル、81…制御回路、82…制御信号出力回路（ゲートドライバIC）、83…演算部（マイクロコンピュータ）、84…回転子位置検出回路、85…インバータ回路、86…電流検出回路、91…ホールIC、Q1～Q6 FET

請求の範囲

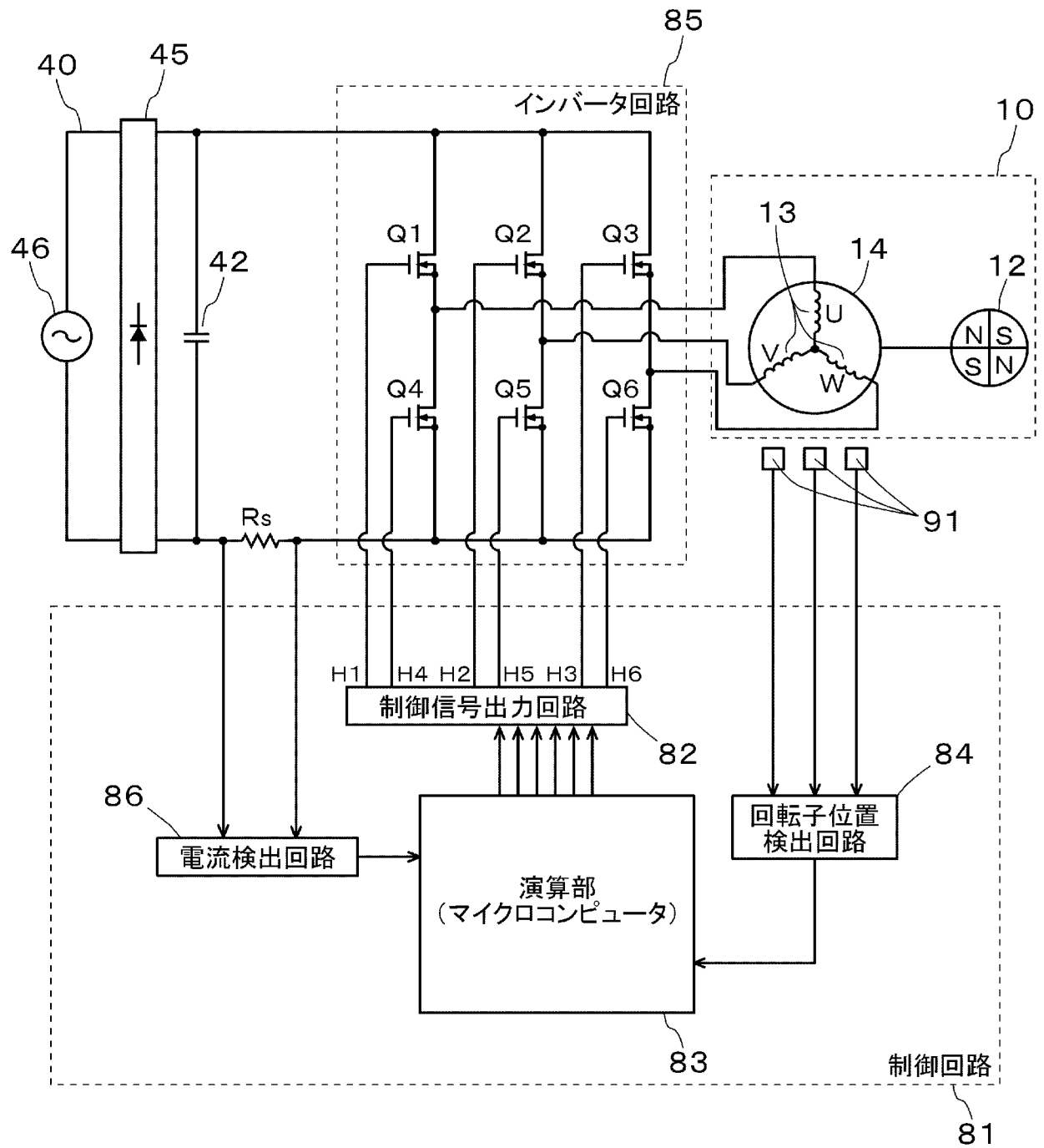
- [請求項1] モータと、
前記モータによって駆動される駆動機構と、
前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記モータの回転数が脈動して前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際に前記モータの回転数を高める制御を行う、電動作業機。
- [請求項2] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御し、前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行う、請求項1に記載の電動作業機。
- [請求項3] 前記制御部は、前記脈動のピーク値が所定値よりも低い状態が1回の場合にはデューティ比を一定とし、所定回数連続した場合にデューティ比を高める制御を行う、請求項2に記載の電動作業機。
- [請求項4] モータと、
前記モータによって駆動される回転打撃機構と、
前記モータの回転をデューティ制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記回転打撃機構の打撃により前記モータの回転数が脈動し前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行う、電動作業機。
- [請求項5] 前記制御部は、前記脈動のピーク値が所定値よりも低い状態が1回の場合にはデューティ比を一定とし、所定回数連続した場合にデューティ比を高める制御を行う、請求項4に記載の電動作業機。
- [請求項6] モータと、
前記モータによって駆動される駆動機構と、
前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記モータに流れる電流が脈動して前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際に前記モータの回転数を高める制御を行う、電動作業機。

- [請求項7] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御し、前記脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回数連続した際にデューティ比を高める制御を行う、請求項6に記載の電動作業機。
- [請求項8] モータと、
前記モータによって駆動される回転打撃機構と、
前記モータの回転を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記モータの回転数が目標よりも低いことを検出すると、前記モータの回転数を高める制御を行う、電動作業機。
- [請求項9] 前記制御部は、前記モータの回転数を複数回サンプリングし、サンプリング結果に基づいて前記モータの回転数が前記目標よりも低いかなを検出する、請求項8に記載の電動作業機。
- [請求項10] 前記制御部は、前記モータの回転数が前記目標よりも低いことを検出しない場合は、前記モータの回転数によらない制御を行い、前記モータの回転数が前記目標よりも低いことを検出すると、前記モータの回転数を前記目標に近づける制御に移行する、請求項8又は9に記載の電動作業機。
- [請求項11] 前記制御部は、デューティ制御により前記モータの回転を制御する、請求項8から10のいずれか一項に記載の電動作業機。
- [請求項12] 前記制御部は、前記モータの起動時にソフトスタート制御を行い、前記ソフトスタート制御の完了後に前記モータの回転数が前記目標よりも低いかなを検出する、請求項8から11のいずれか一項に記載の電動作業機。
- [請求項13] 前記モータがブラシレスモータ又は誘導モータである、請求項8から12のいずれか一項に記載の電動作業機。
- [請求項14] 外部交流電源からの供給電力で動作する、請求項8から13のいずれか一項に記載の電動作業機。

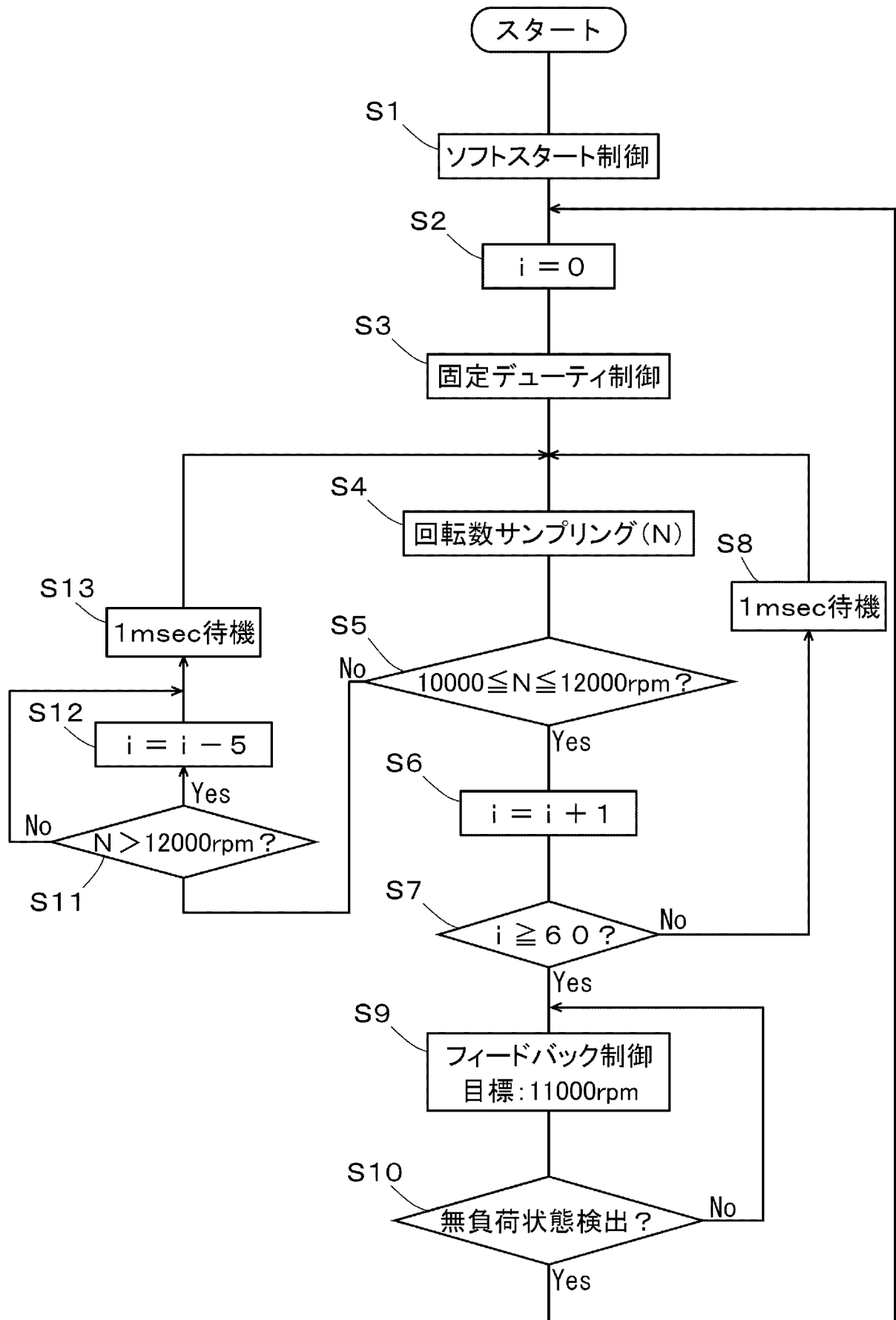
[図1]



[図2]

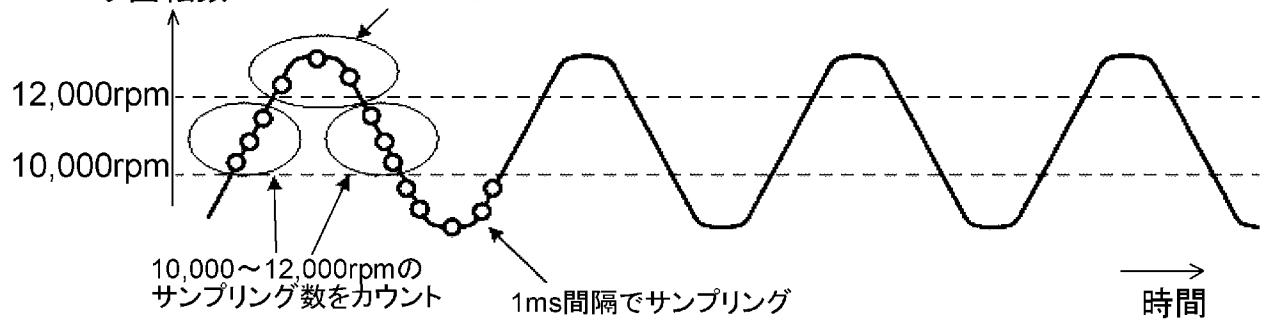


[図3]



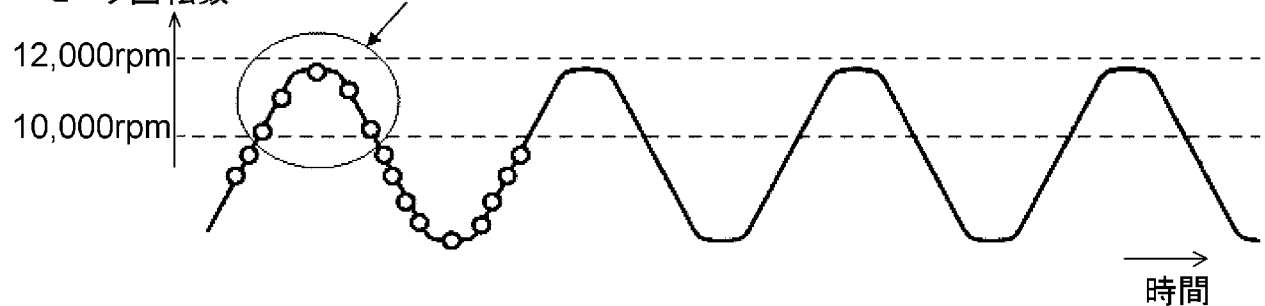
[図4]

(AC100V入力時) モータ回転数
12,000rpm以上の回転数を検出すると
カウント値を減算する

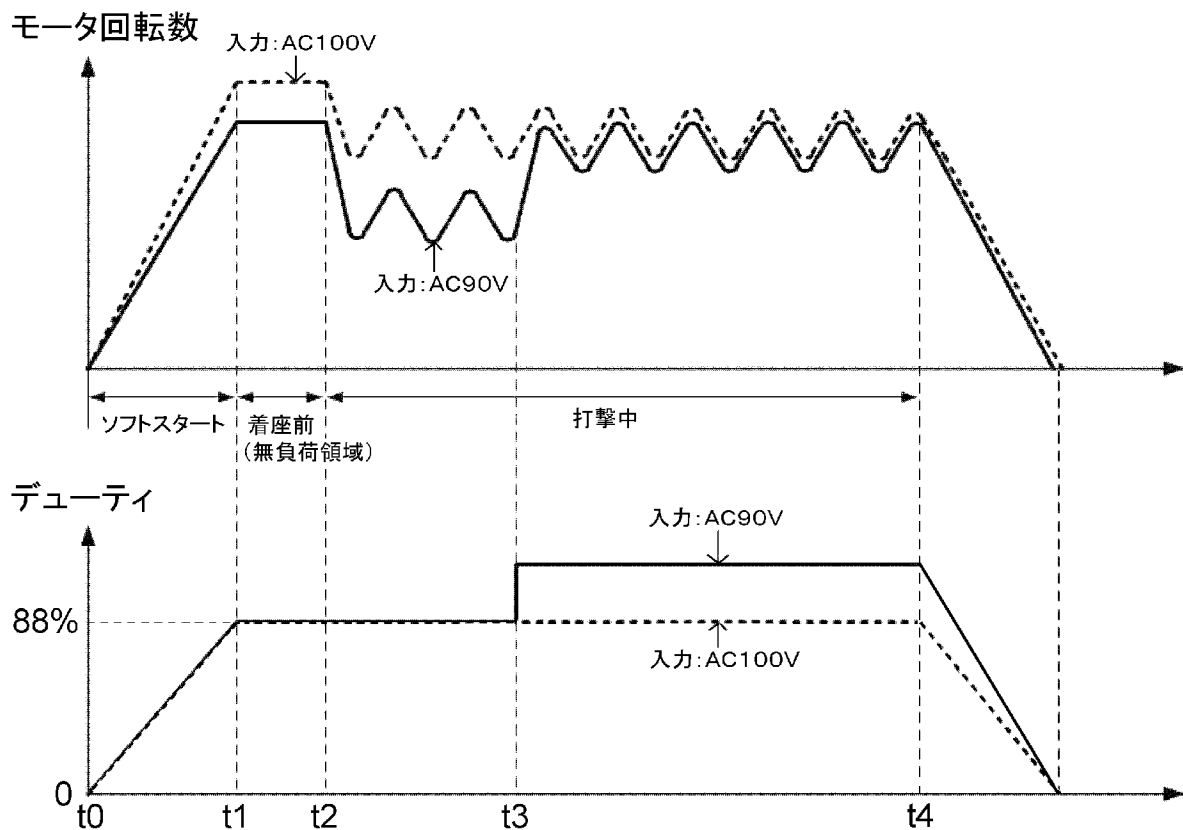


[図5]

(AC90V入力時) モータ回転数
10,000~12,000rpmのサンプリング数が
60以上になったらフィードバック制御に移行



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/077480

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25F5/00(2006.01)i, B25B21/02(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25F5/00, B25B21/02, H02P5/00, H02P7/00, B25B23/00

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-59177 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0006] to [0007], [0045] to [0046] (Family: none)	1-7
A	JP 2004-523200 A (Tyco Electronics Corp.), 29 July 2004 (29.07.2004), & US 2003/0047331 A1 & WO 2003/007467 A1 & EP 1407537 A1	1-7
A	JP 58-58884 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 07 April 1983 (07.04.1983), (Family: none)	1-7

☐

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

"I" 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
07 December 2015 (07.12.15)

Date of mailing of the international search report
15 December 2015 (15.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/077480

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-7

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/077480

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) claims 1-7

Claims 1-7 have the special technical feature of "control for increasing the rotational speed of a motor is performed when a state in which ripples are caused in the rotational speed of the motor or the current flowing through the motor and in which a ripple peak is lower than a predetermined value has continued for a predetermined number of rotations", and therefore the claims are classified into Invention 1.

(Invention 2) claims 8-14

Claims 8-14 have the common technical feature of "an electric work machine provided with a motor and a control unit for controlling the rotational speed of the motor, wherein the control unit performs a control for increasing the rotational speed of the motor".

However, the above technical feature pertains to a generally used, conventional electric work machine and does not contribute to the prior art, and therefore cannot be considered to be a special technical feature.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between claims 8-14 and claim 1.

Further, claims 8-14 are not dependent on claim 1.

In addition, claims 8-14 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1.

Consequently, claims 8-14 cannot be classified into Invention 1.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B25F5/00(2006.01)i, B25B21/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B25F5/00, B25B21/02, H02P5/00, H02P7/00, B25B23/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-59177 A（松下電工株式会社）2005.03.10, 段落0006 - 0007、0045 - 0046（ファミリーなし）	1 - 7
A	JP 2004-523200 A（タイコ・エレクトロニクス・コーポレーション） 2004.07.29, & US 2003/0047331 A1 & WO 2003/007467 A1 & EP 1407537 A1	1 - 7
A	JP 58-58884 A（東京芝浦電気株式会社）1983.04.07,（ファミリーなし）	1 - 7

☐ 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

0 7 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

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）

亀田 貴志

3 C

9 7 1 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1 - 7

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄のつづき

請求の範囲は、以下の２つの発明に区分される。

（発明１） 請求項１－７

請求項１－７は、「モータの回転数またはモータに流れる電流が脈動して脈動のピークが所定値よりも低い状態が所定回転数連続した際にモータの回転数を高める制御を行う」という特別な技術的特徴を有しているので、発明１に区分する。

（発明２） 請求項８－１４

請求項８－１４は、発明１に区分された請求項１と、「モータと、モータの回転数を制御する制御部とを備え、制御部はモータの回転数を高める制御を行う電動作業機」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、一般に用いられている慣用の電動作業機であって、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項８－１４と請求項１との間に、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項８－１４は請求項１の従属請求項ではない。また、請求項８－１４は、発明１に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項８－１４は発明１に区分できない。