(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 7 月 20 日(20.07.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/122592 A1

(51) 国際特許分類:
B25B 21/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000276

(22) 国際出願日: 2017 年 1 月 6 日(06.01.2017)

(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 2016-004948 2016 年 1 月 14 日(14.01.2016) 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: 原田　哲祐(HARADA Tetsuhiro); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 西河　智雅(NISHIKAWA Tomomasa); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０番地　日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 伊藤　達也(ITO Tatsuya); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０番地　日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 平井　貴大(HIRAI Takahiro); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０番地　日立工機株式会社内 Ibaraki (JP). 李陽(LI Yang); 〒3128502 茨城県ひたちなか市武田１０６０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, DJ, 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, 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.

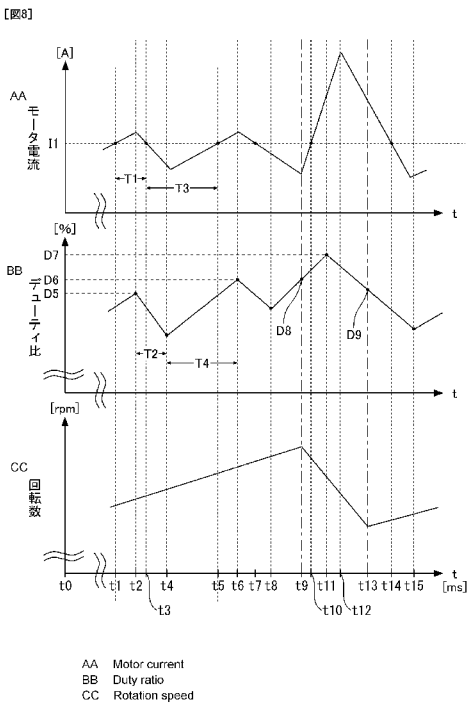
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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)）

(54) **Title**: ROTARY IMPACT TOOL

(54) 発明の名称 : 回転打撃工具



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a rotary impact tool that is able to limit reduction in tightening performance while reducing temperature elevation of the motor and a switching element and reducing the current flowing to the motor and switching element, and is easy to use. A rotary impact tool is provided with: a motor; a tip tool holder that is driven by the motor; an impact mechanism section that is provided in the motive power transmission pathway from the motor to the tip tool holder and is configured to intermittently generate rotary impact for transmitting the driving force of the motor to the tip tool holder; a switching element for switching the voltage supplied to the motor; and a control unit for controlling the switching element. The control unit is configured so that the voltage supplied to the motor from completion of a first rotary impact until initiation of a second rotary impact, which follows the first rotary impact, begins gradually to increase.

(57) 要約: 締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制するとともにモータ又はスイッチング素子に流れる電流を抑制可能、且つ、操作性の良好な回転打撃工具の提供するため、モータと、該モータによって駆動される先端工具保持部と、該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、第１の回転打撃が終了してから該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始するまでの間に該モータに供給される電圧が徐々に上昇し始めるよう、該制御部を構成した。

WO 2017/122592 A1

明　細　書

発明の名称 ： 回転打撃工具

技術分野

[0001] 本発明は、回転打撃工具に関し、特に間欠的な回転打撃力を出力する回転打撃工具に関する。

背景技術

[0002] 従来より、モータの回転力を間欠的な回転打撃力に変換し、当該回転打撃力を用いてネジ等に対して締付作業を行う回転打撃工具が広く用いられている。回転打撃工具においては、回転打撃毎にモータに流れる大きな電流、及び、回転打撃と次の回転打撃との間の期間において流れる電流に起因して、モータ及びモータの制御に用いるスイッチング素子の温度が上昇し、当該温度上昇が顕著な場合には、モータ及びスイッチング素子が劣化・破損する虞があった。このため、モータ及びモータの制御に用いるスイッチング素子の温度上昇の抑制が課題となっていた。

[0003] 特許文献１には、回転打撃工具の一種であって、ハンマを回転させながら軸方向に往復動させることによりハンマをアンビルに打撃させるインパクト機構部を備えたインパクト工具が記載されている。特許文献１のインパクト工具においては、モータに供給する電力をＰＷＭ信号で制御（ＰＷＭ制御）し、ＰＷＭ信号のデューティ比を１００％とした状態でモータを駆動し、モータに流れる電流が所定の電流値を超えた場合にデューティ比を減少させることで、ハンマの過剰な後退を抑えている。より具体的には、モータに流れる電流が所定の電流値に達するまではデューティ比を１００％とし、モータに流れる電流が所定の電流値を超えるとデューティ比を８５％に低下させ、その後に続く複数回の打撃にわたって徐々にデューティ比を増加させている。

[0004] 特許文献２には、回転打撃工具の一種であって、ハンマを回転させながら軸方向に往復動させることによりハンマをアンビルに打撃させるインパクト機構部を備えたインパクト工具が記載されている。特許文献２のインパクト工

具においては、モータの回転数の極小値が検出されてからハンマによる打撃が行われる前の期間において、モータに第１の電圧を与えた後に、第１の電圧より小さい第２の電圧を与えることで、ハンマの過剰な後退を抑えている。より具体的には、打撃の直前まではＰＷＭ制御のデューティ比を１００％とし、打撃の直前から打撃の直後まではデューティ比を７０％に低下させ、打撃の直後はデューティ比を即座に１００％まで上昇させている。

[0005] 特許文献３には、回転打撃工具の一種であって、ライナを回転させることによりライナとシャフトの間に封入されたオイルを間欠的に高圧状態として打撃力を発生させるオイルパルス機構部を備えたオイルパルス工具が記載されている。特許文献３に記載されたオイルパルス工具においては、打撃の直後に反動によってライナが逆転するとモータの駆動力を減少させ、ライナが再び正転に転じて打撃位置を通過するとモータの駆動力を増加させることで、モータに流れる電流を低減している。より具体的には、ライナが打撃位置に到達する直前にＰＷＭ制御のデューティ比を１００％から７５％まで減少させ、ライナが打撃位置に到達したときに打撃量を発生し、ライナが打撃位置から逆転するとデューティ比を５０％まで減少させ、ライナが再び正転に転じるとデューティ比を２５％に減少させ、ライナが打撃位置を通過するとデューティ比を即座に１００％まで上昇させている。特許文献３に記載されたオイルパルス工具においては、モータの回転子に、減速機構部を介することなくオイルパルス機構部のライナが接続されるという特殊な構造を有しており、モータからライナに加えられるトルクが比較的小さい。よってライナが打撃位置に到達すると、ごく僅かな時間だけ回転打撃を行い、回転打撃が行われた直後には打撃の反動によりライナが即座に逆転するという特性を持っており、上記のような制御が適している。

[0006] 特許文献４には、回転打撃工具の一種であって、電子制御でモータ及びハンマの正転と逆転を繰り返すことによりハンマをアンビルに打撃させるパルス機構部を備えた電子パルス工具が記載されている。特許文献４の電子パルス工具においては、モータ及びハンマの回転方向を切り替えた直後にＰＷＭ制

御のデューティ比を所定時間だけ制限してから徐々に増加させることにより、モータに流れる電流を低減している。より具体的には、打撃の直前まではモータ及びハンマを正転させながらＰＷＭ制御のデューティ比を１００％に達するまで徐々に上昇させ、打撃の開始から打撃の終了まではデューティ比を０％とし、打撃の直後にはモータ及びハンマを逆転させながらデューティ比を所定時間だけ４０％で維持し、その後に１００％に達するまで徐々に上昇させている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００９－７２８８９

特許文献2：特開２００９－７２８８８

特許文献3：特開２００９－２６９１３８

特許文献4：特開２０１２－１３９７８４

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献１に記載のインパクト工具においては、デューティ比を１００％としてモータを駆動する構成であるため、モータに流れる電流が常時大きくなり、モータ及びスイッチング素子の温度上昇が顕著となる傾向にあった。また、モータに流れる電流が所定の電流値を超えた場合には、連続して複数回の回転打撃が生じる間、一様にデューティ比を減少させる構成であるため、打撃時の電流上昇に起因する温度上昇は抑制可能であるが、締付性能が低下してしまうといった問題があった。

[0009] また特許文献２に記載にインパクト工具においては、打撃の直後にデューティ比を即座に１００％まで上昇させるので、大きな電流がモータ及びスイッチング素子に流れ、モータ及びスイッチング素子が発熱しやすくなる。

[0010] また特許文献３に記載のオイルパルス工具においても、ライナが打撃位置を通過してからデューティ比を即座に１００％まで上昇させるので、大きな電

流がモータ及びスイッチング素子に流れ、モータ及びスイッチング素子が発熱しやすくなる。

[0011] また特許文献４に記載の電子パルス工具においては、打撃の直後にモータ及びハンマを逆転させながらデューティ比を所定時間だけ制限してから徐々に上昇させるので、この時点ではモータ及びスイッチング素子に流れる電流を抑えることはできるが、モータ及びハンマの回転方向を逆転から正転に切り替える必要があり、そのときにモータに大きな電流が流れる。

[0012] そこで本発明は、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制可能な回転打撃工具を提供することを目的としている。また本発明は、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子に流れる電流を低減可能な回転打撃工具を提供することを目的としている。また本発明は、操作性の良好な回転打撃工具を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するために本発明は、モータと、該モータによって駆動される先端工具保持部と、該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、第１の回転打撃が終了してから該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始するまでの間に該モータに供給される電圧が徐々に上昇し始めるよう、該制御部を構成したことを特徴とする回転打撃工具を提供している。

[0014] 発明者らは、回転打撃工具において締付性能に影響を与える重要な要因の一つとして、回転打撃が開始される直前における打撃機構部の回転速度が重要であることを見出した。すなわち、第２の回転打撃において十分な締付性能を得るためには、第２の回転打撃が開始される直前までに打撃機構部の回転速度を所望の回転速度まで加速することができれば十分であって、第１の回転打撃が終了してから即座にモータに供給される電圧を最大値まで上昇させ

る必要はない。ここでいう打撃機構部の回転速度とは、打撃する部材である打撃部と、打撃される部材である被打撃部との、相対的な回転速度を指している。後述の実施の形態を例にとると、オイルパルスユニット６におけるライナ部６Ａが打撃部に相当し、打撃軸部６Ｂが被打撃部に相当し、ライナ部６Ａの打撃軸部６Ｂに対する回転速度が、上記の打撃機構部の回転速度に相当する。上記のように、第１の回転打撃が終了してから第２の回転打撃が開始するまでの間にモータに供給される電圧が徐々に上昇し始めるよう制御部を構成することにより、電流の余計な上昇を抑えながら打撃機構部を加速することができ、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

[0015] 上記構成において、該制御部は、該第１の回転打撃に続く該第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めることが好ましい。

[0016] また、上記課題を解決するために本発明は、モータと、該モータによって駆動される先端工具保持部と、該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めるよう、該制御部を構成したことを特徴とする回転打撃工具を提供している。

[0017] 発明者らは、十分な締付性能を得るためには、回転打撃が開始してから回転打撃が終了するまでの間、限られた期間だけモータが大きなトルクを発生すれば十分であって、モータが継続して大きなトルクを発生し続ける必要はないことを見出した。上記のように、第２の回転打撃が開始してから第２の回転打撃が終了するまでの間にモータに供給される電圧を徐々に下降させ始めるよう制御部を構成することにより、締付性能の低下を抑えながらモータ又

はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

[0018] 上記構成において、該制御部は、該第１の回転打撃の終了後から該第２の回転打撃の開始までの期間、該モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返し且つ該増加期間から該減少期間に転じるときの値である電圧極大値が徐々に上昇するように該モータに供給される電圧を制御することが好ましい。

[0019] このような構成によると、モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返すため、モータを流れるモータ電流も増加と減少とを繰り返す。このため、モータに供給される電圧を１００％に固定した状態で常時大きいモータ電流が流れる構成と比較して、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また、電圧極大値が徐々に上昇するため、十分な電圧がモータに供給され、第１の回転打撃の終了後から第２の回転打撃の開始前までにモータの回転数（打撃機構部の回転速度）を十分に上昇させることができ、十分な回転打撃力を得ることができる。これらにより、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制しつつも締付性能の低下を抑制することができる。

[0020] また、該モータに流れるモータ電流を検出する電流検出部をさらに備え、該制御部は、該モータ電流が目標電流値を超えている場合、該モータに供給される電圧を徐々に減少させ、該モータ電流が該目標電流値以下である場合、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることが好ましい。

[0021] このような構成によると、回転打撃時にモータ電流が急激に上昇した場合、モータに供給される電圧を減少させてモータ電流を低下させるものの、その低下の程度を小さくできるため、締付性能の低下を抑制することができる。

[0022] また、該制御部は、該先端工具保持部に接続された先端工具によって第１の作業が行われる場合には上記に記載したように該モータに供給される電圧を制御し、該モータにかかる負荷が第１の作業よりも大きい第２の作業が行われる場合には、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させる

ことが好ましい。

[0023] このような構成によると、第２の作業が行われる場合に一旦モータに供給される電圧を減少させない構成と比較して、モータ電流を低くすることができ、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また、第２の作業が行われる場合にモータに供給される電圧を減少させたままの状態で締付作業を行う構成と比較して、モータ電流を大きくすることができ、締付性能の低下を抑制することができる。すなわち、締付性能の低下を抑制しながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

[0024] また、該制御部は、該先端工具保持部に接続された先端工具によって第１の作業が行われる場合には上記に記載したように該モータに供給される電圧を制御し、且つ、該モータ電流が該目標電流値よりも大きい判別閾値を超えた場合には該モータにかかる負荷が該第１の作業よりも大きい第２の作業が行われていると判断し、該第２の作業が行われる場合には、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることが好ましい。

[0025] このような構成によると、目標電流値よりも大きい判別閾値を第２の作業が行われていることの判別に用いているため、大きなモータ電流が流れる第２の作業が行われていることを良好に判別することができる。

[0026] また、該制御部は、該第２の作業が行われる場合に、該モータに供給される電圧を第１所定値まで減少させた後、該第１所定値から該第１所定値よりも大きい第２所定値まで所定期間をかけて増加させ、該所定期間の経過後に該モータに供給される電圧を該第１所定値よりも小さい第３所定値まで減少させることが好ましい。

[0027] このような構成によると、第２の作業が行われてから所定期間が経過した後にモータに供給される電圧を第１所定値よりも小さい第３所定値まで減少させるため、所定期間経過後には大きなモータ電流が流れることがなく、モータ又はスイッチング素子の温度上昇をより抑制することができる。

[0028] また、該制御部は、間欠的に行われる該回転打撃の周期が不定となるように

該モータに供給される電圧を制御することが好ましい。

[0029] このような構成によると、回転打撃の周期が不定となるため、回転打撃の周期と回転打撃工具内に使用されている機構等とが共振することがない。これにより、回転打撃工具に発生する振動を低減することができ、操作性を向上させることができる。

[0030] 上記課題を解決するために本発明はさらに、モータと、該モータによって駆動される先端工具保持部と、該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、該制御部は、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させるよう構成されたことを特徴とする回転打撃工具を提供している。

[0031] このような構成によると、該モータに供給される電圧が締付作業の時間を長くするほど締付性能が大きくなるので、木ネジ等を用いて締付作業を行うときのように負荷が小さい場合には、短い時間に小さな電圧でモータを駆動するだけで十分に木ネジ等を被締結材に対して締め付けることができる。それでも締め付けが不十分となる場合にも、作業を継続していれば次第に電圧と締付性能が大きくなるので、被締付材の負荷が予想よりも大きかった場合でも作業を中断することなく対応できる。よって操作性の良好な回転打撃工具を提供することができる。

[0032] 上記構成において、該モータに流れるモータ電流を検出する電流検出部をさらに備え、該制御部は、該モータ電流が判別閾値を超えた場合、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加することが好ましい。

[0033] このような構成によると、モータに供給される電圧を減少させない構成と比較して、モータ電流を低くすることができ、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また、モータに供給される電圧を減少さ

せたままの状態で締付作業を行う構成と比較して、モータ電流を大きくすることができ、締付性能の低下を抑制することができる。

[0034] また、該制御部は、該モータ電流が該判別閾値を超えた場合、該モータに供給される電圧を第１所定値まで減少させた後、該第１所定値から該第１所定値よりも大きい第２所定値まで所定期間をかけて増加させ、該所定期間の経過後に該モータに供給される電圧を該第１所定値よりも小さい第３所定値まで減少させることが好ましい。

[0035] このような構成によると、判別閾値を超えた場合に一旦モータに供給される電圧を減少させない構成と比較して、モータ電流を低くすることができ、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また、判別閾値を超えた場合にモータに供給される電圧を減少させたままの状態で締付作業を行う構成と比較して、モータ電流を大きくすることができ、締付性能の低下を抑制することができる。すなわち、締付性能の低下を抑制しながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。さらに、所定期間が経過した後にモータに供給される電圧を第１所定値よりも小さい第３所定値まで減少させるため、所定期間経過後には大きなモータ電流が流れることがなく、モータ又はスイッチング素子の温度上昇をより抑制することができる。

[0036] また、該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合には、第１の回転打撃が終了してから該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に上昇させ始めるとともに、該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めることが好ましい。

[0037] このような構成によると、第１の回転打撃が終了してから第２の回転打撃が開始するまでの間にモータに供給される電圧が徐々に上昇し始めるように制御部が構成されているため、電流の余計な上昇を抑えながら打撃機構部を加速することができ、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素

子の温度上昇を抑制することができる。さらに、第２の回転打撃が開始してから第２の回転打撃が終了するまでの間にモータに供給される電圧を徐々に下降させ始めるように制御部が構成されているため、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。

[0038] また、該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合において、間欠的に行われる該回転打撃における第１の回転打撃の終了後から該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃の開始までの期間、該モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返し且つ該増加期間から該減少期間に転じるときの値である電圧極大値が徐々に上昇するように該モータに供給される電圧を制御することが好ましい。

[0039] このような構成によると、モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返すため、モータを流れるモータ電流も増加と減少とを繰り返す。このため、モータに供給される電圧を１００％に固定した状態で常時大きいモータ電流が流れる構成と比較して、モータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また、モータに供給される電圧極大値が徐々に上昇するため、十分な電圧がモータに供給され、第１の回転打撃の終了後から第２の回転打撃の開始前までにモータの回転数（打撃機構部の回転速度）を十分に上昇させることができ、十分な回転打撃力を得ることができる。これらにより、モータ又はスイッチング素子の温度上昇をより抑制しつつも締付性能の低下を抑制することができる。

[0040] また、該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合において、該モータ電流が該判別閾値よりも小さい目標電流値を超えている場合、該モータに供給される電圧を徐々に減少させ、該モータ電流が該目標電流値以下である場合、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることが好ましい。

[0041] このような構成によると、回転打撃時にモータ電流が急激に上昇した場合、モータに供給される電圧を減少させモータ電流を低下させるものの、その低下の程度を小さくできるため、締付性能の低下を抑制することができる。

[0042] また、該制御部は、間欠的に行われる該回転打撃の周期が不定となるように

該モータに供給される電圧を制御することが好ましい。

[0043] このような構成によると、回転打撃の周期が不定となるため、回転打撃の周期と回転打撃工具内に使用されている機構等とが共振することがない。これにより、回転打撃工具に発生する振動を低減することができ、操作性を向上させることができる。

発明の効果

[0044] 本発明の回転打撃工具によれば、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子の温度上昇を抑制することができる。また本発明の回転打撃工具によれば、締付性能の低下を抑えながらモータ又はスイッチング素子に流れる電流を抑制することができる。また本発明によれば、操作性の良好な回転打撃工具を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの全体を示す部分断面側面図である。

[図2]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバのオイルパルスユニットを示す図１の部分拡大図である。

[図3]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバのオイルパルスユニットを示す図２のＩＩＩ－ＩＩＩ断面図であり、（ａ）はライナ部と打撃軸部との相対回転角度が０°の場合、（ｂ）は１８０°の場合を示している。

[図4]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバにおけるオイルパルスユニットのメインシャフトを示す斜視図である。

[図5]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバのオイルパルスユニットの動作を示す図であり、（ａ）はライナ部と打撃軸部との相対回転角度が０°の場合、（ｂ）は４５°の場合、（ｃ）は９０°の場合、（ｄ）は１３５°の場合、（ｅ）は１８０°の場合、（ｆ）は２２５°の場合、（ｇ）は２７０°の場合、（ｈ）は３１５°の場合を示している。

[図6]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの電気的構成を示すブロック図を含む回路図である。

[図7]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの制御部による駆動制御によるブラシレスモータの駆動制御を示すフローチャートである。

[図8]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの制御部による駆動制御を行った場合のモータ電流、デューティ比及びブラシレスモータの回転数の時間変化を示すタイムチャートである。

[図9]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの制御部による駆動制御を行った場合の回転打撃の周期を説明する図である。

[図10]本発明の実施の形態によるオイルパルスドライバの制御部による駆動制御を行った場合のモータ電流及びデューティ比の時間変化を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0046] 以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明において、具体的な数値に言及した場合、例えば、角度について「９０°」のように言及した場合、当該数値と完全に一致する場合だけでなく、当該数値と略同一である場合も含むものとする。また、位置関係等に言及した場合、例えば、平行、直交、反対等のように言及した場合、完全に平行、直交、反対等である場合だけでなく、略平行、略直交、略反対等である場合を含むものとする。

[0047] 図１は、本発明の実施の形態による回転打撃工具の一例であるオイルパルスドライバ１の全体を示す部分断面側面図であり、オイルパルスドライバ１に電池パックＰを装着した状態を示している。オイルパルスドライバ１は、木ネジ、ボルト等に対して締付作業を行う工具である。図１に示されているように、オイルパルスドライバ１は、ハウジング２、ブラシレスモータ３、円環基板４、減速機構５、オイルパルスユニット６及び制御基板部７を備えている。なお、図１において、矢印で示された「前」を前方向、「後」を後方向、「上」を上方向、「下」を下方向と定義する。さらに、オイルパルスドライバ１を後方から見た場合の左を左方向、右を右方向と定義する。

[0048] ハウジング２は、オイルパルスドライバ１の外郭をなしており、モータ収容

部２１と、ハンドル部２２と、基板収容部２３とを有している。

[0049] モータ収容部２１は、前後方向に延びる略筒形状をなし、その内部にブラシレスモータ３、円環基板４、減速機構５及びオイルパルスユニット６を収容している。また、モータ収容部２１の前側内部には、機構ケース２１Ａが配置されている。機構ケース２１Ａは、前方に向かうに従って徐々に径が細くなる形状をなしており、その前端部分には開口２１ａが形成されている。

[0050] ブラシレスモータ３は、モータ収容部２１の後部に収容されており、回転軸３１と、ロータ３２と、ステータ３３とを有している。回転軸３１は、前後方向に延びる軸であって、軸受を介してモータ収容部２１に回転可能に支承されている。また、回転軸３１の前部には、冷却ファン３１Ａが設けられている。冷却ファン３１Ａは、遠心ファンであり、回転軸３１の回転により回転し、モータ収容部２１内にブラシレスモータ３、円環基板４等を冷却する冷却風を発生させる。ロータ３２は、複数の永久磁石３２Ａを有する回転子であり、回転軸３１に固定されており、回転軸３１と一体回転するように構成されている。ステータ３３は、ステータ巻線３３Ａを有する固定子であり、モータ収容部２１に固定されている。ブラシレスモータ３の電気的構成の詳細については、後述する。ブラシレスモータ３は、本発明における「モータ」の一例である。

[0051] 円環基板４は、後面視において円環形状をなす基板であって、ブラシレスモータ３のステータ３３の後方に配置されている。また、円環基板４の後面視中央には前後方向に貫通する挿通孔が形成されており、当該挿通孔には回転軸３１の後部が挿通されている。円環基板４の電気的構成の詳細については、後述する。

[0052] 減速機構５は、ブラシレスモータ３の回転軸３１（ロータ３２）の回転を減速してオイルパルスユニット６に伝達する遊星ギヤ機構である。減速機構５は、回転軸３１と一体回転するサンギヤ５Ａと、サンギヤ５Ａに噛合する遊星ギヤ５Ｂと、遊星ギヤ５Ｂと噛合するとともにモータ収容部２１に対して固定されたリングギア５Ｃと、遊星ギヤ５Ｂ及びオイルパルスユニット６に

接続されるとともに回転軸３１と同軸回転するように構成されたキャリア５Ｄとを備えている。回転軸３１の回転は、サンギヤ５Ａを介して遊星ギヤ５Ｂの周回運動に変換され、当該周回運動はキャリア５Ｄを介してオイルパルスユニット６に伝達される。これにより、回転軸３１の回転は、減速されてオイルパルスユニット６に伝達される。

[0053] オイルパルスユニット６は、ブラシレスモータ３の回転軸３１（ロータ３２）の回転力を間欠的な回転打撃力に変換して出力する機構であり、機構ケース２１Ａの内部に収容されている。オイルパルスユニット６は、減速機構５に接続されたライナ部６Ａと図示せぬ先端ビットを保持可能な打撃軸部６Ｂとを備えている。オイルパルスユニット６においては、ライナ部６Ａを打撃軸部６Ｂに対して回転させることで、先端ビットを保持した打撃軸部６Ｂに間欠的な回転打撃力を発生させる。オイルパルスドライバ１においては、当該間欠的な回転打撃力を用いて木ネジ、ボルト等に対する締付作業を行う。本実施の形態において、先端ビットは、ドライバビットやボルト締付用ビット等である。オイルパルスユニット６の詳細については、後述する。

[0054] ハンドル部２２は、モータ収容部２１の前後方向略中央から下方に延びる部分であり、ユーザによって把持される部分である。ハンドル部２２は、ユーザによって操作可能に構成されたスイッチトリガ２２Ａとスイッチ機構２２Ｂとを備えている。スイッチトリガ２２Ａは、ハンドル部２２の上端部前側に設けられており、ハンドル部２２内部においてスイッチ機構２２Ｂと接続されている。スイッチ機構２２Ｂは、制御基板部７に接続されており、スイッチトリガ２２Ａが押込まれた場合（オンされた場合）、始動信号を制御基板部７に出力する。

[0055] 基板収容部２３は、ハンドル部２２の下端に接続されており、その内部に制御基板部７を収容している。基板収容部２３の下端部には、電池パックＰを着脱可能に保持するように構成された電池接続部２３Ａが形成されている。電池接続部２３Ａは、プラス接続端子２３Ｂ及びマイナス接続端子２３Ｃ（図６）を有している。制御基板部７の電気的構成の詳細については、後述す

る。

[0056] 電池パックＰは、ブラシレスモータ３、円環基板４及び制御基板部７の電源となる二次電池を有する電池組を収容している。電池組は、電池パックＰが電池接続部２３Ａに装着（接続）された状態で、プラス接続端子２３Ｂ及びマイナス接続端子２３Ｃに接続されるように構成されている。本実施の形態において、二次電池は、リチウムイオン二次電池である。

[0057] ここで、図２～図４を参照しながらオイルパルスユニット６の詳細について説明する。図２は、オイルパルスユニット６を示す図１の部分拡大図である。図３は、オイルパルスユニット６を示す図２のＩＩＩ－ＩＩＩ断面図である。なお、説明の便宜上、図３（ａ）に示されている状態を打撃軸部６Ｂに対するライナ部６Ａの相対回転角度が０°の状態と定義する。図３（ｂ）に示されている状態は、打撃軸部６Ｂに対するライナ部６Ａの相対回転角度が１８０°の状態である。また、図２及び図３に示されている回転軸心Ａは、回転軸３１（キャリア５Ｄ）の回転軸心を表わしている。

[0058] 図２に示されているように、オイルパルスユニット６のライナ部６Ａは、前後方向に延びる筒形状をなす主筒状部６１と、主筒状部６１の後部を閉塞する接続プレート６２と、主筒状部６１の前端に設けられた先端筒状部６３とを備えており、回転軸心Ａを中心に回転可能に設けられている。また、図３（ａ）及び（ｂ）に示されているように、ライナ部６Ａの内部には、主筒状部６１の内周面等によってライナ室６１ａが画成されており、ライナ室６１ａにはオイル（作動油）が充填されている。

[0059] 図３（ａ）及び（ｂ）に示されているように、主筒状部６１の内周面は、後面視において略楕円形状を規定しており、当該内周面には、第１凸部６１Ａ、第２凸部６１Ｂ、第１突起６１Ｃ及び第２突起６１Ｄが形成されている。なお、図３（ａ）及び（ｂ）においては、主筒状部６１の内周面が規定する略楕円形状の長軸を仮想長軸線Ｘ－Ｘで示し、短軸を仮想短軸線Ｙ－Ｙで示している。

[0060] 第１凸部６１Ａは、主筒状部６１の内周面から主筒状部６１の径方向内方に

突出するとともに前後方向に延びており、後面視において仮想長軸線Ｘ－Ｘ上に位置している。第２凸部６１Ｂは、第１凸部６１Ａと同一形状をなしており、回転軸心Ａに関して第１凸部６１Ａと対称に構成されている。

[0061] 第１突起６１Ｃは、主筒状部６１の内周面から主筒状部６１の径方向内方に突出するとともに前後方向に延びており、後面視において仮想短軸線Ｙ－Ｙよりも僅かに第１凸部６１Ａ側に位置している。第２突起６１Ｄは、第１突起６１Ｃと同一形状をなしており、仮想長軸線Ｘ－Ｘを含み仮想短軸線Ｙ－Ｙに直交する仮想平面に関して、第１突起６１Ｃと対称に構成されている。第１突起６１Ｃ及び第２突起６１Ｄは、図３（ａ）に示されている状態（相対回転角度０°）では後面視において仮想短軸線Ｙ－Ｙよりも僅かに上方に位置し、図３（ｂ）に示されている状態（相対回転角度１８０°）では、仮想短軸線Ｙ－Ｙよりも僅かに下方に位置する。

[0062] 図２に戻り、接続プレート６２は、円板部６２Ａ及び接続部６２Ｂを備えている。円板部６２Ａは、主筒状部６１の後部を閉塞する部分であり、後面視において円形状をなしている。円板部６２Ａの前面には、後方に窪む軸受孔６２ａが形成されている。接続部６２Ｂは、前後方向に延びる略六角注形状をなしており、円板部６２Ａの後面の略中央に固定されるとともに減速機構５のキャリア５Ｄに相対回転不能に接続されている。これにより、ライナ部６Ａは、キャリア５Ｄと一体に回転軸心Ａを中心に回転する。

[0063] 先端筒状部６３は、主筒状部６１と連続した部分であり、主筒状部６１の前端から前方に延びる筒形状をなしている。先端筒状部６３の外径は、主筒状部６１の外径よりも小さく構成されており、先端筒状部６３の前端には、開口６３ａが形成されている。

[0064] 図２～図４に示されているように、オイルパルスユニット６の打撃軸部６Ｂは、メインシャフト６４と、第１ブレード６５と、第２ブレード６６とを備えている。図４は、メインシャフト６４を示す斜視図である。

[0065] 図２及び図４に示されているように、メインシャフト６４は、前後方向に延びる略円柱形状の軸であり、その前部はライナ部６Ａの開口６３ａ及び機構

ケース２１Ａの開口２１ａ（図１）を介して前方に突出しており、後部は、ライナ室６１ａ内に収容されている。また、メインシャフト６４の前部には、先端ビットが挿入される保持孔６４ａが前端から後方に窪むように形成されており、後端部は、ライナ部６Ａの軸受孔６２ａに挿通されている。さらに、メインシャフト６４の前後方向略中央部分とライナ部６Ａの先端筒状部６３の内周面との間には、ゴム製のＯリング６４Ａが設けられている。すなわち、メインシャフト６４は、軸受孔６２ａを介して、ライナ部６Ａに回転可能に支承されており、Ｏリング６４Ａによってオイルパルスユニット６内部のオイルが外部に漏れるのを防いでいる。なお、メインシャフト６４の回転軸心は、回転軸心Ａと略一致している。

[0066] また、図３及び図４に示されているように、ライナ室６１ａ内に収容されたメインシャフト６４の後部には、前後方向に延びるとともにメインシャフト６４の中心（回転軸心Ａ）を通るように径方向に貫通するシャフト貫通孔６４ｂが形成されている。また、メインシャフト６４の後部外周面には、メインシャフト６４の径方向外方に突出するとともに前後方向に延びる第１シール凸部６４Ｂ、第２シール凸部６４Ｃ、第３シール凸部６４Ｄ及び第４シール凸部６４Ｅが形成されている。

[0067] 第１シール凸部６４Ｂは、図３（ａ）の状態（相対回転角度０°）においてライナ部６Ａの第１突起６１Ｃ対向する位置に形成されている。第２シール凸部６４Ｃは、第１シール凸部６４Ｂと同一形状をなしており、図３（ａ）の状態において、ライナ部６Ａの第２突起６１Ｄと対向する位置に形成されている。なお、第１シール凸部６４Ｂ及び第２シール凸部６４Ｃが第１突起６１Ｃ及び第２突起６１Ｄにそれぞれ対向している状態において、それらの間には僅かな隙間が形成されている。

[0068] 第３シール凸部６４Ｄは、図３（ｂ）の状態（相対回転角度１８０°）において第１突起６１Ｃと対向する位置に形成されている。第４シール凸部６４Ｅは、図３（ｂ）の状態において第２突起６１Ｄと対向する位置に形成されている。なお、第３シール凸部６４Ｄ及び第４シール凸部６４Ｅが第１突起

６１Ｃ及び第２突起６１Ｄにそれぞれ対向している状態において、それらの間には僅かな隙間が形成されている。

[0069] 図２及び図３に示されているように、第１ブレード６５及び第２ブレード６６は、前後方向に延びる略板形状をなす同一の部材であり、シャフト貫通孔６４ｂ内にメインシャフト６４の径方向に往復動可能に設けられている。第１ブレード６５と第２ブレード６６との間には、スプリング６７が設けられており、スプリング６７は第１ブレード６５及び第２ブレード６６をメインシャフト６４の径方向外方に付勢している。図３（ａ）の状態において、第１ブレード６５の径方向外方端はライナ部６Ａの第１凸部６１Ａに、第２ブレード６６の径方向外方端は第２凸部６１Ｂに当接した状態となる。また、図３（ｂ）の状態において、第１ブレード６５の径方向外方端はライナ部６Ａの第２凸部６１Ｂに、第２ブレード６６の径方向外方端は第１凸部６１Ａに当接した状態となる。

[0070] ここで、図５を参照しながら、オイルパルスユニット６の動作及びオイルパルスユニット６における間欠的な回転打撃力の発生について説明する。図５は、オイルパルスユニット６の動作を示す図であり、（ａ）はライナ部６Ａと打撃軸部６Ｂとの相対回転角度が０°の場合、（ｂ）は４５°の場合、（ｃ）は９０°の場合、（ｄ）は１３５°の場合、（ｅ）は１８０°の場合、（ｆ）は２２５°の場合、（ｇ）は２７０°の場合、（ｈ）は３１５°の場合を示している。なお、図５中の回転方向Ｒ（矢印）は、ライナ部６Ａの回転方向（後面視において時計回り方向）を示している。

[0071] ブラシレスモータ３が駆動し、回転軸３１の回転が減速機構５を介してオイルパルスユニット６に伝達されると、ライナ部６Ａが回転方向Ｒに回転を開始する。このとき、打撃軸部６Ｂのメインシャフト６４に負荷がかかっていない場合又は負荷が小さい場合（例えば、締付作業開始から木ネジ、ボルト等が着座するまでの期間）には、ライナ室６１ａに充填されたオイルの抵抗のみでライナ部６Ａと打撃軸部６Ｂとが一体に回転する。

[0072] 一方、メインシャフト６４に大きな負荷がかかった場合（例えば、木ネジ、

ボルト等が着座した場合）には、ライナ部６Ａ及び打撃軸部６Ｂは一体に回転せず、ライナ部６Ａのみが回転する。ライナ部６Ａのみが回転を開始して、図５（ａ）の状態（相対回転角度が０°）となると、ライナ部６Ａの第１突起６１Ｃは打撃軸部６Ｂ（メインシャフト６４）の第１シール凸部６４Ｂと、第２突起６１Ｄは第２シール凸部６４Ｃと前後方向全域に亘って対向し、第１凸部６１Ａは第１ブレード６５と、第２凸部６１Ｂは第２ブレード６６と前後方向全域に亘って当接する。これにより、ライナ室６１ａは、図５（ａ）に示されているように、ライナ分室６１ｂ、６１ｃ、６１ｄ、６１ｅの４室に区画される「区画状態」となる。

[0073] 図５（ａ）の状態からブラシレスモータ３がさらに回転すると、ライナ分室６１ｂ及び６１ｄの２室の容積が減少し、ライナ分室６１ｂ及び６１ｄ内のオイルが圧縮され、当該２室内のオイル圧が瞬間的に上昇する。この瞬間的なオイル圧の上昇によって、ライナ分室６１ｂ及び６１ｄとライナ分室６１ｃ及び６１ｅとの間に圧力差が生じ、第１ブレード６５及び第２ブレード６６それぞれの回転方向Ｒにおける上流側面が回転方向Ｒに押圧される。その結果、メインシャフト６４を回転方向Ｒに回転させようとする回転力が瞬間的に発生し、メインシャフト６４（打撃軸部６Ｂ）に強力な回転方向Ｒの回転打撃力（回転トルク）が発生する。なお、ライナ部６Ａの主筒状部６１には、上記の瞬間的に上昇するオイル圧を制御して締付トルクを調整するための図示せぬトルク調整機構が設けられている。

[0074] メインシャフト６４に回転打撃力が発生した瞬間から、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して相対的にさらに回転すると、第１シール凸部６４Ｂが第１突起６１Ｃに対向している状態、第２シール凸部６４Ｃが第２突起６１Ｄに対向している状態、第１ブレード６５が第１凸部６１Ａと当接している状態、第２ブレード６６が第２凸部６１Ｂと当接している状態がそれぞれ解除される。これにより、４室に区画されていたライナ室６１ａの「区画状態」が解除されて「区画解除状態」となる。「区画解除状態」においては、ライナ室６１ａ内のオイル圧が一定となり、第１ブレード６５及び第２ブレード６

６に押圧力が働かないため、メインシャフト６４には回転打撃力は発生せず、ライナ部６Ａのみがさらに回転する。なお、ライナ室６１ａが「区画状態」となりメインシャフト６４に回転打撃力が発生した瞬間から「区画解除状態」となるまでの期間、メインシャフト６４には回転打撃力が発生している。

[0075] 「区画解除状態」となった後、ライナ部６Ａがさらに回転すると、「区画解除状態」を維持したまま、図５（ｂ）の状態（相対回転角度４５°）を経て、図５（ｃ）の状態（相対回転角度９０°）の状態となる。当該状態となると、第１ブレード６５が第１突起６１Ｃに当接し、第２ブレード６６が第２突起６１Ｄに当接する。これにより、第１ブレード６５及び第２ブレード６６が径方向内方に後退し、第１ブレード６５及び第２ブレード６６のメインシャフト６４から径方向外方に突出していた部分がシャフト貫通孔６４ｂ内に全て収容される。このため、第１ブレード６５及び第２ブレード６６はオイル圧の影響を受けない状態となり、メインシャフト６４に回転打撃力は発生せず、ライナ部６Ａはそのまま回転する。

[0076] ライナ部６Ａが図５（ｃ）の状態からさらに回転すると、再び「区画解除状態」となり、図５（ｄ）の状態（相対回転角度１３５°）を経て、図５（ｅ）の状態（相対回転角度１８０°）となる。図５（ｅ）の状態となると、ライナ部６Ａの第１突起６１Ｃは打撃軸部６Ｂ（メインシャフト６４）の第３シール凸部６４Ｄと、第２突起６１Ｄは第４シール凸部６４Ｅと前後方向全域に亘って対向し、第１凸部６１Ａは第２ブレード６６と、第２凸部６１Ｂは第１ブレード６５と前後方向全域に亘って当接する。これにより、ライナ室６１ａは、図５（ｅ）に示されているように、ライナ分室６１ｂ、６１ｃ、６１ｄ、６１ｅの４室に再び区画され（「区画状態」）、当該状態からライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対してさらに回転すると、再び回転打撃力が発生する。

[0077] 当該回転打撃力が発生した後、さらにライナ部６Ａが回転すると再び「区画解除状態」となり、図５（ｆ）の状態（相対回転角度２２５°）を経て、図

５（ｇ）の状態（相対回転角度２７０°）となる。当該状態となると、第１突起６１Ｃが第２ブレード６６に当接し、第２突起６１Ｄが第１ブレード６５に当接し、再び、第１ブレード６５及び第２ブレード６６のメインシャフト６４から径方向外方に突出していた部分がシャフト貫通孔６４ｂ内に全て収容される。このため、図５（ｃ）の状態と同様に、第１ブレード６５及び第２ブレード６６はオイル圧の影響を受けない状態となり、メインシャフト６４に回転打撃力は発生せず、ライナ部６Ａはそのまま回転する。

[0078] ライナ部６Ａが図５（ｇ）の状態からさらに回転すると、再び「区画解除状態」となり、図５（ｈ）の状態（相対回転角度３１５°）を経て、図５（ａ）の状態（相対回転角度０°）となる。この後、ライナ部６Ａが回転を継続すると、上記の過程が繰返され、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して１回転する毎（相対回転角度３６０°毎）に２回の回転打撃力（間欠的な回転打撃力）が発生する。当該間欠的に発生する回転打撃力により、メインシャフト６４に保持された先端ビットが木ネジ、ボルト等を間欠的に回転方向Ｒに打撃（回転打撃）し、木ネジ、ボルト等が被締結材に対して締付けられる。このように、オイルパルスユニット６は、ブラシレスモータ３の回転軸３１（ロータ３２）の回転力を間欠的な回転打撃力に変換して出力し、当該間欠的な回転打撃力を用いて木ネジ、ボルト等に対して締付作業を行う。オイルパルスユニット６は、本発明における「打撃機構部」の一例である。また、先端ビットは、本発明における「先端工具」の一例である。メインシャフト６４の前部に形成された先端ビットが挿入される保持孔６４ａは、本発明における「先端工具保持部」の一例である。

[0079] 次に、図６を参照しながらオイルパルスドライバ１の電気的構成、すなわちブラシレスモータ３、円環基板４及び制御基板部７の電気的構成の詳細について説明する。図６は、オイルパルスドライバ１の電気的構成を示すブロック図を含む回路図である。

[0080] 図６に示されているように、ブラシレスモータ３のロータ３２は、Ｎ極及びＳ極を１組とした永久磁石３２Ａを２組備えている。また、ステータ３３の

ステータ巻線３３Ａは、スター結線された３相のコイルＵ、Ｖ、Ｗを有し、コイルＵ、Ｖ、Ｗはそれぞれ円環基板４に接続されている。

[0081] 円環基板４は、インバータ回路４１及び３個のホールＩＣ４２を備えている。また、制御基板部７は、制御電源回路７１、電流検出回路７２、電圧検出回路７３、回転位置検出回路７４、回転数検出回路７５、駆動信号出力回路７６及び制御部７７を備えている。

[0082] インバータ回路４１は、電池パックＰの電力をブラシレスモータ３に供給する回路であり、プラス接続端子２３Ｂ及びマイナス接続端子２３Ｃとブラシレスモータ３との間に接続されている。インバータ回路４１は、６個のスイッチング素子すなわちＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆを有している。６個のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆは、３相ブリッジ形式に接続されており、各ゲートは駆動信号出力回路７６に接続され、各ドレイン又は各ソースは、ブラシレスモータ３のコイルＵ、Ｖ、Ｗに接続されている。６個のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆは、ブラシレスモータ３に供給される電力（電圧）を切り替える。より詳細には、６個のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆは、駆動信号出力回路７６から出力される駆動信号（ゲート信号）に基づいて、ロータ３２を所定の回転方向に回転させるスイッチング動作を行う。３個のホールＩＣ４２のそれぞれは、円環基板４の前面のロータ３２と対向する位置に設けられており、ロータ３２の回転位置に応じてハイ信号又はロー信号を回転位置検出回路７４に出力する。ＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆのうちいずれか一つのＦＥＴが、本発明における「スイッチング素子」の一例である。

[0083] 制御電源回路７１は、各回路に制御電源を供給する定電圧電源回路である。本実施の形態においては、制御電源回路７１は、プラス接続端子２３Ｂ及びマイナス接続端子２３Ｃ間の電圧（電池パックＰの電圧）を５Ｖ（制御電圧）に変換し、各回路に印加するように構成されている。

[0084] 電流検出回路７２は、インバータ回路４１とマイナス接続端子２３Ｃとの間に設けられたシャント抵抗１Ａの電圧降下値を取り込むことでブラシレスモータ３に流れる電流（モータ電流）を検出し、検出したモータ電流に応じた

信号（電流値信号）を制御部７７に出力する回路である。電流検出回路７２は、本発明における「電流検出部」の一例である。

[0085] 電圧検出回路７３は、プラス接続端子２３Ｂとマイナス接続端子２３Ｃとの間に接続されており、ブラシレスモータ３に印可される電圧（プラス接続端子２３Ｂとマイナス接続端子２３Ｃとの間に印加される電圧）の電圧を検出し、検出した電圧値を示す信号（電圧値信号）を制御部７７に出力する回路である。

[0086] 回転位置検出回路７４は、３個のホールＩＣ４２のそれぞれから出力されたハイ信号又はロー信号に応じてロータ３２の回転位置を検出し、検出した回転位置を示す信号（回転位置信号）を回転数検出回路７５及び制御部７７に出力する回路である。

[0087] 回転数検出回路７５は、回転位置検出回路７４から出力される回転位置信号に基づいてロータ３２の回転数を算出し、算出した回転数を示す信号（回転数信号）を制御部７７に出力する回路である。

[0088] 駆動信号出力回路７６は、６個のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆのそれぞれのゲート及び制御部７７に接続されている。駆動信号出力回路７６は、制御部７７から出力された制御信号に基づいて６個のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの各ゲートに駆動信号を出力する回路である。

[0089] 制御部７７は、ブラシレスモータ３の駆動制御に用いる処理プログラム、各種データに基づいて演算を行う中央処理装置（ＣＰＵ）を有する図示せぬ演算部と、当該処理プログラム、各種データ、各種閾値等を記憶するための図示せぬＲＯＭと、データを一時記憶するための図示せぬＲＡＭを有する記憶部と、時間を計測する計時部とを備えている。なお、本実施の形態において、制御部７７はマイクロコンピューターである。

[0090] 制御部７７は、回転位置検出回路７４から出力された回転位置信号に基づいて、ＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆのうちの導通させるＦＥＴを交互に切換えるための制御信号を形成し、当該制御信号を駆動信号出力回路７６に出力する。これによってコイルＵ、Ｖ、Ｗのうちの所定のコイルに交互に通電し、ロータ

３２を所定の回転方向に回転させる。この場合、インバータ回路４１の負電源側（マイナスライン）に接続されているＦＥＴ４１Ｄ～４１Ｆを駆動する（導通させる）駆動信号は、パルス幅変調信号（ＰＷＭ駆動信号）として出力される。なお、ＰＷＭ駆動信号は、デューティ比を変更可能な信号である。パルス幅変調（ＰＷＭ制御）においては、パルスの幅であるデューティ比の大きさを切り替えることで出力される平均電圧を切り替える。デューティ比を大きくすればブラシレスモータ３に供給（印加）される平均電圧が大きくなり、デューティ比を小さくすればブラシレスモータ３に供給（印加）される平均電圧が小さくなる。パルス幅変調（ＰＷＭ制御）によってブラシレスモータ３に供給される平均電圧は、本発明における「モータに供給される電圧」の一例である。制御部７７は、本発明における「制御部」の一例である。

[0091] 次に、制御部７７によるブラシレスモータ３の駆動制御について説明する。

[0092] 制御部７７によるブラシレスモータ３の駆動制御においては、モータ電流に基づいてデューティ比を変更することでモータ電流が目標電流値となるように制御する定電流制御を行い、所定の電流閾値（電流閾値Ｉ２）を超えた場合、着座時にブラシレスモータ３（ライナ部６Ａ）に過大な負荷がかかるボルトのような締結部材が被締結材に着座したと判断し、ボルト着座後専用の制御（後述のＳ１０８～Ｓ１１０）を行う。

[0093] 本実施の形態においては、ブラシレスモータ３及びＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの耐熱温度等を考慮し、回転打撃中以外におけるモータ電流の目標電流値を中心とした上下動の最大値が、ブラシレスモータ３及びＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの過度な温度上昇を招かない程度の電流値となるように（過度な温度上昇を招く電流値に達しないように）、目標電流値を設定している。なお、本実施の形態において、目標電流値は２５Ａであるが、これに限られず、使用されるモータ及びスイッチング素子の耐熱温度等を考慮して、モータ電流が過度な温度上昇を招かない程度の電流値となるように設定すればよい。

[0094] また、制御部７７による定電流制御においては、ゲインが高く設定されたＰ

ＩＤフィードバック制御のような制御は行わずに、デューティ比を変更する処理毎にデューティ比を指定量増加又は減少させる。本実施の形態においては、上記した指定量は１％であり、制御部７７によるデューティ比変更処理は略１ｍｓ毎に行われる。このため、モータ電流の目標電流値への追従性は、ゲインが高く設定されたＰＩＤフィードバック制御等に比べて遅く、モータ電流は目標電流値を中心として緩やかに上下動する。

[0095] このように、ゲインが高く設定されたＰＩＤフィードバック制御等に比べて目標電流値に対しての追従性を低く構成したのは、締付性能の低下を抑制しつつ且つボルト着座を確実に判断するためである。詳細には、仮に、目標電流値への追従性が高い定電流制御を行った場合には、回転打撃時に発生する急激なモータ電流の上昇に対して、急激にデューティ比を減少させてしまい締付性能が低下してしまう。これに対し、本実施の形態における追従性を低く構成した定電流制御を用いれば、急激にデューティ比を減少させることがなく締付性能の低下を抑制することができる。

[0096] また、仮に、目標電流値への追従性の高い定電流制御を用いた場合には、ボルトが被締結材に着座した後にモータ電流の急激な上昇に応答してデューティ比を急激に減少させてしまう。このため、モータ電流が電流閾値Ｉ２を超える前にモータ電流を目標電流値付近まで低下させてしまい、ボルト着座を確実に判断（判別）することができない。これに対し、本実施の形態における追従性を低く構成した定電流制御を用いれば、ボルトが被締結材に着座した後の急激なモータ電流の上昇に対しても急激にデューティ比を減少させることがない。このため、モータ電流が電流閾値Ｉ２を超える前に、モータ電流を目標電流値付近まで低下させることがなく、確実にボルト着座を判断することができる。また、本実施の形態による定電流制御を行えば、モータ電流は目標電流値を中心として緩やかに上下動するため、モータ電流の変動（デューティ比の変更）に起因する締付フィーリングの悪化を抑制することもできる。なお、本実施の形態においては、デューティ比を変更する処理毎にデューティ比を指定量（１％）増加又は減少させる制御によって定電流制御

の追従性を低く構成しているが、これに限られず、ゲインの値を適宜設定したＰＩＤフィードバック制御等を用いて追従性を低く構成してもよい。

[0097] 次に、制御部７７による駆動制御における具体的な処理フローについて説明する。図７は、制御部７７によるブラシレスモータ３の駆動制御を示すフローチャートである。

[0098] 制御部７７は、電池パックＰが電池接続部２３Ａに接続され、制御電源回路７１から電源が供給された場合に駆動制御を開始する。制御部７７は、駆動制御を開始すると、Ｓ１０１において、スイッチトリガ２２Ａがオンされたか否かを判断する。当該判断は、制御部７７にスイッチ機構２２Ｂから始動信号が入力されたか否かで判断し、制御部７７に始動信号が入力された場合、スイッチトリガ２２Ａがオンされたと判断する。

[0099] Ｓ１０１で、スイッチトリガ２２Ａがオンされていないと判断した場合（Ｓ１０１：Ｎｏ）、Ｓ１０１の判断を再び行う。すなわち、Ｓ１０１の判断を繰返しながら、ユーザによってスイッチトリガ２２Ａがオンされるまで待機する。

[0100] Ｓ１０１で、スイッチトリガ２２Ａがオンされたと判断した場合（Ｓ１０１：Ｙｅｓ）、ブラシレスモータ３の駆動を開始し、Ｓ１０２において、ブラシレスモータ３に流れる電流Ｉ（以下、モータ電流Ｉと呼ぶ）が電流閾値Ｉ１を超えているか否かを判断する。制御部７７は、電流検出回路７２が出力する電流値信号に基いてモータ電流Ｉを検出する。本実施の形態において、電流閾値Ｉ１は、上記したように２５Ａであり、定電流制御における目標電流値である。

[0101] Ｓ１０２で、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えていないと判断した場合（Ｓ１０２：Ｎｏ）、Ｓ１０３において、Ｓ１０３の処理時のデューティ比である処理時デューティ比Ｄ１が所定値Ｄ（本実施の形態においては、１００％）未満であるか否かを判断する。

[0102] Ｓ１０３で、処理時デューティ比Ｄ１が所定値Ｄ未満であると判断した場合（Ｓ１０２：Ｙｅｓ）には、Ｓ１０４においてデューティ比を指定量（１％

）増加させた後Ｓ１０２に戻り、処理時デューティ比Ｄ１が所定値Ｄ未満でないと判断した場合（Ｓ１０３：Ｎｏ）には、デューティ比は増加させずにＳ１０２に戻る。なお、デューティ比を１％増加させるとは、例えば、デューティ比が８０％であれば８１％にする意味であり、処理時デューティ比Ｄ１の１％分を増加させるという意味ではない。

[0103] 一方、Ｓ１０２で、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えていると判断した場合（Ｓ１０２：Ｎｏ）、Ｓ１０５において、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えているか否かを判断する。電流閾値Ｉ２は、被締結材に着座した締結部材の種類を判別するための閾値であり、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えている場合には、ネジ頭が被締結材に着座した場合にメインシャフト６４に過大な負荷がかかるボルトのような締結部材であると判断し、一方、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えていない場合には、ネジ頭が被締結材に着座した後もメインシャフト６４にかかる負荷は大きくなるものの締結部材が被締結材にのめりこんでいく木ネジのような締結部材であると判断する。電流閾値Ｉ２は、本発明における「判別閾値」の一例である。また、木ネジに対する締付作業は、本発明における「第１の作業」の一例である。さらに、ボルトに対する締付作業のうちボルトが着座する前の締付作業は、本発明における「第１の作業」の一例であり、ボルトに対する締付作業のうちボルトが着座した後の締付作業は、本発明における「第２の作業」の一例である。

[0104] Ｓ１０５で、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えていないと判断した場合、言い換えれば、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１よりも大きく且つ電流閾値Ｉ２未満である場合（Ｓ１０５：Ｎｏ）、Ｓ１０６において、デューティ比を指定量（１％）減少させた後にＳ１０２に戻る。なお、デューティ比を１％減少させるとは、例えば、デューティ比が８０％であれば７９％にする意味であり、処理時デューティ比Ｄ１の１％分を減少させるという意味ではない。

[0105] このように、Ｓ１０２～Ｓ１０５においては、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えない限りにおいて、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えていればデューティ比を１％減少させ、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１以下であればデュー

ティ比を所定値Ｄを上限として１％増加させる。すなわち、Ｓ１０２～Ｓ１０５は、モータ電流Ｉを、目標電流値を中心として緩やかに上下動させるための処理である。

[0106] Ｓ１０５で、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えていないと判断した場合、すなわち、ボルトのような締結部材が着座した（ボルト着座）と判断した場合には、Ｓ１０７において、デューティ比を指定デューティ比Ｄ２とする。本実施の形態においては、指定デューティ比Ｄ２は８０％である。指定デューティ比Ｄ２の場合のブラシレスモータ３に供給される電圧の値は、本発明における「第１所定値」の一例である。

[0107] Ｓ１０７において、デューティ比を指定デューティ比Ｄ２とした後、Ｓ１０８でデューティ比を指定値Ｄ３（本実施の形態においては、０．０２５％）増加させ、Ｓ１０９でＳ１０５の処理時から指定期間が経過したか否かを判断する。Ｓ１０９で指定期間（本実施の形態においては、８００ｍｓ）が経過していないと判断した場合は、Ｓ１０８及びＳ１０９を繰返しながらデューティ比をＳ１０８の処理毎に指定値Ｄ３増加させる。なお、本実施の形態においては、Ｓ１０８及びＳ１０９の繰り返しの周期は１ｍｓであり、指定期間は８００ｍｓであるため、指定値Ｄ３を０．０２５％とすることで、指定期間８００ｍｓの間にデューティ比は８０％から１００％まで増加する。Ｓ１０９における指定期間、すなわち８００ｍｓは、本発明における「所定期間」の一例であり、指定期間経過後のデューティ比１００％の場合のブラシレスモータ３に供給される電圧の値は、本発明における「第２所定値」の一例である。

[0108] 一方、Ｓ１０９で指定期間が経過したと判断した場合は、Ｓ１１０でデューティ比を指定デューティ比Ｄ４（本実施の形態においては、２０％）とする。指定デューティ比Ｄ４の場合のブラシレスモータに供給される電圧の値は、本発明における「第３所定値」の一例である。

[0109] Ｓ１０７～Ｓ１１０の処理は、ボルト着座と判断した場合（Ｓ１０５：Ｙｅｓ）に、デューティ比を一旦８０％としたうえで、８００ｍｓの期間をかけ

て当該８０％から１００％まで増加させ、その後、２０％まで減少させる処理である。

[0110] Ｓ１０７～Ｓ１１０の処理によれば、ボルトが着座した後、８００ｍｓ経過後にデューティ比が２０％となるため、ボルト着座後に大きな電流が長時間流れることがなく、ブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。また、ボルト着座後にデューティ比を一旦８０％に落とし８００ｍｓかけて１００％まで増加させるため、ボルト着座後８００ｍｓの期間デューティ比を１００％で締付作業を行う構成と比較して、ブラシレスモータ３及びＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇をより抑制することができる。なお、指定期間である８００ｍｓは、ボルト着座後からボルトを被締結材に確実に締結できる期間である。なお、上記した数値は、例示であり、指定期間は８００ｍｓに限られず、ボルト着座後からボルトを被締結材に確実に締結できる期間であればよい。また、指定デューティ比Ｄ２及びＤ３は、８０％及び０．０２５％に限られず、デューティ比がボルト着座後に１００％以下の値から指定期間をかけて１００％となる値であればよく、Ｓ１０８及びＳ１０９の繰り返しの周期を考慮に入れ、算出すればよい。

[0111] Ｓ１１０において、デューティ比を２０％とした後は、スイッチトリガ２２Ａがユーザによってオフされるまでデューティ比を２０％に維持する。スイッチトリガ２２Ａがオフされた場合には、ブラシレスモータ３の駆動を停止させ、Ｓ１０１に戻り、再びスイッチトリガ２２Ａがオンされるまで待機する。なお、図７のフローチャートには示されていないが、Ｓ１０２以降でスイッチトリガ２２Ａがオフされた場合、制御部７７は、ブラシレスモータ３の駆動を停止させ、Ｓ１０１に戻り、スイッチトリガ２２Ａがオンされるまで待機する。

[0112] ここで、図８を参照しながら、締結部材として木ネジを用いて制御部７７による駆動制御を行った場合の、モータ電流、デューティ比及びブラシレスモータ３（回転軸３１）の回転数の時間変化について説明する。図８は、モータ電流、デューティ比及びブラシレスモータ３の回転数の時間変化を示すタ

イムチャートであり、木ネジに対して締付作業が開始されて回転打撃が行われた後から次の回転打撃が終了するまでの期間を示している。なお、図８における時刻ｔ０は、ブラシレスモータ３が駆動を開始した時刻、時刻ｔ１は、回転打撃が終了し、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して相対回転し始めた直後の時刻である。

[0113] 最初にモータ電流Ｉ及びブラシレスモータ３の回転数（ライナ部６Ａの打撃軸部６Ｂに対する相対回転速度）の時間変化について説明する。

[0114] 図８に示されているように、モータ電流Ｉは、回転打撃が終了した後、上述の制御部７７による駆動制御により電流閾値Ｉ１（目標電流値）を中心として緩やかに上下動しながら推移し、当該モータ電流Ｉがブラシレスモータ３に流れることにより回転数は上昇していく。時刻ｔ９で次の回転打撃が開始されると回転数が急激に減少するため、モータ電流Ｉは急激に増加するが、上述の制御部７７によるデューティ比減少処理（Ｓ１０２、Ｓ１０５、Ｓ１０６の繰り返し）により、回転打撃中である時刻ｔ１２付近でモータ電流Ｉは減少し始める。モータ電流Ｉは回転打撃中に徐々に減少し始めるが、回転打撃が終了し回転数が再び上昇を始める時刻ｔ１３においてもモータ電流Ｉは電流閾値Ｉ１を超えており、その後も減少し続け、時刻ｔ１５付近で再び上昇に転じている。

[0115] 次に、デューティ比の時間変化について、制御部７７における処理と併せて説明する。

[0116] デューティ比は、回転打撃が終了した後、上述の制御部７７よる駆動制御により、増加期間と減少期間とを繰返しながら推移する。言い換えれば、ブラシレスモータ３に印加（供給）される電圧は、回転打撃が終了した後、増加期間と減少期間とを繰返しながら推移する。詳細には、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えた時刻ｔ１から電流閾値Ｉ１以下となる時刻ｔ３まで期間（期間Ｔ１）において、制御部７７は、上述のデューティ比減少処理を繰り返しており、（Ｓ１０２、Ｓ１０５、Ｓ１０６の繰り返し）、当該処理が遅れて反映され、時刻ｔ２からデューティ比が減少し始め、時刻ｔ４まで減少が

継続している（期間Ｔ２、減少期間）。

[0117] 一方、当該デューティ比減少処理が反映されモータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１以下となった時刻ｔ３から電流閾値Ｉ１を再び超える時刻ｔ５までの期間（期間Ｔ３）において、制御部７７は、上述のデューティ比増加処理（Ｓ１０２、Ｓ１０３、Ｓ１０４の繰り返し）を行っており、当該処理が遅れて反映され、時刻ｔ４からデューティ比が増加し始め、時刻ｔ６まで増加が継続している（期間Ｔ４、増加期間）。なお、期間Ｔ１における制御部７７のデューティ比減少処理が遅れて時刻ｔ２から反映され、期間Ｔ３における制御部７７のデューティ比増加処理が遅れて時刻ｔ４から反映されるのは、制御部７７による当該処理からインバータ回路４１のＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの駆動までに所定の期間要するからである。

[0118] このように、上述した制御部７７の処理により、デューティ比は増加期間と減少期間とを交互に繰り返しながら推移していき、時刻ｔ９で回転打撃が開始される、すなわち、時刻ｔ９でオイルパルスユニット６で回転打撃力が発生する。回転打撃が開始されるとモータ電流Ｉが時刻ｔ１０で再び電流閾値Ｉ１を超え、制御部７７は再びデューティ比減少処理を開始し、回転打撃中である時刻ｔ１１で遅れて当該処理が反映されデューティ比が減少していく。その後、デューティ比は、回転打撃が終了した時刻ｔ１３の後も減少を続け、その後、再び、増加期間となり、上述の過程を繰り返す。なお、打撃開始時（時刻ｔ９）のデューティ比Ｄ８は、打撃終了時（時刻ｔ１３）のデューティ比Ｄ９よりも大きい値となっている。

[0119] また、制御部７７による駆動制御によると、増加期間から減少期間に転じるときのデューティ比の極大値Ｄ５、Ｄ６、Ｄ７は、徐々に上昇していく。すなわち、極大値Ｄ７は、極大値Ｄ６よりも大きく、極大値Ｄ６は極大値Ｄ５よりも大きくなる。これは、制御部７７によるデューティ比増加処理によってモータ電流Ｉを増加させた場合のモータ電流Ｉの上昇率（上昇の傾き）が、デューティ比減少処理によってモータ電流Ｉを減少させた場合のモータ電流Ｉの減少率（減少の傾き）よりも小さく、増加期間（例えば、期間Ｔ４）

が減少期間（例えば、期間Ｔ２）よりも長くなるためである。デューティ比増加処理によるモータ電流Ｉの上昇率がデューティ比減少処理によるモータ電流Ｉの減少率よりも小さくなる要因は、ブラシレスモータ３の回転数が上昇するにつれてブラシレスモータ３にかかる負荷が小さくなっていき、それによりモータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１まで上昇しにくくなるからである。モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１まで上昇するまでにかかる時間が長くなるにつれて、デューティ比が上昇する時間も長くなり、その結果、デューティ比の極大値Ｄ５、Ｄ６、Ｄ７は、徐々に上昇していく。期間Ｔ４は、本発明における「増加期間」の一例であり、期間Ｔ２は、本発明における「減少期間」の一例である。

[0120] 本実施の形態においては、制御部７７を構成するマイクロコンピュータの処理速度に制限があるため、複数の回転打撃が間欠的に生じる一連の動作において、回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間に３つのデューティ比の極大値Ｄ５、Ｄ６、Ｄ７が生じるが、制御部７７を処理速度のより速いマイクロコンピューターで構成した場合には、デューティ比増加処理とデューティ比減少処理の切り替わりがより頻繁となり、回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間に生じるデューティ比の極大値の数が増加することになる。

[0121] また本実施の形態においては、Ｓ１０２においてモータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えていないと判断した場合には、Ｓ１０４においてデューティ比を指定量（１％）だけ増加させているが、制御部７７による定電流制御の追従性の高さがボルト着座の判別ができない程度の高さとならない範囲において、モータ電流Ｉと電流閾値Ｉ１との差が大きくなるほど指定量が大きくなるよう構成してもよい。また、Ｓ１０２においてモータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１を超えていると判断し、Ｓ１０５においてモータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えていないと判断した場合には、Ｓ１０６においてデューティ比を指定量（１％）だけ減少させているが、制御部７７による定電流制御の追従性の高さがボルト着座の判別ができない程度の高さとならない範囲において、モータ電

流Ｉと電流閾値Ｉ１との差が大きくなるほど指定量が大きくなるよう構成してもよい。このように構成した場合は、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ１の付近でより細かく上下動することになり、デューティ比増加処理とデューティ比減少処理の切り替わりがより頻繁となる。よってこの場合も、回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間に生じるデューティ比の極大値の数が増加することになる。

[0122] 以上のようにデューティ比増加処理とデューティ比減少処理の切り替わりがより頻繁となり、回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間に生じるデューティ比の極大値の数が増加すると、デューティ比の極大値とデューティ比の極小値の差が小さくなるので、回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間にデューティ比がより滑らかに上昇することになる。このように、デューティ比の時間変化を回転打撃の終了から次の回転打撃の開始までの間で巨視的にみると、デューティ比は全体として徐々に上昇している。デューティ比の極大値と、これに続くデューティ比の極小値との間の平均値を算出し、この平均値が時間の経過とともに上昇していれば、デューティ比は全体として徐々に上昇しているということができる。これによりモータ電流Ｉが余計に上昇してブラシレスモータ３やＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆが発熱するのを抑えながら、ライナ部６Ａを所望の回転速度へと加速することができる。なお、本実施の形態においては、極大値Ｄ５は例えば９０％、極大値Ｄ６は例えば９５％、極大値Ｄ７は１００％である。極大値Ｄ５の場合のブラシレスモータ３に供給される電圧の値、Ｄ６の場合の電圧の値、Ｄ７の場合の電圧の値のそれぞれは、本発明における「電圧極大値」の一例である。

[0123] 次に、図９を参照しながら、締結部材として木ネジを用いて制御部７７による駆動制御を行った場合の回転打撃の周期について説明する。図９は、制御部７７による駆動制御を行った場合の回転打撃の周期を説明する図であり、回転打撃５回分の期間におけるモータ電流及び回転数の時間変化を示している。

[0124] 図９に示されているように、時刻ｔ１６で１回目の回転打撃が開始され、時

刻ｔ１７で回転打撃が終了しており、２回目の回転打撃が時刻ｔ１８で開始されている。また、時刻ｔ１９で３回目の回転打撃、時刻ｔ２０で４回目の回転打撃、時刻ｔ２１で５回目の回転打撃が開始されている。

[0125] １回目の回転打撃の開始（時刻ｔ１６）から２回目の回転打撃の開始（時刻ｔ１８）までの回転打撃間隔（回転打撃周期）は、２２ｍｓであり、２回目の回転打撃（時刻ｔ１８）から３回目の回転打撃（時刻ｔ１９）までの回転打撃間隔は、２０ｍｓである。また、３回目の回転打撃（時刻ｔ１９）から４回目の回転打撃（時刻ｔ２０）までの回転打撃間隔は、２６ｍｓであり、４回目の回転打撃（時刻ｔ２０）から５回目の回転打撃（時刻ｔ２１）までの回転打撃間隔は、２１ｍｓである。時刻ｔ１６、時刻ｔ１８、時刻ｔ１９、時刻ｔ２０、時刻ｔ２１のそれぞれの時刻から開始される回転打撃は、本発明における「第１の回転打撃」及び「第２の回転打撃」の一例である。仮に、時刻ｔ１９から開始される回転打撃を本発明における「第１の回転打撃」の一例とすると、時刻ｔ２０から開始される回転打撃は本発明における「第２の回転打撃」の一例となる。

[0126] このように、制御部７７による駆動制御を行った場合、回転打撃間隔（回転打撃周期）は一定とならず、まばらになる。これは、制御部７７による上述のデューティ比減少処理又はデューティ比増加処理に起因して、回転打撃毎にモータ電流Ｉ及び回転数の挙動が僅かに異なり、回転打撃終了後からライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して１８０°相対回転するまでの期間（すなわち、回転打撃間隔）も回転打撃毎に異なるためである。

[0127] 次に、図１０を参照しながら、締結部材としてボルトを用いて制御部７７による駆動制御を行った場合のモータ電流及びデューティ比の時間変化について説明する。図１０は、モータ電流及びデューティ比の時間変化を示すタイムチャートであり、ボルトに対して締付作業を行った場合を示している。なお、図１０における時刻ｔ２２は、ブラシレスモータ３が駆動を開始した時刻である。

[0128] 図１０に示されているように、時刻ｔ２２でブラシレスモータ３の駆動が開

始して何度か回転打撃を行い、時刻ｔ２３でボルトが被締結材に着座するとメインシャフト６４にかかる負荷が非常に大きくなり、モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超える。モータ電流Ｉが電流閾値Ｉ２を超えると、制御部７７がボルト着座であると判断し（Ｓ１０５：Ｙｅｓ）、Ｓ１０７の処理を行う。これにより、デューティ比は一旦８０％まで減少する。

[0129] デューティ比が８０％まで減少した後は、制御部７７のＳ１０８～Ｓ１０９の処理の繰り返しにより、８００ｍｓの期間をかけてデューティ比が８０％から１００％まで上昇する。この間、モータ電流Ｉは徐々に上昇していく。時刻２３から８００ｍｓ経過しデューティ比が１００％となった時刻２４で、制御部７７のＳ１１０の処理により、デューティ比は２０％まで減少する。デューティ比が２０％まで減少すると、モータ電流Ｉも大幅に減少する。

[0130] 上述したように、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１は、ブラシレスモータ３と、ブラシレスモータ３によって駆動されるメインシャフト６４と、ブラシレスモータ３から打撃軸部６Ｂに至る動力伝達経路に設けられるとともにブラシレスモータ３の駆動力をメインシャフト６４に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成されたオイルパルスユニット６と、ブラシレスモータ３に供給される電圧を切り替えるＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆと、ＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆを制御する制御部７７と、を備えており、回転打撃（例えば、時刻ｔ１８から開始される回転打撃）が終了してから当該回転打撃に続く次の回転打撃（例えば、時刻ｔ１９から開始される回転打撃）が開始するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧が徐々に上昇し始めるように制御部７７が構成されている。すなわち、回転打撃が終了してから当該回転打撃に続く次の回転打撃が開始するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧が上昇を開始し、その後、当該電圧が徐々に上昇するように制御部７７は構成されている。ブラシレスモータ３の動力は、ブラシレスモータ３から順に減速機構５及びオイルパルスユニット６を経て先端ビットへと至る経路によって伝達されており、この経路が、本発明における「動力伝達経路」の一例である。

[0131] 回転打撃工具において締付性能に影響を与える重要な要因の一つとして、回転打撃が開始される直前におけるライナ部６Ａの打撃軸部６Ｂに対する回転速度が重要であることを発明者らは見出した。このため、第２の回転打撃において十分な締付性能を得るためには、第２の回転打撃が開始される直前までにライナ部６Ａの打撃軸部６Ｂに対する回転速度を所望の回転速度まで加速することができれば十分であって、回転打撃が終了してから即座にデューティ比を最大値まで上昇させる必要はない。上記構成のように、回転打撃が終了してから当該回転打撃に続く次の回転打撃が開始するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧が徐々に上昇し始めるよう制御部７７を構成することにより、電流の余計な上昇を抑えながらライナ部６Ａを加速することができ、締付性能の低下を抑えながらブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。

[0132] また、本実施の形態においては、回転打撃が開始してから当該回転打撃が終了するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧を徐々に下降させ始めるように制御部７７が構成されている。言い換えれば、回転打撃が開始してから当該回転打撃が終了するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧が下降を開始し、その後、当該電圧が徐々に下降するように制御部７７が構成されている。

[0133] 十分な締付性能を得るためには、回転打撃が開始してから回転打撃が終了するまでの間、限られた期間だけモータが大きなトルクを発生すれば十分であって、モータが継続して大きなトルクを発生し続ける必要はないことを発明者らは見出した。このため、回転打撃が開始してから当該回転打撃が終了するまでの間にブラシレスモータ３に供給される電圧を徐々に下降させ始めるよう制御部７７を構成することにより、締付性能の低下を抑えながらブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。

[0134] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１は、ブラシレスモータ３と、ブラシレスモータ３によって駆動され回転打撃を間欠的に行うオイルパ

ルスユニット６と、ブラシレスモータ３に供給される電圧を切り替えるＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆと、ＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆを制御する制御部７７とを備えており、制御部７７は、回転打撃の終了後から当該回転打撃に続く次の回転打撃の開始までの期間、ブラシレスモータ３に供給される電圧（ＰＷＭ信号のデューティ比）が増加期間と減少期間とを交互に繰り返し且つ増加期間から減少期間に転じるときの値である当該電圧の極大値（デューティ比の極大値）が徐々に上昇する（デューティ比の極大値Ｄ５、Ｄ６、Ｄ７の順で大きくなる）ようにブラシレスモータ３に供給される電圧（デューティ比）を制御している。

[0135] 上記構成によると、ブラシレスモータ３に供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返すため、ブラシレスモータ３を流れるモータ電流も増加と減少とを繰り返す。このため、ブラシレスモータ３に供給される電圧を最大（デューティ比を１００％）に固定した状態で常時大きいモータ電流が流れる構成と比較して、ブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。また、ブラシレスモータ３に供給される電圧の極大値が徐々に大きくなるため（デューティ比の極大値Ｄ５、Ｄ６、Ｄ７がその順に徐々に大きくなるため）、十分な電圧（電力）がブラシレスモータ３に供給され、回転打撃の終了後から次の回転打撃の開始前までにブラシレスモータ３の回転数（ライナ部６Ａの打撃軸部６Ｂに対する回転速度）を十分に上昇させることができ、十分な回転打撃力を得ることができる。これらにより、ブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ｄ～４１Ｆの温度上昇を抑制しつつも締付性能の低下を抑制することができる。

[0136] また、オイルパルスドライバ１の制御部７７は、モータ電流が目標電流値（電流閾値Ｉ１）を超えている場合、デューティ比を徐々に減少させ、モータ電流が目標電流値（電流閾値Ｉ１）以下である場合、デューティ比を徐々に増加させている。すなわち、制御部７７は、モータ電流を目標電流値に近づけるために、ゲインが高く設定されたＰＩＤフィードバック制御のような追従性の高い定電流制御を行わずに、デューティ比を１ｍｓ毎に固定値（１％

）増減させる制御を行っている。このため、回転打撃時にモータ電流が急激に上昇した場合、デューティ比を減少させモータ電流を低下させるものの、その低下の程度を小さくできるため、締付性能の低下を抑制することができる。なお、本実施の形態において制御部７７は、デューティ比を１ｍｓ毎に１％増減させる制御を行っているが、これに限られない。例えば、１ｍｓ毎に５％以下の固定値でデューティ比を増減する構成であっても上記効果を得ることができ、好ましくは２％以上３％以下ある。

[0137] また、オイルパルスドライバ１におけるオイルパルスユニット６は、被締結材への着座時にブラシレスモータ３にかかる負荷が木ネジ等よりも大きいボルトが着座した場合、デューティ比を８０％まで減少させた後、８０％から１００％まで８００ｍｓをかけて増加させている。このため、着座後のボルトに対してデューティ比を１００％に固定した状態で締付作業を行う構成と比較して、モータ電流を低くすることができ、ブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。また、着座後のボルトに対してデューティ比を８０％に固定した状態で締付作業を行う構成と比較して、モータ電流を大きくすることができ、締付性能の低下を抑制することができる。すなわち、締付性能の低下を抑えながらブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇を抑制することができる。

[0138] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１の制御部７７は、モータ電流が目標電流値（電流閾値Ｉ１）よりも大きい電流閾値Ｉ２を超えた場合、ボルトが被締結材に着座したと判断している。このように、目標電流値（電流閾値Ｉ１）よりも大きい電流閾値Ｉ２をボルトの着座を判別するために用いているため、着座時に大きなモータ電流が流れるボルトの着座を判別することができる。また、上述したように、オイルパルスドライバ１における制御部７７は、目標電流値を超えている場合にデューティ比を徐々に増加させ、目標電流値以下である場合にデューティ比を徐々に減少させる制御を行っているため、ボルト着座時に急激に上昇するモータ電流に対してデューティ比を減少させすぎない。このため、ボルトの着座に伴うモータ電流の上昇

を過度に抑制せず、電流閾値Ｉ２を用いて行うボルトの着座判別の精度を向上させることができる。

[0139] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１の制御部７７は、ボルト着座時から８００ｍｓ経過後にデューティ比を８０％よりも小さい２０％まで減少させている。このため、ボルト着座時から８００ｍｓ経過後に大きなモータ電流が流れることがなく、ブラシレスモータ３又はＦＥＴ４１Ａ～４１Ｆの温度上昇をより抑制することができる。

[0140] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１の制御部７７は、間欠的に行われる回転打撃の周期が不定となるようにデューティ比を制御している。これにより、回転打撃の周期と回転打撃工具内に使用されている機構等とが共振することがない。これにより、回転打撃工具に発生する振動を低減することができ、操作性を向上させることができる。

[0141] 本発明による回転打撃工具は、上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載された発明の要旨の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、上記の実施の形態においては、オイルパルスドライバ１を例にとって説明したが、これに限定されず、いわゆるハンマとアンビルで構成される打撃機構部を備えたインパクトドライバやインパクトレンチに適用可能である。

[0142] また、本実施の形態においては、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して１回転する間に２回の回転打撃が生じるように構成したが、これに限られない。例えば、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して１回転する間に１回の回転打撃が生じる構成としてもよい。この場合、第３シール凸部６４Ｄ及び第４シール凸部６４Ｅを削除すれば、ライナ部６Ａが打撃軸部６Ｂに対して１回転する間に１回の回転打撃が生じる構成とすることができる。

[0143] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１においては、ブラシレスモータ３を採用し、制御部７７がパルス幅変調（ＰＷＭ制御）のデューティ比を制御したが、これに限られない。例えば、パルス幅変調（ＰＷＭ制御）に替えて、パルス振幅変調（ＰＡＭ制御）によってブラシレスモータに供給される電圧を切り替える構成であってもよい。ブラシレスモータに替えてブ

ラシを備えたモータを採用してもよいし、電池パックＰに替えて交流電源によってモータを駆動してもよい。交流電源によってモータを駆動する場合は、制御部７７が導通角を制御する構成であってもよい。

[0144] また、本実施の形態によるオイルパルスドライバ１においては、デューティ比を増加させる場合（Ｓ１０４）の指定量（１％）と低下させる場合（Ｓ１０６）の指定量（１％）とが同じ値であったが、これに限られず、デューティ比を増加させる場合（Ｓ１０４）の指定量と低下させる場合（Ｓ１０６）の指定量とを異なった値としてもよい。

符号の説明

[0145] １…オイルパルスドライバ、２…ハウジング、３…ブラシレスモータ、４…円環基板、５…減速機構、６…オイルパルスユニット、６Ａ…ライナ部、６Ｂ…打撃軸部、７…制御基板部、２１…モータ収容部、２２…ハンドル部、２３…基板収容部、３１…回転軸、３３…ステータ、４１…インバータ回路、６４…メインシャフト、７２…電流検出回路、７７…制御部、Ｄ２…指定デューティ比、Ｄ４…指定デューティ比、Ｄ５…極大値、Ｄ６…極大値、Ｄ７…極大値、Ｉ１…電流閾値、Ｉ２…電流閾値、Ｘ…仮想長軸線、Ｙ…仮想短軸線

請求の範囲

[請求項1] モータと、

該モータによって駆動される先端工具保持部と、

該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、

該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、

該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、

第１の回転打撃が終了してから該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始するまでの間に該モータに供給される電圧が徐々に上昇し始めるよう、該制御部を構成したことを特徴とする回転打撃工具。

[請求項2] 該制御部は、該第１の回転打撃に続く該第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めることを特徴とする請求項１に記載の回転打撃工具。

[請求項3] モータと、

該モータによって駆動される先端工具保持部と、

該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、

該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、

該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、

第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めるよう、該制御部を構成したことを特徴とする回転打撃工具。

[請求項4] 該制御部は、該第１の回転打撃の終了後から該第２の回転打撃の開始

までの期間、該モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返し且つ該増加期間から該減少期間に転じるときの値である電圧極大値が徐々に上昇するように該モータに供給される電圧を制御することを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

[請求項5] 該モータに流れるモータ電流を検出する電流検出部をさらに備え、該制御部は、該モータ電流が目標電流値を超えている場合、該モータに供給される電圧を徐々に減少させ、該モータ電流が該目標電流値以下である場合、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

[請求項6] 該制御部は、該先端工具保持部に接続された先端工具によって第１の作業が行われる場合には請求項１乃至請求項５のいずれか１項に記載したように該モータに供給される電圧を制御し、該モータにかかる負荷が第１の作業よりも大きい第２の作業が行われる場合には、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

[請求項7] 該制御部は、該先端工具保持部に接続された先端工具によって第１の作業が行われる場合には請求項５に記載したように該モータに供給される電圧を制御し、且つ、該モータ電流が該目標電流値よりも大きい判別閾値を超えた場合には該モータにかかる負荷が該第１の作業よりも大きい第２の作業が行われていると判断し、該第２の作業が行われる場合には、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることを特徴とする請求項５に記載の回転打撃工具。

[請求項8] 該制御部は、該第２の作業が行われる場合に、該モータに供給される

電圧を第１所定値まで減少させた後、該第１所定値から該第１所定値よりも大きい第２所定値まで所定期間をかけて増加させ、該所定期間の経過後に該モータに供給される電圧を該第１所定値よりも小さい第３所定値まで減少させることを特徴とする請求項６又は７に記載の回転打撃工具。

[請求項9] 該制御部は、間欠的に行われる該回転打撃の周期が不定となるように該モータに供給される電圧を制御することを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

[請求項10] モータと、

該モータによって駆動される先端工具保持部と、

該モータから該先端工具保持部に至る動力伝達経路に設けられ、該モータの駆動力を該先端工具保持部に伝達する回転打撃が間欠的に生じるよう構成された打撃機構部と、

該モータに供給される電圧を切り替えるスイッチング素子と、

該スイッチング素子を制御する制御部と、を備えた回転打撃工具であって、

該制御部は、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加させるよう構成されたことを特徴とする回転打撃工具。

[請求項11] 該モータに流れるモータ電流を検出する電流検出部をさらに備え、

該制御部は、該モータ電流が判別閾値を超えた場合、該モータに供給される電圧を減少させる制御を行った後、複数の回転打撃が生じる間に、該モータに供給される電圧を徐々に増加することを特徴とする請求項１０に記載の回転打撃工具。

[請求項12] 該制御部は、該モータ電流が該判別閾値を超えた場合、該モータに供給される電圧を第１所定値まで減少させた後、該第１所定値から該第１所定値よりも大きい第２所定値まで所定期間をかけて増加させ、該所定期間の経過後に該モータに供給される電圧を該第１所定値よりも

小さい第３所定値まで減少させることを特徴とする請求項１１に記載の回転打撃工具。

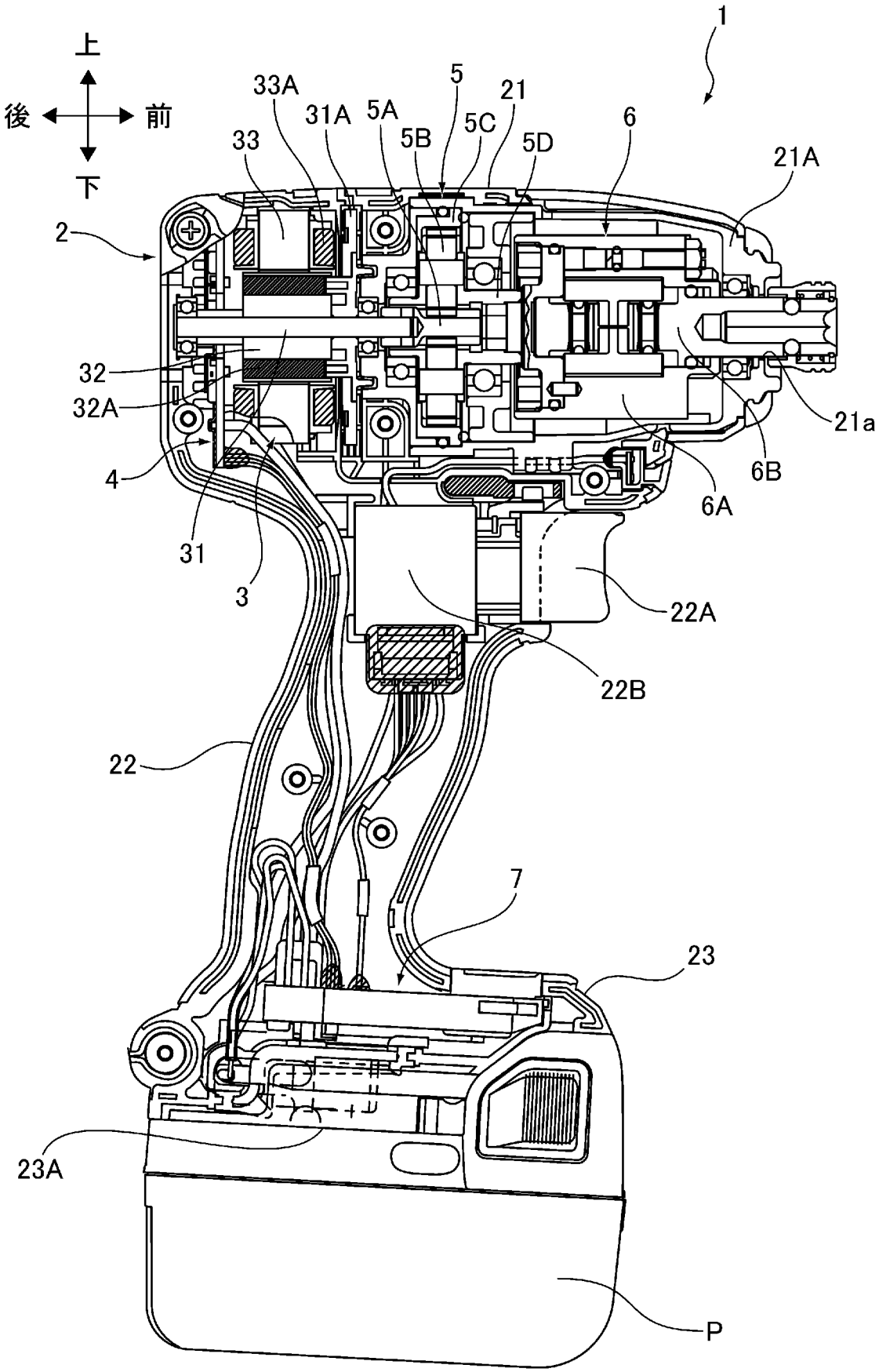
[請求項13] 該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合には、第１の回転打撃が終了してから該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に上昇させ始めるとともに、該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃が開始してから該第２の回転打撃が終了するまでの間に該モータに供給される電圧を徐々に下降させ始めることを特徴とする請求項１１又は請求項１２のいずれか１項に記載ので回転打撃工具。

[請求項14] 該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合において、間欠的に行われる該回転打撃における第１の回転打撃の終了後から該第１の回転打撃に続く第２の回転打撃の開始までの期間、該モータに供給される電圧が増加期間と減少期間とを交互に繰り返し且つ該増加期間から該減少期間に転じるときの値である電圧極大値が徐々に上昇するように該モータに供給される電圧を制御することを特徴とする請求項１１乃至請求項１３のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

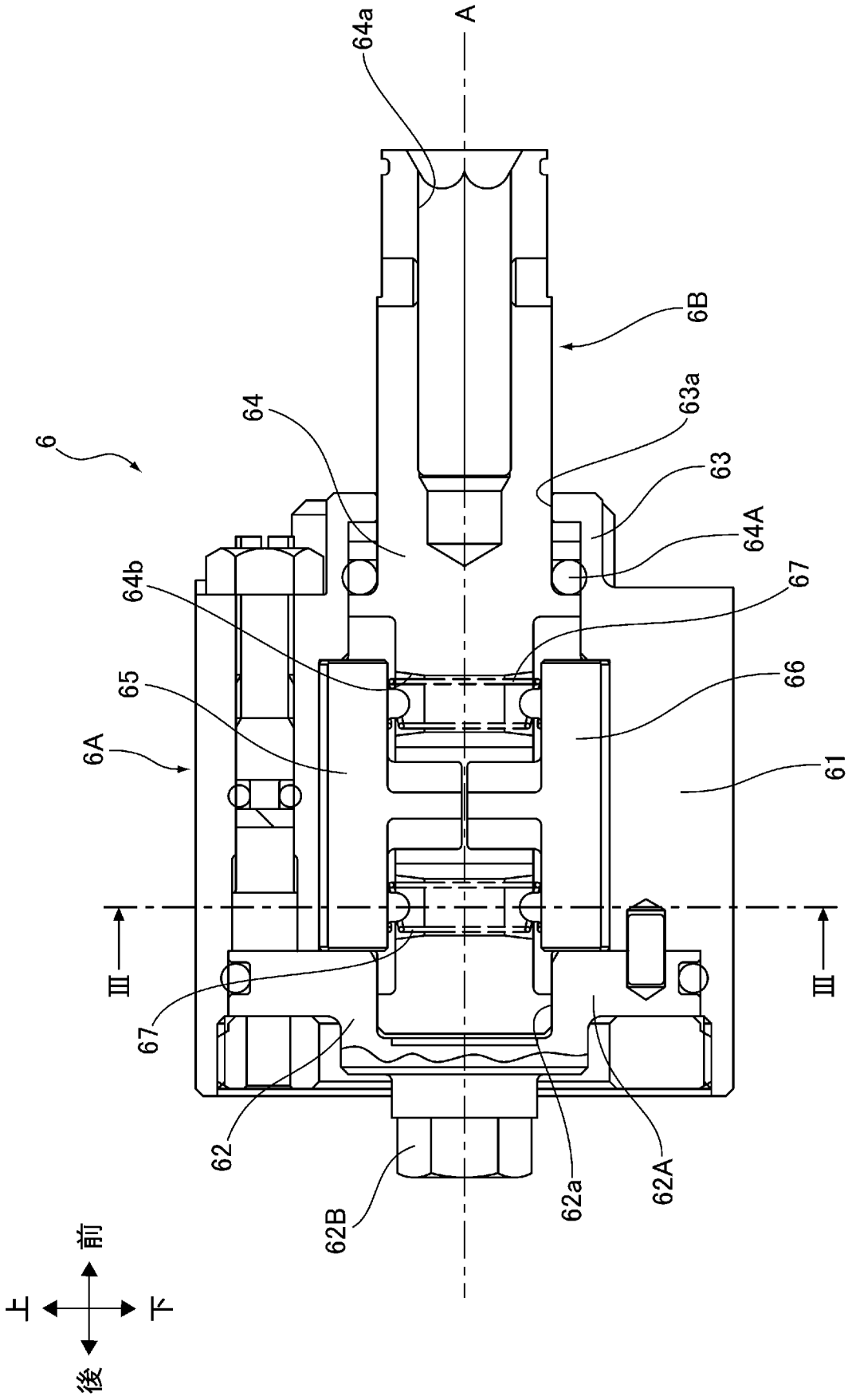
[請求項15] 該制御部は、該モータ電流が該判別閾値以下の場合において、該モータ電流が該判別閾値よりも小さい目標電流値を超えている場合、該モータに供給される電圧を徐々に減少させ、該モータ電流が該目標電流値以下である場合、該モータに供給される電圧を徐々に増加させることを特徴とする請求項１１乃至請求項１４のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

[請求項16] 該制御部は、間欠的に行われる該回転打撃の周期が不定となるように該モータに供給される電圧を制御することを特徴とする請求項１乃至１５のいずれか１項に記載の回転打撃工具。

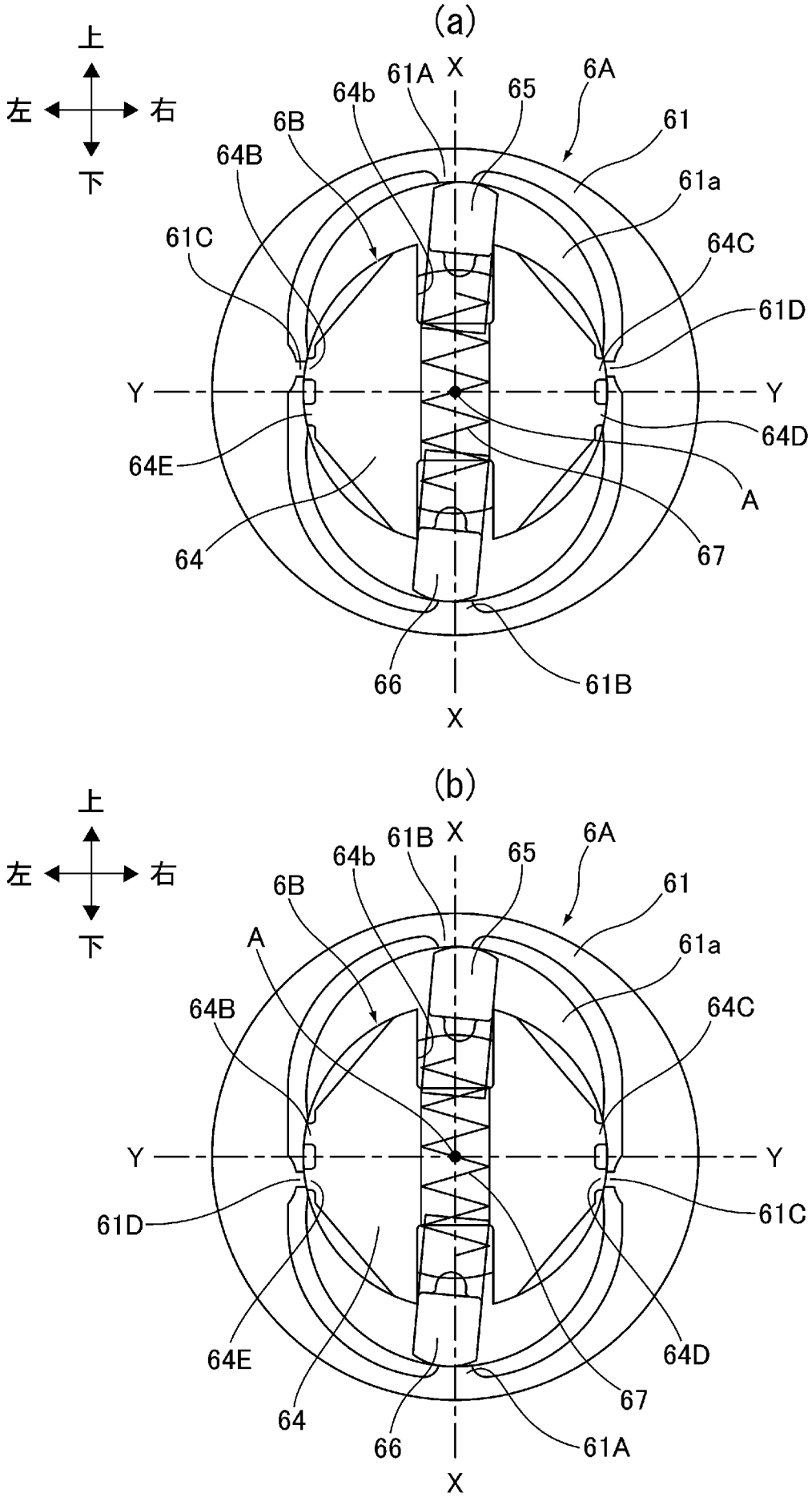
[図1]


1
上
後
前
下
33A
31A
5A
5
21
5B
5C
5D
6
21A
33
2
32
32A
4
31
3
21a
6B
6A
22A
22B
22
7
23
23A
P

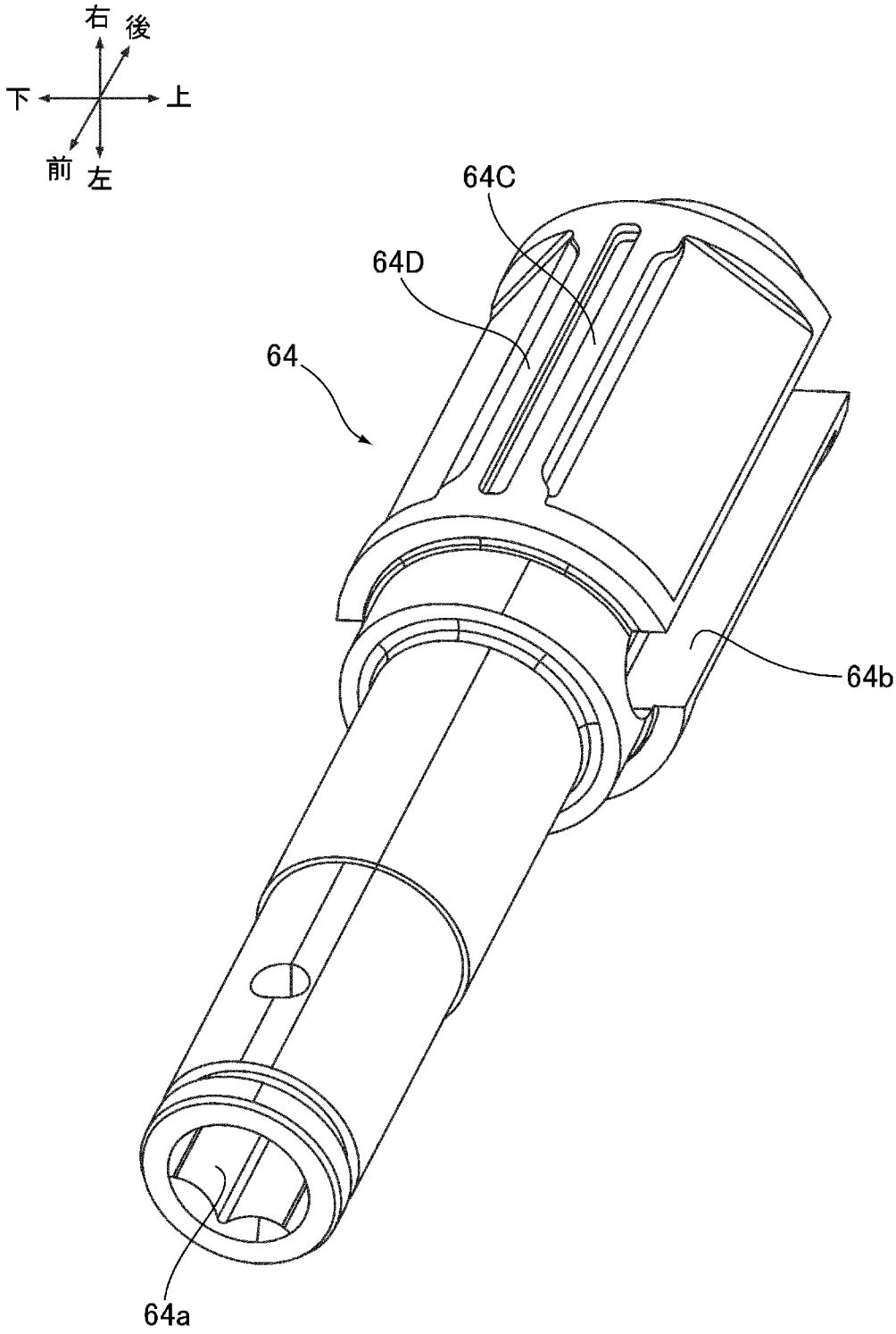
[図2]


64a
A
6B
63a
64
6
63
64A
64b
67
65
66
6A
61
III
III
67
62
62B
62a
62A
前
上
下
後

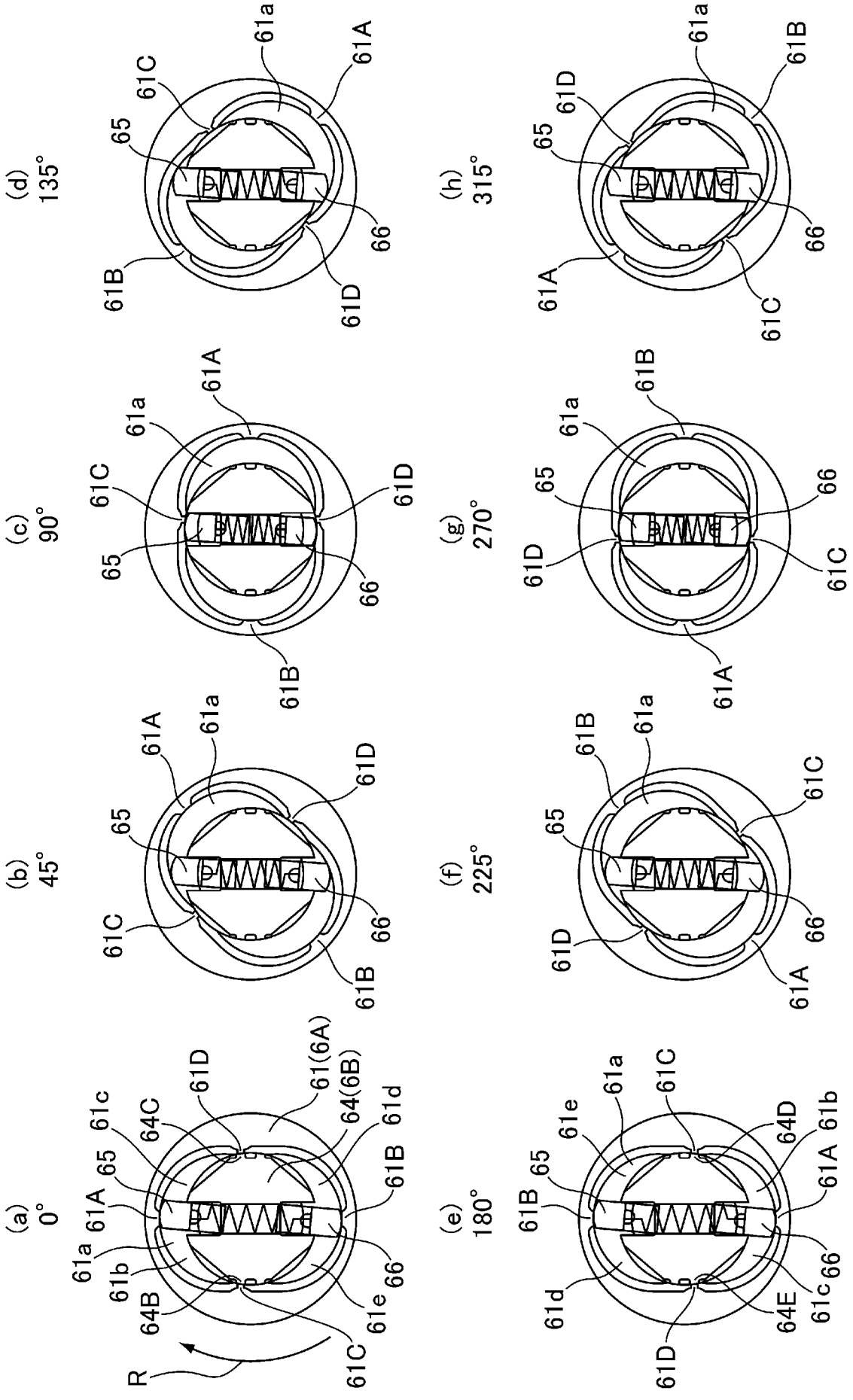
[図3]


(a)
上
左
右
下
X
61A
64b
65
6A
6B
61
64B
61a
61C
64C
61D
Y
Y
64D
64E
A
64
67
66
61B
X
(b)
上
左
右
下
61B
X
64b
65
6A
6B
61
A
61a
64B
64C
Y
Y
61D
61C
64E
64D
64
67
66
61A
X

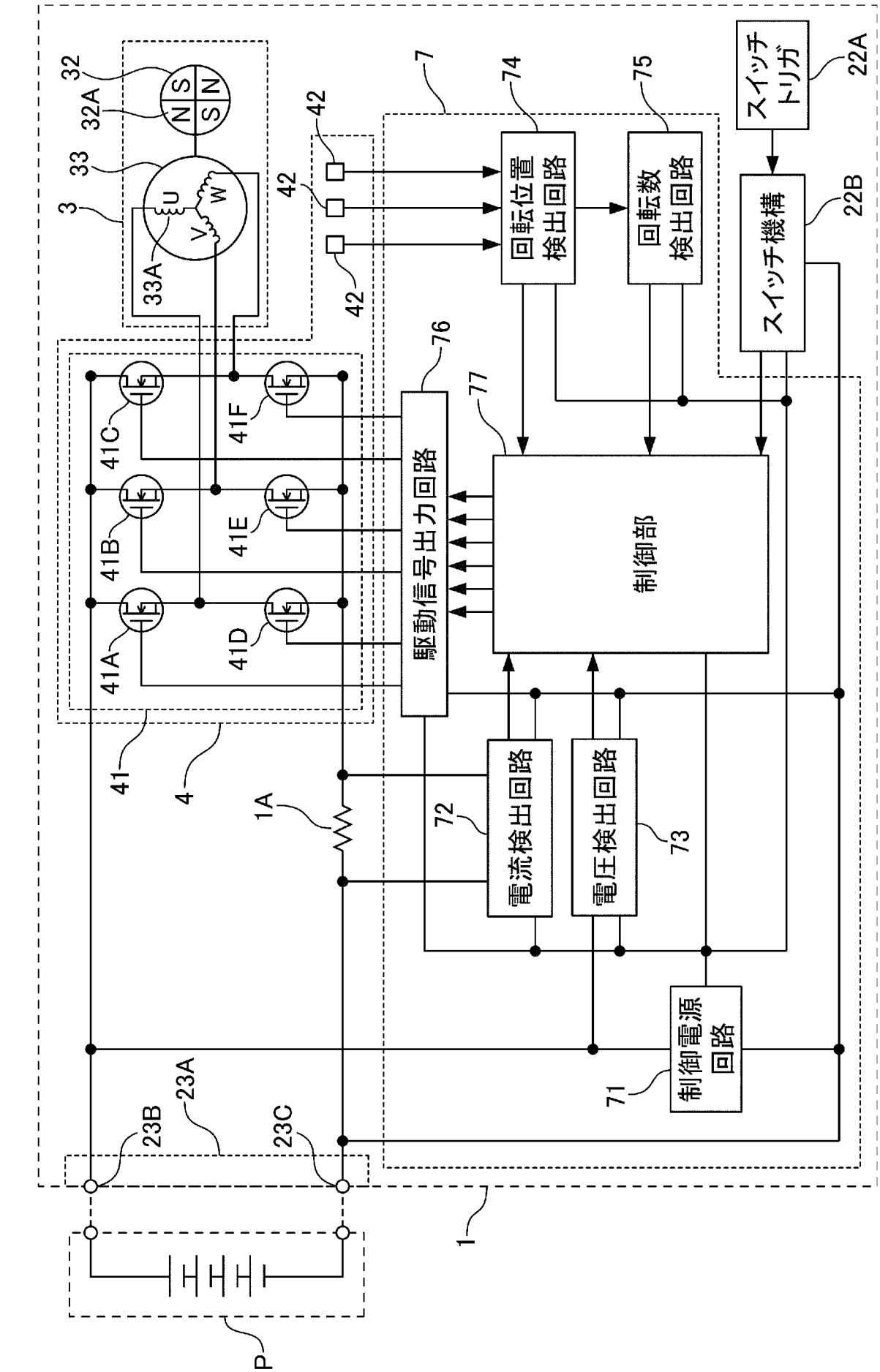
[図4]



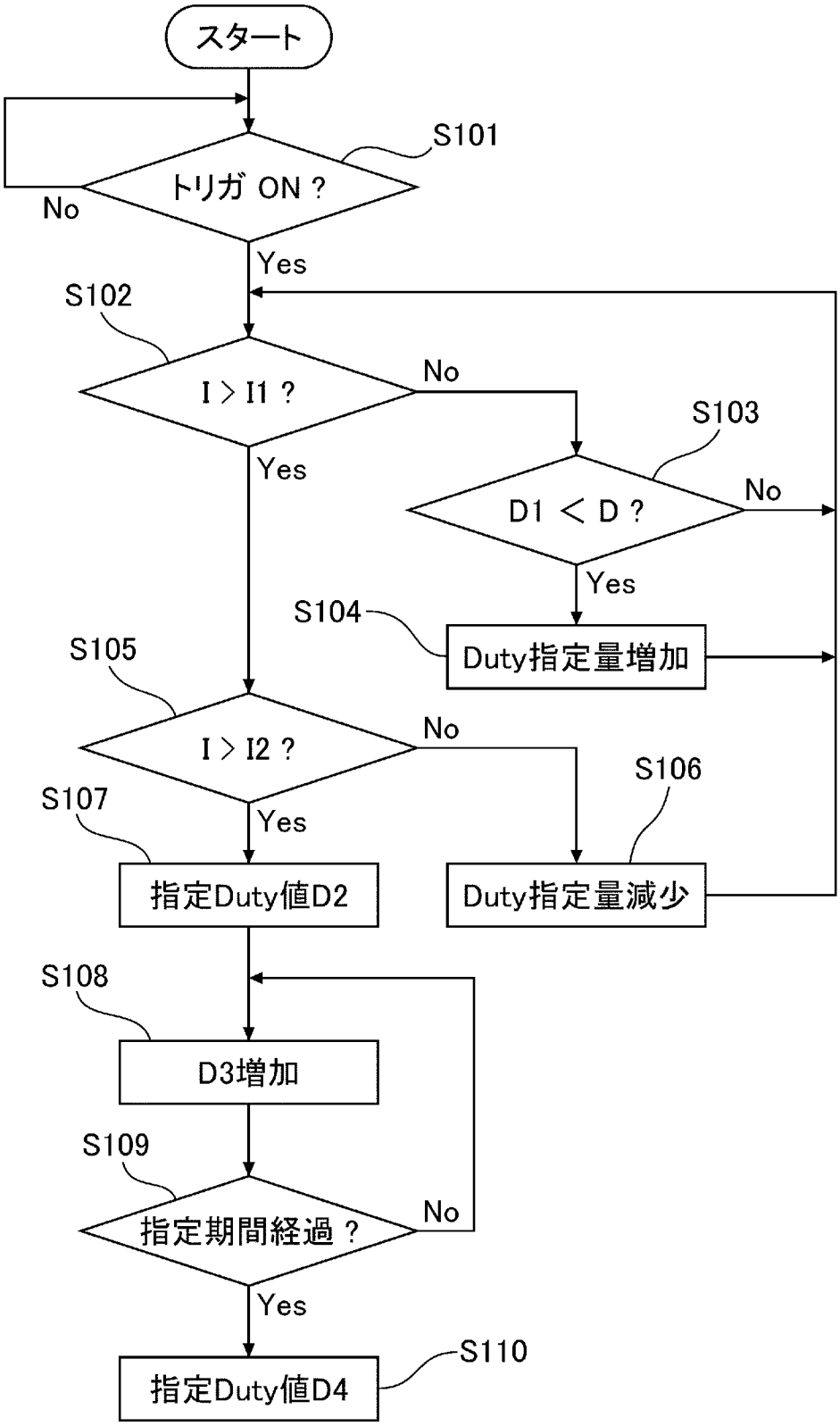
[図5]


(a) 0°
(b) 45°
(c) 90°
(d) 135°
(e) 180°
(f) 225°
(g) 270°
(h) 315°
61A
61B
61C
61D
61a
61b
61c
61d
61e
61(6A)
64(6B)
64B
64C
64D
64E
65
66
R

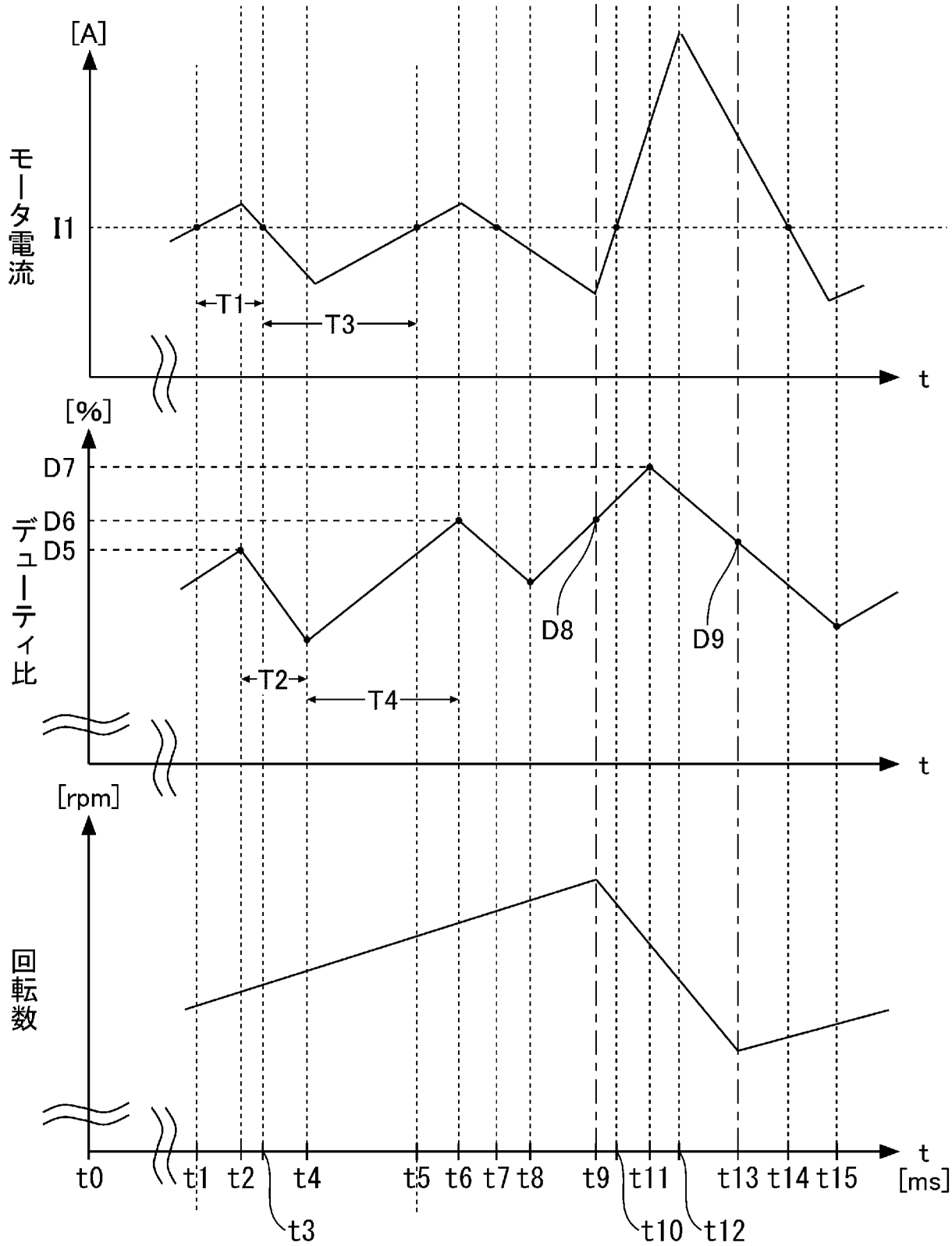
[図6]


32
32A
N
S
S
N
33
3
U
V
W
33A
42
42
42
7
74
回転位置
検出回路
75
回転数
検出回路
スイッチ
トリガ
22A
スイッチ機構
22B
76
77
41C
41F
41B
41E
41A
41D
駆動信号出力回路
制御部
41
4
1A
72
電流検出回路
電圧検出回路
73
制御電源
回路
71
23B
23A
23C
1
P

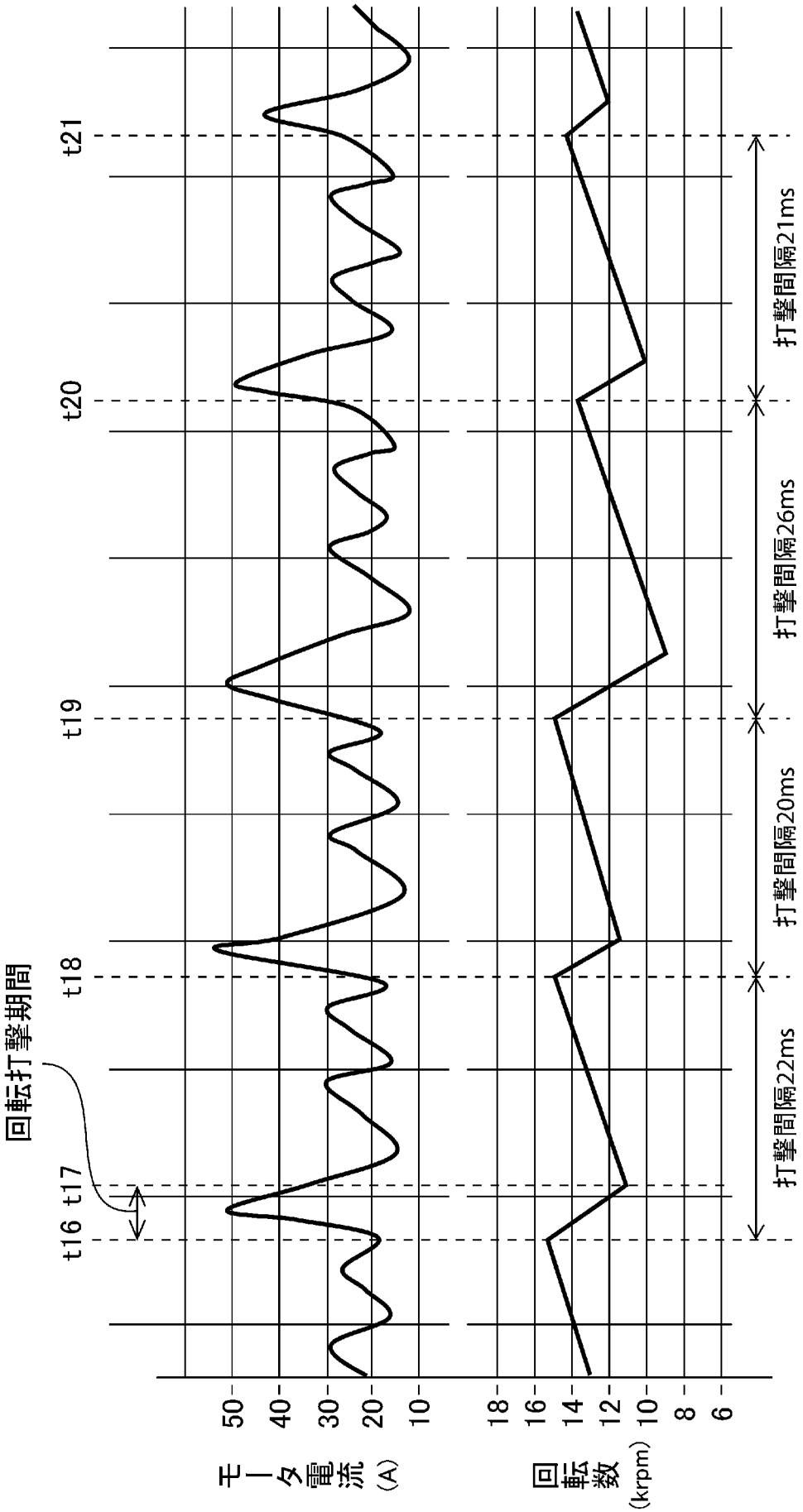
[図7]


スタート
S101
トリガ ON ?
No
Yes
S102
I > I1 ?
No
Yes
S103
D1 < D ?
No
Yes
S104
Duty指定量増加
S105
I > I2 ?
No
Yes
S106
Duty指定量減少
S107
指定Duty値D2
S108
D3増加
S109
指定期間経過 ?
No
Yes
S110
指定Duty値D4

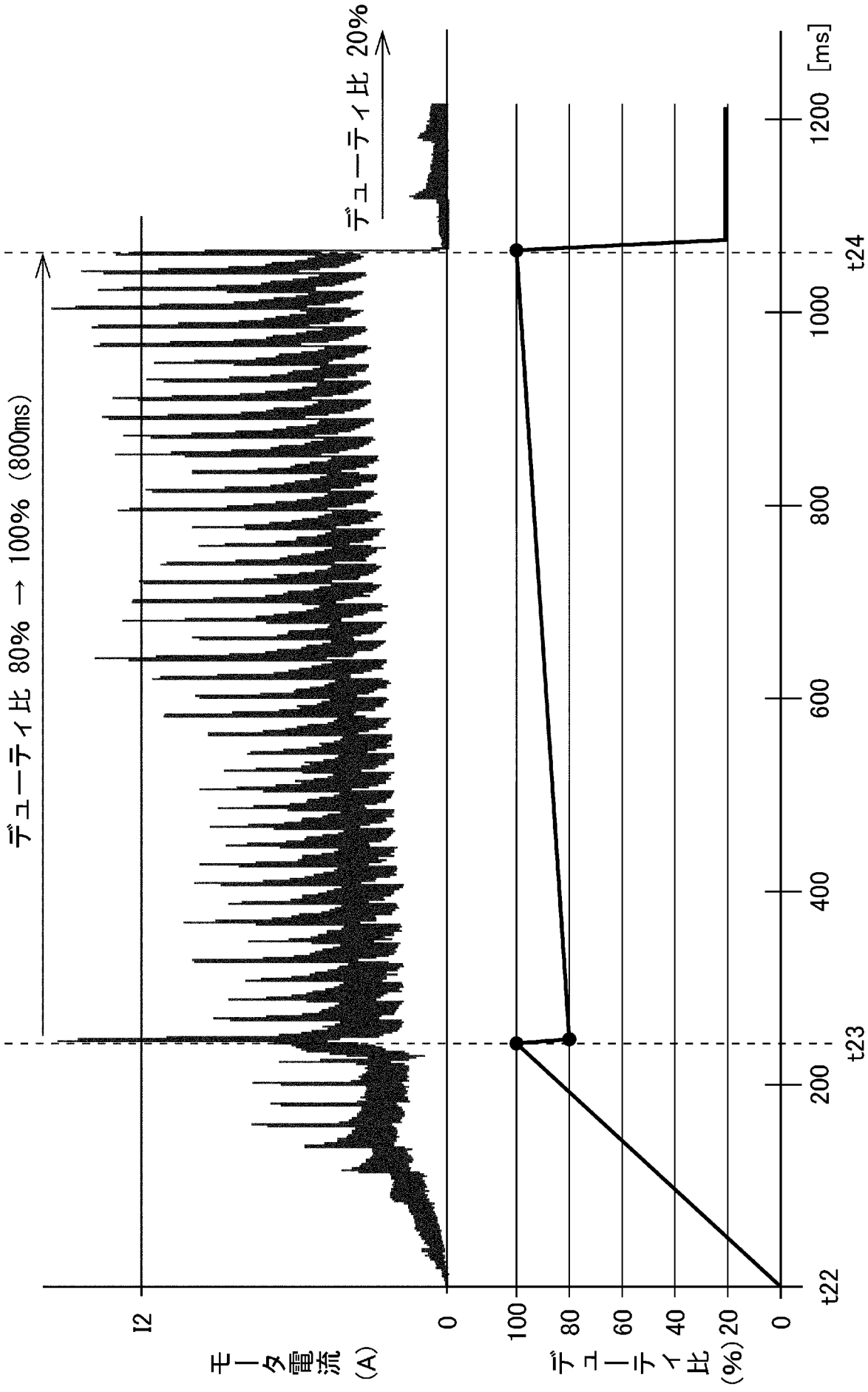
[図8]


[A]
モータ電流
I1
T1
T3
t
[%]
D7
D6
D5
デューティ比
D8
D9
T2
T4
t
[rpm]
回転数
t
t0
t1
t2
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t11
t13
t14
t15
[ms]
t3
t10
t12

[図9]


回転打撃期間
t16
t17
t18
t19
t20
t21
打撃間隔22ms
打撃間隔20ms
打撃間隔26ms
打撃間隔21ms
モータ電流 (A)
50
40
30
20
10
回転数 (krpm)
18
16
14
12
10
8
6

[図10]


デューティ比 20%
デューティ比 80% → 100% (800ms)
I2
0
モータ電流 (A)
100
80
60
40
20
0
デューティ比 (%)
t22
t23
t24
200
400
600
800
1000
1200 [ms]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/000276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
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)
B25B21/02, B23B45/16, B25D16/00

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 1996-2017
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)
DWPI(Thomson Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2013-252579 A (Makita Corp.), 19 December 2013 (19.12.2013), claims 1, 2; 0030 to 0069, 0076 to 0104; fig. 6 & WO 2013/183535 A1	1,9,16 6-7 2-5,8,10-15
X Y A	JP 2009-72889 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), paragraphs [0010], [0027] to [0029]; fig. 5 & US 2010/0096155 A1 paragraphs [0052], [0097] to [0101]; fig. 11 & WO 2009/038230 A1 & EP 2190628 A1	10-11 6-7 1-5,8-9, 12-16
X Y	JP 2013-146847 A (Hitachi Koki Co., Ltd.), 01 August 2013 (01.08.2013), paragraphs [0024] to [0028], [0040], [0043], [0046]; fig. 9 (Family: none)	10-11 6-7

☒ 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
"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
20 February 2017 (20.02.17)	28 February 2017 (28.02.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/000276

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP 2016-78230 A (Makita Corp.), 16 May 2016 (16.05.2016), paragraphs [0049], [0121] to [0126]; fig. 7 & US 2016/0107297 A1 paragraphs [0160] to [0166]; fig. 7 & DE 102015013532 A1	10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０００２７６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25B21/02, B23B45/16, B25D16/00

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	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）

DWPI (Thomson Innovation)

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
X Y A	JP 2013-252579 A（株式会社マキタ）2013.12.19, 請求項１、２、００３０－００６９、００７６－０１０４、図６ & WO 2013/183535 A1	1,9,16 6-7 2-5,8,10-15
X Y A	JP 2009-72889 A（日立工機株式会社）2009.04.09, 段落００１０、００２７－００２９、図５ & US 2010/0096155 A1 [0052],[0097]-[0101] FIG.11 & WO 2009/038230 A1 & EP 2190628 A1	10-11 6-7 1-5,8-9,12-16

☑　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
２０．０２．２０１７	２８．０２．２０１７

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）　３Ｃ　９７１９
亀田　貴志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

Ｃ（続き）．　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
X Y	JP 2013-146847 A（日立工機株式会社）2013.08.01, 段落００２４－００２８、００４０、００４３、００４６、図９（ファミリーなし）	10-11 6-7
Ｐ，Ｘ	JP 2016-78230 A（株式会社マキタ）2016.05.16, 段落００４９、０１２１－０１２６、図７ & US 2016/0107297 A1 [0160]-[0166] FIG.7 & DE 102015013532 A1	10