(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
2022年8月4日(04.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/162736 A1

(51) 国際特許分類:
B25B 21/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/002671

(22) 国際出願日： 2021年1月26日(26.01.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 Osaka (JP).

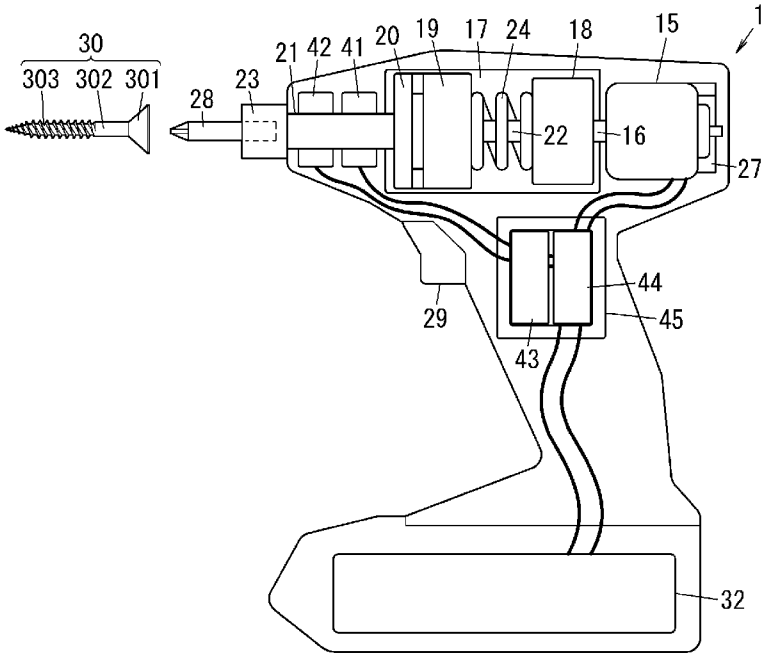
(72) 発明者: 丹治 佑介 (**TANJI, Yusuke**). 田村秀樹(**TAMURA, Hideki**).

(74) 代理人: 特許業務法人北斗特許事務所(**HOKUTO PATENT ATTORNEYS OFFICE**); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目１２－１７梅田スクエアビル Osaka (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, IT, JO, 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,

(54) **Title:** ELECTRIC POWER TOOL, CONTROL METHOD FOR ELECTRIC POWER TOOL, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 電動工具、電動工具の制御方法及びプログラム



(57) **Abstract:** The purpose of the present disclosure is to achieve accuracy enhancement in controlling fastening torque. An electric power tool (1) comprises a motor (15), an impact mechanism (17), an output shaft (21), a torque measurement unit (41), a fastening torque calculation unit (43), and a control unit (44). The output shaft (21) receives periaxial rotary percussion produced by the impact mechanism (17). The torque measurement unit (41) measures, as a measurement torque, the torque applied to the output shaft (21). The fastening torque calculation unit (43) calculates a fastening torque applied

WO 2022/162736 A1

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

on a fastening member (30) on the basis of the measurement torque measured by the torque measurement unit (41). The control unit (44) changes, in a deceleration function, the rotation speed of the motor (15) from a first rotation speed to a second rotation speed according to the fastening torque calculated by the fastening torque calculation unit (43). The second rotation speed is slower than the first rotation speed.

(57) 要約:本開示は、締付トルクの制御の精度を向上させることを目的とする。電動工具(１)は、モータ(１５)と、インパクト機構(１７)と、出力軸(２１)と、トルク測定部(４１)と、締付トルク演算部(４３)と、制御部(４４)と、を備える。出力軸(２１)は、インパクト機構(１７)によって軸回りの回転打撃が加えられる。トルク測定部(４１)は、出力軸(２１)に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。締付トルク演算部(４３)は、トルク測定部(４１)で測定された測定トルクに基づいて締付部材(３０)に加えられる締付トルクを演算する。制御部(４４)は、減速機能において、締付トルク演算部(４３)で演算された締付トルクに応じて、モータ(１５)の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

明　細　書

発明の名称 ： 電動工具、電動工具の制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は一般に電動工具、電動工具の制御方法及びプログラムに関し、より詳細には、インパクト機構を備える電動工具、電動工具の制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に記載のインパクト回転工具（電動工具）は、インパクト機構と、打撃検出部と、制御部と、電圧検出部とを備える。インパクト機構は、ハンマを有し、モータ出力によって出力軸に打撃衝撃を加える。これにより、インパクト回転工具は、ねじ（締付部材）の締付を行う。打撃検出部は、インパクト機構による打撃を検出する。制御部は、打撃検出部の検出結果に基づいてモータの回転を停止させる。

[0003] 特許文献１記載のインパクト回転工具では、インパクト機構が出力軸に打撃衝撃を加えているときであって、モータの回転数が大きい場合等には、締付部材に加えられる締付トルクに関して、時間ごとのばらつきが大きくなることがある。そのため、締付トルクの制御の精度が、必要な水準に達しない可能性があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１７－１３２０２１号公報

発明の概要

[0005] 本開示は、締付トルクの制御の精度を向上させることができる電動工具、電動工具の制御方法及びプログラムを提供することを目的とする。

[0006] 本開示の一態様に係る電動工具は、モータと、インパクト機構と、出力軸と、トルク測定部と、締付トルク演算部と、制御部と、を備える。前記インパクト機構は、前記モータから動力を得て打撃力を発生させる。前記出力軸

は、先端工具を保持する。前記先端工具は、締付部材に締め付ける力又は緩める力を加える。前記出力軸は、前記インパクト機構によって軸回りの回転打撃が加えられる。前記トルク測定部は、前記出力軸に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。前記締付トルク演算部は、前記トルク測定部で測定された前記測定トルクに基づいて前記締付部材に加えられる締付トルクを演算する。前記制御部は、前記モータの動作を制御する。前記制御部は、減速機能を有する。前記制御部は、前記減速機能において、前記締付トルク演算部で演算された前記締付トルクに応じて、前記モータの回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。前記第２の回転数は、前記第１の回転数よりも小さい。

[0007] 本開示の一態様に係る電動工具の制御方法は、モータと、インパクト機構と、出力軸と、トルク測定部と、を備える電動工具の制御方法である。前記インパクト機構は、前記モータから動力を得て打撃力を発生させる。前記出力軸は、先端工具を保持する。前記先端工具は、締付部材に締め付ける力又は緩める力を加える。前記出力軸は、前記インパクト機構によって軸回りの回転打撃が加えられる。前記トルク測定部は、前記出力軸に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。前記電動工具の制御方法は、演算ステップと、減速ステップと、を備える。演算ステップでは、前記トルク測定部で測定された前記測定トルクに基づいて前記締付部材に加えられる締付トルクを演算する。前記減速ステップでは、前記演算ステップで演算された前記締付トルクに応じて、前記モータの回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。前記第２の回転数は、前記第１の回転数よりも小さい。

[0008] 本開示の一態様に係るプログラムは、前記電動工具の制御方法を、１以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、一実施形態に係る電動工具の概略図である。

[図2]図２は、同上の電動工具の動作例を示すフローチャートである。

[図3]図３は、同上の電動工具の動作例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態に係る電動工具１、電動工具１の制御方法及びプログラムについて、図面を用いて説明する。ただし、下記の実施形態は、本開示の様々な実施形態の１つに過ぎない。下記の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。また、下記の実施形態において説明する各図は、模式的な図であり、図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

[0011] （１）概要

本実施形態の電動工具１は、インパクト工具である。電動工具１は、例えば、インパクトドライバ又はインパクトレンチとして用いられる。本実施形態では、代表例として、電動工具１が締付部材３０（例えば、ねじ）を締める又は緩めるためのインパクトドライバとして用いられる場合について説明する。

[0012] 電動工具１は、図１に示すように、モータ１５と、インパクト機構１７と、出力軸２１と、トルク測定部４１と、締付トルク演算部４３と、制御部４４と、を備える。インパクト機構１７は、モータ１５から動力を得て打撃力を発生させる。出力軸２１は、先端工具２８を保持する。先端工具２８は、締付部材３０に締め付ける力又は緩める力を加える。出力軸２１には、インパクト機構１７によって軸回りの回転打撃が加えられる。トルク測定部４１は、出力軸２１に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。締付トルク演算部４３は、トルク測定部４１で測定された測定トルクに基づいて締付部材３０に加えられる締付トルクを演算する。制御部４４は、モータ１５の動作を制御する。制御部４４は、減速機能を有する（減速制御を実行する）。制御部４４は、減速機能において、締付トルク演算部４３で演算された締付トルクに応じて、モータ１５の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

[0013] 本実施形態の電動工具１によれば、制御部４４の減速機能により、モータ１５の回転数が第１の回転数から第２の回転数へと変化するようにモータ１

５が減速することで、時間ごとの締付トルクのばらつきが低減する。そのため、締付トルクの制御に精度が要求される場合に、制御部４４の減速機能によりモータ１５を減速させることで、締付トルクの制御の精度を向上させることができる。また、過大な締付トルクが締付部材３０に加わる可能性を低減できる。

[0014] （２）詳細

図１に示すように、電動工具１は、電源３２と、モータ１５と、モータ回転測定部２７と、駆動伝達部１８と、インパクト機構１７と、出力軸２１と、ソケット２３（チャック）と、先端工具２８と、を備えている。また、電動工具１は、トリガボリューム２９と、トルク測定部４１と、加速度センサ４２と、締付トルク演算部４３と、制御部４４と、ケース４５と、を備えている。

[0015] インパクト機構１７は、モータ１５から動力を得て打撃力を発生させる打撃動作を行う。インパクト機構１７は、出力軸２１と連結されている。出力軸２１は、モータ１５から伝達された駆動力により回転する部分である。ソケット２３は、出力軸２１に固定されており、先端工具２８が着脱自在に取り付けられる部分である。先端工具２８は、出力軸２１と一緒に回転する。電動工具１は、モータ１５の駆動力で出力軸２１を回転させることで、先端工具２８を回転させる。すなわち、電動工具１は、先端工具２８をモータ１５の駆動力で駆動する工具である。先端工具２８（ビットとも言う）は、例えば、ドライバビット又はドリルビット等である。各種の先端工具２８のうち用途に応じた先端工具２８が、ソケット２３に取り付けられて用いられる。なお、出力軸２１に直接に先端工具２８が装着されてもよい。

[0016] なお、本実施形態の電動工具１はソケット２３を備えることで、先端工具２８を用途に応じて交換可能であるが、先端工具２８が交換可能であることは必須ではない。例えば、電動工具１は、特定の先端工具２８のみ用いることができる電動工具であってもよい。

[0017] 本実施形態の先端工具２８は、締付部材３０（ねじ）を締める又は緩める

ためのドライバビットである。すなわち、出力軸２１は、ねじを締める又は緩めるためのドライバビットを保持し、モータ１５から動力を得て回転する。以下では、電動工具１によりねじを締める場合について説明する。ねじの種類は特に限定されず、例えば、ボルト、ビス又はナットであってよい。図１に示すように、本実施形態の締付部材３０は、木ねじである。締付部材３０は、頭部３０１と、円筒部３０２と、ねじ部３０３と、を有している。円筒部３０２の両端に、頭部３０１とねじ部３０３とがつながっている。頭部３０１には、先端工具２８に適合するねじ穴（例えば、十字穴）が形成されている。ねじ部３０３には、ねじ山が形成されている。

[0018] 先端工具２８は、締付部材３０と嵌合する。すなわち、先端工具２８は、締付部材３０の頭部３０１のねじ穴に挿入される。この状態で、先端工具２８は、モータ１５に駆動されて回転し、締付部材３０を回転させる。これにより、締付部材３０は、ねじ締め対象の部材（例えば、木材）に締め付けられる（埋め込まれる）。すなわち、先端工具２８は、締付部材３０に締め付ける力（又は緩める力）を加える。

[0019] 電源３２は、モータ１５を駆動する電流を供給する。電源３２は、例えば、電池パックである。電源３２は、例えば、１又は複数の２次電池を含む。

[0020] モータ１５は、例えば、ブラシレスモータである。また、モータ１５は、例えば、交流モータである。モータ回転測定部２７は、モータ１５の回転角を測定する。モータ回転測定部２７としては、例えば、光電式エンコーダ又は磁気式エンコーダを採用することができる。制御部４４は、モータ回転測定部２７で測定されたモータ１５の回転角を時間微分することにより、モータ１５の回転数を求める。制御部４４は、求めた回転数に基づいてモータ１５の動作を制御する。例えば、制御部４４は、モータ１５の回転数をフィードバック制御する。

[0021] モータ１５は、先端工具２８を駆動する駆動源である。モータ１５は、回転動力を出力する回転軸１６を有している。回転軸１６は、駆動伝達部１８に接続されている。駆動伝達部１８は、モータ１５の回転動力を調整して所

望のトルクを出力する。駆動伝達部１８は、出力部である駆動軸２２を備えている。駆動軸２２は、インパクト機構１７に接続されている。

[0022] インパクト機構１７は、駆動伝達部１８を介して受け取ったモータ１５の回転動力を出力軸２１に伝達する。インパクト機構１７は、ハンマ１９と、アンビル２０と、ばね２４と、を備えている。ハンマ１９は、駆動伝達部１８の駆動軸２２にカム機構を介して取り付けられている。アンビル２０はハンマ１９に結合されており、ハンマ１９と一体に回転する。ばね２４は、ハンマ１９をアンビル２０側に押している。アンビル２０は、出力軸２１と一体に形成されている。なお、アンビル２０は、出力軸２１とは別体に形成されて出力軸２１に固定されていてもよい。

[0023] 出力軸２１に所定の大きさ以上の負荷（トルク）がかかっていない場合には、インパクト機構１７は、モータ１５の回転動力により出力軸２１を連続的に回転させる。すなわち、この場合には、カム機構により連結された駆動軸２２とハンマ１９とが一体に回転し、さらにハンマ１９とアンビル２０とが一体に回転するので、アンビル２０と一体に形成された出力軸２１が回転する。

[0024] 一方で、出力軸２１に所定の大きさ以上の負荷がかかった場合には、インパクト機構１７は、打撃動作を行う。インパクト機構１７は、打撃動作において、モータ１５の回転動力をパルス状のトルクに変換してインパクト力を発生する。すなわち、打撃動作では、ハンマ１９は、駆動軸２２との間のカム機構による規制を受けながら、ばね２４に抗して後退する（つまり、アンビル２０から離れる）。ハンマ１９の後退によりハンマ１９とアンビル２０との結合が外れた時点で、ハンマ１９は回転しながら前進して（つまり、出力軸２１側へ移動して）アンビル２０に回転方向の打撃力を加え、出力軸２１を回転させる。つまり、インパクト機構１７は、アンビル２０を介して出力軸２１に軸（出力軸２１）周りの回転打撃を加える。インパクト機構１７の打撃動作では、ハンマ１９がアンビル２０に回転方向の打撃力を加える動作が繰り返される。ハンマ１９が前進と後退とを１回ずつ行う間に、打撃力

が１回発生する。

[0025] トリガボリューム２９は、モータ１５の回転を制御するための操作を受け付ける操作部である。トリガボリューム２９を引く操作により、モータ１５のオンオフを切替可能である。また、トリガボリューム２９を引く操作の引込み量で、出力軸２１の回転速度、つまりモータ１５の回転速度を調整可能である。上記引込み量が大きいほど、モータ１５の回転速度が速くなる。制御部４４は、トリガボリューム２９を引く操作の引込み量に応じて、モータ１５を回転又は停止させ、また、モータ１５の回転速度を制御する。この電動工具１では、先端工具２８がソケット２３に取り付けられる。そして、トリガボリューム２９への操作によってモータ１５の回転速度が制御されることで、先端工具２８の回転速度が制御される。

[0026] トルク測定部４１は、出力軸２１に加えられるトルクを測定する。トルク測定部４１は、例えば、ねじり歪みの検出が可能な磁歪式歪みセンサである。磁歪式歪みセンサは、出力軸２１にトルクが加わることにより発生する歪みに応じた透磁率の変化を、出力軸２１の近傍の非回転部分に設置したコイルで検出し、歪みに比例した電圧信号を出力する。

[0027] 加速度センサ４２は、出力軸２１に取り付けられている。加速度センサ４２は、出力軸２１の周方向の加速度を測定し、加速度に比例した電圧信号を出力する。なお、加速度センサ４２は、出力軸２１の角加速度を測定する構成であってもよい。

[0028] ケース４５は、締付トルク演算部４３及び制御部４４を収容している。

[0029] 締付トルク演算部４３及び制御部４４は、例えば、マイクロコントローラにより構成される。すなわち、締付トルク演算部４３及び制御部４４は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。１つのマイクロコントローラが締付トルク演算部４３及び制御部４４の両方を構成していてもよいし、締付トルク演算部４３を構成するマイクロコントローラと制御部４４を構成するマイクロコントローラとがそれぞれ設けられていてもよい。

[0030] 締付トルク演算部４３は、トルク測定部４１で測定されたトルク（測定トルク）に基づいて締付部材３０に加えられるトルク（締付トルク）を演算する。締付トルク演算部４３は、少なくともインパクト機構１７が出力軸２１に回転打撃を加えているときに、締付トルクの演算を行う。締付トルクの演算は、所定の時間（例えば、１ミリ秒）ごとに行われる。締付トルク演算部４３は、例えば、［数１］により、締付トルクを求める。

［数１］Ｔ１＝Ｔ２×Ｃ１－Ｉ１×ａ１×Ｃ２＋Ｃ３

Ｔ１は締付トルク、Ｔ２は測定トルク、Ｃ１～Ｃ３は補正係数、Ｉ１は出力軸２１の先端部とソケット２３と先端工具２８とを合わせたものの慣性モーメント、ａ１は出力軸２１の角速度である。出力軸２１の先端部は、より詳細には、出力軸２１のうちトルク測定部４１よりも先端側の領域である。出力軸２１の角速度ａ１は、加速度センサ４２の測定値に基づいて、締付トルク演算部４３により求められる。

[0031] （３）動作

制御部４４は、モータ１５の動作を制御する。より詳細には、制御部４４は、電源３２からモータ１５に供給される電流を制御することで、モータ１５の回転数を制御する。上述したように、制御部４４は、例えば、モータ１５の回転数をフィードバック制御する。

[0032] 制御部４４は、次のような減速機能を有している。制御部４４は、減速機能において、締付トルク演算部４３で演算された締付トルクに応じて、モータ１５の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

[0033] より詳細には、制御部４４は、減速機能において、締付トルク演算部４３で演算された締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１（図３参照）を超えると、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。さらに、制御部４４は、減速機能において、締付トルク演算部４３で演算された締付トルクが、目標トルクＴｈ２（図３参照）に到達すると、モータ１５を停止させる。目標トルクＴｈ２は、トルク閾値Ｔｈ１よりも大きい。トルク閾値Ｔｈ

１及び目標トルクＴｈ２は、締付トルク演算部４３及び制御部４４を構成するコンピュータシステムのメモリに予め記録されている。

[0034] また、制御部４４は、第１のモードと、第２のモードと、を有している。第１のモードでは、制御部４４は、減速機能を実行する。第２のモードでは、制御部４４は、減速機能を実行しない。第２のモードでは、制御部４４は、締付トルク演算部４３で演算された締付トルクに依らず、モータ１５の回転数を第１の回転数に維持する。

[0035] 電動工具１は、例えば、第１のモードと第２のモードとを切り替えるための操作を受け付けるユーザインターフェースを備えている。ユーザインターフェースは、例えば、釦、スライドスイッチ又はタッチパネル等である。ユーザインターフェースに対するユーザの操作に応じて、制御部４４は、第１のモードと第２のモードとを切り替える。

[0036] あるいは、電動工具１は、例えば、第１のモードと第２のモードとを切り替えるための信号の入力を受け付ける受信部を備えている。受信部は、電動工具１の外部装置から上記信号を受信し、これに応じて、制御部４４は、第１のモードと第２のモードとを切り替える。外部装置と受信部との間の通信方式は、無線通信であってもよいし、有線通信であってもよい。

[0037] 電動工具１と同様の機能は、電動工具１の制御方法、（コンピュータ）プログラム、又はプログラムを記録した非一時的記録媒体等で具現化されてもよい。一態様に係るプログラムは、上記の電動工具１の制御方法を１以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。以下では、電動工具１の制御方法の一例を説明することで、電動工具１の動作例を説明する。まずは、制御部４４のモードが第１のモードのときの電動工具１の動作例を説明する。

[0038] 一態様に係る電動工具１の制御方法は、モータ１５と、インパクト機構１７と、出力軸２１と、トルク測定部４１と、を備える電動工具１の制御方法である。インパクト機構１７は、モータ１５から動力を得て打撃力を発生させる。出力軸２１は、先端工具２８を保持する。先端工具２８は、締付部材

３０に締め付ける力又は緩める力を加える。出力軸２１には、インパクト機構１７によって軸回りの回転打撃が加えられる。トルク測定部４１は、出力軸２１に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。

[0039] 図２は、電動工具１の制御方法の一例を示すフローチャートである。電動工具１の制御方法は、演算ステップＳＴ４と、減速ステップ（ステップＳＴ６、ＳＴ７）と、を備える。演算ステップＳＴ４では、トルク測定部４１で測定された測定トルクに基づいて締付部材３０に加えられる締付トルクを演算する。減速ステップ（ステップＳＴ６、ＳＴ７）では、演算ステップＳＴ４で演算された締付トルクに応じて、モータ１５の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

[0040] 以下、電動工具１の制御方法の一例について、より詳細に説明する。まず、作業者は、トリガボリューム２９を引き込む操作をする（ステップＳＴ１）。これにより、モータ１５が回転する。作業者がトリガボリューム２９を最大の引込量まで引き込んでいると、モータ１５の回転数は、第１の回転数となる。出力軸２１に所定の大きさ以上の負荷がかかると、インパクト機構１７は、打撃動作を開始する（ステップＳＴ２）。トルク測定部４１は、出力軸２１に加えられるトルクを測定トルクとして測定する（ステップＳＴ３）。締付トルク演算部４３は、演算ステップＳＴ４を実行して、締付トルクを演算する。モータ１５の回転数が第１の回転数の場合（ステップＳＴ５：ＹＥＳ）、制御部４４は、減速ステップ（ステップＳＴ６、ＳＴ７）を実行する。まず、ステップＳＴ６では、締付トルクをトルク閾値Ｔｈ１と比較する。締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１以下であると（ステップＳＴ６：ＮＯ）、ステップＳＴ３に戻る。締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１を超えると（ステップＳＴ６：ＹＥＳ）、制御部４４は、モータ１５の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する（ステップＳＴ７）。また、ステップＳＴ５において、モータ１５の回転数が第１の回転数ではなく第２の回転数である場合（ステップＳＴ５：ＮＯ）、制御部４４は、締付トルクを目標トルクＴ

ｈ２と比較する。締付トルクが目標トルクＴｈ２未満であると（ステップＳＴ８：ＮＯ）、ステップＳＴ３に戻る。締付トルクが目標トルクＴｈ２に到達すると（ステップＳＴ８：ＹＥＳ）、制御部４４は、モータ１５を停止させる（ステップＳＴ９）。

[0041] 図３は、インパクト機構１７が出力軸２１に回転打撃を加えているときにおける、締付トルク演算部４３で演算される締付トルクの時間変化を表す。図３では、締付トルクは正規化されている。具体的には、図３では、モータ１５が等速回転するときの締付トルクを０として表されている。つまり、図３には、モータ１５が等速回転するときの締付トルクに対する増分が示されている。

[0042] 図３において、ｆ１は、モータ１５の回転数が第１の回転数の場合の締付トルクの瞬時値を表す。Ｈ１は、時間を独立変数としており、瞬時値ｆ１の近似関数である。より詳細には、近似関数Ｈ１は、例えば、瞬時値ｆ１を多項式近似した関数である。

[0043] ｆ２は、モータ１５の回転数が第２の回転数の場合の締付トルクの瞬時値を表す。Ｈ２は、時間を独立変数としており、瞬時値ｆ２の近似関数である。より詳細には、近似関数Ｈ２は、例えば、瞬時値ｆ２を多項式近似した関数である。

[0044] 制御部４４は、締付トルクの瞬時値と近似関数の値とのうち、少なくとも一方に応じて、モータ１５の回転数を制御する。つまり、制御部４４は、モータ１５の回転数が第１の回転数の場合は、瞬時値ｆ１と近似関数Ｈ１の値とのうち少なくとも一方に応じて、モータ１５の回転数を制御する。制御部４４は、モータ１５の回転数が第２の回転数の場合は、瞬時値ｆ２と近似関数Ｈ２の値とのうち少なくとも一方に応じて、モータ１５の回転数を制御する。ここでは、一例として、制御部４４が締付トルクの近似関数Ｈ１又は近似関数Ｈ２を求め、近似関数Ｈ１の値又は近似関数Ｈ２の値に応じてモータ１５の回転数を制御する場合について説明する。すなわち、制御部４４は、減速機能において、締付トルクに基づいて、締付トルクと時間との関係を表

す近似関数Ｈ１、Ｈ２を求める。制御部４４は、近似関数Ｈ１、Ｈ２の値に応じて、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。

[0045] 図３では、一例として、第１の回転数は１５５００［ｒｐｍ］であり、第２の回転数は１０５００［ｒｐｍ］である。一例として、トルク閾値Ｔｈ１は７０［Ｎ・ｍ］であり、目標トルクＴｈ２は８０［Ｎ・ｍ］である。

[0046] インパクト機構１７が出力軸２１に回転打撃を加えているとき（以下、「打撃動作時」と言う）に、作業者が電動工具１のトリガボリューム２９を最大の引込量まで引き込んでいると、モータ１５の回転数は、第１の回転数となる。打撃動作の開始（時点ｔ０）から時間が経過するにつれて、近似関数Ｈ１の値は増加する。

[0047] 時点ｔ１において、近似関数Ｈ１の値は、トルク閾値Ｔｈ１を超える。すると、制御部４４は、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。つまり、制御部４４は、モータ１５を減速させる。これにより、時点ｔ１以降では、締付トルクに対応する近似関数はＨ１からＨ２へ変わる。つまり、締付トルクの瞬時値と近似関数の値とが小さくなる。

[0048] モータ１５の回転数が第２の回転数の状態では、制御部４４は、締付トルクの近似関数Ｈ２がトルク閾値Ｔｈ１を超えても、モータ１５の回転数を低下させない。モータ１５の回転数が第２の回転数の状態で、時点ｔ３において、近似関数Ｈ２の値が目標トルクＴｈ２に到達する。すると、制御部４４は、モータ１５を停止させる。

[0049] 以上では、制御部４４のモードが第１のモードのときの動作を説明したが、制御部４４のモードが第２のモードのときは、制御部４４は、モータ１５の回転数を第１の回転数に維持する。そして、締付トルクの近似関数Ｈ１の値は、時点ｔ１と時点ｔ３との間の時点ｔ２において、目標トルクＴｈ２に到達する。

[0050] ここで、モータ１５の回転数が小さいほど、単位時間あたりの近似関数の値の増加量は小さい。図３を参照すると、モータ１５の回転数が第２の回転数の場合の目標トルクＴｈ２付近での近似関数Ｈ２の傾きは、モータ１５の

回転数が第１の回転数の場合の目標トルクＴｈ２付近での近似関数Ｈ１の傾きよりも小さい。つまり、モータ１５の回転数が第２の回転数の場合は、第１の回転数の場合と比較して、目標トルクＴｈ２付近において締付トルクの近似関数Ｈ２の値がゆっくりと増加する。そのため、締付トルクの近似関数Ｈ２の値が目標トルクＴｈ２に到達してから、近似関数Ｈ２の値の増加量が比較的小さいうちに、モータ１５を停止させることができる。つまり、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数へと変更することで、近似関数Ｈ２の値が目標トルクＴｈ２を大きく超える可能性を低減させることができる。言い換えると、締付部材３０に目標トルクＴｈ２を大きく超える締付トルクがかかる可能性を低減させることができる。

[0051] また、モータ１５の回転数が小さいほど、締付トルクの瞬時値のばらつきは小さい。そのため、瞬時値ｆ１よりも瞬時値ｆ２の方が、ばらつきは小さい。つまり、図３では瞬時値ｆ１、ｆ２はパルスの繰り返しからなる形状をしているが、瞬時値ｆ２を構成するパルスは、瞬時値ｆ１を構成するパルスよりも振幅が小さい。このように、モータ１５を第１の回転数から第２の回転数へ変更（減速）することで、締付トルクの瞬時値のばらつきが小さくなるので、締付トルクの制御の精度を高めることができる。

[0052] さらに、締付トルクの瞬時値のばらつきを小さくすることで、締付トルクの瞬時値ｆ２が目標トルクＴｈ２を大きく超える可能性を低減させることができる。

[0053] また、モータ１５の回転数を最初から第２の回転数とする場合と比較して、打撃動作の開始当初（時点ｔ０から時点ｔ１まで）の締付トルクを大きくすることができる。これにより、締付部材３０の締付けに要する作業時間を短縮できる。

[0054] （変形例１）

以下、変形例１に係る電動工具１について、図３を用いて説明する。実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0055] 本変形例１の制御部４４は、減速機能において、締付トルクとインパクト

機構１７の打撃回数とに応じて、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。打撃回数は、ある基準時点（ここでは、打撃を開始する時点ｔ０）からの、ハンマ１９がアンビル２０を叩いた回数として求められる。

[0056] 制御部４４は、ある基準時点から所定時間が経過すると（ここでは、時点ｔ０と時点ｔ１との間の時点ｔ４において）、次のような処理を行う。制御部４４は、時点ｔ０から時点ｔ４までの間の瞬時値ｆ１に基づいて、近似関数Ｈ１を求める。これにより、少なくとも近似関数Ｈ１の値が目標トルクＴｈ２に到達する時点ｔ２までの締付トルクを表す近似関数Ｈ１が求められる（推定される）。

[0057] 制御部４４は、近似関数Ｈ１をインパクト機構１７の打撃回数と対応付ける。つまり、制御部４４は、インパクト機構１７において打撃が発生する周期に基づいて、近似関数Ｈ１の値と打撃回数との関係を求める。そして、制御部４４は、近似関数Ｈ１に基づいて、近似関数Ｈ１の値が目標トルクＴｈ２に到達するときの打撃回数（以下、「最終打撃回数」と称す）を算出（推定）する。制御部４４は、最終打撃回数から所定値を引いて求められる打撃回数（以下、「差分打撃回数」と称す）に対して近似関数Ｈ１において対応する締付トルクを、トルク閾値Ｔｈ１として定める。例えば、最終打撃回数が５０回であり、所定値が１０回である場合に、制御部４４は、近似関数Ｈ１において打撃回数が４０回のときの締付トルクを、トルク閾値Ｔｈ１として定める。

[0058] なお、制御部４４は、近似関数Ｈ１を、時間に対する関数ではなく、インパクト機構１７の打撃回数に対する関数として求めてもよい。

[0059] また、制御部４４は、打撃回数が上記の差分打撃回数に達した場合又は差分打撃回数を所定回数以上上回った場合であって、近似関数Ｈ１の値がトルク閾値Ｔｈ１に一度も達していない場合に、所定の制御をしてもよい。所定の制御は、例えば、モータ１５を停止させる、又は、電動工具１の異常を報知する等である。

[0060] （変形例２）

以下、変形例２に係る電動工具１について説明する。実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0061] 本変形例２の制御部４４は、第１の回転数と第２の回転数との比を変更する機能を有する。制御部４４は、第１の回転数と第２の回転数とのうち少なくとも一方を変更することで、第１の回転数と第２の回転数との比を変更する。

[0062] 電動工具１は、例えば、第１の回転数と第２の回転数との比を変更するための操作を受け付けるユーザインターフェースを備えている。ユーザインターフェースは、例えば、釦、スライドスイッチ又はタッチパネル等である。ユーザインターフェースに対するユーザの操作に応じて、制御部４４は、第１の回転数と第２の回転数との比を変更する。

[0063] あるいは、電動工具１は、例えば、第１の回転数と第２の回転数との比を変更するための信号の入力を受け付ける受信部を備えている。受信部は、電動工具１の外部装置から上記信号を受信し、これに応じて、制御部４４は、第１の回転数と第２の回転数との比を変更する。外部装置と受信部との間の通信方式は、無線通信であってもよいし、有線通信であってもよい。

[0064] 第１の回転数と第２の回転数との比を、複数の値の中から選択可能であってもよいし、無段階に変更可能であってもよい。

[0065] 本変形例２によれば、必要に応じて、第１の回転数と第２の回転数との比を変更することができる。例えば、締付トルクの制御に要求される精度の高低に応じて、第１の回転数と第２の回転数との比を変更することができる。すなわち、比較的高い精度が要求される場合は、「第１の回転数／第２の回転数」により表される比を大きくし、比較的低い精度でよい場合は、「第１の回転数／第２の回転数」により表される比を小さくすればよい。

[0066] （実施形態のその他の変形例）

以下、実施形態のその他の変形例を列挙する。以下の変形例は、適宜組み合わせて実現されてもよい。また、以下の変形例は、上述の各変形例と適宜

組み合わせて実現されてもよい。

[0067] 本開示における電動工具１は、少なくとも締付トルク演算部４３及び制御部４４の構成として、コンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示における締付トルク演算部４３及び制御部４４としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。コンピュータシステムのプロセッサは、半導体集積回路（ＩＣ）又は大規模集積回路（ＬＳＩ）を含む１ないし複数の電子回路で構成される。ここでいうＩＣ又はＬＳＩ等の集積回路は、集積の度合いによって呼び方が異なっており、システムＬＳＩ、ＶＬＳＩ（Very Large Scale Integration）、又はＵＬＳＩ（Ultra Large Scale Integration）と呼ばれる集積回路を含む。さらに、ＬＳＩの製造後にプログラムされる、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、又はＬＳＩ内部の接合関係の再構成若しくはＬＳＩ内部の回路区画の再構成が可能な論理デバイスについても、プロセッサとして採用することができる。複数の電子回路は、１つのチップに集約されていてもよいし、複数のチップに分散して設けられていてもよい。複数のチップは、１つの装置に集約されていてもよいし、複数の装置に分散して設けられていてもよい。ここでいうコンピュータシステムは、１以上のプロセッサ及び１以上のメモリを有するマイクロコントローラを含む。したがって、マイクロコントローラについても、半導体集積回路又は大規模集積回路を含む１ないし複数の電子回路で構成される。

[0068] また、締付トルク演算部４３及び制御部４４の各々における複数の機能が、１つの筐体内に集約されていることは締付トルク演算部４３及び制御部４４に必須の構成ではなく、締付トルク演算部４３及び制御部４４の各々の構

成要素は、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。また、締付トルク演算部４３及び制御部４４が、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。さらに、締付トルク演算部４３及び制御部４４の少なくとも一部の機能、例えば、締付トルク演算部４３の少なくとも一部の機能がクラウド（クラウドコンピューティング）等によって実現されてもよい。

[0069] 本開示における２値間の比較において、「以上」としているところは、２値が等しい場合、及び２値の一方が他方を超えている場合との両方を含む。ただし、これに限らず、ここでいう「以上」は、２値の一方が他方を超えている場合のみを含む「より大きい」と同義であってもよい。つまり、２値が等しい場合を含むか否かは、基準値等の設定次第で任意に変更できるので、「以上」か「より大きい」かに技術上の差異はない。同様に、「以下」においても「未満」と同義であってもよく、「以下」か「未満」かに技術上の差異はない。

[0070] モータ１５は、ブラシレスモータに限定されず、ブラシモータであってもよい。

[0071] モータ１５は、交流モータに限定されず、直流モータであってもよい。

[0072] 制御部４４は、モータ１５の回転数を、３段階以上に変更してもよい。制御部４４は、モータ１５の回転数を、無段階に変更してもよい。

[0073] 制御部４４は、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数へ変更する際に、モータ１５の回転数を時間経過に伴って減少させてもよい。

[0074] 制御部４４は、モータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数へ変更するだけではなく、例えば、次のような制御をしてもよい。制御部４４は、モータ１５の回転数が第３の回転数以上の場合に、条件に応じてモータ１５の回転数を、現在の回転数から、より小さい回転数へ変更してもよい。第３の回転数は、第２の回転数よりも大きく第１の回転数以下の値である。条件は、例えば、実施形態において制御部４４がモータ１５の回転数を第１の回転数から第２の回転数へ変更する条件と同じである。また、モータ１５の回転数を変更する前の時点のモータ１５の回転数の値ごとに、変更後の回転

数が異なっていてもよいし、常に第２の回転数へ変更してもよい。

[0075] 一変形例において、制御部４４は、モータ１５の回転数が上記の第３の回転数以上の状態では、制御部４４は、締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１を超えると、モータ１５の回転数を低下させる。制御部４４は、モータ１５の回転数が第３の回転数未満の状態では、締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１を超えても、モータ１５の回転数を低下させない。

[0076] 実施形態では、締付トルクがトルク閾値Ｔｈ１以下のとき、第１の回転数とは、トリガボリューム２９が最大の引込量で引き込まれた場合のモータ１５の回転数であるが、第１の回転数は、これに限らない。第１の回転数は、トリガボリューム２９が最大の引込量よりも小さい所定の引込量だけ引き込まれた場合のモータ１５の回転数であってもよい。

[0077] 制御部４４は、近似関数Ｈ１に基づいて近似関数Ｈ１の値が目標トルクＴｈ２に到達する時点を算出（推定）し、近似関数Ｈ１において、この時点から所定の時間を引いた時点の締付トルクを、トルク閾値Ｔｈ１として定めてもよい。

[0078] 近似関数Ｈ１、Ｈ２の値は、瞬時値ｆ１、ｆ２を多項式近似した値に限定されない。多項式近似に代えて、例えば、線形近似、対数近似、又は、累乗近似が採用されてもよい。また、瞬時値ｆ１を時間平均した値が、近似関数Ｈ１の値として用いられてもよい。瞬時値ｆ２を時間平均した値が、近似関数Ｈ２の値として用いられてもよい。近似関数Ｈ１、Ｈ２は、曲線形の関数であってもよいし、直線形の関数であってもよい。

[0079] 制御部４４は、締付トルクの近似関数Ｈ１、Ｈ２の値をトルク閾値Ｔｈ１及び目標トルクＴｈ２と比較することに限定されず、締付トルクの瞬時値ｆ１、ｆ２を、トルク閾値Ｔｈ１及び目標トルクＴｈ２のうち少なくとも一方と比較してもよい。そして、制御部４４は、比較結果に基づいてモータ１５の動作を制御してもよい。

[0080] 制御部４４は、トリガボリューム２９の引込み量によらずにモータ１５の回転数を制御してもよい。すなわち、本開示の電動工具１では、制御部４４

は、締付トルクが目標トルクＴｈ２を大きく超えることのないように自動的にモータ１５の回転数を制御するので、トリガボリューム２９に対する作業者の操作によりモータ１５の回転数が調整されなくてもよい。

[0081] トルク測定部４１は、磁歪式歪みセンサに限定されない。トルク測定部４１は、例えば、抵抗式歪みセンサであってもよい。抵抗式歪みセンサは、出力軸２１の表面に貼り付けられる。抵抗式歪みセンサは、出力軸２１の歪みを測定する。すなわち、抵抗式歪みセンサは、出力軸２１にトルクが加わることにより発生する歪みに応じた電気抵抗値を、電圧信号に変換し、測定結果として出力する。

[0082] 先端工具２８は、電動工具１の構成に含まれていなくてもよい。

[0083] （まとめ）

以上説明した実施形態等から、以下の態様が開示されている。

[0084] 第１の態様に係る電動工具（１）は、モータ（１５）と、インパクト機構（１７）と、出力軸（２１）と、トルク測定部（４１）と、締付トルク演算部（４３）と、制御部（４４）と、を備える。インパクト機構（１７）は、モータ（１５）から動力を得て打撃力を発生させる。出力軸（２１）は、先端工具（２８）を保持する。先端工具（２８）は、締付部材（３０）に締め付ける力又は緩める力を加える。出力軸（２１）は、インパクト機構（１７）によって軸回りの回転打撃が加えられる。トルク測定部（４１）は、出力軸（２１）に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。締付トルク演算部（４３）は、トルク測定部（４１）で測定された測定トルクに基づいて締付部材（３０）に加えられる締付トルクを演算する。制御部（４４）は、モータ（１５）の動作を制御する。制御部（４４）は、減速機能を有する。制御部（４４）は、減速機能において、締付トルク演算部（４３）で演算された締付トルクに応じて、モータ（１５）の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

[0085] 上記の構成によれば、制御部（４４）の減速機能により、モータ（１５）の回転数が第１の回転数から第２の回転数へと変化するようにモータ（１５

）が減速することで、時間ごとの締付トルクのばらつきが低減する。そのため、締付トルクの制御に精度が要求される場合に、制御部（４４）の減速機能によりモータ（１５）を減速させることで、締付トルクの制御の精度を向上させることができる。

[0086] また、第２の態様に係る電動工具（１）では、第１の態様において、制御部（４４）は、減速機能において、締付トルク演算部（４３）で演算された締付トルクがトルク閾値（Ｔｈ１）を超えると、モータ（１５）の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。

[0087] 上記の構成によれば、締付トルクがトルク閾値（Ｔｈ１）を超えると、モータ（１５）が減速することで、時間ごとの締付トルクのばらつきが低減する。そのため、締付トルクのばらつきに起因して締付トルクが過大となる可能性を低減できる。

[0088] また、第３の態様に係る電動工具（１）では、第２の態様において、制御部（４４）は、減速機能において、締付トルク演算部（４３）で演算された締付トルクが、目標トルク（Ｔｈ２）に到達すると、モータ（１５）を停止させる。目標トルク（Ｔｈ２）は、トルク閾値（Ｔｈ１）よりも大きい。

[0089] 上記の構成によれば、締付トルクが目標トルク（Ｔｈ２）に到達すると、モータ（１５）が停止するので、締付トルクが過大となる可能性を低減できる。

[0090] また、第４の態様に係る電動工具（１）では、第１～３の態様のいずれか１つにおいて、制御部（４４）は、減速機能において、締付トルクに基づいて、締付トルクと時間との関係を表す近似関数（Ｈ１、Ｈ２）を求め、近似関数（Ｈ１、Ｈ２）の値に応じて、モータ（１５）の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。

[0091] 上記の構成によれば、締付トルクの瞬時値（ｆ１、ｆ２）のパルス的な変動の影響を低減できる。

[0092] また、第５の態様に係る電動工具（１）では、第１～４の態様のいずれか１つにおいて、制御部（４４）は、第１の回転数と第２の回転数との比を変

更する機能を有する。

[0093] 上記の構成によれば、必要に応じて、第１の回転数と第２の回転数との比を変更することができる。

[0094] また、第６の態様に係る電動工具（１）では、第１～５の態様のいずれか１つにおいて、制御部（４４）は、減速機能において、締付トルクとインパクト機構（１７）の打撃回数とに応じて、モータ（１５）の回転数を第１の回転数から第２の回転数に変更する。

[0095] 上記の構成によれば、制御部（４４）が締付トルクのみを用いてモータ（１５）の減速の可否を判断する場合と比較して、より細かな判断ができる。

[0096] また、第７の態様に係る電動工具（１）では、第１～６の態様のいずれか１つにおいて、制御部（４４）は、減速機能を実行する第１のモードと、モータ（１５）の回転数を第１の回転数に維持する第２のモードと、を有する。

[0097] 上記の構成によれば、必要に応じて、制御部（４４）が減速機能を実行するか否かを切り替えることができる。

[0098] 第１の態様以外の構成については、電動工具（１）に必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

[0099] また、第８の態様に係る電動工具（１）の制御方法は、モータ（１５）と、インパクト機構（１７）と、出力軸（２１）と、トルク測定部（４１）と、を備える電動工具（１）の制御方法である。インパクト機構（１７）は、モータ（１５）から動力を得て打撃力を発生させる。出力軸（２１）は、先端工具（２８）を保持する。先端工具（２８）は、締付部材（３０）に締め付ける力又は緩める力を加える。出力軸（２１）は、インパクト機構（１７）によって軸回りの回転打撃が加えられる。トルク測定部（４１）は、出力軸（２１）に加えられるトルクを測定トルクとして測定する。電動工具（１）の制御方法は、演算ステップ（ＳＴ４）と、減速ステップ（ステップ（ＳＴ５、ＳＴ６））と、を備える。演算ステップ（ＳＴ４）では、トルク測定部（４１）で測定された測定トルクに基づいて締付部材（３０）に加えられ

る締付トルクを演算する。減速ステップでは、演算ステップ（ＳＴ４）で演算された締付トルクに応じて、モータ（１５）の回転数を第１の回転数から、第２の回転数に変更する。第２の回転数は、第１の回転数よりも小さい。

[0100] 上記の構成によれば、締付トルクの制御に精度が要求される場合に、制御部（４４）の減速機能によりモータ（１５）を減速させることで、締付トルクの制御の精度を向上させることができる。

[0101] また、第９の態様に係るプログラムは、第８の態様に係る電動工具（１）の制御方法を、１以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。

[0102] 上記の構成によれば、締付トルクの制御に精度が要求される場合に、制御部（４４）の減速機能によりモータ（１５）を減速させることで、締付トルクの制御の精度を向上させることができる。

[0103] 上記態様に限らず、実施形態に係る電動工具（１）の種々の構成（変形例を含む）は、電動工具（１）の制御方法及びプログラムにて具現化可能である。

符号の説明

[0104] １　電動工具

１５　モータ

１７　インパクト機構

２１　出力軸

２８　先端工具

３０　締付部材

４１　トルク測定部

４３　締付トルク演算部

４４　制御部

Ｈ１、Ｈ２　近似関数

Ｔｈ１　トルク閾値

Ｔｈ２　目標トルク

請求の範囲

[請求項1] モータと、

前記モータから動力を得て打撃力を発生させるインパクト機構と、

締付部材に締め付ける力又は緩める力を加える先端工具を保持し、前記インパクト機構によって軸回りの回転打撃が加えられる出力軸と、

前記出力軸に加えられるトルクを測定トルクとして測定するトルク測定部と、

前記トルク測定部で測定された前記測定トルクに基づいて前記締付部材に加えられる締付トルクを演算する締付トルク演算部と、

前記モータの動作を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記締付トルク演算部で演算された前記締付トルクに応じて、前記モータの回転数を第１の回転数から、前記第１の回転数よりも小さい第２の回転数に変更する減速機能を有する、

電動工具。

[請求項2] 前記制御部は、前記減速機能において、前記締付トルク演算部で演算された前記締付トルクがトルク閾値を超えると、前記モータの回転数を前記第１の回転数から前記第２の回転数に変更する、

請求項１に記載の電動工具。

[請求項3] 前記制御部は、前記減速機能において、前記締付トルク演算部で演算された前記締付トルクが、前記トルク閾値よりも大きい目標トルクに到達すると、前記モータを停止させる、

請求項２に記載の電動工具。

[請求項4] 前記制御部は、前記減速機能において、前記締付トルクに基づいて、前記締付トルクと時間との関係を表す近似関数を求め、前記近似関数の値に応じて、前記モータの回転数を前記第１の回転数から前記第２の回転数に変更する、

請求項１～３のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項5] 前記制御部は、前記第１の回転数と前記第２の回転数との比を変更する機能を有する、

請求項１～４のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項6] 前記制御部は、前記減速機能において、前記締付トルクと前記インパクト機構の打撃回数とに応じて、前記モータの回転数を前記第１の回転数から前記第２の回転数に変更する、

請求項１～５のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項7] 前記制御部は、前記減速機能を実行する第１のモードと、前記モータの回転数を前記第１の回転数に維持する第２のモードと、を有する、

請求項１～６のいずれか一項に記載の電動工具。

[請求項8] モータと、

前記モータから動力を得て打撃力を発生させるインパクト機構と、

締付部材に締め付ける力又は緩める力を加える先端工具を保持し、前記インパクト機構によって軸回りの回転打撃が加えられる出力軸と、

前記出力軸に加えられるトルクを測定トルクとして測定するトルク測定部と、を備える電動工具の制御方法であって、

前記トルク測定部で測定された前記測定トルクに基づいて前記締付部材に加えられる締付トルクを演算する演算ステップと、

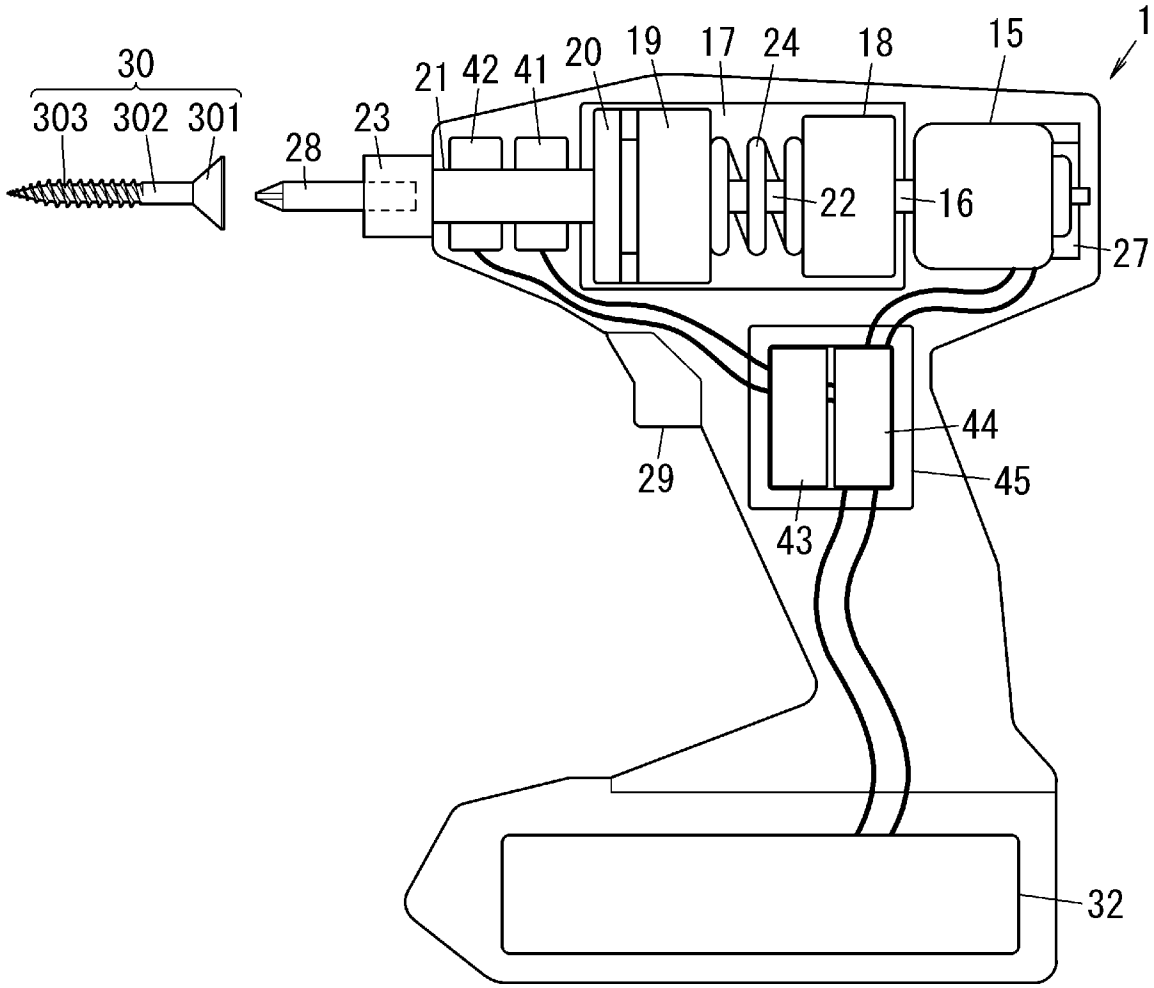
前記演算ステップで演算された前記締付トルクに応じて、前記モータの回転数を第１の回転数から、前記第１の回転数よりも小さい第２の回転数に変更する減速ステップと、を備える、

電動工具の制御方法。

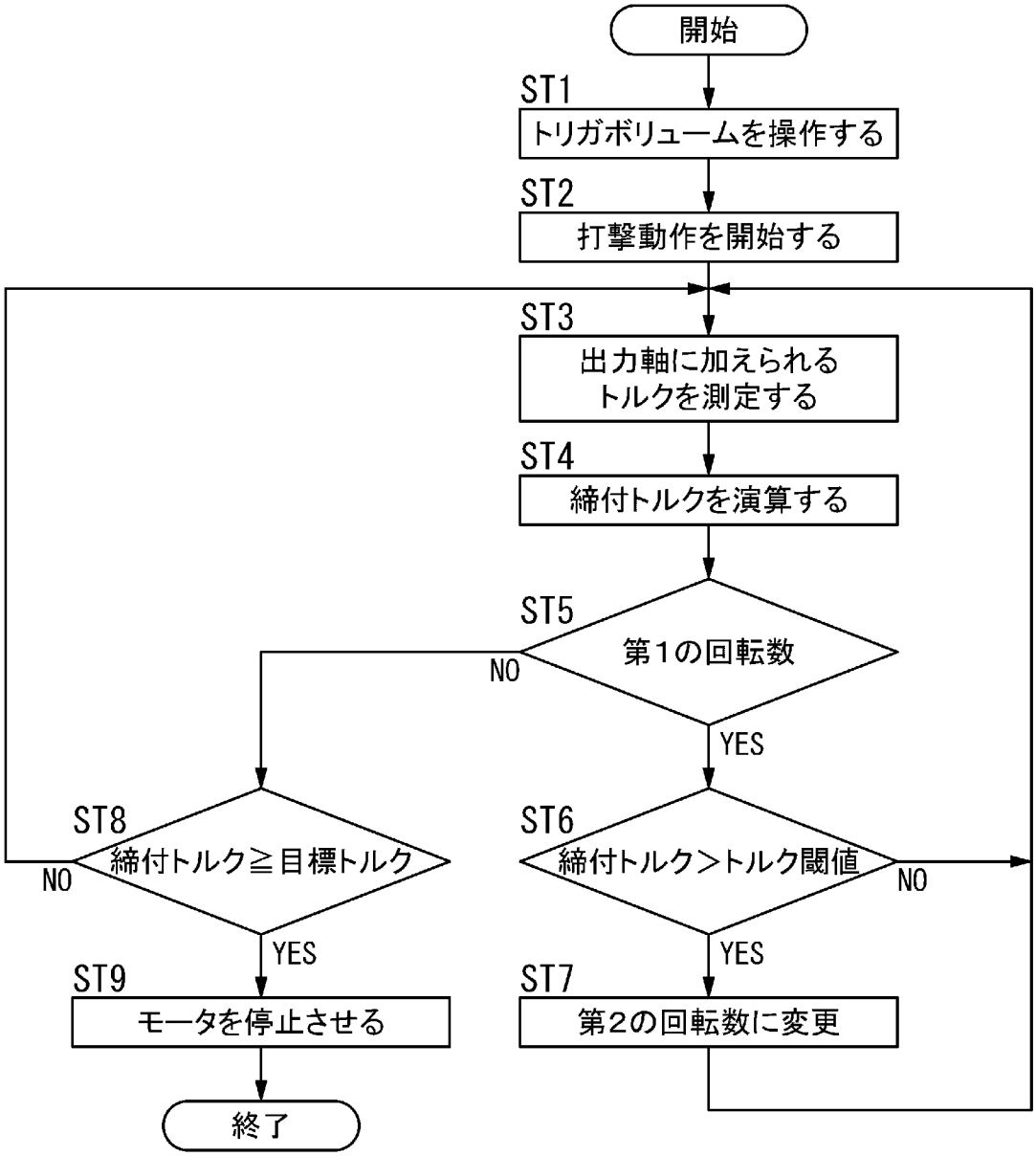
[請求項9] 請求項８に記載の電動工具の制御方法を、１以上のプロセッサに実行させるための、

プログラム。

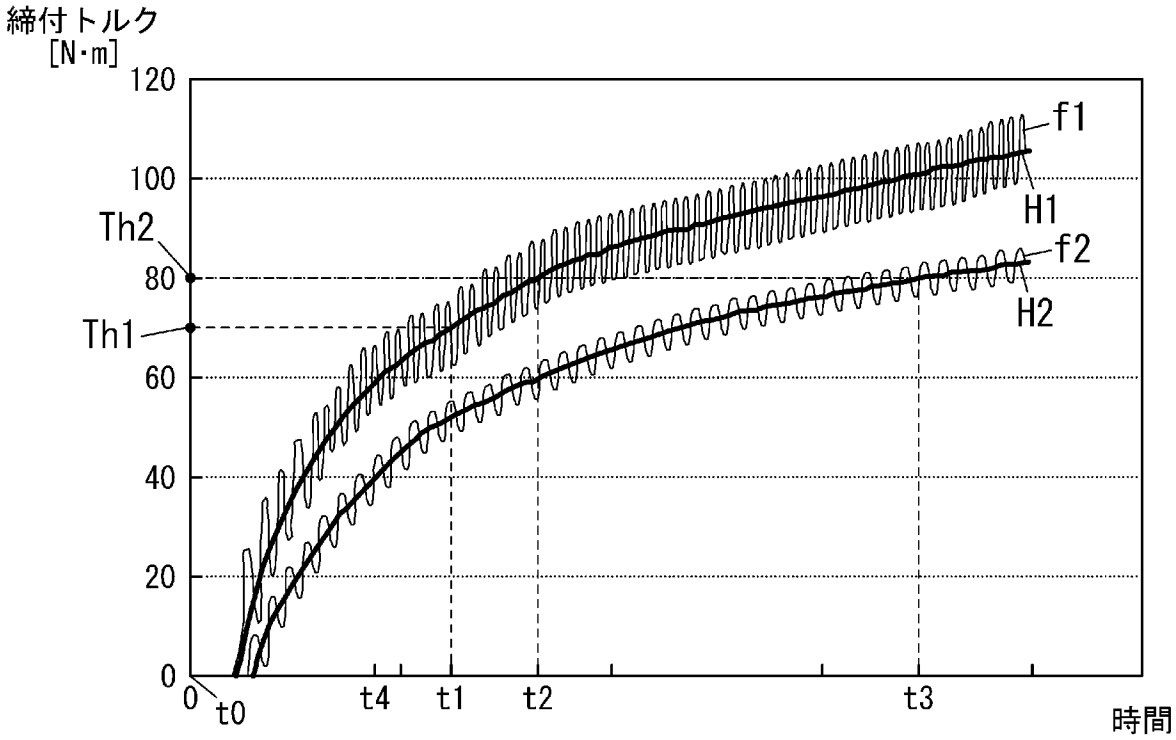
[図1]


30
303
302
301
28
23
21
42
41
20
19
17
24
18
15
1
22
16
27
44
45
29
43
32

[図2]


開始
ST1
トリガボリュームを操作する
ST2
打撃動作を開始する
ST3
出力軸に加えられる
トルクを測定する
ST4
締付トルクを演算する
ST5
第１の回転数
NO
YES
ST8
締付トルク≧目標トルク
NO
YES
ST6
締付トルク＞トルク閾値
NO
YES
ST9
モータを停止させる
ST7
第２の回転数に変更
終了

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/002671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25B 21/02(2006.01)i
FI: B25B21/02

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

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X	JP 2019-81213 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 30 May 2019 (2019-05-30) paragraphs [0012]-[0063], fig. 1-9	1-3, 5-9
A	JP 2015-91626 A (MAKITA CORPORATION) 14 May 2015 (2015-05-14) paragraph [0064], fig. 1-5	1-9

☐ 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
26 March 2021 (26.03.2021)	06 April 2021 (06.04.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/002671

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-81213 A	30 May 2019	(Family: none)	
JP 2015-91626 A	14 May 2015	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/002671

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B25B 21/02(2006.01)i
FI: B25B21/02

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））

B25B21/02

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
X	JP 2019-81213 A (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 30.05.2019 (2019-05-30) 段落0012-0063,図1-9	1-3,5-9
A	JP 2015-91626 A (株式会社マキタ) 14.05.2015 (2015-05-14) 段落0064,図1-5	1-9

☐ 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抵触するものではなく、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
26.03.2021	06.04.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
亀田　貴志 3C 1141
電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/002671

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-81213 A	30.05.2019	（ファミリーなし）	
JP 2015-91626 A	14.05.2015	（ファミリーなし）	