(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
2015 年 7 月 9 日(09.07.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/102038 A1

(51) 国際特許分類:
B25B 23/14 (2006.01) *B25B 21/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/006161

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 10 日(10.12.2014)

(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 2014-000539 2014 年 1 月 6 日(06.01.2014) JP

(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: 水野　光政 (MIZUNO, Mitsumasa). 関野　文昭 (SEKINO, Fumiaki). 大谷　隆児 (OTANI, Ryuji).

(74) 代理人: 恩田　誠, 外 (ONDA, Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (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, 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.

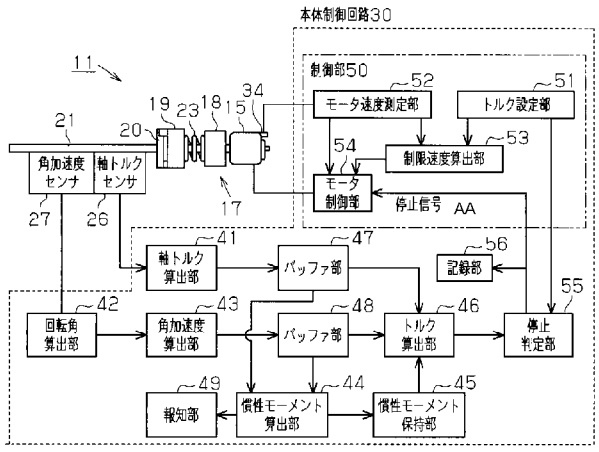
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

WO 2015/102038 A1

(54) **Title**: METHOD FOR MEASURING INERTIA MOMENT OF IMPACT ROTARY TOOL AND IMPACT ROTARY TOOL USING MEASURING METHOD

(54) 発明の名称 : インパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法とその測定方法を用いたインパクト回転工具



26 Shaft torque sensor
27 Angular acceleration sensor
30 Main body control circuit
41 Shaft torque calculation unit
42 Rotational angle calculation unit
43 Angular acceleration calculation unit
44 Inertia moment calculation unit
45 Inertia moment storage unit
46 Torque calculation unit
47, 48 Buffer unit
49 Notification unit
50 Control unit
51 Torque setting unit
52 Motor speed measuring unit
53 Speed limit calculation unit
54 Motor control unit
55 Stop determination unit
56 Recording unit
AA Stop signal

(57) **Abstract**: An impact rotary tool (11) comprises: an impact force generating unit (17) for converting power of a drive source (15) into a pulse torque and generating an impact force; an output shaft (21) for transmitting the pulse torque to a tip tool (24) by the generated impact force; a torque measuring unit (26, 41) for measuring the shaft torque applied to the output shaft (21); an angular acceleration measuring unit (27, 42, 43) for measuring the angular acceleration of the output shaft; an inertia moment calculation unit (44) for calculating the inertia moment of the tip tool when coupled to the output shaft (21) and placed in a rotating state by the output shaft, on the basis of the shaft torque and the angular acceleration; a torque calculation unit (46) for calculating a tightening torque on the basis of the angular acceleration, the shaft torque, and the inertia moment; and a control unit (50) for controlling the drive source (15) on the basis of the tightening torque.

(57) 要約: インパクト回転工具（11）は、駆動源（15）の動力をパルス状のトルクに変化させてインパクト力を発生させるインパクト力発生部（17）と、発生したインパクト力によりパルス状のトルクを先端工具（24）に伝達する出力軸（21）と、出力軸（21）に加わる軸トルクを測定するトルク測定部（26,41）と、出力軸の角加速度を測定する角加速度測定部（27,42,43）と、軸トルクと角加速度に基づいて、出力軸（21）に連結され且つ出力軸によって回転状態にある先端工具の慣性モーメントを算出する慣性モーメント算出部（44）と、角加速度と軸トルクと慣性モーメントとを基に締め付けトルクを算出するトルク算出部（46）と、締め付けトルクを基に駆動源（15）を制御する制御部（50）とを有する。

明　細　書

発明の名称 ：

インパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法とその測定方法を用いたインパクト回転工具

技術分野

[0001]　本発明は、インパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法とその測定方法を用いたインパクト回転工具に関するものである。

背景技術

[0002]　インパクト回転工具は、駆動源の一例であるモータの回転出力を減速機構で減速した回転をハンマの打撃や油圧によりパルス状の衝撃トルクに変換し、衝撃トルクによって締め付け作業や弛緩作業を行う工具である。インパクト回転工具によれば、減速機構のみを用いた回転工具と比較して高いトルクが得られるために作業性が向上する。そのため、インパクト回転工具は、建築現場や組立工場などで幅広く使用されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－２０６１８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　ところで、インパクト回転工具では、高いトルクによって対象物が締め付けられ過ぎる場合がある。その一方で、こうした締め過ぎを避けるために、ボルトやねじ等の対象物が緩めに締め付けられて、対象物が所望の強さで固定されない場合もある。

[0005]　そこで、所定のトルクで対象物の締め付けを行うために、出力軸に設けたトルクセンサ等のセンサによりトルクを測定し、センサの出力値に基づくト

ルクが目標トルク等の所定トルクに達すると、モータの駆動を停止させることが考えられる。この際、慣性モーメントの補正をする必要があるが、出力軸に取着される部材に応じて慣性モーメントが変化する虞がある。

[0006] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、慣性モーメントを適正に測定することができるインパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法とその測定方法を用いたインパクト回転工具を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一形態によるインパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法は、駆動源によって駆動される出力軸にかかる軸トルクをトルク測定部によって測定すること、前記出力軸の角加速度を角加速度測定部によって測定すること、及び、前記トルク測定部で測定された前記軸トルクと、前記角加速度測定部で測定された前記角加速度とに基づいて、前記出力軸に連結され且つ前記出力軸によって回転状態にある測定対象物の慣性モーメントを算出することを備える。

[0008] 本開示の一形態によるインパクト回転工具は、駆動源と、前記駆動源の動力をパルス状のトルクに変化させてインパクト力を発生させるインパクト力発生部と、発生した前記インパクト力によりパルス状のトルクを先端工具に伝達する出力軸と、前記出力軸に加わる軸トルクを測定するトルク測定部と、前記出力軸の角加速度を測定する角加速度測定部と、前記トルク測定部で測定された前記軸トルクと、前記角加速度測定部で測定された前記角加速度とに基づいて、前記出力軸に連結され且つ前記出力軸によって回転状態にある先端工具の慣性モーメントを算出する慣性モーメント算出部と、前記角加速度と前記軸トルクと前記慣性モーメントを基に締め付けトルクを算出するトルク算出部と、前記締め付けトルクを基に前記駆動源を制御する制御部とを備える。

[0009] 一形態において、前記駆動源は電動モータである。この場合、前記トルク測定部は、前記駆動源への通電電流の測定値から前記軸トルクを測定しても

よい。

一形態において、前記駆動源は電動モータである。この場合、前記角加速度測定部は、前記駆動源の速度から前記出力軸の角加速度を測定してもよい。

[0010] 一形態において、前記インパクト回転工具は、前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備える。前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸が回転する際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0011] 一形態において、前記インパクト回転工具は、前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備える。前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸が回転する際の前記軸トルク及び前記角加速度と、前記出力軸が停止する際の前記軸トルク及び前記角加速度とに基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0012] 一形態において、前記インパクト回転工具は、前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備える。前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸の加速又は減速が複数回行われた際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0013] 一形態において、前記インパクト回転工具は、前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備える。前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸の加速及び減速が複数回行われた際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0014] 一形態において、前記出力軸には締結部材が取着された前記先端工具が取

り付けられ、前記インパクト回転工具は締結対象物に対して前記締結部材の締め作業を行うものである。前記慣性モーメント算出部は、前記締め作業の開始から前記締結部材が前記締結対象物に着座するまでの間の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0015] 一形態において、前記出力軸に連結された前記先端工具の慣性モーメントの算出完了を報知する報知部をさらに備えてもよい。

発明の効果

[0016] 本開示によれば、インパクト回転工具の慣性モーメントを適正に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施形態におけるインパクト回転工具の模式側断面図である。

[図2]インパクト回転工具の電気的構成を示すブロック図である。

[図3]（ａ）はインパクト回転工具の一方向回転時の回転角度変化について説明するための説明図であり、（ｂ）はインパクト回転工具の一方向回転時の角速度変化について説明するための説明図である。

[図4]インパクト回転工具の慣性モーメント算出について説明するためのフローチャートである。

[図5]インパクト回転工具の動作の一例を示すフローチャートである。

[図6]（ａ）軸トルクセンサ出力を示すグラフであり、（ｂ）は回転エンコーダのパルス信号を示すグラフであり、（ｃ）は軸部回転に伴う角度変化を示すグラフである。

[図7]トルク算出部から出力される電圧信号の波形を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、インパクト回転工具の一実施形態を図面に従って説明する。

図１に示すように、インパクト回転工具１１は、把持可能な手持ち式であり、例えばインパクトドライバーあるいはインパクトレンチ等である。インパクト回転工具１１の外装を形成する本体ハウジング１２は、有底筒状の胴部１３と、胴部から延出するハンドル部１４とを備える。ハンドル部１４は

、胴部１３の軸線に対して交差する一方向であって、図１における下方に向かって胴部１３から延びている。

[0019] 胴部１３内の基端部側であって、図１における右側の位置には、駆動源の一例としてのモータ１５が配設されている。モータ１５は、モータ１５の回転軸線が胴部１３の軸線に一致し、かつ、モータ１５の軸１６が胴部１３の先端側を向くように胴部１３内に配設される。モータ１５は、例えばブラシモータ又はブラシレスモータ等の直流モータである。モータ１５の軸１６には、インパクト力発生部１７が接続されている。インパクト力発生部１７は、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させる。

[0020] インパクト力発生部１７は、モータ１５側から順に減速機構１８と、ハンマ１９と、アンビル２０と、出力軸の一例である主軸２１とを備える。

減速機構１８は、モータ１５の回転を所定の減速比で減速させて必要なトルクを得る。ハンマ１９には、減速機構１８により減速されてトルクが高められた回転力が伝達される。アンビル２０は、ハンマ１９によって打撃される。主軸２１には、ハンマ１９の打撃によって回転力が衝動的に印加される。なお、主軸２１はアンビル２０の一部としてアンビル２０に一体形成されてもよいし、アンビル２０とは別に形成された主軸２１がアンビル２０に固定された構成としてもよい。

[0021] ハンマ１９は、減速機構１８の出力により回転する駆動軸２２に取り付けられている。ハンマ１９は、駆動軸２２に対して回転自在であり、かつ、駆動軸２２に沿って前後方向にスライド可能である。また、ハンマ１９は、減速機構１８とハンマ１９との間に介装されたコイルばね２３の弾性力により、図１における左方側である胴部１３の先端側へ付勢され、アンビル２０と当接する位置に配置される。

[0022] ハンマ１９には、アンビル２０に向けて延びる一対の当接部１９ａが周方向に沿って等配され、各当接部１９ａは、アンビル２０の径方向へ延出する当接部２０ａと周方向にて当接する。減速機構１８によって減速された駆動

軸２２の回転は、ハンマ１９とアンビル２０とが当接部１９ａ，２０ａの当接を介して一体に回転することにより、アンビル２０と同軸の主軸２１に伝達される。胴部１３の先端部であって、図１における左端部には、先端工具２４を着脱可能としたソケット孔を有するチャック部１３ａが設けられている。

[0023] 先端工具２４の回転によりボルト又はねじ等の締結部材の締め付け作業が進んだときには、例えば、締結部材の締め付け始め等と比べて、主軸２１に加わる負荷が大きい。あるいは、先端工具２４の回転によりボルト又はねじ等の締結部材の緩め作業が進んだときには、例えば、締結部材の緩め始め等と比べて、主軸２１に加わる負荷が小さい。そして、ハンマ１９とアンビル２０との間に所定以上の力が加わった状態では、ハンマ１９はコイルばね２３を圧縮しつつ駆動軸２２に沿って後方であって、図１では右方へ移動する。ハンマ１９が、こうした移動によってアンビル２０から離間すると、アンビル２０に対して回動する。そして、ハンマ１９がアンビル２０に対して一定以上回動すると、コイルばね２３の圧縮力が開放されることによって、ハンマ１９は、コイルばね２３の付勢力によりアンビル２０に向かって移動しつつ回動によってアンビル２０を打撃する。ハンマ１９の打撃は、主軸２１が受ける負荷によって、アンビル２０に対してハンマ１９が一定以上回動する度に繰り返される。こうしたハンマ１９によるアンビル２０の打撃は、インパクトとして締結部材に作用する。

[0024] 図１に示されるように、インパクト回転工具１１の主軸２１には、軸トルクセンサ２６と、角加速度センサ２７とが取り付けられている。

軸トルクセンサ２６は、例えばねじり歪みの検出が可能な磁歪式歪センサであり、主軸２１にトルクが加わることにより発生する軸の歪に応じた透磁率の変化を非回転部分に設置されたコイルで検出し、歪に比例した電圧信号を出力する。軸トルクセンサ２６の出力する電圧信号がトルクに対応するトルク検出信号Ｓ１（図６（ａ）参照）であり、トルク検出信号Ｓ１は、軸トルクセンサ２６から本体制御回路３０の軸トルク算出部４１へ出力される。

[0025] 角加速度センサ２７は、本実施形態では回転エンコーダであって、主軸２１の回転に応じた２相のパルスを回転角算出部４２に出力し、この２相のパルスが回転角算出部４２で回転角（角度変化量）に変換される。

[0026] ハンドル部１４には、操作部としてのトリガレバー２９が設けられ、操作者によってトリガレバー２９が操作されることによって、インパクト回転工具１１は駆動される。また、ハンドル部１４の下端部には、略四角箱状の収容ケースからなる電池パック装着部３１が着脱可能に設けられ、電池パック装着部３１内には、二次電池である電池パック３２が収容されている。インパクト回転工具１１は、電池パック３２を駆動用電源とする充電式である。電池パック３２は電力線３３を通じて本体制御回路３０に接続されている。

[0027] モータ１５には、モータ１５の回転速度を検出する速度検出部３４が設けられている。速度検出部３４は、例えば、モータ１５の回転数に比例した周波数を有する周波数信号を生成する周波数ジェネレータとして具体化される。速度検出部３４は、例えば、回転エンコーダ等でもよく、モータ１５がブラシレスモータである場合には、速度検出部３４は、ホールセンサでもよく、ホールセンサの信号や逆起電力によって回転速度を検出することができる。速度検出部３４は、回転速度に対応する信号を本体制御回路３０に出力する。

[0028] 本体制御回路３０は、リード線３５によってモータ１５に対して電気的に接続されて、モータ１５の駆動等を制御する。また、本体制御回路３０には、トリガレバー２９の操作を検知するトリガースイッチが電気的に接続されている。

[0029] 本体制御回路３０は、操作者がトリガレバー２９を操作しているときに、トリガレバー２９の引き込み量に応じてモータ１５の回転速度を変化させる等の制御を行う。本体制御回路３０は、モータドライバを介してモータ１５への通電を制御し、モータ１５の回転制御及びトルク設定を行う。さらに、本体制御回路３０は、軸トルクセンサ２６の出力と角加速度センサ２７の出力を用いて算出した締め付けトルクが目標トルクを超えた場合に停止信号等

を出力するようになっている。

[0030] 本体制御回路３０は、リード線３５によってモータ１５に対して電気的に接続されて、モータ１５の駆動等を制御する。また、本体制御回路３０には、軸トルクセンサ２６及び角加速度センサ２７からの信号を本体制御回路３０に入力する信号線３６，３７が接続されている。

[0031] 次に、図２を参照してインパクト回転工具１１の電気的構成を説明する。

図２に示すように、インパクト回転工具１１は、軸トルクセンサ２６と角加速度センサ２７と、本体制御回路３０とを備える。

[0032] 本体制御回路３０は、軸トルクセンサ２６から出力された信号に基づいて主軸２１に加わるトルク（軸トルク）を算出する軸トルク算出部４１と、角加速度センサ２７から出力された信号を入力し回転角を算出する回転角算出部４２とを有する。さらに本体制御回路３０は、回転角算出部４２によって算出された回転角を基に角加速度を算出する角加速度算出部４３を有する。本実施例においては、軸トルクセンサ２６及び軸トルク算出部４１によってトルク測定部が構成され、角加速度センサ２７、回転角算出部４２、及び角加速度算出部４３によって角加速度測定部が構成されている。

[0033] さらに本体制御回路３０は、軸トルク算出部４１で算出された軸トルクと角加速度算出部４３で算出された角加速度とに基づいて先端工具２４の回転軸（主軸２１）回りの慣性モーメントを算出する慣性モーメント算出部４４を有する。さらに本体制御回路３０は、慣性モーメント算出部４４で算出された慣性モーメントを保持（記憶）する慣性モーメント保持部４５と、軸トルクと角加速度と慣性モーメントを基に締め付けトルクＴを算出するトルク算出部４６を備える。

[0034] また、本実施形態の本体制御回路３０では、軸トルク算出部４１によって算出された軸トルクがバッファ部４７に蓄積されるとともに、角加速度算出部４３によって算出された角加速度がバッファ部４８に蓄積されるようになっている。

[0035] また、本体制御回路３０は、モータ１５のトルク管理及び速度制御等を行

う制御部５０を備える。制御部５０は、締め付けトルクＴの目標値となる目標トルクＴｏを設定するトルク設定部５１を備える。

[0036] トルク設定部５１は、例えば、ユーザが操作可能なトルク設定操作部（ボリューム調整つまみ等）を含み、制限速度算出部５３及び停止判定部５５と電気的に接続されている。トルク設定部５１は、モータ１５の駆動を停止させる際の目標トルクＴｏを、操作者によるトルク設定操作部の操作により設定された設定トルクに基づいて設定する。トルク設定部５１は、例えば、設定トルクの±１０％の範囲内に目標トルクＴｏ（図７参照）を設定する。トルク設定部５１は、設定トルクそのものを目標トルクＴｏとする構成でもよい。

[0037] 制御部５０は、モータ１５の回転速度を測定するモータ速度測定部５２と、制限速度を算出する前記制限速度算出部５３と、モータ１５の駆動を制御するモータ制御部５４とを備える。本体制御回路３０にはＣＰＵが設けられ、各部５２～５４は、例えば、ＣＰＵが実行する制御用プログラム（ソフトウェア）によって実現される。なお、各部５２～５４は、ＡＳＩＣ等の集積回路によりハードウェアで構成されてもよい。あるいは、各部５２～５４における一部がソフトウェアで構成され、かつ、その他の一部がハードウェアで構成されてもよい。

[0038] モータ速度測定部５２は、速度検出部３４から入力した速度に対応する信号に基づきモータ１５の回転速度を測定する。制限速度算出部５３は、測定されたモータ１５の回転速度と予め設定されている目標トルクＴｏとを入力し、目標トルクＴｏの大きさに応じて、トリガレバー２９を引いた時のモータ１５の回転速度の制限速度を算出する。モータ制御部５４は、モータ１５の回転速度を制限速度以下に制限するようにモータ１５の駆動を制御する。例えば、モータ制御部５４は、目標トルクＴｏが小さいときには、トリガレバー２９を最大限に引いても、モータ１５を最高速度に達しない速度に制限する。

[0039] 本体制御回路３０は、トルク算出部４６で算出したトルク値（締め付けト

ルクＴ）が目標トルクＴｏに達したか否かを判定する停止判定部５５を備える。また本体制御回路３０は、停止時のトルク値などを記録する記録部５６を備える。

[0040] （慣性モーメント設定モード）

本実施形態のインパクト回転工具１１は、慣性モーメントを設定する慣性モーメント設定モードを有する。この慣性モーメント設定モードでは、本体制御回路３０は、例えば作業者が実際の作業をする前に、出力軸としての主軸２１に先端工具２４が連結された状態での慣性モーメントＩを算出して設定を行う。先端工具２４は、慣性モーメントＩの測定対象物に相当する。この慣性モーメント設定モードは、例えばインパクト回転工具１１に設けられるモード選択ボタン（図示略）が作業者によって任意のタイミングで押下されることで選択することが可能となっている。

[0041] また、本実施形態のインパクト回転工具１１に備えられる慣性モーメント設定モードでは、本体制御回路３０は、作業者がトリガレバー２９を一旦引き込んで、トリガレバー２９を離す一連の操作で慣性モーメントＩを設定するようになっている。

[0042] ここで、図３（ａ）に示すように、トリガレバー２９が引き込まれると主軸２１が回転し、所定期間ｔ１において回転角度が下に凸の二次曲線（放物線）を描くように増大する。このとき、図３（ｂ）に示すように、角速度は増加（加速）する。

[0043] その後、トリガレバー２９を引き込んだ状態を維持すると、図３（ａ）中、期間ｔ２で示すように主軸２１は等回転角度で回転する。このとき、図３（ｂ）に示すように、角速度は変化しない、即ち等速となる。

[0044] そして、トリガレバー２９を離すと、主軸２１の回転が緩やかとなり、所定期間ｔ３において回転角度が上に凸の二次曲線（放物線）を描くように緩やかに増大する。このとき、図３（ｂ）に示すように、角速度は減少（減速）する。

[0045] 上述したことから、本実施形態の慣性モーメント設定モードでは、本体制

御回路３０は、一方向に主軸２１が回転する際に速度が変化する加速時（所定期間ｔ１）の慣性モーメントと減速時（所定期間ｔ３）の慣性モーメントとを算出するようになっている。

[0046] 図２及び図４に示すように、トリガレバー２９が操作されてトリガースイッチ（図示略）がオン状態とされると（ステップＳ１０：ＹＥＳ）、制御部５０のモータ制御部５４は、モータ１５に駆動電流を供給してモータ１５を駆動させる（ステップＳ１１）。これにより、主軸２１並びに先端工具２４が回転される。

[0047] 次いで、出力軸である主軸２１の軸トルクを軸トルクセンサ２６並びに軸トルク算出部４１により算出する（ステップＳ１２）。

次いで、ステップＳ１２で算出された軸トルクをバッファ部４７に記憶する（ステップＳ１３）。

[0048] 次いで、主軸２１の角加速度を角加速度センサ２７、回転角算出部４２及び角加速度算出部４３により算出する（ステップＳ１４）。

次いで、ステップＳ１４で算出された角加速度をバッファ部４８に記憶する（ステップＳ１５）。

[0049] 次いで、モータ１５の加速が終了したか否かをモータ速度測定部５２により判定する（ステップＳ１６）。ここで、モータ速度測定部５２の測定結果によりモータ１５の加速が続いている間は（ステップＳ１６：ＮＯ）、ステップＳ１２から処理を繰り返す。

[0050] そして、モータ１５の加速が終了すると（ステップＳ１６：ＹＥＳ）、加速期間中にバッファ部４７に記憶された軸トルクの情報が慣性モーメント算出部４４に出力されて慣性モーメント算出部４４によりトルク平均値Ｔを算出する（ステップＳ１７）。

[0051] 次いで、加速期間中にバッファ部４８に記憶された角加速度の情報が慣性モーメント算出部４４に出力されて慣性モーメント算出部４４により角加速度の平均値αを算出する（ステップＳ１８）。

[0052] 次いで、慣性モーメント算出部４４はトルク平均値Ｔと角加速度の平均値

αから加速期間中の慣性モーメントＩ１を算出する（ステップＳ１９）。なお、慣性モーメントＩ１は、Ｉ１＝Ｔ１／αにより算出することができる。ちなみに、ステップＳ１７からステップＳ１９間において角加速度の算出や軸トルクの算出等は行わなくてもよい。

[0053] そして、トリガレバー２９が引き戻されてトリガースイッチがオフ状態とされると（ステップＳ２０：ＹＥＳ）、制御部５０のモータ制御部５４は、モータ１５への駆動電流の供給を停止させてモータ１５の減速が開始される（ステップＳ２１）。これにより、主軸２１並びに先端工具２４の回転速度が徐々に減速される。

[0054] 次いで、主軸２１の軸トルクを軸トルクセンサ２６並びに軸トルク算出部４１により算出する（ステップＳ２２）。

次いで、ステップＳ２２で算出された軸トルクをバッファ部４７に記憶する（ステップＳ２３）。

[0055] 次いで、主軸２１の角加速度を角加速度センサ２７、回転角算出部４２及び角加速度算出部４３により算出する（ステップＳ２４）。

次いで、ステップＳ２４で算出された角加速度をバッファ部４８に記憶する（ステップＳ２５）。

[0056] 次いで、モータ１５の減速が終了したか否か、即ちモータ１５が停止したか否かをモータ速度測定部５２により判定する（ステップＳ２６）。ここで、モータ速度測定部５２の測定結果によりモータ１５の減速が続いている間は（ステップＳ２６：ＮＯ）、ステップＳ２２からの処理を繰り返す。

[0057] そして、モータ１５の減速が終了すると（ステップＳ２６：ＹＥＳ）、減速期間中にバッファ部４７に記憶された軸トルクの情報が慣性モーメント算出部４４に出力されて慣性モーメント算出部４４によりトルク平均値Ｔを算出する（ステップＳ２７）。

[0058] 次いで、減速期間中にバッファ部４８に記憶された角加速度の情報が慣性モーメント算出部４４に出力されて慣性モーメント算出部４４により角加速度の平均値αを算出する（ステップＳ２８）。

[0059] 次いで、慣性モーメント算出部４４はトルク平均値Ｔと角加速度の平均値αから減速期間中の慣性モーメントＩ２を算出する（ステップＳ２９）。なお、慣性モーメントＩ２は、Ｉ２＝Ｔ２／αにより算出することができる。

[0060] 次いで、慣性モーメント算出部４４はステップＳ１９及びステップＳ２９で算出した慣性モーメントＩ１，Ｉ２から加速期間中及び減速期間中における平均の慣性モーメントＩを算出する（ステップＳ３０）。なお、慣性モーメント算出部４４は、慣性モーメントＩを慣性モーメント保持部４５に出力して、慣性モーメント保持部４５に慣性モーメントＩを記憶する。これによって、先端工具２４を主軸２１に連結した状態での慣性モーメントＩを設定できるため、実際の作業時の慣性モーメントと近づけることが可能となっている。

[0061] 次に、本実施形態のインパクト回転工具１１の作用を説明する。

例えば、操作者がボルトやねじ等を締め付ける時には、予めトルク設定部５１が操作されて設定トルクが設定される。

[0062] 図１、図２及び図５に示すように、トリガレバー２９が操作されてトリガースイッチ（図示略）がオン状態とされる（ステップＳ４０）と、制御部５０は、トルク設定部５１によって設定された設定トルクと慣性モーメント保持部４５に保持された慣性モーメントを確認する（ステップＳ４１）。

[0063] そして、停止判定部５５は、トルク設定部５１によって設定された設定トルクに基づいて閾値である目標トルクＴｏを設定する（ステップＳ４２）。次いで、制御部５０のモータ制御部５４は、モータ１５に駆動電流を供給してモータ１５を駆動させる（ステップＳ４３）。

[0064] 次いで、本体制御回路３０の軸トルク算出部４１は、軸トルクセンサ２６によって検出されたトルク検出信号Ｓ１を常時取得する（ステップＳ４４）。軸トルク算出部４１は、一時記憶領域であるバッファ部４７に１打撃分のトルク検出信号Ｓ１（衝撃波形）を出力して、バッファ部４７は各打撃のトルク検出信号Ｓ１を蓄積していく（ステップＳ４５）。

[0065] また、本体制御回路３０の回転角算出部４２は、角加速度センサ２７によ

って検出されたＡ相、Ｂ相のパルス信号（回転エンコーダ信号）Ｓａ，Ｓｂを取得する（ステップＳ４６）。ちなみに図６（ｂ）に示すように、パルス信号Ｓａ，Ｓｂは互いに９０度位相のずれた矩形波状の信号である。

[0066] 次いで、回転角算出部４２は、回転角度を算出する（ステップＳ４７）。ここで、その回転角度の変化の一例について説明すると、図６（ｃ）に示すように、衝撃により回転角度が増える。具体的には、アンビル２０が回転駆動されると、まずアンビル２０と先端工具２４との間、次いで先端工具２４と締結部材との間の回転ガタが詰まり、締結部材等が若干ねじれることで回転角度が増える（区間Ｐ１）。次いで、締結部材が実際に締まることでさらに回転角度が増える（区間Ｐ２）。そして、締結部材が締まらなくなった後は、締結部材等のねじれがもどり、さらに回転ガタができ始めることにより回転角度が減る（区間Ｐ３）。

[0067] 次いで、角加速度算出部４３は、締結部材が実際に締まりだす締まり期間である区間Ｐ２を算出する（ステップＳ４８）。ここで、直前の打撃時における最大角度と、今回の打撃時における最大角度との差分に対応する区間として、角加速度算出部４３は区間Ｐ２を算出する。

[0068] 次いで、トルク算出部４６は、角加速度算出部４３によって算出された締まり期間である区間Ｐ２に基づいてトルクの算出期間を設定する（ステップＳ４９）。本例においては、トルクの算出期間は区画Ｐ２に設定される。

次いで、トルク算出部４６は、バッファ部４７に蓄積された１打撃分の衝撃波形（トルク検出信号Ｓ１）の内で区間Ｐ２の範囲におけるトルク値の平均値を測定トルクＴｓとして算出する（ステップＳ５０）。

[0069] また、角加速度算出部４３は、締まり期間である区間Ｐ２に基づいて回転角度の算出期間を設定する（ステップＳ５１）。本例においては、回転角度の算出期間は区間Ｐ２に設定される。

次いで、角加速度算出部４３は、区間Ｐ２の範囲における回転角度θのデータから角加速度αを算出する（ステップＳ５２）。角加速度αの算出方法として、まず、区間Ｐ２の範囲での２次近似曲線を作成する。２次近似曲線

の式は次式で表される。

[0070] [数1]

$$\theta = at^2 + bt + c$$

ここで、角加速度αは、角度θの２回微分で導出されることから次式で角加速度αを算出することができる。

[0071] [数2]

$$\alpha = \frac{d^2\theta}{dt^2} = 2a$$

ちなみに、角加速度αは、締まり期間である区間Ｐ２においても変動する虞があるが、角加速度αの算出を容易とするため、また区間Ｐ２での平均的な値を得るという考えのもと、区間Ｐ２では角加速度αを一定として導出している。

[0072] 次いで、角加速度算出部４３で算出された角加速度αがバッファ部４８を介してトルク算出部４６に出力される。トルク算出部４６では、自身で算出した区間Ｐ２における測定トルクＴｓと、入力された角加速度αと、慣性モーメント保持部４５で保持された慣性モーメントＩにより締め付けトルクＴを算出する（ステップＳ５３）。締め付けトルクＴは次式で算出することができる。但し、次式のＡ，Ｂ，Ｃは調整（補正）用の係数であって、この係数は調整等が不要であればＡ＝１，Ｂ＝１，Ｃ＝０として考えてもよい。

[0073] [数3]

$$T = Ts \times A - I \times \alpha \times B + C$$

ここで、打撃毎に算出した締め付けトルクＴが単調増加せずに減ってしま

う場合があるため、トルク算出部４６は、例えばこれらを考慮して締め付けトルクＴを算出する（ステップＳ５４）。このとき、トルク算出部４６は、例えば２打撃分や３打撃分のデータの移動平均によって締め付けトルクＴを算出する。但し、算出した打撃後との締め付けトルク算出バラツキが小さく締め付けトルクＴが単調増加する場合はこのステップＳ５４を飛ばして、次のステップを実施してもよい。

[0074] ここで、締め付けトルクＴの変化について説明する。図７に示すように、インパクト回転工具１１によるねじの締め付けが開始された直後はハンマ１９によってアンビル２０が打撃されない。このため、軸トルクセンサ２６の出力はねじやボルト等の締結部材の締め付けが進むにつれて徐々に増加する（図７中のＤで図示）。これに対し、トルクが一定値を超えることでハンマ１９によるアンビル２０の打撃が生じると、インパクトパルスＩＰが繰り返し発生する。そして、インパクトパルスＩＰの発生毎に締め付けトルクＴの算出値が更新され、その算出値が次の締め付けトルクＴの算出まで保持される。締め付けトルクＴの算出には時間を要するため、インパクトパルスＩＰの発生から所定時間遅れて算出値が更新される。締め付けトルクＴはねじやボルト等の締結部材の締め付けが進むに従って次第に大きくなる。このため、トルク算出部４６によって算出された締め付けトルクＴの算出値は、インパクトパルスＩＰが生じる毎に階段状に更新されることとなる。

[0075] そして、算出した締め付けトルクＴが目標トルクＴｏ未満である場合（ステップＳ５５：ＮＯ）、停止判定部５５は停止信号を出力しない。このため、ステップＳ４４並びにステップＳ４６から処理が繰り返される。

[0076] また、算出した締め付けトルクＴが目標トルクＴｏ以上である場合（ステップＳ５５：ＹＥＳ）、停止判定部５５は、モータ制御部５４に対してモータ１５における駆動電流の停止を指令する停止信号を出力する。そして、停止判定部５５からの停止信号が入力されたモータ制御部５４は、モータ１５への駆動電流の供給を停止させてモータ１５の駆動を停止させる（ステップＳ５６）。すなわち、制御部５０は、トルク算出部４６が算出したトルクが

目標トルクＴｏに達した場合にモータ１５の駆動を停止させる。結果として、締め付けトルクＴが目標トルクＴｏになると、インパクト回転工具１１の駆動が停止される。

[0077] また、停止判定部５５は、操作者によって行われた作業毎に、締め付けに要したトルク値や、締め付けに要した時間等を記録部５６に記録する。そのため、例えば、作業が完了した後に、作業毎のトルク値や時間を操作者は得ることができるようになっている。

[0078] 次に、本実施形態の効果を記載する。

（１）慣性モーメント算出部４４により先端工具２４が主軸２１に連結された状態の慣性モーメントを算出することで実際の作業における慣性モーメントを適正に測定することが可能となる。これによって、締め付けトルクの算出精度を向上させることが可能となる。

[0079] （２）慣性モーメント算出部４４により、出力軸としての主軸２１が加速及び減速しているときの慣性モーメントを算出しているため、加速又は減速のみの慣性モーメントを算出する場合と比較して慣性モーメントの算出精度を向上させることが可能となる。

[0080] なお、上記実施形態は、以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、慣性モーメント算出部４４により、出力軸としての主軸２１が加速及び減速しているときの慣性モーメントを算出したが、これに限らない。例えば、主軸２１が加速又は減速しているときの慣性モーメントのみを算出して、その慣性モーメントを締め付けトルク算出に用いてもよい。

[0081] ・上記実施形態では、出力軸としての主軸２１の加速及び減速がそれぞれ一度行われる場合の慣性モーメントを慣性モーメント算出部４４により算出したが、これに限らない。例えば、加速又は減速を複数回行い、加速毎又は減速毎に軸トルク及び角加速度から慣性モーメントを慣性モーメント算出部４４により算出してもよい。さらに、加速及び減速を複数回行い、加速毎及び減速毎に軸トルク及び角加速度から慣性モーメントを慣性モーメント算出

部４４により算出してもよい。

[0082] ・上記実施形態では、先端工具２４にボルトやねじ等の締結部材を取り付けない状態で慣性モーメントを算出する構成としたが、締結部材を先端工具２４に取り付けた状態で慣性モーメントを算出してもよい。これによって、より実際の作業に近い慣性モーメントを算出することができる。この際、例えば、締結部材の締め作業の開始から締結部材が締結対象物に着座するまでの間の軸トルク及び角加速度を測定し、測定された軸トルク及び角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出してもよい。

[0083] ・上記実施形態では特に言及していないが、慣性モーメント設定モード時において慣性モーメント算出部４４により慣性モーメントの算出が完了したら、図２に示す報知部４９によって作業者に慣性モーメントの算出完了を報知する構成を採用してもよい。報知方法としては、音声やブザー音などによる方法や振動によって報知することが考えられる。

[0084] ・上記実施形態において、例えば、モータ１５への通電電流の測定値から軸トルクを測定（推定）する構成を採用してもよい。これによって、軸トルクセンサ２６を省略することが可能となる。

[0085] ・上記実施形態において、例えば、モータ１５の速度から主軸２１の角加速度を測定（推定）する構成を採用してもよい。なお、モータ１５の速度測定は上記実施形態で述べたように、速度検出部３４から入力した速度に対応する信号に基づきモータ１５の回転速度を測定することで可能である。これによって、角加速度センサ２７を省略することが可能となる。

[0086] ・上記実施形態における角加速度αの算出式は一例であって適宜変更してもよい。

・上記実施形態では、角加速度センサ２７として回転エンコーダを用いて角度検出を行う構成としたが、これに限らない。角加速度センサ２７として角速度検出を行う角速度センサ（ジャイロセンサ）を用いてもよい。この場合、ジャイロセンサで検出された角速度を時間微分することで角加速度を算出することが可能である。

[0087] また、角加速度センサ２７として主軸２１表面の周方向の加速度検出を可能とする加速度センサを用いてもよい。この場合、加速度センサで検出された加速度を半径で除算することで角加速度を算出することが可能である。

[0088] ・モータ１５は、ブラシモータ又はブラシレスモータ以外の直流モータ又は交流モータでもよい。

・インパクト回転工具１１の駆動源は、モータに限らず、例えば、ソレノイドでもよい。また、モータやソレノイドのような電動式の駆動源に限らず、油圧式の駆動源でもよい。

[0089] ・インパクト回転工具１１は充電式でないＡＣインパクト回転工具やエア式インパクト回転工具でもよい。

・トルクセンサとして、歪みゲージを主軸２１に接着固定してスリップリングや非接触通信でデータを取得する構成を採用してもよい。

[0090] ・上記実施形態では、インパクト回転工具を把持可能な手持ち式としたが、これに限らない。

・上記実施形態並びに上記各変形例は適宜組み合わせてもよい。

請求の範囲

[請求項1] インパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法であって、

駆動源で駆動される出力軸にかかる軸トルクをトルク測定部によって測定すること、

前記出力軸の角加速度を角加速度測定部によって測定すること、

前記トルク測定部で測定された前記軸トルクと、前記角加速度測定部で測定された前記角加速度とに基づいて、前記出力軸に連結され且つ前記出力軸によって回転状態にある測定対象物の慣性モーメントを慣性モーメント算出部によって算出すること、

を備えるインパクト回転工具の慣性モーメントの測定方法。

[請求項2] インパクト回転工具であって、

駆動源と、

前記駆動源の動力をパルス状のトルクに変化させてインパクト力を発生させるインパクト力発生部と、

発生した前記インパクト力によりパルス状のトルクを先端工具に伝達する出力軸と、

前記出力軸に加わる軸トルクを測定するトルク測定部と、

前記出力軸の角加速度を測定する角加速度測定部と、

前記トルク測定部で測定された前記軸トルクと、前記角加速度測定部で測定された前記角加速度とに基づいて、前記出力軸に連結され且つ前記出力軸によって回転状態にある先端工具の慣性モーメントを算出する慣性モーメント算出部と、

前記角加速度と前記軸トルクと前記慣性モーメントとを基に締め付けトルクを算出するトルク算出部と、

前記締め付けトルクを基に前記駆動源を制御する制御部と、

を備えるインパクト回転工具。

[請求項3] 請求項２に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源は電動モータであり、

前記トルク測定部は、前記駆動源への通電電流の測定値から前記軸トルクを測定することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項4] 請求項２又は３に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源は電動モータであり、

前記角加速度測定部は、前記駆動源の速度から前記出力軸の角加速度を測定することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項5] 請求項２～４のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備え、

前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、

前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸が回転する際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項6] 請求項２～４のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備え、

前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、

前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸が回転する際の前記軸トルク及び前記角加速度と、前記出力軸が停止する際の前記軸トルク及び前記角加速度とに基づいて前記慣性モーメントを算出することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項7] 請求項２～４のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備え、

前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けら

れ、

前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸の加速又は減速が複数回行われた際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項8] 請求項２～４のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

前記駆動源を駆動させるために操作する操作部をさらに備え、

前記出力軸には、測定対象物である前記先端工具のみが取り付けられ、

前記慣性モーメント算出部は、作業者により前記操作部が操作されて前記出力軸の加速及び減速が複数回行われた際の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出することを特徴とするインパクト回転工具。

[請求項9] 請求項２～４のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

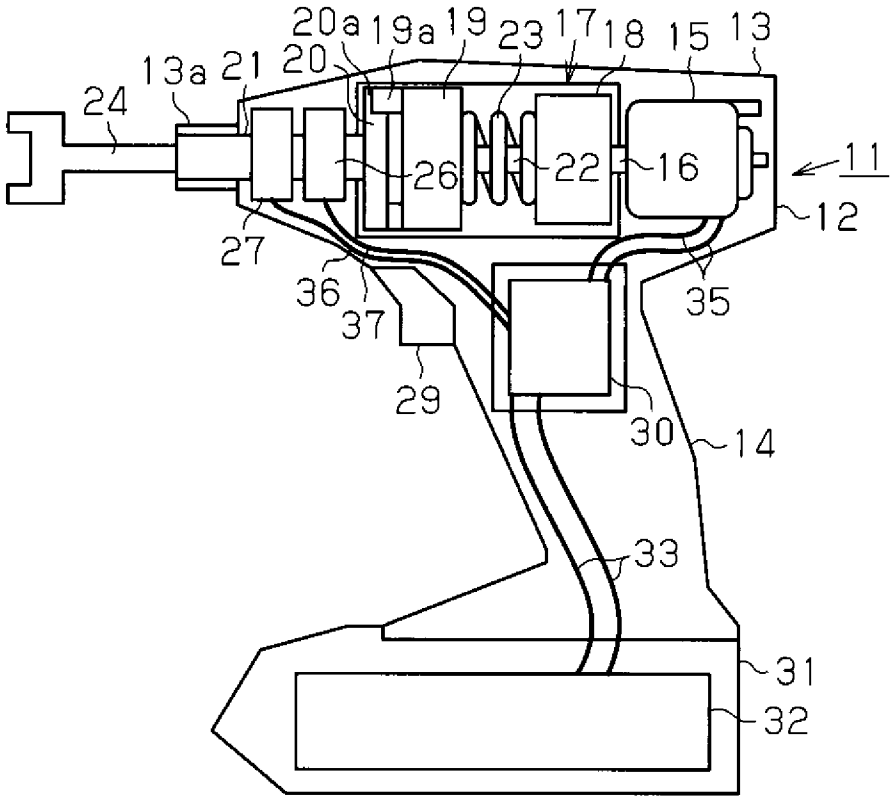
前記出力軸には締結部材が取着された前記先端工具が取り付けられ、前記インパクト回転工具は締結対象物に対して前記締結部材の締め作業を行うものであり、

前記慣性モーメント算出部は、前記締め作業の開始から前記締結部材が前記締結対象物に着座するまでの間の前記軸トルク及び前記角加速度に基づいて前記慣性モーメントを算出することを特徴とするインパクト回転工具。

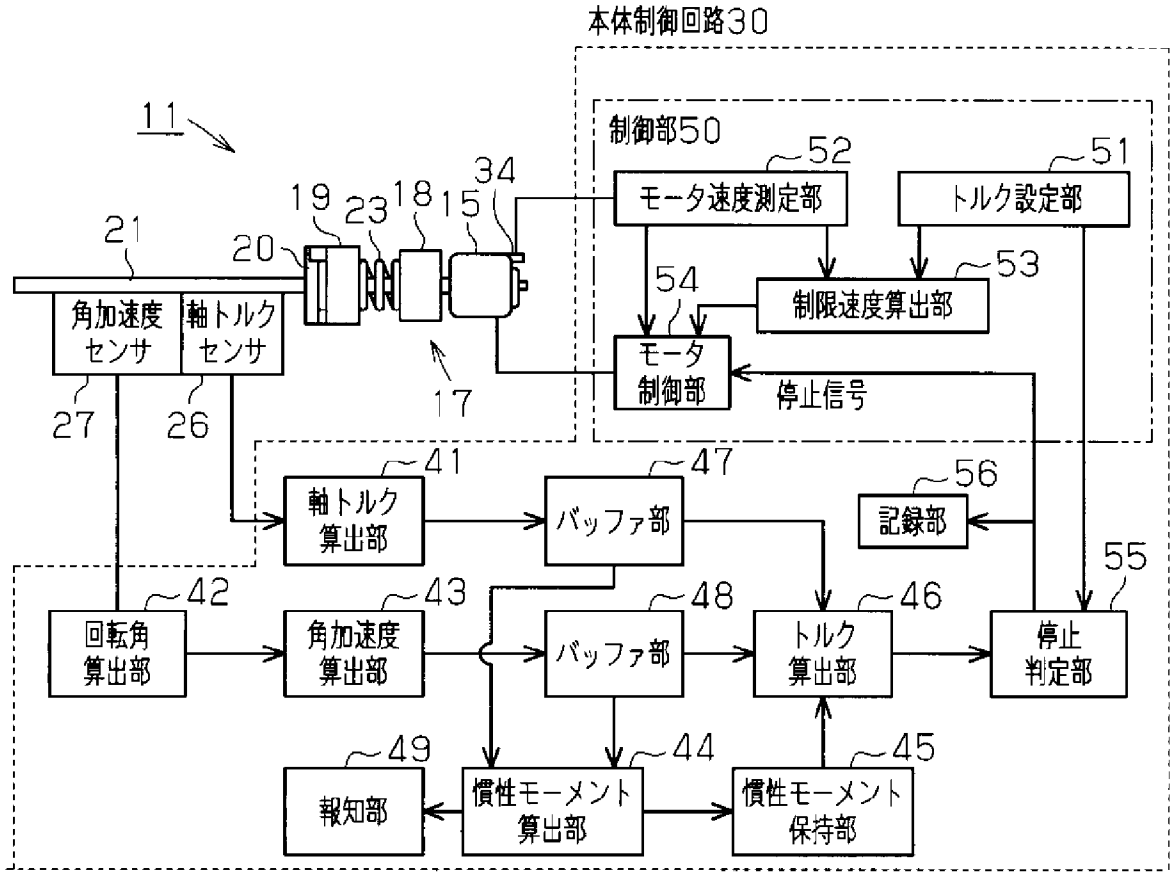
[請求項10] 請求項２～９のいずれか一項に記載のインパクト回転工具において、

前記出力軸に連結された前記先端工具の慣性モーメントの算出完了を報知する報知部をさらに備えるインパクト回転工具。

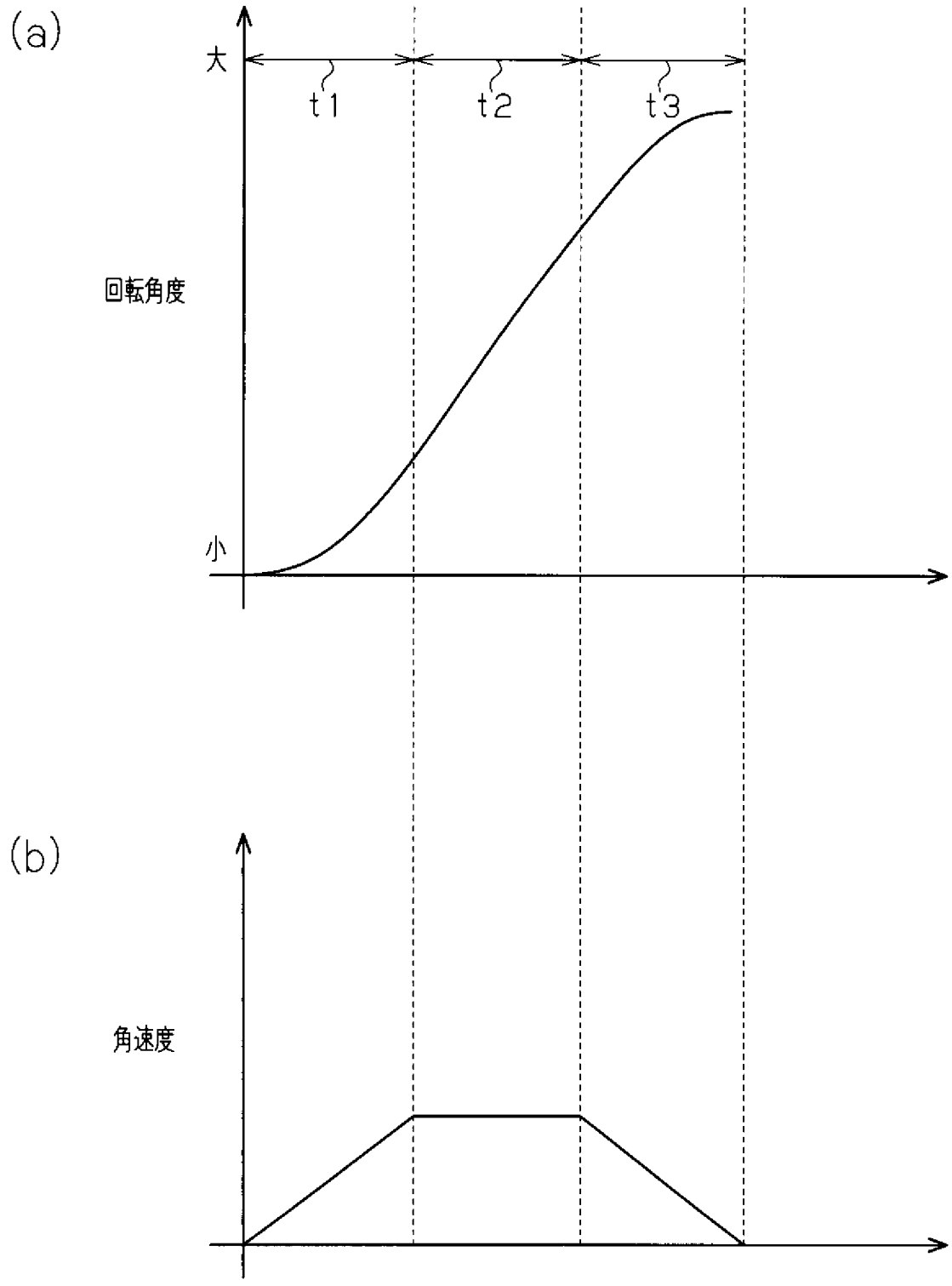
[図1]


20a
19a
19
23
17
18
15
13
13a
21
20
24
26
22
16
11
12
27
36
37
35
29
30
14
33
31
32

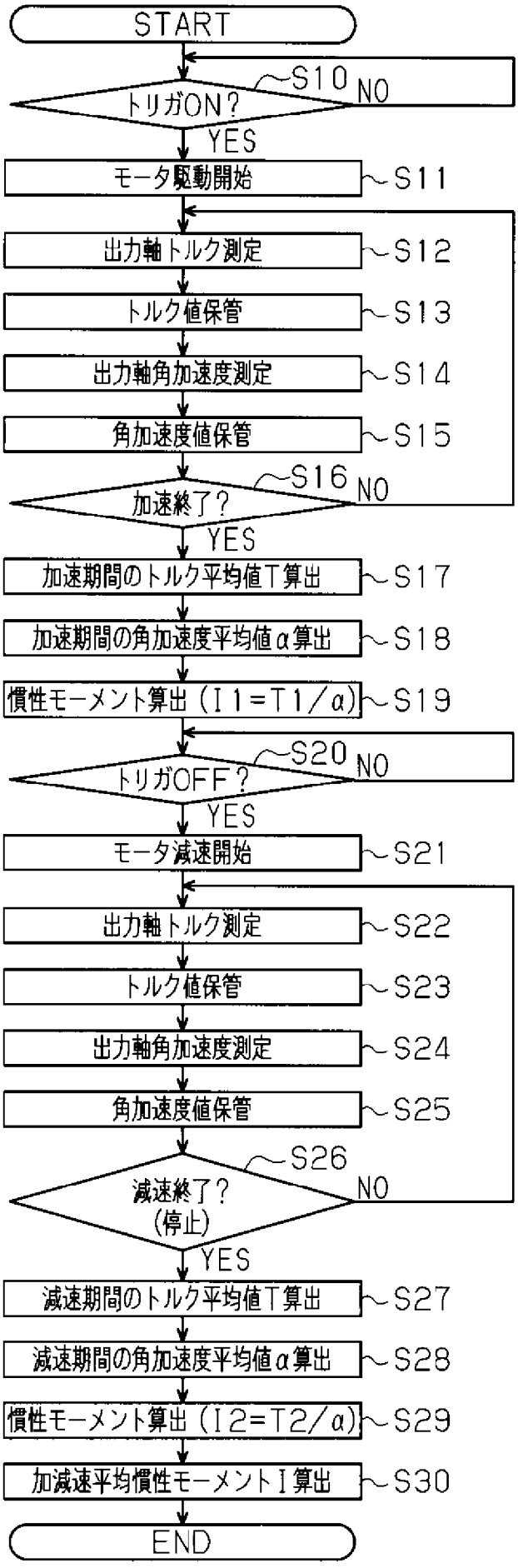
[図2]


本体制御回路30
11
制御部50
52
51
モータ速度測定部
トルク設定部
34
19
23
18
15
21
20
54
53
制限速度算出部
角加速度センサ
軸トルクセンサ
モータ制御部
停止信号
17
27
26
41
47
56
軸トルク算出部
バッファ部
記録部
55
42
43
48
46
回転角算出部
角加速度算出部
バッファ部
トルク算出部
停止判定部
49
44
45
報知部
慣性モーメント算出部
慣性モーメント保持部

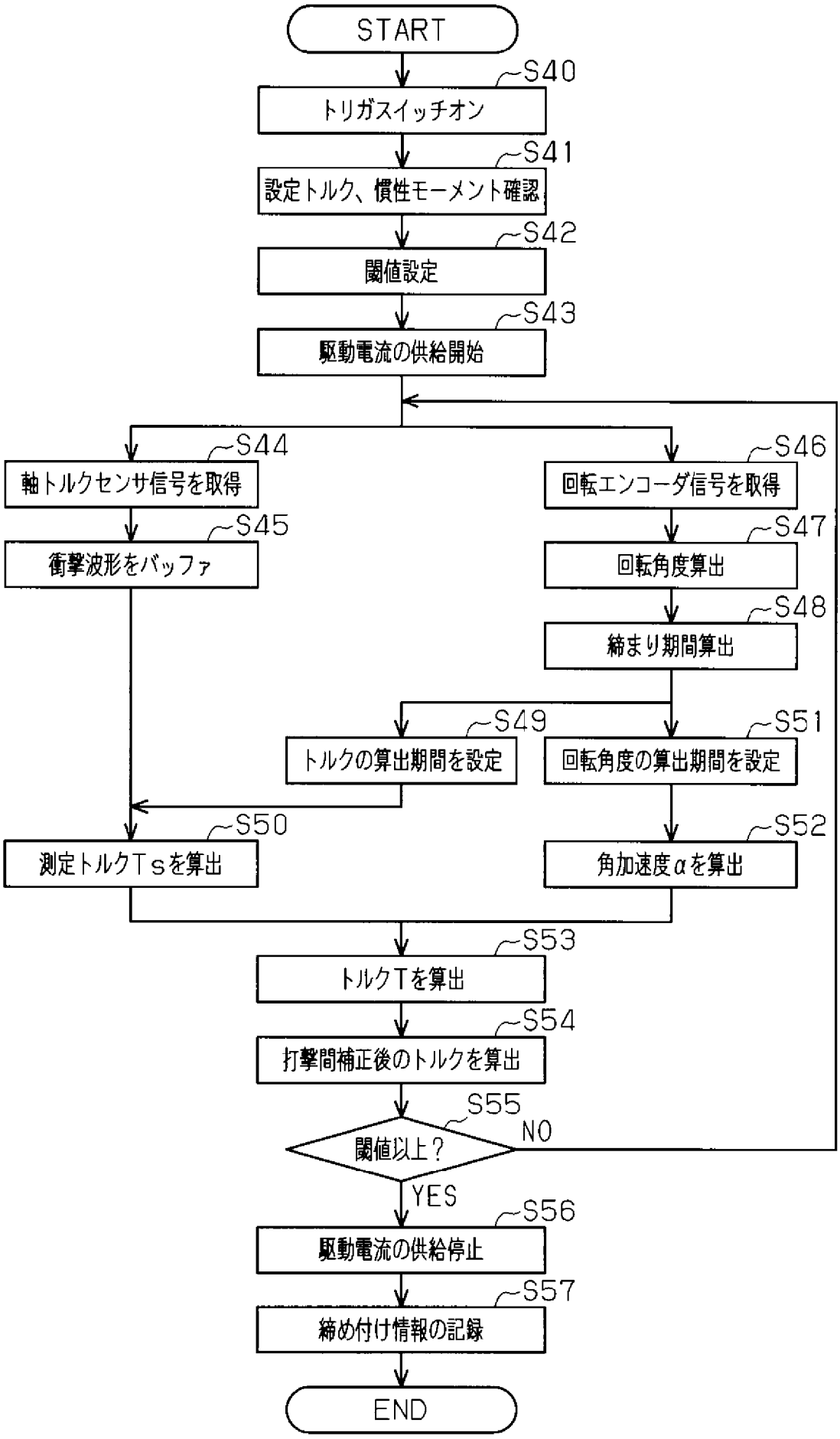
[図3]



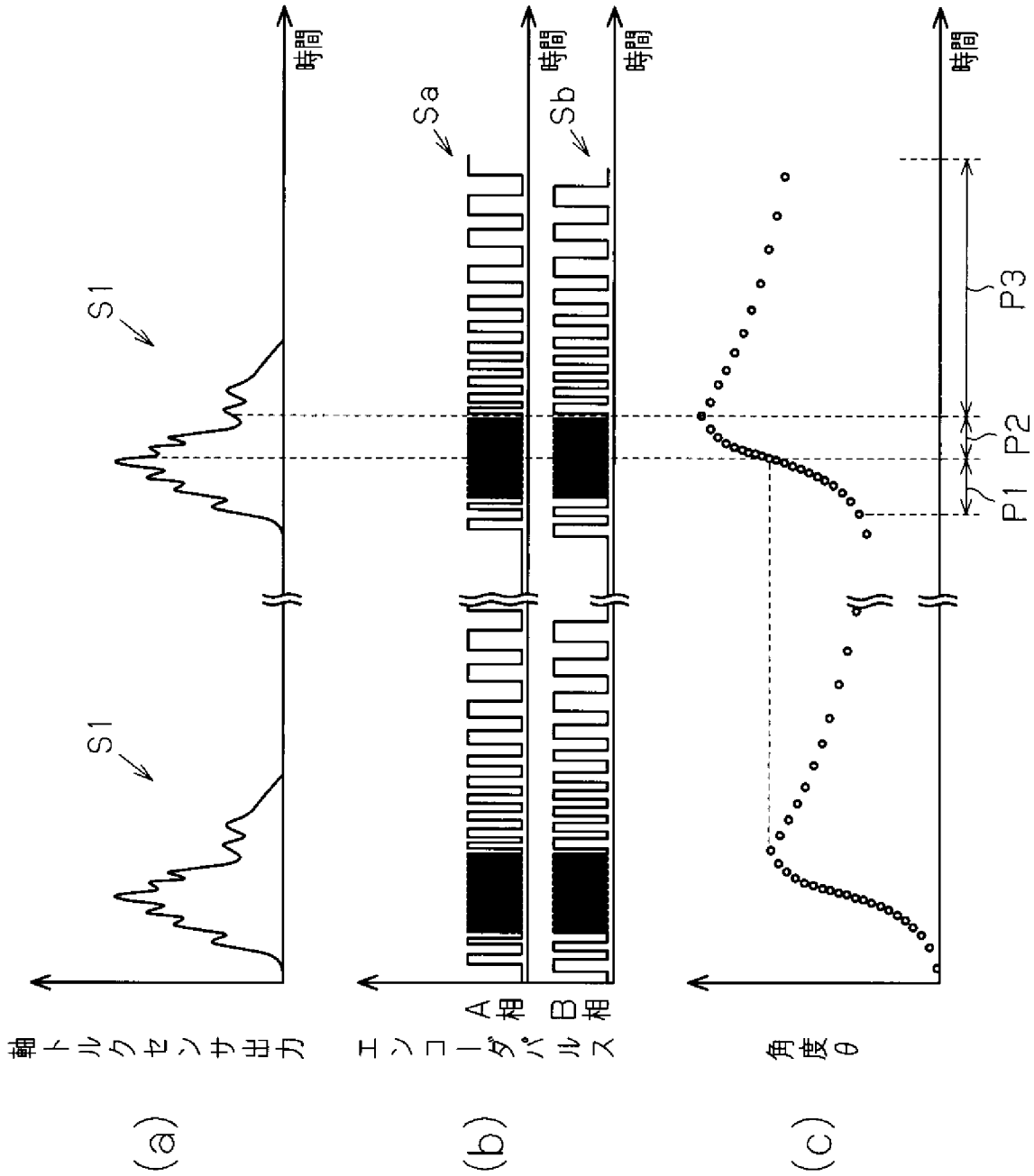
[図4]


START
S10
トリガON？
NO
YES
モータ駆動開始
S11
出力軸トルク測定
S12
トルク値保管
S13
出力軸角加速度測定
S14
角加速度値保管
S15
S16
加速終了？
NO
YES
加速期間のトルク平均値T算出
S17
加速期間の角加速度平均値α算出
S18
慣性モーメント算出（I1=T1／α）
S19
S20
トリガOFF？
NO
YES
モータ減速開始
S21
出力軸トルク測定
S22
トルク値保管
S23
出力軸角加速度測定
S24
角加速度値保管
S25
S26
減速終了？
(停止)
NO
YES
減速期間のトルク平均値T算出
S27
減速期間の角加速度平均値α算出
S28
慣性モーメント算出（I2=T2／α）
S29
加減速平均慣性モーメントI算出
S30
END

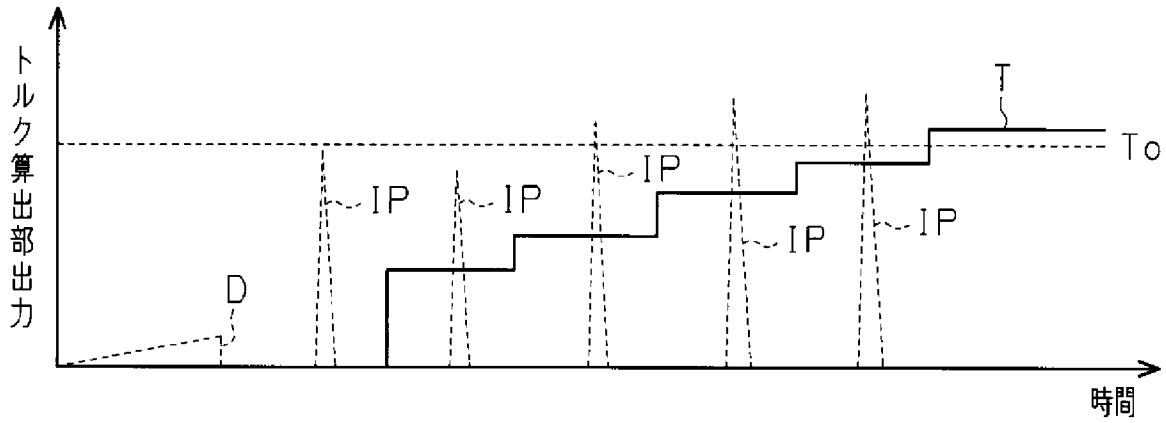
[図5]


START
S40
トリガスイッチオン
S41
設定トルク、慣性モーメント確認
S42
閾値設定
S43
駆動電流の供給開始
S44
軸トルクセンサ信号を取得
S45
衝撃波形をバッファ
S46
回転エンコーダ信号を取得
S47
回転角度算出
S48
締まり期間算出
S49
トルクの算出期間を設定
S51
回転角度の算出期間を設定
S50
測定トルクTsを算出
S52
角加速度αを算出
S53
トルクTを算出
S54
打撃間補正後のトルクを算出
S55
閾値以上？
NO
YES
S56
駆動電流の供給停止
S57
締め付け情報の記録
END

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/006161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25B23/14(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)
B25B23/14, B25B21/02, B23Q17/00, G01L5/00, G01L5/24

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)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-167959 A (Kuken Co., Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraphs [0011] to [0024]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1 2-10
Y	JP 3-206931 A (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), 10 September 1991 (10.09.1991), page 2, upper left column, lines 1 to 15 & JP 4-1449 A	1
A	JP 2005-279865 A (Yokota Industrial Co., Ltd.), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0010] to [0021]; fig. 1 to 4 & WO 2005/095062 A1	1-10

☒ 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
19 January 2015 (19.01.15)	03 February 2015 (03.02.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/006161

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-138502 A (Hitachi Seiko, Ltd.), 01 June 1993 (01.06.1993), paragraphs [0005] to [0018]; fig. 2 (Family: none)	1-10
A	JP 2008-516789 A (Black & Decker Inc.), 22 May 2008 (22.05.2008), paragraph [0037] & US 2006/0081386 A1 & EP 1802845 A2 & WO 2006/045072 A2	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／００６１６１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25B23/14(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25B23/14, B25B21/02, B23Q17/00, G01L5/00, G01L5/24

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

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

WPI

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2007-167959 A (株式会社空研) 2007.07.05, 段落【0011】-【0024】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1 2-10
Y	JP 3-206931 A (日本電子機器株式会社) 1991.09.10, 第２ページ左上欄第 1-15 行 & JP 4-1449 A	1
A	JP 2005-279865 A (ヨコタ工業株式会社) 2005.10.13, 段落【0010】-【0021】, 図 1-4 & WO 2005/095062 A1	1-10

☑　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
１９．０１．２０１５	０３．０２．２０１５

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　３９３４
小川　真
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
A	JP 5-138502 A（日立精工株式会社）1993.06.01, 段落【0005】-【0018】，図２（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2008-516789 A（ブラック　アンド　デッカー　インコーポレーテッド）2008.05.22，段落【0037】 & US 2006/0081386 A1 & EP 1802845 A2 & WO 2006/045072 A2	1-10