

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-81213

(P2019-81213A)

(43) 公開日 令和1年5月30日(2019.5.30)

(51) Int.Cl.
B25B 21/02 (2006.01)

F I
B 2 5 B 21/02 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-209681 (P2017-209681)
(22) 出願日 平成29年10月30日(2017.10.30)

(71) 出願人 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(74) 代理人 100123102
弁理士 宗田 悟志
(72) 発明者 草川 隆司
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 村松 雅理
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 沢野 史明
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内

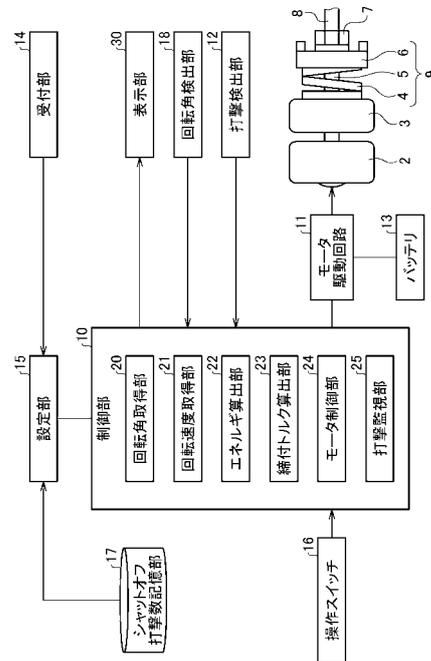
(54) 【発明の名称】 インパクト回転工具

(57) 【要約】

【課題】 締付トルクの制御精度を高めるための技術を提供する。

【解決手段】 インパクト回転工具1において、インパクト機構9は、モータ出力によって出力軸8に間欠的な回転打撃力を発生させる。打撃検出部12は、インパクト機構9により出力軸8に加えられた打撃を検出する打撃検出部12と、打撃検出部12の出力波形を監視する打撃監視部25とを備える。打撃監視部25は、打撃検出部12の出力波形から、インパクト機構9による打撃挙動が適正であるか否かを特定し、また不適正な打撃挙動の種類を特定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータ出力によって出力軸に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構と、前記インパクト機構により出力軸に加えられた打撃を検出する打撃検出部と、前記打撃検出部の出力波形を監視する打撃監視部と、を備えたインパクト回転工具であって、

前記打撃監視部は、前記打撃検出部の出力波形から、前記インパクト機構による打撃拳動が適正であるか否かを特定する、

ことを特徴とするインパクト回転工具。

【請求項 2】

前記打撃監視部は、前記打撃検出部の出力波形に応じて、不適正な打撃拳動の種類を特定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のインパクト回転工具。

【請求項 3】

前記打撃監視部により特定された結果を表示する表示部を、さらに備える、ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のインパクト回転工具。

【請求項 4】

ユーザ操作によりモータの上限回転数を変更する設定部を、さらに備える、ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のインパクト回転工具。

【請求項 5】

前記インパクト機構の 1 回の打撃による出力軸回転角を取得する回転角取得部と、前記インパクト機構の 1 回の打撃により出力軸に加えられた打撃エネルギーを算出するエネルギー算出部と、

前記エネルギー算出部が算出した打撃エネルギーと前記回転角取得部が取得した出力軸回転角にもとづいて締付トルクを算出する締付トルク算出部と、

算出した締付トルクにもとづいてモータの回転を制御するモータ制御部と、を備え、

前記モータ制御部は、モータの上限回転数を所定値に制限する、

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のインパクト回転工具。

【請求項 6】

モータ出力によって出力軸に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構と、前記インパクト機構により出力軸に加えられた打撃を検出する打撃検出部と、前記インパクト機構の 1 回の打撃による出力軸回転角を取得する回転角取得部と、前記インパクト機構の 1 回の打撃により出力軸に加えられた打撃エネルギーを算出するエネルギー算出部と、

前記エネルギー算出部が算出した打撃エネルギーと前記回転角取得部が取得した出力軸回転角にもとづいて締付トルクを算出する締付トルク算出部と、

算出した締付トルクにもとづいてモータの回転を制御するモータ制御部と、

ユーザ操作によりモータの上限回転数を変更する設定部と、を備える、

ことを特徴とするインパクト回転工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ボルトやナットなどのねじ部材を間欠的な回転打撃力により締め付けるインパクト回転工具に関する。

【背景技術】

【0002】

インパクト回転工具は、モータ出力で回転するハンマがアンビルを回転方向に間欠的に打撃することで、ねじ部材を締め付ける。インパクト回転工具は組立工場などで使用されるため、ねじ部材の締付トルクは、ユーザにより設定された値となるように正確に制御される必要がある。

10

20

30

40

50

【0003】

インパクト回転工具では、電力がバッテリーパックに内蔵された充電電池により供給されるため、電池電圧の低下によりモータ回転数を一定に維持できなくなると、高精度に締付トルクを制御することが困難になることがある。そこで特許文献1は、電池電圧が高いときの打撃力をPWM制御により制限し、電池電圧が低下した場合にも打撃力を保つようにモータを制御するインパクト回転工具を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2015/133082号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

インパクト回転工具による締付作業において、締付対象となるねじ部材の材質やサイズは様々であり、出力軸に装着されるソケットも、ねじ部材や作業環境に応じて様々なものが用いられる。使用されるソケットには、標準尺のインパクトソケット、長尺のエクステンションソケット、小径のボールポイントビットなどの種類があるが、これらのソケットのねじり剛性は、形状、サイズ等の違いにより異なっている。

【0006】

インパクト回転工具において、ハンマはアンビルを打撃すると、アンビルから離れる方向に一旦後退し、その後、回転しながらばね付勢力により前進してアンビルを打撃する挙動を繰り返す。この打撃挙動は、ハンマの後退量が適正値をとることで好適に繰り返され、これにより高精度なトルク制御を実現するための状態が整えられる。しかしながら、ばね部材およびソケットの組合せにより生じるねじり剛性によっては、ハンマ後退量が適正値から外れることがあり、この場合は不適正な打撃挙動が発生して、高精度なトルク制御の実現が困難になることがある。

20

【0007】

本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、インパクト機構による打撃挙動を特定する技術、またはインパクト機構による打撃挙動を調整するための技術を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のある態様のインパクト回転工具は、モータ出力によって出力軸に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構と、インパクト機構により出力軸に加えられた打撃を検出する打撃検出部と、打撃検出部の出力波形を監視する打撃監視部とを備え、打撃監視部は、打撃検出部の出力波形から、インパクト機構による打撃挙動が適正であるか否かを特定する。

【0009】

本発明の別の態様もまた、インパクト回転工具である。このインパクト回転工具は、モータ出力によって出力軸に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構と、インパクト機構により出力軸に加えられた打撃を検出する打撃検出部と、インパクト機構の1回の打撃による出力軸回転角を取得する回転角取得部と、インパクト機構の1回の打撃により出力軸に加えられた打撃エネルギーを算出するエネルギー算出部と、エネルギー算出部が算出した打撃エネルギーと回転角取得部が取得した出力軸回転角にもとづいて締付トルクを算出する締付トルク算出部と、算出した締付トルクにもとづいてモータの回転を制御するモータ制御部と、ユーザ操作によりモータの上限回転数を変更する設定部とを備える。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、インパクト機構による打撃挙動を特定する技術、またはインパクト機構による打撃挙動を調整するための技術を提供できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態に係るインパクト回転工具の構成を示す図である。

【図2】操作スイッチの引込量とモータ回転数との関係の例を示す図である。

【図3】ハンマがアンビルに回転方向の打撃を加える様子を示す図である。

【図4】ハンマによる打撃挙動を説明するための図である。

【図5】打撃検出部の出力波形の一例を示す図である。

【図6】不適正な打撃挙動の第1モードを説明するための図である。

【図7】不適正な打撃挙動の第2モードを説明するための図である。

【図8】不適正な打撃挙動の第3モードを説明するための図である。

【図9】不適正な打撃挙動の第4モードを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図1は、本発明の実施形態に係るインパクト回転工具の構成を示す。インパクト回転工具1において、電力はバッテリーパックに内蔵されたバッテリー13により供給される。モータ駆動回路11は、FET（電界効果型トランジスタ）やIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）などのスイッチング素子を搭載してインバータ回路を構成し、駆動源であるモータ2を駆動する。モータ2の回転出力は、減速機3によって減速されて駆動軸5に伝達される。駆動軸5には、カム機構（図示せず）を介してハンマ6が連結され、ハンマ6は、ばね4により出力軸8を備えるアンビル7に向けて付勢される。出力軸8には、締付対象となるねじ部材や作業環境に適したソケットが装着される。

【0013】

ハンマ6とアンビル7との間に所定値以上の負荷が作用しない間は、ハンマ6とアンビル7とが回転方向に係合し、ハンマ6は、駆動軸5の回転をアンビル7に伝達する。しかしながらハンマ6とアンビル7との間に所定値以上の負荷が作用すると、ハンマ6がカム機構によりばね4に抗して後退し、ハンマ6とアンビル7との係合状態が解除される。その後、ばね4による付勢とカム機構による誘導により、ハンマ6は回転しながら前進してアンビル7に回転方向の打撃を加える。インパクト回転工具1において、ばね4、駆動軸5、ハンマ6およびカム機構は、モータ出力によってアンビル7および出力軸8に打撃衝撃を加えて、アンビル7および出力軸8に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構9を構成する。

【0014】

インパクト回転工具1において、制御部10、設定部15などの構成は、制御基板に搭載されるマイクロコンピュータなどにより実現される。制御部10は、回転角取得部20、回転速度取得部21、エネルギー算出部22、締付トルク算出部23、モータ制御部24および打撃監視部25を有し、締付トルクを算出して、算出した締付トルクにもとづいてモータ2の回転を制御する機能を有する。

【0015】

操作スイッチ16は、ユーザにより引き操作されるトリガスイッチである。モータ制御部24は、操作スイッチ16の操作によりモータ2のオンオフを制御するとともに、操作スイッチ16の引込量に応じた回転数でモータ2を回転させる駆動指示をモータ駆動回路11に供給する。モータ駆動回路11は、モータ制御部24から供給される駆動指示によりモータ2のステータ巻線に駆動電流を供給して、モータ2を回転させる。

【0016】

図2は、操作スイッチの引込量とモータ回転数との関係の例を示す。0～ a_0 の引込量の区間には遊びが設定されている。 a_0 ～ a_1 の引込量の区間は、低速回転区間であり、引込量の増加につれて回転数が大きくなるような関係が設定されている。モータ制御部24は、スイッチ引込量が a_0 になると、モータ2をオンするとともに回転数 N_0 で回転させ、引込量が a_1 に近づくにつれて、モータ回転数を N_1 に近づけるように調整する。インパクト回転工具1にもよるが、たとえば a_0 は2mm、 a_1 は5mm程度であってよ

10

20

30

40

50

い。

【0017】

a_1 以上の引込量に対して、モータ回転数は上限回転数 N_{max} に設定される。ユーザは締付作業において、モータ2が自動停止するまで、操作スイッチ16を最大引込量 ($> a_1$) まで引いた状態を維持する。したがってモータ制御部24は、モータ2を自動停止するまで、モータ回転数が上限回転数 N_{max} となるように、モータ駆動回路11に駆動指示を供給する。

【0018】

インパクト回転工具1において、バッテリー13の電池電圧には使用可能範囲が設定されており、モータ制御部24は、電池電圧が使用可能範囲の下限電圧を下回ると、電圧低下異常を判断してモータ駆動を禁止するバッテリー管理を行っている。このバッテリー管理のもと、上限回転数 N_{max} は、下限電圧で回転させることのできる回転数に定められてよい。上限回転数 N_{max} を予め低い値に制限しておくことで、電池電圧の使用可能範囲において、モータ制御部24は、モータ2を常に上限回転数 N_{max} で回転制御することが可能となる。つまりモータ制御部24は、電池電圧が高いときの打撃力をPWM制御により制限し、電池電圧が低下した場合にも打撃力を一定に維持できるようにモータ2を制御する。なお上限回転数 N_{max} は、下限電圧よりも高い電圧で回転させることのできる回転数に定められてもよい。

10

【0019】

打撃検出部12は、インパクト機構9によりアンビル7および出力軸8に加えられた打撃を検出する。たとえば打撃検出部12は、ハンマ6がアンビル7を打撃することによる衝撃を検出する衝撃センサと、衝撃センサの出力を増幅して制御部10に供給する増幅器を含んで構成されてよい。たとえば衝撃センサは、圧電式ショックセンサであって衝撃に応じた電圧信号を出力し、増幅器は、出力された電圧信号を増幅して制御部10に供給する。なお打撃検出部12は、別の構成を採用してもよく、たとえば打撃音を検出することで、インパクト機構9によりアンビル7に加えられた衝撃を検出する音センサであってもよい。

20

【0020】

回転角検出部18は、モータ2の回転角を検出する。実施形態において回転角検出部18は、モータ2の回転角を検出する磁気ロータリエンコーダであってよい。回転角検出部18は、モータ回転角検出信号を回転角取得部20に供給する。実施形態において回転角取得部20は、モータ回転角検出信号から、出力軸8の回転角を取得する機能を有する。ここで回転角取得部20は、インパクト機構9による打撃ごとに出力軸8が回転する角度を取得する。以下、1回の打撃により出力軸8が回転する角度を、単に「出力軸回転角」と呼ぶ。

30

【0021】

図3(a)~図3(c)は、ハンマ6がアンビル7に回転方向の打撃を加える様子を示す。ハンマ6は、前面から立設する一対のハンマ爪6a、6bを有し、アンビル7は、中心部から径方向に延びる一対のアンビル爪7a、7bを有する。なおアンビル7は出力軸8と一体であり、出力軸8はアンビル7とともに回転する。

40

【0022】

図3(a)は、ハンマ爪とアンビル爪とが周方向に係合した状態を示す。ハンマ爪6a、6bは、それぞれアンビル爪7a、7bに係合して、矢印Aで示す方向に回転力を加える。

図3(b)は、ハンマ爪とアンビル爪との係合状態が解除された状態を示す。係合状態においてハンマ6とアンビル7の間に所定値以上の負荷が作用すると、ハンマ6はカム機構(図示せず)によりアンビル7に対して後退し、ハンマ爪6aとアンビル爪7aとの係合状態、およびハンマ爪6bとアンビル爪7bとの係合状態がそれぞれ解除される。

図3(c)は、ハンマ爪がアンビル爪を打撃してアンビル7を回転させた状態を示す。ハンマ爪6a、6bとアンビル爪7a、7bとの係合状態が解除されると、ハンマ6は矢

50

印 A で示す方向に回転しながら前進して、ハンマ爪 6 a、6 b が、それぞれアンビル爪 7 b、7 a を打撃する。この打撃衝撃によりアンビル 7 は、 11 と 12 のなす角度 だけ回転し、このときハンマ 6 の回転角は (+) となる。

【0023】

図 4 (a) ~ 図 4 (d) は、ハンマ 6 による打撃挙動を説明するために、ハンマ 6 およびアンビル 7 を周方向に模式的に展開した位置関係を示す。

図 4 (a) は、ハンマ爪 6 a、6 b がそれぞれアンビル爪 7 a、7 b を打撃したときの状態を示す。ハンマ 6 は、矢印 A で示す方向に回転力を加えられており、また前進方向 (アンビル 7 に向かう方向) にばね 4 による付勢力を加えられている。

【0024】

ハンマ爪 6 a、6 b がアンビル爪 7 a、7 b を打撃すると、衝突の反力を受けてカム機構により後退しながら、アンビル爪 7 a、7 b から周方向に相対的に離れる方向に移動する (図 4 (b) 参照)。その後ハンマ爪 6 a、6 b は、それぞれアンビル爪 7 a、7 b を乗り越えるように動き (図 4 (c) 参照)、ハンマ 6 は矢印 A で示す方向に回転しながら、押し縮められたばね 4 の付勢力によってアンビル 7 に向かって前進する。そして図 4 (d) に示すように、ハンマ爪 6 a、6 b が、それぞれアンビル爪 7 b、7 a を打撃する。ねじ部材の締付作業中、以上の動作が高速で繰り返され、ハンマ 6 による回転打撃力がアンビル 7 に対して繰り返し付与される。

【0025】

回転角取得部 20 は、打撃検出部 12 による検出結果および回転角検出部 18 による検出結果を用いて、1 打撃あたりの出力軸回転角 を取得する。具体的に回転角取得部 20 は、以下の (式 1) を用いて、打撃間のモータ回転角 から、1 回の打撃による出力軸回転角 を取得する。打撃検出部 12 がインパクト機構 9 による打撃を検出すると、回転角取得部 20 は、打撃が検出されたタイミングで、モータ回転角検出信号から打撃間の出力軸回転角 を導出する。

$$= (/) - \dots \quad (\text{式 1})$$

ここで は減速機 3 による減速比を示す。

【0026】

図 5 は、打撃検出部 12 の出力波形の一例を示す。打撃監視部 25 は、ショックセンサである打撃検出部 12 の出力波形を監視する。図 5 に示す出力波形では、時間 t_n および t_{n+1} において打撃によるパルス (以下、「打撃パルス」とも呼ぶ) が発生しており、打撃監視部 25 は打撃パルスを検出すると、回転角取得部 20 に打撃が生じたことを通知する。これにより回転角取得部 20 は、時間 t_n および t_{n+1} の間に生じた出力軸回転角 を導出する。

【0027】

回転速度取得部 21 は、打撃検出部 12 による検出結果、回転角検出部 18 による検出結果およびタイマ (図示せず) からの情報を用いて、打撃間の打撃速度 を取得する。回転速度取得部 21 は、タイマ出力から打撃間の時間を特定して、打撃速度 を算出する。エネルギー算出部 22 は、アンビル 7 および出力軸 8 の慣性モーメントを J とするとき、以下の (式 2) を用いて、インパクト機構 9 の 1 回の打撃によりアンビル 7 および出力軸 8

$$E = (1 / 2) \times J \times \quad \dots \quad (\text{式 2})$$

【0028】

締付トルク算出部 23 は、以下の (式 3) を用いて、エネルギー算出部 22 が算出した打撃エネルギー E と、回転角取得部 20 が取得した出力軸回転角 にもとづいて締付トルク T を算出する。

$$T = E / \quad \dots \quad (\text{式 3})$$

モータ制御部 24 は、締付トルク算出部 23 が算出した締付トルク T にもとづいてモータ 2 の回転を制御し、具体的にはモータ 2 の回転を自動停止させる。以下、モータ自動停止の制御例について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

ユーザは作業開始前に、作業対象に応じた目標締付トルク値（以下、単に「目標トルク値」とも呼ぶ）をインパクト回転工具 1 に設定する。受付部 1 4 はユーザによる操作入力を受け付け、設定部 1 5 に供給する。受付部 1 4 は無線通信モジュールを有し、ユーザは工具付属のリモートコントローラを用いて、インパクト回転工具 1 に対する操作入力を行ってよい。実施形態のインパクト回転工具 1 で、ユーザは、30ステップの目標トルク値の中から1つを選択できる。なお工具本体に操作ボタン類やタッチパネルが設けられ、受付部 1 4 が、ユーザから目標トルク値の入力を受け付けてもよい。

【 0 0 3 0 】

受付部 1 4 が目標トルク値の入力を受け付けると、設定部 1 5 はシャットオフ打撃数記憶部 1 7 の記憶内容を参照して、目標トルク値に対応するシャットオフ打撃数および所定のトルク値を導出し、制御部 1 0 に設定する。設定部 1 5 がシャットオフ打撃数および所定のトルク値を制御部 1 0 に供給し、制御部 1 0 がシャットオフ打撃数をモータ 2 の回転制御に利用できる状態にすることを、シャットオフ打撃数の設定処理と呼ぶ。

10

【 0 0 3 1 】

シャットオフ打撃数記憶部 1 7 は、30ステップの目標トルク値ごとに、所定のトルク値に達してから目標トルク値に達するまでの打撃数を記憶する。シャットオフ打撃数記憶部 1 7 はマスターテーブルとして構成され、記憶内容は更新不可とされてよい。

【 0 0 3 2 】

作業中、打撃監視部 2 5 は打撃検出部 1 2 の出力波形を監視し、打撃検出部 1 2 の出力電圧が打撃判定電圧 V_{th} を超えると、インパクト機構 9 による打撃の発生を判定する。打撃監視部 2 5 は、打撃検出部 1 2 の出力電圧と打撃判定電圧 V_{th} とを比較するコンパレータを有し、コンパレータの出力から、出力軸 8 が打撃されたことを判定してよい。

20

【 0 0 3 3 】

モータ制御部 2 4 は、締付トルク算出部 2 3 が算出した締付トルク T にもとづいてモータ 2 の回転を制御する。具体的にモータ制御部 2 4 は、締付トルク T が所定のトルク値に達すると、打撃監視部 2 5 により判定された打撃をカウントして、カウントした打撃数がシャットオフ打撃数になるとモータ 2 の回転を停止させる。このようなモータ制御により、インパクト回転工具 1 は、締付トルクを高精度に制御する。

【 0 0 3 4 】

このようにシャットオフ打撃数は、締付トルクを管理するために利用される。インパクト回転工具 1 のメーカーは、所定のねじ部材およびソケットを用いて、複数の締付トルク値のそれぞれを実現するためのシャットオフ打撃数を実測し、マスターテーブルを作成する。このようにしてマスターテーブルには、所定の条件下で実測された各締付トルク値に対応するシャットオフ打撃数が記録される。

30

【 0 0 3 5 】

しかしながら実際の作業対象となるねじ部材およびソケットは、マスターテーブル作成時のねじ部材およびソケットと異なることがある。たとえばマスターテーブル作成時に使用したソケットが標準尺のインパクトソケットである場合に、実際の作業で使用するソケットが長尺のエクステンションソケットであると、ソケット自体のねじり剛性が大きく異なってくる。また、ねじ部材とソケットの組合せによっても剛性は変化する。インパクト機構 9 による打撃挙動は、図 4 (a) ~ 図 4 (d) に示した軌道で、ハンマ爪とアンビル爪とが衝突することが理想的であるが、実際の作業においては、ねじり剛性など様々な要因により、打撃挙動が不適正となることがある。そこで実施形態のインパクト回転工具 1 において、打撃監視部 2 5 は、打撃検出部 1 2 の出力波形から、インパクト機構 9 による打撃挙動が適正であるか否かを特定する機能をもつ。

40

【 0 0 3 6 】

以下、不適正な打撃挙動の種類（モード）について説明する。

図 6 (a) は、不適正な打撃挙動の第 1 モードを示す。この第 1 モードでは、ハンマ爪 6 a がアンビル爪 7 b を打撃した後、ハンマ 6 が、カム機構による最大後退位置まで後退

50

する。その結果、カム機構における鋼球がカム溝端部と衝突し、騒音や振動が発生したり、さらにはカム機構が破損する可能性も生じる。第1モードが発生する要因としては、ばね4による前進力が不足していることや、ハンマ6の回転速度が大きすぎるなどがあげられる。

【0037】

図6(b)は、第1モードにおける打撃検出部12の出力波形の例を示す。図6(b)に示す出力波形において、時間 t_n の打撃パルスは、図6(a)におけるハンマ爪6aによるアンビル爪7bの打撃を検出したものである。第1モードでは、ハンマ爪6aによるアンビル爪7bの打撃後、ハンマ6がカム機構による最大後退位置まで後退したときに、鋼球とカム溝端部が衝突したことで、打撃検出部12は、時間 t_n および t_{n+1} の中間位置よりも時間 t_n に近い時間 t_a で振動パルス41を出力する。

10

【0038】

打撃監視部25は、時間 t_n の打撃パルスの後に検出される打撃パルスのタイミングが時間 t_{n+1} 付近であることを把握している。そのため図5を参照して、打撃検出部12が時間 t_n および t_{n+1} で打撃パルスを出力したときには、打撃監視部25は、インパクト機構9による打撃挙動が適正であることを特定する。

【0039】

一方で、図6(b)に示すように、打撃検出部12から時間 t_a で振動パルス41が出力されると、打撃監視部25は、インパクト機構9による打撃挙動が不適正であることを特定する。また打撃監視部25は、打撃検出部12の出力波形に応じて、不適正な打撃挙動の種類を特定してもよい。図6(b)に示す出力波形に関し、打撃監視部25は、打撃パルスの時間 t_n と振動パルス41の時間 t_a の間隔により、第1モードの打撃挙動が発生していることを特定してよい。

20

【0040】

図7(a)は、不適正な打撃挙動の第2モードを示す。この第2モードでは、ハンマ爪6aがアンビル爪7aを打撃した後、一旦後退してからアンビル爪7bに向かったときに、前進量の不足が発生する。その結果、ハンマ爪6aがアンビル爪7bの側面を打撃できずに、アンビル爪7bの底面をかすりながら次のアンビル爪7aに向かうように動作する。これにより締付トルクの低下や、ハンマ爪やアンビル爪が偏摩耗する可能性が生じる。第2モードが発生する要因としては、ばね4による前進力が不足していることや、ハンマ6の回転速度が大きすぎるなどがあげられる。

30

【0041】

図7(b)は、第2モードにおける打撃検出部12の出力波形の例を示す。図7(b)に示す出力波形において、時間 t_n の打撃パルスは、図7(a)におけるハンマ爪6aによるアンビル爪7aの打撃を検出したものである。第2モードでは、ハンマ爪6aによるアンビル爪7aの打撃後、ハンマ爪6aの前面がアンビル爪7bの底面に接触することで、打撃検出部12は、時間 t_n および t_{n+1} の中間位置よりも時間 t_{n+1} に近い時間 t_b で振動パルス42を出力する。

【0042】

打撃検出部12から時間 t_b で振動パルス42が出力されると、打撃監視部25は、インパクト機構9による打撃挙動が不適正であることを特定する。また打撃監視部25は、図7(b)に示す出力波形に関し、打撃パルスの時間 t_n と振動パルス42の時間 t_b の間隔により、第2モードの打撃挙動が発生していることを特定してよい。

40

【0043】

第1モードおよび第2モードは、ばね4によるハンマ6の前進力不足や、ハンマ6の回転速度が大きすぎることを要因として発生する。この要因を解消する現実的な手法の1つは、ハンマ6の回転速度を下げることである。ハンマ6の回転速度を適切に下げることによって、第1モードおよび第2モードの発生要因は解消し、インパクト機構9による打撃挙動を修正できる。

【0044】

50

打撃監視部 25 が、打撃拳動が不適正であることを特定すると、表示部 30 は、打撃監視部 25 による特定結果を表示する。なお打撃監視部 25 が不適正な打撃拳動の種類を特定していれば、表示部 30 は、不適正な打撃拳動の種類を示す情報を表示する。これによりユーザは、不適正な打撃拳動が発生していること、および不適正な打撃拳動の種類を認識し、ハンマ 6 の回転速度を適切に下げることによって打撃拳動が適正になることを理解する。

【0045】

ユーザはリモートコントローラを用いて、モータ 2 の上限回転数 N_{max} を下げるための操作入力を行う。受付部 14 が、ユーザからの操作入力を受け付けると、設定部 15 が、モータ 2 の上限回転数 N_{max} を下げるように変更する。設定部 15 が上限回転数 N_{max} を下げることで、モータ制御部 24 は、第 1 モードまたは第 2 モードが発生していたときよりもモータ 2 の回転数を低減することになる。それからユーザは、上限回転数 N_{max} 変更後のインパクト回転工具 1 を用いて締付作業を行い、打撃拳動が適正になっているか確認する。作業中または作業後に表示部 30 に不適正な打撃拳動の種類を示す情報が再表示されると、ユーザは、リモートコントローラを用いて上限回転数 N_{max} を再調整する。表示部 30 にエラー表示がでなくなるまで、上限回転数 N_{max} の調整作業を行うことで、ねじ部材およびソケットの組み合わせに最適な上限回転数 N_{max} が導出される。

10

【0046】

なお上限回転数 N_{max} を下げた場合、1 回の打撃による打撃エネルギーが小さくなるため、ユーザは、シャットオフ打撃数を多く設定しなおす必要がある。実施形態のインパクト回転工具 1 では、ユーザが 30 ステップの目標トルク値の中から、上限回転数 N_{max} を下げる前の目標トルク値よりも高い目標トルク値を選択することで、シャットオフ打撃数を増やすことができる。したがってユーザが上限回転数 N_{max} を下げる場合には、同時にシャットオフ打撃数を定める目標トルク値を高く設定することで、インパクト回転工具 1 は、適切なトルク制御を実施できる。

20

【0047】

図 8 (a) は、不適正な打撃拳動の第 3 モードを示す。この第 3 モードでは、ハンマ爪 6a がアンビル爪 7b を打撃した後、後退量が不足して、アンビル爪 7b を再度打撃する、もしくはアンビル爪 7b の打撃面を擦り上げるように動作する。これにより締付トルクの低下や、ハンマ爪やアンビル爪が偏摩耗する可能性が生じる。第 3 モードが発生する要因としては、ばね 4 による前進力が大きすぎることや、ハンマ 6 の回転速度が小さすぎる

30

【0048】

図 8 (b) は、第 3 モードにおける打撃検出部 12 の出力波形の例を示す。図 8 (b) に示す出力波形において、時間 t_{n+1} の打撃パルスは、図 8 (a) におけるハンマ爪 6a によるアンビル爪 7b の最初の打撃を検出したものである。第 3 モードでは、ハンマ爪 6a によるアンビル爪 7b の打撃後、ハンマ爪 6a の側面がアンビル爪 7b の側面に再接触（再打撃）することで、打撃検出部 12 は、時間 t_{n+1} の直後の時間 t_c で振動パルス 43 を出力する。

【0049】

打撃検出部 12 から時間 t_c で振動パルス 43 が出力されると、打撃監視部 25 は、インパクト機構 9 による打撃拳動が不適正であることを特定する。また打撃監視部 25 は、図 8 (b) に示す出力波形に関し、打撃パルスの時間 t_{n+1} と振動パルス 43 の時間 t_c の間隔により、第 3 モードの打撃拳動が発生していることを特定してよい。

40

【0050】

図 9 (a) は、不適正な打撃拳動の第 4 モードを示す。この第 4 モードでは、ハンマ爪 6a がアンビル爪 7a を打撃した後、前進量が過剰のために、アンビル爪 7b を打撃する前にアンビル 7 に接触する。これにより締付トルクの低下や、ハンマ爪やアンビル爪が偏摩耗する可能性が生じ、振動や騒音が増大する。第 4 モードが発生する要因としては、ばね 4 による前進力が大きすぎることや、ハンマ 6 の回転速度が小さすぎる

50

【 0 0 5 1 】

図 9 (b) は、第 4 モードにおける打撃検出部 1 2 の出力波形の例を示す。図 9 (b) に示す出力波形において、時間 t_n の打撃パルスは、図 9 (a) におけるハンマ爪 6 a によるアンビル爪 7 a の打撃を検出したものである。第 4 モードでは、ハンマ爪 6 a によるアンビル爪 7 a の打撃後、ハンマ爪 6 a の前面がアンビル 7 の表面に接触 (衝突) することで、打撃検出部 1 2 は、時間 t_{n+1} の直前の時間 t_d で振動パルス 4 4 を出力する。

【 0 0 5 2 】

打撃検出部 1 2 から時間 t_d で振動パルス 4 4 が出力されると、打撃監視部 2 5 は、インパクト機構 9 による打撃挙動が不適正であることを特定する。また打撃監視部 2 5 は、図 9 (b) に示す出力波形に関し、打撃パルスの時間 t_n と振動パルス 4 4 の時間 t_d の間隔により、第 4 モードの打撃挙動が発生していることを特定してよい。

【 0 0 5 3 】

第 3 モードおよび第 4 モードは、ばね 4 によるハンマ 6 の前進力が大きすぎることや、ハンマ 6 の回転速度が小さすぎることを要因として発生する。この要因を解消する現実的な手法の 1 つは、ハンマ 6 の回転速度を上げることである。ハンマ 6 の回転速度を適切に上げることで、第 3 モードおよび第 4 モードの発生要因は解消し、インパクト機構 9 による打撃挙動を修正できる。

【 0 0 5 4 】

打撃監視部 2 5 が、打撃挙動が不適正であることを特定すると、表示部 3 0 は、打撃監視部 2 5 による特定結果を表示する。なお打撃監視部 2 5 が不適正な打撃挙動の種類を特定していれば、表示部 3 0 は、不適正な打撃挙動の種類を示す情報を表示する。これによりユーザは、不適正な打撃挙動が発生していること、および不適正な打撃挙動の種類を認識し、ハンマ 6 の回転速度を適切に上げることで打撃挙動が適正になることを理解する。

【 0 0 5 5 】

ユーザはリモートコントローラを用いて、モータ 2 の上限回転数 N_{max} を上げるための操作入力を行う。受付部 1 4 が、ユーザからの操作入力を受け付けると、設定部 1 5 が、モータ 2 の上限回転数 N_{max} を上げるように変更する。設定部 1 5 が上限回転数 N_{max} を上げることで、モータ制御部 2 4 は、第 3 モードまたは第 4 モードが発生していたときよりもモータ 2 の回転数を増加することになる。それからユーザは、上限回転数 N_{max} 変更後のインパクト回転工具 1 を用いて締付作業を行い、打撃挙動が適正になっているか確認する。作業中または作業後に表示部 3 0 に不適正な打撃挙動の種類を示す情報が再表示されると、ユーザは、リモートコントローラを用いて上限回転数 N_{max} を再調整する。表示部 3 0 にエラー表示がでなくなるまで、上限回転数 N_{max} の調整作業を行うことで、ねじ部材およびソケットの組み合わせに最適な上限回転数 N_{max} が導出される。

【 0 0 5 6 】

なお上限回転数 N_{max} を上げた場合、1 回の打撃による打撃エネルギーが大きくなるため、ユーザは、シャットオフ打撃数を少なく設定しなおす必要がある。ユーザが上限回転数 N_{max} を上げる場合には、同時にシャットオフ打撃数を定める目標トルク値を低く設定することで、インパクト回転工具 1 は、適切なトルク制御を実施できる。

【 0 0 5 7 】

以上、本発明を実施形態をもとに説明した。この実施形態は例示であり、それらの各構成要素あるいは各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【 0 0 5 8 】

実施形態では、打撃監視部 2 5 が打撃挙動の適正、不適正を判定し、ユーザがモータ 2 の上限回転数 N_{max} を手動で調整するための契機を提供したが、ユーザは作業開始前に、使用するソケットや使用環境などに応じて、上限回転数 N_{max} を自由に変更できる。

【 0 0 5 9 】

また実施形態では、ユーザがリモートコントローラを用いて上限回転数 N_{max} および目標トルク値を手動で調整することを説明したが、設定部 1 5 が、不適正な打撃挙動の種類

10

20

30

40

50

に応じて、上限回転数 N_{max} および目標トルク値を自動調整してもよい。

【 0 0 6 0 】

本発明の態様の概要は、次の通りである。

本発明のある態様のインパクト回転工具（１）は、モータ出力によって出力軸（８）に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構（９）と、インパクト機構（９）により出力軸（８）に加えられた打撃を検出する打撃検出部（１２）と、打撃検出部（１２）の出力波形を監視する打撃監視部（２５）と、を備え、打撃監視部（２５）は、打撃検出部（１２）の出力波形から、インパクト機構（９）による打撃挙動が適正であるか否かを特定する。

【 0 0 6 1 】

打撃監視部（２５）は、打撃検出部（１２）の出力波形に応じて、不適正な打撃挙動の種類を特定してもよい。インパクト回転工具（１）は、打撃監視部（２５）により特定された結果を表示する表示部（３０）をさらに備えてよい。インパクト回転工具（１）は、ユーザ操作によりモータ（２）の上限回転数を変更する設定部（１５）をさらに備えてもよい。

【 0 0 6 2 】

インパクト回転工具（１）は、インパクト機構（９）の１回の打撃による出力軸回転角を取得する回転角取得部（２０）と、インパクト機構（９）の１回の打撃により出力軸（８）に加えられた打撃エネルギーを算出するエネルギー算出部（２２）と、エネルギー算出部（２２）が算出した打撃エネルギーと回転角取得部（２０）が取得した出力軸回転角にもとづいて締付トルクを算出する締付トルク算出部（２３）と、算出した締付トルクにもとづいてモータ（２）の回転を制御するモータ制御部（２４）と、を備えてよい。モータ制御部（２４）は、モータ（２）の上限回転数を所定値に制限してよい。

【 0 0 6 3 】

本発明の別の態様のインパクト回転工具（１）は、モータ出力によって出力軸（８）に間欠的な回転打撃力を発生させるインパクト機構（９）と、インパクト機構（９）により出力軸（８）に加えられた打撃を検出する打撃検出部（１２）と、インパクト機構（９）の１回の打撃による出力軸回転角を取得する回転角取得部（２０）と、インパクト機構（９）の１回の打撃により出力軸（８）に加えられた打撃エネルギーを算出するエネルギー算出部（２２）と、エネルギー算出部（２２）が算出した打撃エネルギーと回転角取得部（２０）が取得した出力軸回転角にもとづいて締付トルクを算出する締付トルク算出部（２３）と、算出した締付トルクにもとづいてモータ（２）の回転を制御するモータ制御部（２４）と、ユーザ操作によりモータ（２）の上限回転数を変更する設定部（１５）と、を備える。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

１・・・インパクト回転工具、２・・・モータ、６・・・ハンマ、６ a , ６ b・・・ハンマ爪、７・・・アンビル、７ a , ７ b・・・アンビル爪、８・・・出力軸、９・・・インパクト機構、１０・・・制御部、１１・・・モータ駆動回路、１２・・・打撃検出部、１３・・・バッテリー、１４・・・受付部、１５・・・設定部、１６・・・操作スイッチ、１７・・・シャットオフ打撃数記憶部、１８・・・回転角検出部、２０・・・回転角取得部、２１・・・回転速度取得部、２２・・・エネルギー算出部、２３・・・締付トルク算出部、２４・・・モータ制御部、２５・・・打撃監視部、３０・・・表示部。

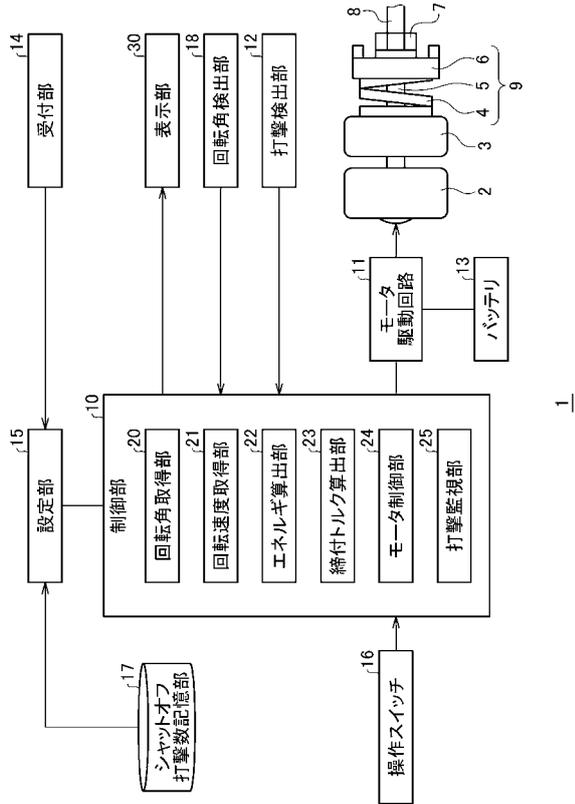
10

20

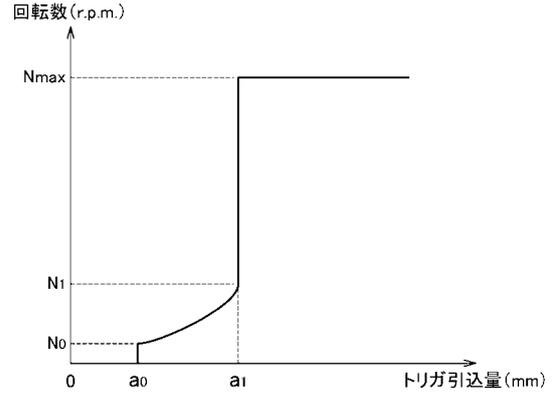
30

40

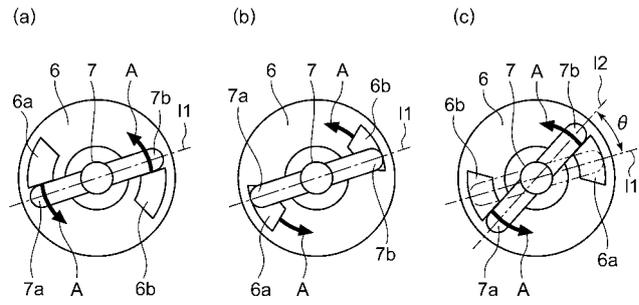
【図1】



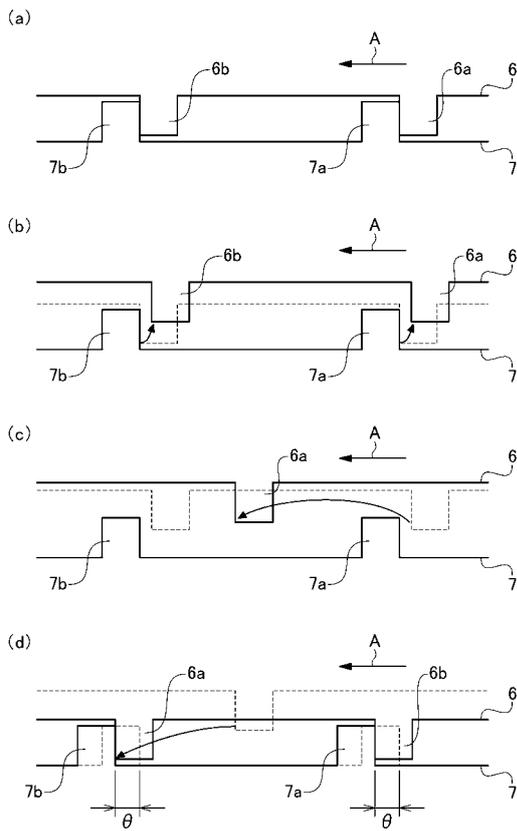
【図2】



【図3】



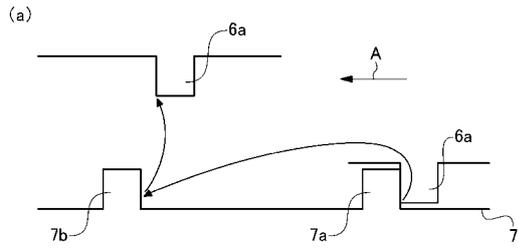
【図4】



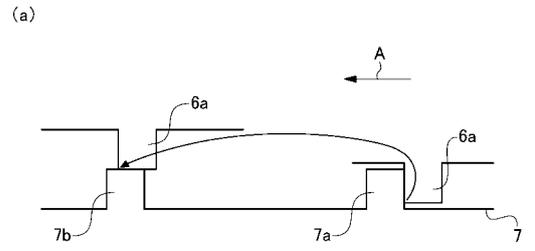
【図5】



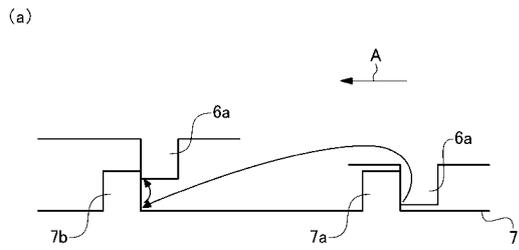
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

