

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3906606号

(P3906606)

(45) 発行日 平成19年4月18日(2007.4.18)

(24) 登録日 平成19年1月26日(2007.1.26)

(51) Int. Cl.

B25B 23/14 (2006.01)

F I

B25B 23/14 G10K

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平11-166024	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成11年6月11日(1999.6.11)		松下電工株式会社
(65) 公開番号	特開2000-354976(P2000-354976A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成12年12月26日(2000.12.26)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成16年11月19日(2004.11.19)		弁理士 西川 恵清
		(74) 代理人	100085604
			弁理士 森 厚夫
		(72) 発明者	天野 昌幸
			大阪府門真市大字門真1048番地松下電
			工株式会社内
		(72) 発明者	細川 智弘
			大阪府門真市大字門真1048番地松下電
			工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インパクト回転工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動軸を回転させる駆動手段および駆動軸の回転を所定の減速比でハンマに伝達する伝達機構から構成されてハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段と、駆動軸の回転角を検出する駆動軸回転角検出手段とを備え、打撃間回転角算出手段は、駆動軸回転角検出手段の検出値より打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に回転した駆動軸の回転角を算出し、この回転角を伝達機構の減速比で除算した値から、出力軸が1回打撃される毎に発生するハンマと出力軸との回転角のずれを減算して、出力軸が打撃間に回転する回転角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2】

ハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間

10

20

に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、打撃間回転角算出手段により算出された回転角が所定のしきい値よりも小さくなってからハンマにより出力軸が打撃された回数を計数する打撃回数計数手段と、算出された回転角が前記しきい値よりも大きい場合は、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出し、且つ、算出された回転角が前記しきい値よりも小さい場合は、打撃回数計数手段の計数した打撃回数の平方根に、締め付ける部材に応じて決まる比例係数を乗算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段とを備えて成ることを特徴とするインパクト回転工具。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ボルトやナット等のねじの締め付け作業及び緩め作業に使用するインパクトレンチやインパクトドライバのようなインパクト回転工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

インパクト回転工具は、回転駆動されるハンマによる打撃衝撃を出力軸に加えることで出力軸を回転させて締め付け作業や緩め作業を行うものであり、モータの減速出力で出力軸を直接回転させる回転工具に比べて、高い締付トルクを得られるのであるが、その反面、小径のボルトやナットを締め付ける際は、締め過ぎて破損させてしまう場合があり、それを恐れた場合は締付トルクが不足することになる。

20

【0003】

そのため、従来のインパクト回転工具では締付トルクを管理するために、ハンマによる出力軸の打撃回数をカウントし、その打撃回数が規定値に達すれば、所定の締付トルクで締め付けがなされたとしてモータを停止させていた。これは、締付トルクが着座後の打撃回数の平方根に比例するという関係を利用したものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記構成のインパクト回転工具では、ボルトやナットが着座するまでに、打撃が発生しないことを前提としているが、塗装ボルトを締め込む際や木材など着座までに数多くの打撃が発生する部材の場合には適切な締付トルクで停止させることができないという問題がある。

30

【0005】

本発明は上記問題点を鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、規定の締付トルクで締め付け作業を行うことのできるインパクト回転工具を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1の発明では、駆動軸を回転させる駆動手段および駆動軸の回転を所定の減速比でハンマに伝達する伝達機構から構成されてハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段と、駆動軸の回転角を検出する駆動軸回転角検出手段とを備え、打撃間回転角算出手段は、駆動軸回転角検出手段の検出値より打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に回転した駆動軸の回転角を算出し、この回転角を伝達機構の減速比

40

50

で除算した値から、出力軸が1回打撃される毎に発生するハンマと出力軸との回転角のずれを減算して、出力軸が打撃間に回転する回転角を算出することを特徴とし、ハンマが出力軸を打撃することによって出力軸に加えられたエネルギーが、ねじを締め付けるのに消費されるエネルギーと略等しくなるから、締付トルク算出手段が回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して、締付トルクを算出しているのので、締付トルクの検出精度を高めて、規定の締付トルクで締め付け作業を行うことができる。

【0007】

しかも、打撃間回転角算出手段は、駆動軸回転角検出手段の検出した駆動軸の回転角を減速機構の減速比で除算した値から、出力軸が1回打撃される毎に発生するハンマと出力軸との回転角のずれを減算して、出力軸の回転角を算出しているのので、オイルや粉塵などの影響を受けやすい出力軸に回転角を検出する回転角検出手段を設ける必要が無く、算出する締付トルクの信頼性を高めることができる。

【0008】

請求項2の発明では、ハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、打撃間回転角算出手段により算出された回転角が所定のしきい値よりも小さくなってからハンマにより出力軸が打撃された回数を計数する打撃回数計数手段と、算出された回転角が前記しきい値よりも大きい場合は、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出し、且つ、算出された回転角が前記しきい値よりも小さい場合は、打撃回数計数手段の計数した打撃回数の平方根に、締め付ける部材に応じて決まる比例係数を乗算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段とを備えて成ることを特徴とし、打撃間回転角算出手段の算出した回転角が所定のしきい値よりも小さくなると、回転角の検出誤差や検出した回転角でエネルギーを除算する際に発生する誤差が無視できなくなるが、回転角が所定のしきい値よりも小さくなると、締付トルク算出手段は、打撃回数計数手段の計数した打撃回数の平方根に比例係数を乗算して締付トルクを算出しているのので、出力軸の回転角が小さい高トルク領域において回転角の検出誤差や、検出した回転角でエネルギーを除算する際に発生する誤差の影響を無くして、締付トルクの検出精度を向上させることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0010】

(基本構成)

図1に本発明に係るインパクト回転工具の基本構成の概略構成図を示す。このインパクト回転工具は、駆動手段たるモータ1と、モータ1の回転を所定の減速比で減速する伝達機構たる減速機2と、モータ1の回転が減速機2を介して伝達されるハンマ3と、ハンマ3によって打撃されるアンビル部4を有しハンマ3がアンビル部4を打撃することにより回転力が衝撃的に加えられる出力軸5と、ハンマ3によるアンビル部4の打撃音を電気信号に変換するマイク6と、マイク6の出力電圧が所定のしきい値を上回ることからハンマ3によりアンビル部4が打撃されたことを検出する打撃検出部(打撃検出手段)7と、出力軸5に取り付けられ複数のスリット(図示せず)が円周状に形成された略円板状の遮光板8と、遮光板8のスリットが形成された部位を挟むようにして配置されたフォトインタラプタ9と、遮光板8の回転に応じてフォトインタラプタ9から出力される信号を波形整形し、出力軸5の回転角に応じたパルス数のパルス信号を発生する波形整形回路10と、打撃検出部7及び波形整形回路10の出力から締付トルクを算出し、締付トルクが規定値以

上になるとモータ1を停止させる停止信号を発生する制御回路部11と、図示しない操作部の操作によって入力されるトリガ信号（速度指令） S_t に応じてモータ1を回転させると共に、制御回路部11から入力される停止信号に応じてモータ1の回転を停止させるモータ駆動部12とで構成される。ここに、モータ1及び減速機2から回転駆動部が構成される。

【0011】

また、制御回路部11は、波形整形回路10から入力されるパルス信号のパルス数をカウントするカウンタ13と、一定の時間間隔で割込信号を発生するタイマ14と、タイマ14より割込信号が前回入力されてから次回入力されるまでの間のカウンタ13のカウント値より出力軸5の回転速度を算出する回転速度算出部（回転速度検出手段）15と、カウンタ13のカウント値より打撃検出部7が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間の出力軸5の回転角を算出する打撃間回転角算出部（打撃間回転角算出手段）16と、出力軸5が打撃された時点で回転速度算出部15が算出した出力軸5の回転速度から出力軸5に加えられたエネルギーを算出すると共に、このエネルギーと打撃間回転角算出部16の算出した回転角とから締付トルクを算出し、締付トルクが規定のトルク以上になるとモータ1を停止させる停止信号を発生するトルク算出部17とで構成され、制御回路部11は例えば1チップのマイクロコンピュータにより構成される。

10

【0012】

ところで、このインパクト回転工具ではハンマ3がアンビル部4を打撃することによって出力軸5に加えられるエネルギーが、ボルトやナットなどのねじの締め付けに消費されるエネルギーに略等しいことから、ねじを締め付ける締付トルクを算出している。ねじが着座した後に回転する出力軸5の回転角 θ [rad]と締付トルク T [N・m]との関係は締め付ける部材によって異なるが、回転角 θ と締付トルク T との関係が図3に示すような関数 $T = \tau(\theta)$ で表されるものとし、ハンマ3によるアンビル部4の打撃が、それぞれ、回転角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$ の位置で発生したものとする。

20

【0013】

ここで、関数 τ を区間 (θ_1, θ_2) で積分した値 E_1 はねじの締め付け作業に消費されたエネルギーであり、回転角 θ が θ_1 の時にハンマ3の打撃によって出力軸5に加えられたエネルギーと等しくなる。したがって、区間 (θ_1, θ_2) における平均トルク T_a は、 $T_a = E_1 / (\theta_2 - \theta_1)$ と表される。すなわち、区間 $(\theta_n, \theta(n+1))$ ($n = 1, 2, 3 \dots$)における平均トルク T_a は、関数 $\tau(\theta)$ を区間 $(\theta_n, \theta(n+1))$ で積分した値を E_n とすると、 $T_a = E_n / (\theta(n+1) - \theta_n)$ と表される。したがって、ねじなどの締付トルクを管理するには、平均トルク T_a が設定トルク以上になった時に、制御回路部11がモータ駆動部12を制御してモータ1を停止させれば良い。

30

【0014】

以下に、各部の動作を図2のフローチャートを参照して簡単に説明する。打撃検出部7は、マイク6の出力電圧が所定のしきい値を上回ることから、ハンマ3によってアンビル部4が打撃されたことを検出しており、打撃検出部7は打撃を検出すると、割込信号を打撃間回転角算出部16に出力する（ステップS1）。

【0015】

また、ハンマ3によってアンビル部4が打撃され、出力軸5が回転すると、遮光板8が出力軸5と共に回転し、出力軸5の回転に応じてフォトインタラプタ9の出力が変化する。波形成形回路10はフォトインタラプタ9の出力を波形整形したパルス信号を発生しており、このパルス信号のパルス数をカウンタ13が計数している。

40

【0016】

打撃検出部7から打撃間回転角算出部16に割込信号が入力されると、打撃間回転角算出部16はカウンタ13からカウント値 C を読み込み、このカウント値 C に係数 K_1 を乗じて、打撃検出部7が前回打撃を検出してから現在までに出力軸5が回転した回転角 $\theta (= K_1 \times C)$ を算出する（ステップS2）。そして、回転角 θ の算出後、打撃間回転角算出部16はカウンタ13のカウント値 C をクリアする。但し、係数 K_1 は、出力軸5が1回

50

転する間に波形整形回路 10 から出力されるパルスの数 N_p で 2π を除算した値 ($K1 = 2\pi / N_p$)、すなわち 1 パルス当たりの出力軸 5 の回転角 [rad] である。

【0017】

また、タイマ 14 は一定の時間間隔で割込信号を回転速度算出部 15 に出力しており、タイマ 14 から回転速度算出部 15 に割込信号が入力されると、回転速度算出部 15 はカウンタ 13 のカウント値 C を読み込み、前回割込信号が入力された時点でのカウント値 C と現在のカウンタ値 C との差分から一定時間内に発生したパルスの数を算出し、このパルス数に相当する出力軸 5 の回転角度を一定時間で除算することにより、出力軸 5 の回転速度 ω を算出する。

【0018】

次にトルク算出部 17 は、回転速度算出部 15 の算出した打撃直後の出力軸 5 の回転速度 ω から、式 (1) を用いて出力軸 5 に加えられたエネルギー E を算出する (ステップ S4) 。但し、 J_a は出力軸 5 の回転モーメントである。

【0019】

$$E = (1/2) \times J_a \times \omega^2 \quad \dots (1)$$

ここで、トルク算出手段としてのトルク算出部 17 は、式 (1) から求めたエネルギー E を、打撃間回転角算出部 16 が算出した回転角 θ で除算することにより、出力軸 5 が打撃される間の平均トルク T_a を算出しており (ステップ S5) 、算出した平均トルク T_a が設定値 T_{set} より大きいかなんかを判断する (ステップ S6) 。ここで、平均トルク T_a が設定値 T_{set} 以下であれば、トルク算出部 17 はねじが着座していないと判断し、カウンタ値 n を 0 にリセットして (ステップ S7) 、割込処理を終了する (ステップ S11) 。

【0020】

一方、平均トルク T_a が設定値 T_{set} よりも大きければ、トルク算出部 17 はねじが着座したと判断し、カウンタ値 n に 1 を加算し (ステップ S8) 、カウンタ値 n が設定値 N よりも大きいか否かを判断する (ステップ S9) 。ここで、カウンタ値 n が設定値 N 以下であれば、トルク算出部 17 は締付トルクが規定値に達していないと判断して、割込処理を終了する (ステップ S11) 。一方、カウンタ値 n が設定値 N よりも大きければ、すなわち平均トルク T_a が N 回連続して設定値 T_{set} を上回ると、制御手段としてのトルク算出部 17 は締付トルクが規定値以上になったと判断して、モータ駆動部 12 に停止信号を出力し、モータ 1 を停止させ (ステップ S10) 、割込処理を終了する (ステップ S11) 。

【0021】

このように、トルク算出部 17 は、回転速度算出部 15 の算出した回転速度より、ハンマ 3 が出力軸 5 を打撃することによって出力軸 5 に加えられるエネルギー E を算出しており、このエネルギーがねじを締め付けるのに消費されるエネルギーと略等しくなることから、エネルギー E を打撃間回転角算出部 16 の算出した回転角 θ で除算して、締付トルクを算出している。したがって、着座までに打撃の発生するような部材においても、締付トルクを高精度に検出することができ、規定の締付トルクで締め付け作業を行うことができる。また、締付トルクを適切に設定することにより、ねじを座面に密着した状態 (着座状態) で停止させることができる。尚、出力軸 5 が打撃される毎に出力軸 5 に加えられるエネルギーを略一定と仮定できる場合は、打撃間回転角算出部 16 の算出した出力軸 5 の回転角 θ がある一定の値以下になった時、すなわちエネルギーを回転角 θ で除算した結果 (締付トルク) が規定トルク以上になった時に、トルク算出部 17 が停止信号をモータ駆動部 12 に出力して、モータ 1 を停止させるようにしても良く、この場合は回転速度算出部 15 を省略することができる。

(実施形態 1)

図 4 に本実施形態のインパクト回転工具の概略構成図を示す。本実施形態では、基本構成で説明したインパクト回転工具において、遮光板 8 及びフォトインタラプタ 9 の代わりに、モータ 1 に設けられ、モータ 1 の回転数に比例した周波数の信号を発生する駆動軸回

10

20

30

40

50

転角検出手段としての周波数ジェネレータ（F G）18を設けている。波形整形回路10は周波数ジェネレータ18の発生した信号を波形整形し、出力軸5の回転角に応じたパルス数のパルス信号を出力しており、カウンタ13は波形整形回路10から入力されるパルス信号のパルス数をカウントしている。尚、周波数ジェネレータ18以外の構成は基本構成で説明したインパクト回転工具と同様であるので、同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0022】

基本構成で説明したインパクト回転工具では、出力軸5の回転角を直接検出していたが、本実施形態のインパクト回転工具では、モータ1の駆動軸の回転角から出力軸5の回転角を算出している。以下に、回転速度算出部15が出力軸5の回転角を算出する際の処理

10

【0023】

打撃検出部7が、基本構成で説明したインパクト回転工具と同様にして、マイク6の出力電圧から出力軸5が打撃されたことを検出し、打撃間回転角算出部16に割込信号を出力すると（ステップS21）、打撃間回転角算出部16はカウンタ13のカウント値Cを読み込み、式（2）、式（3）を用いて打撃検出部7が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸5が回転する回転角 θ を算出する（ステップS22）。

【0024】

$$\Phi = 2\pi C / M \quad \dots (2)$$

$$\theta = \Phi / K2 - \theta a = 2\pi C / (M \cdot K2) - \theta a \quad \dots (3)$$

20

ここに、 Φ は、打撃検出部7が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間にモータ1の駆動軸が回転する回転角、Mは、モータ1の駆動軸が1回転する間に波形整形回路10から出力されるパルスの数、K2は減速機3の減速比、 θa は、ハンマ3がアンビル部4を一回打撃する際に発生するハンマ3と出力軸5との回転角のずれである。

【0025】

そして、打撃間回転角算出部16が出力軸5の回転角 θ を算出すると、打撃間回転角算出部16はカウンタ13のカウント値Cをクリアして（ステップS23）、回転角 θ の算出処理を終了する（ステップS24）。尚、出力軸5の回転角 θ を算出した後の処理は、基本構成で説明したステップS4～S11までの処理と同様であるので、その説明は省略する。

30

【0026】

本実施形態のインパクト回転工具では、モータ1に設けた周波数ジェネレータ18の出力から出力軸5の回転角を算出しているので、オイルや粉塵などの影響を受けやすい出力軸5の近傍に、出力軸5の回転角を検出するためのセンサを設ける必要がなく、算出する締付トルクの信頼性が向上する。

【0027】

（実施形態2）

基本構成で説明したインパクト回転工具では、回転速度算出部15が打撃直後の出力軸5の回転速度 ω を算出するとともに、出力軸5が前回打撃されてから次に打撃されるまでの間に回転した回転角 θ を打撃間回転角算出部16が算出しており、トルク算出部17は出力軸5の回転速度 ω から出力軸5に加えられたエネルギーEを算出し、さらに算出したエネルギーEを回転角 θ で除算して平均トルクTaを算出しているが、出力軸5の回転角 θ が非常に小さくなる高トルク領域では、回転角 θ の検出誤差や、エネルギーEを回転角 θ で除算する際に発生する誤差が無視できなくなる。

40

【0028】

そこで、本実施形態のインパクト回転工具では、打撃間回転角算出部16の算出した回転角 θ が十分大きく、回転角 θ 自体の検出誤差や、エネルギーEを回転角 θ で除算する際に発生する誤差が無視できる範囲においては、トルク算出部17は基本構成で説明したインパクト回転工具と同様の方法で平均トルクTaを算出している。一方、回転角 θ が所定のしきい値よりも小さくなって、回転角 θ 自体の検出誤差や、エネルギーEを回転角 θ で除算

50

する際に発生する誤差が無視できなくなる範囲においては、回転角 θ が所定のしきい値よりも小さくなった後に出力軸 5 が打撃された回数の平方根に、締め付ける部材によって決まる比例係数 K_3 を乗じて、平均トルク T_a を算出している。尚、インパクト回転工具の構成は基本構成で説明したインパクト回転工具と同様であるので、その説明は省略する。

【0029】

以下に、トルク算出部 17 がトルクを算出する際の処理について図 6 のフローチャートを参照して説明する。尚、プログラム実行時にフラグ $flag$ 及び変数 N_i の値はそれぞれ 0 に初期化されているものとする。

【0030】

基本構成のインパクト回転工具で説明したように、出力軸 5 がハンマ 3 によって打撃されるのを打撃検出部 7 が検出すると、打撃検出部 7 は打撃間回転角算出部 16 に割込信号を出力する。打撃検出部 7 から打撃間回転角算出部 16 に割込信号が入力されると、打撃間回転角算出部 16 は出力軸 5 が前回打撃されてから現在までに回転した回転角 θ を算出し、トルク算出部 17 がトルクの算出処理を開始する（ステップ S31）。

【0031】

トルク算出部 17 はフラグ $flag$ の値が 1 か否かを判断する（ステップ S32）。プログラム実行時にはフラグ $flag$ の値は 0 に初期化されており、フラグ $flag$ の値が 0 であれば、トルク算出部 17 は、打撃間回転角算出部 16 が算出した回転角 θ が所定のしきい値 θ_{th} よりも大きいか否かを判断する（ステップ S33）。

【0032】

ここで、回転角 θ がしきい値 θ_{th} よりも大きければ、トルク算出部 17 は、回転速度算出部 15 の算出した打撃直後における出力軸 5 の回転速度 ω から、上述した式（1）を用いて出力軸 5 に加えられたエネルギー E を算出する（ステップ S34）。そして、トルク算出部 17 は、式（1）を用いて算出したエネルギー E を、打撃間回転角算出部 16 の算出した回転角 θ で除算することにより、平均トルク $T_a (= E / \theta)$ を算出する（ステップ S35）。一方、回転角 θ がしきい値 θ_{th} 以下になると、トルク算出部 17 はフラグ $flag$ の値を 1 にセットした後（ステップ S36）、上述したステップ S34、S35 の処理を行って平均トルク T_a を算出する。

【0033】

ところで、打撃間回転角算出部 16 の算出した回転角 θ がしきい値 θ_{th} 以下になると、上述のようにトルク算出部 17 はフラグ $flag$ の値を 1 にセットする。したがって、次回出力軸 5 がハンマ 3 によって打撃され、打撃検出部 7 が割込信号を打撃間回転角算出部 16 に出力すると、打撃間回転角算出部 16 は、出力軸 5 が前回打撃されてから現在までに回転した回転角 θ を算出し、トルク算出部 17 がトルクの算出処理を開始する（ステップ S31）。この時、トルク算出部 17 はフラグ $flag$ の値が 1 か否かを判断し（ステップ S32）、フラグ $flag$ の値が 1 であれば、変数 N_i に 1 を加算する（ステップ S37）。そして、トルク算出部 17 は式（4）を用いて平均トルク T_a を算出する（ステップ S38）。

【0034】

$$T_a = K_3 \cdot (N_i)^{1/2} \cdots (4)$$

次に、トルク算出部 17 は、算出した平均トルク T_a が設定値 T_{set} より大きいか否かを判断し（ステップ S39）、平均トルク T_a が設定値 T_{set} 以下であれば、トルク算出部 17 はねじが着座していないと判断して、カウント値 n を 0 にリセットし（ステップ S40）、トルクの算出処理を終了する（ステップ S44）。一方、平均トルク T_a が設定値 T_{set} よりも大きければ、トルク算出部 17 はねじが着座したと判断して、カウント値 n に 1 を加算し（ステップ S41）、カウント値 n が所定の設定値 N よりも大きいか否かを判断する（ステップ S42）。ここで、カウント値 n が設定値 N 以下であれば、トルク算出部 17 は締め付トルクが規定値に達していないと判断して、トルクの算出処理を終了する（ステップ S44）。一方、カウント値 n が設定値 N よりも大きければ、すなわち平均トルク T_a が N 回連続して設定値 T_{set} を上回ると、トルク算出部 17 は締め付トル

10

20

30

40

50

クが規定値以上になったと判断して、モータ駆動部12に停止信号を出力し、モータ1を停止させ（ステップS43）、トルクの算出処理を終了する（ステップS44）。

【0035】

上述のように本実施形態では、初期状態において、フラグflagの値が0に初期化されているので、トルク算出部17は基本構成で説明したインパクト回転工具と同様にして平均トルクTaを算出する。その後、回転角θがしきい値θth以下になり、回転角θ自体の検出誤差や、エネルギーEを回転角θで除算する際に発生する誤差が無視できなくなる場合には、回転角θがしきい値th以下になってから出力軸5がハンマ3により打撃された回数（すなわち変数Ni）の平方根に、締め付ける部材に応じて決まる比例係数K3を乗じて、締付トルクTaを算出している。高トルク領域において回転角θの検出誤差やエネルギーEを回転角θで除算する際に発生する誤差を無くすることができる。すなわち、トルク算出部17は低トルク領域と高トルク領域とで締付トルクの算出方法を切り換えており、何れの領域においても締付トルクを高精度で算出することができる。

10

【0036】

そして、算出した平均トルクTaがN回連続して設定値Tsetを越えると、締付トルクが規定値を上回ったと判断し、トルク算出部17はモータ駆動部12に停止信号を出力して、モータ1を停止させているので、締付トルクの管理を高い精度で行うことができる。

【0037】

【発明の効果】

上述のように、請求項1の発明は、駆動軸を回転させる駆動手段および駆動軸の回転を所定の減速比でハンマに伝達する伝達機構から構成されてハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段と、駆動軸の回転角を検出する駆動軸回転角検出手段とを備え、打撃間回転角算出手段は、駆動軸回転角検出手段の検出値より打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に回転した駆動軸の回転角を算出し、この回転角を伝達機構の減速比で除算した値から、出力軸が1回打撃される毎に発生するハンマと出力軸との回転角のずれを減算して、出力軸が打撃間に回転する回転角を算出することを特徴とし、ハンマが出力軸を打撃することによって出力軸に加えられたエネルギーが、ねじを締め付けるのに消費されるエネルギーと略等しくなるから、締付トルク算出手段が回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して、締付トルクを算出している。締付トルクの検出精度を高めて、規定の締付トルクで締め付け作業を行うことができるという効果がある。

20

30

【0038】

しかも、打撃間回転角算出手段は、駆動軸回転角検出手段の検出した駆動軸の回転角を減速機構の減速比で除算した値に、出力軸が1回打撃される毎に発生するハンマと出力軸との回転角のずれを減算して、出力軸の回転角を算出している。オイルや粉塵などの影響を受けやすい出力軸に回転角を検出する回転角検出手段を設ける必要が無く、算出する締付トルクの信頼性を高めることができるという効果がある。

40

【0039】

請求項2の発明は、ハンマを回転させる回転駆動部と、ハンマによって打撃され回転力が加えられる出力軸と、ハンマによる出力軸の打撃を検出する打撃検出手段と、出力軸の回転速度を検出する回転速度検出手段と、打撃検出手段が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間に出力軸が回転する回転角を算出する打撃間回転角算出手段と、打撃間回転角算出手段により算出された回転角が所定のしきい値よりも小さくなってからハ

50

ンマにより出力軸が打撃された回数を計数する打撃回数計数手段と、算出された回転角が前記しきい値よりも大きい場合は、回転速度検出手段の検出した回転速度から出力軸に加えられたエネルギーを算出するとともに、算出したエネルギーを打撃間回転角算出手段の算出した回転角で除算して締付トルクを算出し、且つ、算出された回転角が前記しきい値よりも小さい場合は、打撃回数計数手段の計数した打撃回数の平方根に、締め付ける部材に応じて決まる比例係数を乗算して締付トルクを算出する締付トルク算出手段と、締付トルク算出手段の算出した締付トルクが規定値以上になると回転駆動部を停止させる制御手段とを備えて成ることを特徴とし、打撃間回転角算出手段の算出した回転角が所定のしきい値よりも小さくなると、回転角の検出誤差や検出した回転角でエネルギーを除算する際の誤差が無視できなくなるが、回転角が所定のしきい値よりも小さくなると、締付トルク算出手段は、打撃回数計数手段の計数した打撃回数の平方根に比例係数を乗算して締付トルクを算出しているので、高トルク領域において回転角の検出誤差や、検出した回転角でエネルギーを除算する際に発生する誤差の影響を無くして、締付トルクを高精度で検出することができるという効果がある。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 インパクト回転工具の基本構成を示す概略構成図である。

【図 2】 同上の動作を説明するフローチャートである。

【図 3】 同上の出力軸の回転角と締付トルクの関係を示す図である。

【図 4】 実施形態 1 のインパクト回転工具の概略構成図である。

【図 5】 同上の動作を説明するフローチャートである。

20

【図 6】 実施形態 2 のインパクト回転工具の動作を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

1 モータ

3 ハンマ

5 出力軸

7 打撃検出部

10 波形整形回路

13 カウンタ

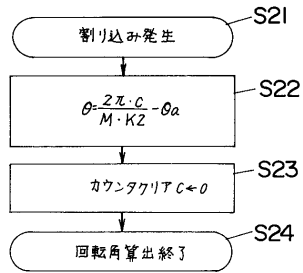
15 回転速度算出部

16 打撃間回転角算出部

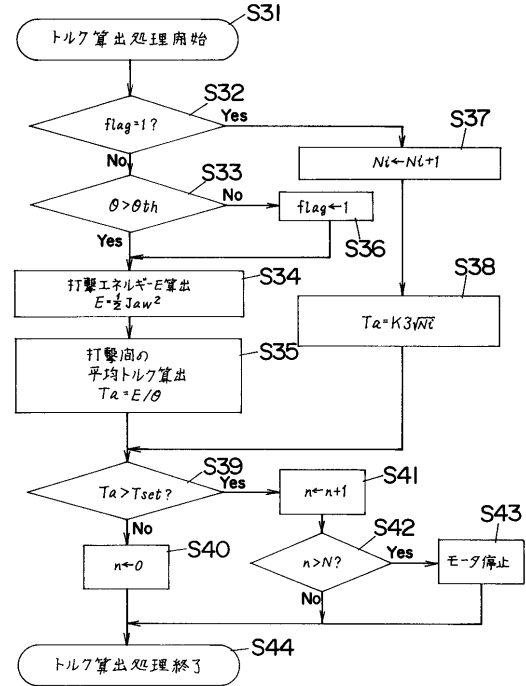
30

17 トルク算出部

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 稔
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
- (72)発明者 清水 秀規
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

審査官 仁木 浩

- (56)参考文献 特開平06-206172 (JP, A)
特開平10-109276 (JP, A)
特開平08-294875 (JP, A)
特開平06-091552 (JP, A)
特開平07-314344 (JP, A)
特開昭63-074576 (JP, A)
特開平10-071576 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25B 23/14