

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動モータと本体作動時に該モータの駆動力により回転する出力軸とを備えた手持ち式電動工具を制御する制御装置において、

本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力による作動開始位置からの工具本体の姿勢の変化を検出する姿勢変化検出手段と、

上記姿勢変化検出手段により取得された検出信号を受けて、上記工具本体の姿勢の変化が所定以上となった場合に、工具の作動を停止する駆動制御手段と、を有していることを特徴とする手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 2】

上記駆動制御手段は、上記工具本体の姿勢の変化が所定以上となった場合に、工具の作動を停止し、また、上記工具本体の姿勢の変化が所定以下となった場合には、工具を再起動させる停止及び再起動制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 3】

上記姿勢変化検出手段は、所定の軸まわりに回転する工具本体の作動開始位置に対する回転角度を検出する角速度センサであり、該角速度センサは、該軸の近傍に軸上から外れて配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 4】

上記停止及び再起動制御による停止期間をタイマ制御するタイマ制御手段を備えていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 5】

上記手持ち式電動工具が、ネジ部材締付用の工具であって、締付力を検出する締付力検出センサを備え、上記駆動制御手段は、目標の締付力に達した時点で、上記停止及び再起動制御を終了させることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか一に記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 6】

駆動モータと本体作動時に該モータの駆動力により回転する出力軸とを備えた手持ち式電動工具を制御する制御装置において、

本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力により工具本体が受ける衝撃力を検出する衝撃力検出手段と、

上記衝撃力検出手段により取得された検出信号を受けて、上記工具本体が受ける衝撃力が所定以上となった場合に、工具の作動を停止する駆動制御手段と、を有していることを特徴とする手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 7】

上記工具本体が受ける衝撃力が所定以上となった場合に、工具の作動を停止し、また、上記工具本体が受ける衝撃力が所定以下となった場合には、工具を再起動させる停止及び再起動制御を行うことを特徴とする請求項 6 記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【請求項 8】

上記衝撃力検出手段は、本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力により上記工具本体が回転する加速度を検出する加速度センサであり、該加速度センサは、上記軸の近傍に軸上から外れて配置されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の手持ち式電動工具の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、駆動モータと本体作動時に該モータの駆動力により回転する出力軸とを備えた手持ち式電動工具の制御装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

従来、手作業によるネジ部材の締付作業においては、油圧発生ユニットで瞬間的な打撃を発生させ反力を振動に変換して締め付ける、作業性の良いピストル型のオイルパルスレンチがよく用いられているが、近年、商品の高性能化および生産方法の多様化から、また、ミスト、騒音、省エネ等の環境問題に対処するために、高性能及びフレキシブルな手持ち式電動締付工具が普及しつつある。この電動手持ち締付工具は、モータの回転力（トルク）をギヤで増幅し、ボルトやナット等の締付体に対して連続的にトルクを伝達する。

【0003】

ところで、手持ち式電動締付工具を用いた締付作業においては、トルクに相当する反力が工具を介して作業者にかかり、場合によっては、大きな作業負荷や予想以上の工具の振れによって、手首の損傷等につながる恐れがある。これに対処し得る装置又は工具としては、従来、反力受け部材又は工具保持具等を採用した締緩装置（例えば特許文献1）や締付動作をパルス制御する工具（例えば特許文献2）が知られている。

10

【0004】

【特許文献1】特開平5 - 42485号公報

【特許文献2】特開2002 - 1676号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に開示される締緩装置では、反力受け部材を取り付ける手間がかかり、また、締付け箇所が変わると、反力受の調整が必要となり、使い勝手が悪く、更に、その構造上、使用場所や使用範囲が制限されるという問題があった。他方、特許文献2に開示される工具では、制御が一義的であるため、締付体の特性によっては、工具側のトルクが安定して締付体に伝達されないことから、締付け効率の低下は回避し得ず、また、作業者にかかる負荷を小さくする設定が比較的難しかった。

20

また、更に、反力に対する安全機構としては、従来、工具のスイッチから手を離すことで駆動停止する機能が知られているが、反力が加わった場合、作業者が反射的に工具を握ってしまうことがあり、十分な安全性を確保し得なかった。

【0006】

本発明は、上記技術的課題に鑑みてなされたもので、締付作業時に工具本体にかかる反力を軽減して良好な作業性を実現するとともに、作業者の安全を確保し得る手持ち式電動工具の制御装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願の請求項1に係る発明は、駆動モータと本体作動時に該モータの駆動力により回転する出力軸とを備えた手持ち式電動工具を制御する制御装置において、本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力による作動開始位置からの工具本体の姿勢の変化を検出する姿勢変化検出手段と、上記姿勢変化検出手段により取得された検出信号を受けて、上記工具本体の姿勢の変化が所定以上となった場合に、工具の作動を停止する駆動制御手段と、を有していることを特徴としたものである。

40

【0008】

また、本願の請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明において、上記駆動制御手段は、上記工具本体の姿勢の変化が所定以上となった場合に、工具の作動を停止し、また、上記工具本体の姿勢の変化が所定以下となった場合には、工具を再起動させる停止及び再起動制御を行うことを特徴としたものである。

【0009】

更に、本願の請求項3に係る発明は、請求項1又は2に係る発明において、上記姿勢変化検出手段は、所定の軸まわりに回転する工具本体の作動開始位置に対する回転角度を検出する角速度センサであり、該角速度センサは、上記軸の近傍に軸上から外れて配置されていることを特徴としたものである。

50

【0010】

また、更に、本願の請求項4に係る発明は、請求項2又は3に係る発明において、上記停止及び再起動制御による停止期間をタイマ制御するタイマ制御手段を備えていることを特徴としたものである。

【0011】

また、更に、本願の請求項5に係る発明は、請求項2～4に係る発明のいずれか一において、上記手持ち式電動工具が、ネジ部材締付用の工具であって、締付力を検出する締付力検出センサを備え、上記駆動制御手段は、目標の締付力に達した時点で、上記停止及び再起動制御を終了させることを特徴としたものである。

【0012】

また、更に、本願の請求項6に係る発明は、駆動モータと本体作動時に該モータの駆動力により回転する出力軸とを備えた手持ち式電動工具を制御する制御装置において、本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力により工具本体が受ける衝撃力を検出する衝撃力検出手段と、該衝撃力検出手段により取得された検出信号を受けて、上記工具本体が受ける衝撃力が所定以上となった場合に、工具の作動を停止する駆動制御手段と、を有していることを特徴としたものである。

10

【0013】

また、更に、本願の請求項7に係る発明は、請求項6に係る発明において、上記工具本体が受ける衝撃力が所定以上となった場合に、工具の作動を停止し、また、上記工具本体が受ける衝撃力が所定以下となった場合には、工具を再起動させる停止及び再起動制御を行うことを特徴としたものである。

20

【0014】

また、更に、本願の請求項8に係る発明は、請求項6又は7に係る発明において、上記衝撃力検出手段は、本体作動時に、上記出力軸の回転に伴い生じた反力により上記工具本体が回転する加速度を検出する加速度センサであり、該加速度センサは、上記軸の近傍に軸上から外れて配置されていることを特徴としたものである。

【発明の効果】

【0015】

本願の請求項1に係る発明によれば、出力軸の回転に伴い生じた反力による工具本体の姿勢の変化に基づき、工具の作動を停止して、締付作業時に上記出力軸の回転に伴い生じる反力を軽減し、また、作業者の安全を確保することができる。

30

【0016】

また、本願の請求項2に係る発明によれば、停止及び再起動制御により、目標トルクに達するまで締付動作を分割的に制御し、締付トルク及び締付特性、締付速度、作業姿勢に基づき多様に变化する反力を一定にする若しくは軽減することができる。

【0017】

更に、本願の請求項3に係る発明によれば、角速度センサは、所定の軸の近傍に軸上から外れて配置されるため、例えばねじれ等の軸まわりの回転以外の変位に基づく姿勢の変化を検出することを抑制することができる。

【0018】

また、更に、本願の請求項4に係る発明によれば、停止及び再起動制御による停止期間をタイマ制御することができる。

40

【0019】

また、更に、本願の請求項5に係る発明によれば、駆動制御手段が、目標の締付力に達した時点で、停止及び再起動制御を終了させることで、良好な作業効率を実現することができる。

【0020】

また、更に、本願の請求項6に係る発明によれば、出力軸の回転に伴い生じた反力により工具本体が受ける衝撃力に基づき、工具の作動を停止して、締付作業時に上記出力軸の回転に伴い生じる反力を軽減し、また、作業者の安全を確保することができる。

50

【0021】

また、更に、本願の請求項7に係る発明によれば、停止及び再起動制御により、目標トルクに達するまで締付動作を分割的に制御し、締付トルク及び締付特性、締付速度、作業姿勢に基づき多様に变化する反力を一定にする若しくは軽減することができる。

【0022】

また、更に、本願の請求項8に係る発明によれば、加速度センサが、所定の軸の近傍に軸上から外れて配置されるため、例えばねじれ等の軸まわりの回転以外の変位に基づく加速度の変化を検出することを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、以下では、手持ち式電動工具として、ボルト又はナットの締付に用いる手持ち式電動締付けツールを取り上げるが、本発明は、これに限定されることなく、例えば穴あけに用いる手持ち式電動ドリル等の他のツールにも適用可能である。

図1は、本発明の実施形態に係る手持ち式電動締付ツール（以下、締付ツールという）及びそれを制御するコントローラを示す説明図である。この締付ツール10は、使用に際し、該締付ツール10を制御するコントローラ30と、接続ケーブル19を介して接続され、コントローラ30との間で、検出信号や制御信号の送受信を行いつつ、六角ボルト又は六角ナット等の締付部材の締付を行うように駆動する。この実施形態において、コントローラ30は、締付ツール10が使用される場所（例えば組立生産ライン）から離れた場所に設置され、締付ツール10を遠隔制御する。特に図示しないが、接続ケーブル19には、検出信号及び制御信号用のケーブルとともに、コントローラ30から締付ツール10へ制御電力を供給するための電源ケーブルも組み込まれる。

【0024】

締付ツール10は、モータ11（図2参照）を組み込み、作業者が握るための保持部1と、該保持部1の一端側に接続され、各種回路やモータ11の駆動力を伝達する機構を組み込むヘッド部2とを有している。保持部1の上端近傍及び下端近傍には、作業者が締付ツール10を起動させる起動スイッチ4A、4Bが設けられている。また、保持部1の一端側には、所定重量のバランサウエイト8が組み込まれている。他方、ヘッド部2の一端側には、モータ11の駆動時に回転する出力軸3が、保持部1と直交する方向（図2中の軸C1が延びる方向）にて外方へ突出するように設けられ、ボルトやナット等の締付対象となる部材（以下、締付部材という）に係合するソケット（不図示）が装着される。また、ヘッド部2には、接続ケーブル19が連結される連結部9が設けられている。

【0025】

図2は、締付ツール10の断面を部分的に示す説明図である。保持部1には、コントローラ30から供給される電源電力を用いて駆動するモータ11が組み込まれている。このモータ11は、ヘッド部2側に延びるモータ回転軸12を備え、該モータ回転軸12は、保持部1の長手方向に沿った軸C0まわりに回転可能に保持されている。モータ回転軸12の一端側には、第1のカサ歯車13が取り付けられ、ヘッド部2内にて、モータ回転軸12と同じ軸C0まわりに回転可能に保持されている。この第1のカサ歯車13に対応して、ヘッド部2内には、また、第1のカサ歯車13に噛み合う第2のカサ歯車14が、軸C0と直交する軸C1まわりに回転可能に保持されている。この第2のカサ歯車14は、軸C1まわりに回転可能に保持された回転軸15の一端側に取り付けられている。

【0026】

この締付ツール10では、回転軸15と出力軸3との間における駆動力伝達機構として、モータ11の出力トルクから所定以上のトルクを得るために、モータ11の回転を減速させトルクを増大させることができる遊星減速機構が採用されている。かかる遊星減速機構は、従来よく知られるものである。この機構を実現する構成として、まず、回転軸15の他端側には、第1の太陽歯車16が該回転軸15とともに回転可能に取り付けられている。第1の太陽歯車16の周囲には、該第1の太陽歯車16と噛み合い、該第1の太陽歯

10

20

30

40

50

車 16 の回転に伴いその周囲で公転する第 1 の遊星歯車 17 が複数 (図 2 では 1 つのみ示す) 設けられている。各第 1 の遊星歯車 17 は、回転軸 15 の周囲に延び軸 C 1 まわりに回転可能に保持された支持部材 18 に対して回転可能に軸支されている。

【 0 0 2 7 】

この支持部材 18 は、第 1 の太陽歯車 16 の前方側 (図 2 中の左側) で軸 C 1 に沿って延びる回転軸 18 a と一体的に構成されており、支持部材 18 及び回転軸 18 a は、第 1 の遊星歯車 17 の公転に伴い、軸 C 1 まわりに回転する。

【 0 0 2 8 】

また、回転軸 18 a の一端側には、第 2 の太陽歯車 20 が該回転軸 18 a とともに回転可能に取り付けられている。第 2 の太陽歯車 20 の周囲には、該第 2 の太陽歯車 20 と噛み合い、該第 2 の太陽歯車 20 の回転に伴いその周囲で公転する第 2 の遊星歯車 21 が複数 (図 2 では 1 つのみ示す) 設けられている。各第 2 の遊星歯車 21 は、第 2 の太陽歯車 20 の前方側で軸 C 1 と直交する平面方向に延び軸 C 1 まわりに回転可能に保持された支持部材 22 に対して回転可能に軸支されている。この支持部材 22 は、第 2 の太陽歯車 20 の更に前方側で軸 C 1 まわりに回転可能に延びる回転軸 23 と一体的に構成されており、支持部材 22 及び回転軸 23 は、第 2 の遊星歯車 21 の公転に伴い、軸 C 1 まわりに回転する。そして、この回転軸 23 の一端側に、ヘッド部 2 から外方へ突出する出力軸 3 が取り付けられている。

10

【 0 0 2 9 】

なお、第 1 , 第 2 の太陽歯車 16 , 20 及び第 1 , 第 2 の遊星歯車 17 , 21 の周囲には、その内面に歯を備えた円筒状の内歯歯車 24 が、回転不能に保持されている。第 1 , 第 2 の遊星歯車 17 , 21 は、第 1 , 第 2 の太陽歯車 16 , 20 の回転に伴い、それぞれ、第 1 , 第 2 の太陽歯車 16 , 20 と内歯歯車 24 との間で公転する。また、回転軸 23 の近傍には、締付ツール 10 の締付力 (締付トルク) を逐一検出するトルクトランスデューサ 26 が設けられている。

20

この締付ツール 10 は片手持ち式であり、また、モータ回転軸 12 と出力軸 3 とが互いに直交する構造が採用されているため、例えばエンジンやミッション等における狭い領域でも良好な作業性を実現することができる。

【 0 0 3 0 】

かかる駆動力伝達機構に加えて、ヘッド部 2 内には、その表面上に角速度センサ 28 及び加速度センサ 29 を含む各種の電子部品及び回路が搭載された基板 27 が組み込まれている。角速度センサ 28 は、締付部材の締付作業時に、基準位置となる締付開始位置に対する軸 C 1 まわりの締付ツール 10 の回転角度 (振れ角度) を検出する。参考のため、図 3 の (a) 及び (b) に、それぞれ、締付開始位置にある締付ツール 10 、及び、締付開始位置に対して振れ角度 をなして位置する締付ツール 10 を示す。角速度センサ 28 は、締付部材の締付作業時に、締付ツール 10 の振れ角度 を逐一検出する。なお、角速度センサ 28 としては、よく知られるジャイロセンサを用いることが可能である。

30

他方、加速度センサ 29 は、締付部材の締付作業時に、出力軸 3 の回転に伴い生じた反力によりツール本体が回転する加速度を検出する。

この実施形態では、角速度センサ 28 及び加速度センサ 29 が、軸 C 1 まわりの回転以外の締付ツール 10 の変位 (例えばヘッド部 2 のねじれ) を検出しにくいように、軸 C 1 の近傍に軸 C 1 上から外れて配置されている。

40

【 0 0 3 1 】

更に、図 4 は、接続ケーブル 19 を介して接続される締付ツール 10 及びコントローラ 30 の構成を示すブロック図である。締付ツール 10 は、前述した構成に加え、締付ツール 10 の作動状態等を指示する表示器 51 と、角速度センサ 28 から出力される検出信号を増幅する角速度センサ用増幅器 52 A と、加速度センサ 29 から出力される検出信号を増幅する加速度センサ用増幅器 52 B と、トランスデューサ 26 から出力される検出信号を増幅するトランスデューサ用増幅器 52 C と、ROM 及び RAM を搭載したマイクロプロセッサ (図中の MPU : Micro Processing Unit) 53 と、マイクロプロセッサ 53 と

50

接続され、コントローラ30との間で検出信号及び制御信号を送受信する通信ドライバ54と、マイクロプロセッサ53及びトランスデューサ用増幅器52Cと接続される信号変換器55と、モータ11に付随して設けられ、モータ11の回転角度を検出する回転角度検出器56と、を有している。マイクロプロセッサ53には、表示器51，増幅器52A，52B，起動スイッチ4A，4Bが接続されるとともに、トランスデューサ用増幅器52Cが信号変換器55を介して接続されており、マイクロプロセッサ53は、コントローラ30と通信を行いつつ、それに接続される各構成を制御する。

【0032】

また、一方、コントローラ30は、基本的な構成として、外部通信部31と、マイクロプロセッサ(図中のMPU)32と、F-ROM33と、RAM34と、外部インターフェース(図中の外部I/F)35と、締付ツール10側の通信ドライバ54と接続される通信ドライバ36と、ツール制御信号取得部37Aと、表示信号取得部37Bと、角速度センサ信号取得部37Cと、加速度センサ信号取得部37Dと、締付ツール10側の信号変換器55と接続される信号処理回路38と、アナログ-デジタル変換器(図中のA/D)39と、ROM及びRAMを搭載したマイクロプロセッサ(図中のMPU)40と、締付ツール10側の回転角度検出器56と接続される信号処理回路41と、電源入力される電源検出回路42と、平滑回路43と、制御電源回路44と、サーボ制御回路45と、インバータ回路46と、電流検出回路47と、モータ出力端子48と、を有している。

10

【0033】

以上の構成を備えた締付ツール10及びコントローラ30による反力軽減及び非常停止制御について説明する。締付ツール10では、締付開始と同時に、角速度センサ28，加速度センサ29により、それぞれ、ツール本体の角速度，加速度が検出され、各信号は、MPU53により、ツール本体の締付開始位置からの振れ角度をあらゆる信号及びツール本体に加わる衝撃力をあらゆる信号に変換された後、通信ドライバ54から接続ケーブル19を介してコントローラ30へ送られる。

20

【0034】

他方、コントローラ30では、各種の閾値情報、すなわち、ツール本体の振れ角度に関する閾値(一旦停止閾値，非常停止閾値，再起動閾値)，締付作業時にツール本体に加わる衝撃力に関する閾値(一旦停止閾値，非常停止閾値，再起動閾値)、及び、締付ツール10の作動を一旦停止する時間等の各種値が予め設定され、F-ROM33やRAM34に格納されている。締付作業時に締付ツール10から送られてくる振れ角度情報及び衝撃力情報は、予め設定された値と比較され、その比較結果に基づき、コントローラ30は、締付ツール10への電源供給が制御される。これにより、締付作業時にツール本体に加わる反力を軽減し、また、ツール本体が所定以上振れた場合に締付ツール10の作動を非常停止して危険を防止するように制御が行われる。

30

【0035】

なお、「一旦停止閾値」とは、締付作業時にツール本体に加わる反力を軽減すべく締付ツール10の作動を一旦停止するために設定されるツール本体の振れ角度又はツール本体に加わる衝撃力の値であり、締付作業の間に、振れ角度又は衝撃力がその閾値に達すると、締付ツール10の作動が一旦停止される。また、「非常停止閾値」とは、締付作業時に危険を回避すべくツール本体を非常停止させるために「一旦停止閾値」よりも大きく設定されるツール本体の振れ角度又はツール本体に加わる衝撃力の値であり、締付作業の間に、振れ角度又は衝撃力がその閾値に達すると、締付ツール10が非常停止される。更に、「再起動閾値」とは、一旦停止された締付ツール10の再起動を許可するために設定されるツール本体の振れ角度又はツール本体に加わる衝撃力の値であり、締付ツール10の作動の一旦停止後に、振れ角度又は衝撃力がその閾値に達する(その閾値まで戻る)と、締付ツール10が再起動させられる。

40

【0036】

次に、上記の反力軽減及び非常停止制御について、図5のフローチャートを参照しながら詳しく説明する。なお、下記のフローは、コントローラ30に組み込まれた記録媒体(

50

例えば F - R O M 3 3) に格納されるオペレーティングプログラムに基づき実行される。

まず、締付ツール 1 0 が締付部材に対してセットされた状態、すなわち、出力軸 3 に装着されたソケットを締付対象となる部材と係合させた状態で、起動スイッチ 4 A 又は 4 B が押し込まれオンされると (ステップ S 1)、締付が開始される (ステップ S 2)。締付開始と同時に、ツール本体の振れ角度及びツール本体にかかる衝撃力の演算及びモニタリングが行われ (ステップ S 3)、締付完了とみなすことができるトルク (以下、目標トルクという) に達したか否かが判断される (ステップ S 4)。その結果、目標トルクに達したと判断された場合には、直ちに締付が終了され (ステップ S 5)、処理が終了される。他方、目標トルクに達していないと判断された場合には、締付ツール 1 0 の振れ角度が一旦停止閾値 (例えば 1 0 °) に達したか否かが判断される (ステップ S 6)。

10

ステップ S 6 の結果、振れ角度が一旦停止閾値に達したと判断された場合には、ステップ S 7 へ進み、他方、振れ角度が一旦停止閾値に達していないと判断された場合には、ステップ S 9 へ進む。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 7 では、締付ツール 1 0 の振れ角度が非常停止閾値 (例えば 3 0 °) に達したか否かが判断される。その結果、振れ角度が非常停止閾値に達したと判断された場合には、直ちに締付ツール 1 0 が非常停止され (ステップ S 8)、処理が終了される。他方、振れ角度が非常停止閾値に達していないと判断された場合には、締付ツール 1 0 の作動が一旦停止される (ステップ S 1 2)。

【 0 0 3 8 】

20

また、ステップ S 9 では、締付ツール 1 0 に加わる衝撃力が一旦停止閾値に達したか否かが判断される。その結果、衝撃力が一旦停止閾値に達していないと判断された場合には、ステップ S 3 へ戻り、それ以降のステップが繰り返される。他方、衝撃力が一旦停止閾値に達したと判断された場合には、引き続き、衝撃力が非常停止閾値に達したか否かが判断される (ステップ S 1 0)。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 0 の結果、衝撃力が非常停止閾値に達したと判断された場合には、直ちに締付ツール 1 0 が非常停止され (ステップ S 8)、処理が終了される。他方、衝撃力が非常停止閾値に達していないと判断された場合には、締付ツール 1 0 の作動が一旦停止される (ステップ S 1 2)。

30

【 0 0 4 0 】

締付ツール 1 0 の作動の一旦停止 (ステップ S 1 2) 後には、まず、締付ツール 1 0 の振れ角度が、再起動閾値に達したか (再起動閾値まで戻ったか) 否かが判断される (ステップ S 1 3)。その結果、振れ角度が再起動閾値に達したと判断された場合には、ステップ S 2 に戻り、それ以降のステップが繰り返される。他方、振れ角度が再起動閾値に達していないと判断された場合には、引き続き、締付ツール 1 0 に加わる衝撃力が再起動閾値に達した (再起動閾値まで戻ったか) 否かが判断される (ステップ S 1 4)。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 4 の結果、衝撃力が再起動閾値に達したと判断された場合には、ステップ S 2 に戻り、それ以降のステップが繰り返される。他方、衝撃力が再起動閾値に達していないと判断された場合には、引き続き、締付ツール 1 0 の作動が一旦停止される時間が予め設定された時間に達したか否かが判断される (ステップ S 1 5)。その結果、一旦停止時間が予め設定された時間に達したと判断された場合には、ステップ S 2 に戻り、それ以降のステップが繰り返される。他方、一旦停止時間が予め設定された時間に達していないと判断された場合には、ステップ S 1 2 に戻り、それ以降のステップが繰り返される。

40

【 0 0 4 2 】

更に、締付作業時に行われる反力軽減制御について、時間の経過に伴うトルクの変化をあらわす図 6 を参照して説明する。まず、締付ツール 1 0 が締付部材に対してセットされ、ツール 1 0 が起動されて締付が開始された直後には、比較的滑らかにトルクが増大する (点 O)。トルクが増大するにつれ、締付開始位置からのツール本体の振れ角度又はツ

50

ル本体に加わる衝撃力が大きくなり、いずれか一方が所定の閾値（一旦停止閾値）に達すると、コントローラ 30 から締付ツール 10 への電源供給が停止され、これに伴い、締付ツール 10 の作動が一旦停止される（点 A）。

【0043】

締付ツール 10 の作動の一旦停止後、振れ角度又は衝撃力が所定の閾値（再起動閾値）まで戻ると、若しくは、予め設定された時間が経過すると、コントローラ 30 から締付ツール 10 への電源供給が再度開始され、これに伴い、締付ツール 10 が再起動される（点 B）。更にトルクが増大するにつれ、振れ角度又は衝撃力は大きくなり、いずれか一方が所定の閾値（一旦停止閾値）に達すると、締付ツール 10 が再度一旦停止される（点 C）。その後、更にトルクが増大する上で、同様に、再起動（点 D 及び点 F）及び一旦停止（点 E）が繰り返される。そして、トルクが目標トルクに達すると、振れ角度や衝撃力の情報より優先的に締付終了として、締付ツール 10 への電源供給が停止され、締付ツール 10 が停止される（点 G）。

10

【0044】

このように、締付ツール 10 及びコントローラ 30 を用いることにより、目標トルクに達するまで締付動作を分割的に制御し、締付トルク及び締付特性、締付速度、作業姿勢に基づき多様に变化する反力を一定にする若しくは軽減することができる。例えば角速度センサ 28 により検出される角速度は、作業者がツール本体を保持する力に影響を受けるが、かかる反力軽減制御によれば、各作業者の力に対応した制御が可能であって、例えば力の弱い作業者に対しては、一旦停止及び再起動を頻繁に行うことで反力を軽減し、良好な作業性を実現することができる。

20

また、前述したように、締付ツール 10 の保持部 1 の一端側には所定重量のバランスウエイト 8 が設けられるが、このバランスウエイト 8 は、上記のような反力軽減制御を有効に機能させるためのもので、締付作業時に最も大きく振れる箇所に配設され、バランスウエイト 8 の慣性力を利用して締付ツール 10 の振れが抑制され、反力が軽減されることとなる。

更に、角速度センサ 28 及び加速度センサ 29 による検出信号に基づき取得された振れ角度及び衝撃力が、予め設定した閾値を越えた場合には、締付ツール 10 を非常停止することで、作業者の安全を確保することができる。

また、更に、かかる制御によれば、所定以上の反力がかかった場合に、自動的に締付ツール 10 の作動が停止されるため、反力の負荷に応じて、作業者が反射的にツール本体を握っても危険がない。

30

【0045】

なお、本発明は、例示された実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良及び設計上の変更が可能であることは言うまでもない。例えば、前述した実施形態では、角速度センサ及び加速度センサの両方が搭載された締付ツールを説明したが、これに限定されることなく、角速度センサのみが搭載された締付ツールを用いても、作業者の安全を確保する上で有効である。

【図面の簡単な説明】

【0046】

40

【図 1】本発明の実施形態に係る手持ち式電動締付ツール及びそれを制御するコントローラを示す説明図である。

【図 2】上記締付ツールの縦断面説明図である。

【図 3】（a）締付開始位置にある締付ツールを示す図である。（b）締付開始位置に対して所定の振れ角度をなす締付ツールを示す図である。

【図 4】上記締付ツール及びコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 5】締付け時の反力軽減及び非常停止制御のフローチャートである。

【図 6】締付け時の時間の経過に伴うトルクの変化をあらわす図である。

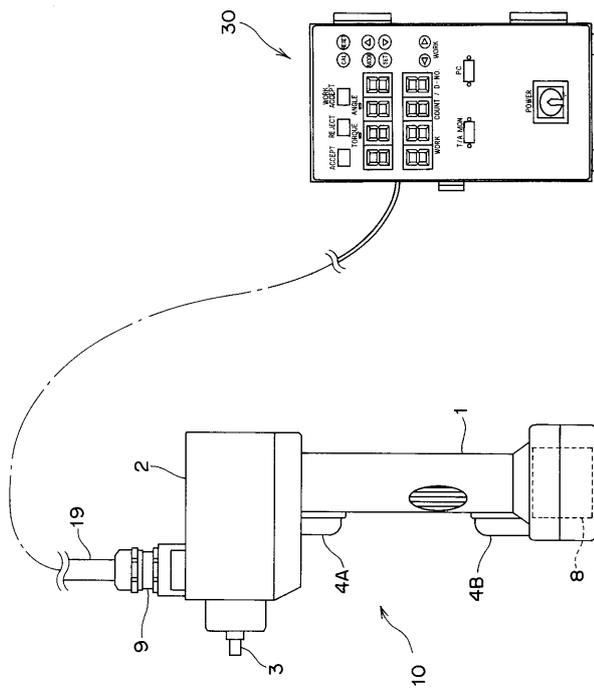
【符号の説明】

【0047】

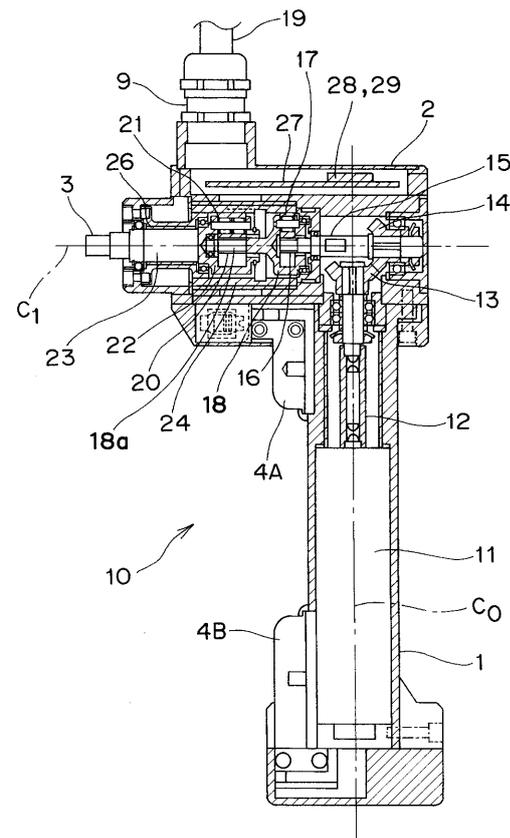
50

- 1 ... 保持部
- 2 ... ヘッド部
- 3 ... 出力軸
- 4 A , 4 B ... 起動スイッチ
- 8 ... バランサウェイト
- 10 ... 手持ち式電動締付ツール
- 12 ... モータ回転軸
- 19 ... 接続ケーブル
- 26 ... トルクトランスデューサ
- 28 ... 角速度センサ
- 29 ... 加速度センサ
- 30 ... コントローラ
- C 0 , C 1 ... 軸

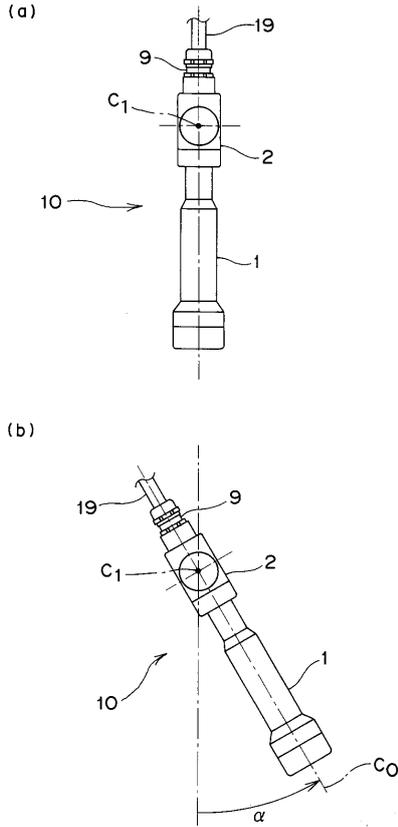
【 図 1 】



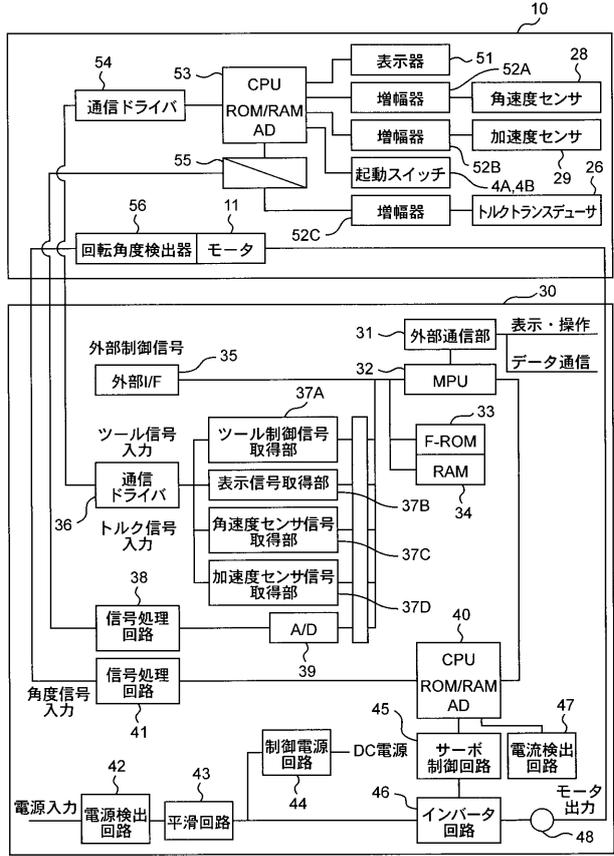
【 図 2 】



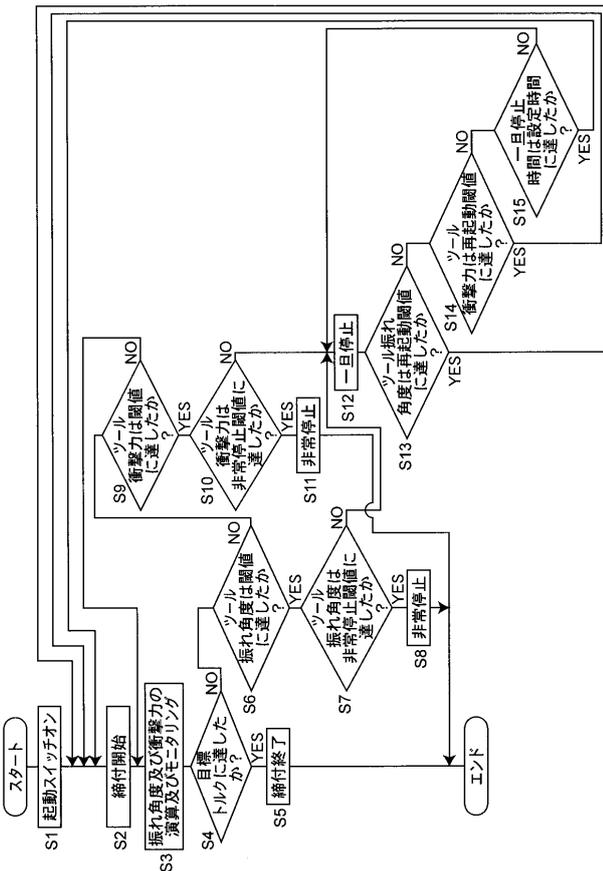
【図3】



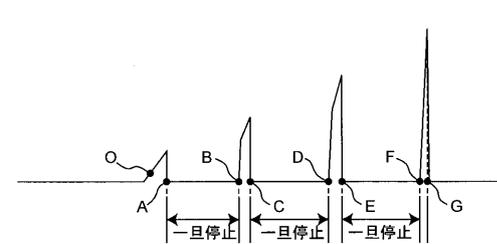
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
B 2 5 F 5/00 C

(72)発明者 五ノ井 幾雄

岐阜県可児市大森 6 9 0 - 1 第一電通株式会社内

(72)発明者 金井 康明

岐阜県可児市大森 6 9 0 - 1 第一電通株式会社内

F ターム(参考) 3C038 AA01 BC04 BC05 CA01 CA05 CA07 CB02 CB06 CC03 CC04
EA03 EA06