

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6406792号
(P6406792)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月28日(2018.9.28)

(51) Int.Cl.

B25B 21/02 (2006.01)

F 1

B 25 B 21/02

F

請求項の数 22 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2017-517419 (P2017-517419)
 (86) (22) 出願日 平成27年6月18日 (2015.6.18)
 (65) 公表番号 特表2017-517407 (P2017-517407A)
 (43) 公表日 平成29年6月29日 (2017.6.29)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/063706
 (87) 國際公開番号 WO2015/193431
 (87) 國際公開日 平成27年12月23日 (2015.12.23)
 審査請求日 平成28年12月13日 (2016.12.13)
 (31) 優先権主張番号 102014211894.8
 (32) 優先日 平成26年6月20日 (2014.6.20)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)
 (31) 優先権主張番号 102015211119.9
 (32) 優先日 平成27年6月17日 (2015.6.17)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 501125231
 ローベルト ポッシュ ゲゼルシャフト
 ミット ペシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 70442 シュトゥ
 ットガルト ポストファッハ 30 02
 20
 (74) 代理人 100177839
 弁理士 大場 玲児
 (74) 代理人 100172340
 弁理士 高橋 始
 (74) 代理人 100182626
 弁理士 八島 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電動工具の電動機を制御するための方法、および、制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工具のための収容部を有する電動工具の電動機を制御するための方法において、
 パラメータとして、電動機の打撃運転中における電動機の少なくとも電流および/または電動機の回転数を検出し、この際に、打撃運転のための電動機の駆動時間を前記検出されたパラメータに依存して決定する。

電動工具の電動機を制御するための方法。

【請求項 2】

前記電動機を、前記決定された駆動時間だけ打撃運転で運転し、この際に前記駆動時間後に、前記電動機の少なくともトルクおよび/または前記電動機の回転数を減少させる、
 請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記パラメータに依存して、打撃運転中に前記電動機を駆動するトルクおよび/または回転数を決定する、

請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

パラメータとして、前記電動機の打撃運転中の前記電動機の電流の標準偏差および/または前記電動機の回転数の標準偏差を検出する、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記パラメータに依存して、前記電動機を制御するための制御時間および／またはトルクおよび／または回転数を決定するために、演算方法および／または表および／または特性曲線を使用する。

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

バッテリを有する前記電動機に電流を供給し、この際に前記バッテリの電圧を算出し、この際に、バッテリ電圧が限界値を下回っているときに、前記パラメータを算出された前記バッテリ電圧で評価する、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

ねじをねじ外す際に、前記電動機からアウトプットされたトルクが所定の限界値以下に低下したときに、前記電動機を停止させる、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

ねじをねじ外す際に、ねじが固着位置から予め設定された回転数だけねじ戻されたときに前記電動機を停止させ、この際に、前記回転数が操作員によって決定され得る、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記電動機が駆動されるバッテリ電圧を検査し、この際に、前記バッテリ電圧が所定の最小値を下回ると指示をアウトプットする、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

工具のための収容部を有する電動工具の電動機を制御するための方法において、

打撃運転中の前記電動機の駆動時間をインプットされたパラメータであるドリルまたはねじの直径に依存して決定し、この際に前記インプットされたパラメータが操作員によってインプットされる、

電動工具の電動機を制御するための方法。

【請求項 11】

相手側部材からねじをねじ外すための工具のための収容部を有する電動工具の電動機を制御するための方法において、

ねじをねじ外す際に、前記電動機からアウトプットされたトルクが所定の限界値以下に低下するか、または前記ねじが固着位置から予め設定された回転数だけねじ戻されたときに、前記電動機を停止させ、

前記アウトプットされたトルクを、前記電動機によって消費される電流を用いて検出し、この際に、電流が限界値以下に低下したときに、前記電動機の回転数を減少させ、前記限界値を前記ねじの固定トルクに依存して決定する、

電動工具の電動機を制御するための方法。

【請求項 12】

前記限界値および／または前記回転数が操作員によって決定される、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記トルクを、ねじをねじ外す際に前記電動機によって消費される電流の経時変化を用いて算出し、前記電動機の回転数を、前記電流が時間的な比較勾配よりも早く低下したときに、少なくとも減少させる、

請求項 1 1 または 1 2 に記載の方法。

【請求項 14】

前記比較勾配を前記ねじの固定トルクに依存して決定する、

請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 15】

相手側部材からねじをねじ外すための工具のための収容部を有する電動工具の電動機を

10

20

30

40

50

制御するための方法において、

ねじの固定トルクに依存して、前記ねじをねじ外すための制御方法を使用する、

電動工具の電動機を制御するための方法。

【請求項 1 6】

操作員によって予め設定された電動機の回転数に依存しておよび／または回転数を予め設定するためのスイッチの操作速度に依存して、ねじをねじ外すための制御方法を選択する、

請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記電動機を、第 1 の段階で操作員によって予め設定された回転数に従って制御し、この際に前記第 1 の段階中に前記電動機の電流を検出し、この検出された電流を所定の限界値と比較し、この際に前記限界値を越えたときに、前記電動機を次の第 2 の段階中に所定の第 2 の回転数である最大回転数で制御し、この際に前記第 2 の段階中に前記電動機の電流を検出し、前記第 2 の段階中に検出された電流に依存して、緩められたねじを検知し、前記電動機の回転数を少なくとも減少させるかまたは前記電動機を停止させ、この際に前記限界値が前記固定トルクおよび／または前記操作員によって予め設定された回転数に依存している、

10

請求項 1 5 または 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記電動機を第 1 の段階で操作員によって予め設定された回転数に従って制御し、この際に前記電動機が前記第 1 の段階に留まっている間の時間長さをカウンターによって検出し、所定の時間長さを越えたときに、前記電動機を次の第 2 の段階中に予め設定された第 2 の回転数である最大回転数で制御し、この際に前記第 2 の段階中に前記電動機の電流を検出し、前記第 2 の段階中に検出された前記電動機の電流に依存して緩められたねじを検知し、前記電動機の前記回転数を少なくとも減少させるかまたは前記電動機を停止させる、

20

請求項 1 5 または 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 9】

所定の電流限界値を下回ったことに依存して、および／または電流の所定の負の時間勾配を上回ったことに依存して、緩められたねじを検知し、前記電動機の回転数を少なくとも減少させるかまたは前記電動機を停止させる、

30

請求項 1 5 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記ねじの前記固定トルクを、前記電動機によって前記ねじをねじ外す際に消費される電流を用いて見積もる、

請求項 1 5 から 1 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記ねじの前記固定トルクを、前記電動機によって初期段階で前記ねじをねじ外す際に消費される電流を用いて見積もる、

請求項 1 5 から 2 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 2 2】

制御装置において、

請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の方法を実施するために構成されている、

制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、請求項 1 , 1 0 , 1 1 , 1 6 に記載した電動工具の電動機を制御するための方法、および請求項 2 2 に記載した制御装置に関する。

【発明の概要】

50

【 0 0 0 2 】

従来技術によれば、スイッチの操作に依存して電動工具の電動機を制御することが公知である。この場合、電動機は例えば予め設定された回転数または予め設定されたトルクで制御される。

【 0 0 0 3 】

本発明の課題は、電動機を制御するための改善された方法、改善された制御装置および改善された電動工具を提供することである。

【 0 0 0 4 】

本発明の課題は、請求項 1, 10, 11, 16 に記載の方法、および請求項 22 に記載の制御装置によって解決される。

10

【 0 0 0 5 】

記載された方法の利点は、パラメータとして、電動機の打撃運転中の電動機の少なくとも電流および / または電動機の回転数を検出し、打撃運転のための電動機の駆動時間を、検出されたパラメータに依存して決定する点にある。これによって、それぞれの工具に適合され、かつ改善された電動機の制御が得られる。これによって、電動工具の操作可能性は簡略化される。

【 0 0 0 6 】

別の実施態様では、電動工具が決定された駆動時間だけ打撃運転で運転され、この駆動時間後に、電動機の少なくともトルクまたは電動機の回転数が減少される。駆動時のトルクを低下させるためにクラッチが使用されるか、または電動機が遮断されてよい。例えば、電動機に供給される電圧が相応に低下される。

20

【 0 0 0 7 】

1 実施例では、検出されたパラメータに依存して、打撃運転中に電動機を駆動するトルクおよび / または回転数が決定される。これによって、電動工具の改善された使用が得られる。

【 0 0 0 8 】

好適な形式で、パラメータとして、電動機の打撃運転中の電動機の電流の標準偏差および / または電動機の回転数の標準偏差が検出される。

【 0 0 0 9 】

1 実施例では、パラメータに依存して、電動機を制御するための制御時間および / またはトルクおよび / または回転数を決定するために、演算方法および / または表および / または特性曲線が使用される。

30

【 0 0 1 0 】

別の実施例では、バッテリを有する電動機に電流が供給され、この際に前記バッテリの電圧が算出され、この際に特にバッテリ電圧が限界値を下回っているときに、算出されたバッテリ電圧でパラメータが評価される。これによって、バッテリの電圧の低下がパラメータの評価によって補正され得る。

【 0 0 1 1 】

別の実施例では、バッテリ電圧および駆動時間は測定されたバッテリ電圧に依存して修正される。別の実施例では、バッテリ電圧が検出され、比較値と比較され、駆動時間が、比較値に対する測定されたバッテリ電圧の比に依存して修正される。このような形式で、電動機の制御の値が、変化するバッテリ電圧において補正される。これによってさらに、電動機の駆動はいっそう明確に規定され得る。

40

【 0 0 1 2 】

別の実施例では、測定されたバッテリ電圧が所定の限界を下回ったときに、操作員に指示がアウトプットされる。このような形式で、操作員への、僅かなバッテリ電圧およびひいては電動工具の僅かな駆動力に関する注意喚起が保証される。また、この指示は、僅かなバッテリ電圧に基づいて所定の駆動時間が調整されるべきであるとの情報を含んでいる。操作員によって駆動時間が予め設定される際に、操作員はこの指示に基づいて、バッテリ電圧が大きく変化し過ぎるか若しくは所定の限界以下に低下した場合、駆動時間を調整

50

する可能性を有している。

【0013】

別の実施例では、打撃運転のための駆動時間が操作員によってインプットされる。駆動時間はメモリーされ、電動機の制御時に制御回路によって考慮される。この実施例は、駆動時間は自動的に算出されなければならないのではなく、簡単な形式で操作員が駆動時間を決定できる、という利点を提供する。駆動時間は、電動機のトルクが低下されクラッチが解放されるかまたは電動機が完全に遮断される前に、打撃運転中にねじが工作物内にねじ込まれる時間を表す。このような形式で、工具、特にねじの損傷は避けられる。また、ねじの深過ぎるねじ込みを避けたことによって、工作物は損傷から保護される。特に、打撃運転中の駆動時間を規定することによって、工作物内でねじのねじ山が空転することは避けられるので、工作物内でのねじの固定が改善され得る。

【0014】

別の実施例によれば、ねじをねじ外す際に、予め設定されたトルクを下回ると、電動機は停止される。低すぎるトルクはねじが緩んでいることを示す。このような形式で、緩められたねじは工作物から完全にねじ外されるのではなく、工作物内にまだ差し込まれた状態で維持されるようになる。これによって、ねじが紛失する危険は避けられる。

【0015】

1実施例では、アウトプットされたトルクは、電動機によって消費される電流の値を用いて検出され、この場合、電流の値が所定の限界値以下に低下すると、電動機は停止される。僅かな電流消費は、ねじが簡単に回る、つまりねじが既に緩められていることを示す。

【0016】

1実施例では、ねじをねじ外す際に、電動機の作動後にねじが固着位置から予め設定された回転数だけねじ戻されたときに電動機が停止される。好適な形式で、回転数は操作員によって例えばインプットによって決定され得る。これによってさらに、ねじがねじ外される際に紛失する危険は避けられる。また、電動工具の操作は改善される。

【0017】

別の実施例は、相手側部材からねじをねじ外すための工具のための収容部を有する電動工具の電動機を制御するための方法に関し、この場合、ねじの固定トルクに依存して、ねじまたは工作物をねじ外すための様々な制御方法が使用される。

【0018】

別の実施例では、操作員によって予め設定された電動機の回転数に依存しておよび／または回転数を予め設定するためのスイッチの操作速度に依存して、ねじをねじ外すための様々な制御方法が選択される。

【0019】

別の実施例では、電動機は、第1の段階で予め設定された回転数に従って制御され、この際に第1の段階中に電動機の電流が検出され、この検出された電流が限界値と比較され、この際に限界値を越えたときに、電動機が次の第2の段階中に所定の第2の回転数で制御され、この際に第2の段階中に電動機の電流が検出され、第2の段階中に検出された電流に依存して、緩められたねじを検知し、電動機の回転数を少なくとも減少させるかまたは電動機を停止させ、この際に限界値が固定トルクおよび／または操作員によって予め設定された回転数に依存している。

【0020】

1実施例では、電動機が第1の段階で操作員によって予め設定された回転数に従って制御され、この際に電動機が第1の段階に留まっている間の時間長さが特にカウンターによって検出され、所定の時間長さ、特にカウント数を越えたときに、電動機が次の第2の段階中に予め設定された第2の回転数、特に最大回転数で制御され、この際に第2の段階中に電動機の電流が検出され、第2の段階中に検出された電動機の電流に依存して緩められたねじが検知され、電動機の回転数が少なくとも減少されるかまたは電動機が停止される。

10

20

30

40

50

【0021】

別の実施例では、所定の電流限界値を下回ったことに依存して、および／または所定の負の時間勾配を上回ったことに依存して、緩められたねじが検知され、電動機の回転数が少なくとも減少されるかまたは電動機が停止される。

【0022】

別の実施例では、ねじの固定トルクは、電動機によって消費される電流を用いて見積もられる。

【0023】

以上記載した方法は、ボルトまたはナットまたはその他のねじ込まれる部分をねじ外すために使用されてもよい。

10

【図面の簡単な説明】**【0024】**

【図1】電動工具の概略的な横断面図である。

【図2】電動工具の第2の横断面図である。

【図3】電動工具の電動機を駆動するための回路装置の概略図である。

【図4】電動工具を駆動するための第1の概略的なプログラムシーケンス図である。

【図5】電動工具を駆動するための第2の概略的なプログラムシーケンス図である。

【図6】電動工具を駆動するための第3の概略的なプログラムシーケンス図である。

【図7】電動工具を駆動するための第4の概略的なプログラムシーケンス図である。

【図8】電動工具を駆動するための第5の概略的なプログラムシーケンス図である。

20

【図9】電動工具を駆動するための第6の概略的なプログラムシーケンス図である。

【図10】ねじをねじ外す際の電動機のための電流Iの経時変化の概略図である。

【図11】工作物からねじをねじ外す際に影響を及ぼすプログラムシーケンスの概略図である。

【図12】ねじを自動的にねじ外すための様々な方法のための時間tと電流Iとの関係を示す線図である。

【発明を実施するための形態】**【0025】**

本発明を以下に図面を用いて詳しく説明する。

【0026】

30

図1は、概略図で電動工具10を示し、この電動工具10は、インパクトドライバ10として構成されている。インパクトドライバ10はハウジング11を有しており、このハウジング11は、円筒形の本体12と、この本体12に取り付けられたグリップ15とを有している。本体12に向き合ってバッテリ19が配置されている。本体12内に、遊星歯車装置24、スピンドル25、衝撃発生機構26およびアンビル27を備えたブラシレスの直流モータ20として構成された電動機20が配置されている。電動機20は、回転する衝撃発生機構26のための駆動源として用いられる。電動機20の回転数は、遊星歯車装置24によって減少され、次いでスピンドル25に伝達される。スピンドル25のトルクは、衝撃発生機構26によって回転方向の打撃力に変換され、このために、ハンマ26hおよび圧縮ばね26bが設けられている。ハンマ26hの打撃力はアンビル27に伝達される。アンビル27は、軸回りを回転可能に支承されていて、ハンマ26hの回転方向の打撃力によって駆動される。アンビル27は、軸受12jによって回転可能にハウジング11内に保持されており、ハウジング11は、本体12の前方側に配置されている。従って、アンビル27は回転軸線を中心にして回転可能であるが、回転軸線に沿って移動可能ではない。例えばドリル60を収容するために、またはインサートを介してねじ61を収容するために、アンビル27の前方側に収容部27tが設けられている。ドリル60またはねじ61は、電動工具によって駆動される工具を表す。

40

【0027】

ハウジング11のグリップ15は、電動工具10を使用するために操作員によって握りしめられる。グリップは、ホールド区分15hと下部の終端区分15pとを有しており、

50

下部の終端区分 15 p は、ホールド区分 15 h の下端部に続いている。下部の終端区分 15 p にバッテリ 19 が設けられており、このバッテリ 19 は電動工具 10 に電流を供給する。ホールド区分 15 h にメインスイッチ 18 が設けられており、このメインスイッチ 18 は、指で操作され得る引金 18 t を有している。さらに、メインスイッチ 18 はスイッチユニット 18 s を有していて、このスイッチユニット 18 s は、電動工具をスイッチオンまたはスイッチオフするために用いられる。引金 18 t は、引金 18 t の操作ストロークに依存して電動機 20 の制御の値を高めるために用いられる。引金は、電動機の回転数を予め設定するためのスイッチである。引金 18 t の操作ストロークは、例えばスイッチユニット 18 s によって例えば抵抗値として検出され、制御回路（46、図3）に報告する。メインスイッチ 18 のスイッチユニット 18 s の抵抗値がトリガスイッチ 18 t の押し込み状態に応じて変化すると、制御回路（46、図3）は例えば電動機 20 の制御の回転数を適合させる。このような形式で、電動機 20 の回転数および／またはトルクが制御され得る。

【0028】

さらに、メインスイッチ 18 の上側に方向スイッチ 17 が設けられており、この方向スイッチ 17 は、位置に依存して収容部 27 t の回転方向を決定する。方向スイッチ 17 は、スライドスイッチまたはロータリスイッチとして構成されていてよい。方向スイッチ 17 の第1の位置で、電動工具 10 は、同時にメインスイッチ 18 が操作されている場合、時計回り方向で右方向に、つまり通常運転中に例えばねじをねじ込む方向に回転する。方向スイッチ 17 の第2の位置で、同時にメインスイッチ 18 が操作されている場合、電動工具 10 は左方向、つまり反時計回り方向に、ねじをねじ外すために若しくはねじを緩めるためにねじ外し運転若しくはねじ緩め運転で回転する。

【0029】

さらに、電動工具はスイッチ 70 を有している。スイッチ 70 はロータリスイッチまたはスライドスイッチとして構成されていてよい。スイッチ 70 の位置は制御回路（46、図3）に報告される。スイッチ 70 の第1の位置で、ねじをねじ外すために、つまり方向スイッチ 17 が第2の位置にあってメインスイッチ 18 が操作されているときに、少なくとも1つのパラメータに依存してねじのねじ外しに影響を及ぼす、ねじを緩めるための方法が実行される。特に、ねじはねじ込み部から完全に外されるべきではなく、それによってねじが例えば紛失しないようにしなければならない。選択された仕様に依存して、表示器 71 が設けられていてよく、この表示器 71 は、ねじをねじ外すための自動的方法が作動されているかどうかを表示する。表示器は、ランプまたはLEDとして構成されていてよい。この場合、表示器は例えばスイッチ 70 内に組み込まれていてよい。

【0030】

さらに、ねじを緩める際またはねじをねじ外す際に、スイッチ 70 の第1の位置において追加的に、ねじを緩めるための自動的方法が実行される。

【0031】

図2は、別の横断面図で、電動工具 10 のさらなる詳細を示す。衝撃発生機構 26 のハンマ 26 h は、V字形の第1のガイド溝 25 v、V字形の第2のガイド溝 26 z およびスチールボール 25 r を介してスピンドル 25 に接続されている。スピンドル 25 の正面側で外側に、第1のガイド溝 25 v が配置されており、この場合、第1のガイド溝 25 v は半円形状の区分を有していて、この半円形状の区分は、V字形の開口が外方に向けられている。さらに、ハンマ 26 h の内側の周囲面の、スピンドル 25 の第1のガイド溝 25 v に向き合った位置に、V字形の第2のガイド溝 26 z が配置されている。第2のガイド溝 26 z は、半円形の横断面を有しており、この場合、溝は前方方向に向かって開放されている。スチールボール 25 r は、第1のガイド溝 25 v と第2のガイド溝 26 zとの間に配置されている。その結果、ハンマ 26 h は、スピンドル 25 の基準位置に関連して予め設定された角度だけ回転可能に支承されていて、スピンドル 25 の縦軸線に対して軸方向で移動できる状態にある。さらに、圧縮ばね 26 b がスピンドル 25 の外側面およびハン

10

20

30

40

50

マ 2 6 h に接触しているので、ハンマ 2 6 h はスピンドル 2 5 の方向に付勢されている。

【 0 0 3 2 】

互いに 180° ずらした 2 つの位置でアンビル 2 7 に打撃を生ぜしめるために、ハンマ 2 6 h の前方の端面に打撃突起 2 6 w が形成されている。さらに、アンビル 2 7 の、周方向で 180° ずらされた 2 つの位置に打撃アーム 2 7 d (図 1) が形成されており、これらの打撃アーム 2 7 d は、ハンマ 2 6 h の打撃突起 2 6 w の衝撃を吸収する。ハンマ 2 6 h は、圧縮ばね 2 6 b の付勢力によってスピンドル 2 5 に保持されているので、ハンマ 2 6 h の打撃突起 2 6 w は、アンビル 2 7 の打撃アーム 2 7 d に当接する。この状態でスピンドル 2 5 が電動機 2 0 によって回転せしめられると、ハンマ 2 6 h はスピンドル 2 5 と共に回転し、ハンマ 2 6 h のトルクは、打撃突起 2 6 w および打撃アーム 2 7 d を介してアンビル 2 7 に伝達される。このような形式で、例えばねじを打撃運転で工作物内にねじ込むことができる。
10

【 0 0 3 3 】

ねじはねじ込みの際に、ねじ込み抵抗がハンマ 2 6 h のトルクを越える、工作物内の位置に達することができる。ねじ込み抵抗はトルクとしてアンビル 2 7 に伝達される。その結果、ハンマ 2 6 h は、圧縮ばね 2 6 b の付勢力に抗してスピンドルから後退し、ハンマの打撃突起 2 6 w がアンビル 2 7 の打撃アーム 2 7 d をかすめる。この際に、打撃突起 2 6 w は打撃アーム 2 7 d との接触が解放され、それによって打撃突起 2 6 w は確定された角度とは無関係に回転することができる。ハンマ 2 6 h の打撃突起 2 6 w がアンビル 2 7 の打撃アーム 2 7 d を越えて移動すると、ハンマはその回転運動を加速する。圧縮ばね 2 6 b の付勢力によって、ハンマ 2 6 h は規定された角度内で再びアンビル 2 7 の方向に押圧され、それによってハンマの打撃突起 2 6 w は再びアンビル 2 7 の打撃アーム 2 7 d に接触する。打撃突起 2 6 w が打撃アーム 2 7 d にぶつかることによって、高められたトルクがアンビル 2 7 におけるひいては収容部 2 7 t およびねじ 6 1 若しくはドリル 6 0 に作用する。この過程は打撃運転中に絶えず繰り返される。
20

【 0 0 3 4 】

また、電動工具 1 0 は入力ユニット 5 0 を有しており、この入力ユニット 5 0 によって、電動工具の使用者は、例えば電動機のための最大駆動時間、特に打撃運転のための電動機の最大駆動時間をインプットすることができる。また使用者は、工具の値のためのパラメータ、特にねじまたはドリルの直径をインプットすることができる。入力ユニット 5 0 は、電子制御回路 (4 6 、図 3) および / またはメモリー (5 1 、図 3) に接続されている。
30

【 0 0 3 5 】

図 3 は、概略図で、電動機 2 0 を制御するための、図 1 に示した電動工具 1 0 の回路装置を示しており、電動機 2 0 は例えばブラシレスの直流モータとして構成されていて、制御回路 4 0 によって駆動される。電動機 2 0 は、永久磁石を備えた回転子 2 2 と、駆動コイル 2 3 c を備えた固定子 2 3 とを有している。制御回路 4 0 は、電動機 2 0 を制御するための電気回路であって、三相ブリッジ回路 4 5 を有しており、この三相ブリッジ回路 4 5 は、例えば電界効果トランジスタとして構成された 6 つのスイッチ素子 4 4 を有している。さらに、制御回路 4 6 が設けられており、この制御回路 4 6 は、三相ブリッジ回路 4 5 のスイッチ素子 4 4 をスイッチユニット 1 8 s に依存して制御する。
40

【 0 0 3 6 】

三相ブリッジ回路 4 5 は 3 つの出力電路 4 1 を有しており、これらの出力電路 4 1 は、電動機 2 0 の相応の制御コイル 2 3 c に接続されている。制御回路 4 6 は、スイッチ素子 4 4 を磁気センサ 3 2 の信号に基づいて、電流がシーケンシャルに駆動コイル 2 3 c を通つて流れるように制御するために構成されており、それによって、回転子 2 2 が所望の回転数および / または所望のトルクで回転せしめられる。また、制御回路 4 6 は磁気センサ 3 2 によって電動機 2 0 の回転数を測定することができる。さらに、制御回路 4 6 は測定装置 5 3 に接続されていて、この測定装置 5 3 は、バッテリ 1 9 の充電状態、特にバッテリ 1 9 の電圧を検出して制御回路 4 6 に送信する。制御回路 4 6 はスイッチ 7 0 に接続さ
50

れている。

【0037】

さらに、電動工具は入力ユニット50を有しており、この入力ユニット50によって、電動工具の使用者は、例えば打撃運転のための最大駆動時間、および／または値、特にねじまたはドリルのための直径をインプットすることができる。入力ユニット50は電子制御回路46に接続されている。また、電子制御回路46はメモリー51に接続されている。メモリー51内には、データ、特性曲線、特性マップおよび／または演算方法がファイルされている。さらに、電動工具は出力52を有しており、この出力52を介して信号、特にバッテリの低い充電状態に関する警告信号が使用者にアウトプットされ得る。このために、バッテリの充電状態のための限界値がメモリー51内にファイルされている。制御回路46は、測定装置53によってバッテリ19の実際の電圧を検出し、測定された電圧を限界値と比較する。バッテリ19の充電状態が限界値を下回ると、制御回路46が相応の指示を、光学式、音響式および／または触覚式に出力52を介してアウトプットする。さらに、使用者は、相応の入力によって電動機20の自動的な運転を遮断することができる。

10

【0038】

さらに、制御回路46は、例えばバッテリに記載されたコードによって通知されるバッテリ19の型式を、例えばセンサによって、特に光学センサによって検出することができる。バッテリ19の型式は、どのバッテリ電圧が十分な充電状態に相当するかを規定する。メモリー51内には、バッテリの様々なコード若しくは型式に対応する、ノーマルな運転のための、特に打撃運転のためのバッテリ19の十分な充電に相当する、電圧の限界値がファイルされていることができる。充電状態を規定するために、制御回路46は測定装置53によってバッテリ19の充電電圧を測定し、この充電電圧をメモリーされた限界値と比較する。この場合、好適な形式で、バッテリの型式は、バッテリ19の十分な充電状態のための正確な限界値をメモリー51から読み取るために、考慮される。さらに、制御回路46は、電動機20の電流を電流計54によって測定し、かつ／または電動機20の回転数を回転数センサ29によって測定することができる。電流および／または回転数は、電動工具の打撃運転をいつ開始するかを決定するために、制御回路46によって使用される。このために、打撃運転が開始したときに電動機20が超える、電動機の電流および電動機の回転数のための相応の閾値若しくは限界値が、メモリー51内にファイルされている。制御回路46は、電動機の検出されたパラメータに依存して、特に電流および／または回転数に依存して打撃運転のための駆動時間を決定するように構成されている。この場合、好適な形式で、バッテリの充電時間も考慮される。駆動時間を決定するために、特性マップ、特性曲線、表または相応の演算方法が使用される。特性マップ、特性曲線、表または演算方法は、電流および／または回転数と駆動時間との間の関係を決定する。駆動時間の終了、つまり打撃運転の終了時に、電動機20は制御回路46によって停止されるか、または電子クラッチが短時間作動され、次いで電動機が完全に停止される。工具の値のための算出されたパラメータ、特にドリルおよび／またはねじの直径がメモリーにファイルされ、制御回路46によって別の穿孔またはねじ込み過程のために使用される。

20

【0039】

30

図4の第1のプログラムシーケンス図を用いて説明される第1実施例において、制御回路46は、打撃運転の開始時に、工具の値、特にねじまたはドリルの直径に依存するパラメータを、好適には予め設定された第1の時間長さ内で算出する。第1の時間長さは、打撃運転の開始から例えば100または200ミリ秒まで、または打撃運転の開始後それよりも長く継続してよい。パラメータとして、例えば電動機の電流および／または回転数が、第1の時間長さの間の規定された時間間隔内で測定される。電動機の電流のための測定された値および／または電動機の回転数のための値は、不都合なエラーデータを取り除くために、好適な形式でフィルタリングされる。回転数および／または電流は、表を用いて、値、特に電動機の制御のための駆動時間を算出するために使用される。電動機の制御のための値を算出するために、表の代わりに、別の算出方法および／または特性曲線が使用

40

50

されてもよい。

【0040】

また、電動機の制御の値の算出は、2つの別の方で求められてよい。第1の演算方法は、電流のための測定された値の標準的な誤差、および／または電動機の制御中の第1の時間長さの間、特に電動機20の打撃運転の開始後の最初の200ミリ秒の間の回転数のための測定された標準的な誤差を算出する。

【0041】

標準偏差は、次の式により演算される：

確率変数 の標準偏差 は、不偏分散 $V a r (\cdot)$ の平方根として規定されている：

$$:= V a r (\cdot)$$

この場合、 の不偏分散

$$V a r (\cdot) = E ((\cdot - E (\cdot))^2) = E (\cdot^2) - (E (\cdot))^2$$

は、常に0より大きいかまたは0と同じである。符号 $E (\cdot)$ は期待値を表す。

【0042】

第2の演算方法において、第1の時間長さは、所定数の部分間隔、例えば10の部分間隔に分割される。次いで、各部分間隔毎に、電流のための測定された値の標準偏差および／または回転数のための測定された値の標準偏差が演算される。次いで、電流および／または回転数のための10の標準偏差から平均値を求めることによって、電流のための平均化された標準偏差および／または回転数のための平均化された標準偏差が算出される。

【0043】

回転数および／または電流の標準偏差および／または平均化された標準偏差は、表を用いて、電動機の制御のための値を算出するために使用される。表の代わりに、別の演算方法および／または特性曲線が、電動機の制御のための値を算出するために使用されてもよい。

【0044】

値は、例えば電動機を制御するための駆動時間であってよい。例えば、駆動時間は、ねじをねじ込むためにスイッチが押されると、電動機が駆動される時間を規定することができる。駆動時間が終了すると、電動機20への電圧供給は減少または中断される。駆動時間は、電動工具の打撃運転中に、特にねじを工作物内にねじ込むために電動機が駆動される時間である。また、電動機の制御の値は、最大回転数および／または最大トルクおよび／または最大電流に関するものであってよい。

【0045】

プログラムは、プログラム項目400でスタートする。次のプログラム項目410で、回転数 n が所定の限界値 W を越えているか、また電流 i が所定の限界値 I を越えているかどうかが検査される。2つの条件が満たされていなければ、プログラム項目410が新たに実行される。回転数 n が限界値 W よりも大きく、かつ電動機の電流 i が限界値 I よりも大きいという問い合わせが得られると、プログラム項目420に分岐される。プログラム項目410における問い合わせによって、電動工具が既に規定された運転状態、例えばハンマが繰り返しアンビルにぶつかる打撃運転にあるかどうかが検査される。相応の限界値 W, I は、回転数および電流のために規定されていて、メモリー51内にファイルされている。所定の運転状態が検出されると、電動機の制御のための、特に電動機の打撃運転のための駆動時間が開始される。

【0046】

例えば、打撃運転の2つの打撃の間の時間長さが第1の限界値よりも小さいことによって、打撃運転が存在するかどうかが検査される。第1の限界値は、0.01秒～0.05秒の間の範囲内にある。第1の限界値はメモリー51内にファイルされている。打撃は、例えば打撃センサを用いて音響的に検出されるか、または電動機を通る電流の経時変化を用いて算出され得る。さらに、測定された回転数の標準偏差が第2の限界値よりも小さいかどうかが検査され得る。第2の限界値は、30～90の間の範囲内にあってよい。第2の限界値はメモリー51内にファイルされている。2つの条件が満たされていれば、電動

10

20

30

40

50

工具の打撃運転が明確に検知されている。限界値は実験により算出され、例えば電動機の型式に依存して電動工具毎に変えることができる。

【0047】

さらに、好適な形式で、電動機が駆動されてから、特に電動工具の打撃運転の開始から所定の第1の時間長さが経過すると、プログラム項目410の条件が満たされていなくても、プログラム項目410からプログラム項目420に自動的に分岐される。

【0048】

プログラム項目420で、プログラム項目420内の第1の時間長さの間、電動機の電流のための測定された値および／または電動機の回転数のための測定された値に依存して、電動機の少なくとも1つのパラメータが算出される。パラメータとして、例えば電動機の電流および／または回転数が、第1の時間長さの間に規定された時間間隔で測定される。第1の時間長さは、例えば打撃運転の開始から打撃運転の開始後の200ミリ秒まで継続してよい。算出された電流および／若しくは算出された回転数、ならびに／または回転数および／若しくは電流の標準偏差、ならびに／または回転数および／若しくは電流の平均化された標準偏差は、前記のように演算され、表を用いて電動機の制御のための値を算出するために使用される。電動機の制御のための値を算出するために、表の代わりに、別の演算方法および／または特性曲線が使用されてもよい。

10

【0049】

例えば、パラメータに依存して、打撃運転中の電動機の駆動時間が値として規定され、この場合、電動工具の作動時に、例えばねじを工作物内に打撃運転でねじ込むために、特にスイッチを操作することによって電動機が規定された駆動時間だけ駆動される。駆動時間は、第1の時間長さだけ延長することができる。何故ならば、第1の時間長さが経過してから初めて駆動時間が演算されるからである。

20

【0050】

また、パラメータに依存して、トルクおよび／または回転数が値として規定され、これらの値によって、電動機は電動工具の作動時に、特にスイッチの操作時に打撃運転中に駆動される。1実施例では、検出されたパラメータに依存して、電動機の打撃運転中の電動機の電流および／または回転数のための値を算出するために、相応の表、特性曲線または式がファイルされている。

30

【0051】

また、検出されたパラメータは、特にバッテリ電圧が所定の限界値を下回っているときに、電動工具のバッテリ電圧に依存して評価される。

【0052】

例えばパラメータとして、電流の標準偏差、および／または電流の平均化された標準偏差および／または回転数の標準偏差、および／または回転数の平均化された標準偏差が用いられる。また、パラメータは、電動機の電気的な制御の値がパラメータ若しくは評価されたパラメータに依存して決定される前に、バッテリの充電状態と評価されてよい。

【0053】

さらに、例えば打撃運転中の駆動時間は、パラメータによって、つまり電流の標準偏差に依存して、および／または電流の平均化された標準偏差に依存して、および／または回転数の標準偏差に依存して、および／または回転数の平均化された標準偏差に依存して算出され得る。例えば、駆動時間を決定する際に、バッテリの充電状態も考慮される。駆動時間、つまり打撃運転中の駆動時間長さを算出するために、例えば特性マップ、特性曲線または相応の演算方法が用いられ、この演算方法によって、電流の標準偏差に依存して、および／または電流の平均化された標準偏差に依存して、および／または回転数の標準偏差に依存して、および／または回転数の平均化された標準偏差に依存して、駆動時間が算出される。また、例えばバッテリの充電状態が考慮される。算出された駆動時間はメモリ-51にファイルされる。

40

【0054】

例えば、制御回路46は、プログラム項目420において第1の時間長さの間、電流の

50

標準偏差が第1の限界値 X_1 よりも大きいかどうか、および／または回転数の標準偏差が第1の限界値 Y_1 よりも大きいかどうかを検査することができる。これらの条件が満たされていなければ、プログラム項目430に分岐し、電動機20が平均化された回転数で駆動される。

【0055】

例えは、制御回路46は、プログラム項目420において第1の時間長さの間、電流の平均化された標準偏差が第2の限界値 X_2 よりも大きいかどうか、および／または回転数の平均化された標準偏差が第2の限界値 Y_2 よりも大きいかどうかを検査することができる。2つの条件が満たされていなければ、プログラム項目430に分岐し、電動機20は平均化された回転数で駆動される。

10

プログラム項目420において問い合わせが満たされると、プログラム項目440に分岐され、電動機20は高回転数で駆動される。

【0056】

次いで、プログラム項目450に分岐される。大きい直径を有する工具のために十分に高いトルクを提供するために、プログラム項目440において高い速度が要求されている。これに対して、プログラム項目430における平均化された速度は、より小さい直径を有する工具が破損しないように配慮する。

【0057】

プログラム項目450において、電動工具の打撃運転中に電動機の算出された駆動時間が得られたかどうかが検査される。電動機の算出された駆動時間が得られていれば、プログラム項目460で、電動機のトルクが減少されるか若しくはクラッチが解放されるかまたは電動機が遮断される。プログラム項目430に従って駆動装置の平均化された速度で若しくは回転数で運転される際に、プログラム項目450で、電動工具の打撃運転中に平均化された駆動時間が得られたかどうかが検査される。平均化された駆動時間が得られていれば、プログラム項目460で電動機のトルクが減少されるか若しくはクラッチが解放されるかまたは電動機が遮断される。

20

【0058】

選択された実施例に基づいて、電流および／または回転数に依存して電動工具の打撃運転中に電動機の制御のための値、特に打撃運転のための駆動時間を算出するために、別 の方法または演算方法が用いられてもよい。また、選択された構成に基づいて、様々な回転数が省略され、電動機は打撃運転中に予め設定された回転数および／または予め設定されたトルクで運転されてよい。

30

【0059】

図5は、この方法の別の実施例を示す。プログラムはプログラム項目500でスタートする。電動工具は、入力ユニット50を有していて、この入力ユニット50を介して、操作員は工具の値、特にドリルまたはねじの直径をインプットすることができる。入力された値はメモリー51内にファイルされる。好適な形式で、プログラム項目500におけるスタート時に、やはりバッテリの充電状態が算出される。次いでプログラム項目510において、回転数nが第1の限界値Wよりも大きいかどうか、および電動機の電流iが第1の限界値Iよりも大きいかどうかが検査される。2つの条件が満たされていなければ、プログラム項目510が新たに実行される。方法段階510を用いて、電動工具が所定の運転状態、特に打撃運転にあるかどうかが確認される。それに応じて、回転数および電流のための限界値W, Iが選択されている。プログラム項目510における検査によって、回転数nが限界値Wよりも大きく、電動機の電流iが限界値Iよりも大きいことが確認されると、所定の運転状態、特に打撃運転が検知され、プログラム項目520に分岐される。

40

【0060】

別の構成では、打撃運転の2つの打撃間の時間長さが第1の限界値よりも小さいことによつて、打撃運転が行われているかどうかが検査され得る。第1の限界値は、0.01秒～0.05秒の間の範囲内であつてよい。第1の限界値はメモリー51内にファイルされている。打撃は、例えは音響センサを用いて音響的に検出されるか、または電動機を通る

50

電流の経時変化を用いて算出され得る。また、測定された回転数の標準偏差が第2の限界値よりも小さいかどうかが検査され得る。第2の限界値は30~90の範囲内であつてよい。第2の限界値はメモリー51にファイルされている。2つの条件が満たされていれば、電動工具の打撃運転が明確に検知されている。限界値は、実験により算出され、例えば電動機の型式に依存して電動工具毎に変えることができる。

【0061】

プログラム項目520において、工具のインプットされた値に依存して、電動機のための駆動時間が算出される。駆動時間、つまり駆動時間長さを算出するために、例えば特性マップ、特性曲線または相応の演算方法が用いられ、この演算方法によって、工具の値に依存して駆動時間が決定される。

10

【0062】

さらに、プログラム項目520で、インプットされた値がメモリーされた第2の比較値よりも大きいかどうかが検査される。プログラム項目520における検査によって、インプットされた値が第2の比較値よりも大きくないことが確認されると、プログラム項目530に分岐される。例えば第2の比較値は14mmの直径に相当してよい。プログラム項目530で、電動機は平均化された速度で駆動される。

【0063】

プログラム項目520における検査によって、インプットされた値が第2の比較値よりも大きいことが確認されると、プログラム項目540に分岐される。プログラム項目540において、電動機は高回転数で、つまり高い速度で駆動される。次いで、プログラム項目530の後でも、またプログラム項目540の後でも、後続のプログラム項目550において、所定の運転状態中、特に打撃運転中の測定された駆動時間が、算出された駆動時間よりも長いかどうかの問い合わせが行われる。そうでなければ、工具は電動機によってさらに駆動される。

20

【0064】

プログラム項目550における検査によって、測定された駆動時間が算出された駆動時間よりも長いことが分かると、次いでプログラム項目560において電動機のトルクが減少され、クラッチが解放されるかまたは電動機が遮断される。

【0065】

図4のプログラムシーケンスで既に実行されているように、工具、特に大きい直径を有するドリルまたはねじでは、十分に大きいトルクを生ぜしめるために、高い速度が必要となる。回転数が高ければ高いほど、トルクは大きくなる。

30

【0066】

図6に示した別の実施例では、プログラムはプログラム項目600でスタートし、この場合、電動工具の操作員は、入力ユニット50を介して、所定の運転状態のための駆動時間、特に打撃運転のための駆動時間をインプットしている。駆動時間はメモリー51にメモリーされている。駆動時間は例えば10秒の範囲内にある。次いでプログラム項目610に分岐される。プログラム項目610において、電動機の回転数nが第1の限界値Wよりも大きいかどうか、および電動機のための電流iが第1の限界値Iを上回っているかどうかが検査される。

40

【0067】

プログラム項目610は、所定の運転状態、特に電動工具の打撃運転が存在しているかどうかを検知するために用いられる。相応に限界値WおよびIが選択されている。また、打撃運転を検知するための別な方法が使用されてもよい。打撃運転が検知されると、電動機は、工具の値に依存して、特にドリルまたはねじの直径に依存して、規定されたトルクおよび/または規定された回転数で、操作員によって予め設定された駆動時間だけ駆動される。次いで、プログラム項目620で、予め設定された駆動時間が経過したかどうかが検査される。そうであれば、電動機のトルクが減少され、特に電動機は次のプログラム項目630において遮断される。

【0068】

50

別の実施例では、図4～図6による方法のための電動機の駆動時間、トルクおよび／または速度が、バッテリの充電状態に依存して制御回路46によって調整される。このために、相応の演算方法、特性マップおよび／または特性曲線がメモリー51内にファイルされている。このような形式で、バッテリの充電状態とは無関係に、ドリルおよび／またはねじは、所定の回転数で工作物内にねじ込まれるか若しくは所定の締付けトルクで確実にねじ込まれる。

【0069】

別の実施例では、バッテリ19の電圧がメモリー51にファイルされた所定の最小値を下回ったときに、制御回路46によって警告信号がアウトプットされる。このような形式で、電動工具の使用者は、バッテリを新たに充電するか、または駆動時間、回転速度および／またはトルクを、所望の穿孔結果またはねじ込み結果を得るために相応に調整する可能性を有することが保証される。10

【0070】

選択された実施例に基づいて、電動機の遮断前に、電子クラッチが作動され、工具に供給されるトルクが減少され、次いで電動機が遮断される。好適な形式で、プログラムシーケンスのそれぞれのスタート時に、バッテリの充電状態が例えばバッテリの電圧を検出することによって算出される。

【0071】

次いで、プログラム項目620において、駆動時間のための所定の時間長さが得られたときに、電動機の運転が停止される。別の実施例では、充電状態に依存して、使用者によって予め設定された駆動時間が、バッテリの充電状態が基準値と比較して低下したときに、高められる。例えば、駆動時間は、バッテリが基準値を下回る値だけパーセントで高められる。選択された実施例に基づいて、バッテリの実際の充電状態に依存して駆動時間を適合させるために、別の値または方法も選択され得る。さらに、バッテリの実際の充電状態が所定の最小閾値を下回ると、制御回路46が信号をアウトプットすることができる。20

【0072】

図7は、電動工具を運転するための第4の方法を示す。プログラム項目700でのスタート後に、次のプログラム項目710で、電動機が左回り運転状態、つまりねじが工作物からねじ外されるねじ戻し運転にあるかどうかが検査される。そうであれば、次のプログラム項目720において、電動機の電流およびひいては電動機のトルクが比較値を下回っているかどうかが監視される。そうであれば、プログラム項目730にジャンプされ、電動機が停止される。また、選択された実施例に基づいて、ねじ外し運転の検知後に測定される、ねじをねじ外すための最大時間長さを用いることができる。最大時間長さは、例えばメモリー51にファイルされている。最大時間長さが得られると、方法ステップ720から方法ステップ730にジャンプされて電動機は停止される。ねじをねじ外す際に、ねじを工作物から緩めるために、まず打撃運転が実行される。所定の長さの打撃運転の後にねじは緩められ、工作物内でねじを固定するトルクが著しく低下する。それに応じて、電動機20の電流も低下する。電流の低下は、電流計54を用いて制御回路46によって検出され、制御回路46は、方法ステップ720に従って最大時間長さ後にまたは電流が比較値を下回ったときに、ねじのねじ外しを終了する。3040

【0073】

別の実施例によれば、工作物からねじをねじ外すための電動機の作動後に、回転が所定回数だけ行われ、所定回数の回転後に電動機が停止される。回転の回数は例えば操作員によって予め設定され得る。例えば3つの段階が設けられていてよい。低い、中間および高い。低い段階は例えば3回転を意味し、中間段階は例えば5回転を意味し、高い段階は例えば8回転を意味する。回転は、例えばセンサによって測定されるか、または電動機の電流変化によって決定される。

【0074】

図8は、図7による方法の別の実施例を示し、この場合、電動機20は、電流が方法ステップ720で比較値を下回ったことが検知されたときに制御回路46によって直ちに停50

止されるのではなく、次の方法ステップ 740 でまず駆動コイル 23c に相応の電圧が供給されることによって制動され、次いで次の方法ステップ 730 で停止される。すべてのケースにおいて、電動機 20 は、プログラム項目 730 で所定の最大時間長さに達した後で停止される。

【0075】

図 9 は、図 7 の別の実施例を示し、この場合、プログラム項目 720 の後で、図 8 のプログラム項目 740 による簡単な制動過程の代わりに、電動機の回転速度が、制御回路 46 の所定の速度分布に従って駆動コイル 23c を相応に制御することによって低下され、次いで、次のプログラム項目 730 で電動機は停止される。プログラム項目 750 の速度分布は、例えば電動機 20 の回転数の一次比例式の低下または段階的な低下であってよい。選択された実施例に基づいて、別の速度分布を使用してもよい。10

【0076】

図 10 は、工作物内にねじ込まれたねじをねじ外す際の電動機のための電流 I の経時変化を概略図で示す。電動工具の電動機の電流 I の変化は、ねじの固定状態に関する情報を得るために使用される。固定形式に基づいて、ねじを自動的にねじ外すための様々な方法を実行することができる。固定状態を検知するために、電流変化の 3 つの主要な段階が考慮され得る。

【0077】

ゼロの時点 t_0 で電動機は作動されていない。続く第 1 の時点 t_1 に達すると、電動工具の回転方向は左回りに設定される、つまりねじをねじ外すために設定され、また電動機は、ねじをねじ外すために、第 1 の時点 t_1 でメインスイッチ 18 若しくは引金 18t によって作動される。この実施例では、ねじは高い固着力で工作物内にしっかりとねじ込まれている。従って、ねじをねじ外すために電動機を作動させる際に、電動機のための電流は、第 1 段階で電動機の作動直後に迅速かつ高く上昇するので、第 1 の時点 t_1 の直後に電流ピーク 72 が発生し、この電流ピーク 72 は電流計によって検出される。電流ピーク 72 は、工作物内に高い固定トルクでねじ込まれているねじが緩められることを示す。電流は、短時間後に再びピーク値から低下する。第 2 の時点 t_2 で、固定されたねじを緩めるために、電動工具の打撃運転が作動される。打撃機構の運転は、電流変化のリップルによって、および第 2 の時点 t_2 と第 3 の時点 t_3 との間での電流の上昇によって検知され得る。第 2 の時点と第 3 の時点との間の打撃運転は、第 2 の段階を示す。第 3 の時点 t_3 の後で電流は急激に、より小さい値に低下する。電流低下の値は、20% およびそれ以上の範囲内である。急激な電流低下は、第 3 の段階を示し、この第 3 の段階においてねじは緩められ、打撃運転はそれ以上作動しなくなる。ねじは、第 3 の段階で打撃運転と比較してより小さいトルクで工作物からねじ外すことができる。これによって、第 3 の時点 t_3 後の電流低下によって、ねじは打撃運転なしでねじ外され得ることが検知される。電流が低下する第 3 の時点 t_3 と第 4 の時点 t_4 との間で、ねじは小さい抵抗で工作物からねじ外される。このような、工作物内にねじ込まれたねじをねじ外す際の典型的な電流変化は、自動化された方法のために利用することができ、このような自動化された方法においては、ねじが完全に工作物から離れないようにするために、工作物からのねじの完全なねじ外しは阻止されるべきである。3040

【0078】

例えば、電流の値が第 3 の時点 t_3 の後ろで所定の限界値を下回ると、電動機の回転数は低下され、特に電動機は停止される。第 3 の時点 t_3 の後ろの電流の負の時間的勾配が比較勾配よりも大きいときに、例えば電動機の回転数は減少され、特に電動機は停止される。この場合、電流のための限界値も比較勾配も、ねじをねじ外す際の初期段階における電動機の電流に依存している。電動機によって消費された電流は、ねじの固定トルクに依存する。初期段階は、第 1 の時点 t_1 の後ろで開始し、第 2 および / または第 3 の時点 t_2 , t_3 まで続いている。また、初期段階は、第 2 の時点 t_2 で初めて開始し、第 3 の時点 t_3 まで続いている。さらに、電流のための限界値および / または比較勾配も、操作員によって予め設定された電動機の回転数に依存して、および / または回転数を50

設定するためのスイッチの操作速度に依存して、様々な値を採用することができる。

【0079】

また、1実施例では、第3の時点 t_3 の後に、所定の電流限界値を下回ることに基づいて、および／または電流の所定の負の時間勾配を上回ることに基づいて、緩められたねじが検知され、電動機の回転数が少なくとも低下されるかまたは電動機が停止される。

【0080】

ねじの固定トルクは、第1の時点 t_1 の後、特に第2の時点 t_2 の後で特に初期段階中にねじをねじ外す際に、電動機によって消費される電流を用いて知ることができる。限界値および比較勾配は、例えば一連の実験により実験的に算出され、記憶されてもよい。

【0081】

自動的なねじ外し機能に切換えるために、この方法の終わりに、電動機を停止させるための緩やかな制動法が使用される。簡単な実施例では、例えば第3の時点 t_3 の後の電流降下を検知する際に、モータの速度が所定の低い速度に低下されるか若しくは制動される。電動機の制動は、電動機の速度が電動工具の機械的抵抗よりも小さくなるまで、実施される。次いで、電動機の回転数が緩やかに値ゼロに低下される。このような形式で、モータは迅速に回転数ゼロに制動される。電動機の制動は、機械式に行うことができるか、または電動機の相応の電気制御によって行うことができる。

10

【0082】

図11は、プログラムシーケンスの概略図を示し、このプログラムシーケンスによって、ねじを工作物からねじ外す際に、ねじが完全に工作物から離れないように制御することができる。これによって、ねじが工作物から完全に離れることは阻止される。これは特に、ねじが操作員の頭上で電動工具によってねじ外されるときに有利である。またこれは、例えば建物の外側正面の高い位置で、そばを通り過ぎる人間に落下することがある多数のねじまたはボルトをねじ外すときに有利である。また、提案された方法によって、電動工具の回転数の不必要的制限、または例えば負荷なしに電動工具を操作する際の電動工具の遮断は、避けられる。従って操作員は電動工具の機能正常性に不安をもつことはない。回転数の制限または電動機の遮断は、緩められたねじが検知されたときに行われる。従って、電動工具の作動は、小さい負荷または負荷なしでも可能である。

20

【0083】

1実施例によれば、第3の時点 t_3 (図10) の後の電流降下を用いて、工作物内の堅固な固着部からねじを緩めたことを検知した後で、ねじの回転の数が検出される。このために、電動機の回転がセンサによって、例えば磁気センサによって検出される。例えば、第3の時点 t_3 後に電流降下を検知した後で、 360° のねじの所定回転数後に、制御回路によって自動的に電動機への給電が終了される。例えば、第3の時点 t_3 で電流降下が検知された後の3回転または5回転または8回転後に、操作員が引金18tをさらに操作したとしても、電動機は制御回路によって自動的に遮断され得る。選択された実施例に基づいて、操作員は入力ユニットを操作することによって、第3の時点 t_3 における電流降下の検知後に電動機が停止される回転数を規定することができる。

30

【0084】

図11に示したプログラムシーケンスによって、ねじを自動的に緩める際の様々な運転状況が考慮され得る。例えば制御回路46は、負荷に依存して、つまりねじを工作物内にしっかりと固定するトルクに依存して、ねじを緩めるために、様々な方法を実施することができる。また、制御回路46は、負荷に追加してまたは負荷の代わりに、ねじを緩める際に工作物からねじが完全に離れるのを阻止するための様々な自動的方法を実施するために、操作員によるメインスイッチ18の引金18tの操作形式を考慮することができる。負荷とは、工作物内にしっかりと固定されたねじを回すために最初に必要なトルクのことである。ねじを工作物内にねじ込む固定トルクが高ければ高いほど、ねじを回すために電動機によってもたらされなければならない負荷若しくはトルクは大きい。

40

【0085】

以下に、ねじが高い固定トルクで工作物内にしっかりと固定され、電動工具の場合、ねじ

50

をねじ外すために操作員によって高い回転数が調節される、第1の運転状況のためのプログラムの進行を説明する。プログラムは、電動工具が運転開始されるプログラム項目800でスタートする。スイッチ70は、工作物からねじが完全に離れるのを阻止するための自動的方法が作動される位置にある。次いで、次のプログラム項目810で、電動工具がねじまたはナットをねじ外す運転モード、つまり左回りの運転モードにあるかどうかが検査される。そうであれば、次のプログラム項目820に分岐され、カウンターが値ゼロにセットされる。

【0086】

またプログラム項目820において、電動工具の操作員が要求する回転数が検出される。例えは操作員はねじを外すために低い回転数を調節することができる。所望の回転数の検出は、引金18tの操作形式を用いて検出される。この場合、引金18tがストップまで完全に押し込まれ、それによって電動工具の電動機の最大回転数が操作員によって要求される。また、引金18tの部分的または完全な押し込みの形式に追加してまたはその代わりに、引金18tの操作速度が検出されてもよい。引金18tの操作速度は、引金18tの操作ストロークに追加してまたはその代わりに、次の自動的方法において考慮され得る。引金の操作速度および/または引金の操作ストロークは、例えは加速度センサまたはホールセンサ等の相応のセンサによって検出され、制御回路46に送られる。制御回路46は、引金18tの可能な操作ストロークの50%よりも小さい操作ストロークにおいて所望の低い回転数を検知する。制御回路46は、例えは引金18tの可能な操作ストロークの50%よりも大きい操作ストロークにおいて所望の高い回転数を検知する。また、制御回路46は、操作速度がファイルされた比較値を下回っている場合、引金18tの操作速度において低い回転数を想定してよい。また、制御回路46は、操作速度がファイルされた比較値を上回っている場合、引金18tの操作速度において所望の高い回転数を想定してよい。

【0087】

プログラム項目820において、1実施例では、電動機の回転速度が引金18tの操作ストロークに比例して調節される。引金18tが半分だけ押し込まれると、電動機は制御回路によって最大可能回転数の半分だけで制御される。引金が完全に押し込まれると、制御回路は、電動機を最大可能回転数で制御する。相応に、引金の操作速度が考慮されてもよい。

【0088】

次いで、次のプログラム項目830で、電動機の電流Iが、所定の第1の時間長さt1よりも長く所定の第1の限界値I1よりも高いかどうかが検査される。第1の時間長さt1は、例えは0.03~0.1秒の間であってよい。そうであれば、次いで次のプログラム項目840に分岐される。そうでなければ、さらにプログラム項目820が実行される。プログラム項目840において、電動機の回転数はさらに、プログラム項目820におけるように引金18tの操作形式に依存して調節される。

【0089】

次のプログラム項目850において、電動機の電流が所定の第3の限界値I3を越えて上昇しているかどうか検査される。そうであれば、カウンターが値1だけ値1に上昇され、次のプログラム項目860に分岐する。この第1の運転状況においては、そうである。

【0090】

そうでなければ、さらにプログラム項目840が実行される。プログラムがプログラム項目840における所定の第2の時間長さt2よりも長く留まつていれば、プログラム項目890で、電動機の電流Iが所定の第2の限界値I2よりも小さいかどうか検査される。そうであれば、プログラム項目820に分岐して戻される。そうでなければ、さらにプログラム項目840が実行される。

【0091】

プログラム項目860で、電動機の回転数はさらに、引金18tの操作形式に依存して、制御回路によってプログラム項目820におけるように制御される。さらにプログラム

10

20

30

40

50

項目 860において、プログラム項目960でカウンターが少なくとも値3を有しているかどうかが検査される。そうであれば、プログラム項目880に直接分岐される。そうでなければ、プログラムはプログラム項目860に留まる。

【0092】

プログラムが、プログラム項目860において所定の第2の時間長さ t_2 よりも長く留まつていれば、プログラム項目870で、電動機の電流が所定の第4の限界値 I_4 よりも大きいかどうか検査される。第4の電流値 I_4 のために、ねじの固定トルクに依存して、および／または操作員の所望の回転数に依存して、つまり引金18tの操作ストロークに依存して、および／または引金18tの操作速度に依存して、異なる値が記憶されていてよい。このような形式で、様々な運転状況が様々な自動的方法によって実行され得る。電動機の電流が所定の第4の限界値 I_4 よりも大きければ、プログラム項目870からプログラム項目880に分岐される。この第1の運転状況では、そうである。そうでなければ、プログラム項目840に分岐して戻される。10

【0093】

プログラム項目880で、電動機は制御回路によって最大回転数で駆動される。これによって、電動機の回転数は、引金の操作形式とは無関係に、高い値、特に最大可能な回転数の100%に調節される。しかしながら、最大回転数の100%とは異なる値を使用してもよい。

【0094】

プログラム項目970で、カウンターが値1を有しているかどうかの問い合わせが行われる。そうであれば、次いでプログラム項目890に分岐される。そうでなければ、プログラムはプログラム項目880に留まる。プログラムがプログラム項目970での問い合わせ後にプログラム項目880に留まる場合、次いでプログラム項目950で、電動機の電流 I が所定の比較値よりも大きい時間的低下を有しているかどうか、つまり電動機の電流が比較値よりも早く低下するかどうかが検査される。比較値はメモリーにファイルされている。電動機の電流が比較値よりも早く低下しなければ、プログラム項目880に分岐して戻される。プログラム項目950において、電動機の電流 I が時間的に早期に低下する、つまり所定の比較値よりも大きい負の時間勾配を示すという確認が得られると、プログラム項目910に分岐される。電流の負の時間勾配が比較値よりも大きければ、ねじは緩められていて、低い固着モーメントで回すことができることを示す。2030

【0095】

プログラム項目890でさらに、制御回路46によって電動機のための最大回転数が設定される。しかも、次のプログラム項目900で、電動機の電流が第5の限界値 I_5 を下回るかどうかが検査される。そうであれば、これは、ねじが緩められていて、次のプログラム項目910に分岐されることを意味する。そうでなければ、さらにプログラム項目890が実行される。

【0096】

プログラム項目910において、回転数が、最大回転数の50%よりも小さい所定の値に調節される。所定の値は、例えば最大回転数の5%～10%の間、またはそれ以下であつてよい。さらに、積算回転計が値ゼロにセットされる。次いで、プログラム項目910における所定の第3の時間長さ t_3 後に、次のプログラム項目920で、ねじが少なくとも所定の回転数だけ回転したかどうか検査される。そうであれば、プログラム項目930に分岐され、少なくとも電動機への給電が減少されるか遮断されるか、または電動機が制動される。次いでプログラムがプログラム項目940で終了される。40

【0097】

所定の回転数は、例えば3回～8回の全回転の間であつてよい。プログラム項目920において、所定の回転数にまだ達していないとの応答が得られると、さらに、電動機がプログラム項目910に従って駆動され、所定の回転数に達しつつプログラム項目930に分岐されるまで、プログラム項目920で再び問い合わせが行われる。

【0098】

50

ねじが小さい固定トルクで工作物内に固定され、かつ操作員が電動工具の高い回転数を要求する第2の運転状況において、図11に示したプログラムシーケンスが次のように進行される。

【0099】

この方法は、第1の運転状況のための前記方法に相当するが、この方法においては、第4の電流値I4が小さい固定トルクに基づいて第1の運転状況におけるよりも小さく選定されている。例えば、ねじの検出された固定トルクに依存して、および／または操作員の要求回転数つまり引金18tの操作ストロークに依存して、および／または引金18tの操作速度に依存して、第4の電流値I4のための様々な値が記憶されていてよい。第4の電流値I4は、プログラム項目870において、測定された電流が第4の限界値I4よりも高く、従ってプログラム項目860内の第2の時間長さt2の後にプログラム項目880に分岐される、という応答が得られるように選定されている。プログラム項目880において、電動機に再び所定の高い回転数、特に所定の時間長さに亘る最大回転数が供給される。この場合、カウンターは値1を有しているので、プログラム項目970における応答に基づいてプログラム項目890に分岐される。このことはつまり、ねじの小さい固定トルクおよび電動工具の高い要求回転数を有する状態が存在する、という意味である。次いで、プログラム項目900が図11に従って動作される。

【0100】

また、ねじの小さい固定トルクのために、高い固定トルクを有する第1の運転状況と比較して小さい、電流のための第3の限界値I3が記憶されていてもよい。例えば、限界値のための、検出されたねじの固定トルクに依存して異なる値が記憶されている表または線図が記憶されていてよい。制御回路はプログラムの開始中に見積もられる、ねじの固定トルクに依存して、相応の限界値を選択する。ねじの固定トルクは、例えば電流に依存して、または初期段階中の電動機の電流の上昇に依存してプログラム項目820において見積もられてよい。このために、相応の線図または特性曲線または特性マップがファイルされていてよく、これらの線図、特性曲線または特性マップによって、プログラム項目820中の電流変化に固定トルクが割り当てられている。また、初期段階中のねじの固定トルクを測定するために、電動工具にトルクセンサが使用されてもよい。限界値は、ねじをねじ外す際の開始時に発生するねじのトルク若しくは固定トルクに依存して制御回路によって算出されるかまたは決定されてよい。例えば、所定のトルク範囲のために、第1、第2、第3および／または第4の限界値のための相応の様々な値がファイルされていてよい。それ以外は、この方法は第1の運転状況に従って実行される。

【0101】

図11による方法は、ねじがほぼ固定トルクなしに工作物内に固着している、つまり負荷なしであって、高い要求回転数で駆動される第3の運転状況のために、次のように進行する。

【0102】

この方法は、プログラム項目800からプログラム項目860まで、前述のように第2の運転状況に従って進行する。プログラム項目860において、電動機は操作員の要求回転数に従って制御回路46によって駆動される。次いでプログラム項目870において、電動機の電流が第4の限界値I4よりも大きいかどうかの問い合わせが行われる。第4の限界値I4は、存在する固定トルクに依存して、つまり固定トルクなしの状態で第2の運転状況よりもさらに小さく選択され得る。従って、プログラム項目870において、測定された電流が第4の限界値I4よりも小さいという応答を得る。これによって、プログラム項目840に分岐して戻される。次いで、プログラム項目840が実行される。次のプログラム項目850において、電動機の電流が所定の第3の限界値I3を越えて上昇するかどうかが検査される。そうであれば、カウンターが値1だけ値1に上昇され、次のプログラム項目860に分岐される。この時点で、電流は第3の限界値I3よりも大きいので、プログラム項目850における応答に基づいて、カウンターが値1だけ値2に上昇される。

10

20

30

40

50

【0103】

次いで、プログラム項目860において電動機が制御回路46によって操作員の要求回転数に従って駆動される。さらに、プログラム項目860において、プログラム項目960を用いて、カウンターが少なくとも値3を有しているかどうか検査される。そうであれば、プログラム項目880に分岐される。そうでなければ、プログラムはプログラム項目860に留まる。プログラムが、第2の時間長さ t_2 よりも長くプログラム項目860に留まれば、プログラム項目870において、電動機の電流が第4の限界値 I_4 よりも大きいかどうかの問い合わせが行われる。そうでなければ、再度プログラム項目840に分岐して戻される。

【0104】

従って、プログラム項目840の後で再びプログラム項目850において、電流が第3の限界値 I_3 よりも大きいかどうかの問い合わせが行われる。この状況で電流が第3の限界値 I_3 よりも小さければ、プログラムはプログラム項目840に留まる。プログラム項目890において、電流が第2の限界値 I_2 よりも小さいという応答が得られると、プログラム項目820に分岐して戻され、それに応じてプログラムが再び進行される。

【0105】

操作員が引金18tを最大値に操作すると、プログラムは、例えばより小さい電流において負荷がない、つまりねじに固定トルクが存在しないことを検知する。その結果、プログラムはプログラム項目840に留まり、電動機の回転数は引金18tの操作に従って制御される。この方法によって、プログラム項目910, 920, 930および940に従って電動機の駆動の自動的な制限が作動されることなしに、使用者は電動機を所望の回転数で駆動することができる。これによって電動工具の操作は、使用者のために使いやすく改善される。固定トルクがないことに基づいて制御回路は、ねじが外されるべきではないことを検知する。

【0106】

中間の負荷から高い負荷まで、つまり操作員によるねじの中間の固定トルクから高い固定トルクまでおよび所望の低い回転数から中間の回転数まで、または回転数の所望のゆっくりとした上昇までに相当する第4の運転状況において、図11に示したプログラムは次のように進行される。プログラムは、電動工具が作動されるプログラム項目800においてスタートする。スイッチ70は、ねじが工作物から完全に離れるのを阻止するための自動的方法が作動される位置にある。次いで、次のプログラム項目810において、電動工具がねじをねじ外す運転モードにあるかどうか、つまり例えば左回りの運転モードにあるかどうかが検査される。そうであれば、次のプログラム項目820においてカウンターが値ゼロにセットされる。

【0107】

プログラム項目800において、さらに、どの位の回転数および/または回転数のどの程度の上昇を電動工具の操作員が要求しているかが検出され得る。例えば、操作員は、ねじを緩めるために、低い回転数および/または回転数のゆっくりとした上昇を調節することができる。回転数の検出は、引金18tの操作形式を用いて制御回路によって検出され得る。引金18tが最大で60%までだけ乃至ストップまで押し込まれると、電動機の所望の低い回転数から中間の回転数までが検知される。また、引金18tの部分的なまたは完全な押し込み形式に追加してまたはその代わりに、引金18tの操作速度も制御回路によって検出され得る。引金18tが記憶された比較速度よりもゆっくりと操作されると、回転数の所望のゆっくりとした上昇が検知される。引金18tの操作ストロークに追加してまたはその代わりに、制御回路46は、次の自動的方法における引金18tの操作速度も考慮してよい。引金の操作速度および/または引金の操作ストロークは、相応のセンサによって検出され、制御回路46に送られる。次いで、所望の低い回転数は、例えば、操作員が引金18tを可能な操作ストロークの最大60%だけ押し込むと、制御回路によって検知される。所望の低い回転数に基づいて、制御回路はプログラム項目820において、電動機を最大回転数の0%~60%の間の回転数で制御する。これによって電動機の回

10

20

30

40

50

転数のゆっくりとした上昇が得られる。

【0108】

次いで、次のプログラム項目830で、電動機の電流Iが、所定の第1の時間長さt1よりも長く、また所定の第1の限界値I1よりも大きいかどうかが検査される。第1の時間長さt1は例えば0.03秒～0.1秒の間である。電動機の電流Iが、所定の第1の時間長さt1よりも長く、また所定の第1の限界値I1よりも大きければ、次いで次のプログラム項目840に分岐される。そうでなければ、プログラム項目820がさらに実行される。プログラム項目840において、電動機の回転数はさらに、引金18tの操作形式に依存して調節される。

【0109】

プログラム項目850における電流のための第3の限界値I3は、この運転状況では例えば、電動工具の打撃機構が操作されるように選定されている。プログラム項目840において、電動機は操作員の所望の回転数に従って制御回路46によって制御される。次いで、プログラム項目850において、電流が第3の限界値I3よりも大きいとの応答が得られるので、プログラム項目860に分岐される。同時に、カウンターが値1だけ値1に上昇される。次いで、第2の時間長さt2の後でプログラム項目870において、電流が第4の限界値I4よりも大きいかどうかの問い合わせが行われる。第4の限界値I4は、第2の運転状況におけるように、より大きく選定されている。従って、プログラム項目870における問い合わせにおいて電流は第4の限界値I4よりも小さいので、次いで再びプログラム項目840に分岐して戻される。

10

【0110】

次のプログラム項目850において、電流が第3の限界値I3よりも大きいという応答が再び得られるので、カウンターは、値1だけ高められ、従って値2を有している。

【0111】

次いでプログラム項目860に分岐される。次いで、第2の時間長さt2後にプログラム項目870で、電流が第4の限界値I4よりも大きいかどうかの問い合わせが行われる。従って、プログラム項目870における応答で電流は第4の限界値I4よりも小さい。そうでなければ、次いで再びプログラム項目840に分岐して戻される。

20

【0112】

次のプログラム項目850において、電流が第3の限界値I3よりも大きいという応答が再び得られると、カウンターは値1だけ上昇され、それによって値3を有する。

30

【0113】

次いで、プログラム項目860に分岐される。プログラム項目860で、プログラム項目960における問い合わせを用いて、カウンターが値3を有することが検知されると、プログラム項目880に直接分岐される。カウンターの値3は、ねじが緩められていることを示す。

【0114】

プログラム項目880において、電動機は最大回転数で駆動される。次いでプログラム項目950において、電動機の電流が所定の値よりも大きい時間的低下を有しているかどうかが検査される。電流の時間的低下のための所定の値はメモリーに記憶されている。プログラム項目950において、測定された時間的低下が所定の値よりも小さいという応答が得られると、プログラム項目880に分岐して戻される。プログラム項目950において、測定された時間的低下が所定の値よりも大きいという応答が得られると、プログラム項目910に分岐される。電流の時間的低下が所定の値よりも大きければ、これはねじが外されていることを示す。次いでプログラム項目910～940が相応に処理される。

40

【0115】

負荷のない状態、および所望の低い回転数および／または回転数の所望のゆっくりとした上昇に相当する第5の運転状況において、図11に示したプログラムは次のように進行される。プログラムは、電動工具が作動されるプログラム項目800でスタートする。スイッチ70は、ねじが工作物から完全に離れるのを阻止するための自動的方法が作動され

50

る位置にある。次いで次のプログラム項目810で、電動工具がねじをねじ外すための運転モード、つまり左まわりの運転モードにあるかどうかが検査される。そうであれば、次のプログラム項目820においてカウンターが値ゼロにセットされる。

【0116】

またプログラム項目800において、電動工具の操作員により要求される回転数を検出することができる。例えば、操作員は、ねじを緩めるために低い回転数および／またはゆっくりとした回転数の上昇を調節することができる。回転数の検出は、引金18tの操作形式を用いて検出され得る。引金18tが完全にストップまで押し込まれると、電動機の最大回転数が操作員によって要求される。また、引金18tの部分的なまたは完全な押し込み形式に追加してまたはその代わりに、引金18tの操作の速度が検出されてもよく、引金18tの操作ストロークに追加してまたはその代わりに、次の自動的方法において引金18tの操作速度が考慮されてもよい。引金の操作速度および／または引金の操作ストロークは、相応のセンサによって検出されて制御回路46に送られる。10

【0117】

プログラム項目820において、電動機の回転速度が、引金18tの操作ストロークに比例して調節される。引金18tが半分だけ押し込まれると、電動機は制御回路によって最大可能な回転数の半分だけで制御される。引金が完全に押し込まれると、制御回路は電動機を最大可能な回転数で制御する。相応に、引金の操作速度も考慮され得る。

【0118】

この状態でプログラム項目820は、電流が第1の限界値I1を上回るまで維持される。次いでプログラム項目840に分岐される。操作員がプログラム項目840中に電動工具の回転数を低下させると、電流は第2の限界値I2を下回って低下するので、プログラム項目890で、プログラム項目820に分岐して戻されるという応答が得られる。20

【0119】

これによって、低い回転数および／またはゆっくりとした回転数の上昇が操作員によって要求されるプログラムが検知され、また、負荷がなく、つまりねじの固定トルクが存在しないことが検知される。このことは例えば、電動工具とねじまたはナットとの間に作用接続が存在しないことを意味する。従って操作員は電動工具の回転を完全にコントロールすることができる。

【0120】

引金18tのゆっくりとした操作および小さい負荷に相当する第6の運転状況は、図11のプログラムシーケンスを用いて次のように実行される。

【0121】

プログラムは、電動工具が作動されるプログラム項目800でスタートする。スイッチ70は、工作物からねじが完全に外されるのを阻止するための自動的方法が作動している位置にある。次いで、次のプログラム項目810で、電動工具がねじをねじ外す運転モード、つまり左回りの運転モードにあるかどうかが検査される。そうであれば、次のプログラム項目820でカウンターが値ゼロにセットされる。

【0122】

さらに、プログラム項目800において、電動工具の操作員により要求される回転数を検出することができる。例えば操作員は、ねじを緩めるために回転数のゆっくりとした上昇を調節することができる。回転数の検出は、引金18tの操作形式を用いて検出され得る。引金18tが、記憶されている比較速度よりもゆっくりと操作されると、電動機の回転数のゆっくりとした上昇が操作員により要求される。引金18tの操作速度は、次の自動的方法において考慮される。引金の操作速度および／または引金の操作ストロークは、相応のセンサによって検出されて制御回路46に送られる。40

【0123】

次のプログラム項目820で、電動機の回転速度つまり回転数が、引金18tの操作ストロークに比例して調節される。引金18tが半分だけ押し込まれると、電動機は制御回路によって最大可能回転数の半分だけで制御される。引金が完全に押し込まれると、制御

10

20

30

40

50

回路は電動機を最大可能回転数で制御する。相応に、引金の操作速度も考慮される。

【0124】

次いで、次のプログラム項目830において、電動機の電流Iが、所定の第1の時間長さt1よりも長く、しかも所定の第1の限界値I1よりも大きいかどうかが検査される。第1の時間長さt1は、例えば0.03秒から0.1秒の間であってよい。電動機の電流Iが、所定の第1の時間長さt1よりも長く、しかも所定の第1の限界値I1よりも大きければ、次いで次のプログラム項目840に分岐される。そうでなければ、さらにプログラム項目820が実行される。プログラム項目840において、電動機の回転数はさらに、引金18tの操作形式に依存して調節される。

【0125】

10

次のプログラム項目850において、電動機の電流が所定の第3の限界値I3を越えて上昇するかどうかが検査される。そうであれば、カウンターが値1だけ値1に上昇され、次のプログラム項目860に分岐される。そうでなければ、さらにプログラム項目840が実行される。第3の限界値I3は、引金18tがゆっくりとのみ、つまり比較速度よりもゆっくりと確認されるときに、打撃機構の構成のためにかろうじて十分である値に相当する。

【0126】

プログラムが所定の第2の時間長さt2よりも長くプログラム項目840に留まっていると、プログラム項目890で、電動機の電流Iが所定の第2の限界値I2よりも小さいかどうか検査される。そうであれば、プログラム項目820に分岐して戻される。そうでなければ、プログラム項目840がさらに実行される。

20

【0127】

プログラム項目860において、電動機の回転数は、さらに引金18tの操作形式に依存して制御回路によって制御される。さらにプログラム項目860においてプログラム項目960で、カウンターが少なくとも値3を有するかどうかが検査される。そうであれば、直接プログラム項目880に分岐される。そうでなければ、プログラムはプログラム項目860に留まる。

【0128】

30

プログラムがプログラム項目860において所定の第2の時間長さt2よりも長く留まっていると、プログラム項目870で、電動機の電流が所定の第4の限界値I4よりも大きいかどうか検査される。

【0129】

第4の限界値I4は、第4の運転状況におけるよりも大きい値を有している。従って、プログラム項目870において、電流が第4の限界値よりも小さいという応答が得られる。従ってプログラム項目840に分岐して戻される。この時点で、電流が第3の限界値I3よりも大きいので、プログラム項目850に従って再びプログラム項目860に分岐される。しかも、カウンターは値1だけ値2に上昇される。次いで、第2の時間長さt2後にプログラム項目870において問い合わせが行われる。電流が第4の限界値I4より小さいという応答が再び得られると、次いで再びプログラム項目840に分岐して戻される。プログラム項目850における次の問い合わせで、電流が第3の限界値I3より大きいという応答が再び得られると、カウンターは値1だけ値3に上昇され、プログラム項目860に分岐される。

40

【0130】

次のプログラム項目860においてプログラム項目960での問い合わせによって、カウンターの値が値3に相当することが検知される。これによって、プログラム項目880に直接分岐される。

【0131】

第4の限界値I4はこの運転状況において、プログラム項目880への移行を可能にするために、特に小さく選定されるべきである。例えば、限界値、特に第4の限界値が実験的に算出されかつメモリーされる。値3を有するカウンターの値は、引金18tの僅かな

50

またはゆっくりとした操作を伴う小さい負荷が検知されたことを意味する。負荷が小さければ、つまり例えねじが完全にまたはしっかりと締め付けられていなければ、電流は迅速に低下する。何故ならばねじは容易に緩められ得るからである。プログラム項目 880 の後で、プログラム項目 950において問い合わせが行われる。何故ならばカウンターが値 1 を有していないからである。プログラム項目 950において、電流の時間的低下が所定の比較値よりも小さいかどうかの問い合わせが行われる。所定の比較値は、例えば電流の負の時間的勾配としてメモリーにファイルされている。プログラム項目 950において、電流の測定された時間的低下が比較値よりも小さいという応答が得られると、プログラム項目 910 に分岐される。次いで、プログラム項目 910, 920, 930 および 940 が前述のように実行される。

10

【0132】

前記方法は、ボルトまたはナットまたはその他のねじ込まれた部分をねじ外すためにも使用されてよい。従って、ねじの概念は、相手側部材にまたは相手側部材内にねじ込まれるか若しくはねじ結合され得る部分のことであると理解される。

【0133】

また、図 11 に示したねじをねじ外すための前記自動的方法は、操作員の所定の入力によって、例えば所定の停止時間を入力することによって終了され得る。

【0134】

図 12 は、工作物からねじが完全に分離されることなくねじを自動的にねじ外すための、図 11 のプログラムシーケンスに従って実行され得る様々な方法のための、時間 t と電流 I との関係を線図で示す。第 1 の特性曲線 73 は第 1 の運転状況の特徴を示す。第 2 の特性曲線 74 は第 2 の運転状況の特徴を示す。第 3 の特性曲線 75 は第 3 の運転状況を示す。最初の 3 つの特性曲線 73, 74, 75 は、選択された複数の実施例のために初期段階では同一に構成されている。第 4 の特性曲線 76 は第 4 の運転状況を表す。第 5 の特性曲線 77 は第 5 の運転状況を表す。

20

【0135】

また、線図には、第 1 の限界値 I_1 、第 2 の限界値 I_2 、第 3 の限界値 I_3 、第 4 の限界値 I_4 および第 5 の限界値 I_5 が記入されている。さらに、第 1 の時間長さ t_1 、第 2 の時間長さ t_2 および第 3 の時間長さ t_3 のための例が示されている。第 1 の時間長さ t_1 は、例えば 0.03 秒 ~ 0.1 秒の間であってよい。第 2 の時間長さ t_2 は、例えば 0.01 秒 ~ 0.05 秒の間であってよい。第 3 の時間長さ t_3 は、0.01 秒 ~ 0.05 秒の間であってよい。図示の例では、第 1 の限界値 I_1 が第 3 の限界値 I_3 よりも小さい。第 3 の限界値 I_3 が第 4 の限界値 I_4 よりも小さい。第 4 の限界値 I_4 は第 5 の限界値 I_5 よりも小さい。第 2 の限界値 I_2 は第 1 の限界値 I_1 よりも小さい。

30

【0136】

特性曲線において、E2 により、プログラム項目 830 に従って、電流が第 1 の限界値 I_1 を上回るかどうかの問い合わせの発生が示されている。また、E3 で、プログラム項目 850 に従って、電流が第 3 の限界値 I_3 を上回るかどうかの問い合わせの発生が示されている。また、E5 で、プログラム項目 870 に従って電流が第 4 の限界値 I_4 を上回るかどうかの問い合わせの発生が示されている。E6 で、プログラム項目 950 に従って、第 1 の特性曲線 71 において電流の負の時間的勾配が負の時間的比較勾配よりも大きいかどうか、つまり電流が比較値よりも大きく低下しているかどうかの問い合わせが示されている。さらに、E7 で、プログラム項目 900 に従って、電流が第 5 の限界値 I_5 を下回るかどうかの問い合わせの発生が示されている。

40

【0137】

第 1 の運転状況は、負荷、つまりねじの高い固定トルクおよび電動工具の高い所望の回転数に相当する。第 2 の運転状況は、低い負荷、つまりに低い固定トルクおよび電動工具の高い所望の回転数に相当する。第 3 の運転状況は、負荷のない、つまり固定トルクのない、かつ電動工具の高い回転数に相当する。第 4 の運転状況は、重要な負荷のない、つまり重要な固定トルクのない、かつ最大回転数の例えれば 60% よりも小さい低い所望の回転

50

数に相当する。第5の運転状況は、重要な負荷のない、つまり重要な固定トルクのない、かつ電動工具の低い所望の回転数に相当する。

【0138】

特性曲線を用いて示されているように、第1の運転状況、第2の運転状況および第3の運転状況のための電流変化は初期段階で同じである。しかしながら、第1、第2および第3の運転状況は、時間の経過につれて次第に異なる特性を表す。第4および第5の運転状況のための電流変化は、最初から異なっている。

【符号の説明】

【0139】

1 0	電動工具、インパクトドライバ	10
1 1	ハウジング	
1 2	本体	
1 2 j	軸受	
1 5	グリップ	
1 5 h	ホールド区分	
1 5 p	終端区分	
1 7	方向スイッチ	
1 8	メインスイッチ	
1 8 s	スイッチユニット	
1 8 t	引金、トリガスイッチ	20
1 9	バッテリ	
2 0	直流モータ、電動機	
2 2	回転子	
2 3	固定子	
2 3 c	駆動コイル、制御コイル	
2 4	遊星歯車装置	
2 5	スピンドル	
2 5 r	スチールボール	
2 5 v	第1のガイド溝	
2 6	衝撃発生機構	30
2 6 b	圧縮ばね	
2 6 z	第2のガイド溝	
2 6 h	ハンマ	
2 6 w	打撃突起	
2 7	アンビル	
2 7 d	打撃アーム	
2 7 t	収容部	
2 9	回転数センサ	
3 2	磁気センサ	
4 0	制御回路	40
4 1	出力電路	
4 4	スイッチ素子	
4 5	三相ブリッジ回路	
4 6	制御回路、電子制御回路	
5 0	入力ユニット	
5 1	メモリー	
5 2	出力	
5 3	測定装置	
5 4	電流計	
6 0	ドリル	50

6 1 ねじ
 7 0 スイッチ
 7 1 表示器
 7 2 電流ピーク
 7 3 第1の特性曲線
 7 4 第2の特性曲線
 7 5 第3の特性曲線
 7 6 第4の特性曲線
 7 7 第5の特性曲線
 4 0 0 , 4 1 0 , 4 2 0 , 4 3 0 , 4 4 0 , 4 5 0 , 4 6 0 , 5 0 0 , 5 1 0 , 5 2 0 10
 , 5 3 0 , 5 4 0 , 5 5 0 , 5 6 0 , 6 0 0 , 6 1 0 , 6 2 0 , 6 3 0 , 7 0 0 , 7 1 0
 , 7 5 0 , 8 0 0 , 8 1 0 , 8 2 0 , 8 3 0 , 8 4 0 , 8 5 0 , 8 6 0 , 8 7 0 , 8 8 0
 , 8 9 0 , 9 0 0 , 9 1 0 , 9 2 0 , 9 3 0 , 9 4 0 , 9 5 0 , 9 6 0 プログラム項目
 7 2 0 , 7 3 0 , 7 4 0 プログラム項目、方法ステップ
 E 2 , E 3 , E 5 , E 6 , E 7 問い合わせ
 i , I 電流
 n 回転数
 I , W 所定の限界値
 I 2 第2の限界値
 I 3 第3の限界値 20
 I 4 第4の限界値、第4の電流値
 I 5 第5の限界値
 t 0 ~ t 4 時点
 t 1 第1の時間長さ
 t 2 第2の時間長さ

【図1】

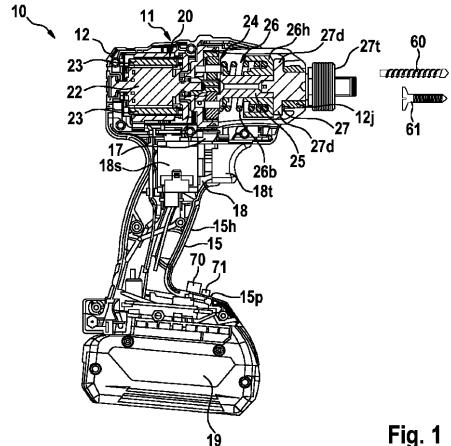


Fig. 1

【図2】

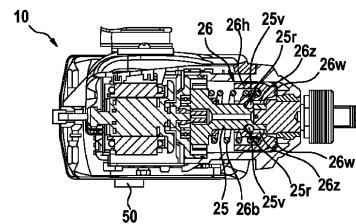


Fig. 2

【図3】

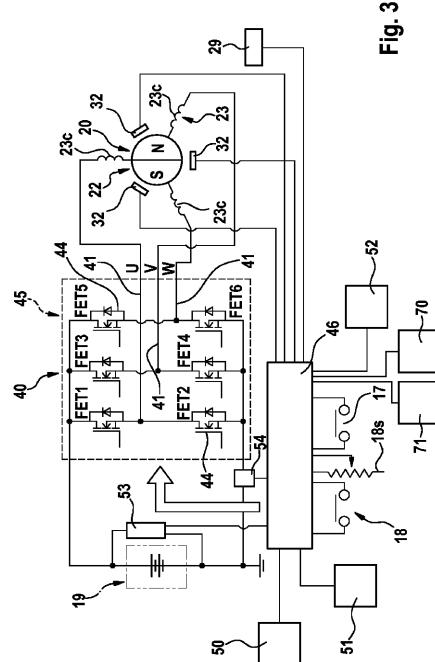


Fig. 3

【図4】

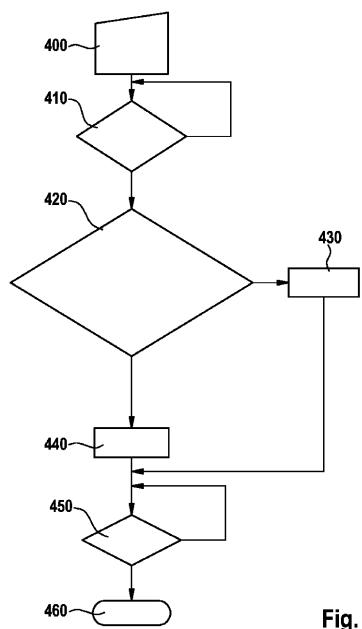


Fig. 4

【図5】

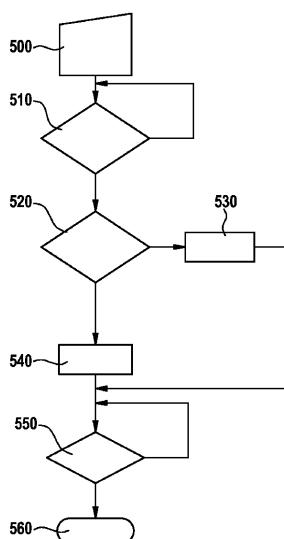


Fig. 5

【図6】

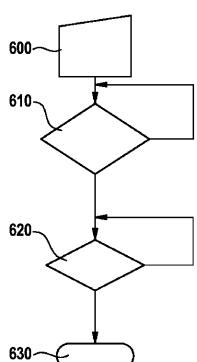


Fig. 6

【図8】

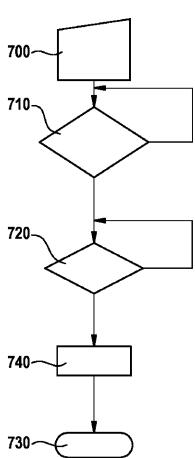


Fig. 8

【図7】

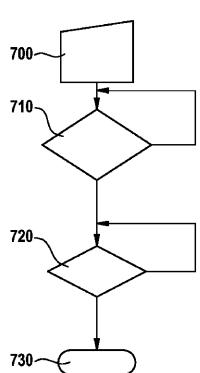


Fig. 7

【図9】

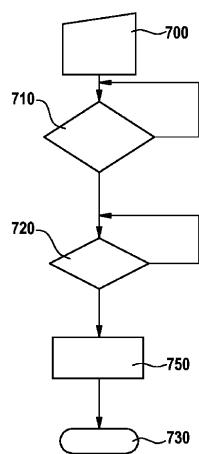


Fig. 9

【図10】

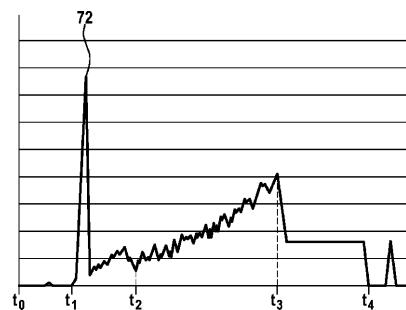


Fig. 10

【図11】

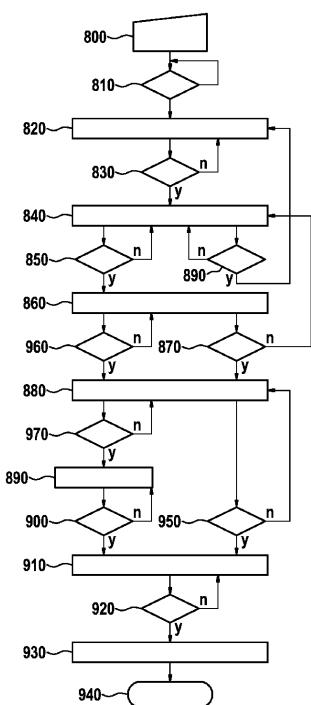


Fig. 11

【図12】

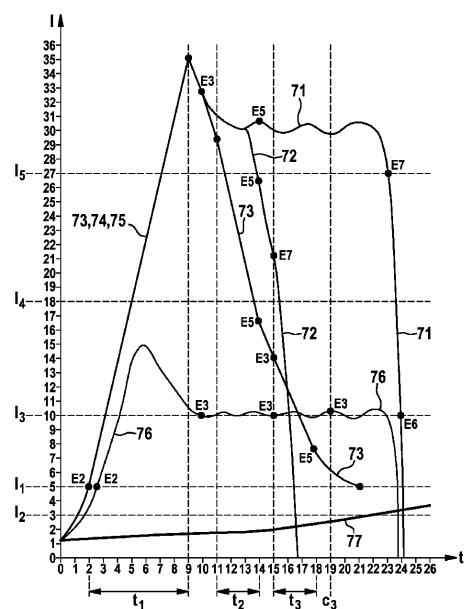


Fig. 12

フロントページの続き

(72)発明者 レオン , チ ホー
マレーシア 11960 ペナン、パヤン ルパス、バトゥ マウン、サウスベイ、ジャラン サ
ウスベイ 2、16

(72)発明者 タン , カー フイ
マレーシア 13200 プラウ・ピナン、スプラン プライ ウタラ、ケバラ バタス、ジャラ
ン ペラク、707

(72)発明者 ヨー , シム テイ
マレーシア 11700 ゲルゴル ペナン、ルブ ミンデン 1、IW-24-03

(72)発明者 シュティーフェル , モリッツ
ドイツ連邦共和国 72631 アイヒタール ロイテ 5

(72)発明者 タン , ジュ リエン
マレーシア 11700 ゲルゴル ペナン、ルブ ミンデン 1、IW-24-03

審査官 須中 栄治

(56)参考文献 特開2001-269874 (JP, A)
特開2013-111729 (JP, A)
特開2006-150547 (JP, A)
特開2009-262273 (JP, A)
特開2001-129768 (JP, A)
特開2007-001013 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0289839 (US, A1)
特開2006-231446 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B25B21/02
B25B23/14 ; 23/145 - 23/147