

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5464433号
(P5464433)

(45) 発行日 平成26年4月9日 (2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日 (2014.1.31)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 5 B 23/14 (2006.01)

B 2 5 B 23/14 6 2 O E

B 2 5 B 21/02 (2006.01)

B 2 5 B 21/02 Z

請求項の数 2 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-83755 (P2010-83755)
 (22) 出願日 平成22年3月31日 (2010.3.31)
 (65) 公開番号 特開2011-212801 (P2011-212801A)
 (43) 公開日 平成23年10月27日 (2011.10.27)
 審査請求日 平成24年8月30日 (2012.8.30)

(73) 特許権者 000005094
 日立工機株式会社
 東京都港区港南二丁目15番1号
 (74) 代理人 100094983
 弁理士 北澤 一浩
 (74) 代理人 100095946
 弁理士 小泉 伸
 (74) 代理人 100099829
 弁理士 市川 朗子
 (74) 代理人 100135356
 弁理士 若林 邦彦
 (72) 発明者 西河 智雅
 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日
 立工機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータと、

前記モータにより回転するハンマと、

前記ハンマの回転力が供給されて回転するアンビルと、

前記モータに駆動電力を供給する電力供給部と、を備え、

前記モータは回転と停止とを繰り返し、前記モータに加わる負荷が大きくなるにつれて
 前記モータの回転時間を減少させるように前記電力供給部を制御することを特徴とする電
 動工具。

【請求項 2】

正転及び逆転可能なモータと、

前記モータから駆動力を供給されて正転方向又は逆転方向に回転するハンマと、

前記ハンマと別体に設けられ前記ハンマの前記正転方向への回転により回転力が供給さ
 れて回転するアンビルと、

先端工具を保持可能であり前記先端工具に前記アンビルの回転を伝達する先端工具保持
 部と、

前記モータに正転電力又は逆転電力を供給する電力供給部と、を備え

前記ハンマと一体的に前記アンビルを回転させるために前記モータに前記正転電力を供
 給し、その後前記モータに前記逆転電力を供給するよう前記電力供給部を制御し、前記逆
 転電力によって前記モータに流れる電流が第1の所定値以上の場合には前記正転電力と前

10

20

記逆転電力とを第1の周期で切り換え、前記第1の所定値未満の場合には前記正転電力と前記逆転電力とを第2の周期で切り換えるよう前記電力供給部を制御するように構成したことを特徴とする電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電動工具に関し、特に駆動力を出力する電子パルスドライバに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電動工具は、出力軸によって留め金具を回転させるようになっていた。この留め金具を複数用いる場合にもモータの制御は同一であった（例えば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第2008-307664号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の電動工具では、留め具に応じた締め付けを行うことは困難であった。特に、木ネジの締め付け作業を行う場合には、木ネジは着座後も締め込む必要があるため先端工具に高いトルクを与えるような制御が求められていた。さらに、ボルトの締め付け作業を行う場合には、着座後にそれ以上締め込むことができないため、パルスの正転時間が長いとその反動でインパクトドライバに回転方向と逆方向の力が発生し、作業者のフィーリングが悪くなっていた。そこで、本発明は、留め金具を判別することができる電動工具を提供することを目的とする。このような電動工具によって、留め金具が異なる場合には、モータの制御を異なるものとすることができるようになる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明はモータと、前記モータにより回転するハンマと、前記ハンマの回転力が供給されて回転するアンビルと、前記モータに駆動電力を供給する電力供給部と、を備え、前記モータは回転と停止とを繰り返し、前記モータに加わる負荷が大きくなるにつれて前記モータの回転時間を減少させるように前記電力供給部を制御するように構成したことを特徴とする電動工具を提供している。

【0006】

本発明は更に、正転及び逆転可能なモータと、前記モータから駆動電力を供給されて正転方向又は逆転方向に回転するハンマと、前記ハンマと別体に設けられ前記ハンマの前記正転方向への回転により回転力が供給されて回転するアンビルと、先端工具を保持可能であり前記先端工具に前記アンビルの回転を伝達する先端工具保持部と、前記モータに正転電力又は逆転電力を供給する電力供給部と、を備え、前記ハンマと一体的に前記アンビルを回転させるために前記モータに前記正転電力を供給し、その後前記モータに前記逆転電力を供給するよう前記電力供給部を制御し、前記逆転電力によって前記モータに流れる電流が第1の所定値以上の場合には前記正転電力と前記逆転電力とを第1の周期で切り換え、前記第1の所定値未満の場合には前記正転電力と前記逆転電力とを第2の周期で切り換えるよう前記電力供給部を制御するように構成したことを特徴とする電動工具を提供している。このような構成によれば、逆転電力によってモータに流れる電流に応じて正転電力と逆転電力の切り換え周期を変化させているので、例えば、モータに流れる電流が大きい場合には木ネジ、小さい場合にはボルトと判断することができ、これにより、それぞれに適した周期で正転電力と逆転電力とを切り換え、留め金具の種類に応じた適切な締結を行うことが可能となる。

【0007】

10

20

30

40

50

また、本発明は、モータと、前記モータによって正転方向に回転する出力軸と、を有し、前記モータを逆転するように信号を与えたときに生じる電流値によって、前記モータの制御方法を自動で変更するように構成したことを特徴とする電動工具を提供している。

【 0 0 0 8 】

このような構成により、出力軸を逆回転させその際の電流値によって、出力軸により回転される留め金具を判断することができるので、電流の出力を検知するだけ良い。このため、別段の他の検知などが必要ないので、安価な電動工具とすることができる。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明の電動工具によれば、留め金具を判別することができる電動工具を提供することができる。 10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバの断面図

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバの制御ブロック図

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのハンマとアンビルとの動作状態を示す図

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのドリルモードの際の制御について説明する図

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのクラッチモードでボルトを締結する際の制御について説明する図 20

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのクラッチモードで木ネジを締結する際の制御について説明する図

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードでボルトを締結する際の制御について説明する図

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードで木ネジを締結する際に第 2 のパルスモードに移行しない場合の制御について説明する図

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードで木ネジを締結する際に第 2 のパルスモードに移行する場合の制御について説明する図

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのクラッチモードで留め金具を締結する際のフローチャート 30

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードで留め金具を締結する際のフローチャート

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態に係る電子パルスドライバのクラッチモードにおける木ネジ締結時の閾値変化を示した図

【図 13】本発明の第 2 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードにおける木ネジ締結時の閾値変化を示した図

【図 14】本発明の第 3 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードにおける木ネジ締結時の正転及び逆転の切り換え周期の変化を示した図

【図 15】本発明の実施の形態に係る電子パルスドライバの変形例を示すフローチャート 40

【図 16】本発明の第 4 の実施の形態に係る電子パルスドライバの断面図

【図 17】本発明の第 4 の実施の形態に係る電子パルスドライバのハンマとアンビルとの動作状態を示す図

【図 18】本発明の第 4 の実施の形態に係る電子パルスドライバのパルスモードにおける木ネジを緩める際の模式図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施の形態に係る電動工具の一例である電子パルスドライバ 1 について、図 1 から図 3 に基づき説明する。図 1 に示される電子パルスドライバ 1 は、ハウジング 2 と、モータ 3 と、ハンマ部 4 と、アンビル部 5 と、スイッチ機構 6 とから主に構成され 50

ている。ハウジング 2 は樹脂製であって電子パルスドライバ 1 の外郭を成しており、略筒状の胴体部 2 1 と、胴体部 2 1 から延出されるハンドル部 2 2 とから主に構成されている。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示されるように、胴体部 2 1 内には、その長手方向がモータ 3 の軸方向と一致するようにモータ 3 が配置されると共に、モータ 3 の軸方向一端側に向かってハンマ部 4、アンビル部 5 が並んで配置されている。以下の説明においてはモータ 3 からハンマ部 4、アンビル部 5 に向かう方向を前側として、モータ 3 の軸方向と平行な方向を前後方向と定義する。また胴体部 2 1 からハンドル部 2 2 が延びる方向を下側として上下方向を定義し、前後方向と直交する方向を左右方向と定義する。

10

【 0 0 1 3 】

胴体部 2 1 内において前側位置には、ハンマ部 4 及びアンビル部 5 が内蔵されるハンマケース 2 3 が配置されている。ハンマケース 2 3 は、金属製であって前方に向かうに従って徐々に径が細くなる略漏斗形状を成し、漏斗形状の先端が前側を向くように配置されており、前端部分に後述の先端工具装着部 5 1 が前側へ突出する開口 2 3 a が形成されていると共に、開口 2 3 a を画成する内壁にアンビル部 5 を回転可能に支持するメタル 2 3 A を有している。

【 0 0 1 4 】

胴体部 2 1 において、開口 2 3 a 近傍位置であってハンマケース 2 3 の下方位置には、ライト 2 A が保持されている。ライト 2 A は、後述の先端工具装着部 5 1 に図示せぬ先端工具であるビットが装着された際に、ビットの前端付近を照射可能に構成されている。また胴体部 2 1 においてライト 2 A の下方位置には、切替部であるダイヤル 2 B が回転操作可能に配置されている。胴体部 2 1 によりライト 2 A を保持する構造であるため、特にライト 2 A を保持する部材を別途設ける必要が無く、簡単な構成で確実にライト 2 A を保持することができる。またライト 2 A 及びダイヤル 2 B は、左右方向において胴体部 2 1 の略中央位置にそれぞれ配置されている。また胴体部 2 1 には、後述のファン 3 2 により胴体部 2 1 内に外気を吸入・排出する図示せぬ吸気口及び排気口が形成されている。

20

【 0 0 1 5 】

ハンドル部 2 2 は、胴体部 2 1 の前後方向略中央位置から下側に向けて延出され胴体部 2 1 と一体に構成されている。ハンドル部 2 2 の内部にはスイッチ機構 6 が内蔵されると共に、その延出方向先端位置にモータ 3 等に電力を供給する電池 2 4 が着脱可能に装着されている。ハンドル部 2 2 において、胴体部 2 1 からの根元部分であって前側位置には、作業者の操作箇所となるトリガ 2 5 が設けられている。またトリガ 2 5 が設けられた位置は、前述のダイヤル 2 B の下方であってダイヤル 2 B 近傍位置である。よって一の指でトリガ 2 5 及びダイヤル 2 B をそれぞれ操作することが可能である。なお、ダイヤル 2 B を回転させることによって、後述するドリルモード、クラッチモード、パルスモードを切り替えることができる。

30

【 0 0 1 6 】

胴体部 2 1 の上部かつ後側には、表示部 2 6 が配置されている。表示部 2 6 は、後述のドリルモードと、クラッチモードと、パルスモードとのうちいずれのモードが選択されているかを表示する。

40

【 0 0 1 7 】

図 1 に示されるように、モータ 3 は、出力軸部 3 1 を備えるロータ 3 A と、ロータ 3 A と対向する位置に配置されるステータ 3 B とから主に構成されるブラシレスモータであり、出力軸部 3 1 の軸方向が前後方向と一致するように胴体部 2 1 内に配置されている。出力軸部 3 1 はロータ 3 A の前後に突出しており、その突出した箇所でベアリングにより胴体部 2 1 に回転可能に支承されている。出力軸部 3 1 において、前側に突出している箇所には、出力軸部 3 1 と同軸一体回転するファン 3 2 が設けられている。前側に突出している箇所の最前端位置にはピニオンギヤ 3 1 A が出力軸部 3 1 と同軸一体回転するように設けられている。

50

【 0 0 1 8 】

ハンマ部 4 は、ギヤ機構 4 1 と、ハンマ 4 2 とから主に構成されており、モータ 3 の前側であってハンマケース 2 3 内に内蔵されるように配置されている。ギヤ機構 4 1 は、一のアウターギヤ 4 1 A を共有する二つの遊星歯車機構 4 1 B、4 1 C から構成されている。アウターギヤ 4 1 A は、ハンマケース 2 3 内に内蔵されると共に胴体部 2 1 に固定されている。一の遊星歯車機構 4 1 B は、アウターギヤ 4 1 A と噛合するようにアウターギヤ 4 1 A 内に配置され、ピニオンギヤ 3 1 A を太陽ギヤとして用いている。他の遊星歯車機構 4 1 C は、アウターギヤ 4 1 A と噛合するようにアウターギヤ 4 1 A 内であって一の遊星歯車機構 4 1 B の前側に配置され、一の遊星歯車機構 4 1 B の出力軸を太陽ギヤとして用いている。

10

【 0 0 1 9 】

ハンマ 4 2 は、遊星歯車機構 4 1 C の遊星キャリアの前面に規定されており、前側に向けて突出すると共に遊星歯車機構 4 1 C の遊星キャリアの回転中心からずれた位置に配置された第 1 係合突起 4 2 A と、遊星歯車機構 4 1 C の遊星キャリアの回転中心を挟んで第 1 係合突起 4 2 A と対極に位置する第 2 係合突起 4 2 B とを有している（図 3）。

【 0 0 2 0 】

アンビル部 5 は、先端工具装着部 5 1 と、アンビル 5 2 とから主に構成されており、ハンマ部 4 の前方に配置されている。先端工具装着部 5 1 は、円筒状に構成され、ハンマケース 2 3 の開口 2 3 a 内にメタル 2 3 A を介して回転可能に支持されている。また先端工具装着部 5 1 は、前端から後方へと向けて穿設され、図示せぬビットが挿入される穿孔 5 1 a を有すると共に、前端部分に図示せぬビットを保持するチャック 5 1 A を有している。

20

【 0 0 2 1 】

アンビル 5 2 は、先端工具装着部 5 1 の後方であってハンマケース 2 3 内に位置するように先端工具装着部 5 1 と一体に構成されており、後側に向けて突出すると共に先端工具装着部 5 1 の回転中心からずれた位置に配置された第 1 被係合突起 5 2 A と、先端工具装着部 5 1 の回転中心を挟んで第 1 被係合突起と対極に位置する第 2 被係合突起 5 2 B とを有している。ハンマ 4 2 が回転すると、第 1 係合突起 4 2 A と第 1 被係合突起 5 2 A とが衝突すると同時に、第 2 係合突起 4 2 B と第 2 被係合突起 5 2 B とが衝突することによりハンマ 4 2 の回転力がアンビル 5 2 に伝達される。詳細な動作は後述する。

30

【 0 0 2 2 】

スイッチ機構 6 は、基板 6 1 と、トリガスイッチ 6 2 と、スイッチング基板 6 3 及び、これらを接続する配線とから構成されている。基板 6 1 は、ハンドル部 2 2 内において電池 2 4 近傍位置に配置されており、電池 2 4 に接続されると共にライト 2 A、ダイヤル 2 B、トリガスイッチ 6 2、スイッチング基板 6 3、及び表示部 2 6 に接続されている。

【 0 0 2 3 】

次にモータ 3 の駆動制御系の構成を図 2 に基づき説明する。本実施例では、モータ 3 は 3 相のブラシレス DC モータで構成される。このブラシレス DC モータのロータ 3 A は複数組（本実施例では 2 組）の N 極と S 極を含む永久磁石を含んで構成され、ステータ 3 B はスター結線された 3 相の固定子巻線 U、V、W から成る。ロータ 3 A の回転位置を検出するために、回転位置検出素子（ホール素子）6 4 が基板 6 1 上に、ロータ 3 A の周方向に所定の間隔毎、例えば角度 60° 毎に配置されている。これらの回転位置検出素子 6 4 からの位置検出信号に基づいて固定子巻線 U、V、W への通電方向と時間が制御され、モータ 3 が回転する。回転位置検出素子 6 4 は、スイッチング基板 6 3 上のロータ 3 A の永久磁石 3 C に対向する位置に設けられている。

40

【 0 0 2 4 】

スイッチング基板 6 3 上に搭載される電子素子には、3 相ブリッジ形式に接続された FET などの 6 個のスイッチング素子 Q1 ~ Q6 を含む。ブリッジ接続された 6 個のスイッチング素子 Q1 ~ Q6 の各ゲートは、基板 6 1 に搭載される制御信号出力回路 6 5 に接続され、6 個のスイッチング素子 Q1 ~ Q6 の各ドレインまたは各ソースは、スター結線さ

50

れた固定子巻線U、V、Wに接続される。これによって、6個のスイッチング素子Q1～Q6は、制御信号出力回路65から入力されたスイッチング素子駆動信号（H4，H5，H6等の駆動信号）によってスイッチング動作を行い、インバータ回路66に印加される電池24の直流電圧を3相（U相、V相及びW相）電圧Vu、Vv，Vwとして固定子巻線U、V、Wに電力を供給する。

【0025】

6個のスイッチング素子Q1～Q6の各ゲートを駆動するスイッチング素子駆動信号（3相信号）のうち、3個の負電源側スイッチング素子Q4，Q5，Q6をパルス幅変調信号（PWM信号）H4，H5，H6として供給し、基板61上に搭載された演算部67によって、トリガ25の操作量（ストローク）の検出信号に基づいてPWM信号のパルス幅（デューティ比）を変化させることによってモータ3への電力供給量を調整し、モータ3の起動/停止と回転速度を制御する。

10

【0026】

ここで、PWM信号は、インバータ回路66の正電源側スイッチング素子Q1～Q3又は、負電源側スイッチング素子Q4～Q6の何れか一方に供給され、スイッチング素子Q1～Q3又はスイッチング素子Q4～Q6を高速スイッチングさせることによって電池24の直流電圧から各固定子巻線U、V、Wに供給する電力を制御する。なお、負電源側スイッチング素子Q4～Q6にPWM信号が供給されるため、PWM信号のパルス幅を制御することによって各固定子巻線U、V、Wに供給する電力を調整してモータ3の回転速度を制御することができる。

20

【0027】

制御部72は、基板61上に搭載されており、制御信号出力回路65と、演算部67と、電流検出回路71と、スイッチ操作検出回路76と、印加電圧設定回路70と、回転方向設定回路68と、回転子位置検出回路69と、回転数検出回路75と、打撃衝撃検出回路74とを有する。演算部67は、図示していないが、処理プログラムとデータに基づいて駆動信号を出力するための中央処理装置（CPU）と、処理プログラムや制御データを記憶するためのROMと、データを一時記憶するためのRAMと、タイマとを含んで構成される。演算部67は、回転方向設定回路68と回転子位置検出回路69との出力信号に基づいて所定のスイッチング素子Q1～Q6を交互にスイッチングするための駆動信号を形成し、その制御信号を制御信号出力回路65に出力する。これによって固定子巻線U，V，Wの所定の巻線に交互に通電し、ロータ3Aを設定された回転方向に回転させる。この場合、負電源側スイッチング素子Q4～Q6に印加する駆動信号は、印加電圧設定回路70の出力制御信号に基づいてPWM変調信号として出力される。モータ3に供給される電流値は、電流検出回路71によって測定され、その値が演算部67にフィードバックされることにより、設定された駆動電力となるように調整される。なお、PWM信号は正電源側スイッチング素子Q1～Q3に印加してもよい。

30

【0028】

電子パルスドライバ1には、モータ3の回転方向を切替えるための図示せぬ正逆切替レバーが設けられ、回転方向設定回路68は図示せぬ正逆切替レバーの変化を検出するとともに、モータ3の回転方向を切替えて、その制御信号を演算部67に送信する。制御部72には、アンビル52に発生する衝撃の大きさを検出する打撃衝撃検出センサ73が接続され、その出力は打撃衝撃検出回路74を介して演算部67に入力される。

40

【0029】

図3は図1におけるIII方向から見た断面図であり、電子パルスドライバ1動作時におけるハンマ42とアンビル52との位置関係を表す図である。図3（1）は、第1係合突起42Aと第1被係合突起52Aとが接触している同時に、第2係合突起42Bと第2係合突起52Bとが接触している状態を示している。第1係合突起42Aの外径RH3と第1係合突起52Aの外径RA3とは等しくなるように構成される。この状態から、ハンマ42は図3の時計回り方向に回転し、図3（2）に示す状態となる。第1係合突起42Aの内径RH2は、第2被係合突起52Bの外径RA1よりも大きく構成されていること

50

から、第1係合突起42Aと第2被係合突起52Bとは互いに接触しない。同様に、第2係合突起42Bの外径RH1は、第1被係合突起52Aの内径RA2よりも小さく構成されていることから、第2係合突起42Bと第1被係合突起52Aとは互いに接触しない。そして、図3(3)に示す位置までハンマ42が回転すると、モータ3は逆回転を開始してハンマ42は反時計回り方向に回転する。図3(3)に示す位置がハンマ42がアンビル52に対して最反転位置まで逆回転した状態となる。モータ3の正回転により、ハンマ42は図3(4)に示す状態を経由して図3(5)に示すように第1係合突起42Aと第1被係合突起52Aとが衝突すると同時に、第2係合突起42Bと第2被係合突起52Bとが衝突する。この衝突時の衝撃によって、図3(6)に示すようにアンビル52が反時計回り方向に回転する。

10

【0030】

上述のように、ハンマ42に設けられた2箇所の係合突起は、回転する軸心を基準に対称の位置でアンビル52に設けられた2箇所の係合突起と衝突する。このような構成により、打撃時のバランスが安定し、作業者が打撃時に電子パルスドライバ1に振られにくくすることができる。

【0031】

また、第1係合突起42Aの内径RH2は第2被係合突起52Bの外径RA1よりも大きく構成されているとともに、第2係合突起42Bの外径RH1は第1被係合突起52Aの内径RA2よりも小さく構成されていることから、ハンマ42とアンビル52との相対回転角を180度より大きく構成することができる。これによりアンビル52に対してハンマ42の十分な反転角及び加速距離を確保することができる。

20

【0032】

また、第1係合突起42A及び第2係合突起42Bは円周方向の両端面で第1被係合突起52A及び第2被係合突起52Bと衝突可能であるため、正回転時だけではなく逆回転時にもインパクト動作が可能となるため、使い勝手の良いインパクト工具を提供することができる。また、ハンマ42でアンビル52を打撃する際、軸方向(前方)に叩かないので先端工具を被加工部材に押し付けることを防止でき、木材に木ねじを締め込む際に有利である。

【0033】

次に、図4 - 図9を用いて、本実施の形態による電子パルスドライバにおいて使用可能な動作モードについて説明する。本実施の形態による電子パルスドライバは、ドリルモード、クラッチモード、パルスモードの3つの動作モードを備えている。

30

【0034】

ドリルモードとは、ハンマ42とアンビル52とを一体的に回転させるモードであって、主に、木ネジを締結する場合等に用いられる。モータ3に流れる電流は、図4に示すように、締結が進むにつれて増加する。

【0035】

クラッチモードとは、図5及び図6に示すように、ハンマ42とアンビル52とを一体的に回転させた状態でモータ3に流れる電流が目標値(目標トルク)まで増加した場合にモータ3の駆動を停止させるモードであって、主に、締結後に外観に現れる留め金具を締結する場合等、正確なトルクで締結することを重要視する場合に用いられる。なお、後述するが、クラッチモードにおいては、擬似クラッチの発生のためにモータ3が逆転され、また、木ネジを締結する際には、ネジなめ防止のためにモータ3が逆転される(図6参照)。

40

【0036】

パルスモードとは、図7 - 図9に示すように、ハンマ42とアンビル52とを一体的に回転させた状態でモータ3に流れる電流が所定値(所定トルク)まで増加した場合にモータ3の正転及び逆転を交互に切り換えて打撃により留め金具を締結するモードであって、主に、外観に現れない場所で用いられる長尺のネジを締結する場合等に用いられる。これにより、強力な締結力を供給すると同時に、被加工部材からの反発力を低減

50

することができる。

【 0 0 3 7 】

次に、本実施の形態による電子パルスドライバが締結動作を行う際の制御部 7 2 による制御について説明する。なお、ドリルモードに関しては、特別な制御は行われないので説明を省略する。また、以下の説明では、電流に基づく判断には起動電流を考慮しないこととする。また、正転の電流を与えた際の電流値の急激な上昇も考慮しないこととする。例えば、図 6 - 9 において示されるような正転電流を与えた際の電流値の急激な上昇は、ネジ又はボルト締付に寄与しないためである。この電流値の急激な上昇は、例えば約 2 0 m s の不感時間を設けることによって、考慮しないようにすることができる。

【 0 0 3 8 】

まず、動作モードがクラッチモードに設定されている場合について、図 5、図 6 及び図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 3 9 】

図 5 は、クラッチモードでボルト等の留め金具（以下、ボルト）を締結する際の制御について説明する図であり、図 6 は、クラッチモードで木ネジ等の留め金具（以下、木ネジ）を締結する際の制御について説明する図であり、図 1 0 は、クラッチモードで留め金具を締結する際のフローチャートである。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 のフローチャートは、トリガがひかれたことを契機に開始し、また、本実施の形態によるクラッチモードでは、モータ 3 に流れる電流が目標電流値 T（図 5 及び図 6 参照）まで増加した場合に目標のトルクに達したと判断して締結動作を終了するものとする。

【 0 0 4 1 】

トリガがひかれると、制御部 7 2 は、まず、モータ 3 に嵌合用逆転電圧を印加してハンマ 4 2 を逆転させ、アンビル 5 2 に軽く衝突させる（図 5 及び図 6 の t 1、図 1 0 の S 6 0 1）。本実施の形態では、嵌合用逆転電圧は 5 . 5 V に、嵌合用逆転電圧印加時間は 2 0 0 m s に設定されている。これにより、留め金具と先端工具とを確実に嵌合させることが可能となる。

【 0 0 4 2 】

トリガがひかれた時点ではハンマ 4 2 とアンビル 5 2 は離れている可能性があり、その状態でモータ 3 に電流が流れると、ハンマ 4 2 によってアンビル 5 2 に打撃が加えられることとなる。一方、クラッチモードとは、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とを一体的に回転させた状態でモータ 3 に流れる電流が目標値（目標トルク）まで増加した場合にモータ 3 の駆動を停止させるモードであるところ、アンビル 5 2 に打撃が加えられてしまうと、その打撃のみで目標値を超えるトルクが留め金具に供給されてしまうことがある。特に、一旦締結したネジ等を改めて締結する増し締めを行う際には、そのような問題が顕著となる。

【 0 0 4 3 】

従って、クラッチモードでは、S 6 0 1 に続いて、アンビル 5 2 を回転させることなくハンマ 4 2 をアンビル 5 2 に接触（プレスタート）させるためにプレスタート用正転電圧を第 1 期間モータ 3 に印加する（図 5 及び図 6 の t 2、図 1 0 の 6 0 2）。本実施の形態では、プレスタート用正転電圧は 1 . 5 V に、プレスタート用正転電圧印加時間は 8 0 0 m s に設定されている。また、本実施の形態では、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とは 3 1 5 度程度離れている可能性があるため、第 1 期間は、プレスタート用正転電圧が印加されたモータ 3 によってハンマ 4 2 が 3 1 5 度回転するのに要する期間に設定されている。

【 0 0 4 4 】

続いて、留め金具を締結するための締結用正転電圧をモータ 3 に印加し（図 5 及び図 6 の t 3、図 1 0 の S 6 0 3）、モータ 3 に流れる電流が閾値 a より大きくなったか否かを判断する（S 6 0 4）。本実施の形態では、締結用正転電圧は、1 4 . 4 V に設定されており、閾値 a は、ネジなめを発生させない範囲の木ネジ締結の終盤の電流値であり、本実施の形態では、1 5 A に設定されている。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

モータ 3 に流れる電流が閾値 a より大きくなっていた場合には (図 5 及び図 6 の t_4 、図 10 の $S604: YES$)、電流の増加率が閾値 b より大きいかな否かを判断する ($S605$)。電流の増加率は、例えば図 5 の場合には、 $(A(T_r+t) - A(T_r)) / A(T_r)$ により算出することができる。 t は、ある時点 T_r からの経過時間を示す。また、図 6 の場合には、 $(A(N+1) - A(N)) / A(N)$ により算出できる。 N は、ある正転電流の負荷時の電流の最大値であり、 $N+1$ は、ある正転電流の次の正転電流の負荷時の電流の最大値である。例えば、図 6 の場合には、 $(A(N+1) - A(N)) / A(N)$ の閾値 b は、20% として設定している。

【0046】

一般に、モータ 3 に流れる電流は、ボルトを締結している場合には、図 5 に示すように、締結の終盤で急激に増加するのに対し、木ネジを締結している場合には、図 6 に示すように、なだらかに増加していく。

【0047】

従って、制御部 72 は、モータ 3 に流れる電流が閾値 a より大きくなった時点での電流の増加率が閾値 b より大きい場合には、留め金具がボルトであると判断し、閾値 b 以下の場合には、留め金具が木ネジであると判断する。

【0048】

電流の増加率が閾値 b より大きい場合の留め金具はネジなめを考慮する必要のないボルトであるため、その後、電流値が目標電流値 T まで増加した時に (図 5 の t_5 、図 10 の $S606: YES$)、ボルトへのトルクの供給を停止させる。しかしながら、上述したように、ボルトの場合、急激に電流が増加しているので、単に正転電圧の印加を停止しただけでは慣性力によってボルトにトルクを与えてしまう虞がある。従って、本実施の形態では、ボルトへのトルクの供給を停止させるために、ブレーキ用逆転電圧をモータ 3 に印加する (図 5 の t_5 、図 10 の $S607$)。本実施形態では、ブレーキ用逆転電圧印加時間は 5ms に設定されている。

【0049】

続いて、モータ 3 に擬似クラッチ用正転電圧及び逆転電圧を交互に印加する (図 5 及び図 6 の t_7 、図 10 の $S608$)。本実施形態では、擬似クラッチ用正転電圧及び逆転電圧印加時間は 1000ms (1 秒) に設定されている。ここで、擬似クラッチとは、所定の電流値に達することによって所望のトルクとなった際に、作業者に知らせる機能を有することをいう。実際には、モータからの出力がなくなるわけではないが、擬似的にモータからの出力がなくなったことを報知する報知手段となっている。

【0050】

擬似クラッチ用逆転電圧が印加されるとハンマ 42 はアンビル 52 から離れ、擬似クラッチ用正転電圧が印加されるとハンマ 42 はアンビル 52 を打撃することになるが、擬似クラッチ用正転電圧及び逆転電圧は、留め金具に締結力を与えない程度の電圧 (例えば、2V) に設定されているため、打撃音として擬似クラッチが発生するだけである。この擬似クラッチの発生により、ユーザは締結の終了を認識することが可能となる。

【0051】

一方、電流の増加率が閾値 b 以下の場合の留め金具はネジなめを考慮する必要のある木ネジであるため、続いて、モータ 3 に締結用電圧に対し所定の間隔でネジなめ用逆転電圧を印加する (図 6 の t_5 、図 10 の $S609$)。ネジなめとは、木ネジのネジ頭に設けられる十字状の凹部と、先端工具 (ビット) の十字状の凸部との嵌合が外れることで、先端工具の十字状の凸部のトルクが十字状の凹部に不均一に掛かって十字状の凹部がつぶれてしまうことをいう。ネジなめ用逆転電圧の印加により、アンビルは逆転する。このアンビルの逆転によって、アンビルに取付けられている先端工具の十字状の凸部と、木ネジの十字状の凹部とがしっかりと嵌合するようになる。なお、ネジなめ用逆転電圧は、ハンマ 42 からアンビル 52 に打撃を与えるための加速距離を稼ぐためではなく、アンビル 52 からネジに逆転のトルクを与えない程度に、ハンマ 42 からアンビル 52 に逆転を与えるものである。本実施の形態では、ネジなめ用逆転電圧は、電圧 14.4V に設定されている

10

20

30

40

50

。

【 0 0 5 2 】

そして、電流が目標電流値 T まで増加した時に（図 6 の t 6、図 1 0 の S 6 1 0 : Y E S）、モータ 3 に擬似クラッチ用正転電圧及び逆転電圧（以下、擬似クラッチ用電圧）を交互に印加して擬似クラッチを発生させ（図 6 の t 7、図 1 0 の S 6 0 8）、ユーザに締結の終了を報知する。

【 0 0 5 3 】

最後に、擬似クラッチ用電圧の印加から所定時間経過後（S 6 0 9 : Y E S）に、擬似クラッチ用電圧の印加を停止させる（S 6 1 0）。

【 0 0 5 4 】

次に、動作モードがパルスモードに設定されている場合について、図 7 - 図 9、及び、図 1 1 を用いて説明する。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、パルスモードでボルトを締結する際の制御について説明する図であり、図 8 は、パルスモードで木ネジを締結する際に後述する第 2 のパルスモードに移行しない場合の制御について説明する図であり、図 9 は、パルスモードで木ネジを締結する際に後述する第 2 のパルスモードに移行する場合の制御について説明する図であり、図 1 1 は、パルスモードで留め金具を締結する際のフローチャートである。

【 0 0 5 6 】

また、図 1 1 のフローチャートも、クラッチモードの場合と同様にトリガがひかれたことを契機に開始するものとする。

【 0 0 5 7 】

トリガがひかれると、制御部 7 2 は、まず、クラッチモードの場合と同様に、モータ 3 に嵌合用逆転電圧を印加する（図 7 - 9 の t 1、図 1 1 の S 7 0 1）。一方、パルスモードでは、正確なトルクで締結することを重要視していないので、クラッチモードにおける S 6 0 2（プレスタート）に相当するステップは省略される。

【 0 0 5 8 】

次に、クラッチモードの場合と同様の締結用正転電圧を印加し（図 7 - 9 の t 2、図 1 1 の S 7 0 2）、モータ 3 に流れる電流が閾値 c より大きくなったか否かを判断する（S 7 0 3）。

【 0 0 5 9 】

ここで、木ネジの場合、締結の序盤から徐々に負荷（電流）が増加するのに対し、ボルトの場合、締結の序盤はほとんど負荷が増加せず、ある程度締結が進んだ時点で急激に増加する。そして、ボルトの場合、一旦負荷がかかると、対となる留め金具から受ける反力は、木ネジの場合に被加工部材から受ける反力よりも大きくなる。従って、ボルトの場合には、逆転電圧に対する補助的な力を対となる留め金具から受けているため、モータ 3 に留め金具用逆転電圧が印加されると、木ネジの場合よりも絶対値の小さな逆転電流がモータ 3 に流れることとなる。本実施の形態では、ボルトの場合の負荷の増加開始付近の電流（例えば、1 5 A）が閾値 c として設定されている。

【 0 0 6 0 】

モータ 3 に流れる電流が閾値 c より大きくなった場合、モータ 3 に留め金具判別用逆転電圧を印加する（図 7 - 9 の t 3、図 1 1 の S 7 0 4）。留め金具判別用逆転電圧は、ハンマ 4 2 からアンビル 5 2 に打撃を与えない程度の値（例えば、1 4 . 4 V）に設定されている。

【 0 0 6 1 】

そして、制御部 7 2 は、留め金具判別用逆転電圧を印加した際にモータ 3 に流れる電流の絶対値が閾値 d より大きいかな否かを判断し（S 7 0 5）、閾値 d より大きい場合（図 8 及び図 9）には木ネジを、閾値 d 以下の場合（図 7）にはボルトを締結していると判別し、判別した留め金具に応じた打撃締結を行うようにモータ 3 を制御する。本実施の形態では、閾値 d は、2 0 A に設定されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

詳細には、打撃締結は正転電圧と逆転電圧とをモータ3に交互に印加することにより行うが、本実施の形態では、正転電圧を印加する期間（以下、正転期間）に対する逆転電圧を印加する期間（以下、逆転期間）が負荷の大きさに比例して大きくなるように、正転電圧と逆転電圧とを交互にモータ3に印加する。

【 0 0 6 3 】

また、押圧による締結が難しくなった場合に打撃による締結に移行するのが一般的であるが、その移行も徐々に行われる方がユーザのフィーリング的に好ましい。従って、本実施の形態では、第1のパルスモードによって押圧中心の打撃締結を行い、第2のパルスモードによって打撃中心の打撃締結を行う。

10

【 0 0 6 4 】

具体的には、第1のパルスモードでは、長めの正転期間によって押圧力を留め金具に供給し、一方、第2のパルスモードでは、負荷が大きくなるにつれて逆転期間を徐々に増加させる一方で正転期間を徐々に減少させて打撃力を供給している。なお、本実施の形態では、第1のパルスモードにおいて、被加工部材からの反力を軽減するために、負荷が大きくなるにつれて逆転期間は一定のまま正転期間を徐々に減少させている。

【 0 0 6 5 】

図11フローチャートに戻り、第1のパルスモード及び第2のパルスモードへの移行について説明する。

【 0 0 6 6 】

20

まず、モータ3に流れる電流の絶対値が閾値dより大きい場合（S705：YES）、すなわち、木ネジを締結する場合の第1のパルスモード及び第2のパルスモードへの移行について説明する。

【 0 0 6 7 】

この場合、制御部72は、まず、押圧中心の打撃締結を行うために第1のパルスモード用電圧をモータ3に印加する（図8及び9のt5、図11のS706a～c）。具体的には、休止5ms 逆転電圧15ms 休止5ms 正転電圧300msを1セット分、モータ3に印加し（S706a）、所定時間経過後に、休止5ms 逆転電圧15ms 休止5ms 正転電圧200msを1セット分、モータ3に印加し（S706b）、更に所定時間経過後に、休止5ms 逆転電圧15ms 休止5ms 正転電圧100msを1

30

【 0 0 6 8 】

続いて、制御部72は、第1のパルスモード用電圧印加時にモータ3に流れる電流が閾値eより大きいかが否かを判断する（S707）。閾値eは、第2のパルスモードへ移行すべきか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、75Aに設定されている。

【 0 0 6 9 】

第1のパルスモード用電圧（正転電圧）印加時にモータ3に流れる電流が閾値e以下の場合には（S707：NO）、S706a～c及びS707を繰り返すこととなる。なお、第1のパルスモード用電圧を印加する回数が増える毎に負荷は大きくなり、被加工部材からの反力は大きくなるため、被加工部材からの反力を軽減するために、逆転期間は一定のまま正転期間が徐々に減少するような第1のパルスモード用電圧を印加する。本実施の形態では、正転期間が、300ms 200ms 100msと減少するように設定されている。

40

【 0 0 7 0 】

一方、第1のパルスモード用電圧（正転電圧）印加時にモータ3に流れる電流が閾値eより大きい場合には（図8及び図9のt6、図11のS707：YES）、まず、第1のパルスモード用電圧（正転電圧）による電流の増加率が閾値fより大きいかが否かを判断する（S708）。閾値fは、木ネジが被加工部材に着座したか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、4%に設定されている。

50

【 0 0 7 1 】

電流の増加率が閾値 f より大きい場合には (図 8、図 1 1 の S 7 0 8 : Y E S)、木ネジが被加工部材に着座したものと考えられるため、その後の反力を軽減させるために、着座用電圧をモータ 3 に印加する (図 8 の t 1 1、図 1 1 の S 7 0 9)。なお、本実施の形態における着座用電圧は、休止 5 m s 逆転電圧 1 5 m s 休止 5 m s 正転電圧 4 0 m s を 1 セットとして繰り返される。

【 0 0 7 2 】

一方、電流の増加率が閾値 f 以下の場合には (S 7 0 8 : N O)、木ネジが着座していないにも関わらず負荷は高くなっているということなので、第 1 のパルスモード用電圧による押圧力中心の締結力では締結力が不足しているものと考えられる。従って、以降で、第 2 のパルスモードへ移行していくこととなる。

【 0 0 7 3 】

本実施の形態では、第 2 のパルスモードは、第 2 のパルスモード用電圧 1 - 5 内から選択される。第 2 のパルスモード用電圧 1 - 5 は、この順番で、逆転期間が増加する一方で正転期間が減少している。具体的には、第 2 のパルスモード用電圧 1 では、休止 5 m s 逆転電圧 1 5 m s 休止 5 m s 正転電圧 7 5 m s、第 2 のパルスモード用電圧 2 では、休止 7 m s 逆転電圧 1 8 m s 休止 1 0 m s 正転電圧 6 5 m s、第 2 のパルスモード用電圧 3 では、休止 9 m s 逆転電圧 2 0 m s 休止 1 2 m s 正転電圧 5 9 m s、第 2 のパルスモード用電圧 4 では、休止 1 1 m s 逆転電圧 2 3 m s 休止 1 3 m s 正転電圧 5 3 m s、第 2 のパルスモード用電圧 5 では、休止 1 5 m s 逆転電圧 2 5 m s 休止 1 5 m s 正転電圧 4 5 m s が、それぞれ 1 セットずつ行われる。

【 0 0 7 4 】

まず、S 7 0 8 で、第 2 のパルスモードへの移行が決定された場合には (S 7 0 8 : N O)、第 1 のパルスモード用電圧の正転電圧印加時 (立下り時) にモータ 3 に流れる電流が閾値 g_1 より大きいか否かを判断する (S 7 1 0)。閾値 g_1 は、第 2 のパルスモード用電圧 1 よりも上位の第 2 のパルスモード用電圧をモータ 3 に印加すべきか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、7 6 A に設定されている。なお、以下では、各パルスモード用電圧の正転電圧印加時にモータ 3 に流れる電流を基準電流として総称する。

【 0 0 7 5 】

基準電流が閾値 g_1 より大きい場合には (S 7 1 0 : Y E S)、電流が閾値 g_2 より大きいか否かを判断する (S 7 1 1)。閾値 g_2 は、第 2 のパルスモード用電圧 2 よりも上位の第 2 のパルスモード用電圧をモータ 3 に印加すべきか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、7 7 A に設定されている。

【 0 0 7 6 】

電流が閾値 g_2 より大きい場合には (S 7 1 1 : Y E S)、電流が閾値 g_3 より大きいか否かを判断する (S 7 1 2)。閾値 g_3 は、第 2 のパルスモード用電圧 3 よりも上位の第 2 のパルスモード用電圧をモータ 3 に印加すべきか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、7 9 A に設定されている。

【 0 0 7 7 】

電流が閾値 g_3 より大きい場合には (S 7 1 2 : Y E S)、電流が閾値 g_4 より大きいか否かを判断する (S 7 1 3)。閾値 g_4 は、第 2 のパルスモード用電圧 4 よりも上位の第 2 のパルスモード用電圧 5 をモータ 3 に印加すべきか否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、8 0 A に設定されている。

【 0 0 7 8 】

以上のようにして、まず、第 1 のパルスモード用電圧 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流に基づき、いずれの第 2 のパルスモード用電圧をモータ 3 に印加すべきかを決定し、続いて、決定された第 2 のパルスモード用電圧をモータ 3 に印加する。

【 0 0 7 9 】

具体的には、電流が閾値 g_1 以下の場合には (S 7 1 0 : N O)、第 2 のパルスモード

10

20

30

40

50

用電圧 1 をモータ 3 に印加し (S 7 1 4)、閾値 g 1 より大きく閾値 g 2 以下の場合には (S 7 1 1 : N O)、第 2 のパルスモード用電圧 2 をモータ 3 に印加し (S 7 1 5)、閾値 g 2 より大きく閾値 g 3 以下の場合には (S 7 1 2 : N O)、第 2 のパルスモード用電圧 3 をモータ 3 に印加し (S 7 1 6)、閾値 g 3 より大きく閾値 g 4 以下の場合には (S 7 1 3 : N O)、第 2 のパルスモード用電圧 4 をモータ 3 に印加し (S 7 1 7)、閾値 4 より大きい場合には (S 7 1 3 : Y E S)、第 2 のパルスモード用電圧 5 をモータ 3 に印加する (S 7 1 8)。

【 0 0 8 0 】

第 2 のパルスモード用電圧 1 の印加 (S 7 1 4) 後は、続いて、第 2 のパルスモード用電圧 1 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流が閾値 g 1 より大きいかな否かを判断する (S 7 1 9)。

10

【 0 0 8 1 】

電流が閾値 g 1 以下であった場合には (S 7 1 9 : N O)、S 7 0 7 に戻り、再び、第 1 のパルスモード用電圧と第 2 のパルスモード 1 のいずれをモータ 3 に印加すべきかを判断する。一方、電流が閾値 g 1 より大きい場合には (S 7 1 9 : Y E S)、第 2 のパルスモード用電圧 2 をモータ 3 に印加する (S 7 1 5)。

【 0 0 8 2 】

第 2 のパルスモード用電圧 2 の印加 (S 7 1 5) 後は、続いて、第 2 のパルスモード用電圧 2 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流が閾値 g 2 より大きいかな否かを判断する (S 7 2 0)。

20

【 0 0 8 3 】

電流が閾値 g 2 以下であった場合には (S 7 2 0 : N O)、S 7 1 0 に戻り、再び、第 2 のパルスモード用電圧 1 と第 2 のパルス用電圧 2 のいずれをモータ 3 に印加すべきかを判断する。一方、電流が閾値 g 2 より大きい場合には (S 7 2 0 : Y E S)、第 2 のパルスモード用電圧 3 をモータ 3 に印加する (S 7 1 6)。

【 0 0 8 4 】

第 2 のパルスモード用電圧 3 の印加 (S 7 1 6) 後は、続いて、第 2 のパルスモード用電圧 3 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流が閾値 g 3 より大きいかな否かを判断する (S 7 2 1)。

【 0 0 8 5 】

30

電流が閾値 g 3 以下であった場合には (S 7 2 1 : N O)、S 7 1 1 に戻り、再び、第 2 のパルスモード用電圧 2 と第 2 のパルスモード用電圧 3 のいずれをモータ 3 に印加すべきかを判断する。電流が閾値 g 3 より大きい場合には (S 7 2 1 : Y E S)、第 2 のパルスモード用電圧 4 をモータ 3 に印加する (S 7 1 7)。

【 0 0 8 6 】

第 2 のパルスモード用電圧 4 の印加 (S 7 1 7) 後は、続いて、第 2 のパルスモード用電圧 4 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流が閾値 g 4 より大きいかな否かを判断する (S 7 2 2)。

【 0 0 8 7 】

電流が閾値 g 4 以下であった場合には (S 7 2 2 : N O)、S 7 1 2 に戻り、再び、第 2 のパルスモード用電圧 3 と第 2 のパルスモード用電圧 4 のいずれをモータ 3 に印加すべきかを判断する。電流が閾値 g 4 より大きい場合には (S 7 2 2 : Y E S)、第 2 のパルスモード用電圧 5 をモータ 3 に印加する (S 7 1 8)。

40

【 0 0 8 8 】

第 2 のパルスモード用電圧 5 の印加 (S 7 1 8) 後は、続いて、第 2 のパルスモード用電圧 5 (正転電圧) 印加時にモータ 3 に流れる電流が閾値 g 5 より大きいかな否かを判断する (S 7 2 3)。閾値 g 5 は、第 2 のパルスモード用電圧 5 をモータ 3 に印加すべきかな否かを判別するためのものであって、本実施の形態では、8 2 A に設定されている。

【 0 0 8 9 】

電流が閾値 g 5 以下であった場合には (S 7 2 3 : N O)、S 7 1 3 に戻り、再び、第

50

2のパルスモード用電圧4と第2のパルスモード用電圧5のいずれをモータ3に印加すべきかを判断する。電流が閾値g5より大きい場合には(S723:YES)、第2のパルスモード用電圧5をモータ3に印加する(S718)。

【0090】

一方、モータ3に流れる電流の絶対値が閾値d以下の場合(S705:NO)、すなわち、ボルトを締結する場合には、押圧による締結の必要はなく、また、反力が最も軽減されるモードで打撃されることが好ましい。従って、この場合には、第1のパルスモード、第2のパルスモード用電圧1-4を介さずに、第2のパルスモード用電圧5をモータ3に印加する(S718)。

【0091】

このように、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバ1では、モータ3に流れる電流(負荷)の増加に伴い、正転期間に対する逆転期間の比率を増加させているので(第1のパルスモードの正転期間の減少(図11のS706)、第1のパルスモードから第2のパルスモードへの移行(図11のS707)、及び、第2のパルスモード1-5間の移行(図11のS719-S722))、被加工部材からの反力を抑制することができ、使用の際のフィーリングのよいインパクト工具を提供することが可能となる。

【0092】

また、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバ1では、木ネジを締結する際に、モータ3に流れる電流が閾値e以下の場合には押圧力中心の第1のパルスモードで締結を行い、閾値eより大きい場合には打撃力中心の第2のパルスモードで締結を行うので(図11のS707)、木ネジにとってより適切な態様で締結を行うことが可能となる。

【0093】

また、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバ1では、留め金具判別用逆転電圧をモータ3に印加し(図11のS704)、その際にモータ3に流れる電流が閾値dより大きい場合には木ネジ、閾値d未満の場合にはボルトと判断してそれぞれに適したパルスモードに移行するので(図11のS705)、留め金具の種類に応じた適切な締結を行うことが可能となる。

【0094】

また、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバ1では、モータ3に流れる電流が閾値eまで増加した時点での電流の増加率が閾値f以上の場合(図11のS708:YES)、木ねじが着座したものと考え、正転電力と逆転電力の切り換え周期を短くして着座用電圧をモータ3に印加している。これにより、その後の被加工部材からの反力を低減させる同時に、締結が進むにつれて打撃間隔が短くなるという従来の電子パルスドライバと同様のフィーリングを提供することが可能となる。

【0095】

また、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバ1では、第1パルスモードから、モータ3に流れる電流に応じた最適な第2パルスモードに移行するので(図11のS710-S713)、モータ3に流れる電流が急激に増加したような場合であっても適切な打撃態様で締結を行うことが可能となる。

【0096】

また、本実施の形態によるパルスモードの電子パルスドライバでは、第2のパルスモード1-5間の移行は、正転及び逆転の切り換え周期が隣接する第2パルスモードへのみ可能なので(図11のS719-S723)、フィーリングの急激な変化を防止することが可能となる。

【0097】

また、本実施の形態による電子パルスドライバ1では、締結用逆転電圧の印加前に嵌合用逆転電圧をモータ3に印加することによりハンマ42を逆転させてアンビル52に打撃させるので(図10のS601)、留め金具と先端工具との嵌合が不十分な場合であってもしっかりと嵌合させることができ、作業時に先端工具が留め金具からカムアウトするこ

10

20

30

40

50

とを防止することが可能となる。

【0098】

また、本実施の形態によるクラッチモードの電子パルスドライバ1では、締結用正転電圧を印加する前にプレスタート用正転電圧を印加してハンマ42とアンビル52とを接触させるので(図10のS601、図11のS701)、打撃により目標トルクを超えたトルクを留め金具に供給してしまうことを防止することが可能となる。

【0099】

また、本実施の形態によるクラッチモードの電子パルスドライバ1では、擬似クラッチを発生から所定時間経過後に停止させるので(図10のS609、S610)、電力消費及び温度上昇を抑制することが可能となる。

10

【0100】

また、本実施の形態によるクラッチモードの電子パルスドライバ1では、ボルトを締結している際に目標トルクに達した時点でブレーキ用逆転電圧をモータ3に印加するので(図10のS607)、目標トルクの直前に急激にトルクが増加するボルトのような留め金具を締結する場合であっても、慣性力によるトルクを供給してしまうことを防止し、正確な目標トルクを供給することが可能となる。

【0101】

次に、図12及び13を用いて、本発明の第2の実施の形態による電子パルスドライバ201について説明する。

【0102】

20

第1の実施の形態では、温度の変化を考慮せずに、電流等が一定の閾値まで増加した際に打撃の態様を変化させていた。しかしながら、例えば、寒冷地ではギヤ機構41内のグリースの粘度が低いため、通常よりもモータ3に流れる電流が大きくなる傾向がある。その場合、モータ3に流れる電流容易に閾値を超えてしまい、まだ打撃の態様を変化させる状況でもないにも関わらず、打撃態様を変化させてしまう虞がある。

【0103】

従って、本実施の形態では、温度の変化を考慮して閾値を変化させることを特徴としている。具体的には、スイッチング基板63上に温度検出部を備え、温度検出部が検出した温度に基づき、制御部72が各閾値を変化させている。

【0104】

30

図12は、クラッチモードにおける木ネジ締結時の閾値変化を示した図であり、図13は、パルスモードにおける木ネジ締結時の閾値変化を示した図である。

【0105】

制御部72は、例えば、図12に示すように、低温時のネジなめ用逆転電圧印加の契機となる閾値a'及び目標電流値T'を常温時のネジなめ用逆転電圧印加の契機となる閾値a及び目標電流値Tよりも高い値に設定し、また、図13に示すように、低温時の第1のパルスモード移行用の閾値c'及び目標電流値第2のパルスモード移行用の閾値e'を常温時の第1のパルスモード移行用の閾値c及び第2のパルスモード移行用の閾値eよりも高い値に設定する。

【0106】

40

このように、温度の変化を考慮して閾値を変化させることで、適切な状況で打撃の態様を変化させることが可能となる。なお、変化させる閾値は、上記したものに限らず、その他のいずれの閾値を変化させてもよい。また、モータ3以外の場所に温度検出部を備えてもよい。

【0107】

次に、図14を用いて、本発明の第3の実施の形態による電子パルスドライバ301について説明する。

【0108】

第2の実施の形態では、作業性を重視して閾値を変化させたが、本実施の形態では、電子パルスドライバ201の耐用性を重視して正転及び逆転の切り換え周期を変化させる。

50

【 0 1 0 9 】

具体的には、本実施の形態でも、第 2 の実施の形態と同様に、モータ 3 に温度検出部を備え、温度検出部が検出した温度に基づき、制御部 7 2 が正転及び逆転の切り換え周期を変化させる。なお、この場合も、モータ 3 以外の場所に温度検出部を備えてもよい。

【 0 1 1 0 】

図 1 4 は、パルスモードにおける木ネジ締結時の正転及び逆転の切り換え周期の変化を示した図である。

【 0 1 1 1 】

制御部 7 2 は、例えば、図 1 4 に示すように、高温時の第 1 のパルスモードの正転期間及び逆転期間の切り換え周期を常温時の第 1 のパルスモードの正転期間及び逆転期間の切り換え周期よりも長く設定する。これにより、切り換えの際に生じる発熱を抑制することができ、電子パルスドライバ 3 0 1 の F E T の高温による破損を抑制することができる。また、スタータコイルの被覆が熱で損傷してしまうことを抑制することができ、電子パルスドライバ 3 0 1 全体の耐用性を上げることが可能となる。

10

【 0 1 1 2 】

次に、図 1 6 及び 1 7 を用いて、本発明の第 4 の実施の形態による電子パルスドライバ 4 0 1 について説明する。第 1 の実施の形態による電子パルスドライバ 1 と同一の構成は、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 1 1 3 】

図 1 6 に示すように、電子パルスドライバ 4 0 1 は、ハンマ 4 4 2 とアンビル 4 5 2 とを備える。第 1 の実施の形態による電子パルスドライバ 1 では、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 との回転方向の隙間は 3 1 5 度程度としていた。第 4 の実施の形態による電子パルスドライバ 4 0 1 では、ハンマ 4 4 2 とアンビル 4 5 2 との回転方向の隙間を 1 3 5 度程度に設定している。

20

【 0 1 1 4 】

図 1 7 は、図 1 6 の X V I I 方向から見た断面図であり、電子パルスドライバ 4 0 1 動作時におけるハンマ 4 4 2 とアンビル 4 5 2 との位置関係を表す図である。図 1 7 (1) のようにハンマ 4 4 2 とアンビル 4 5 2 とが互いに接触している状態から、図 1 7 (2) を経由して図 1 7 (3) のハンマ 4 4 2 のアンビル 4 5 2 に対する最反転位置まで逆回転する。そしてモータ 3 は正回転してハンマ 4 4 2 とアンビル 4 5 2 とが衝突し (図 1 7 (5)) 、その衝撃によってアンビル 4 5 2 が図 1 7 の反時計回り方向に回転する (図 1 7 (6)) 。

30

【 0 1 1 5 】

この場合には、第 1 の実施の形態の電圧値、電流値、秒数などは第 4 の実施の形態における電子パルスドライバ 4 0 1 に適合するように適宜変更することができる。

【 0 1 1 6 】

なお、本発明の電子パルスドライバは、上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変形や改良が可能である。

【 0 1 1 7 】

例えば、上記実施の形態では、第 2 のパルスモード 1 - 5 間の移行において、1 つ前の第 2 パルスモード用電圧に戻る場合 (図 1 1 の S 7 1 9 - S 7 2 2 : N O) も考えられた。しかしながら、図 1 5 に示すように、前の第 2 パルスモード用電圧には戻らないように制御することで、作業者に良好なフィーリングとなる。また、上記実施の形態では、木ネジ又はボルトを締結する際の制御について説明したが、緩める (取り外す) 際にも、本発明の思想を利用することができる。具体的には、図 1 8 の模式図に示すように、木ネジ等を緩める際には、最も逆転時間の長い第 2 パルスモード用電圧 5 から印加を開始し、電流が各閾値以下になるに連れて段階的に第 2 のパルスモード用電圧 1 まで変化させる。これにより、木ネジ等を緩める際にも良好なフィーリングを提供することが可能となる。

40

【 0 1 1 8 】

また、上記実施の形態では、留め金具判別用逆転電圧印加後にモータ 3 に流れる電流に

50

に基づいて留め金具を判別したが（図 11 の S 7 0 5 ）、モータ 3 の回転数等に基づいて判別してもよい。

【 0 1 1 9 】

また、上記実施の形態では、図 11 の S 7 1 9 - S 7 2 2 で、S 7 1 0 - S 7 1 3 と同様の閾値 $g_1 - g_4$ を用いたが、別の値を用いてもよい

【 0 1 2 0 】

また、上記実施の形態では、電子パルスドライバが備えるアンビル 5 2 は 1 つだけであったため、アンビル 5 2 とハンマ 4 2 とは最大で 3 6 0 度離れている可能性があったが、例えば、その中間に他のアンビルを備えてもよい。これにより、嵌合用逆転電圧印加（図 10 の S 6 0 1、図 11 の S 7 0 1）やプレススタート用正転電圧印加（図 10 の S 6 0 2）の際に必要とする時間を短縮することが可能となる。

10

【 0 1 2 1 】

また、上記実施の形態では、プレススタート用正転電圧を印加することによりハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とを接触させたが、必ずしも接触させなくても、アンビル 5 2 に対するハンマ 4 2 の初期位置関係を一定にすることができれば、その他の態様であってもよい。

【 0 1 2 2 】

上記実施の形態では、電動工具として電子パルスドライバを用いたが、その他の電動工具であっても良い。例えば、電動丸鋸・電動往復鋸・電動ドリル・電動ドライバドリル・電動振動ドリルなどを用いても良い。

【 符号の説明 】

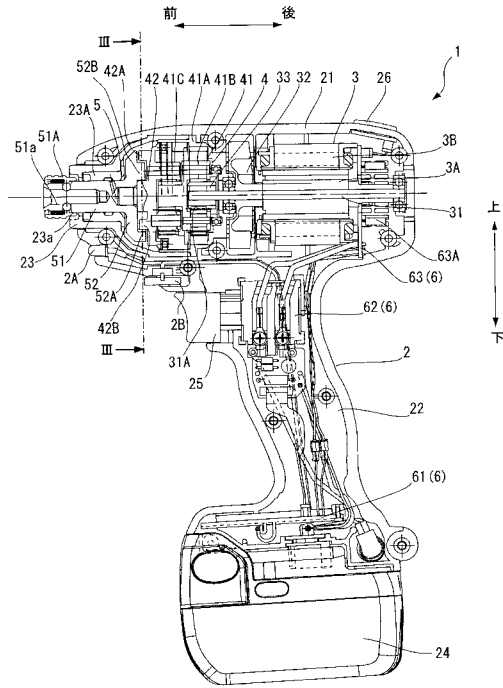
20

【 0 1 2 3 】

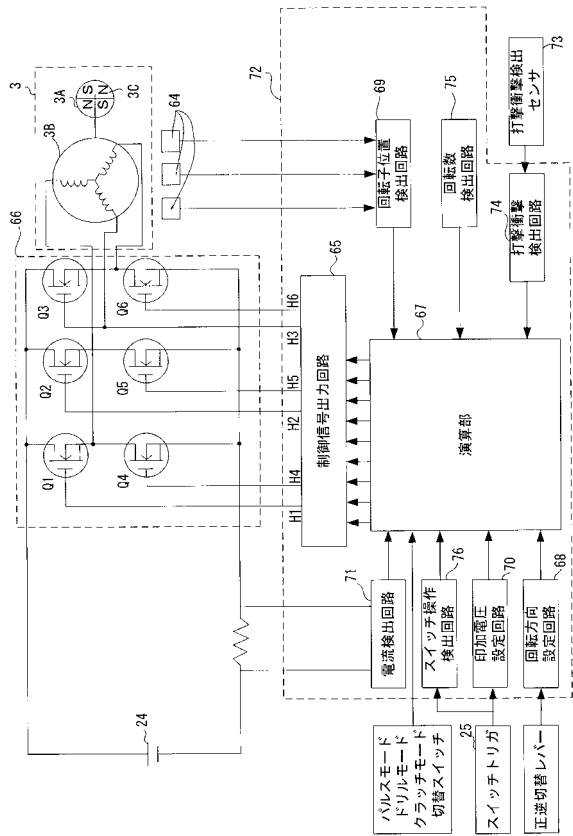
1・・・電子パルスドライバ 2・・・ハウジング 2A・・・ライト 2B・・・ダイヤル 3
 ・・・・モータ 3A・・・ロータ 3B・・・ステータ 4・・・ハンマ部 5・・・アンビル部
 6・・・スイッチ機構 21・・・胴体部 22・・・ハンドル部 23・・・ハンマケース 2
 3A・・・メタル 23a・・・開口 24・・・電池 25・・・トリガ 31・・・出力軸部
 31A・・・ピニオンギヤ 32・・・ファン 33・・・ピニオンギヤ 41・・・ギヤ機構
 41A・・・アウターギヤ 41B・・・遊星歯車機構 41C・・・遊星歯車機構 42・・・
 ハンマ 42A・・・第1係合突起 42B・・・第2係合突起 51・・・先端工具装着部
 51A・・・チャック 51a・・・穿孔 52・・・アンビル 52A・・・第1被係合突起
 52B・・・第2被係合突起 61・・・基板 62・・・トリガスイッチ 63・・・スイッチ
 ング基板 64・・・回転位置検出素子 65・・・制御信号出力回路 66・・・インバータ
 回路 67・・・演算部 68・・・回転方向設定回路 69・・・回転子位置検出回路 70
 ・・・・印加電圧設定回路 71・・・電流検出回路 72・・・制御部 73・・・打撃衝撃検出
 センサ 74・・・打撃衝撃検出回路 75・・・回転数検出回路 76・・・スイッチ操作検
 出回路 Q1～Q6・・・スイッチング素子 a、b、c、d、e・・・閾値 T・・・目標電
 流値

30

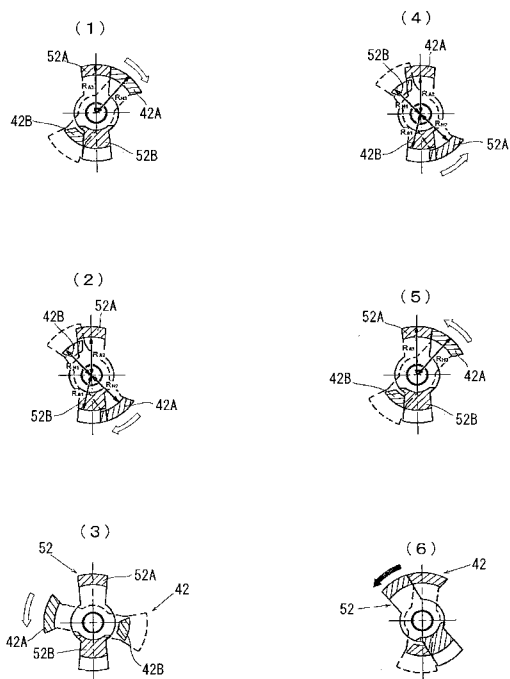
【図 1】



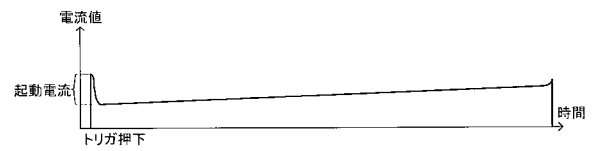
【図 2】



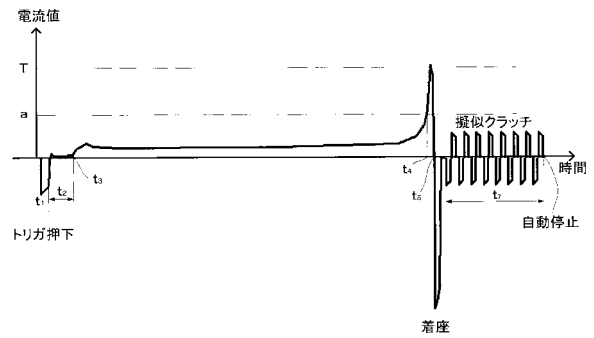
【図 3】



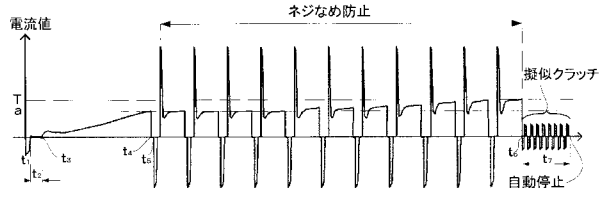
【図 4】



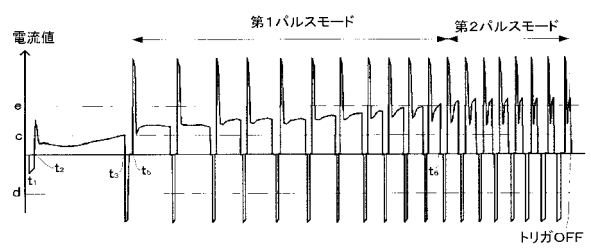
【図 5】



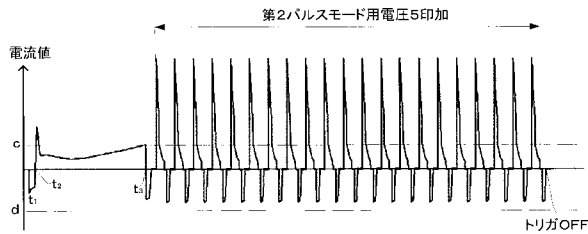
【図 6】



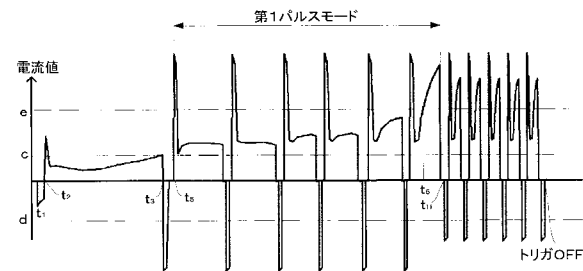
【図 9】



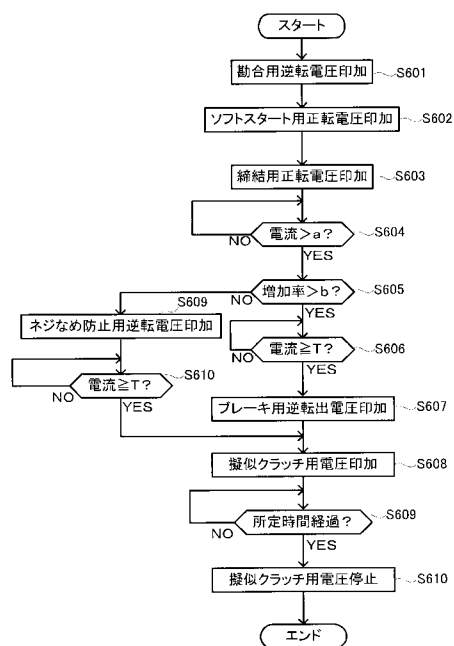
【図 7】



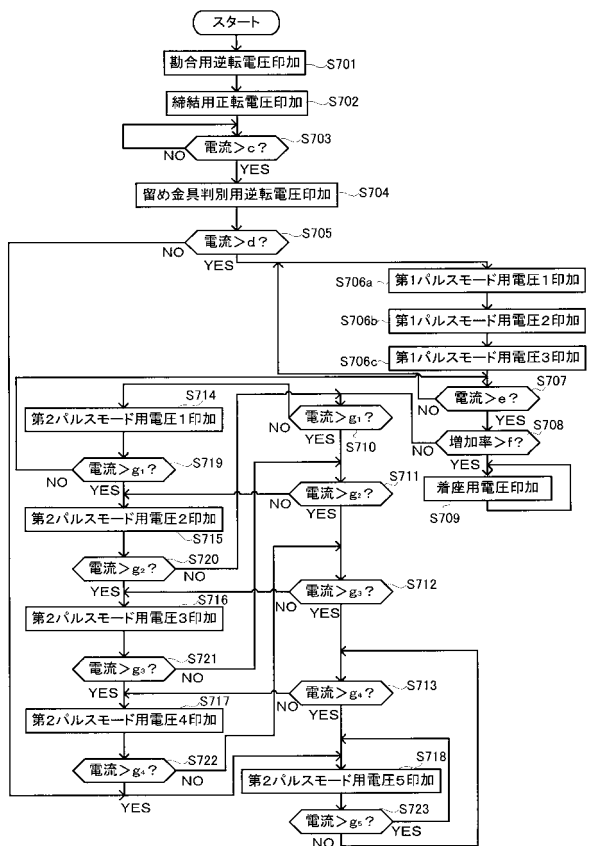
【図 8】



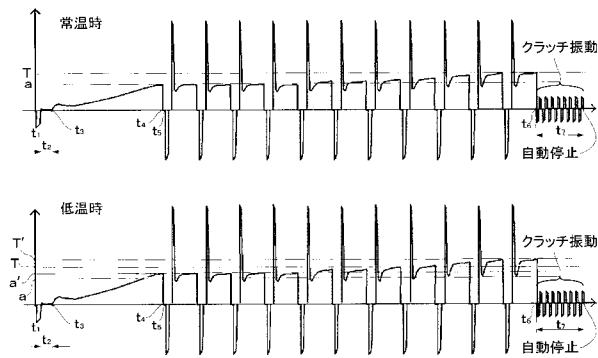
【図 10】



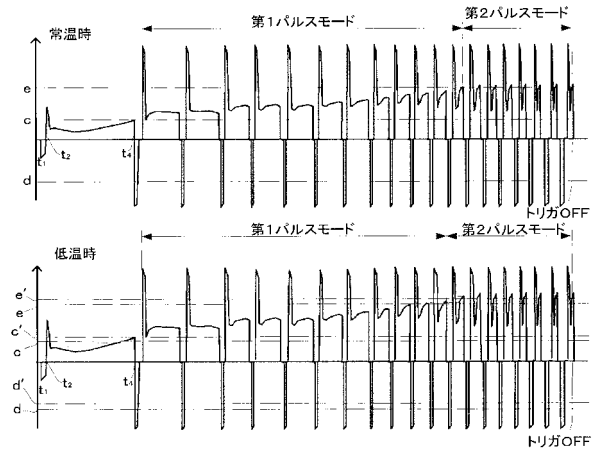
【図 11】



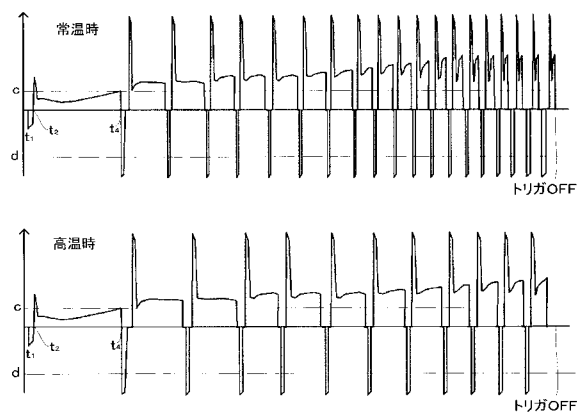
【図 12】



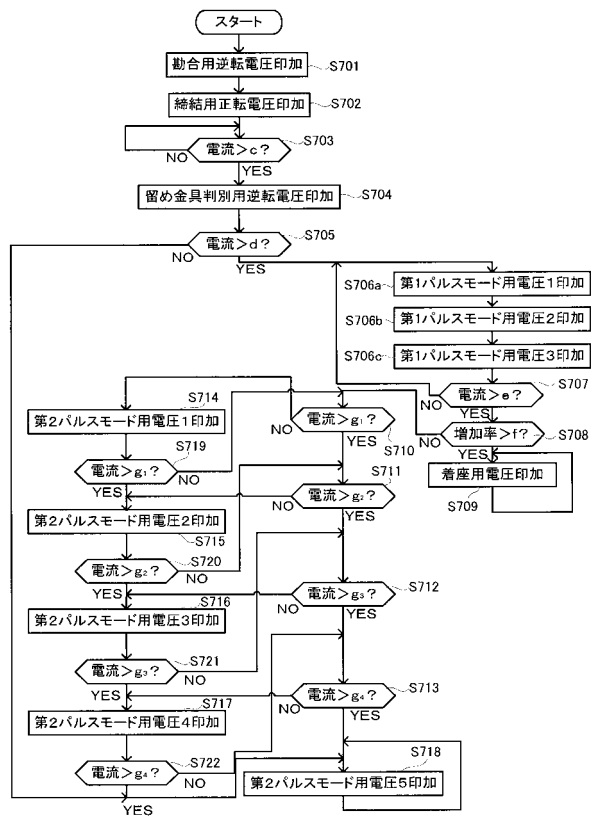
【図 13】



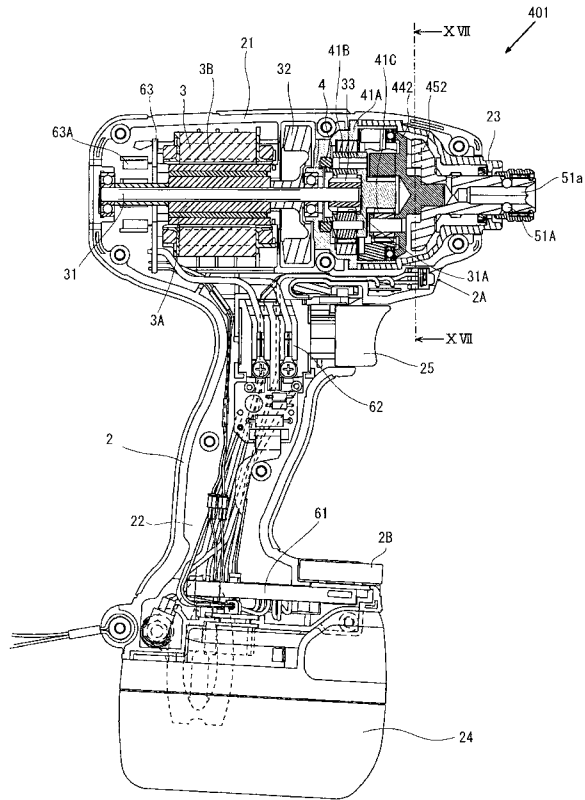
【図 14】



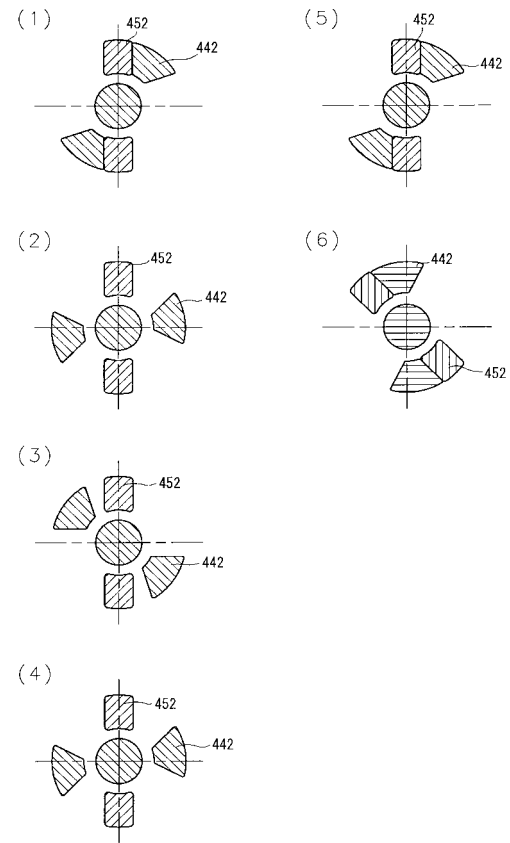
【図 15】



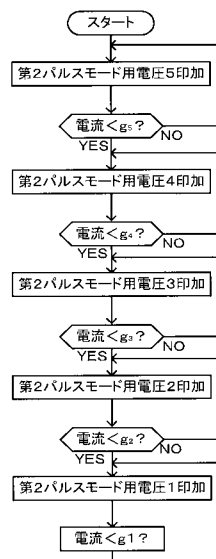
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 高野 信宏
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 岩田 和隆
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 益子 弘識
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 大森 和博
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 中村 瑞穂
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 伊藤 穰
茨城県ひたちなか市武田１０６０番地 日立工機株式会社内

審査官 亀田 貴志

- (56)参考文献 特開２００８－０６８３７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０５６５９０（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B 2 5 B 2 3 / 1 4
B 2 5 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2