

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5561535号
(P5561535)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 B 21/02 (2006.01) B 2 5 B 21/02 H

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-125376 (P2010-125376)	(73) 特許権者	000005094
(22) 出願日	平成22年5月31日 (2010.5.31)		日立工機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-251353 (P2011-251353A)		東京都港区港南二丁目15番1号
(43) 公開日	平成23年12月15日 (2011.12.15)	(74) 代理人	100094983
審査請求日	平成25年2月26日 (2013.2.26)		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	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

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】

駆動力を供給するモータと、
 前記駆動力により正転方向又は逆転方向へ回転されるハンマと、
 前記正転方向又は前記逆転方向へ回転した前記ハンマにより打撃されるアンビルと、
 を備えた電動工具であって、
 前記逆転方向に回転された前記ハンマが前記アンビルと接触する直前の前記ハンマの回転速度は、前記正転方向に回転された前記ハンマが前記アンビルと接触する直前の前記ハンマの回転速度よりも大きいことを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記モータに駆動電力を供給する電力供給部を更に備え、
 前記電力供給部は、供給開始時において、前記ハンマを前記正転方向へ回転させる場合よりも前記逆転方向へ回転させる場合の方が前記モータに大きな駆動電力を供給することを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項3】

前記モータに駆動電力を供給する電力供給部を更に備え、
 前記電力供給部は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでよりも前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでの方が前記モータに大きな駆動電力を供給することを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項4】

前記電力供給部は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでよりも前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでの方が前記モータにPWMデューティの総和の大きな駆動電力を供給することを特徴とする請求項3に記載の電動工具。

【請求項5】

前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでに回転する角度は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでに回転する角度よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項6】

前記ハンマを前記正転方向へ回転させる際には前記アンビルを回転させない力で前記ハンマを前記アンビルに接触させるプレスタートを行い、前記ハンマを前記逆転方向へ回転させる際には前記プレスタートを行わないことを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電動工具に関し、特に回転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】

従来の電動工具において、一定方向に回転するハンマによって一定方向にアンビルが打撃される構造が知られている（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】特開2008-307664号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一方、本発明の出願人は、ハンマを正転及び逆転させることによりアンビルを打撃させるように構成した電子パルスドライバを新規に開発した。当該電子パルスドライバでは、ハンマとアンビルとの衝突によって過大なトルクで留め金具を締結してしまうことを防止するためにモータを低速で回転させてハンマとアンビルとを接触させるプレスタート制御を行っている。

【0005】

しかしながら、当該電子パルスドライバでは、プレスタート制御を所定時間行っていたため、プレスタートが必要でない場合、例えば既にハンマとアンビルが接触している場合であってもプレスタート制御を行っていた。これにより、作業者が作業を開始する前の無駄時間が生じていた。

【0006】

また、当該電子パルスドライバにて留め金具を締結した後に、同一のトルク設定にて留め金具を緩めようとしても緩めることができない場合がある。これは、留め金具の動摩擦係数よりも静摩擦係数のほうが大きいことが影響している。これにより、作業者はトルク設定値の変更が必要となり作業性が悪くなっていた。そこで本発明は、作業前の無駄時間を削減し、作業性に優れた電動工具を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の電動工具は、駆動力を供給するモータと、前記駆動力により正転方向又は逆転方向へ回転されるハンマと、前記正転方向又は前記逆転方向へ回転した前記ハンマにより打撃されるアンビルと、を備えた電動工具であって、前記逆転方向に回転された前記ハンマが前記アンビルと接触する直前の前記ハンマの回転速度は、前記正転方向に回転された前記ハンマが前記アンビルと接触する直前の前記ハンマの回転

10

20

30

40

50

速度よりも大きい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れば、電動工具のトルクの設定値がボルト締結時とボルト緩め時において同一であったとしても、ボルトを緩めることが可能となるため、電動工具にて留め金具を締結した後に、作業者がトルク設定値を変更しないでボルトを緩めることができる。

【 0 0 0 9 】

また、前記モータに駆動電力を供給する電力供給部を更に備え、前記電力供給部は、供給開始時において、前記ハンマを前記正転方向へ回転させる場合よりも前記逆転方向へ回転させる場合の方が前記モータに大きな駆動電力を供給することが好ましい。また、前記モータに駆動電力を供給する電力供給部を更に備え、前記電力供給部は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでよりも前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでの方が前記モータに大きな駆動電力を供給することが好ましい。また、前記電力供給部は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでよりも前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでの方が前記モータに PWM デューティの総和の大きな駆動電力を供給することが好ましい。また、前記逆転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでに回転する角度は、前記正転方向へ回転された前記ハンマが前記アンビルと接触するまでに回転する角度よりも大きいことが好ましい。

【 0 0 1 0 】

また、前記ハンマを前記正転方向へ回転させる際には前記アンビルを回転させない力で前記ハンマを前記アンビルに接触させるプレスタートを行い、前記ハンマを前記逆転方向へ回転させる際には前記プレスタートを行わないことが好ましい。

【 0 0 1 1 】

このような構成によると、ボルト緩め時はプレスタート制御を行わずにソフトスタートに移行するため、ボルトを緩める動作に移行するまでにかかる余分な時間を削減することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明の電動工具によれば、作業前の無駄時間を削減し、作業性に優れた電動工具を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施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 の実施形態に係る電子パルスドライバのギヤ機構周辺を表す組立図

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのファンを表す斜視図

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバの制御ブロック図

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのドリルモードでの制御について説明する図

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施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制御について説明する図

【 図 7 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのクラッチモードでのハンマとアンビルとの位置関係による制御の違いを説明する図

【 図 8 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのハンマの正転時及び逆転時の制御の違いを説明する図

【 図 9 】 本発明の第 1 の実施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制御について説明する図

【 図 1 0 】 本発明の第 2 の実施形態に係る電子パルスドライバのパルスモードでドリルネジを締結する際の制御について説明する図

【 図 1 1 】 本発明の第 2 の実施形態に係る電子パルスドライバのパルスモードでドリルネ

10

20

30

40

50

ジを締結する際のドリルネジと鉄板との位置関係を表す図

【図 1 2】本発明の変形例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留め金具の状態を表す図

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の第 1 の実施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 の構成について、図 1 から図 4 に基づき説明する。

【0020】

図 1 に示すように、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、インバータ回路 6 と、制御部 7 と、回転位置検出素子（ホール素子）8（図 4）から主に構成されている。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。

10

【0021】

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、アンビル部 5 側を前側、モータ 3 側を後側、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 側を上側、ハンドル部 2 2 側を下側、胴体部 2 1 からハンドル部 2 2 が延びる方向を上下方向と定義する。また、前後方向及び上下方向と直交する方向を左右方向と定義する。

20

【0022】

胴体部 2 1 内の前側位置には、ハンマ部 4 及びアンビル部 5 が内蔵される金属製のハンマケース 2 3 が配置されている。ハンマケース 2 3 は、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ており、前端部分には開口 2 3 a が形成され、開口 2 3 a を画成する内壁にはメタル 2 3 A が設けられている。

【0023】

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、後述の先端工具装着部 5 1 に装着されたビットを照射するためのライト 2 A が配置されている。また、ライト 2 A の下方位置には、後述するモード切り替え及び締付トルク設定のためのダイヤル 2 B が回転操作可能に配置されている。ライト 2 A 及びダイヤル 2 B は、左右方向における胴体部 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。更に、胴体部 2 1 の上部かつ後側には、後述するドリルモード、クラッチモード、パルスモードのうち、いずれのモードが選択されているかを表示する表示部 2 6 が配置されている。

30

【0024】

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、その下端位置にモータ 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 の上部かつ前側位置には、トリガ 2 5 が設けられている。

40

【0025】

図 1 に示すように、モータ 3 は、出力軸部 3 1 を有するロータ 3 A と、ロータ 3 A と対向配置されたステータ 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、その突出した箇所にて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 の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 が設けられており、更に、当該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。

【0026】

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、ハンマケース

50

23内のモータ3の前側に内蔵されている。ギヤ機構41は、2段遊星歯車機構であり、図2に示すように、アウターギヤ41A及び41Bと、それぞれ3つの遊星歯車41C及び41Dと、キャリア41E及び41Fと、を備えている。アウターギヤ41A及び41Bは、ハンマケース23内に固定されている。

【0027】

1段目の遊星歯車機構について説明する。3つの遊星歯車41Cは、太陽ギヤとしてのピニオンギヤ31Aの周囲にピニオンギヤ31Aと噛合するように配置され、かつ、アウターギヤ41A内にアウターギヤ41Aと噛合するように配置されている。また、3つの遊星歯車41Cは、太陽ギヤを有するキャリア41Eに固定されている。このような構成により、ピニオンギヤ31Aの回転に伴い、3つの遊星歯車41Bは、ピニオンギヤ31Aの周りを公転し、その公転により減速された回転がキャリア41Eの太陽ギヤに伝達される。同様にして、2段目の遊星歯車機構でもモータ3の回転は減速され、ハンマ42に伝達される。

10

【0028】

ハンマ42は、ギヤ機構41の前側に配置されており、回転軸に対して対極に配置され、前側に向けて突出した第1係合突起42A及び第2係合突起42Bを有している(図3)。

【0029】

アンビル部5は、ハンマ部4の前方に配置されており、先端工具装着部51と、アンビル52とから主に構成されている。先端工具装着部51は、円筒状に構成され、ハンマケース23の開口23a内にメタル23Aを介して回転可能に支持されている。先端工具装着部51には、図示せぬビットが挿入される穿孔51aが前後方向へ穿設されており、前端部分には、図示せぬビットを保持するチャック51Aが設けられている。

20

【0030】

アンビル52は、先端工具装着部51の後方であってハンマケース23内に先端工具装着部51と一体に構成されており、先端工具装着部51の回転中心に対して対極に配置され後側に向けて突出した第1被係合突起52A及び第2被係合突起52Bを有している。ハンマ42が回転すると、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とが衝突し、これにより、ハンマ42の回転力がアンビル52に伝達される。

30

【0031】

ここで、回転体の有するエネルギーKは、 $K = I^2 / 2$ の式で表される。このため、モータ3とハンマ42をギヤ機構41で減速させる場合には、モータ3の回転数をハンマ42の回転数よりも大きくすることができる。このため、回転エネルギーKを大きくするためには、モータ3の回転モーメント I_m をハンマ42の回転モーメント I_h に比べて大きくすることで、コンパクトな電動工具とすることができる。そこで、本実施の形態では、図3に示すように、ファン32の後側外周面の周縁に略環形状の錘32Aを設けてロータ3Aの重量及び直径を増加させ、モータ3側の慣性モーメント I_m をハンマ42の慣性モーメント I_h よりも大きくしている。なお、本実施の形態では、ロータ3Aの直径Dは22mmに、ハンマ42の直径dは45mmに設定されている。更に、ハンマ42の前後方向の長さI(26.6mm)よりもロータ3Aの前後方向の長さL(37.1mm)を長く設定することによっても、モータ3側の慣性モーメント I_m をハンマ42の慣性モーメント I_h よりも大きくしている。具体的には、モータ3側の慣性モーメント I_m を $5.8 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ に、モータ3の回転数を0~17000rpmに、ハンマ42の慣性モーメント I_h を $1.1 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 、ハンマ42の回転数を0~1100rpmに設定している。

40

【0032】

また、後述するドリルモードでの作業時に最低必要となる慣性モーメントの比率は、 $I_m : I_h = 118 : 1$ であり、パルスモードでの作業時に最低必要となる慣性モーメントの比率は、 $I_m : I_h = 10 : 1$ である。従って、これらの比率を満たす範囲でハンマ4

50

2のサイズを小型化することで、電子パルスドライバ1全体を小型化することができる。

【0033】

図4参照に示すように、インバータ回路6は、3相ブリッジ形式に接続されたFET等の6個のスイッチング素子Q1～Q6から構成されている。

【0034】

制御部7は、ハンドル部22内の電池24近傍位置に配置された基板に搭載されており、電池24に接続されると共にライト2A、ダイヤル2B、トリガ25、スイッチング基板63、及び、表示部26に接続されている。また、制御部7は、電流検出回路71と、スイッチ操作検出回路72と、印加電圧設定回路73と、回転方向設定回路74と、回転子位置検出回路75と、回転数検出回路76と、打撃衝撃検出回路77と、演算部78と、制御信号出力回路79と、を備えている。

10

【0035】

回転位置検出素子8は、ロータ3Aの永久磁石3Cに対向する位置に設けられており、ロータ3A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。

【0036】

次に、モータ3の駆動制御系の構成を図4に基づき説明する。本実施の形態では、モータ3は、3相のブラシレスDCモータであり、ロータ3Aは複数組(本実施の形態では2組)のN極とS極を含む永久磁石を有し、ステータ3Bはスター結線された3相の固定子巻線U、V、Wである。

【0037】

インバータ回路6の各スイッチング素子Q1～Q6のゲートは、制御部7の制御信号出力回路79に接続され、各スイッチング素子Q1～Q6のドレイン又はソースは、ステータ3Bの固定子巻線U、V、Wに接続されている。6個のスイッチング素子Q1～Q6は、制御信号出力回路79から入力されるスイッチング素子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。詳細には、制御信号出力回路79から正電源側スイッチング素子Q1、Q2、Q3に入力される出力切替信号H1、H2、H3により、通電される固定子巻線U、V、W、すなわち、ロータ3Aの回転方向が制御される。また、制御信号出力回路79から負電源側スイッチング素子Q4、Q5、Q6に入力されるパルス幅変調信号(PWM信号)H4、H5、H6により、固定子巻線U、V、Wへの電力供給量、すなわち、ロータ3Aの回転速度が制御される。

20

30

【0038】

電流検出回路71は、モータ3に供給される電流値を検出し、演算部78に出力する。スイッチ操作検出回路72は、トリガ25の操作の有無を検出して演算部78に出力する。印加電圧設定回路73は、トリガ25の操作量に応じた信号を演算部78に出力する。

【0039】

また、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ており、回転方向設定回路74は、正逆切替レバーの切り替えを検出すると、モータ3の回転方向を切り替えるための信号を演算部78に送信する。

40

【0040】

回転子位置検出回路75は、回転位置検出素子8からの信号に基づきロータ3Aの回転位置を検出し、演算部78に出力する。回転数検出回路76は、回転位置検出素子8からの信号に基づきロータ3Aの回転数を検出し、演算部78へ出力する。

【0041】

また、電子パルスドライバ1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が設けられており、打撃衝撃検出回路77は、打撃衝撃検出センサからの信号を演算部78に出力する。

【0042】

演算部78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

50

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、タイマとを備えている。演算部78は、回転方向設定回路74と回転子位置検出回路75からの信号に基づき、出力切替信号H1、H2、H3を、印加電圧設定回路73からの信号に基づきパルス幅変調信号（PWM信号）H4、H5、H6を生成し、制御信号出力回路79に出力する。

なお、PWM信号を正電源側スイッチング素子Q1～Q3に出力し、出力切替信号を負電源側スイッチング素子Q4～Q6に出力してもよい。

【0043】

次に、図5～図9を用いて、第1の実施形態による電子パルスドライバ1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おり、ダイヤル2Bを操作することによりモード切り替えが可能である。

10

【0044】

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5に示すように、締結が進むにつれて増加する。

【0045】

クラッチモードとは、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。

20

【0046】

パルスモードとは、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ことができると同時に、被加工部材からの反発力を低減することができる。

【0047】

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。起動電流は、例えば約20ms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。

30

【0048】

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であって留め金具締結時（ハンマ42正転時）の制御について、図6～図8を用いて説明する。

【0049】

図6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7は、クラッチモードでのハンマ42とアンビル52との位置関係による制御の違いを説明する図であり、図8は、ハンマ42正転時及び逆転時の制御の違いを説明する図である。なお、図7ではハンマ42とアンビル52との相対回転角を180度であるタイプのもを例示して説明する。

40

【0050】

クラッチモードは、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るところ、ハンマ42とアンビル52とが互いに離れている状態でトリガ25が引かれるとアンビル52に打撃が加えられてしまい、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。

50

【 0 0 5 1 】

従って、ボルト締結時のクラッチモードでは、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 に接触させるためにプレスタート制御を行う。具体的には、プレスタート用正転電圧（例えば、1.5V）をモータ 3 に印加する。本実施の形態のプレスタートとは、締結前にハンマ 4 2 をアンビル 5 2 に予め接触させておくための制御であり、具体的には、ハンマ 4 2 がアンビル 5 2 と接触した場合にアンビル 5 2 を回転させない範囲の電圧をモータ 3 に印加してハンマ 4 2 をアンビル 5 2 に接触させる。

【 0 0 5 2 】

ここで、従来のプレスタートは、ハンマ 4 2 がアンビル 5 2 との距離に関わらず、一定期間プレスタートを行っていたため、実際の締結動作に移行するまでに余分な時間がかかっていた。そこで、本実施の形態では、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 の距離に応じてプレスタートの期間を変更する。具体的には、モータ 3 の回転数が閾値 n （例えば、200rpm）より小さくなった場合にハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とが接触（負荷を検知）したと判断し、プレスタートを終了し、次の制御、例えば、ソフトスタートへと移行する。これにより、図 7（2）及び（3）に示すようなハンマ 4 2 とアンビル 5 2 との距離の場合には、図 7（1）に示すようハンマ 4 2 とアンビル 5 2 との距離が大きい場合よりも短い時間でプレスタートを終了し、次の制御へと移行することができる。なお、本実施形態では、モータ 3 の負荷の上昇（ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 との接触）を回転数の低下によって検知したが、電流値の上昇によってモータ 3 の負荷の上昇を検知してもよい。

【 0 0 5 3 】

プレスタートが終了すると、ソフトスタートへ移行し、ソフトスタートが終了すると、通常の制御に移行し、モータ 3 に流れる電流が目標値（トルク設定ダイヤルによって設定された目標トルク）まで増加した場合にモータ 3 への電力供給を停止させる。ソフトスタートとは、モータ 3 の起動時に過大な起動電流が発生することを防止するために PWM デューティを目標値まで一定の増加率で徐々に増加させる制御である。なお、本実施形態では、プレスタート後に、ソフトスタートを介して通常の制御へ移行したが、プレスタート後にそのまま通常の制御へ移行してもよい。

【 0 0 5 4 】

次に、クラッチモードにおいてボルトを緩める時（ハンマ 4 2 逆転時）の制御について図 8 を用いて説明する。なお、図 8 におけるハンマ 4 2 及びアンビル 5 2 の形状は、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とが円周方向 1 箇所のみで接触するタイプを例示して説明する。

【 0 0 5 5 】

上述したように、ボルト締結時（ハンマ 4 2 が時計回り方向に回転）には、プレスタートでハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とを接触させた後にソフトスタートに移行する（図 8（1））。一方、本実施の形態では、ボルトを緩める時（ハンマ 4 2 が反時計回り方向に回転）には、プレスタートを行わない（図 8（2））。締結されているボルトは、錆等の原因により、締結する際と同じ力を加えたとしても緩めることができない場合がある。また、ねじ締めの際のねじと被削材の間の動摩擦係数と、ねじを緩める際のねじと被削材の間の静止摩擦係数とでは、動摩擦係数 < 静止摩擦係数となるため、緩めることができない場合がある。しかしながら、本実施の形態では、ソフトスタート制御中にハンマ 4 2 を加速させてアンビル 5 2 と衝突させるため、電子パルスドライバ 1 のトルクの設定値がボルト締付時とボルト緩め時とにおいて同一であったとしても、ボルトを緩めることが可能となる。なお、図 8 では、ソフトスタートから開始しているが、通常の制御から開始することもできる。

【 0 0 5 6 】

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 9 を用いて説明する。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、パルスモードでボルトを締結する際の制御を説明する図である。動作モードがパルスモードに設定されている場合には、トリガ 2 5 が操作されると、制御部 7 は、まず

10

20

30

40

50

、モータ3を回転数A（例えば、17000rpm）で連続回転させ、モータ3のトルクが所定値に到達するとパルスモードに移行し、モータ3を交互に正転及び逆転させる。パルスモードは打撃により締結力を与えるモードであるため、連続回転からパルスモードに移行した際に、ビットがボルト外れやすくなる（カムアウト）。そこで、本実施の形態では、パルスモード時には、回転数Aよりも低い回転数B（例えば、10000rpm）でモータ3を正転させる。これにより、ビットへかかるトルクが低下するので、パルスモードに移行した際のカムアウトを防止することが可能となる。なお、本実施の形態のパルスモードでは、正転と逆転とを交互に行ったが、断続的に正転されていればよく、例えば、正転と停止を交互に行ってもよい。

【0058】

次に、本発明の第2の実施形態について、図10及び図11に基づいて説明する。

【0059】

図10は、パルスモードでドリルネジ53を鉄板Sに締結する際の制御について説明する図であり、図11は、パルスモードでドリルネジ53を鉄板Sに締結する際のドリルネジ53の状態を示す図である。ドリルネジとは、ネジの先端に鉄板に孔を開けるドリルの刃が設けられているネジのことであり、ネジ頭53Aと、座面53Bと、ネジ部53Cと、ネジ先53Dと、ドリル53Eとから構成される（図11）。

【0060】

本実施の形態によるパルスモードでは、回転数を変更するためにPWM制御を行う。まず、トリガ25が操作されると（図10のt1）、制御部7は、モータ3を回転数aで駆動させる。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プレスタートに相当するステップは省略される。また、簡略化のため図10においてソフトスタートの図示を省略する。

【0061】

図11(a)に示すような鉄板Sとドリルネジ53のドリル53Eとが接触した状態では、ドリル53Eで鉄板Sに下穴を開ける必要があるため、図10に示すように、モータ3を回転数a（例えば、17000rpm）で高速回転させる。ドリルネジ53の先端が鉄板に食込み、ネジ先53Dが鉄板Sにさしかかると、ネジ部53Cと鉄板Sとの摩擦が抵抗となって電流値が上昇する（図10、図11の(b)）。電流値が閾値C（例えば、11A）を超えると第1パルスモードに移行し、正転と逆転とを繰り返す（図10のt2）。ここで、本実施の形態では、第1パルスモード時には、回転数aよりも低い回転数b（例えば、6000rpm）でモータ3を正転させる。そして、座面53Bが鉄板Sに着座すると電流値は急激に上昇する。ここで、本実施の形態では、電流の増加率が所定値を超えると第2パルスモードに移行する（図10のt3）。第2パルスモード時には、回転数bよりも低いに回転数c（例えば、3000rpm）でモータ3を正転させる。これにより、ビットがドリルネジ53に与えるトルクが過大になることによるドリルネジ53の破損やドリルネジ53の頭をなめることを防止することができる。

【0062】

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。

【0063】

例えば、第1の実施形態におけるクラッチモードでのボルトを緩める時（逆転時）の制御は、他の方法によっても実現することができる。図12は、変形例のクラッチモードの制御を説明する図である。図12の(1)にモータ3を正転させたときの制御を示し、図12(2)にモータ3を逆転させたときの制御を示す。

【0064】

図12(2)に示すように、変形例の電子パルスドライバ1では、逆転時には正転時よりもPWMデューティの大きな電力をモータ3に供給する。これにより、ハンマ42が、逆転時には正転時よりも強くアンビル52と衝突するため、ボルトを緩めることが容易となる。但し、逆転時のPWMデューティは、過電流が生じない範囲に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

また、PWMデューティを大きくする代わりに、キャパシタを備え、逆転時にはキャパシタに蓄えた電力も供給することにより、大きな電力をモータ3に供給してもよいし、単純にモータ3の回転数を上げてよい。また、逆転時にハンマ42がアンビル52と接触するまでに回転する角度を、正転時にハンマ42がアンビル52と接触するまでに回転する角度よりも大きくなるように制御してもよい。具体的には、例えば、逆転時には、モータ3を微少時間正転させた後に逆転させることで、ハンマ42とアンビル52との角度(加速距離)を大きくすることができ、ハンマ42とアンビル52とを強く衝突させることができる。

【符号の説明】

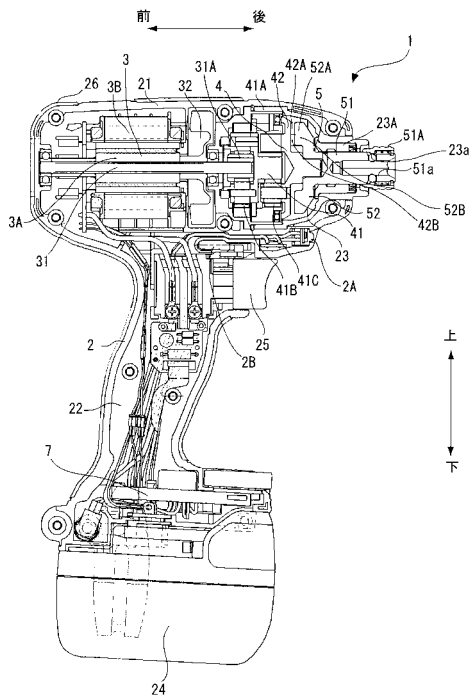
【 0 0 6 6 】

- 1・・・電子パルスドライバ
- 3・・・モータ
- 3A・・・ロータ
- 4・・・ハンマ部
- 5・・・アンビル部
- 42・・・ハンマ
- 52・・・アンビル
- 7・・・制御部

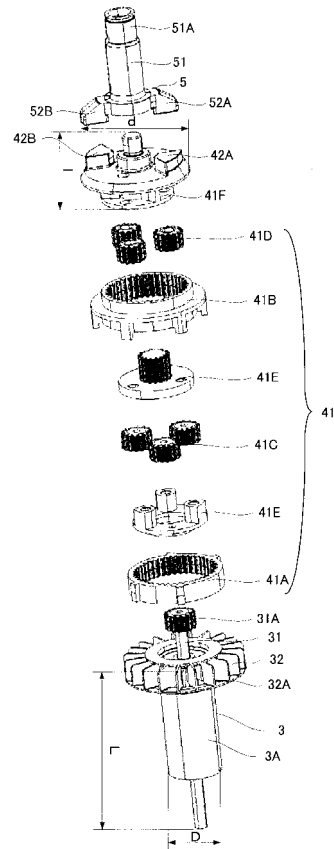
10

20

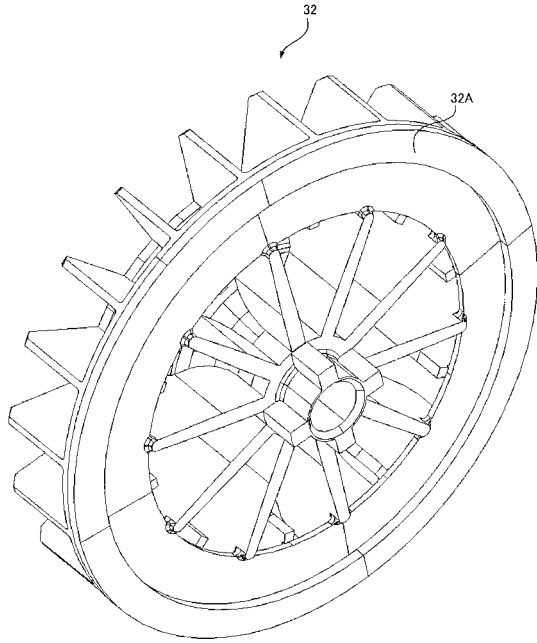
【 図 1 】



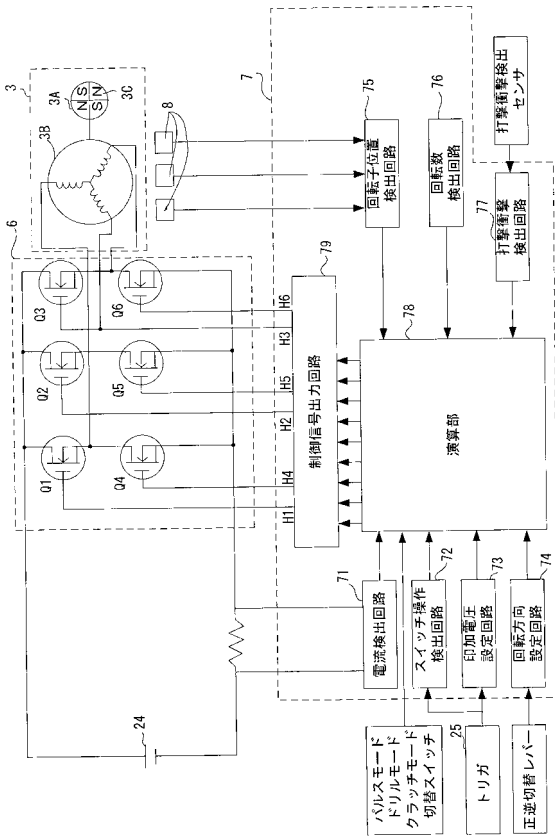
【 図 2 】



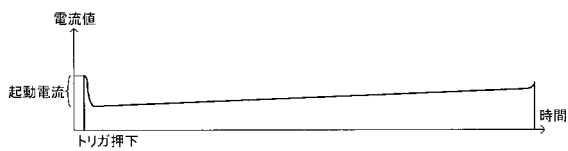
【図3】



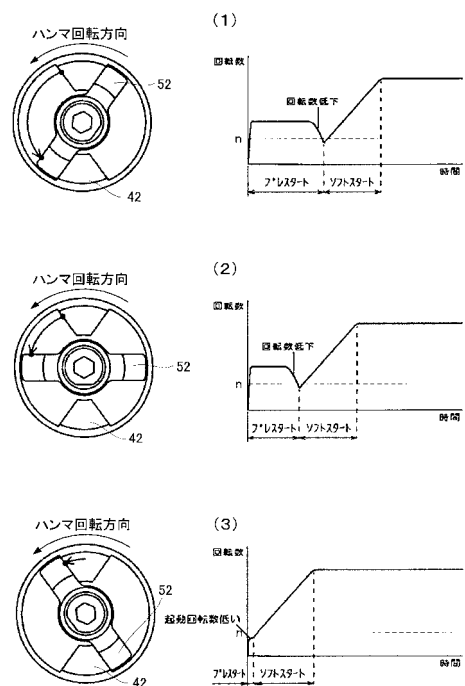
【図4】



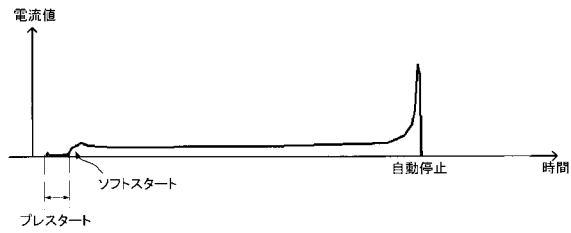
【図5】



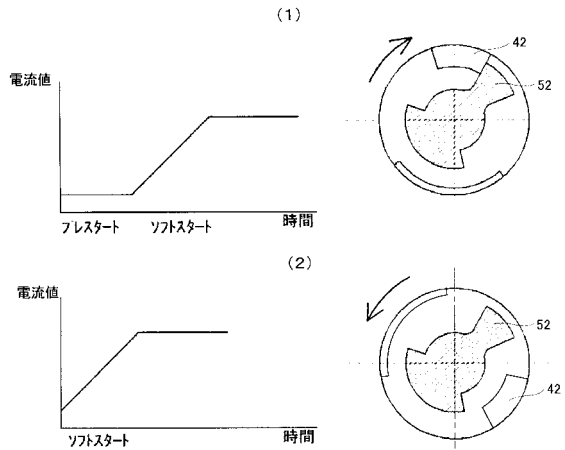
【図7】



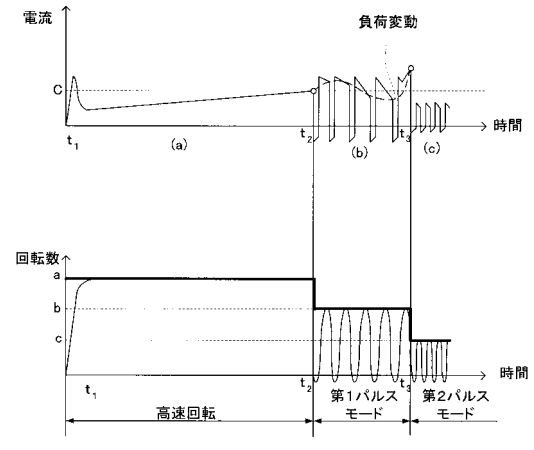
【図6】



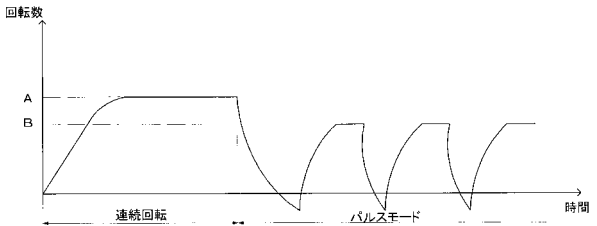
【図8】



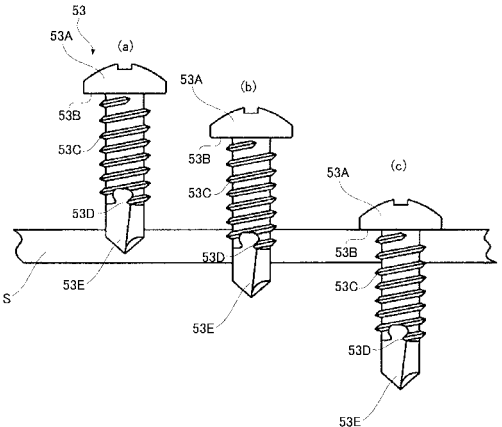
【図10】



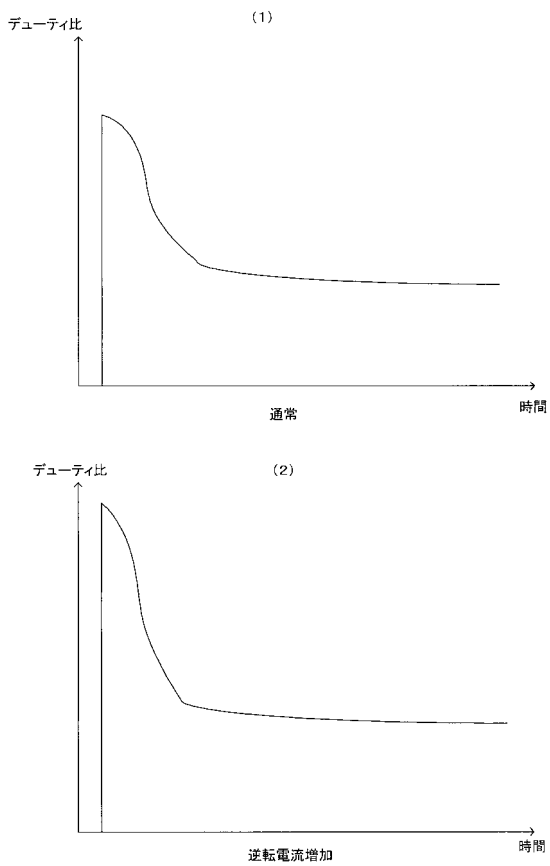
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (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
- (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 石田 智樹

- (56)参考文献 特開2006-000993(JP,A)
特開2009-072878(JP,A)
欧州特許出願公開第0729211(EP,A2)
特開2009-190118(JP,A)
特開2008-307664(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25B 21/00 - 21/02
B25B 23/00 - 23/18