

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-166104  
(P2023-166104A)

(43)公開日 令和5年11月21日(2023.11.21)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
B 2 5 B 21/02 (2006.01)	B 2 5 B 21/02 Z	3 C 0 3 8
B 2 5 B 23/14 (2006.01)	B 2 5 B 21/02 B	
	B 2 5 B 23/14 6 3 0 D	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2022-76894(P2022-76894)	(71)出願人	000005094 工機ホールディングス株式会社 東京都港区港南二丁目15番1号
(22)出願日	令和4年5月9日(2022.5.9)	(74)代理人	100136375 弁理士 村井 弘実
		(74)代理人	100079290 弁理士 村井 隆
		(72)発明者	武久 真之 茨城県ひたちなか市武田1060番地
		Fターム(参考)	3C038 AA01 BC04 BC06 CA01 CB02 EA02

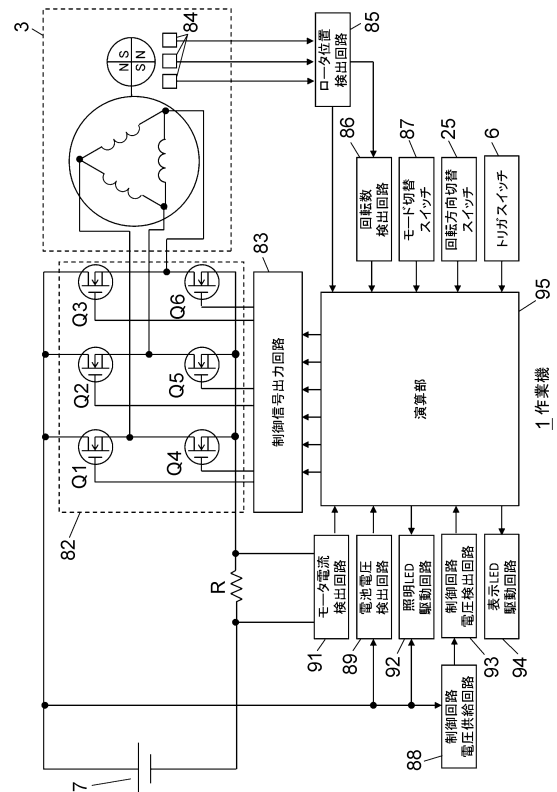
(54)【発明の名称】 作業機

(57)【要約】

【課題】カムアウトの発生を抑制した作業機を提供する。

【解決手段】作業機1においてマイコン95は、モータ3を正転させる正転制御と、モータ3を逆転させる逆転制御と、を交互に繰り返す電子パルス制御を実行可能である。マイコン95は、トリガスイッチ6が操作されている期間のうち、先端工具14にかかる負荷が低い低トルク期間に、電子パルス制御を実行する。マイコン95は、トリガスイッチ6の操作量が所定量以上であることを、電子パルス制御の実行に必要な条件とする。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ネジ締めが可能な作業機であって、  
モータと、  
前記モータの駆動力で駆動され、先端工具を装着可能な先端工具装着部と、  
前記モータの駆動、停止を切替え可能な操作部と、  
前記操作部の操作に応じて前記モータを制御する制御部と、を備え、  
前記制御部は、  
前記モータの正転と逆転を交互に繰り返す電子パルス制御を実行可能であり、  
前記操作部が操作されている期間のうち、前記先端工具にかかる負荷が低い低トルク  
10 期間に、前記電子パルス制御を実行可能である、  
作業機。

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記操作部の操作量が所定量以上であることを、前記電子パルス制御の  
実行に必要な条件とする、  
請求項 1 に記載の作業機。

**【請求項 3】**

ネジ締めが可能な作業機であって、  
モータと、  
前記モータの駆動力で駆動され、先端工具を装着可能な先端工具装着部と、  
前記モータの駆動、停止を切替え可能な操作部と、  
前記操作部の操作に応じて前記モータを制御する制御部と、を備え、  
前記制御部は、  
前記モータの正転と逆転を交互に繰り返す電子パルス制御を実行可能であり、  
前記操作部の操作量が所定量以上であることを、前記電子パルス制御の実行に必要な  
条件とする、  
作業機。  
20

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記操作部の操作量が所定量未満のときは、前記モータを一方向に回転  
させ続ける制御を実行する、  
請求項 2 又は 3 に記載の作業機。  
30

**【請求項 5】**

前記制御部は、前記モータの駆動中に前記操作部の操作量が変更されると、変更後の操  
作量に応じて前記電子パルス制御を実行するか否かを切り替える、  
請求項 4 に記載の作業機。

**【請求項 6】**

前記制御部は、前記モータに外部から負荷がかからない無負荷状態でないことを、前記  
電子パルス制御の継続に必要な条件とする、  
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の作業機。

**【請求項 7】**

前記制御部は、前記電子パルス制御の実行中に前記無負荷状態を検出すると、前記モ  
ータを一方向に回転させ続ける制御に移行する、又は前記モータを停止させる、  
請求項 6 に記載の作業機。  
40

**【請求項 8】**

前記制御部は、前記操作部が操作されている期間のうち、前記先端工具にかかる負荷が  
高い高トルク期間は、前記モータを一方向に回転させ続ける制御を実行する、  
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の作業機。

**【請求項 9】**

前記モータの駆動力を回転打撃力に変換して前記先端工具装着部に伝達する回転打撃機  
構を備え、  
50

前記制御部は、前記回転打撃機構による前記先端工具装着部の打撃が行われていないことを、前記電子パルス制御の継続に必要な条件とする、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の作業機。

【請求項 10】

前記制御部は、前記電子パルス制御の実行中に前記打撃を検出すると、インパクト制御に移行する、

請求項 9 に記載の作業機。

【請求項 11】

前記回転打撃機構は、前記モータにより回転されるハンマと、前記ハンマによって打撃されるアンビルと、を有する、

請求項 9 に記載の作業機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネジ締めが可能な作業機に関する。

【背景技術】

【0002】

ハンマをアンビルに衝突させた打撃力によりボルト等の締結作業を行うインパクト工具として、インパクトドライバ及び電子パルスドライバが知られている。

【0003】

インパクトドライバは、ハンマをアンビルに向けて付勢するバネを備え、トリガスイッチの 1 回の操作においてハンマを一方向のみに回転させる。ハンマは、アンビルの係合突起との衝突後にバネの付勢力に抗してアンビルから離れる方向に移動し、係合突起を乗り越えて回転することで、再び係合突起と衝突可能な状態となる。

【0004】

電子パルスドライバでは、ハンマがアンビルの係合突起との衝突した後にハンマを逆転させることにより、ハンマが再び係合突起と衝突可能な状態となる。

【0005】

下記特許文献 1 は、従来のインパクトドライバと同様の構造でありながら電子パルスモードの動作を実現したインパクト工具を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2013-827 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

インパクト工具において、例えばネジ締め作業の前半でモータにかかるトルクが低いときは、ハンマとアンビルが共に回転し、打撃は発生しない。本発明者の知見によれば、打撃が発生しない期間では、先端工具とネジの嵌合が外れて先端工具が空転するカムアウトが発生しやすい。カムアウトは、ハンマやアンビル等の回転打撃機構を有さないドリルドライバ等の作業機でも発生する。

【0008】

本発明者は、モータの正転と逆転を交互に繰り返す電子パルス制御が、カムアウトの抑制に有効であることを見いだした。一方、本発明者は、作業者が意図しないタイミングで電子パルス制御が行われると、作業性が悪くなる場合があるとの知見を得た。また、本発明者は、電子パルス制御において正転から逆転に切り替える際に大きな逆転電流が発生し、電池の劣化や回路の耐圧超過、回路の発熱等の問題を引き起こす場合があるとの知見を得た。

【0009】

10

20

30

40

50

本発明の目的は、以下の課題 1 から 3 の少なくともいずれかを解決することである。

- ・課題 1 ... カムアウトの発生を抑制した作業機を提供すること。
- ・課題 2 ... 作業者が意図しないタイミングで電子パルス制御が行われることを抑制した作業機を提供すること。
- ・課題 3 ... 電子パルス制御における逆転電流を抑制した作業機を提供すること。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のある態様は、ネジ締めが可能な作業機であって、  
 モータと、  
 前記モータの駆動力で駆動され、先端工具を装着可能な先端工具装着部と、  
 前記モータの駆動、停止を切替え可能な操作部と、  
 前記操作部の操作に応じて前記モータを制御する制御部と、を備える。  
 前記制御部は、  
 前記モータの正転と逆転を交互に繰り返す電子パルス制御を実行可能であり、  
 前記操作部が操作されている期間のうち、前記先端工具にかかる負荷が低い低トルク  
 期間に、前記電子パルス制御を実行可能である。

【0011】

本発明の別の態様は、ネジ締めが可能な作業機であって、  
 モータと、  
 前記モータの駆動力で駆動され、先端工具を装着可能な先端工具装着部と、  
 前記モータの駆動、停止を切替え可能な操作部と、  
 前記操作部の操作に応じて前記モータを制御する制御部と、を備える。  
 前記制御部は、  
 前記モータの正転と逆転を交互に繰り返す電子パルス制御を実行可能であり、  
 前記操作部の操作量が所定量以上であることを、前記電子パルス制御の実行に必要な  
 条件とする。

【0012】

本発明は「電動作業機」や「電動工具」、「電気機器」等と表現されてもよく、そのよ  
 うに表現されたものも本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、上記課題 1 から 3 の少なくともいずれかを解決できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明の実施の形態に係る作業機 1 の側断面図。  
 【図 2】作業機 1 の回路ブロック図。  
 【図 3】作業機 1 の制御フローチャート。  
 【図 4】作業機 1 の動作のタイムチャートであり、途中でトリガスイッチ 6 の操作量を変  
 更した場合のタイムチャート。  
 【図 5】作業機 1 の動作のタイムチャートであり、途中でハンマ 8 によるアンビル 10 の  
 打撃が始まった場合のタイムチャート。  
 【図 6】図 3 の電子パルス制御 (S9) の第 1 例を示すフローチャート。  
 【図 7】(A) は、先端工具 14 にかかる負荷が小さい場合の作業機 1 の動作のタイムチャ  
 ート。(B) は、先端工具 14 にかかる負荷が大きい場合の作業機 1 の動作のタイムチャ  
 ート。

【図 8】図 3 の電子パルス制御 (S9) の第 2 例を示すフローチャート。

【図 9】図 3 の電子パルス制御 (S9) の第 3 例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下において、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材等には同一の符号を

付し、適宜重複した説明は省略する。実施の形態は、発明を限定するものではなく例示である。実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0016】

図1は、本発明の実施の形態に係る作業機1の側断面図である。図1により、作業機1における互いに直交する前後、上下方向を定義する。前後方向は、作業機1のモータ軸3aと平行な方向である。作業機1は、ネジ締めが可能な作業機であって、具体的にはインパクトドライバである。

【0017】

作業機1は、ハウジング2を有する。ハウジング2は、モータ収容部2a、ハンドル部2b、及びバッテリー装着部2cを有する。 10

【0018】

モータ収容部2aは、中心軸が前後方向と略平行な筒状部である。ハウジング2は、モータ収容部2aの前部に接続される例えば金属製のハンマケース11を備える。ハンマケース11の前部表面は、エラストマ等の保護部材であるフロントキャップ12に被覆される。

【0019】

ハンドル部2bは、上端がモータ収容部2aの前後方向の中間部に接続されて前記中間部から下方に延びる。作業機1は、ハンドル部2bの上端部に、トリガスイッチ6及び回転方向切替スイッチ13を有する。トリガスイッチ6は、作業者がモータ3の駆動、停止（モータ3の駆動状態）を切替え可能な操作部である。トリガスイッチ6は、無段変速スイッチである。回転方向切替スイッチ13は、作業者がモータ3の正転と逆転、すなわち後述のアンビル10の正転と逆転を切替え可能な回転方向切替部である。 20

【0020】

バッテリー装着部2cは、ハンドル部2bの下端に設けられ、電池パック7を着脱可能に装着できる。作業機1は、電池パック7の電力で動作する。作業機1は、バッテリー装着部2cの前部上面に操作パネル20（スイッチパネル）を有する。作業機1は、バッテリー装着部2cの内部に制御基板30を有する。

【0021】

作業機1は、モータ収容部2a及びハンマケース11内に、モータ3、減速機構4、スピンドル5、ハンマ8、スプリング9、及び先端工具装着部としてのアンビル10を有する。減速機構4、スピンドル5、ハンマ8、及びスプリング9は、モータ3の駆動力（回転力）を回転打撃力に変換してアンビル10に作用させる回転打撃機構を構成する。 30

【0022】

モータ3は、インナーロータ型のブラシレスモータである。減速機構4は、モータ3の回転を減速してスピンドル5に伝達する。スピンドル5はハンマ8を回転駆動する。ハンマ8は、スピンドル5に対して前後方向に移動可能である。スプリング9は、ハンマ8を前方に付勢する。ハンマ8は、アンビル10を回転ないし回転打撃する。すなわち、アンビル10は、モータ3の駆動力で駆動される。アンビル10は、ハンマケース11に回転可能に支持され、ハンマ8の前方に位置する。アンビル10は、ビット等の先端工具14を装着可能な先端工具装着穴10aを有する。 40

【0023】

作業機1は、ハンマケース11の前部の周囲に、作業箇所周辺を照らす照明LED16を有する。作業機1は、センサ基板15を有する。センサ基板15は、モータ3の回転を検出する図2に示す磁気センサ84を搭載する。センサ基板15は、モータ3の本体部（モータ3のうちモータ軸3aを除く部分）の前方においてモータ軸3aと略垂直な姿勢で支持される。

【0024】

図2は、作業機1の回路ブロック図である。作業機1は、インバータ回路82、制御信号出力回路83、磁気センサ84、ロータ位置検出回路85、回転数検出回路86、モータ 50

ド切替スイッチ 87、制御回路電圧供給回路 88、電池電圧検出回路 89、モータ電流検出回路 91、照明 LED 駆動回路 92、制御回路電圧検出回路 93、表示 LED 駆動回路 94、及びマイコン 95 を含む。

【0025】

インバータ回路 82 は、三相ブリッジ接続された半導体スイッチング素子 Q1 ~ Q6 を含む。インバータ回路 82 は、電池パック 7 が出力する直流電力をモータ 3 の駆動用の交流電力に変換し、モータ 3 に供給する。制御信号出力回路 83 は、マイコン 95 の制御に従い、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 の各ゲートに駆動信号、例えば PWM (Pulse Width Modulation) 信号を印加する。

【0026】

磁気センサ 84 は、モータ 3 のロータの発生する磁界を検出し、ロータ位置検出回路 85 に送信する。ロータ位置検出回路 85 は、磁気センサ 84 からの信号によりモータ 3 のロータ位置を検出し、マイコン 95 に送信する。回転数検出回路 86 は、ロータ位置検出回路 85 からの信号によりモータ 3 の回転数 (以下「モータ回転数」) を検出し、マイコン 95 に送信する。

【0027】

モード切替スイッチ 87 は、図 1 の操作パネル 20 に設けられる。モード切替スイッチ 87 は、作業者の選択した駆動モードをマイコン 95 に送信する。駆動モードは、後述の電子パルス制御を実行するパルスモード (第 1 モード) と、電子パルス制御を実行しない非パルスモード (第 2 モード) と、を含む。

【0028】

制御回路電圧供給回路 88 は、電池パック 7 の出力電圧を降圧してマイコン 95 等の電源電圧に変換し、マイコン 95 等に供給する。電池電圧検出回路 89 は、電池パック 7 の出力電圧を検出し、マイコン 95 に送信する。モータ電流検出回路 91 は、モータ 3 に流れる電流 (以下「モータ電流」) の経路に設けられた抵抗 R の電圧によりモータ電流を検出し、マイコン 95 に送信する。

【0029】

照明 LED 駆動回路 92 は、マイコン 95 の制御に従い、図 1 の照明 LED 16 に駆動電流を供給する。制御回路電圧検出回路 93 は、制御回路電圧供給回路 88 の出力電圧を検出し、マイコン 95 に送信する。表示 LED 駆動回路 94 は、操作パネル 20 に設けられた表示用 LED に駆動電流を供給する。

【0030】

マイコン 95 は、モータ 3 の駆動を制御する制御部である。マイコン 95 は、モード切替スイッチ 87 で選択された駆動モード、回転方向切替スイッチ 13 により設定された回転方向 (以下「設定回転方向」)、及びトリガスイッチ 6 の操作に応じて、制御信号出力回路 83 を介してインバータ回路 82 を制御、例えば PWM 制御し、モータ 3 の駆動を制御する。マイコン 95 は、PWM 制御のデューティ (以下「デューティ」) により、モータ 3 に印加する印加電圧 (以下「モータ印加電圧」) の実効値を制御できる。

【0031】

マイコン 95 は、モータ電流により、モータ 3 にかかる負荷を検出できる。マイコン 95 は、ロータ位置検出回路 85 からの信号により、すなわち磁気センサ 84 からの信号に応じて、モータ 3 の正転、逆転を区別して検出可能である。

【0032】

マイコン 95 は、電子パルス制御を実行可能である。電子パルス制御は、モータ 3 を正転させる正転制御と、モータ 3 を逆転させる逆転制御と、を交互に繰り返す制御である。マイコン 95 は、パルスモードの場合、トリガスイッチ 6 が操作されている期間のうち、先端工具 14 にかかる負荷が低い低トルク期間に、電子パルス制御を実行する。低トルク期間は、ハンマ 8 によるアンビル 10 の打撃 (以下「打撃」) が行われない期間、すなわちハンマ 8 とアンビル 10 が一体に回転する期間である。

【0033】

10

20

30

40

50

本発明者の知見によれば、低トルク期間では、先端工具 1 4 とネジの嵌合が外れて先端工具 1 4 が空転するカムアウトが発生しやすい。本発明者は、上記のように低トルク期間に電子パルス制御を実行することがカムアウトの抑制に有効であることを見いだした。低トルク期間の電子パルス制御によれば、先端工具 1 4 とネジの嵌合が浅くなってカムアウトしそうな状態になっても、逆転制御により先端工具 1 4 とネジの嵌合を回復させる（深くする）ことができ、カムアウトを抑制できる。

【 0 0 3 4 】

一方、本発明者は、作業者が意図しないタイミングで電子パルス制御が行われると、作業性が悪くなる場合があるとの知見を得た。一般に、ネジ締め初期は、相手材に対してネジがぐらつきやすいため、トリガ操作量を小さくしてネジがぐらつきにくくなるまで締め付けを進める。こうしたネジ締め初期に電子パルス制御が行われると、却って使い勝手が悪くなる。

【 0 0 3 5 】

ネジ締め初期以外でも、トリガ操作量が小さいときは、作業者は慎重に作業を行っており、カムアウトは発生しにくく、電子パルス制御が行われると却って使い勝手が悪くなる。そこでマイコン 9 5 は、トリガスイッチ 6 の操作量（以下「トリガ操作量」）が所定量以上であることを、電子パルス制御の実行に必要な条件とする。

【 0 0 3 6 】

これによれば、作業者はトリガ操作量により電子パルス制御の実行の有無を切り替えることができる。よって、作業者が意図しないタイミングで、すなわちネジ締め初期や慎重に作業を行う場合などトリガ操作量が小さいときに、電子パルス制御が行われることを抑制し、使い勝手の悪化を抑制できる。

【 0 0 3 7 】

マイコン 9 5 は、パルスモードにおいて、トリガ操作量が所定量未満のときは、モータ 3 を一方向に回転させ続ける制御（以下「通常制御」）を実行する。マイコン 9 5 は、非パルスモードの場合、トリガ操作量が所定量以上か否かによらず、通常制御を実行する。

【 0 0 3 8 】

マイコン 9 5 は、トリガスイッチ 6 の 1 回のオン操作（モータ駆動操作）の間、すなわちモータ 3 の駆動中にトリガ操作量が変更されると、変更後の操作量に応じて電子パルス制御を実行するか否かを切り替える。具体的には、マイコン 9 5 は、トリガ操作量が所定量未満から所定量以上に変更されると通常制御から電子パルス制御に移行し、トリガ操作量が所定量以上から所定量未満に変更されると電子パルス制御から通常制御に移行する。

【 0 0 3 9 】

トリガ操作量に関し、通常制御から電子パルス制御に移行するときの所定量を、電子パルス制御から通常制御に移行するときの所定量より大きくしてもよい。これによれば、通常制御と電子パルス制御との間で制御が頻繁に往復することを抑制できる。

【 0 0 4 0 】

マイコン 9 5 は、パルスモードにおいて、モータ 3 に外部から負荷がかからない無負荷状態でないことを、電子パルス制御の継続に必要な条件とする。その理由は次のとおりである。すなわち、無負荷状態ではカムアウトは発生しないため、電子パルス制御を行うメリットはない。一方、無負荷状態で電子パルス制御を行うと、正転制御と逆転制御の繰返しで不要に発熱が大きくなる。マイコン 9 5 は、電子パルス制御の実行中に無負荷状態を検出すると、通常制御に移行する、又はモータ 3 を停止させる。

【 0 0 4 1 】

マイコン 9 5 が、無負荷状態でないことを、電子パルス制御の継続に必要な条件とする一方で電子パルス制御の開始に必要な条件としていないのは、無負荷状態でないことの検出に時間を要して電子パルス制御の開始が遅れることを抑制するためである。マイコン 9 5 は、トリガ操作量が所定量以上であれば、無負荷状態か否かによらず電子パルス制御を開始することで、電子パルス制御を迅速に開始でき、迅速にカムアウト抑制効果が得られる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

マイコン 9 5 は、トリガスイッチ 6 が操作されている期間のうち、先端工具 1 4 にかかる負荷が高い高トルク期間は、通常制御を実行する。高トルク期間は、打撃が行われる期間である。すなわち、マイコン 9 5 は、打撃が行われていないことを、電子パルス制御の継続に必要な条件とする。なお、高トルク期間における通常制御は、インパクト制御の例示である。すなわちインパクトドライバの場合は通常制御とインパクト制御は同じである。

## 【 0 0 4 3 】

本発明者の知見によれば、高トルク期間は、低トルク期間と比較してカムアウトが発生しにくい。一方、高トルク期間に電子パルス制御を行うと、時間あたりの打撃回数が低下し、締付け速度が低下する。上記のように高トルク期間は通常制御とすることで、締付け速度の低下を抑制できる。

10

## 【 0 0 4 4 】

マイコン 9 5 が、打撃が行われていないことを、電子パルス制御の継続に必要な条件とする一方で電子パルス制御の開始に必要な条件としていないのは、打撃が行われていないことの検出に時間を要して電子パルス制御の開始が遅れることを抑制するためである。マイコン 9 5 は、トリガ操作量が所定量以上であれば、打撃が行われているか否かによらず電子パルス制御を開始することで、電子パルス制御を迅速に開始でき、迅速にカムアウト抑制効果が得られる。

## 【 0 0 4 5 】

マイコン 9 5 は、ブレーキ制御によりモータ 3 を減速させることができる。ブレーキ制御は、モータ 3 に外部から電力を供給せずにモータ 3 の回転エネルギーを消費させ、自然減速よりも速くモータ 3 を減速させる制御である。ブレーキ制御は、例えば短絡ブレーキをかける制御である。短絡ブレーキは、例えば、上アーム側のスイッチング素子 Q 1 ~ Q 3 をオフし、下アーム側のスイッチング素子 Q 4 ~ Q 6 の少なくとも 1 つを連続的ないし断続的にオンする制御である。なお、正転しているモータ 3 に対して行う逆転制御は、逆転用の電力を外部から供給するものであり、ブレーキ制御ではない。

20

## 【 0 0 4 6 】

図 3 は、作業機 1 の制御フローチャートである。図 3 において、「電パル制御」は「電子パルス制御」の略称である。図 3 のフローチャートは、作業者がトリガスイッチ 6 をオンにすることで開始される。

30

## 【 0 0 4 7 】

マイコン 9 5 は、トリガスイッチ 6 のターンオンによりモータ 3 の駆動を開始する ( S 1 )。マイコン 9 5 は、まず通常制御を行う ( S 2 )。マイコン 9 5 は、トリガ操作量が停止閾値以下の場合 ( S 3 の「はい」)、モータ 3 を停止させる ( S 2 3 )。停止閾値の操作量は、いわゆる「遊び」であり、当該操作量ではモータ 3 は駆動しない。

## 【 0 0 4 8 】

マイコン 9 5 は、モータ 3 の回転検知から所定時間が経過していない場合 ( S 5 の「いいえ」)、通常制御を継続する ( S 1 9 )。この所定時間は、モータ 3 の起動直後のマスク時間であって電子パルス制御を行わないマスク時間である。マスク時間を設けることで、短時間のトリガスイッチ 6 のオン操作の間に電子パルス制御が入ることが抑制される。マスク時間は、例えば 2 0 0 ミリ秒である。

40

## 【 0 0 4 9 】

マイコン 9 5 は、モータ 3 の回転検知から所定時間が経過している場合 ( S 5 の「はい」) においてトリガ操作量が所定量未満の場合 ( S 7 の「いいえ」)、通常制御を継続し又は通常制御に切り替える ( S 1 9 )。

## 【 0 0 5 0 】

マイコン 9 5 は、通常制御の実行中に打撃を検出しない場合 ( S 2 1 の「いいえ」)、S 3 に戻る。

## 【 0 0 5 1 】

50

マイコン 95 は、通常制御の実行中に打撃を検出した場合 (S 21 の「はい」)、トリガ操作量が停止閾値以下になるまで通常制御を継続する (S 17 の「いいえ」)。

【0052】

マイコン 95 は、トリガ操作量が停止閾値以下になると (S 17 の「はい」)、モータ 3 を停止させる (S 23)。

【0053】

マイコン 95 は、モータ 3 の回転検知から所定時間が経過している場合 (S 5 の「はい」) においてトリガ操作量が所定量以上の場合 (S 7 の「はい」)、電子パルス制御を継続し又は電子パルス制御に切り替える (S 9)。

【0054】

マイコン 95 は、電子パルス制御の実行中に無負荷状態を検出せず (S 11 の「いいえ」) かつ打撃を検出しない場合 (S 13 の「いいえ」)、S 3 に戻る。

【0055】

マイコン 95 は、電子パルス制御の実行中に無負荷状態を検出した場合 (S 11 の「はい」) 又は打撃を検出した場合 (S 13 の「はい」)、通常制御に切り替え (S 15)、トリガ操作量が停止閾値以下になるまで通常制御を継続する (S 17 の「いいえ」)。

【0056】

図 4 は、作業機 1 の動作のタイムチャートであり、途中でトリガスイッチ 6 の操作量を変更した場合のタイムチャートである。図 4 において、逆転制御におけるデューティをマイナスで示している。図 5 においても同様である。

【0057】

時刻  $t_1$  においてトリガ操作量が停止閾値を超えると、マイコン 95 はトリガ操作量に応じてデューティを高めていく。これによりモータ回転数が上昇し、モータ電流も上昇する。時刻  $t_1$  の直後にモータ電流が一時的に急上昇しているのは、起動電流 (始動電流) によるものである。

【0058】

時刻  $t_2$  以前は、トリガ操作量が所定量  $\times 1$  (電子パルス制御開始閾値) 未満であり、マイコン 95 は通常制御を実行する。通常制御では、マイコン 95 は、トリガ操作量に応じたモータ回転数となるようにデューティを制御してモータ 3 を正転させ続ける。

【0059】

時刻  $t_2$  の前後で作業者はトリガ操作量を増やし、時刻  $t_2$  においてトリガ操作量が所定量  $\times 1$  以上になると、マイコン 95 は電子パルス制御を開始する。

【0060】

電子パルス制御では、正転制御と逆転制御が繰り返される。ただし逆転制御はマイコン 95 がモータ 3 の逆転を検出するまでのため、逆転時のモータ回転数は、正転時のモータ回転数に対して大幅に小さい。例えば、モータ 3 が 4 極 6 スロット構成で、3 個の磁気センサ 84 の配置間隔がモータ 3 の周方向に 60 度間隔の場合、モータ 3 が 30 度以上逆転すればマイコン 95 は逆転を検出できる。

【0061】

マイコン 95 は、電子パルス制御において、正転制御と逆転制御の切替後にデューティを緩やかに変化させることで、切替時のピーク電流を抑制している。

【0062】

電子パルス制御において、1 回の逆転制御及びそれに続く 1 回の正転制御が 1 周期である。各周期の正転制御の終了直前のモータ電流は、先端工具 14 にかかる負荷、すなわちモータ 3 にかかる負荷によって大きさが異なる。図 4 の例では、後ろの周期に行くほど締付けが進んで先端工具 14 にかかる負荷が高くなっており、後ろの周期に行くほど正転制御の終了直前のモータ電流が大きくなっている。なお、マイコン 95 は、正転制御の終了直前のモータ電流が無負荷検出閾値よりも小さいことにより、無負荷状態を検出できる。

【0063】

時刻  $t_3$  の前後で作業者はトリガ操作量を減らし、時刻  $t_3$  においてトリガ操作量が所

10

20

30

40

50

定量×2（電子パルス制御停止閾値）未満になると、マイコン95は電子パルス制御を停止して通常制御に移行する。時刻t4において作業者がトリガスイッチ6をオフにすると、マイコン95はデューティを0にしてモータ3を停止させる。

【0064】

図5は、作業機1の動作のタイムチャートであり、途中で打撃が始まった場合のタイムチャートである。以下、図4と異なる点を中心に説明する。

【0065】

時刻t11においてトリガ操作量が停止閾値を超えると、マイコン95はトリガ操作量に応じてデューティを高めていく。時刻t11、t12の間の期間にトリガ操作量が所定量×1以上になるが、この時点ではモータ3の回転からマスク時間が経過していないため、マイコン95は通常制御を実行する。

10

【0066】

時刻t11からマスク時間が経過した時刻t12において、マイコン95は電子パルス制御を開始する。図5の例では、時刻t12～t13における電子パルス制御の実行中に打撃が開始され、打撃によるモータ回転数の変動（揺らぎ）が発生する（図5のA部）。

【0067】

マイコン95は、打撃によるモータ回転数の変動を2回検出した時刻t13において電子パルス制御を停止して通常制御に移行する。

【0068】

時刻t13以降、通常制御において打撃が繰り返され、締付けが進んで先端工具14にかかる負荷が高くなり、モータ電流が上昇する。モータ回転数を維持するために、デューティも高くなっていく。

20

【0069】

時刻t14において作業者がトリガスイッチ6をオフにすると、マイコン95はデューティを0にしてモータ3を停止させる。

【0070】

低トルク期間の電子パルス制御はカムアウト抑制に有効であるが、本発明者は、電子パルス制御において正転から逆転に切り替える際に大きな逆転電流が発生し、電池の劣化や回路の耐圧超過、回路の発熱等の問題を引き起こす場合があるとの知見を得た。以下、こうした問題に好適に対処できる電子パルス制御について説明する。

30

【0071】

図6は、図3の電子パルス制御（S9）の第1例を示すフローチャートである。マイコン95は、各種パラメータの初期設定を行う（S31）。例えば、マイコン95は、電子パルス制御における最大デューティを所定値、ここでは一例として20%に定め、最初の周期におけるブレーキ制御の実行時間を所定時間、ここでは一例として30ミリ秒に設定する。

【0072】

電子パルス制御の1周期は、ブレーキ制御、逆転制御、及び正転制御によって構成される。以下、各周期におけるブレーキ制御の実行時間を「ブレーキ時間」、正転制御の実行時間を「正転時間」、逆転制御の実行時間を「逆転時間」とも表記する。

40

【0073】

マイコン95は、正転制御を終了してブレーキ制御を開始する（S33）。ブレーキ制御は、短絡ブレーキをかける制御であり、上アーム側のスイッチング素子Q1～Q3をオフ、下アーム側のスイッチング素子Q4～Q6をオンにする。マイコン95は、ブレーキ時間が経過するまでブレーキ制御を継続する（S35のNO）。

【0074】

マイコン95は、ブレーキ制御の開始からブレーキ時間が経過すると（S35のYES）、逆転制御を開始する（S37）。マイコン95は、モータ3の逆転が検出されるまで逆転制御を継続する（S39のNO）。

【0075】

50

マイコン 95 は、磁気センサ 84 の出力信号によりモータ 3 の逆転を検出すると (S 39 の YES)、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 を全てオフ (S 41)、逆転時間を記録する (S 43)。マイコン 95 は、例えば 2 ミリ秒の休止時間が経過するまで、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 を全てオフに維持する (S 45 の NO)。

【0076】

マイコン 95 は、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 をオフにしてから休止時間が経過すると (S 45 の YES)、正転制御を開始する (S 47)。マイコン 95 は、ブレーキ制御の開始から電子パルス制御の 1 周期の時間 (以下「パルス周期時間」) が経過するまで正転制御を継続する (S 49 の NO)。パルス周期時間は例えば 80 ミリ秒である。

【0077】

マイコン 95 は、ブレーキ制御の開始からパルス周期時間が経過すると (S 49 の YES)、次の周期におけるブレーキ時間の設定 (S 51 ~ S 63) を行う。

【0078】

マイコン 95 は、直前の周期が電子パルス制御の最初の周期であった場合 (S 51 の YES)、実際は 30 ミリ秒であったブレーキ時間に対して、ブレーキ時間の設定値を 15 ミリ秒にして S 55 に進む (S 53)。ブレーキ時間の設定値を 15 ミリ秒にする理由は、次のとおりである。

【0079】

すなわち、電子パルス制御における最初の周期は、その前に例えば 200 ミリ秒のマスク時間がある関係で、最初以外の周期と比較してモータ回転数が高い状態から始まる。そのため、最初の周期では、モータ回転数が高い状態でも十分に減速できるようにブレーキ時間を長めに設定している。一方、この長めに設定したブレーキ時間を基準にフィードバック制御でブレーキ時間を調整していくと、ブレーキ時間が長すぎる状態が複数周期に渡って継続し、最適なブレーキ時間になるまでの時間が長くなる。

【0080】

上述の S 53 の処理は、最初の周期での実際のブレーキ時間をそのまま基準として使用せずに、適切なブレーキ時間を基準として再設定することで、最適なブレーキ時間になるまでの時間を短縮するものである。

【0081】

マイコン 95 は、直前の周期が電子パルス制御の最初の周期でない場合 (S 51 の NO)、ブレーキ時間の設定値を直前の周期での実際のブレーキ時間から変更せずに S 55 に進む。

【0082】

マイコン 95 は、直前の周期での逆転時間が第 1 閾値としての 3 ミリ秒未満であった場合 (S 55 の YES)、ブレーキ時間の設定値を現在の設定値 (以下「現在値」) よりも 1 ミリ秒短くし (S 57)、S 33 に戻る。

【0083】

マイコン 95 は、直前の周期での逆転時間が第 2 閾値としての 5 ミリ秒を超えていた場合 (S 55 の NO、S 59 の YES)、ブレーキ時間の設定値を現在値よりも 1 ミリ秒長くし (S 61)、S 33 に戻る。

【0084】

マイコン 95 は、直前の周期での逆転時間が 3 ミリ秒以上 5 ミリ秒以下の場合 (S 55 の NO、S 59 の NO)、ブレーキ時間の設定値を現在値から変更せず (S 63)、S 33 に戻る。

【0085】

直前の周期での逆転時間は、逆転制御開始時のモータ 3 の正転の回転数 (以下「正回転数」) が高いほど長くなる。上記のブレーキ時間の設定は、各周期での逆転制御開始時の正回転数を一定に近づけて、各周期での逆転時間を一定に近づけようとするものである。

【0086】

図 7 (A) は、先端工具 14 にかかる負荷が小さい場合の作業機 1 の動作のタイムチャー

10

20

30

40

50

トである。時間  $T_1$  は、ある周期における逆転時間を示す。時間  $T_2$  は、同周期における正転時間を示す。時間  $T_3$  は、同周期におけるブレーキ時間を示す。時間  $T_4$  は、時間  $T_1 \sim T_3$  の合計時間であり、電子パルス制御の 1 周期の時間を示す。

【 0 0 8 7 】

図 7 (B) は、先端工具 1 4 にかかる負荷が大きい場合の作業機 1 の動作のタイムチャートである。時間  $T_1'$  は、ある周期における逆転時間を示す。時間  $T_2'$  は、同周期における正転時間を示す。時間  $T_3'$  は、同周期におけるブレーキ時間を示す。時間  $T_4'$  は、時間  $T_1' \sim T_3'$  の合計時間であり、電子パルス制御の 1 周期の時間を示す。

【 0 0 8 8 】

図 7 (A), (B) の比較より、先端工具 1 4 にかかる負荷が大きい場合は、先端工具 1 4 にかかる負荷が小さい場合と比較して、ネジから先端工具 1 4 にかかる反力が大きいため、ブレーキ制御におけるモータ回転数の低下が速く、一定の正回転数まで減速するまでに必要なブレーキ時間が短くなる ( $T_3' < T_3$ )。

【 0 0 8 9 】

一方、一定の正回転数から逆転制御を開始するため、逆転時間は先端工具 1 4 にかかる負荷によらず一定となる ( $T_1 = T_1'$ )。また、電子パルス制御の周期は全ての周期において一定である ( $T_4 = T_4'$ )。よって、先端工具 1 4 にかかる負荷が大きい場合は、先端工具 1 4 にかかる負荷が小さい場合と比較して、正転時間が長くなる ( $T_2' > T_2$ )。

【 0 0 9 0 】

図 8 は、図 3 の電子パルス制御 (S 9) の第 2 例を示すフローチャートである。図 6 の例では任意の周期での逆転時間に応じて次の周期でのブレーキ時間を調整したのに対し、図 8 の例では任意の周期での逆転時間に応じて次の周期でのブレーキ力を調整する。

【 0 0 9 1 】

マイコン 9 5 は、例えば下アーム側のスイッチング素子 Q 4 ~ Q 6 を断続的にオンする短絡ブレーキにおいて、オン期間の割合 (ブレーキ制御におけるデューティ) を変化させることでブレーキ力を変化させることができる。

【 0 0 9 2 】

図 8 の S 4 9 までの処理は、図 6 の S 4 9 までの処理と同様である。ただし、図 8 の S 3 1 の初期設定において、マイコン 9 5 は、最初の周期におけるブレーキ力を最大値 (100%) に設定する。

【 0 0 9 3 】

マイコン 9 5 は、直前の周期が電子パルス制御の最初の周期であった場合 (S 5 1 の YES)、実際は最大値であったブレーキ力に対して、ブレーキ力の設定値を初期値 (例えば 50%) にして S 6 9 に進む (S 6 7)。

【 0 0 9 4 】

マイコン 9 5 は、直前の周期が電子パルス制御の最初の周期でない場合 (S 5 1 の NO)、ブレーキ力の設定値を直前の周期での実際のブレーキ力から変更せずに S 6 9 に進む。

【 0 0 9 5 】

マイコン 9 5 は、次の周期でのブレーキ力を設定する (S 6 9)。直前の周期での逆転時間が基準逆転時間よりも長ければブレーキ力の設定値を現在値に対して大きくし、直前の周期での逆転時間が基準逆転時間よりも長ければブレーキ力の設定値を現在値に対して小さくする。ブレーキ力の具体的計算例を図 8 に併せて示している。

【 0 0 9 6 】

図 9 は、図 3 の電子パルス制御 (S 9) の第 3 例を示すフローチャートである。図 6 の例ではブレーキ時間を事前に設定したのに対し、図 9 の例ではブレーキ時間は事前に定めず、モータ回転数が所定回転数以下 (例えば 500 rpm 以下) になるまでブレーキ制御を行う。このため、図 9 の S 3 1 の初期設定ではブレーキ時間は設定しない。以下、図 6 との相違点を中心に説明する。

10

20

30

40

50

## 【0097】

マイコン95は、モータ回転数が例えば500rpm以下に低下するまでブレーキ制御を継続する(S36のNO)。マイコン95は、モータ回転数が例えば500rpm以下に低下すると(S36のYES)、逆転制御を開始する(S37)。マイコン95は、モータ3の逆転を検出すると(S39のYES)、スイッチング素子Q1~Q6を全てオフする(S41)。ここでは、図6における逆転時間の記録(図6のS43)は不要である。

## 【0098】

マイコン95は、スイッチング素子Q1~Q6をオフにしてから休止時間が経過すると(S45のYES)、正転制御を開始する(S47)。マイコン95は、ブレーキ制御の開始からパルス周期時間が経過すると(S49のYES)、S33に戻る。ここでは、図6のブレーキ時間の設定(S51~S63)は不要である。

10

## 【0099】

本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

## 【0100】

(1) マイコン95は、トリガスイッチ6が操作されている期間のうち、カムアウトが発生しやすい低トルク期間であって先端工具14にかかる負荷が低い低トルク期間に、電子パルス制御を実行する。このため、先端工具14とネジの嵌合が浅くなってカムアウトしそうな状態になっても、逆転制御により先端工具14とネジの嵌合を回復させることができ、カムアウトを抑制できる。

## 【0101】

(2) マイコン95は、トリガ操作量が所定量以上であることを、電子パルス制御の実行に必要な条件とする。このため、作業者はトリガ操作量により電子パルス制御の実行の有無を切り替えることができる。よって、作業者が意図しないタイミングで、すなわちネジ締め初期や慎重に作業を行う場合などトリガ操作量が小さいときに、電子パルス制御が行われることを抑制し、使い勝手の悪化を抑制できる。

20

## 【0102】

(3) マイコン95は、トリガスイッチ6の1回のオン操作の間、すなわちモータ3の駆動中にトリガ操作量が変更されると、変更後の操作量に応じて電子パルス制御を実行するか否かを切り替える。このため、作業者は電子パルス制御の実行の有無を切り替えるためにトリガスイッチ6を操作しなおす必要がなく、使い勝手が良い。

30

## 【0103】

(4) マイコン95は、モータ3に外部から負荷がかからない無負荷状態でないことを、電子パルス制御の継続に必要な条件とする。このため、カムアウトが発生しない無負荷状態において電子パルス制御により不要に発熱が大きくなることを抑制できる。

## 【0104】

(5) マイコン95は、トリガスイッチ6が操作されている期間のうち、先端工具14にかかる負荷が高い高トルク期間は、通常制御を実行する。このため、高トルク期間に電子パルス制御を行って時間あたりの打撃回数が低下し、締付け速度が低下することを抑制できる。

## 【0105】

(6) マイコン95は、無負荷状態か否か、及び先端工具14にかかる負荷が高いか否かによらず、トリガ操作量が所定量以上であれば電子パルス制御を開始する。このため、電子パルス制御を迅速に開始でき、迅速にカムアウト抑制効果が得られる。

40

## 【0106】

(7) 図6~図9に示す例では、マイコン95は、電子パルス制御において、正転制御から逆転制御に移行する際に、正転制御の後にブレーキ制御を行ってから逆転制御に切り替える。このため、正転制御から逆転制御に切り替える際の逆転電流を抑制できる。よって、大きな逆転電流に起因する電池の劣化や回路の耐圧超過、回路の発熱等の問題が起きることを抑制できる。

## 【0107】

50

(8) マイコン 95 は、電子パルス制御の各周期において、正転時間を逆転時間よりも長くする。このため、正転時間と逆転時間が同じ場合と比較して、ネジ締め作業効率が高められる。

【0108】

(9) 図6の例では、マイコン95は、電子パルス制御において、任意の周期での逆転時間に応じて次の周期におけるブレーキ時間を変更し、逆転時間が一定範囲内になるように制御する。逆転時間が一定範囲内になることで、作業フィーリングが良くなる。

【0109】

(10) 図9の例では、マイコン95は、電子パルス制御において、ブレーキ制御によりモータ回転数が所定回転数以下になると逆転制御に切り替える。このため、逆転時間が概ね一定となり、作業フィーリングが良くなる。

10

【0110】

(11) マイコン95は、電子パルス制御において、モータ3が逆転したことを検出するまで逆転制御を継続し、モータ3が逆転したことを検出すると正転制御に移行する。これにより、逆転時間を必要最小限に留め、正転時間を長く確保してネジ締め作業効率が高められる。先端工具14とネジの嵌合を回復させるには、先端工具14にかかる正転方向のトルクが無くなれば足りるため、モータ3の逆転が確認できればそれ以上の逆転は不要である。

【0111】

(12) マイコン95は、電子パルス制御において、複数周期(好ましくは全周期)に渡り周期を一定とし、1周期あたりの正転時間、逆転時間、及びブレーキ時間を可変とする。このため、例えば先端工具14にかかる負荷が大きくてブレーキ時間が短くて済む場合にはブレーキ時間を短くして正転時間を長くする等、柔軟な制御が可能となり、ネジ締め作業効率が高められる。

20

【0112】

(13) マイコン95は、電子パルス制御において、逆転制御から正転制御に移行する際はブレーキ制御を実行しない。逆転制御は正転制御と異なりモータ回転数が低く、ブレーキ制御を挟まなくても発熱等の問題は起きにくい。このため、ブレーキ制御を挟まずに逆転制御から正転制御に切り替えることで迅速にモータ3を正転させることができる一方で、発熱等のデメリットは抑制される。

30

【0113】

(14) マイコン95は、電子パルス制御において、モータ3の正転が停まる前にブレーキ制御を止めて逆転制御を開始する。モータ回転数が低くなるとブレーキ力が低下するため、モータ3の正転が停まる前に逆転制御を開始することで、ブレーキ時間が長くなって正転時間が短くなることを抑制できる。

【0114】

以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスには請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当業者に理解されるところである。以下、変形例について触れる。

【0115】

本発明の作業機は、実施の形態で例示したインパクトドライバに限定されず、インパクトレンチや電子パルスドライバ、オイルパルス工具、ドリルドライバ等の他の種類のものであってもよい。

40

【0116】

電子パルスドライバの場合、高トルクになった場合のインパクト制御(打撃制御)も、モータの正転と逆転を繰り返す制御となる。しかし、電子パルスドライバのインパクト制御は、ハンマを逆転させるものであり、上記説明した電子パルス制御よりも逆転制御が長くなる。すなわち、電子パルスドライバのインパクト制御は、カムアウト抑制を目的とするものではなく、上記説明した電子パルス制御とは明確に相違する。

【0117】

50

実施の形態で具体的な数値として例示した各種時間やデューティ、ブレーキ力等は、発明の範囲を何ら限定するものではなく、要求される仕様に合わせて任意に変更できる。

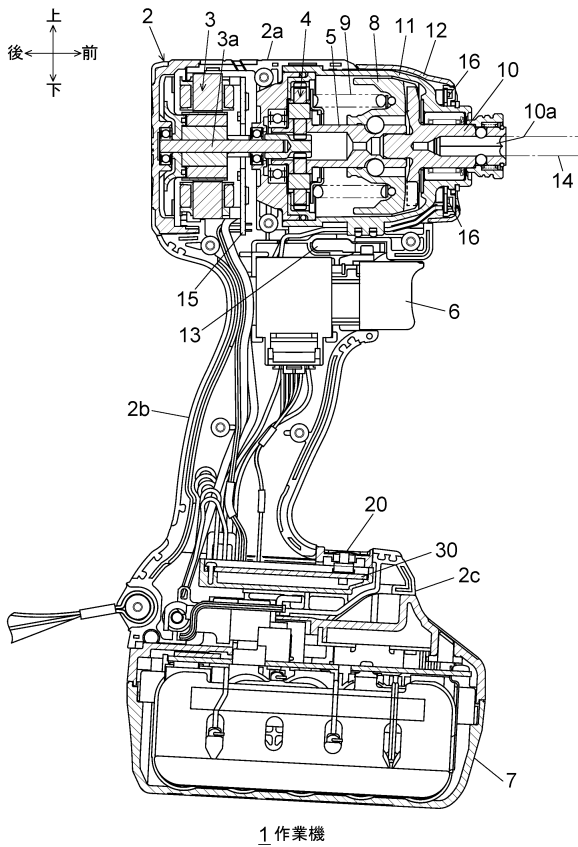
【符号の説明】

【0118】

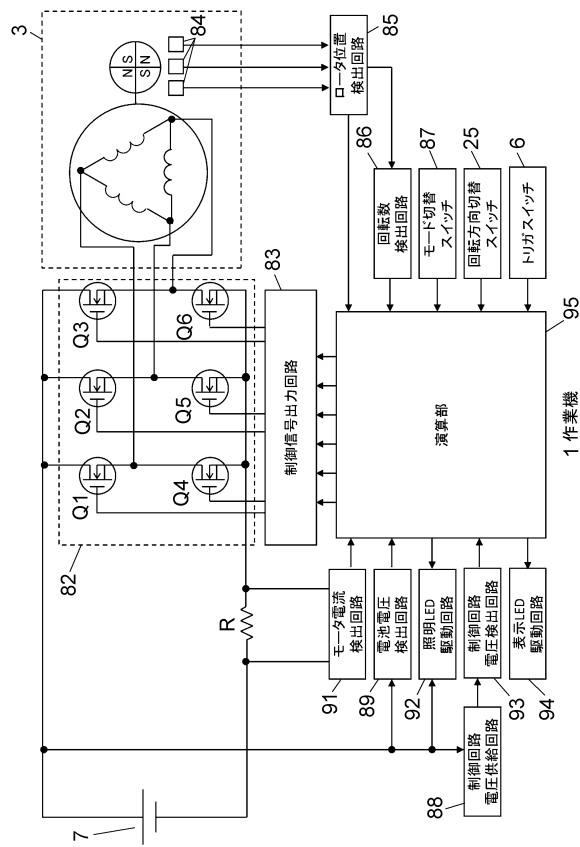
1 ... 作業機、 2 ... ハウジング、 2 a ... モータ収容部、 2 b ... ハンドル部、 2 c ... バッテリ装着部、 3 ... モータ、 3 a ... モータ軸、 4 ... 減速機構、 5 ... スピンドル、 6 ... トリガスイッチ（操作部）、 7 ... 電池パック、 8 ... ハンマ、 9 ... スプリング、 10 ... アンビル（先端工具装着部）、 10 a ... 先端工具装着穴、 11 ... ハンマケース、 12 ... フロントキャップ（保護部材）、 13 ... 回転方向切替スイッチ（回転方向切替部）、 14 ... 先端工具、 15 ... センサ基板、 16 ... 照明LED、 82 ... インバータ回路、 83 ... 制御信号出力回路、 84 ... 磁気センサ、 85 ... ロータ位置検出回路、 86 ... 回転数検出回路、 87 ... モード切替スイッチ、 88 ... 制御回路電圧供給回路、 89 ... 電池電圧検出回路、 90 ... 、 91 ... モータ電流検出回路、 92 ... 照明LED駆動回路、 93 ... 制御回路電圧検出回路、 94 ... 表示LED駆動回路、 95 ... マイコン。

【図面】

【図1】



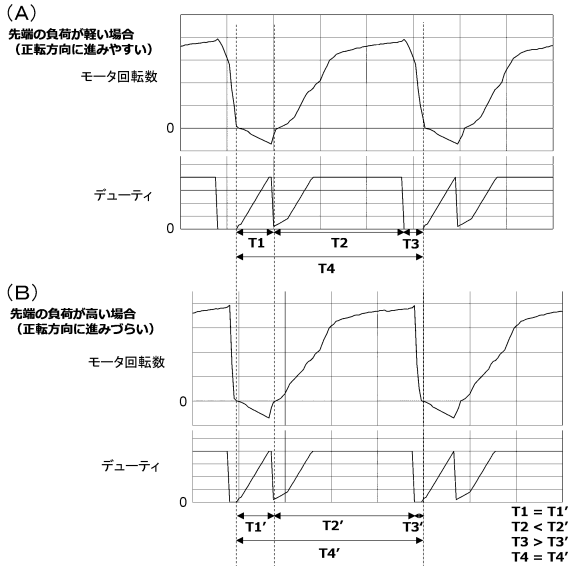
【図2】



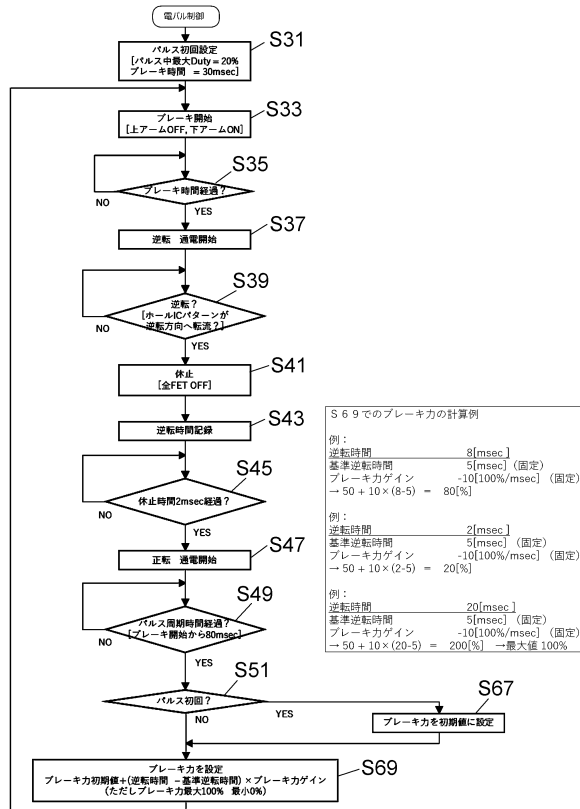
10  
20  
30  
40  
50



【 図 7 】



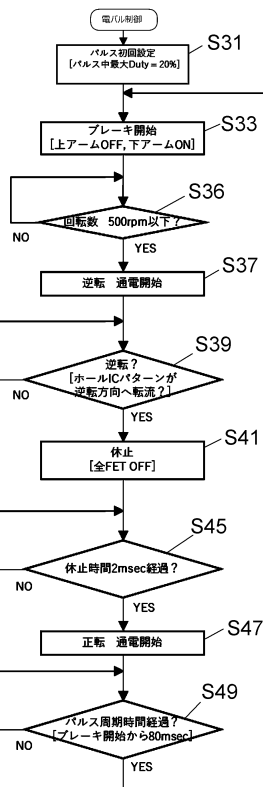
【 図 8 】



10

20

【 図 9 】



30

40

50