

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5686236号  
(P5686236)

(45) 発行日 平成27年3月18日(2015.3.18)

(24) 登録日 平成27年1月30日(2015.1.30)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 5 F 5/00 (2006.01)

B 2 5 F 5/00 C

B 2 5 B 21/00 (2006.01)

B 2 5 B 21/00 5 3 0 D

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2010-172778 (P2010-172778)  
 (22) 出願日 平成22年7月30日(2010.7.30)  
 (65) 公開番号 特開2012-30325 (P2012-30325A)  
 (43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)  
 審査請求日 平成25年4月15日(2013.4.15)

前置審査

(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  
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具及びネジ締め用電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータと、

前記モータを収容するハウジングと、

前記モータに給電するためのトリガと、

前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、

前記モータの回転を検出する回転位置検出素子をさらに有し、

前記トリガのオフ時に前記回転位置検出素子が前記モータの回転を検出した場合に、前記モータの回転を妨げるように前記モータに電流を供給することを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記モータはステータと前記ステータに対して回転可能なロータとを有し、

前記回転位置検出素子は、前記ロータと前記ステータの相対回転を検出し、

前記トリガが操作されない状態で前記相対回転を検出した際に前記ステータを通電するように構成したことを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項3】

前記ロータに対する前記ハウジングの回転を妨げる方向に前記ステータを通電するように構成したことを特徴とする請求項2に記載の電動工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

本発明は、電動工具及びネジ締め用電動工具に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電動工具には、特許文献1に示すように、アンビルと直接係合する機械的なスイッチを設けて、アンビルが回転しないようにする電動工具があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-078317号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記した特許文献1の構造では、機械的なスイッチとアンビルが直接係合するので、スイッチ又はアンビルが壊れてしまう場合があった。そこで、本発明は、耐久性の高い出力軸が回転しない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】

【0005】

上記目的を達成するために、モータと、前記モータを収容するハウジングと、前記モータに給電するためのトリガと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、前記モータの回転を検出する回転位置検出素子をさらに有し、前記トリガのオフ時に前記回転位置検出素子が前記モータの回転を検出した場合に、前記モータの回転を妨げるように前記モータに電流を供給することを特徴とする電動工具を提供している。また、前記モータはステータと前記ステータに対して回転可能なロータとを有し、前記回転検出手段は、前記ロータと前記ステータの相対回転を検出し、前記トリガが操作されない状態で前記相対回転を検出した際に前記ステータを通電するように構成したことが好ましい。また、前記ロータに対する前記ハウジングの回転を妨げる方向に前記ステータを通電するように構成したことが好ましい。本発明の別の観点では、ユーザにより操作可能なトリガと、前記トリガの操作量に応じた電力を供給する電力供給部と、前記電力供給部から供給された電力に応じた駆動力を先端工具に供給するモータと、を備え、前記電力供給部は、前記トリガの操作量が所定の範囲にある場合には一定の電力を前記モータに供給することを特徴とするネジ締め用電動工具を提供している。

20

30

【0006】

このような構成によると、トリガが所定の範囲内にある場合にはモータの電力が一定になるので、作業者は、トリガの引き代を調整するといった簡易な作業でモータの電力を一定にすることができる。この状態のまま、ネジ締め用電動工具を手動で回転させることで、手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【0007】

本発明の別の観点では、モータと、ユーザにより操作可能であって、前記モータに給電するためのトリガと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、前記トリガは、前記トリガの操作量に応じてデューティが変更される第1の領域と、前記トリガの操作量に応じてデューティが変更しない第2の領域と、において操作可能であることを特徴とする電動工具を提供している。

40

【0008】

このような構成によると、トリガが第2の領域にある場合にはデューティが変更されないで、作業者は、トリガを第2の領域に配置されるようにするといった簡易な作業でモータの電力を一定にすることができる。この状態のまま、電動工具を手動で回転させることで、手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【0009】

本発明の別の観点では、モータと、ユーザにより操作可能であって、前記モータに給電するためのトリガと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具

50

であって、前記トリガは、前記トリガの操作量に応じてデューティが変更しない第２の領域において操作可能であり、前記第２の領域の変更しないデューティの値は可変であることを特徴とする電動工具を提供している。

【００１０】

このような構成によると、第２の領域のデューティを作業者が変更することができるので、加工材の硬さと第２の領域のデューティの値を同じものとする事で、多種の加工部材を手締めすることができるようになる。

【００１１】

本発明の別の観点では、ユーザにより操作可能なトリガと、前記トリガの操作量に応じた電力を供給する電力供給部と、磁石を含むロータと、前記電力供給部から供給されるコイルを含むステータと、を有し、前記電力供給部から前記ステータに供給された電力に応じた駆動力を先端工具に供給するブラシレスモータと、を備え、前記電力供給部は、前記トリガの操作の終了から所定時間の間、前記ロータの位置を保持するための電力を前記コイルに供給することを特徴とするネジ締め用電動工具を提供している。

10

【００１２】

このような構成によると、トリガの操作終了から所定時間の間ロータの位置が保持されるため、この時に作業者が電動工具を手動で回転させることで、手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【００１３】

本発明の別の観点では、モータと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、前記先端工具保持部を駆動不能に電力を供給可能であることを特徴とする電動工具を提供している。

20

【００１４】

本発明の別の観点では、ステータと、前記ステータに対して回転可能なロータと、有するモータと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、前記モータに通電することによって、前記ロータの回転位置を保持可能であることを特徴とする電動工具を提供している。

【００１５】

本発明の別の観点では、ステータと、前記ステータに対して回転可能なロータと、有するモータと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、を有する電動工具であって、前記ステータに対して前記ロータを回転させた後、前記ステータに対して前記ロータの回転位置を保持するよう制御することを特徴とする電動工具を提供している。

30

【００１６】

このような構成によると、ロータの回転位置を保持することによって先端工具保持部が駆動不能になるため、作業者が電動工具を手動で回転させることで、手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【００１７】

本発明の別の観点では、ユーザにより操作可能なトリガと、前記トリガの操作量に応じた電力を供給する電力供給部と、前記電力供給部から供給された電力に応じて正方向又は逆方向に回転することにより駆動力を先端工具に供給するモータと、を備え、前記電力供給部は、前記トリガの操作の終了から所定時間の間、前記トリガの操作の終了前の回転方向に前記モータを回転させるための電力を前記モータに供給することを特徴とするネジ締め用電動工具を提供している。

40

【００１８】

このような構成によると、トリガ操作終了から所定時間の間、モータを回転させるための電力が供給されることにより、モータが回転する。この回転力と釣り合う力でネジ締め用電動工具を正転させることにより、手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【００１９】

本発明の別の観点では、ステータと、前記ステータに対して回転可能なロータと、有するモータと、前記モータに給電するためのトリガと、前記モータにより駆動される先端工

50

具保持部と、を有する電動工具であって、前記トリガが操作されない状態で、前記ロータが前記ステータに対して回転した際に、前記ステータに通電するようにしたことを特徴とする電動工具を提供している。

【0020】

本発明の別の観点では、ステータと、前記ステータに対して回転可能なロータと、有するモータと、前記モータに給電するためのトリガと、前記モータにより駆動される先端工具保持部と、前記先端工具保持部の回転方向を設定するための回転方向設定手段と、を有する電動工具であって、前記ロータが前記ステータに対して回転した際に、前記回転方向設定手段により設定された方向に回転するように前記ステータに通電可能であることを特徴とする電動工具を提供している。

10

【0021】

このような構成によると、ロータの回転を検出してステータに通電するため、手動で電動工具を回転させることによって手動で留め金具の締結作業を行うことができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、電磁力により手動で留め金具を締結することができる電動工具及びネジ締め用電動工具を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【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電子パルスモード時の断面図

20

【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斜視図

【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ダイヤル周辺を表す組立て図

【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ダイヤルを表す斜視図

【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ダイヤルシールの平面図

【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図1のV I - V I に沿った断面図

【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図1のV I I - V I I に沿った断面図

30

【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部周辺を表す組立図

【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インパクトモード時の断面図

【図10】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を説明するためのブロック図

【図11】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12】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制御について説明する図

【図13A】本発明の第1の実施形態に係る電子パルスドライバのテクスモードでの制御について説明する図

40

【図13B】本発明の第1の実施形態に係る電子パルスドライバのテクスモードでドリルネ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14】本発明の第1の実施形態に係る電子パルスドライバのボルトモードでの制御について説明する図

【図15】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の制御について説明する図

【図16】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の制御を示すフローチャート

【図17A】本発明の第1の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガの引き代とモー

50

タの制御との関連性を説明するための図

【図 17B】本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガの引き代と P W M デューティとの関連性を説明するための図

【図 18】本発明の第 1 の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガの引き代に応じたモータの制御を示すフローチャート

【図 19】本発明の第 2 の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガオフの時の制御を示すフローチャート

【図 20】本発明の第 3 の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガオフの時のモータの回転を説明するための図

【図 21】本発明の第 3 の実施形態に係る電子パルスドライバのトリガオフの時の制御を示すフローチャート

【図 22】本発明の第 4 の実施形態に係る電子パルスドライバの断面図

【図 23】本発明の第 5 の実施形態に係る電子パルスドライバの断面図

【図 24】本発明の第 6 の実施形態に係る電子パルスドライバのダイヤル周辺を表す組立て図

【図 25】本発明の第 6 の実施形態に係る電子パルスドライバのダイヤルを表す斜視図

【図 26】本発明の第 6 の実施形態に係る電子パルスドライバのダイヤル周辺の断面図

【発明を実施するための形態】

【0024】

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 18 に基づき説明する。なお、本実施の形態では、本発明の電動工具として、回転動力を出力する電子パルスドライバを用いて説明するが、本発明の電動工具は電子パルスドライバに限定されるものではない。

【0025】

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、回路基板 33 に搭載されたインバータ回路 6（図 10 参照）と、基板 26 に搭載された制御部 7（図 10 参照）と、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 21 と、胴体部 21 から下方へと延出されるハンドル部 22 とから主に構成されている。

【0026】

胴体部 21 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 21 側を上側、ハンドル部 22 側を下側、胴体部 21 からハンドル部 22 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。

【0027】

図 1 及び図 2 に示すように、胴体部 21 の上部には第 1 孔 21a が、胴体部 21 の後端及び後部には外気を導入するための吸気口 21b が、胴体部 21 の中央部には外気を導入するための排気口 21c 形成されている。胴体部 21 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 23 が配置されている。ハンマケース 23 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 23a が形成されている。開口 23a を画成する内壁にはメタル 23A が設けられている。ハンマケース 23 の下部には、第 2 孔 23b が形成されている。また、第 2 孔 23b の近傍には、後述するインパクトモードと電子パルスモードとを切替える切替スイッチ 23A が設けられている。

【0028】

開口 23a 近傍位置であってハンマケース 23 の下方位置には、後述の先端工具装着部 51 に装着されたビットを照射するためのライト 2A が配置されている。ライト 2A は、暗所での作業時に前方を照らして作業箇所を明るくするために設けられており、後述する

10

20

30

40

50

スイッチ 2 B をオンすることにより通常点灯し、オフすることにより消灯する。また、ライト 2 A は、本来のライト 2 A の有する照明としての機能に加えてモータ 3 の温度が上昇した際に点滅して作業者に報知する機能も有している。

【 0 0 2 9 】

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 の上部には、トリガ 2 5 と、モータ 3 の回転方向を切替える正逆切替レバー 2 C とが設けられており、ハンドル部 2 2 の下部には、ライト 2 A の点灯及び消灯を切替えるスイッチ 2 B と、回転させることにより後述する電子パルスモードにおける複数のモードを切替えるためのダイヤル 2 7 とが設けられている。また、ハンドル部 2 2 の下端部には、モータ 3 等に電力を供給するために、繰り返し充電可能な蓄電池である電池 2 4 が着脱可能に装着されている。ハンドル部 2 2 内の下方位置には基板 2 6 が配置されており、また、ハンドル部 2 2 には、トリガ 2 5 の操作を基板 2 6 に伝達するスイッチ機構 2 2 A が内蔵されている。

10

【 0 0 3 0 】

基板 2 6 は、図示せぬリブによってハンドル部 2 2 に支持されており、基板 2 6 上には、制御部 7 と、ジャイロセンサ 2 6 A と、LED 2 6 B と、支持突起 2 6 C と、ダイヤル位置検出素子 2 6 D ( 図 1 0 ) が設けられている。また、図 3 に示すように、基板 2 6 上には、ダイヤル支持部 2 8 が搭載されており、ダイヤル支持部 2 8 上には、ダイヤル 2 7 が載置されている。

【 0 0 3 1 】

20

ここで、図 3 及び 4 を用いて、ダイヤル 2 7 及びダイヤル支持部 2 8 の構成について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すように、ダイヤル 2 7 は円形状を有しており、ダイヤル 2 7 上には複数の貫通孔 2 7 a が円周状に形成されている。また、ダイヤル 2 7 の外周面には、作業者がダイヤル 2 7 を回転させる際に滑ることを防止するための複数の凹凸部 2 7 A が設けられており、ダイヤル 2 7 の中心には、図 1 における下方に突出する略円筒状の係合部 2 7 B が設けられている。係合部 2 7 B の中央には、係合孔 2 7 b が形成されており、係合部 2 7 B の周囲には、係合部 2 7 B を取囲むように 4 つの係合爪 2 7 C 及び 4 つの突起 2 7 D が設けられている。また、ダイヤル 2 7 上には、図 5 に示すようなダイヤルシール 2 9 が貼られている。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すように、ダイヤル支持部 2 8 は、ボール 2 8 A と、バネ 2 8 B と、複数の案内突起 2 8 C と、を有しており、また、ダイヤル支持部 2 8 には、バネ挿入孔 2 8 a と、被係合孔 2 8 b と、被係合孔 2 8 b に対してバネ挿入孔 2 8 a と対極に位置する LED 受孔 2 8 c とが形成されている。

【 0 0 3 4 】

被係合孔 2 8 b には、上方からダイヤル 2 7 の係合部 2 7 B、係合爪 2 7 C、及び突起 2 7 D が挿入されると同時に、下方から基板 2 6 上の支持突起 2 6 C が挿入されており、これにより、ダイヤル 2 7 は、支持突起 2 6 C の周りに回転可能となる。また、ダイヤル支持部 2 8 の案内突起 2 8 C は、ダイヤル 2 7 の凹凸部 2 7 A の内周に沿うように円周状に配置されており、ダイヤル 2 7 の係合爪 2 7 C 及び突起 2 7 D は、ダイヤル支持部 2 8 の被係合孔 2 8 b に沿うように円周状に配置されているため、ダイヤル 2 7 の円滑な回転を可能にしている。更に、被係合孔 2 8 b には図示せぬ段差が設けられており、被係合孔 2 8 b に挿入された係合爪 2 7 C が当該段差と係合することにより、ダイヤル 2 7 の上下方向の移動が規制されている。

40

【 0 0 3 5 】

ボール 2 8 A は、バネ挿入孔 2 8 a に挿入されたバネ 2 8 B によって上方に付勢されているため、ダイヤル 2 7 を回転させることにより、ボール 2 8 A は、その一部が貫通孔 2 7 a 内に嵌る。各貫通孔 2 7 a は、後述する電子パルスモードにおける複数のモードに対

50

応しているので、作業者は、ボール 28 A の一部が貫通孔 27 a 内に嵌った感触等により、モードが切り替わったことを認識することができる。一方、LED 受孔 28 c には、基板 26 上の LED 26 B が挿入されているため、ボール 28 A の一部が貫通孔 27 a 内に嵌った際に、LED 26 B は、ボール 28 A の一部が嵌っている貫通孔 27 a とは係合孔 27 b に対してダイヤル 27 上で 180 度異なった対極に位置する貫通孔 27 a を通って、ダイヤルシール 29 を下側から照射することができる。

#### 【0036】

ダイヤルシール 29 は、ダイヤル 27 の上面に貼られている。図 5 に示すように、ダイヤルシール 29 には、電子パルスドライバ 1 で選択可能なクラッチモード、ドリルモード、テクスモード、ボルトモード、パルスモードが透明な文字で記載されている。各モードの動作は後述する。所望のモードが LED 26 B の下に位置するようにダイヤル 27 を回転させることで、各モードを選択できる。このとき、LED 26 B の光はダイヤルシール 29 上の透明な文字を照らし出すため、作業者は暗所の作業時であっても現在設定されているモード及びダイヤル 27 の場所を認識することができる。

#### 【0037】

図 1 に戻って、再び、電子パルスドライバ 1 の構成について説明する。図 1 に示すように、モータ 3 は、出力軸 31 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 31 の軸方向が前後方向と一致するように胴体部 21 内に配置されている。図 6 に示すように、ロータ 3 A 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 3 C を有し、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 である。固定子巻線 U、V、W に流れる電流を制御することで、固定子巻線 U、V、W の S 極と N 極を切替えてロータ 3 A を回転させる。図 6 に示す状態は、永久磁石 3 C と固定子巻線 U、V、W とが互いに引き付けあっている。この状態を維持するように固定子巻線 U、V、W を制御することで、ロータ 3 A をステータ 3 B に対して静止させることができる。出力軸 31 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 21 に回転可能に支承されている。出力軸 31 の前側に突出している箇所には、出力軸 31 と同軸一体回転するファン 32 が設けられており、当該箇所の最前端位置には、ピニオンギヤ 31 A が出力軸 31 と同軸一体回転するように設けられている。

#### 【0038】

モータ 3 の後方には、電気素子を搭載するための回路基板 33 が配置されている。図 7 に示すように、回路基板 33 の中央には、貫通孔 33 a が形成されており、出力軸 31 が貫通孔 33 a を貫通する。回路基板 33 の前面には、前方に突出するように 3 つの回転位置検出素子（ホール素子）33 A と、サーミスタ 33 B と、が設けられており、回路基板 33 の後面には、図 7 の点線で示す位置に、インバータ回路 6 を構成する 6 つのスイッチング素子 Q1 ~ Q6 が設けられている。回転位置検出素子 33 A は、ロータ 3 A の位置を検出するためのものであって、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おり、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。サーミスタ 33 B は、周囲の温度を検出するためのものであって、図 7 示すように、左右のスイッチング素子から等間隔な位置に配置されており、また、後方から見た際に、ステータ 3 B の固定子巻線 U、V、W と重なるように配置されている。回転検出素子 33 A、スイッチング素子 Q1 ~ Q6、及びモータ 3 は、温度上昇が最も大きい部材であり温度上昇によって破損し易いため、回転検出素子 33 A、スイッチング素子 Q1 ~ Q6、及びモータ 3 の近傍にサーミスタ 33 B を配置することで正確に回転検出素子 33 A、スイッチング素子 Q1 ~ Q6、及びモータ 3 の温度上昇を検出することができる。

#### 【0039】

ハンマ部 4 は、ギヤ機構 41 と、ハンマ 42 と、付勢バネ 43 と、規制バネ 44 と、第 1 環状部材 45 と、第 2 環状部材 46 と、ワッシャ 47 と、軸受け 48 と、から主に構成されており、ハンマケース 23 内のモータ 3 の前側に内蔵されている。ギヤ機構 41 は、1 段遊星歯車機構であり、アウターギヤ 41 A と、2 つの遊星歯車 41 B と、スピンドル

10

20

30

40

50

４１Ｃとを備えている。アウターギヤ４１Ａは、胴体部２１内に固定されている。

【００４０】

２つの遊星歯車４１Ｂ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、２つの遊星歯車４１Ｂは、太陽ギヤを有するスピンドル４１Ｃ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、２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スピンドル４１Ｃに伝達される。

【００４１】

ハンマ４２は、ギヤ機構４１の前側に配置されており、スピンドル４１Ｃと一体回転可能かつ前後方向に移動可能に構成されている。ハンマ４２は、図８に示すように、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。ハンマ４２の後部には、規制バネ４４が挿入されるバネ受部４２Ｃが設けられている。

10

【００４２】

図１に示すように、付勢バネ４３の先端はハンマ４２と接続されており、後端はギヤ機構４１の前端と接続されているため、ハンマ４２は、常に前方に付勢されていることとなる。一方、本実施の形態のハンマ部４は、規制バネ４４も備えている。図８に示すように、規制バネ４４は、ワッシャ４７及び軸受け４８を介してバネ受部４２Ｃに挿入され、その先端はハンマ４２と当接し、後端は第１環状部材４５と当接している。

20

【００４３】

第１環状部材４５は略環状であって、台形状の複数の第１凸部４５Ａと、突起部４５Ｂとを有している。複数の第１凸部４５Ａは、後方に突出しており、円周方向に９０°毎に４箇所配置されている。突起部４５Ｂは、下方に突出しており、図１に示すように、第２孔２３ｂ内に挿入されている。第２孔２３ｂは、円周方向における長さが突起部４５Ｂと略同一の長さになるように形成され、かつ、前後方向における長さが突起部４５Ｂよりも長くなるように形成されているため、第１環状部材４５は、円周方向に移動不能かつ前後方向に移動可能に構成されている。

【００４４】

第２環状部材４６は略環状であって、台形状の複数の第２凸部４６Ａと、操作部４６Ｂとを有する。複数の第２凸部４６Ａは、前方に突出しており、円周方向に９０°毎に４箇所配置されている。操作部４６Ｂは、上方に突出しており、図１に示すように、第１孔２１ａを通して外部に露出している。第１孔２１ａは、円周方向における長さが操作部４６Ｂよりも長くなるように形成され、かつ、前後方向における長さが操作部４６Ｂと略同一の長さになるように形成されているため、作業者は操作部４６Ｂを操作することで第２環状部材４６を円周方向に回転させることができる。

30

【００４５】

操作部４６Ｂが操作されていない状態では、第１凸部４５Ａと第２凸部４６Ａとは回転軸方向（前後方向）から見て互いに円周方向にずれた位置にあるため、図９に示すように、規制バネ４４は、最も伸びた状態、すなわち、ハンマ４２が付勢バネ４３の付勢力に抗して後方に移動する余地を残していることとなる。この場合には、図９に示すように、第１環状部材４５の突起部４５Ｂと切替スイッチ２３Ａとは接触していない。一方、操作部４６Ｂが操作されると、第２環状部材４６が回転して第１凸部４５Ａが第２凸部４６Ａ上に乗り上がることにより、第１環状部材４５が規制バネ４４の付勢力に抗して前方に移動するので、規制バネ４４は、最も縮んだ状態、すなわち、ハンマ４２が前後方向に移動不能な状態となる。この場合には、規制バネ４４の収縮により、図１に示すように、突起部４５Ｂと切替スイッチ２３Ａとが当接することとなる。

40

【００４６】

図１に戻って、再び、電子パルスドライバ１の構成について説明する。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

50

構成されている。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。先端工具装着部 5 1 には、図示せぬビットが挿入される穿孔 5 1 a が前後方向へ穿設されている。

【 0 0 4 7 】

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 内に先端工具装着部 5 1 と一体に構成されており、先端工具装着部 5 1 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 5 2 A 及び第 2 被係合突起 5 2 B 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 とが衝突し、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とが供回りする。これによってハンマ 4 2 の回転力がアンビル 5 2 に伝達される。詳細なハンマ 4 2 とアンビル 5 2 の動作は後述する。

10

【 0 0 4 8 】

インバータ回路 6 は、3 相ブリッジ形式に接続された F E T 等の 6 個のスイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 から構成されている（図 1 0 参照）。

【 0 0 4 9 】

制御部 7 は、電池 2 4 に接続されると共にライト 2 A、スイッチ 2 B、正逆切替レバー 2 C、切替スイッチ 2 3 A、トリガ 2 5、ジャイロセンサ 2 6 A、L E D 2 6 B、ダイヤル位置検出素子 2 6 D、ダイヤル 2 7、及びサーミスタ 3 3 B に接続されている。また、制御部 7 は、電流検出回路 7 1 と、スイッチ操作検出回路 7 2 と、印加電圧設定回路 7 3 と、回転方向設定回路 7 4 と、回転子位置検出回路 7 5 と、回転数検出回路 7 6 と、打撃衝撃検出回路 7 7 と、演算部 7 8 と、制御信号出力回路 7 9 と、を備えている（図 1 0 参照）。

20

【 0 0 5 0 】

次に、モータ 3 の駆動制御系の構成を図 1 0 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 D C モータである。インバータ回路 6 の各スイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 のゲートは、制御部 7 の制御信号出力回路 7 9 に接続され、各スイッチング素子 Q 1 ~ Q 6 のドレイン又はソースは、ステータ 3 B 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 Q 1 ~ Q 6 は、制御信号出力回路 7 9 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 6 に印加される電池 2 4 の直流電圧を 3 相（U 相、V 相及び W 相）電圧 V u、V v、V w 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 7 9 から正電源側スイッチング素子 Q 1、Q 2、Q 3 に入力される出力切替信号 H 1、H 2、H 3 により、通電される固定子巻線 U、V、W、すなわち、ロータ 3 A の回転方向が制御される。また、制御信号出力回路 7 9 から負電源側スイッチング素子 Q 4、Q 5、Q 6 に入力されるパルス幅変調信号（P W M 信号）H 4、H 5、H 6 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 3 A の回転速度が制御される。

30

【 0 0 5 1 】

電流検出回路 7 1 は、モータ 3 に供給される電流値を検出し、演算部 7 8 に出力する。スイッチ操作検出回路 7 2 は、トリガ 2 5 の操作の有無を検出して演算部 7 8 に出力する。印加電圧設定回路 7 3 は、トリガ 2 5 の操作量に応じた信号を演算部 7 8 に出力する。

40

【 0 0 5 2 】

回転方向設定回路 7 4 は、正逆切替レバー 2 C 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 7 8 に送信する。

【 0 0 5 3 】

回転子位置検出回路 7 5 は、回転位置検出素子 3 3 A からの信号に基づきロータ 3 A の回転位置を検出し、演算部 7 8 に出力する。回転数検出回路 7 6 は、回転位置検出素子 3 3 A からの信号に基づきロータ 3 A の回転数を検出し、演算部 7 8 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

また、電子パルスドライバ 1 には、アンビル 5 2 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 8 0 が設けられており、打撃衝撃検出回路 7 7 は、打撃衝撃検出センサ

50

80からの信号を演算部78に出力する。

【0055】

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。

10

【0056】

また、演算部78には、スイッチ2Bからのオン・オフ信号及びサーミスタ33Bからの温度信号が入力され、これらに基づいて、ライト2Aの点灯、点滅、消灯を制御することにより、ハウジング2内の温度上昇を作業者に報知する。

【0057】

また、演算部78は、突起部45Bが切替スイッチ23Aと当接して信号が入力されることにより、作業モードを後述の電子パルスモードに切替える。また、演算部78は、トリガ25が引かれて信号が入力されることにより、所定時間LED26Bを点灯させる。

【0058】

さらに、演算部78には、ジャイロセンサ26Aからの信号も入力されており、ジャイロセンサ26Aの速度を検出することによってモータ3の回転方向を制御する。詳細な動作は後述する。

20

【0059】

さらに、演算部78には、ダイヤル27の円周方向の位置を検出するダイヤル位置検出素子26Dからの信号が入力される。演算部78は、ダイヤル位置検出素子26Dからの信号によって各モードの切替を行う。

【0060】

次に、本実施の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及び制御部7の制御について説明する。本実施の形態による電子パルスドライバ1は、インパクトモード、電子パルスモードの2つのモードを備えており、操作部46Bを操作して切替スイッチ23Aと突起部45Bとを接触、非接触させることによりモード切替が可能である。

30

【0061】

インパクトモードとは、モータ3を正転方向のみに回転させることにより、ハンマ42にアンビル52を打撃させるモードであり、具体的には、所定トルクまではハンマ42とアンビル52とを一体的に回転させて、所定トルク以上になるとハンマ42はアンビル52を打撃するといった構成を付勢バネ43に蓄えられた弾性エネルギーにより実現するモードである。インパクトモード時には、操作部46Bは図9に示す状態にあり、切替スイッチ23Aと突起部45Bとは非接触且つ、ハンマ42は後方に移動可能である。インパクトモードでは、電子パルスモードと比較して大きなトルクで留め金具を締結することができるが、締結作業時の音が大きくなる。これは、ハンマ42がアンビル52と衝突する際、ハンマ42は付勢バネ43によって前方に押されながらアンビル52と衝突するため、アンビル52は回転方向の衝撃だけでなく前後方向(軸方向)にも衝撃を受けることとなり、この軸方向の衝撃が、加工部材を介して反響するためである。インパクトモードは主に屋外での作業時や大きなトルクが必要となる場合に使用される。

40

【0062】

インパクトモードでは、モータ3が回転すると、その回転はギヤ機構41を介してハンマ42に伝達される。これによってアンビル52もハンマ42と供回りする。締結作業が進んでアンビル52のトルクが所定値以上になると、ハンマ42はハンマ42が付勢バネ43の付勢力に抗して後退する。このとき、ハンマ42は回転せず、スピンドル41Cの

50

みが回転し、この回転エネルギーは付勢バネ 4 3 に弾性エネルギーとして蓄えられる。そして、第 1 係合突起 4 2 A が第 1 被係合突起 5 2 A を乗り越えるとともに、第 2 係合突起 4 2 A が第 2 被係合突起 5 2 B を乗り越えた瞬間に、付勢バネ 4 3 に蓄えられた弾性エネルギーが解放されて、第 1 係合突起 4 2 A が第 2 被係合突起 5 2 B と衝突すると同時に、第 2 係合突起 4 2 A が第 1 被係合突起 5 2 A と衝突する。このような構成により、モータ 3 の回転力をアンビル 5 2 に打撃力として伝達している。なお、ユーザは、突起部 4 5 B の位置によってインパクトモードに設定されていることを認識することができる。また、本実施の形態では、インパクトモードに設定されている場合には、LED 2 6 B を点灯させないので、そのことによってインパクトモードに設定されていることを認識することができる。

10

#### 【0063】

電子パルスモードとは、モータ 3 の回転速度及び回転方向（正転・逆転）を制御することにより、留め金具に応じた締結を行うモードである。電子パルスモード時には、操作部 4 6 B は図 1 に示す状態にあり、切替スイッチ 2 3 A と突起部 4 5 B とが接触している。この時、ハンマ 4 2 は前後方向に移動不能であるため、ハンマ 4 2 は常にスピンドル 4 1 C と一体回転する。電子パルスモードでは、インパクトモードと比較して留め金具を締結するトルクは小さくなるが、締結作業時の音も小さくなる。これは、ハンマ 4 2 は前後方向に移動不能であるため、ハンマ 4 2 がアンビル 5 2 と衝突する際、アンビル 5 2 は回転方向の衝撃のみを受け、軸方向の衝撃が加工部材を介して反響することがないからである。従って、電子パルスモードは主に屋内での作業時に使用される。このように、本実施の形態の電子パルスドライバ 1 では、操作部 2 6 B を操作することにより上記インパクトモードと電子パルスモードとを容易に切り替えることができるので、作業場所や必要トルクに応じたモードで作業を行うことが可能となる。

20

#### 【0064】

次に、電子パルスモードの有する 5 つのモードを図 1 1 ~ 1 5 に基づいて説明する。電子パルスモードは、更に、ドリルモード、クラッチモード、テクスモード、ボルトモード、パルスモードの 5 つの動作モードを備えており、ダイヤル 2 7 を操作することでモードの切り替えが可能である。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 1 1 ~ 1 5 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 20 ms 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

#### 【0065】

ドリルモードとは、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 1 1 に示すように、締結が進むにつれて増加する。

#### 【0066】

クラッチモードとは、図 1 2 に示すように、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。図 5 に示すクラッチモードの数字によって、目標値（目標トルク）を変えることができる。

40

#### 【0067】

クラッチモードでは、トリガ 2 5 が引かれると（図 1 2 の  $t_1$ ）プレスタートを開始する。プレスタートでは、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とを互いに接触させるために、制御部 7 は所定時間（図 1 2 の  $t_2$ ）プレスタート用電圧（例えば 1.5 V）をモータ 3 に印加する。トリガ 2 5 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。この打撃によって、ハンマ 4 2 とアンビル 5 2 とが衝突して目標値（目標トルク）に到達してしまう可能性がある。本実施の形態では、プレスタートを行っ

50

てハンマ４２とアンビル５２との衝突を防止することにより、モータ３に流れる電流が瞬時に目標値（目標トルク）まで到達することを防止できる。

【００６８】

留め金具が、加工部材に着座すると電流値が急激に上昇する（図１２の $t_3$ ）。この電流値が閾値Ａを越えると、制御部７は留め金具へのトルク供給を停止させる。しかしながら、ボルトを締結する場合、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、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。

【００６９】

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１２の $t_4$ ）。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。擬似クラッチは、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ことを作業者に知らせる機能を有する。実際には、モータ３からの出力がなくなるわけではないが、擬似的にモータ３からの出力がなくなったことを報知する。

【００７０】

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、作業者は締結の終了を認識することが可能となる。 $t_4$ の期間擬似クラッチが動作した後、モータ３は自動的に停止する（図１２の $t_5$ ）。

【００７１】

テクスモードとは、図１３Ａ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ドリルネジを締結するモードであって、主に、留め金具を鉄板に締結する場合に用いられる。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１３Ｂ）。

【００７２】

テクスモードでは、正確なトルクで締結することを重要視していないので、プレスタートは省略される。まず、図１３Ｂの（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、モータ３を回転数 $a$ （例えば、１７０００ｒｐｍ）で高速回転させる（図１３Ａの（ａ））。そして、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（図１３Ｂの（ｂ））、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。電流値が閾値Ｃ（例えば、１１Ａ）を超えると（図１３Ａの $t_2$ ）、第１パルスモードに移行し、正転と逆転とを繰り返す（図１３Ａの（ｂ））。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（図１３Ｂの（ｃ））、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１３Ａの $t_3$ ）。第２パルスモード時には、回転数 $b$ よりも低い回転数 $c$ （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。

【００７３】

ボルトモードとは、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、主にボルト締結時に用いられる。

【００７４】

10

20

30

40

50

ボルトモードでは、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動作は省略される。ボルトモードでは、トリガ25が引かれた後(図14のt1)モータ3の電流値が閾値Dを越えると、モータ3に所定の間隔でボルトモード用電圧を印加する(図14のt2)。ボルトモード用電圧の印加によってアンビル52を正転、逆転させることでボルトの締結を行う。ボルトモード用電圧は、反動を軽減するためにネジなめ防止用電圧と比較すると正転時間が短くなっている。トリガ25をオフすることにより、モータ3が停止する。

【0075】

パルスモードとは、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。

【0076】

しかしながら、締結終盤には留め金具の抵抗が大きくなるためモータ3はより大きなトルクを出力することとなり、これに伴い、打撃時に電子パルスドライバ1に発生する反動も大きくなる。そして、反動が大きくなると、ハンドル部22は、モータ3の出力軸31を中心軸としてモータ3の回転方向とは逆方向に回転してしまい、作業性の悪化を招いてしまう。そこで、本実施の形態では、ハンドル部22に内蔵したジャイロセンサ26Aにより、ハンドル部22の出力軸31を中心軸とした円周方向の移動速度、すなわち、電子パルスドライバ1に発生した反動の大きさを検出し、ジャイロセンサ26Aによる検出速度が後述の閾値a以上になると、反動を抑えるためにモータ3を逆方向に回転させる。なお、ジャイロセンサ26Aとは、ジャイロスコープとも呼ばれるものであり、物体の角速度を計測することができる計測機器である。

【0077】

本実施の形態によるパルスモードでの動作を、図15～16に基づいて説明する。パルスモードにおいても、プレスタートに相当する動作は省略される。

【0078】

図16のフローチャートでは、制御部7は、まず、トリガ25が引かれたか否かを判断し(S1)、トリガ25が引かれると(図15のt1、S1:Y E S)、モータ3の正転を開始させる(S2)。続いて、ジャイロセンサ26Aの速度が閾値a(本実施の形態では、8m/s)を超えたか否かを判断し(S3)、閾値aを超えた場合には(図15のt2、S3:Y E S)、モータ3を所定時間休止させた後(S4)、モータ3の逆転を開始させる(図15のt3、S5)。続いて、ジャイロセンサ26Aの速度が閾値b(本実施の形態では、3m/s)未満まで低下したか否かを判断し(S6)、閾値b未満まで低下していた場合には(図15のt4、S6:Y E S)、モータ3を所定時間休止させた後(S7)、S1に戻ってモータ3の正転を再開させる(図15のt5以降)。

【0079】

このような構成によれば、ジャイロセンサ26Aの速度が閾値aを超えた場合にモータ3を逆転させるので、電子パルスドライバ1に発生する反動を抑制することができる。また、モータ3の電流値が所定値を超えた場合に正転から逆転への切り替えを行う制御も考えられるが、そのような制御では、所定値が小さい場合には、締付力が弱くなり、所定値が大きい場合には、大きな反動が生じることとなる。しかしながら、本実施の形態では、ジャイロセンサ26Aの出力が閾値aを超えた場合に反動の許容範囲を超えたものと判断してモータ3を逆転させているため、反動の許容範囲において最大の締付力を得ることができる。

【0080】

次に、電子パルスモードにおけるすべての動作モードに共通するトリガ25の引き代によるモータ3の制御について図17～18に基づいて説明する。

【0081】

10

20

30

40

50

通常、トリガ２５は、引かれた量が大きくなるほどインバータ回路６へ出力するPWM信号のデューティも大きくなるように構成されている。しかしながら、加工部材の表層に薄いシートが貼られている場合には、留め金具が加工部材に着座した瞬間に薄いシートが破れる虞がある。これを防止するために、作業者は着座の直前に電動ドライバを手動ドライバに持ち替えて手動で留め金具を締め込んでいたが、これにより作業効率の低下を招いていた。そこで、本実施の形態の電子パルスドライバ１では、トリガ２５の引き代が所定区間にある場合に、インバータ回路６へ一定のデューティのPWM信号を出力することにより、電子パルスドライバ１を用いて手動で留め金具を締結することを可能にしている。

#### 【００８２】

図１７Ａは、電子パルスドライバ１のトリガ２５の引き代とモータ３の制御との関連性を説明する図であり、図１７Ｂは、電子パルスドライバ１のトリガ２５の引き代とPWMデューティとの関連性を説明する図である。トリガ２５の引き代には、第１区間と、第２区間と、第３区間とが設けられており、第１区間及び第２区間は、第３区間の途中に存在する。第３区間は従来通りの制御を行う区間であり、第３区間からトリガ２５を所定量引くことによって第１区間となり、第１区間から更に僅かにトリガ２５を引くと第２区間となる。なお、図１７Ｂには第２区間は図示していない。

#### 【００８３】

トリガ２５の引き代が第１区間にある場合には、モータ３のトルクは一定となる。この状態で、作業者がモータ３のトルクと略同一のトルクで電子パルスドライバ１を出力軸３１を中心軸として回転させると、留め金具を締め込むトルクとモータ３のトルクが互いに釣り合っているため、モータ３は回転せず、手動により留め金具を締め込むことができる（図１７Ａの（ａ））。しかしながら、ある程度留め金具を締め込むと、手動で回転させることが困難な位置まで電子パルスドライバ１は移動する（図１７Ａの（ｂ））。ここで、本実施の形態では、第１区間から僅かにトリガ２５が引かれた第２の区間では、モータ３を低速で逆回転させる。操作者は、手動で電子パルスドライバ１を回転させて図１７Ａの（ｂ）の状態になった時に更に僅かにトリガ２５を引くと、トリガ２５の引き代は第２区間に入り、モータ３は低速で逆回転する。このとき、モータ３の速度と略同一の速度で作業者が電子パルスドライバ１を出力軸３１を中心軸として逆回転させることで、留め金具が回転させることなく、図１７Ａの（ｃ）の状態まで電子パルスドライバ１の位置を戻すことができる（図１７Ａの（ｅ））。なお、本実施の形態では、第２区間でトリガ２５の引き代を保持可能とするための保持機構を備えているため、トリガ２５の引き代を第２区間に保持することが容易となる。そして、トリガ２５の引き代を第１区間に戻すことで、再びモータ３のトルクは一定となり、手動で留め金具を締め込むことが可能となる（図１７Ａの（ｃ））。このように、本実施の形態による電子パルスドライバ１では、トリガ２５の引き代を調整することで、電子パルスドライバ１をラチェットレンチのように使用することが可能となる。また、第１区間の設定トルク（デューティ比）は、図示せぬダイヤルによって変更することができる。これにより、加工部材の硬さに応じたトルクで締結作業を行うことが可能となる。

#### 【００８４】

図１８は、トリガ２５の引き代に応じたモータ３の制御を示すフローチャートである。図１８のフローチャートは、電池２４が装着されるとスタートする。まず、制御部７は、トリガ２５がオンされたか否かを判断する（Ｓ２１）。トリガ２５がオンされている場合には（Ｓ２１：ＹＥＳ）、トリガ２５の引き代が第１区間内か否かを判断する（Ｓ２２）。トリガ２５の引き代が第１区間内でない場合には（Ｓ２２：ＮＯ）、トリガ２５の引き代の応じたデューティ比でモータ３を駆動し（Ｓ２６）、Ｓ２２に戻る。トリガ２５の引き代が第１区間内の場合には（Ｓ２２：ＹＥＳ）、予め設定された設定デューティ比でモータ３を駆動し（Ｓ２３）、その後、トリガ２５の引き代が第２区間か否かを判断する（Ｓ２４）。トリガ２５の引き代が第２区間でない場合には（Ｓ２４：ＮＯ）、再びＳ２２に戻る。トリガ２５の引き代が第２区間である場合には（Ｓ２４：ＹＥＳ）、モータ３は低速で逆回転し（Ｓ２５）、Ｓ２４に戻る。

## 【 0 0 8 5 】

このような構成により、表層に薄いシートが貼られている加工部材に留め金具が加工部材を締結する場合であっても、着座時にドライバなどの手動工具に持ち替える必要がなく、トリガ 2 5 の操作のみで手動で留め金具を締結することができるので、作業効率を向上させることが可能となる。なお、本実施の形態では、第 2 区間でモータ 3 を逆転させることにより電子パルスドライバ 1 をラチェットレンチのように使用可能にしたが、そのような構成でなくても、操作者がトリガ 2 5 を微調整することによっても同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 8 6 】

次に、本発明の第 2 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 2 0 1 について、図 1 9 に基づいて説明する。第 1 の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。第 1 の実施形態では、手動で留め金具を締結する際はトリガ 2 5 の引き代を調整していたが、第 2 の実施形態では、トリガ 2 5 をオフした後に所定時間モータ 3 を電氣的にロックすることで手動での締付け動作を可能にしている。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 9 は、トリガ 2 5 のオフの時の制御を示すフローチャートである。図 1 9 に示すフローチャートは電池 2 4 が装着されるとスタートする。まず、制御部 7 は、トリガ 2 5 がオンされたか否かを判断する ( S 2 0 1 )。トリガ 2 5 がオンされている場合には ( S 2 0 1 : Y E S )、設定されているモードに応じてモータ 3 を作動させ ( S 2 0 2 )、その後、トリガ 2 5 がオフされたか否かを判断する ( S 2 0 3 )。トリガ 2 5 をオフするとは、クラッチモード時におけるモータ 3 の自動停止 ( 図 1 2 の t 5 ) も含む。トリガ 2 5 がオフされた場合には ( S 2 0 3 : Y E S )、モータ 3 をロックする。具体的には、図 6 に示すように、永久磁石 3 C の N 極に対向する位置に S 極が、永久磁石 3 C の S 極に対向する位置に N 極が来るように固定子巻線 U、V、W に流れる電流を制御する。このときのデューティ比は 1 0 0 % である。これにより、モータ 3 が電氣的にロックされる。その後、トリガ 2 5 オフ ( S 2 0 3 : Y E S ) から所定時間が経過したか否かを判断する ( S 2 0 5 )。所定時間が経過していない場合は ( S 2 0 5 : N O )、S 2 0 4 に戻る。所定時間が経過すると ( S 2 0 5 : Y E S )、モータ 3 のロックは解除される。

## 【 0 0 8 8 】

このような構成により、作業者はトリガ 2 5 をオフするだけで、手動で留め金具を締結することが可能になる。

## 【 0 0 8 9 】

次に、本発明の第 3 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 3 0 1 について、図 2 0 から 2 1 に基づいて説明する。第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。第 2 の実施形態ではトリガ 2 5 をオフした後に所定時間モータ 3 を電氣的にロックしていたが、第 3 の実施形態ではトリガ 2 5 をオフした後にモータ 3 の回転を検出して回転を妨げるような制御を行う。

## 【 0 0 9 0 】

図 2 0 は、トリガ 2 5 のオフ時のモータ 3 の回転を説明する図である。図 2 0 ( a ) は、トリガ 2 5 をオンした後にトリガ 2 5 をオフにした状態で、モータ 3 は停止している。この状態で、図 2 0 ( b ) のように、電子パルスドライバ 3 0 1 を正転方向に回転させたとしても、モータ 3 が停止しているため、ロータ 3 A はほぼ回転しない。しかしながら、ハンドル部 2 2 から見れば、ロータ 3 A が逆転方向に回転しているものと考えられるため、本実施の形態では、この回転を検出し、回転を妨げる方向、すなわち、正転方向にロータ 3 A を回転させるような電流をモータ 3 に供給する。さらに、図 2 0 ( c ) に示すように、ハンドル部 2 2 を回転させている間はモータ 3 のオン・オフを繰り返して両トルクの釣り合いが取れている状態を維持する。これにより、固定子巻線 U、V、W に電流を流すことによってロータ 3 A が回転するトルクと、留め金具からの反力とが釣り合い、ロータ 3 A はハンドル部 2 2 に対して回転していない状態となるので、作業者はハンドル部 2 2 を回転させることによって、手動で留め金具の締結を行うことができる。

## 【 0 0 9 1 】

図 2 1 は、トリガ 2 5 のオフの時の制御を示すフローチャートである。図 2 1 のフローチャートは、電池 2 4 が装着されるとスタートする。まず、制御部 7 は、トリガ 2 5 がオンされたか否かを判断する ( S 2 0 1 )。トリガ 2 5 がオンされている場合には ( S 2 0 1 : Y E S )、設定されているモードに応じてモータ 3 を作動させ ( S 2 0 2 )、その後、トリガ 2 5 がオフされたか否かを判断する ( S 2 0 3 )。トリガ 2 5 がオフされた場合には ( S 2 0 3 : Y E S )、回転位置検出素子 3 3 A からの信号によってモータ 3 が回転したか否かを判断する ( S 3 0 1 )。モータ 3 が回転した場合 ( S 3 0 1 : Y E S )、モータ 3 に回転を妨げるような電流を供給する ( S 3 0 2 )。具体的には、図 2 0 ( b )、( c ) に示すように、永久磁石 3 C の N 極に対向する位置に S 極が、永久磁石 3 C の S 極に対向する位置に N 極が来るように固定子巻線 U、V、W に流れる電流を制御する。その後、トリガ 2 5 オフ ( S 2 0 3 : Y E S ) から所定時間が経過したか否かを判断する ( S 3 0 3 )。所定時間が経過していない場合は ( S 3 0 3 : N O )、S 3 0 1 に戻る。所定時間が経過すると ( S 3 0 3 : Y E S )、モータ 3 を停止させる ( S 3 0 2 )。

10

## 【 0 0 9 2 】

次に、本発明の第 4 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 4 0 1 について、図 2 2 に基づいて説明する。第 1 の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。第 1 の実施形態では、モータ 3 からの回転はギヤ機構 4 1 を介してスピンドル 4 1 C 及びハンマ 4 2 に伝達されていたが、第 4 の実施形態では、ギヤ機構及びスピンドルを介することなく、モータ 4 0 3 からの出力はハンマ 4 4 2 に伝達される。

20

## 【 0 0 9 3 】

第 1 の実施形態の構成では、ギヤ機構 4 1 がハウジング 2 と接続されているため、モータ 3 がギヤ機構 4 1 を回転させることによって生じる反作用の力が、電子パルスドライバ 1 ( ハウジング 2 ) に生じていた。より詳細には、ギヤ機構 4 1 を介してスピンドル 4 1 C を一方向に回転させたとき、ギヤ機構 4 1 により一方向と逆方向の回転力 ( 反作用の力 ) が電子パルスドライバ 1 に生じ、この回転力がモータ 3 の出力軸 3 1 の軸芯を回転中心としてハンドル部 2 2 を逆方向に回転させていた ( 反動 )。特に、ハンマ 4 2 とスピンドル 4 1 C とが常に一体的に回転する電子パルスモード時は、上記の反動がより顕著となる。しかし、第 4 の実施形態では、ギヤ機構を備えていないため、上記の反作用の力は、永久磁石 3 C からハウジング 2 ヘステータ 3 B を介してソフトに伝達される。従って、電子パルスドライバ 4 0 1 は反動の少ない作業性の優れた電動工具となる。さらに、反動がなくなり軽快に締結作業を行うことができるため、パルスの打撃数を減らすことができ、消費電力を抑えることができる。

30

## 【 0 0 9 4 】

図 2 2 に示すように、ハウジング 2 内には、インナーカバー 4 2 9 が設けられている。モータ 4 0 3 には、ロータ 4 0 3 A と、ステータ 4 0 3 B と、前後方向に延びる出力軸 4 3 1 とから主に構成されるブラシレスモータである。出力軸 4 3 1 の先端には棒状部材 4 3 4 が同軸回転可能に設けられている。棒状部材 4 3 4 は、インナーカバー 4 2 9 に回転可能に支承されている。棒状部材 4 3 4 の先端にはハンマ 4 4 2 が固定されており、棒状部材 4 3 4 はハンマ 4 4 2 と一体回転するように構成されている。ハンマ 4 4 2 は、第 1 係合突起 4 4 2 A 及び第 2 係合突起 4 4 2 B を有している。ハンマ 4 4 2 の第 1 係合突起 4 4 2 A 及び第 2 係合突起 4 4 2 B は、それぞれアンビル 5 2 の第 1 被係合突起 5 2 A 及び第 2 被係合突起 5 2 B と共に回転することによってアンビル 5 2 に回転力を付与し、互いに衝突することによってアンビル 5 2 に打撃力を付与している。

40

## 【 0 0 9 5 】

ここで、本実施の形態では、ギヤ機構 ( 減速機 ) を備えていないため、モータ 4 0 3 は、最初から回転速度の遅いものを用いている。しかしながら、このような構成において、第 1 の実施の形態のように出力軸 4 3 1 上にファンを設けたとしても、回転速度が遅いため、十分な冷却効果は得られない。また、本実施の形態では、ギヤ機構 ( 減速機 ) を備え

50

ていないため、モータ４０３は、最初から出力トルクの大きなものを用いている。そのため、本実施の形態のモータ４０３は、第１の実施形態のモータ３と比較すると大きなサイズを有していることとなり、第１の実施の形態よりも大きな冷却力を必要とすることとなる。

#### 【００９６】

そこで、本実施の形態では、ハンドル部２２の下部にファン４３２を設け、モータ４０３の回転とは無関係に回転させる。詳細には、ファン４３２は、制御部７に接続されており、制御部７は、トリガ２５が引かれるとファン４３２が回転し、トリガ２５がオフになるとファン４３２が停止するような制御を行う。また、本実施の形態では、ハンドル部２２の下部には吸気口４３４が、胴体部２１の上部には排気口４３５が形成されており、図２２の矢印のように空気が移動する。このような構成により、モータ４０３の回転速度が遅く、かつ、モータ４０３のサイズが大きな場合であっても、十分な冷却効果を発揮させることが可能となる。更に、ファン４３２をハンドル部２２内に配置することにより、電子パルスドライバ４０１の胴体部２１の前後方向の長さを短くすることもできる。

10

#### 【００９７】

また、ハンドル部２２の外枠には、ファンスイッチ４０２Ｄが設けられており、ファンスイッチ４０２Ｄを押すことでトリガ２５を引くことなくファン４３２を回転させることができる。これにより、例えば、モータ４０３の温度上昇がライト２Ａによって報知された際、ファンスイッチ４０２Ｄを押すことでトリガ２５を引くことなくモータ４０３、基板２６、及び回路基板３３を強制的に冷却することができる。

20

#### 【００９８】

次に、本発明の第５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５０１について、図２３に基づいて説明する。第１の実施形態及び第４の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。

#### 【００９９】

本実施の形態では、ファン５３２が、胴体部２１内のモータ４０３の後方に設けられている。ファン５３２は、制御部７と接続されており、制御部７は、トリガ２５が引かれるとファン５３２が回転し、トリガ２５がオフになるとファン５３２が停止するように制御する。また、図１及び図２と同様に、胴体部２１の後端及び後部には外気を導入するための吸気口２１ｂが、胴体部２１の中央部には外気を導入するための排気口２１ｃ形成されている。このように、ファン５３２をモータ４０３の後方に配置することにより、冷却風が直接モータ４０３に当たるため冷却効率を向上させることが可能となる。

30

#### 【０１００】

次に、本発明の第６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６０１について、図２４から２６に基づいて説明する。第１の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。

#### 【０１０１】

本実施の形態では、図２４から２６に示すように、ハンドル部２２に、ダイヤル２７の代わりにダイヤル６２７が設けられている。ダイヤル６２７の円盤部６２７Ｂは透明な部材で構成されており、これにより、ＬＥＤ２６Ｂの光は円盤部６２７Ｂを透過してダイヤルシール２９を下側から照射することができる。また、円盤部６２７の下面には複数の凸部６２７Ｅが下方に突出するように設けられている。複数の凸部６２７Ｅは、貫通孔６２７ａを中心に円周状に等間隔に配置されており、図２６に示すように、ダイヤル支持部２８のボール２８Ａが凸部６２７Ｅ同士の間位置した場合に、電子パルスモードにおける各モードに設定されることとなる。

40

#### 【０１０２】

なお、本発明の電動工具は、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。

#### 【０１０３】

上述の実施形態では、基板２６上にジャイロセンサ２６Ａを設けてハンドル部２２に生

50

じる反動を検出したが、基板 2 6 上に位置センサを設けて、ハンドル部 2 2 が移動した距離によってハンドル部 2 2 に生じる反動を検出しても良い。同様に、ジャイロセンサ 2 6 A の代わりに加速度センサを設けてもよい。しかし、加速度センサは、その出力がハウジングの移動量とは直接結びつかないので、反動の検出には不向きである。例えば、加速度センサでは、ハウジングや加速度センサ自体の振動も出力してしまうことになり、実際のハウジングの移動とは異なるものとなってしまふものである。従って、ハウジングの移動量を示すものとして有効な速度センサを用いることが好ましい。

【 0 1 0 4 】

また、上記実施の形態においては、反動を検出するためにジャイロセンサを用いたが、これ以外に例えば、GPS でハウジングの移動量を計測するようにしても良く、この場合にはハウジングの時間当たりの移動量が所定値以上になった場合には、モータを正転から逆転へと変更するようにすればよい。また、GPS ではなく画像センサを用いるようにしてもよい。

10

【 0 1 0 5 】

また、ジャイロセンサの代わりに電流を検出することによって反動を検出してもよい。但し、反動は電流の出力値と対応していない場合もあり、ジャイロセンサの出力値は反動と常に対応したものである。このため、電流によって反動を検出する場合よりも、ジャイロセンサによって反動を検出する方がより高精度に反動を検出することができる。また、ジャイロセンサの代わりに出力軸にトルクセンサを設けることも考えられるが、トルクセンサの出力も反動に対応してない場合があり、ジャイロセンサの方がより高精度に反動を検出することができる。

20

【 0 1 0 6 】

上述の実施形態では、LED 2 6 B は単色 LED を使用したが、フルカラー LED を設けても良い。その際、ダイヤル 2 7 によって設定されたモードによって色を変化させてもよい。また、ダイヤル 2 7 にカラーセロハンを張ることによって、各モードの色を変化させてもよい。また、胴体部 2 1 に新たに報知ライトを設けて、設定されたモードによって報知ライトの色を変化させても良い。これにより、作業者はより手元に近い位置で設定モードを確認することができる。

【 0 1 0 7 】

第 3 の実施形態では、モータ 3 の回転を検出して回転を妨げるような制御を行ったが、ロータ 3 A が図 2 0 ( b ) に示す方向に回転した場合のみ上記制御を行って、ロータ 3 A が図 2 0 ( b ) に示す方向とは逆方向に回転した場合は図 1 7 ( b ) に示すように留め金具を回転させないようにロータ 3 A を制御してもよい。これによって、第 1 の実施形態のように電子パルスドライバをラチェットレンチのように使用することができる。

30

【 0 1 0 8 】

第 4、5 の実施形態では、トリガ 2 5 のオフにより自動的にファン 4 3 2、5 3 2 が停止したが、トリガ 2 5 をオフした時にサーミスタ 3 3 B の検出温度が所定値以上である場合には、温度が所定値以下になるまで自動的にファン 4 3 2、5 3 2 を駆動させてもよい。

【 0 1 0 9 】

40

また、第 2 の実施の形態におけるステータに流す電流は、少なくとも 1 つのコイルと少なくとも 1 つの磁石が引き付けあうように流れればよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

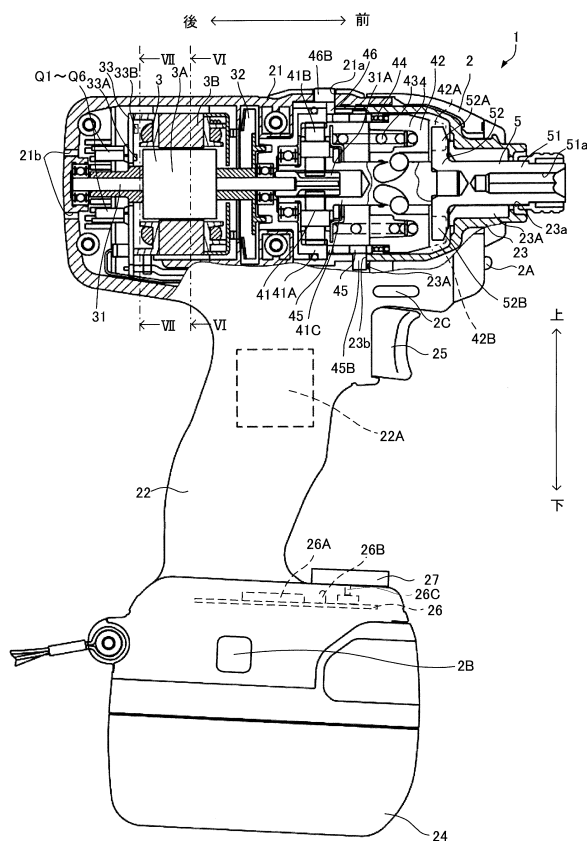
- 1・・・電子パルスドライバ
- 3・・・モータ
- 3 A・・・ロータ
- 3 B・・・ステータ
- 7・・・制御部
- 2 4・・・電池

50

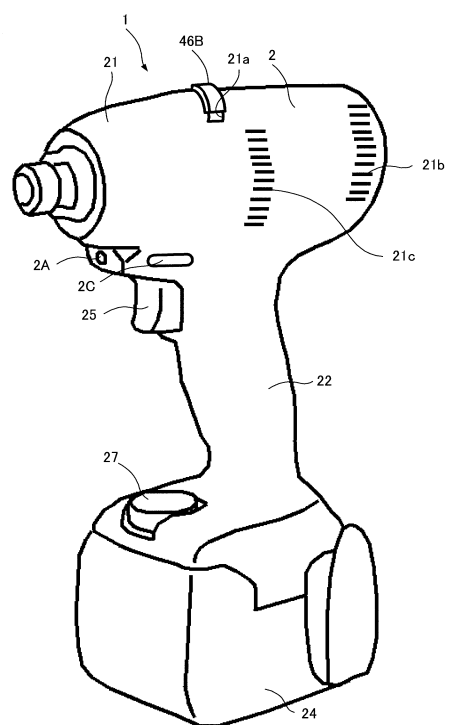
26A・・・ジャイロセンサ  
 26B・・・LED  
 27・・・ダイヤル  
 32・・・ファン  
 33・・・回路基板  
 33A・・・回転位置検出素子  
 33B・・・サーミスタ  
 42・・・ハンマ  
 52・・・アンビル  
 Q1～Q6・・・スイッチング素子

10

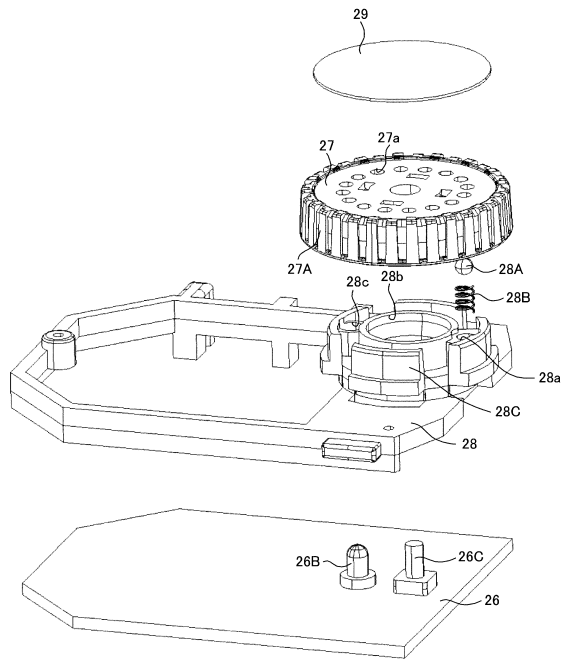
【図1】



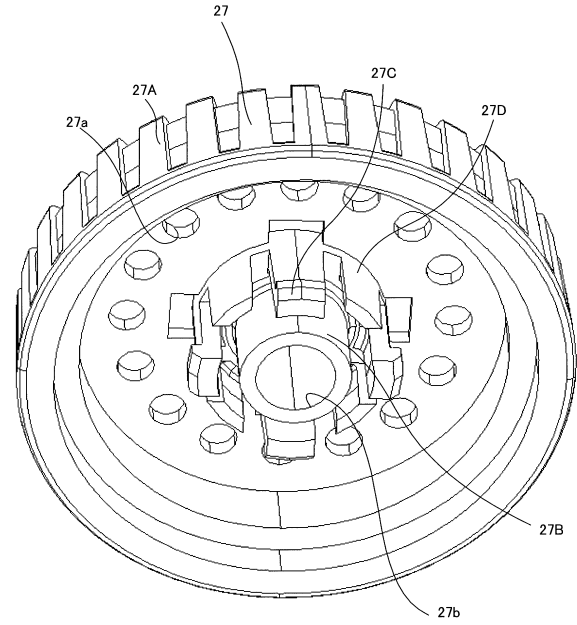
【図2】



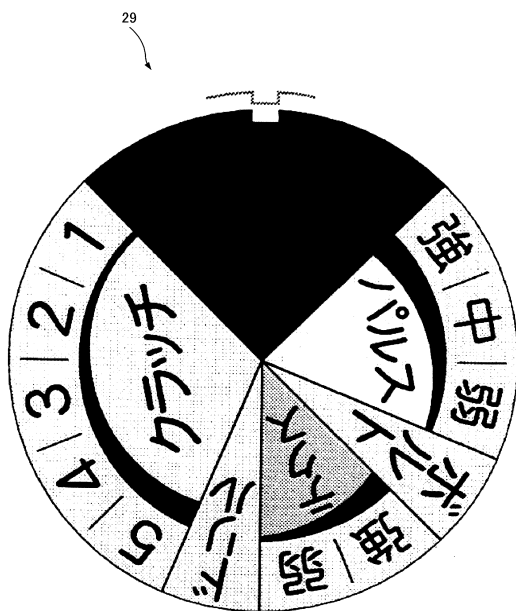
【図 3】



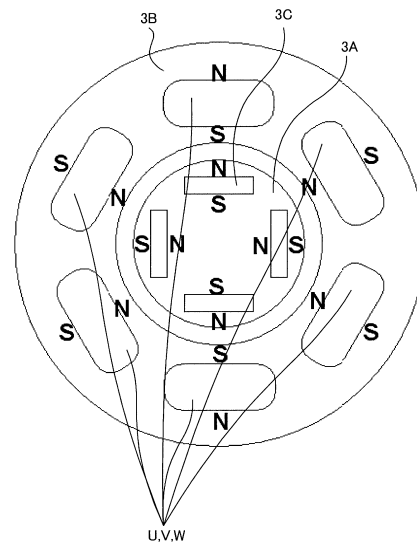
【図 4】



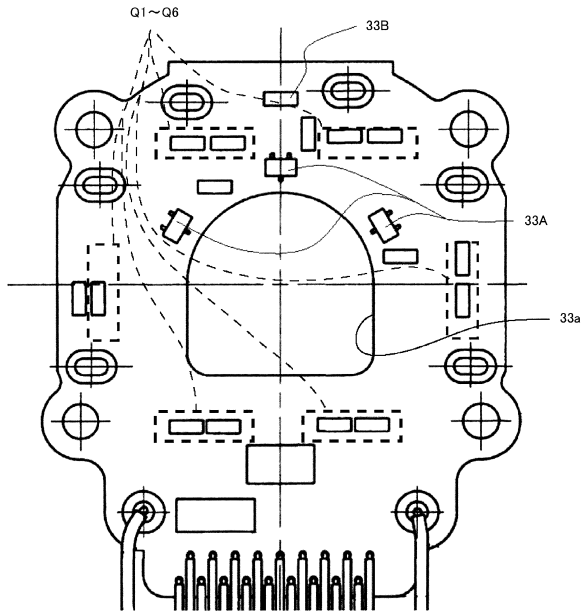
【図 5】



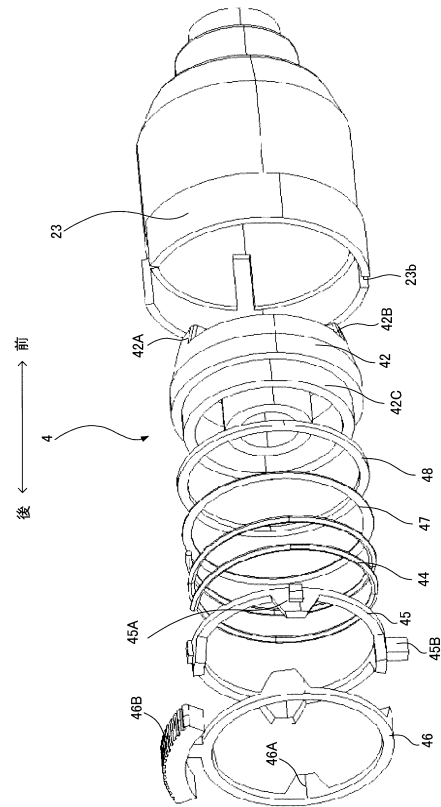
【図 6】



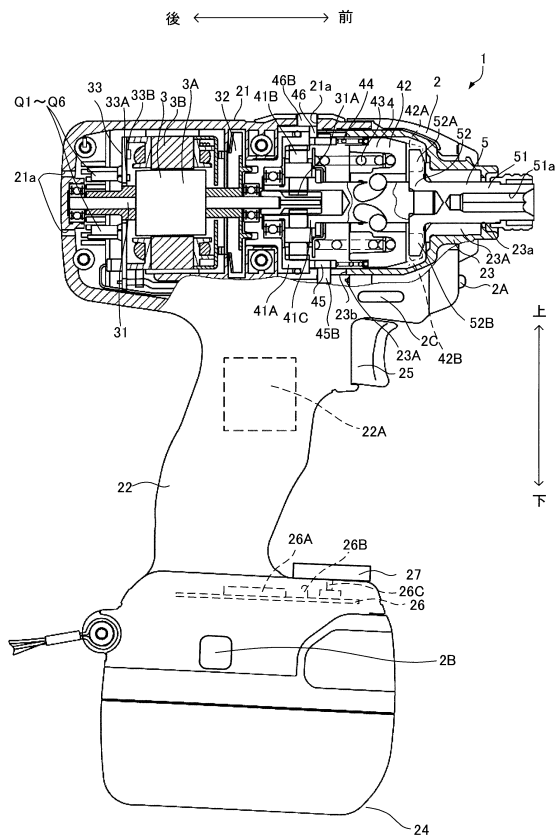
【 図 7 】



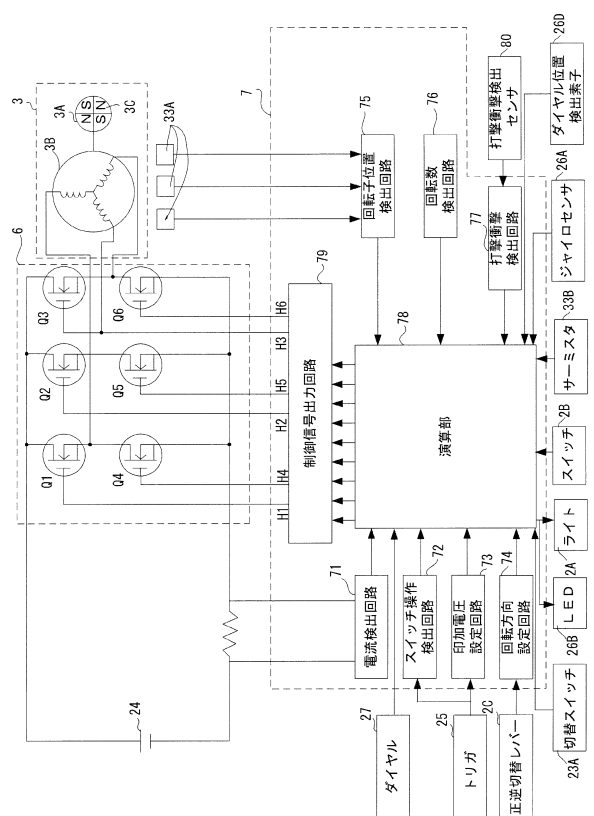
【 図 8 】



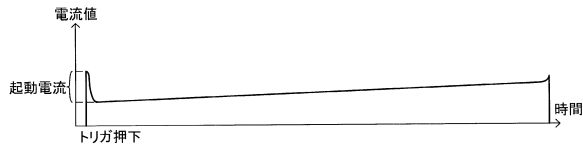
【圖 9】



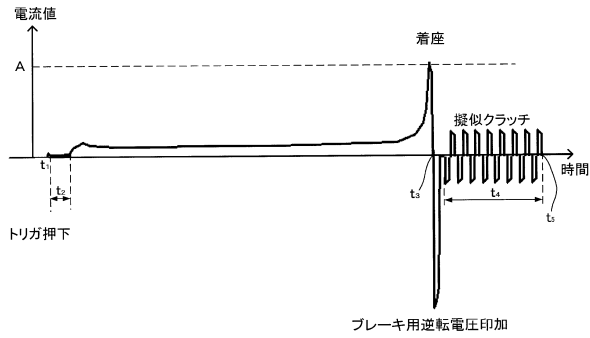
【 図 1 0 】



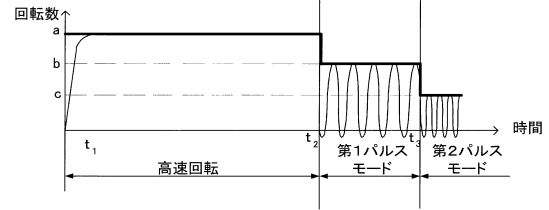
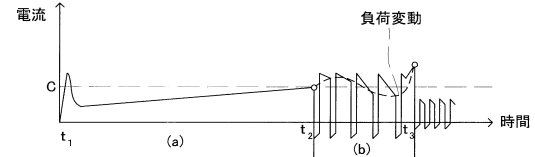
【図 1 1】



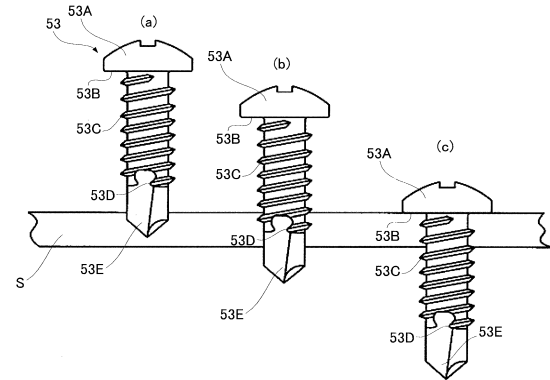
【図 1 2】



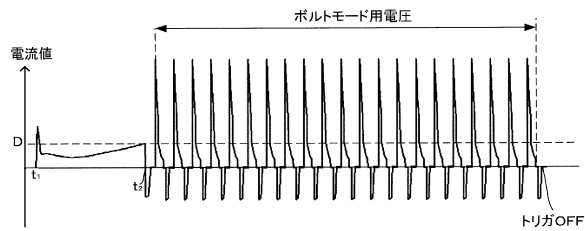
【図 1 3 A】



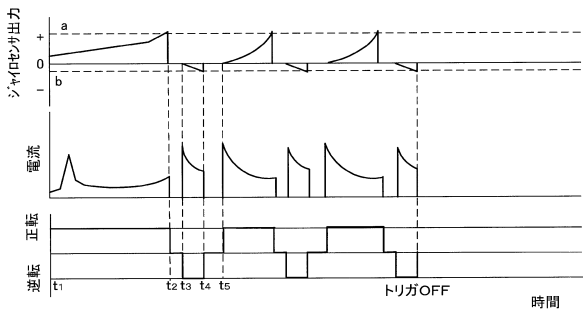
【図 1 3 B】



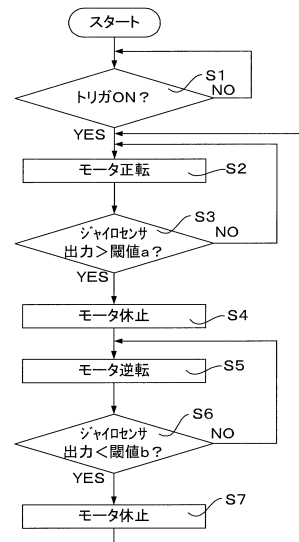
【図 1 4】



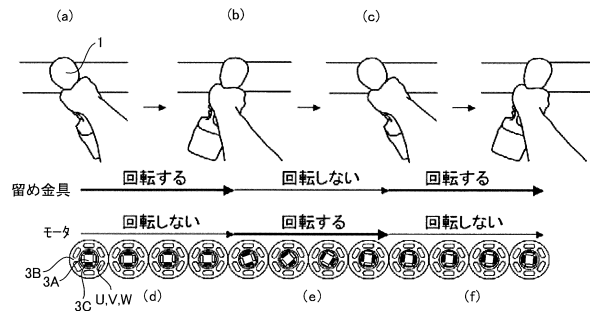
【図 1 5】



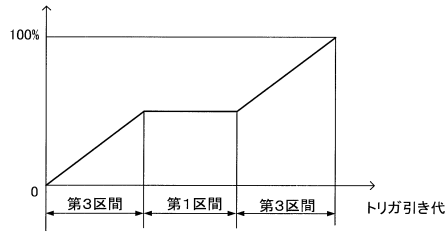
【図 1 6】



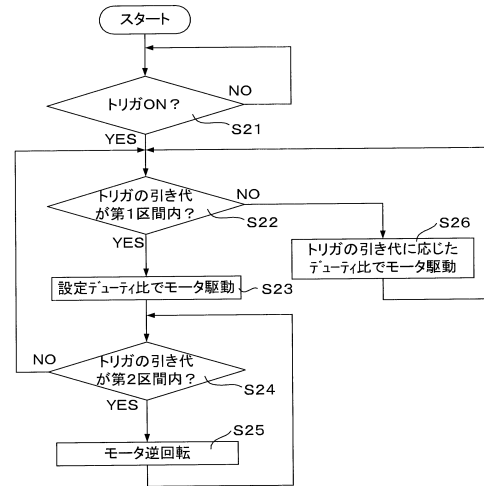
【図 17 A】



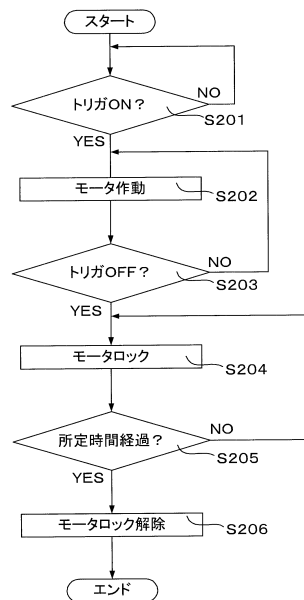
【図 17 B】



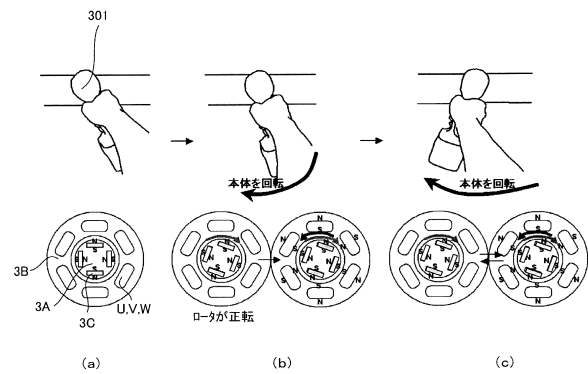
【図 18】



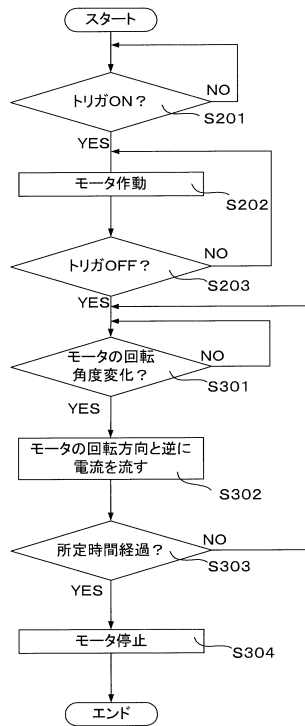
【図 19】



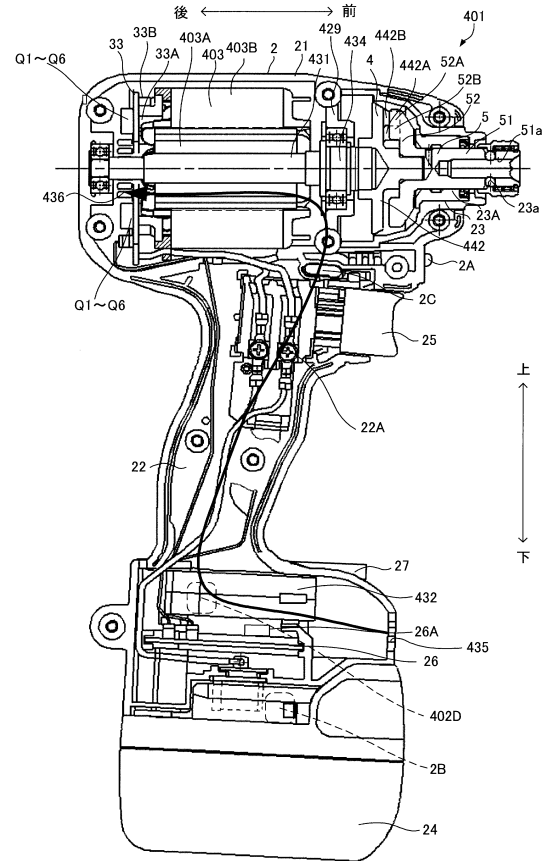
【図 20】



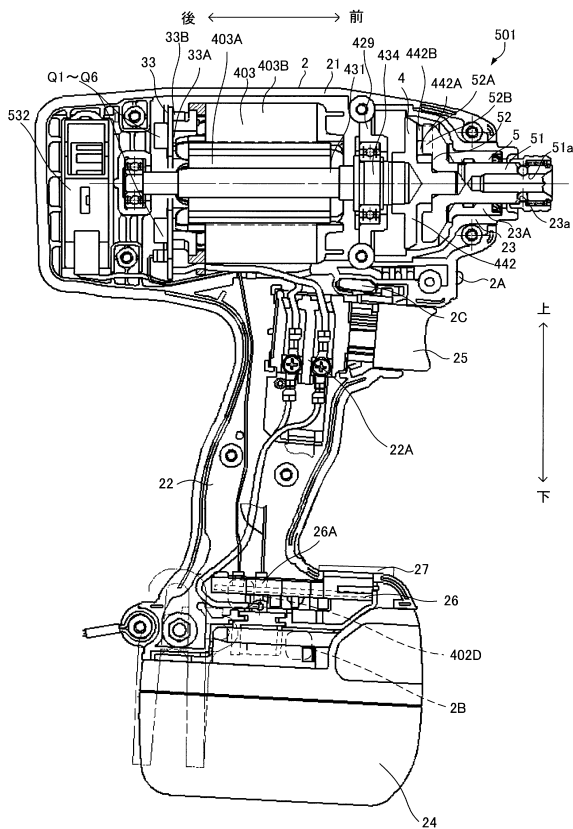
【図 2 1】



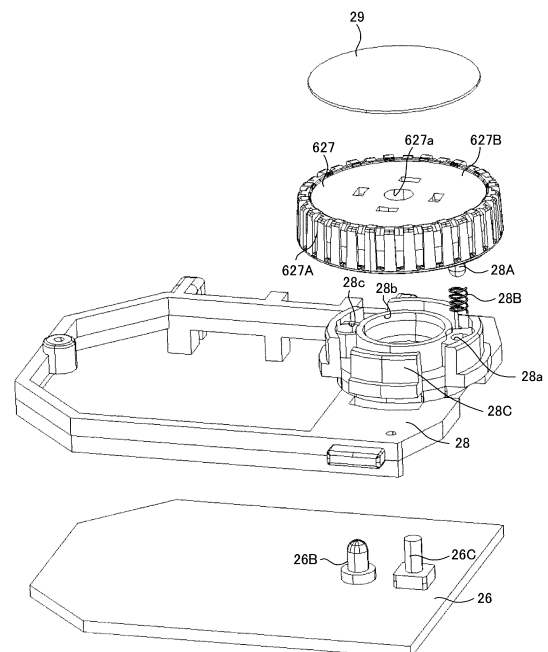
【図 2 2】



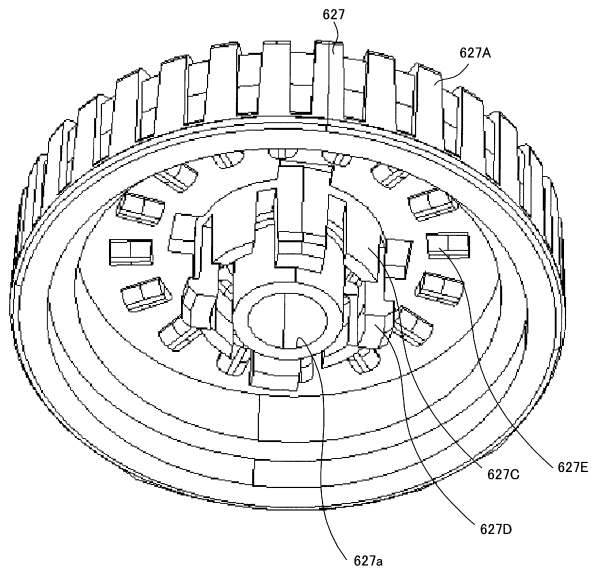
【図 2 3】



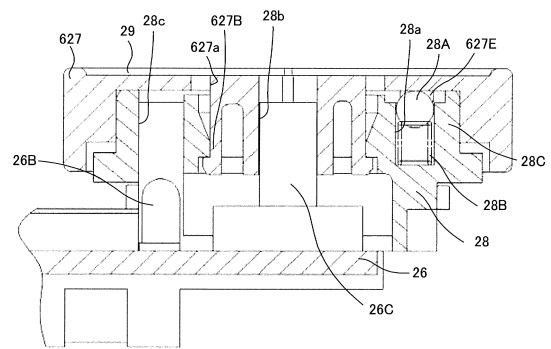
【図 2 4】



【図 25】



【図 26】



---

フロントページの続き

- (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
- (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 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 角 敦  
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 武田 岳史  
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 小倉 政幸  
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２０１０－０００５６６（ＪＰ，Ａ）  
特開２００９－０７８３１７（ＪＰ，Ａ）

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