

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-187183

(P2019-187183A)

(43) 公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)	
H02P	6/08	(2016.01)	H02P	6/08	5H560
B25F	5/00	(2006.01)	B25F	5/00	G
			B25F	5/00	C

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-78620 (P2018-78620)
 (22) 出願日 平成30年4月16日 (2018.4.16)

(71) 出願人 000137292
 株式会社マキタ
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
 (74) 代理人 110000110
 特許業務法人快友国際特許事務所
 (72) 発明者 加藤 窓
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
 (72) 発明者 林 克名
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
 (72) 発明者 竹田 幸市
 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内

最終頁に続く

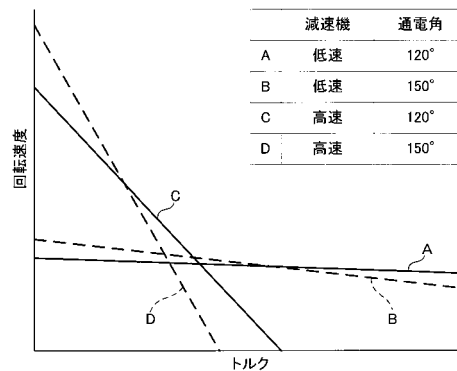
(54) 【発明の名称】 電動工具

(57) 【要約】

【課題】 電動工具の速度 - トルク特性を調整し得る技術を提供する。

【解決手段】 電動工具は、工具を駆動する三相ブラシレス型のモータと、モータと工具との間に設けられており、減速比を少なくとも第1減速比と第2減速比との間で変更可能な減速機と、モータを矩形波駆動するとともに、通電角を少なくとも第1通電角と第2通電角との間で変更可能なモータ制御装置とを備える。第1通電角と第2通電角は、例えば120度以上180度以下の任意の角度であってよい。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

工具を駆動する三相ブラシレス型のモータと、
前記モータと前記工具との間に設けられており、減速比を少なくとも第 1 減速比と第 2 減速比との間で変更可能な減速機と、
前記モータを矩形波駆動するとともに、通電角を少なくとも第 1 通電角と第 2 通電角との間で変更可能なモータ制御装置と、
を備える電動工具。

【請求項 2】

前記モータ制御装置は、前記通電角が一定に固定される第 1 駆動モードと、前記通電角が少なくとも前記第 1 通電角と前記第 2 通電角との間で変更される第 2 駆動モードと、を選択的に実行可能である、請求項 1 に記載の電動工具。

10

【請求項 3】

ユーザによって操作される少なくとも一つの操作部材をさらに備え、
前記モータ制御装置は、前記少なくとも一つの操作部材に加えられた操作に応じて、前記第 1 駆動モードと前記第 2 駆動モードとの一方を選択的に実行する、請求項 2 に記載の電動工具。

【請求項 4】

前記少なくとも一つの操作部材は、前記第 1 駆動モードと前記第 2 駆動モードとを切り替えるための第 1 操作部材を含み、

20

前記モータ制御装置は、前記第 1 操作部材に加えられた操作に応じて、前記第 1 駆動モードと前記第 2 駆動モードとの一方を選択的に実行する、請求項 3 に記載の電動工具。

【請求項 5】

前記少なくとも一つの操作部材は、前記減速機の前記減速比を変更するための第 2 操作部材を含み、

前記モータ制御装置は、前記第 2 操作部材に加えられた操作に応じて、前記第 1 駆動モードと前記第 2 駆動モードとの一方を選択的に実行する、請求項 3 又は 4 に記載の電動工具。

【請求項 6】

前記第 2 操作部材は、ユーザによって第 1 位置と第 2 位置との間で操作され、
前記第 2 操作部材が前記第 1 位置に操作されると、前記減速機の前記減速比が前記第 1 減速比に設定されるとともに、前記モータ制御装置が前記第 1 駆動モードを選択し、
前記第 2 操作部材が前記第 2 位置に操作されると、前記減速機の前記減速比が前記第 2 減速比に設定されるとともに、前記モータ制御装置が前記第 2 駆動モードを選択する、請求項 5 に記載の電動工具。

30

【請求項 7】

前記第 2 減速比は、前記第 1 減速比よりも小さい、請求項 6 に記載の電動工具。

【請求項 8】

前記少なくとも一つの操作部材は、前記工具の回転方向を正方向と逆方向との間で切り替えるための第 3 操作部材を含み、

40

前記モータ制御装置は、前記第 3 操作部材に加えられた操作に応じて、前記第 1 駆動モードと前記第 2 駆動モードとの一方を選択的に実行する、請求項 3 から 7 のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 9】

前記第 3 操作部材は、ユーザによって第 3 位置と第 4 位置との間で操作され、
前記第 3 操作部材が前記第 3 位置に操作されると、前記工具の回転方向が前記正方向に設定されるとともに、前記モータ制御装置が前記第 2 駆動モードを選択し、

前記第 3 操作部材が前記第 4 位置に操作されると、前記工具の回転方向が前記逆方向に設定されるとともに、前記モータ制御装置が前記第 1 駆動モードを選択する、請求項 8 に記載の電動工具。

50

【請求項 10】

前記少なくとも一つの操作部材は、ユーザによって第1位置と第2位置との間で操作される第2操作部材と、ユーザによって第3位置と第4位置との間で操作される第3操作部材とを含み、

前記第2操作部材が前記第1位置に操作されると、前記減速機の前記減速比は前記第1減速比に設定され、前記第2操作部材が前記第2位置に操作されると、前記減速機の前記減速比は前記第2減速比に設定され、

前記第3操作部材が前記第3位置に操作されると、前記工具の回転方向は正方向に設定され、前記第3操作部材が前記第4位置に操作されると、前記工具の回転方向が逆方向に設定され、

前記第2操作部材が前記第2位置に操作されるとともに前記第3操作部材が前記第3位置に操作されたときに限って、前記モータ制御装置が前記第2駆動モードを選択する、請求項3に記載の電動工具。

【請求項 11】

前記モータ制御装置は、前記工具に加えられる負荷に応じて変動する状態指標に応じて、前記通電角を変更する、請求項1から10のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 12】

前記状態指標は、前記モータの電流、前記モータの回転速度、前記モータの温度、前記モータに電力を供給するバッテリーの電圧、及び、前記モータ制御装置に含まれるスイッチング素子の温度、のうちの少なくとも一つである、請求項11に記載の電動工具。

【請求項 13】

前記モータ制御装置は、前記状態指標に関して少なくとも一つの閾値を記憶しており、前記状態指標と前記少なくとも一つの閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を変更する、請求項11又は12に記載の電動工具。

【請求項 14】

前記少なくとも一つの閾値は、第1閾値及び第2閾値を含み、

前記通電角が第1通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第1閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第2通電角へ変更し、

前記通電角が第2通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第2閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第1通電角へ変更する、請求項13に記載の電動工具。

【請求項 15】

前記少なくとも一つの閾値は、第1閾値、第2閾値、第3閾値及び第4閾値を含み、

前記減速機の前記減速比が前記第1減速比であるとともに、前記通電角が前記第1通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第1閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第2通電角へ変更し、

前記減速機の前記減速比が前記第1減速比であるとともに、前記通電角が前記第2通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第2閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第1通電角へ変更し、

前記減速機の前記減速比が前記第2減速比であるとともに、前記通電角が前記第1通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第3閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第2通電角へ変更し、

前記減速機の前記減速比が前記第2減速比であるとともに、前記通電角が前記第2通電角に設定されているときは、前記モータ制御装置は、前記状態指標と前記第4閾値との大小関係に基づいて、前記通電角を前記第1通電角へ変更する、請求項13に記載の電動工具。

【請求項 16】

前記モータ制御装置によって設定された前記通電角を報知する報知部をさらに備える、請求項1から15のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記減速機によって設定された前記減速比を報知する報知部をさらに備える、請求項 1 から 16 のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 18】

前記減速機によって設定された前記減速比を検出する第 1 検出部をさらに備える、請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の電動工具。

【請求項 19】

前記第 1 検出部は、接触式センサを有する、請求項 18 に記載の電動工具。

【請求項 20】

前記第 1 検出部は、非接触式センサを有する、請求項 18 に記載の電動工具。

【請求項 21】

前記工具の回転速度を検出する第 2 検出部をさらに備え、

前記モータ制御装置は、前記第 2 検出部による検出値に基づいて、設定された前記減速機の減速比を検出する、請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の電動工具。

【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、三相ブラシレスモータを有する電動工具に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に、電動工具が開示されている。この電動工具は、工具を駆動する三相ブラシレス型のモータと、そのモータを矩形波駆動するモータ制御装置を備えている。モータ制御装置は、矩形波駆動における通電角を、少なくとも二つの角度の間で変更することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2012/108415 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電動工具は、様々な作業に用いられ、作業に応じた動作が求められる。例えば、電動ドライバドリルの場合、細いねじの締め付けや細いドリルを用いる場合は、工具（ドライバビット）を高速で駆動することが望ましく、太いねじの締め付けや太いドリルを用いる場合は、工具を高トルクで駆動することが望まれる。この点に関して、上記した電動工具によると、通電角を大きくすることで、工具を高速に駆動することができ、通電角を小さくすることで、工具を高トルクで駆動することができる。本明細書は、この技術を活用することによって、新規で有用な電動工具を実現し得る技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書が開示する電動工具は、工具を駆動する三相ブラシレス型のモータと、モータと工具との間に設けられており、減速比を少なくとも第 1 減速比と第 2 減速比との間で変更可能な減速機と、モータを矩形波駆動するとともに、通電角を少なくとも第 1 通電角と第 2 通電角との間で変更可能なモータ制御装置とを備える。一例ではあるが、第 1 通電角と第 2 通電角は、120 度以上 180 度以下の任意の角度であってよい。

【0006】

上記した電動工具によると、電動工具が出力する回転速度とトルクとの間の関係（いわゆる、速度 - トルク特性）を、減速機における減速比の変更と、モータ制御装置における通電角の変更との両者によって、調整することができる。特に、減速機における減速比を変更することで、電動工具の速度 - トルク特性を、比較的大きく変更することができる。それに対して、モータ制御装置における通電角を変更することで、電動工具の速度 - ト

10

20

30

40

50

ルク特性を、比較的細かに調整することができる。そのことから、これらを組み合わせることで、電動工具の速度 - トルク特性を、電動工具が使用される作業に応じて、適切に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例の電動工具10の外観図を示す側面図。

【図2】実施例の電動工具10の外観図を示す平面図。

【図3】実施例の電動工具10の内部構造を示す断面図。

【図4】第1位置と第2位置との間で操作されるギヤ選択スイッチ32を示す。

【図5】ギヤ選択スイッチ32が第1位置にあるときの減速機22を示す断面図。

【図6】ギヤ選択スイッチ32が第2位置にあるときの減速機22を示す断面図。

【図7】実施例の電動工具10の電気的構成を示す回路ブロック図。

【図8】通電角が120度のときにモータ20に供給される電圧波形を示す図。

【図9】通電角が150度のときにモータ20に供給される電圧波形を示す図。

【図10】実施例の電動工具10の速度 - トルク特性を示す図。

【図11】通電角が120度と150の間で徐々に変更される様子を示す図。

【図12】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図13】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図14】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図15】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図16】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図17】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【図18】モータ制御装置24が実行する処理の一例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本技術の一実施形態において、モータ制御装置は、通電角が一定に固定される第1駆動モードと、通電角が少なくとも第1通電角と第2通電角との間で変更される第2駆動モードと、を選択的に実行可能であってよい。このような構成によると、電動工具が使用される作業に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとを使い分けることができる。例えば、通電角の変更が必要とされない作業では、第1駆動モードを選択することによって、通電角の無用な変更を避けることができる。

【0009】

本技術の一実施形態において、電動工具は、ユーザによって操作される少なくとも一つの操作部材をさらに備えてもよい。この場合、モータ制御装置は、少なくとも一つの操作部材に加えられた操作に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。

【0010】

上記した実施形態において、少なくとも一つの操作部材は、第1駆動モードと第2駆動モードとを切り替えるための第1操作部材を含んでよい。この場合、モータ制御装置は、第1操作部材に加えられた操作に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。即ち、第1操作部材は、駆動モードを切り替えるための専用の操作部材であってよく、他の機能を有さなくてもよい。

【0011】

加えて、又は代えて、少なくとも一つの操作部材は、減速機の減速比を変更するための第2操作部材を含んでもよい。この場合、モータ制御装置は、第2操作部材に加えられた操作に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。このような構成によると、ユーザが減速機の減速比を変更したときに、モータ制御装置の駆動モードについても自動的に変更される。

【0012】

一例として、第2操作部材は、ユーザによって第1位置と第2位置との間で操作される

構成であってもよい。この場合、第2操作部材が第1位置に操作されたときは、減速機の減速比が第1減速比に設定されるとともに、モータ制御装置が第1駆動モードを選択してもよい。一方、第2操作部材が第2位置に操作されたときは、減速機の減速比が第2減速比に設定されるとともに、モータ制御装置が第2駆動モードを選択してもよい。このような構成によると、ユーザによって選択された減速機の減速比に応じて、通電角が固定された第1駆動モードと、通電角が変更される第2駆動モードとが選択的に実行される。

【0013】

上記した実施形態において、第2減速比は、第1減速比よりも小さくてもよい。このような構成によると、ユーザが第2減速比を選択したとき、即ち、工具の高速運転を所望したときは、モータ制御装置が第2駆動モードで動作して、通電角の変更が行われる。例えば通電角が120度よりも大きな角度に設定されることで、電動工具は工具をさらに高速で駆動することができる。

10

【0014】

上述した第1及び/又は第2操作部材に加えて、又は代えて、少なくとも一つの操作部材は、工具の回転方向を正方向と逆方向との間で切り替えるための第3操作部材を含んでもよい。この場合、モータ制御装置は、第3操作部材に加えられた操作に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。このような構成によると、ユーザによって選択された工具の回転方向に応じて、通電角が固定された第1駆動モードと、通電角が変更される第2駆動モードとが選択的に実行される。

20

【0015】

一例として、第3操作部材は、ユーザによって第3位置と第4位置との間で操作される構成であってもよい。この場合、第3操作部材が第3位置に操作されたときは、工具の回転方向が正方向に設定されるとともに、モータ制御装置が第2駆動モードを選択してもよい。一方、第3操作部材が第4位置に操作されたときは、工具の回転方向が逆方向に設定されるとともに、モータ制御装置が第1駆動モードを選択してもよい。このような構成によると、モータの回転方向が逆方向に設定されたときは、モータ制御装置が第1駆動モードで動作して、通電角の無用な変更を避けることができる。

【0016】

本技術の一実施形態では、少なくとも一つの操作部材が、ユーザによって第1位置と第2位置との間で操作される第2操作部材と、ユーザによって第3位置と第4位置との間で操作される第3操作部材との両者を含んでもよい。この場合、第2操作部材が第1位置に操作されたときは減速機の減速比が第1減速比に設定され、第2操作部材が第2位置に操作されたときは減速機の減速比は第2減速比に設定されてもよい。また、第3操作部材が第3位置に操作されたときは工具の回転方向が正方向に設定され、第3操作部材が第4位置に操作されたときは工具の回転方向が逆方向に設定されてもよい。そして、第2操作部材が第2位置に操作されるとともに第3操作部材が第3位置に操作されたときに限って、モータ制御装置が第2駆動モードを選択してもよい。このような構成によると、ユーザが工具の正方向への高速運転を所望したときに限って通電角の変更が行われ、その他の場合は通電角の変更を禁止することができる。

30

【0017】

本技術の一実施形態では、モータ制御装置が、工具に加えられる負荷に応じて変動する状態指標に応じて、通電角を変更してもよい。このような構成によると、電動工具は、実際の作業内容又は作業状態に応じて、通電角を適切に変更することができる。例えば工具に加えられている負荷が小さい場合、電動工具は、通電角をより大きくすることによって、工具をより高速で駆動することができる。

40

【0018】

上記した状態指標は、特に限定されないが、モータの電流、モータの回転速度、モータの温度、モータに電力を供給するバッテリーの電圧、及び、モータ制御装置に含まれるスイッチング素子の温度、のうちの少なくとも一つであってもよい。これらの指標は、工具に加えられる負荷に対応するとともに、対応する検出部等によって比較的検出しやすい。

50

【0019】

モータ制御装置は、前記した状態指標に関して、少なくとも一つの閾値を記憶していてもよい。この場合、モータ制御装置は、状態指標と少なくとも一つの閾値との大小関係に基づいて、通電角を変更してもよい。一例ではあるが、状態指標がモータの電流である場合、モータ制御装置は、モータの電流が閾値を上回るときに、通電角を第1通電角に設定し、モータの電流が閾値を下回るときに、通電角を第2通電角に設定してもよい。この場合、第2通電角は、第1通電角よりも大きな角度とすることができる。

【0020】

上記した少なくとも一つの閾値は、第1閾値及び第2閾値を含んでもよい。この場合、通電角が第1通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第1閾値との大小関係に基づいて、通電角を第2通電角へ変更してもよい。また、通電角が第2通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第2閾値との大小関係に基づいて、通電角を第1通電角へ変更してもよい。このような構成によると、状態指標が閾値の近傍で小さく変動する場合でも、通電角が無用に切り替えられることを避けることができる。

10

【0021】

あるいは、前記した少なくとも一つの閾値は、第1閾値、第2閾値、第3閾値及び第4閾値を含んでもよい。この場合、減速機の減速比が第1減速比であるとともに、通電角が第1通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第1閾値との大小関係に基づいて、通電角を第2通電角へ変更してもよい。また、減速機の減速比が第1減速比であるとともに、通電角が第2通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第2閾値との大小関係に基づいて、通電角を第1通電角へ変更してもよい。また、減速機の減速比が第2減速比であるとともに、通電角が第1通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第3閾値との大小関係に基づいて、通電角を第2通電角へ変更してもよい。そして、減速機の減速比が第2減速比であるとともに、通電角が第2通電角に設定されているときは、モータ制御装置は、状態指標と第4閾値との大小関係に基づいて、通電角を第1通電角へ変更してもよい。このような構成によると、選択された減速機の減速比に応じて、通電角が変更されるときに状態指標を変更することができる。

20

【0022】

本技術の一実施形態では、電動工具が、モータ制御装置によって設定された通電角をユーザに報知する報知部をさらに備えてもよい。加えて、又は代えて、電動工具は、減速機によって設定された減速比を報知する報知部をさらに備えてもよい。

30

【0023】

本技術の一実施形態では、減速機によって設定された減速比を検出する第1検出部をさらに備えてもよい。この場合、第1検出部は、例えば有接点スイッチといった、接触式センサを有してもよい。あるいは、第1検出部は、例えばホール素子といった、非接触式センサを有してもよい。

【0024】

上記に加え、又は代えて、電動工具は、工具の回転速度を検出する第2検出部をさらに備えてもよい。この場合、モータ制御装置は、第2検出部による検出値に基づいて、減速機によって設定された減速比を検出してよい。即ち、モータ制御装置は、自身が駆動しているモータの回転速度と、検出された工具の回転速度との間の関係（例えば比率）に基づいて、減速機によって設定された減速比を検出してよい。

40

【0025】

以下では、本発明の代表的かつ非限定的な具体例について、図面を参照して詳細に説明する。この詳細な説明は、本発明の好ましい例を実施するための詳細を当業者に示すことを単純に意図しており、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。また、以下に開示される追加的な特徴ならびに発明は、さらに改善された電動工具を提供するために、他の特徴や発明とは別に、又は共に用いることができる。

50

【0026】

また、以下の詳細な説明で開示される特徴や工程の組み合わせは、最も広い意味において本発明を実施する際に必須のものではなく、特に本発明の代表的な具体例を説明するためにのみ記載されるものである。さらに、上記及び下記の代表的な具体例の様々な特徴、ならびに、独立請求項及び従属請求項に記載されるものの様々な特徴は、本発明の追加的かつ有用な実施形態を提供するにあたって、ここに記載される具体例のとおり、あるいは列挙された順番のとおりに組合せなければならないものではない。

【0027】

本明細書及び/又は特許請求の範囲に記載された全ての特徴は、実施例及び/又は特許請求の範囲に記載された特徴の構成とは別に、出願当初の開示ならびに特許請求された特定事項に対する限定として、個別に、かつ互いに独立して開示されることを意図するものである。さらに、全ての数値範囲及びグループ又は集団に関する記載は、出願当初の開示ならびに特許請求された特定事項に対する限定として、それらの中間の構成を開示する意図を持ってなされている。

【実施例】

【0028】

図面を参照しながら、実施例の電動工具10について説明する。一例ではあるが、本実施例における電動工具10は、電動ドライバドリルであり、ねじ又はボルトに係合する工具(例えばドライバビット)を、電力によって駆動することができる。図1、図2に示すように、電動工具10は、ハウジング12と、ハウジング12に対して回転可能に設けられた工具チャック14とを備える。工具チャック14は、ドライバビットといった工具を着脱可能に構成されている。なお、本実施例で説明する技術は、電動ドライバドリルに限られず、様々な種類の電動工具に適用することができる。

【0029】

ハウジング12は、概して、筒状の本体部12aと、本体部12aから延びるグリップ部12bとを備える。工具チャック14は、本体部12aの前端に位置している。グリップ部12bは、ユーザによって把持される。グリップ部12bの先端には、バッテリーインターフェース16が設けられている。バッテリーインターフェース16は、電動工具10の電源であるバッテリーパック18を着脱可能に受け入れる。なお、他の実施形態として、電動工具10は、バッテリーパック18を電源とするコードレス型の機器ではなく、商用電源(例えばコンセント)に接続されるコード式の機器であってもよい。

【0030】

図3に示すように、ハウジング12の内部には、工具チャック14(即ち、工具)を駆動するためのモータ20と、モータ20と工具チャック14との間に設けられた減速機22と、モータ20の動作を制御するモータ制御装置24とを備える。モータ20は、三相ブラシレス型のモータである。モータ20には、モータ制御装置24を介して、バッテリーパック18から電力が供給される。モータ20の回転運動は、減速機22を介して工具チャック14に伝達される。このとき、減速機22は、その減速比に応じて、回転速度を低下させるとともに、トルクを増大させる。減速機22は、減速比を変更可能に構成されている。一例ではあるが、本実施例における減速機22は、第1減速比と第2減速比との間で、減速比を変更することができる。第2減速比は、第1減速比よりも大きい。即ち、減速機22の減速比が第1減速比から第2減速比に変更されると、工具チャック14の回転速度が増大する一方で、工具チャック14のトルクは低下する。

【0031】

なお、減速機22の具体的な構成については特に限定されない。減速機22は、減速比を少なくとも二つの減速比の間で変更可能なものであればよい。一例ではあるが、本実施例における減速機22は、直列に接続された複数の遊星歯車機構を有しており、一部の遊星歯車機構について有効/無効を切り替えることにより、減速比を変更するように構成されている。この点については、後段において詳細に説明する。

【0032】

電動工具 10 には、いくつかの操作部材が設けられている。これらの操作部材は、ユーザによって操作されるように構成されている。例えば、電動工具 10 は、トリガスイッチ 30 を備える。トリガスイッチ 30 は、電動工具 10 を作動及び作動停止させるために、ユーザによって操作される操作部材の一例である。トリガスイッチ 30 は、他の種類のスイッチ又は操作部材に変更されてもよい。特に限定されないが、トリガスイッチ 30 は、グリップ部 12 b の基端の近傍に設けられている。ユーザがトリガスイッチ 30 を操作すると、電動工具 10 はモータ 20 を回転駆動し、ユーザがトリガスイッチ 30 の操作を解除すると、電動工具 10 はモータ 20 の回転駆動を停止する。

【0033】

電動工具 10 は、ギヤ選択スイッチ 32 をさらに備える。ギヤ選択スイッチ 32 は、減速機 22 の減速比を変更するために、ユーザによって操作される操作部材の一例である。特に限定されないが、本実施例におけるギヤ選択スイッチ 32 は、スライド式のスイッチであり、ハウジング 12 の本体部 12 a の上面に設けられている。なお、ギヤ選択スイッチ 32 は、他の種類のスイッチ又は操作部材に変更されてもよい。図 4 に示すように、ギヤ選択スイッチ 32 は、低速運転用（即ち、高トルク運転用）の第 1 位置と、高速運転用（即ち、低トルク運転用）の第 2 位置との間で操作されるように構成されている。なお、図 4 の左欄は、第 1 位置にあるギヤ選択スイッチ 32 を示し、図 4 の右欄は、第 2 位置にあるギヤ選択スイッチ 32 を示す。ギヤ選択スイッチ 32 が第 1 位置に操作されると、減速機 22 の減速比は第 1 減速比に設定される。ギヤ選択スイッチ 32 が第 2 位置に操作されると、減速機 22 の減速比は第 2 減速比に設定される。

【0034】

電動工具 10 は、回転方向選択スイッチ 34 をさらに備える。回転方向選択スイッチ 34 は、工具チャック 14 の回転方向（即ち、工具の回転方向）を、正方向と逆方向との間で切り替えるための操作部材の一例である。特に限定されないが、本実施例における回転方向選択スイッチ 34 は、ハウジング 12 の本体部 12 a の側面に設けられている。なお、回転方向選択スイッチ 34 は、他の種類のスイッチ又は操作部材に変更されてもよい。回転方向選択スイッチ 34 は、正方向用の第 3 位置と、逆方向用の第 4 位置との間で操作されるように構成されている。回転方向選択スイッチ 34 が第 3 位置に操作されると、工具チャック 14 の回転方向は正方向に設定される。回転方向選択スイッチ 34 が第 4 位置に操作されると、工具チャック 14 の回転方向は逆方向に設定される。

【0035】

図 5、図 6 を参照して、本実施例における減速機 22 の構成及び減速機 22 とギヤ選択スイッチ 32 との連動について説明する。図 5、図 6 に示すように、減速機 22 は、第 1 遊星歯車機構 40 と、第 2 遊星歯車機構 42 と、第 3 遊星歯車機構 44 とを備える。第 1 遊星歯車機構 40 は、第 1 サンギヤ 40 a と、複数の第 1 遊星ギヤ 40 b と、複数の第 1 遊星ギヤ 40 b を回転可能に支持する第 1 キャリア 40 c と、第 1 リングギヤ 40 d を備える。第 1 サンギヤ 40 a はモータ 20 に接続されており、複数の第 1 遊星ギヤ 40 b に内側から係合している。第 1 リングギヤ 40 d は、ハウジング 12 に対して回転不能に固定されているとともに、複数の第 1 遊星ギヤ 40 b に外側から係合している。

【0036】

第 2 遊星歯車機構 42 は、第 2 サンギヤ 42 a と、複数の第 2 遊星ギヤ 42 b と、複数の第 2 遊星ギヤ 42 b を回転可能に支持する第 2 キャリア 42 c と、第 2 リングギヤ 42 d を備える。第 2 サンギヤ 42 a は、第 1 キャリア 40 c へ同軸で固定されているとともに、複数の第 2 遊星ギヤ 42 b に内側から係合している。第 2 リングギヤ 42 d は、ハウジング 12 に対して回転不能に固定されているとともに、複数の第 2 遊星ギヤ 42 b に外側から係合している。ここで、第 2 リングギヤ 42 d は、回転軸に沿ってスライド可能であるとともに、ギヤ選択スイッチ 32 に接続されている。第 3 遊星歯車機構 44 は、第 3 サンギヤ 44 a と、複数の第 3 遊星ギヤ 44 b と、複数の第 3 遊星ギヤ 44 b を回転可能に支持する第 3 キャリア 44 c と、第 3 リングギヤ 44 d を備える。第 3 サンギヤ 44 a は、第 2 キャリア 42 c へ同軸で固定されているとともに、複数の第 3 遊星ギヤ 44 b に

内側から係合している。第3リングギヤ44dは、ハウジング12に対して回転不能に固定されているとともに、複数の第3遊星ギヤ44bに外側から係合している。そして、第3キャリア44cは、出力軸46を介して、工具チャック14に接続されている。

【0037】

図5に示すように、ギヤ選択スイッチ32が第1位置にあるときは、第2リングギヤ2dが第1キャリア40cから離間している。この状態では、三つの遊星歯車機構40、42、44がそれぞれ機能することで、減速機22の減速比は第1減速比に設定される。これに対して、図6に示すように、ギヤ選択スイッチ32が第2位置にあるときは、第2リングギヤ42dが第1キャリア40cに接近し、複数の第2遊星ギヤ42bに加えて、第1キャリア40cとも係合する。これにより、第1キャリア40cと第2キャリア42cとが相対回転不能に連結され、第2遊星歯車機構42が無効化される。その結果、減速機22の減速比は、第1減速比よりも小さい第2減速比となる。なお、本明細書における減速比とは、入力側の回転速度を、出力側の回転速度で除した値を意味する。例えば減速機22の減速比が50であれば、モータ20が100回転したときに、工具チャック14は2回転する。

【0038】

図5、図6に示すように、ギヤ位置検出部60を備える。ギヤ位置検出部60は、減速機22において設定された減速比を検出する。一例ではあるが、本実施例におけるギヤ位置検出部60は、磁石60aとホール素子60bとを有する。磁石60aは、ギヤ選択スイッチ32に設けられており、ホール素子60bは、ギヤ選択スイッチ32の近傍において、ハウジング12に固定されている。ギヤ選択スイッチ32が第2位置へ操作されると、ギヤ選択スイッチ32に設けられた磁石60aがホール素子60bに接近し、磁石60aの磁力がホール素子60bによって検出される。一方、ギヤ選択スイッチ32が第1位置へ操作されると、ギヤ選択スイッチ32に設けられた磁石60aが、ホール素子60bから離間する。この場合、磁石60aの磁力は、ホール素子60bによって検出されない。このように、本実施例のギヤ位置検出部60は、ギヤ選択スイッチ32の位置を検出することによって、減速機22によって設定された減速比が、第1減速比であるのか、第2減速比であるのかを検出することができる。なお、ギヤ位置検出部60は、磁石60aとホール素子60bとの組み合わせに限定されない。ギヤ位置検出部60は、その他の非接触式センサを有してもよいし、有接点スイッチといった接触式センサを有してもよい。

【0039】

次に、図7を参照して、電動工具10の電氣的な構成について説明する。前述したように、電動工具10は、三相ブラシレス型のモータ20と、モータ20の動作を制御するモータ制御装置24を備える。モータ制御装置24は、インバータ回路50と、ゲートドライバ52と、マイクロプロセッサ54とを備える。インバータ回路50は、バッテリーパック18とモータ20との間に設けられている。インバータ回路50は、複数のスイッチング素子Q1~Q6を備えており、バッテリーパック18からの直流電力を、モータ20へ供給される交流電力に変換する。複数のスイッチング素子Q1~Q6は、特に限定されないが、電界効果トランジスタ(FET)である。ゲートドライバ52は、マイクロプロセッサ54からのモータ駆動指令に応じて、複数のスイッチング素子Q1~Q6を選択的にターンオン及びターンオフする。モータ駆動指令は、特に限定されないが、パルス幅変調信号であってよい。モータ制御装置24はさらに、マイクロプロセッサ54の電源であるレギュレータ82と、レギュレータ82を制御する電源制御部84をさらに備える。また、前述したギヤ位置検出部60は、マイクロプロセッサ54に接続されている。

【0040】

電動工具10は、トリガ操作検出部72と操作量検出部74とをさらに備える。トリガ操作検出部72は、ユーザによるトリガスイッチ30の操作を検出し、操作量検出部74は、ユーザによるトリガスイッチ30の操作量を検出する。トリガ操作検出部72と操作量検出部74は、モータ制御装置24のマイクロプロセッサ54に接続されている。これにより、ユーザがトリガスイッチ30を操作すると、モータ制御装置24はモータ20を

駆動し、ユーザがトリガスイッチ30の操作を解除すると、モータ制御装置24はモータ20の駆動を停止する。また、モータ制御装置24は、操作量検出部74によって検出されたトリガスイッチ30の操作量に応じて、モータ20に供給される電力を調整する。これにより、モータ制御装置24は、ユーザによるトリガスイッチ30の操作量に応じて、モータ20の回転速度を調節することができる。

【0041】

前述したように、工具チャック14の回転方向（即ち、工具の回転方向）は、回転方向選択スイッチ34によって切り替えられる。回転方向選択スイッチ34は、モータ制御装置24に接続されている。モータ制御装置24は、回転方向選択スイッチ34からの出力信号に応じて、モータ20の回転方向を正方向と逆方向との間で切り替える。これにより、工具チャック14の回転方向が、を正方向と逆方向との間で切り替えられる。

10

【0042】

電動工具10は、モータ20の回転位置を検出するためのモータ位置検出部56を備える。モータ位置検出部56は、モータ制御装置24のマイクロプロセッサ54に接続されている。モータ制御装置24は、検出されたモータ20の回転位置に応じて、モータ20の供給される三相交流電力を制御する。図8、図9は、モータ20に供給される三相交流電力の電圧波形を示している。図8、図9に示すように、モータ制御装置24は、モータ20を矩形波駆動するものであり、モータ20に印加される電圧は、モータ20の回転位置に応じて矩形波状に変化する。ここで、モータ制御装置24は、モータ20の矩形波駆動における通電角を、120度と150度の間で変更することができる。図8は通電角が120度に設定されたときの電圧波形を示しており、図9は通電角が150度に設定されたときの電圧波形を示している。

20

【0043】

図10は、電動工具10が出力する回転速度とトルクとの関係（即ち、工具チャック14の速度-トルク特性）を示す。図中のAは、減速機22の減速比が第1減速比に設定され、通電角が120度に設定されたときの速度-トルク特性を示す。図中のBは、減速機22の減速比が第1減速比に設定され、通電角が150度に設定されたときの速度-トルク特性を示す。図中のCは、減速機22の減速比が第2減速比に設定され、通電角が120度に設定されたときの速度-トルク特性を示す。図中のDは、減速機22の減速比が第2減速比に設定され、通電角が150度に設定されたときの速度-トルク特性を示す。図10に示すように、電動工具10の速度-トルク特性は、減速機22における減速比だけでなく、モータ制御装置24における通電角によっても変化する。特に、電動工具10（即ち、工具チャック14）に加えられている負荷が小さいときは、通電角が大きくなるほど、トルクが低下する一方で、回転速度は上昇する。

30

【0044】

本実施例の電動工具10では、電動工具10の速度-トルク特性を、減速機22における減速比の変更と、モータ制御装置24における通電角の変更との両者によって、調整することができる。特に、減速機22における減速比を変更することで、電動工具10の速度-トルク特性を、比較的大きく変更することができる。それに対して、モータ制御装置24における通電角を変更することで、電動工具10の速度-トルク特性を、比較的細かに調整することができる。そのことから、これらを組み合わせることで、電動工具10の速度-トルク特性を、電動工具10が使用される作業に応じて適切に調整することができる。なお、通電角は、120度及び150度に限定されない。通電角は、例えば120度以上180度以下の少なくとも二つの角度の間で変更されることができる。

40

【0045】

通電角を短時間で大きく変化させると、モータ20の回転数も大きく変動することになり、ユーザに強い違和感を与えてしまう。そのことから、通電角を変更する際には、一定の時間を使って徐々に変更していくとよい。この点に関して、図11に、通電角の変化させるときの手順の一例を示す。図11に示すように、通電角を120度から150度へ大きくする場合は、モータ20へ印加する電圧波形を(a)から(f)の順で変化させる。

50

即ち、モータ制御装置 24 は、先ず、通電角を維持しながら通電開始タイミングを徐々に早め (a b c d)、その後、通電開始タイミングを維持しながら通電角を徐々に大きくしていく (d e f)。一方、通電角を 150 度から 120 度へ小さくする場合は、モータ 20 へ印加する電圧波形を逆に (f) から (a) の順で変化させる。即ち、モータ制御装置 24 は、先ず通電開始タイミングを維持しながら徐々に通電角を小さくし (f e d)、その後、通電角を維持しながら通電開始タイミングを徐々に遅らせていく (d c b a)。この手順によると、モータ 20 の回転数の急激な変動を抑制することができる。図 11 に示す例では、通電角が 120 度のとき、進角はゼロ度であるが、通電角が 150 度のとき、進角は 15 度となる。このように、通電角の変更に伴って、進角が併せて変更されてもよい。

10

【0046】

通電角の変更は、ユーザの操作に応じて行われてもよいし、電動工具 10 によって自動的に行われてもよい。一実施形態として、モータ制御装置 24 は、電動工具 10 の動作状態に応じて、通電角の変更を自動的に行ってもよい。この場合、電動工具 10 には、各種の検出部やスイッチを設けるとよい。詳しくは、図 7 に示すように、電動工具 10 は、電流検出部 58、出力軸速度検出部 62、電圧検出部 64、モータ温度検出部 66 及び FET 温度検出部 68 の少なくとも一つを備えることができる。電流検出部 58 は、モータ 20 の電流を検出する。出力軸速度検出部 62 は、出力軸 46 の回転速度を検出する。なお、出力軸 46 の回転速度は、工具チャック 14 (即ち、工具) の回転速度に等しい。電圧検出部 64 は、バッテリーパック 18 の電圧を検出する。モータ温度検出部 66 は、モータ 20 の温度を検出する。そして、FET 温度検出部 68 は、インバータ回路 50 のスイッチング素子 Q1 ~ Q6 の温度を検出する。なお、モータ 20 の回転速度は、モータ位置検出部 56 によって検出することができるが、出力軸速度検出部 62 の検出値から推定することもできる。また、電動工具 10 は、バッテリーパック 18 と通信するバッテリー通信部 70 を備えてもよい。バッテリー通信部 70 は、モータ制御装置 24 のマイクロプロセッサ 54 に接続されるとよく、これによって、モータ制御装置 24 はバッテリーパック 18 から各種の状態指標を取得することができる。

20

【0047】

モータ 20 の電流、モータ 20 の回転速度、出力軸 46 の回転速度、モータ 20 の温度、バッテリーパック 18 の電圧、及び、スイッチング素子 Q1 ~ Q6 の温度は、工具に加えられる負荷に応じて変動する状態指標である。例えば、工具に加えられる負荷が大きくなるほど、モータ 20 の電流、モータ 20 の温度及びスイッチング素子 Q1 ~ Q6 の温度は大きくなり、モータ 20 の回転速度、出力軸 46 の回転速度及びバッテリーパック 18 の電圧は小さくなる。モータ制御装置 24 は、これらの状態指標に応じて通電角を変更することで、工具に加えられる負荷に応じて通電角を設定することができる。

30

【0048】

モータ制御装置 24 は、上記した状態指標に関して、少なくとも一つの閾値を記憶していてもよい。この場合、少なくとも一つの閾値は、マイクロプロセッサ 54 のメモリ 54a に記憶されてもよい。この場合、モータ制御装置 24 は、状態指標と少なくとも一つの閾値との大小関係に基づいて、通電角を変更してもよい。一例ではあるが、状態指標がモータ 20 の電流である場合、モータ制御装置 24 は、モータ 20 の電流が閾値を上回るときに、通電角を 120 度に設定し、モータ 20 の電流が閾値を下回るときに、通電角を 150 度に設定してもよい。

40

【0049】

上記した少なくとも一つの閾値は、第 1 閾値及び第 2 閾値を含んでもよい。この場合、通電角が 120 度に設定されているときは、モータ制御装置 24 は、状態指標と第 1 閾値との大小関係に基づいて、通電角を 150 度へ変更してもよい。また、通電角が 150 度に設定されているときは、モータ制御装置 24 は、状態指標と第 2 閾値との大小関係に基づいて、通電角を 120 度へ変更してもよい。このような構成によると、状態指標が閾値の近傍で小さく変動する場合でも、通電角が無用に切り替えられることを避けることがで

50

きる。そのような実施形態におけるフローチャートの一例を図12に示す。

【0050】

図12に示すように、ユーザがトリガスイッチ30を操作すると(S2でYES)、モータ制御装置24はモータ20の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置24は、通電角を先ず120度に設定する(S4)。モータ制御装置24は、モータ20を駆動しながら、状態指標を検出する(S6)。そして、モータ制御装置24は、現在の通電角が120度であれば(S8でYES)、状態指標と第1閾値との大小関係に基づいて、通電角を150度へ変更するのかが否かを判断する(S10)。例えば、状態指標がモータ20の電流であれば、モータ20の電流が第1閾値を下回るときに(S10でYES)、モータ制御装置24は通電角を150度へ変更する(S12)。一方、モータ20の電流が第1閾値を上回るときは(S10でNO)、モータ制御装置24は通電角を120度に維持する(S14)。

10

【0051】

一方、モータ制御装置24は、現在の通電角が150度であれば(S8でNO)、状態指標と第2閾値との大小関係に基づいて、通電角を120度へ変更するのかが否かを判断する(S16)。例えば、状態指標がモータ20の電流であれば、モータ20の電流が第2閾値を上回るときに(S16でYES)、通電角を120度に変更する(S18)。一方、モータ20の電流が第2閾値を下回るときは(S16でNO)、モータ制御装置24は通電角を150度に維持する(S20)。ここで、状態指標がモータ20の電流であれば、第2閾値は第1閾値よりも大きな値であるとよい。そして、ユーザがトリガスイッチ30を操作している間(S22でNO)、モータ制御装置24は、ステップS8からS20までの処理を繰り返し実行する。

20

【0052】

状態指標がモータ20の回転速度の場合、図12のステップS10では、モータ20の回転速度が第1閾値を上回るときに(S10でYES)、モータ制御装置24は通電角を150度へ変更するとよい(S12)。一方、モータ20の回転速度が第1閾値を下回るときは(S10でNO)、モータ制御装置24は通電角を120度に維持するとよい(S14)。また、図12のステップS16では、モータ20の回転速度が第2閾値を下回るときに(S16でYES)、モータ制御装置24は通電角を120度へ変更するとよい(S18)。一方、モータ20の回転速度が第2閾値を上回るときは(S16でNO)、モータ制御装置24は通電角を150度に維持するとよい(S20)。ここで、状態指標がモータ20の回転速度の場合、第2閾値は第1閾値よりも小さな値であるとよい。なお、状態指標が出力軸46の回転速度の場合も同様である。

30

【0053】

状態指標がモータ20の温度の場合、図12のステップS10では、モータ20の温度が第1閾値を下回るときに(S10でYES)、モータ制御装置24は通電角を150度へ変更するとよい(S12)。一方、モータ20の温度が第1閾値を上回るときは(S10でNO)、モータ制御装置24は通電角を120度に維持するとよい(S14)。また、図12のステップS16では、モータ20の温度が第2閾値を上回るときに(S16でYES)、モータ制御装置24は通電角を120度へ変更するとよい(S18)。一方、モータ20の温度が第2閾値を下回るときは(S16でNO)、モータ制御装置24は通電角を150度に維持するとよい(S20)。ここで、状態指標がモータ20の温度の場合、第2閾値は第1閾値よりも大きな値であるとよい。なお、状態指標がスイッチング素子Q1~Q6の温度の場合も同様である。

40

【0054】

状態指標がバッテリーパック18の電圧の場合、図12のステップS10では、バッテリーパック18の電圧が第1閾値を上回るときに(S10でYES)、モータ制御装置24は通電角を150度へ変更するとよい(S12)。一方、バッテリーパック18の電圧が第1閾値を下回るときは(S10でNO)、モータ制御装置24は通電角を120度に維持するとよい(S14)。また、図12のステップS16では、バッテリーパック18の電圧が

50

第2 閾値を下回るときに (S 1 6 で Y E S)、モータ制御装置 2 4 は通電角を 1 2 0 度へ変更するとよい (S 1 8)。一方、バッテリーパック 1 8 の電圧が第2 閾値を上回るときは (S 1 6 で N O)、モータ制御装置 2 4 は通電角を 1 5 0 度に維持するとよい (S 2 0)。ここで、状態指標がバッテリーパック 1 8 の電圧の場合、第2 閾値は第1 閾値よりも小さな値であるとよい。

【 0 0 5 5 】

他の一実施形態では、モータ制御装置 2 4 が、通電角が一定に固定される第1 駆動モードと、通電角が 1 2 0 度と 1 5 0 度との間で変更される第2 駆動モードとを選択的に実行可能であってもよい。この場合、モータ制御装置 2 4 は、ユーザによる操作に応じて、第1 駆動モードと第2 駆動モードとの一方を選択してもよい。そして、第2 駆動モードが選択されたときは、モータ制御装置 2 4 が、電動工具 1 0 の動作状態に応じて、通電角の変更を自動的に行ってもよい。この実施形態では、電動工具 1 0 が、駆動モード設定スイッチ 7 8 を備えてもよい (図 7 参照)。駆動モード設定スイッチ 7 8 は、第1 駆動モードと第2 駆動モードとを切り替えるために、ユーザによって操作される操作部材の一例である。駆動モード設定スイッチ 7 8 は、モータ制御装置 2 4 のマイクロプロセッサ 5 4 に接続されている。このような構成によると、モータ制御装置 2 4 は、駆動モード設定スイッチ 7 8 に加えられた操作に応じて、第1 駆動モードと第2 駆動モードとの一方を選択的に実行することができる。なお、駆動モード設定スイッチ 7 8 の具体的な構成については特に限定されない。

10

【 0 0 5 6 】

上記した実施形態におけるフローチャートの一例を図 1 3 に示す。図 1 3 に示すフローチャートでは、図 1 2 のフローチャートと比較して、ステップ S 4 とステップ S 6 の間に、ステップ S 3 2、S 3 4、S 3 6 の処理が付加されている。図 1 3 に示すように、ユーザがトリガスイッチ 3 0 を操作すると (S 2 で Y E S)、モータ制御装置 2 4 はモータ 2 0 の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置 2 4 は、通電角を先ず 1 2 0 度に設定する (S 4)。次に、モータ制御装置 2 4 は、駆動モード設定スイッチ 7 8 によって選択された駆動モードを確認する (S 3 2)。第1 駆動モードが選択されていれば (S 3 4 で N O)、モータ制御装置 2 4 は通電角を 1 2 0 度に設定又は維持して (S 4 6)、ステップ S 2 2 の処理へ進む。従って、第1 駆動モードが選択されている間、通電角は 1 2 0 度に固定される。

20

30

【 0 0 5 7 】

一方、第2 駆動モードが選択されていれば (S 3 4 で Y E S)、モータ制御装置 2 4 はステップ S 6 の処理へ進む。第2 駆動モードにおける処理 (S 6 ~ S 2 2) については、図 1 2 のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。

【 0 0 5 8 】

他の一実施形態では、モータ制御装置 2 4 が、減速機 2 2 において設定された減速比に応じて、第1 駆動モードと第2 駆動モードの一方を選択的に実行してもよい。例えば、モータ制御装置 2 4 は、減速機 2 2 において第1 減速比が選択されているときは、第1 駆動モードを実行し、減速機 2 2 において第2 減速比が選択されているときは、第2 駆動モードを実行してもよい。前述したように、減速機 2 2 において設定された減速比は、ギヤ位置検出部 6 0 によって検出される。モータ制御装置 2 4 は、ギヤ位置検出部 6 0 を用いて、減速機 2 2 において設定された減速比を確認することができる。あるいは、モータ制御装置 2 4 は、出力軸速度検出部 6 2 による検出値に基づいて、減速機 2 2 において設定された減速比を検出してよい。減速機 2 2 の減速比は、モータ 2 0 の回転速度と出力軸 4 6 の回転速度との間の関係に基づいて、推定することができる。

40

【 0 0 5 9 】

上記した実施形態におけるフローチャートの一例を図 1 4 に示す。図 1 4 に示すフローチャートでは、図 1 2 のフローチャートと比較して、ステップ S 4 とステップ S 6 の間に、ステップ S 4 2、S 4 4、S 4 6 の処理が付加されている。図 1 4 に示すように、ユー

50

ザがトリガスイッチ30を操作すると(S2でYES)、モータ制御装置24はモータ20の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置24は、通電角を先ず120度に設定する(S4)。次に、モータ制御装置24は、減速機22において設定された減速比を確認する(S42)。減速機22において第1減速比が設定されていれば(S44でNO)、モータ制御装置24は、第1駆動モードを実行するために、ステップS46の処理に進む。モータ制御装置24は、通電角を120度に設定又は維持して(S46)、ステップS22の処理へ進む。減速機22において第1減速比が設定されている間、ステップS42、S44、S46、S22の処理が繰り返し実行され、通電角は120度に固定される。

【0060】

一方、減速機22において第2減速比が設定されている場合(S44でYES)、モータ制御装置24は、第2駆動モードを実行するために、ステップS6の処理へ進む。第2駆動モードにおける処理(S6~S22)については、図12のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。

10

【0061】

他の一実施形態では、モータ制御装置24が、工具(即ち、工具チャック14)の回転方向に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。例えば、モータ制御装置24は、工具の回転方向が正方向に設定されているときは、第2駆動モードを実行し、工具の回転方向が逆方向に設定されているときは、第1駆動モードを実行してもよい。前述したように、モータ制御装置24には、回転方向選択スイッチ34が接続されている。従って、モータ制御装置24は、回転方向選択スイッチ34に加えられる操作に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を、選択的に実行することができる。

20

【0062】

上記した実施形態におけるフローチャートの一例を図15に示す。図15に示すフローチャートでは、図12のフローチャートと比較して、ステップS4とステップS6の間に、ステップS52、S54、S56の処理が付加されている。図15に示すように、ユーザがトリガスイッチ30を操作すると(S2でYES)、モータ制御装置24はモータ20の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置24は、通電角を先ず120度に設定する(S4)。次に、モータ制御装置24は、回転方向選択スイッチ34によって設定された回転方向を確認する(S52)。選択された回転方向が逆方向であれば(S54でNO)、モータ制御装置24は、第1駆動モードを実行するために、ステップS56の処理に進む。モータ制御装置24は、通電角を120度に設定又は維持して(S56)、ステップS22の処理へ進む。回転方向が逆方向に設定されている間、ステップS52、S54、S56、S22の処理が繰り返し実行され、通電角は120度に固定される。

30

【0063】

一方、回転方向選択スイッチ34によって選択された回転方向が正方向であれば(S54でYES)、モータ制御装置24は、第2駆動モードを実行するために、ステップS6の処理へ進む。第2駆動モードにおける処理(S6~S22)については、図12のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。

【0064】

他の一実施形態では、モータ制御装置24が、減速機22において設定された減速比と、工具(即ち、工具チャック14)の回転方向に応じて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。この場合、モータ制御装置24は、ギヤ選択スイッチ32に加えられる操作と、回転方向選択スイッチ34に加えられる操作に基づいて、第1駆動モードと第2駆動モードとの一方を選択することができる。一例ではあるが、モータ制御装置24は、ギヤ選択スイッチ32が第2位置(第2減速比)に操作され、かつ、回転方向選択スイッチ34が第3位置(正方向)に操作されたときに限って、通電角が変更される第2駆動モードを選択してもよい。

40

【0065】

上記した実施形態におけるフローチャートの一例を図16に示す。図16に示すフロー

50

チャートでは、図 1 2 のフローチャートと比較して、ステップ S 4 とステップ S 6 の間に、ステップ S 6 2、S 6 4、S 6 6 の処理が付加されている。図 1 6 に示すように、ユーザがトリガスイッチ 3 0 を操作すると (S 2 で YES)、モータ制御装置 2 4 はモータ 2 0 の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置 2 4 は、通電角を先ず 1 2 0 度に設定する (S 4)。次に、モータ制御装置 2 4 は、減速機 2 2 において設定された減速比を確認する (S 6 2)。ギヤ選択スイッチ 3 2 が第 1 位置に操作されており、減速機 2 2 において第 1 減速比が設定されていれば (S 6 2 で NO)、モータ制御装置 2 4 は、第 1 駆動モードを実行するために、ステップ S 6 6 の処理に進む。モータ制御装置 2 4 は、通電角を 1 2 0 度に設定又は維持して (S 6 6)、ステップ S 2 2 の処理へ進む。従って、減速機 2 2 において第 1 減速比が設定されている間、モータ制御装置 2 4 は、第 1 制御モードを実行する。

10

【 0 0 6 6 】

一方、ギヤ選択スイッチ 3 2 が第 2 位置に操作されており、減速機 2 2 において第 2 減速比が設定されている場合 (S 6 2 で YES)、モータ制御装置 2 4 はステップ S 6 4 の処理に進む。ステップ S 6 4 において、モータ制御装置 2 4 は、回転方向選択スイッチ 3 4 によって設定された回転方向を確認する。回転方向選択スイッチ 3 4 が第 4 位置に操作されており、選択された回転方向が逆方向であれば (S 6 4 で NO)、モータ制御装置 2 4 は、第 1 駆動モードを実行するために、ステップ S 6 6 の処理に進む。モータ制御装置 2 4 は、通電角を 1 2 0 度に設定又は維持して (S 6 6)、ステップ S 2 2 の処理へ進む。従って、減速機 2 2 において第 1 減速比が設定されている間、モータ制御装置 2 4 は、第 1 制御モードを実行する。

20

【 0 0 6 7 】

上記に対して、減速機 2 2 では第 2 減速比が設定されており (S 6 2 で YES)、回転方向が正方向に設定されている場合 (S 6 4 で YES)、モータ制御装置 2 4 は、第 2 駆動モードを実行するために、ステップ S 6 の処理へ進む。第 2 駆動モードにおける処理 (S 6 ~ S 2 2) については、図 1 2 のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。このように、本実施形態によると、ギヤ選択スイッチ 3 2 が第 2 位置 (第 2 減速比) に操作され、かつ、回転方向選択スイッチ 3 4 が第 3 位置 (正方向) に操作されたときに限って、通電角が変更される第 2 駆動モードが実行される。

30

【 0 0 6 8 】

他の実施形態では、モータ制御装置 2 4 が、減速機 2 2 において設定された減速比にかかわらず、検出された状態指標に応じて通電角の変更を行ってもよい。この場合でも、モータ制御装置 2 4 は、状態指標と一又は複数の閾値との大小関係に基づいて、通電角の変更を行うことができる。この点に関して、モータ制御装置 2 4 は、減速機 2 2 の減速比に応じて、通電角を変更するときの条件を変更してもよい。例えば、モータ制御装置 2 4 は、第 1 閾値、第 2 閾値、第 3 閾値及び第 4 閾値を、メモリ 5 4 a に記憶していてもよい。そして、モータ制御装置 2 4 は、減速機 2 2 の減速比が第 1 減速比 (即ち、低速) であるときは、第 1 閾値及び第 2 閾値を使用し、減速機 2 2 の減速比が第 2 減速比 (即ち、高速) であるときは、第 3 閾値及び第 4 閾値を使用してもよい。

40

【 0 0 6 9 】

上記した実施形態におけるフローチャートの一例を図 1 7 に示す。図 1 7 に示すフローチャートでは、図 1 2 のフローチャートと比較して、ステップ S 4 とステップ S 6 の間に、ステップ S 7 2、S 7 4、S 7 6 の処理が付加されている。図 1 7 に示すように、ユーザがトリガスイッチ 3 0 を操作すると (S 2 で YES)、モータ制御装置 2 4 はモータ 2 0 の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置 2 4 は、通電角を先ず 1 2 0 度に設定する (S 4)。次に、モータ制御装置 2 4 は、減速機 2 2 において設定された減速比を確認する (S 7 2)。ギヤ選択スイッチ 3 2 が第 1 位置に操作されており、減速機 2 2 において第 1 減速比が設定されていれば (S 7 2 で YES)、モータ制御装置 2 4 は、第 1 閾値及び第 2 閾値をメモリ 5 4 a から読み出す (S 7 4)。以後のステップ S 6 ~ S 2 2 まで

50

の処理は、図12のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。なお、ステップS10の処理では、検出された状態指標と第1閾値との大小関係に基づいて、通電角を150度へ変更するのかが判断される。ステップS16の処理では、検出された状態指標と第2閾値との大小関係に基づいて、通電角を120度へ変更するのかが判断される。

【0070】

一方、ギヤ選択スイッチ32が第2位置に操作されており、減速機22において第2減速比が設定されていれば(S72でNO)、モータ制御装置24は、第3閾値及び第4閾値をメモリ54aから読み出す(S76)。以後のステップS6～S22までの処理は、図12のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。なお、ステップS10の処理では、検出された状態指標と第3閾値との大小関係に基づいて、通電角を150度へ変更するのかが判断される。ステップS16の処理では、検出された状態指標と第4閾値との大小関係に基づいて、通電角を120度へ変更するのかが判断される。即ち、第3閾値は、第1閾値に代えて使用されるものであり、第4閾値は、第2閾値に代えて使用されるものである。

10

【0071】

第3閾値と第4閾値との間の大小関係は、状態指標の種類に応じて相違するが、第1閾値と第2閾値との大小関係と同じである。即ち、状態指標がモータ20の電流であれば、第4閾値は第3閾値よりも大きな値であるとよい。状態指標がモータ20又は出力軸46の回転速度であれば、第4閾値は第3閾値よりも小さな値であるとよい。状態指標がモータ20又はスイッチング素子Q1～Q6の温度であれば、第4閾値は第3閾値よりも大きな値であるとよい。そして、状態指標がバッテリーパック18の電圧の場合、第4閾値は第3閾値よりも小さな値であるとよい。

20

【0072】

第1閾値と第3閾値との間の大小関係、及び、第2閾値と第4閾値との間の大小関係については、特に限定されないが、減速機22の減速比が大きいときほど、通電角が150度に設定され難くなるように、それぞれの閾値が定められるとよい。例えば、状態指標がモータ20の電流であれば、第1閾値は第3閾値よりも小さな値であり、第2閾値は第4閾値よりも小さな値であるとよい。状態指標がモータ20又は出力軸46の回転速度であれば、第1閾値は第3閾値よりも大きな値であり、第2閾値は第4閾値よりも大きな値であるとよい。状態指標がモータ20又はスイッチング素子Q1～Q6の温度であれば、第1閾値は第3閾値よりも小さな値であり、第2閾値は第4閾値よりも小さな値であるとよい。そして、状態指標がバッテリーパック18の電圧の場合、第1閾値は第3閾値よりも大きな値であり、第2閾値は第4閾値よりも大きな値であるとよい。

30

【0073】

他の実施形態として、モータ制御装置24は、工具(即ち、工具チャック14)の回転方向に応じて、通電角が変更されない第1駆動モードと、通電角が変更される第2駆動モードとの一方を選択的に実行してもよい。そして、第2駆動モードでは、減速機22の減速比に応じて異なる閾値を使用しながら、通電角の変更を行ってもよい。このような実施形態におけるフローチャートの一例を図18に示す。図18に示すフローチャートでは、図17のフローチャートと比較して、ステップS4とステップS72の間に、ステップS82、S84の処理が付加されている。図18に示すように、ユーザがトリガスイッチ30を操作すると(S2でYES)、モータ制御装置24はモータ20の駆動を開始する。このとき、モータ制御装置24は、通電角を先ず120度に設定する(S4)。次に、モータ制御装置24は、回転方向選択スイッチ34によって設定された回転方向を確認する(S82)。選択された回転方向が逆方向であれば(S82でNO)、モータ制御装置24は、第1駆動モードを実行するために、ステップS84の処理に進む。モータ制御装置24は、通電角を120度に設定又は維持して(S84)、ステップS22の処理へ進む。回転方向が逆方向に設定されている間、ステップS82、S84、S22の処理が繰り返し実行され、通電角は120度に固定される。

40

50

【 0 0 7 4 】

一方、回転方向選択スイッチ 3 4 によって選択された回転方向が正方向であれば (S 8 2 で Y E S)、モータ制御装置 2 4 は、第 2 駆動モードを実行するために、ステップ S 7 2 の処理へ進む。第 2 駆動モードにおける処理 (S 7 2 ~ S 7 6、S 6 ~ S 2 2) については、図 1 7 のフローチャートに関する前述の説明と同じであるので、ここでは重複する説明を省略する。この実施形態によると、回転方向選択スイッチ 3 4 が第 3 位置に操作され、回転方向が正方向に設定されているときは、モータ制御装置 2 4 が第 2 制御モードを実行する。第 2 制御モードでは、減速機 2 2 の減速比が第 1 減速比であるとともに、通電角が 1 2 0 度に設定されているときは、状態指標と第 1 閾値との大小関係に基づいて、通電角が 1 5 0 度へ変更される。減速機 2 2 の減速比が第 1 減速比であるとともに、通電角が 1 5 0 度に設定されているときは、状態指標と第 2 閾値との大小関係に基づいて、通電角が 1 2 0 度へ変更される。一方、減速機 2 2 の減速比が第 2 減速比であるとともに、通電角が 1 2 0 度に設定されているときは、状態指標と第 3 閾値との大小関係に基づいて、通電角が 1 5 0 度へ変更される。減速機 2 2 の減速比が第 2 減速比であるとともに、通電角が 1 5 0 度に設定されているときは、状態指標と第 4 閾値との大小関係に基づいて、通電角が 1 2 0 度へ変更される。

10

【 0 0 7 5 】

図 1、図 3、図 7 に示すように、本実施例の電動工具 1 0 は、表示部 8 0 を備えてもよい。この場合、表示部 8 0 は、モータ制御装置 2 4 によって設定された通電角、モータ制御装置 2 4 が実行している駆動モード、ギヤ選択スイッチ 3 2 によって選択された減速比、回転方向選択スイッチ 3 4 によって選択された回転方向、バッテリーパック 1 8 の充電レベル、工具に加えられている負荷の少なくとも一つを表示してもよい。なお、電動工具 1 0 は、表示部 8 0 に代えて、ユーザに情報を報知し得る他の報知部を有してもよい。例えば、電動工具 1 0 は、報知部として、ユーザの携帯端末 (例えばスマートフォン) に情報を無線で送信する送信機を有してもよい。あるいは、電動工具 1 0 は、それらの情報をブザーや音声によってユーザに報知する素子又は機器を備えてもよい。

20

【 符号の説明 】

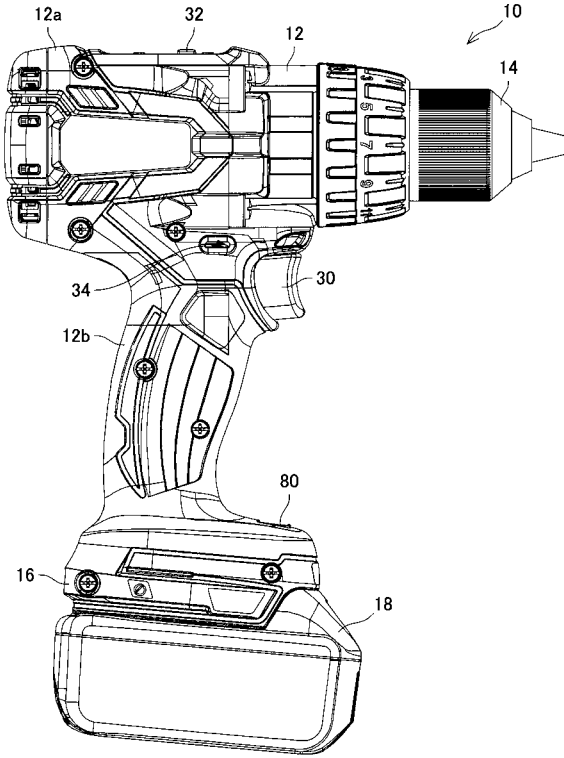
【 0 0 7 6 】

1 0 : 電動工具
 1 2 : ハウジング
 1 4 : 工具チャック
 1 8 : バッテリーパック
 2 0 : モータ
 2 2 : 減速機
 2 4 : モータ制御装置
 5 4 a : メモリ
 3 0 : トリガスイッチ
 3 2 : ギヤ選択スイッチ
 3 4 : 回転方向選択スイッチ
 5 2 : ゲートドライバ
 5 4 : マイクロプロセッサ
 5 4 a : メモリ
 5 6 : モータ位置検出部
 5 8 : 電流検出部
 6 0 : ギヤ位置検出部
 6 0 a : ギヤ位置検出部の磁石
 6 0 b : ギヤ位置検出部のホール素子
 8 0 : 表示部

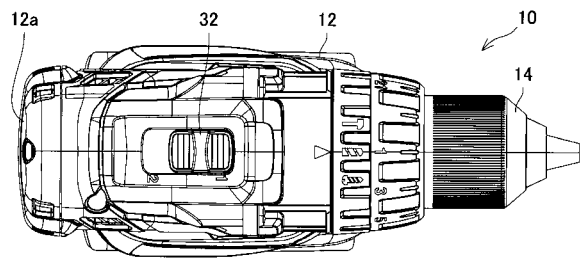
30

40

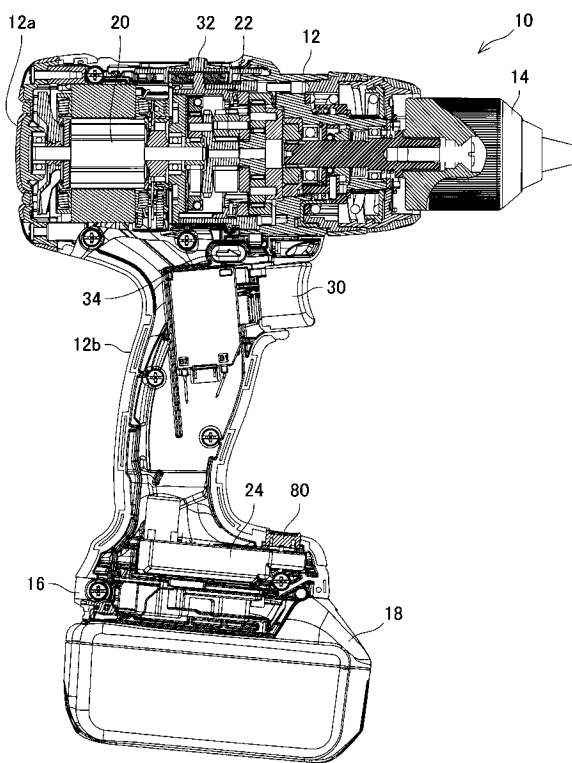
【 図 1 】



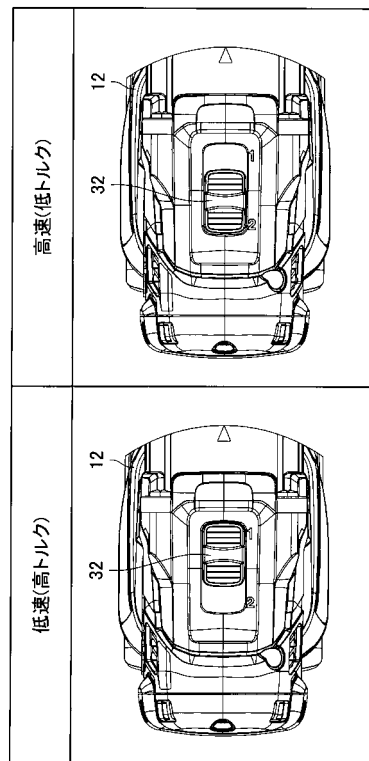
【 図 2 】



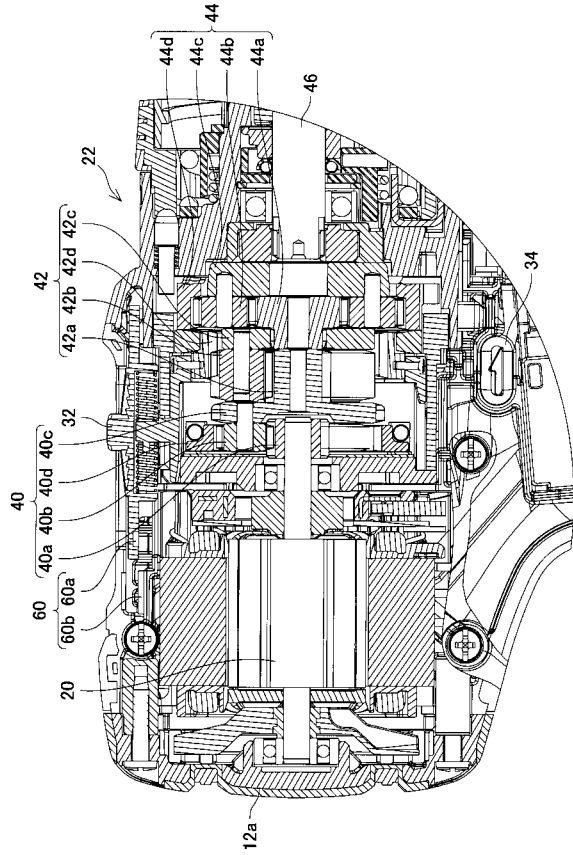
【 図 3 】



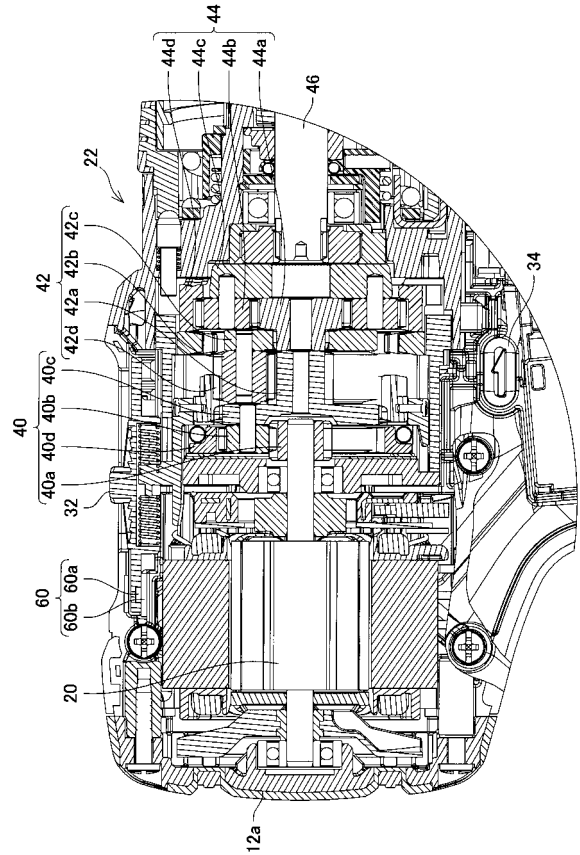
【 図 4 】



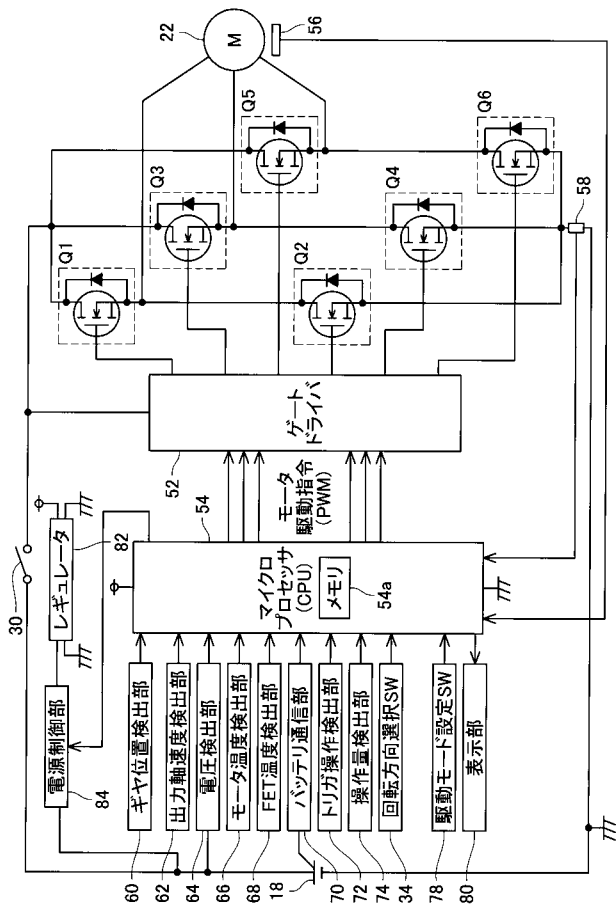
【図5】



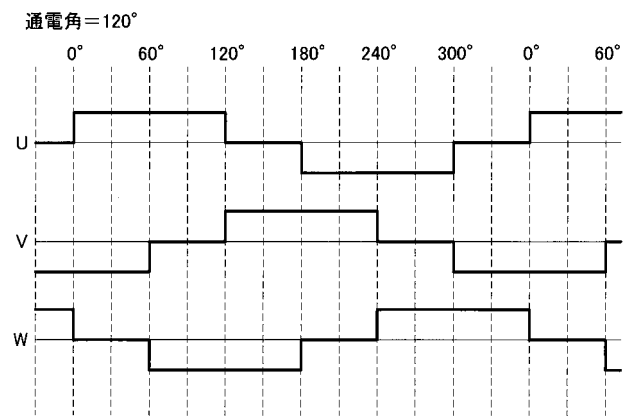
【図6】



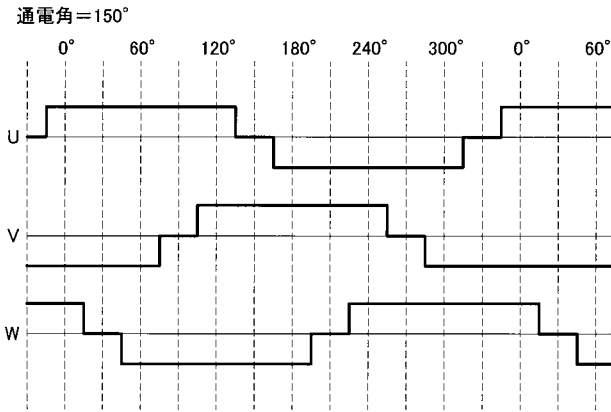
【図7】



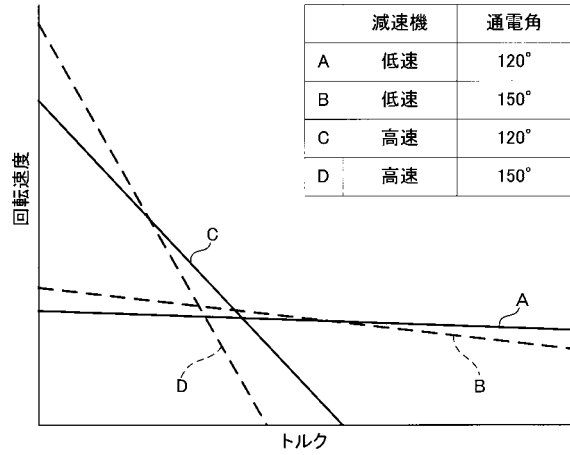
【図8】



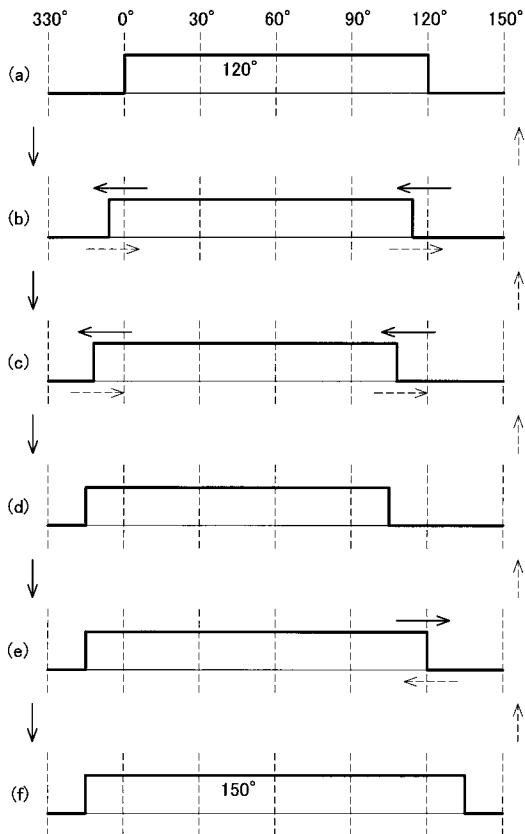
【図9】



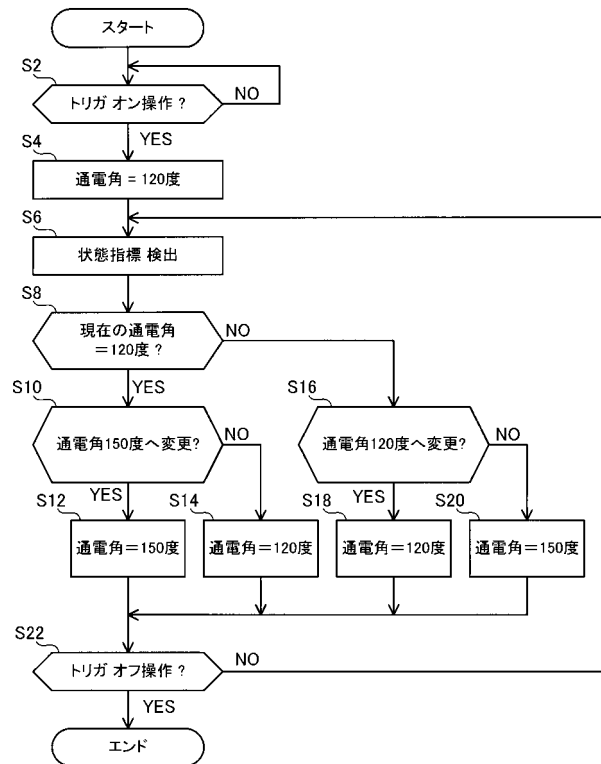
【図10】



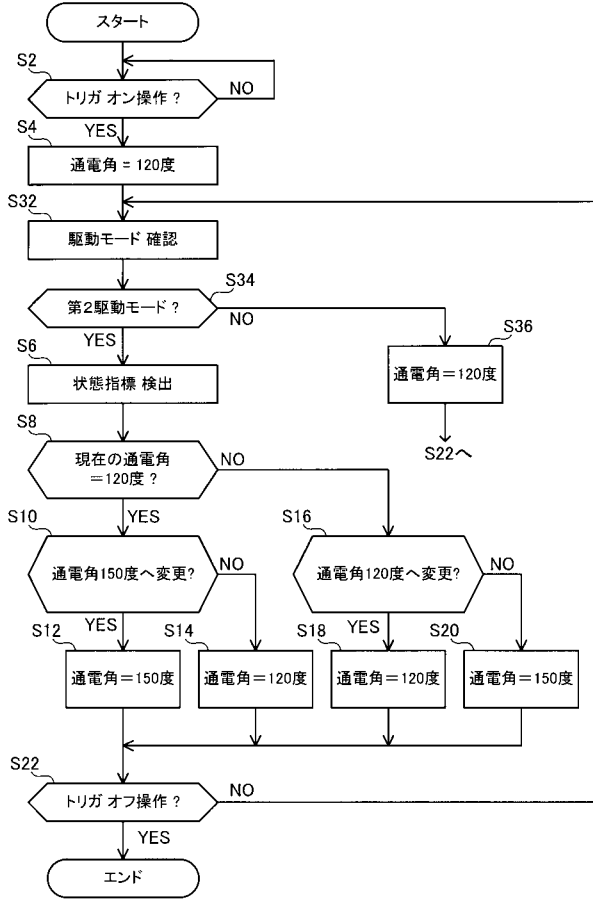
【図11】



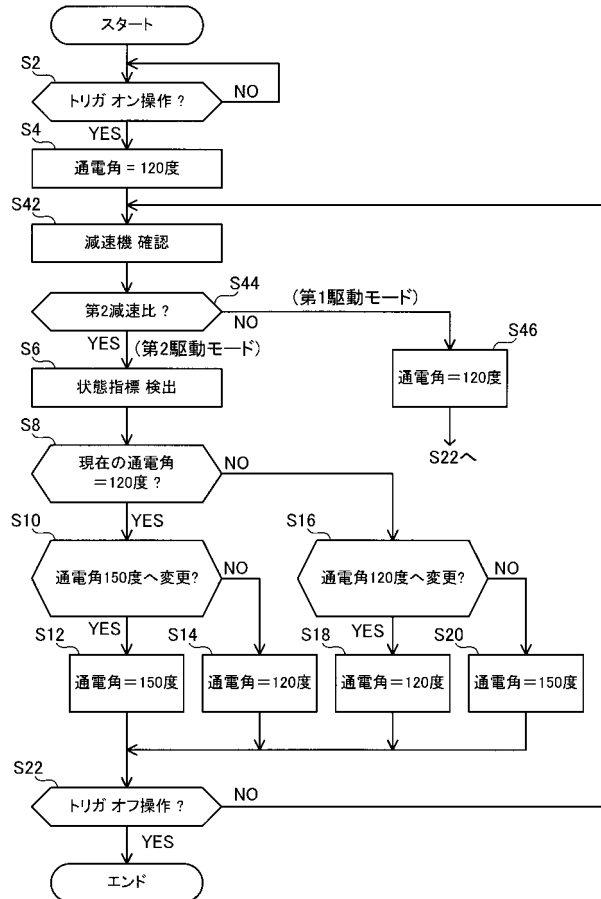
【図12】



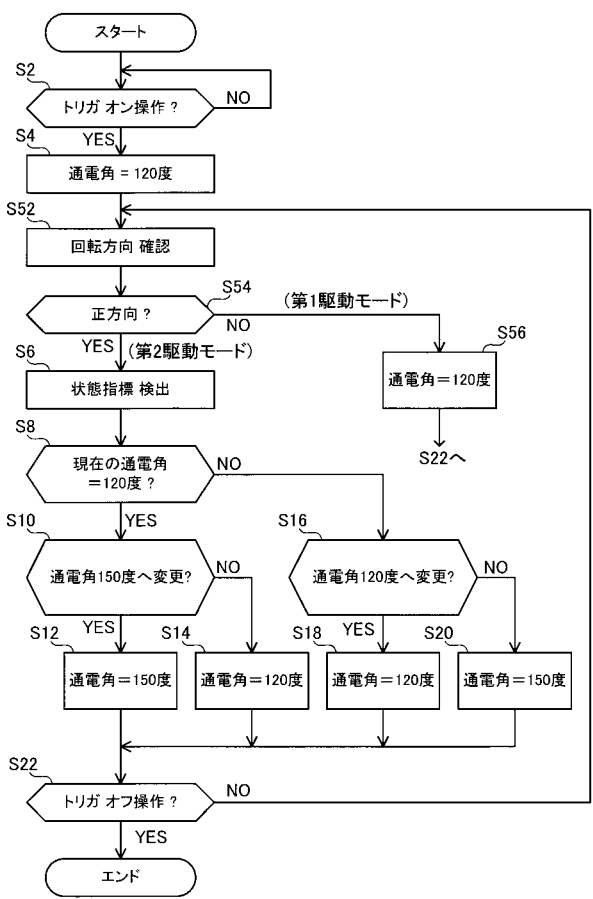
【 図 1 3 】



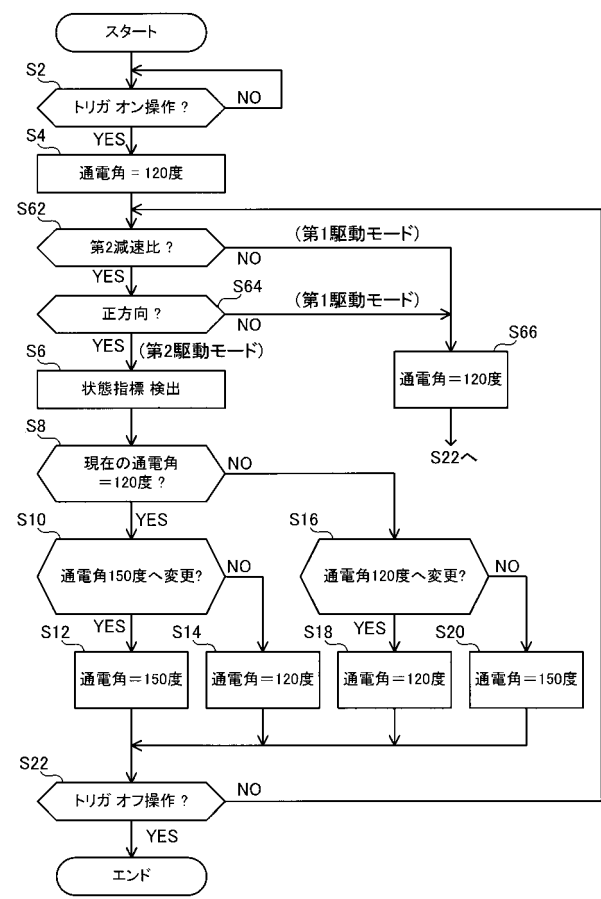
【 図 1 4 】



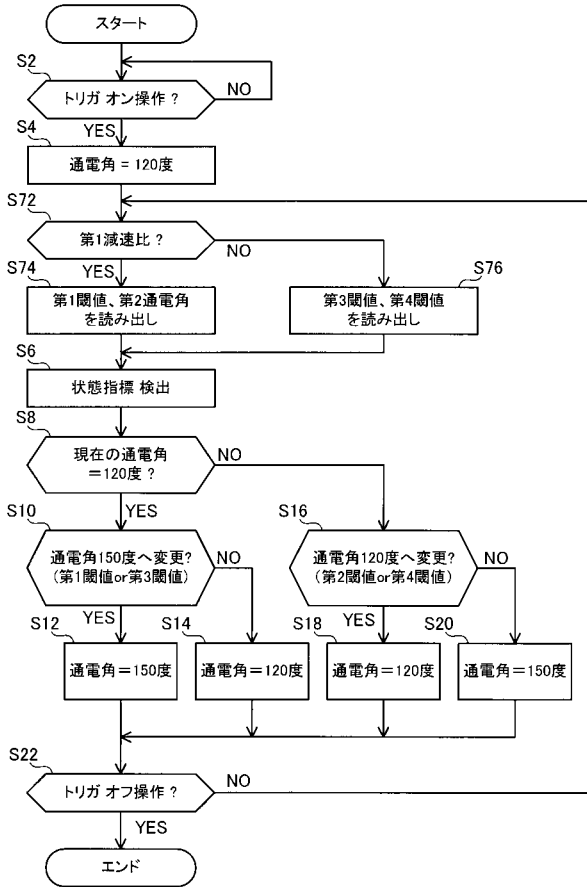
【 図 1 5 】



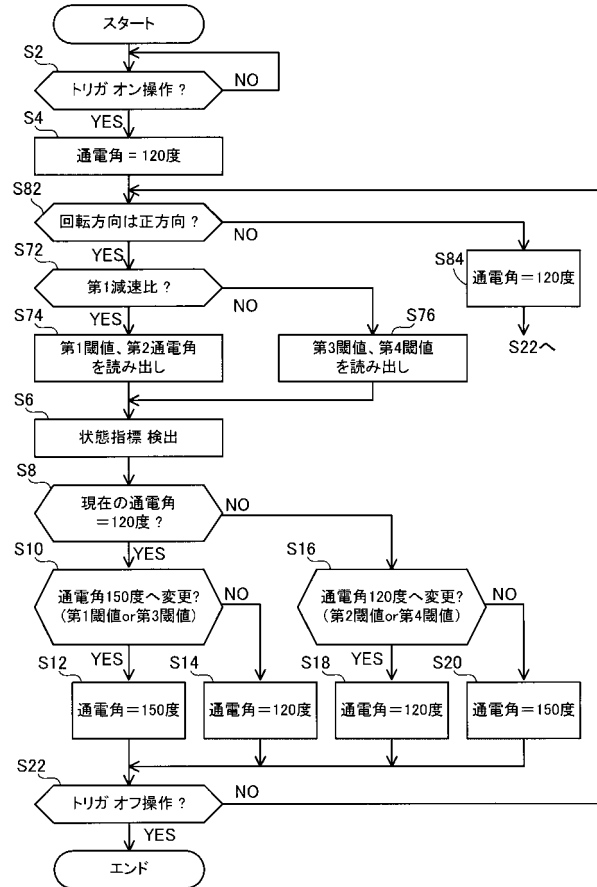
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 長坂 英紀

愛知県安城市住吉町3丁目1番8号 株式会社マキタ内

(72)発明者 神谷 剛

愛知県安城市住吉町3丁目1番8号 株式会社マキタ内

Fターム(参考) 5H560 AA10 BB04 DA02 DB20 DC05 DC12 DC13 EB01 EC02 EC07
JJ20 SS02 TT11 TT15 UA05 XA12 XB01