

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5314716号
(P5314716)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月12日(2013.7.12)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 F 5/00 (2006.01) B 2 5 F 5/00 C

請求項の数 10 (全 22 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-35370 (P2011-35370) | (73) 特許権者 | 000005821 |
| (22) 出願日 | 平成23年2月22日 (2011.2.22) | | パナソニック株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-171046 (P2012-171046A) | | 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (43) 公開日 | 平成24年9月10日 (2012.9.10) | (74) 代理人 | 100087767 |
| 審査請求日 | 平成24年3月9日 (2012.3.9) | | 弁理士 西川 恵清 |
| | | (74) 代理人 | 100155745 |
| | | | 弁理士 水尻 勝久 |
| | | (74) 代理人 | 100155756 |
| | | | 弁理士 坂口 武 |
| | | (74) 代理人 | 100161883 |
| | | | 弁理士 北出 英敏 |
| | | (72) 発明者 | 渥美 将利 |
| | | | 滋賀県彦根市岡町33番地 パナソニック 電工パワーツール株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

駆動源であるモータと、前記モータの回転動力を減速したうえで伝達する減速機構部と、前記減速機構部の減速比を切り替える減速比切替手段と、を具備する電動工具であって、前記減速機構部は、軸方向にスライド自在な切替部材と、前記切替部材の前記軸方向のスライド位置に応じて前記切替部材との係合状態と非係合状態が切り替えられるギア部材と、を用いて、前記減速比が切り替わるように形成されたものであり、前記減速比切替手段は、前記切替部材を軸方向にスライドさせる変速用アクチュエータと、前記変速用アクチュエータの駆動を調整する駆動調整部と、前記減速比の切替時に前記モータの回転動力を変更させる切替制御部と、前記減速比切替時に前記変速用アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、を有し、前記アクチュエータ制御部は、前記変速用アクチュエータによる前記切替部材の時間あたりのスライド量を一定にさせるように前記駆動調整部を制御するものであることを特徴とする電動工具。

【請求項2】

前記減速比切替手段は、さらに、前記変速用アクチュエータの入出力情報を検知する情報検知部を有し、前記アクチュエータ制御部は、前記情報検知部の検知結果に応じて前記駆動調整部を制御するものであることを特徴とする請求項1に記載の電動工具。

【請求項 3】

前記アクチュエータ制御部は、前記駆動調整部に前記変速用アクチュエータへの供給電圧を一定にさせて、前記切替部材の移動速度を一定にさせるものである
ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電動工具

【請求項 4】

前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの起動前に、前記変速用アクチュエータに印加される電圧を検知し、
前記駆動調整部は、前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものである
ことを特徴とする請求項 2 に記載の電動工具。

10

【請求項 5】

前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの駆動時に前記変速用アクチュエータに流れる電流値を検知し、
前記駆動調整部は、前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものである
ことを特徴とする請求項 2 に記載の電動工具。

【請求項 6】

前記減速比切替手段は、さらに、前記切替部材の前記スライド位置を検知するスライド位置検知部を有し、
前記アクチュエータ制御部は、前記スライド位置検知部の検知結果と前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものである
ことを特徴とする請求項 2 に記載の電動工具。

20

【請求項 7】

前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの駆動時間と電流値を検知するものである
ことを特徴とする請求項 6 に記載の電動工具。

【請求項 8】

前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの電圧値と電流値を検知するものである
ことを特徴とする請求項 6 に記載の電動工具。

30

【請求項 9】

前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの動作速度と電流値を検知するものである
ことを特徴とする請求項 6 に記載の電動工具。

【請求項 10】

前記アクチュエータ制御部は、前記切替部材のスライド方向毎に前記時間あたりのスライド量を異なるように制御するものである
ことを特徴とする請求項 1 ~ 9 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】

40

【0001】

本発明は、減速比を切り替え自在に設けた電動工具に関する。

【背景技術】

【0002】

減速機構部を備える電動工具において、その減速機構部の減速比を切り替えるための構造として、遊星減速機構を構成するリングギア等の切替部材を軸方向にスライドさせ、係合状態を切り替えるものがある。

【0003】

例えば特許文献 1、特許文献 2 に記載される電動工具では、リングギアからなる切替部材のスライド操作が、ソレノイドを用いて自動的に行われる。この従来の電動工具では、

50

切替部材が他のギア部材に係合する際の衝撃を抑えるため、ソレノイドを起動させる際には、あわせてモータの回転を停止または低減させている。

【0004】

そして、上述した従来の電動工具においては、駆動源となるモータの電流等に変化が生じると、これを検知した制御部が、設定されたタイミング通りに、ソレノイドの起動と、モータの回転停止とを実行させている。詳しくは、まず衝撃抑制用のモータの回転停止等を確実に実行しておき、そのうえでソレノイドを起動させており、係合時の衝撃を極力抑えようとする対策が採られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-56590号公報

【特許文献2】特開2009-78349号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、実際に切替部材が所定のギア部材に係合するタイミングと、モータが減速されてゆき実際にモータが狙い通りに回転停止等するタイミングとの間には、その機構上、或る程度のばらつきが存在する。そして、上述した従来の電動工具では、モータの回転停止等を確実に実行した上で、ソレノイドを起動させるため、減速比変更を短時間で完了することは困難である。

【0007】

つまり、上述したような従来の電動工具は、減速比変更の際の係合の衝撃を抑制することと、減速比変更を短時間でスムーズに完了することを両立するには、不十分なものであった。

【0008】

また、切替部材のスライド移動時に、電動工具の電池電源の消耗等の変化や、ギア部材の磨耗や軸ずれやギア部材間クリアランスの増大等に伴い、切替部材が所定の目標位置に至る前にスライドを停止することがある。この場合、切替部材が所定の目標位置からずれて位置したことで、切替部材とギア部材の係合が不十分なものとなり、不十分な係合に伴う不意の変速や係合部位の磨耗や破損等をまねくこともあった。

【0009】

しかし、上述したような従来の電動工具では、制御部が、切替部材のスライド量不足に伴う切替部材とギア部材の不十分な係合を回避する制御を備えていない。

【0010】

本発明では、減速比変更の際の係合の衝撃を抑制して減速比変更を短時間でスムーズに完了し、しかも、減速比を変更させるときに、切替部材のスライド量不足を生じ難くすることのできる電動工具を提供することを、課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記課題を解決するために本発明の電動工具を、下記構成を具備したものとする。

【0012】

本発明の電動工具は、駆動源であるモータと、前記モータの回転動力を減速したうえで伝達する減速機構部と、前記減速機構部の減速比を切り替える減速比切替手段と、を具備する電動工具である。

【0013】

前記減速機構部は、軸方向にスライド自在な切替部材と、前記切替部材の前記軸方向のスライド位置に応じて前記切替部材との係合状態と非係合状態が切り替えられるギア部材と、を用いて、前記減速比が切り替わるように形成されたものである。

【0014】

10

20

30

40

50

前記減速比切替手段は、前記切替部材を軸方向にスライドさせる変速用アクチュエータと、前記変速用アクチュエータの駆動を調整する駆動調整部と、前記減速比の切替時に前記モータの回転動力を変更させる切替制御部と、前記減速比切替時に前記変速用アクチュエータを制御するアクチュエータ制御部と、を有するものである。

【0015】

前記アクチュエータ制御部は、前記変速用アクチュエータによる前記切替部材の時間あたりのスライド量を一定にさせるように前記駆動調整部を制御するものである。

【0016】

前記減速比切替手段は、さらに、前記変速用アクチュエータの入出力情報を検知する情報検知部を有し、前記アクチュエータ制御部は、前記情報検知部の検知結果に応じて前記駆動調整部を制御するものであることが好ましい。

10

【0017】

さらに、前記アクチュエータ制御部は、前記駆動調整部に前記変速用アクチュエータへの供給電圧を一定にさせて、前記切替部材の移動速度を一定にさせるものであることが好ましい。

【0018】

また、前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの起動前に、前記変速用アクチュエータに印加される電圧を検知し、前記駆動調整部は、前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものであることも好ましい。

20

【0019】

また、前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの駆動時に前記変速用アクチュエータに流れる電流値を検知し、前記駆動調整部は、前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものであることも好ましい。

【0020】

また、前記減速比切替手段は、さらに、前記切替部材の前記スライド位置を検知するスライド位置検知部を有し、前記アクチュエータ制御部は、前記スライド位置検知部の検知結果と前記情報検知部の検知結果に応じて、前記変速用アクチュエータへの供給電力を調整するものであることが好ましい。

30

【0021】

さらに、前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの駆動時間と電流値を検知するものであることも好ましい。

【0022】

また、前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの電圧値と電流値を検知するものであることも好ましい。

【0023】

また、前記情報検知部は前記入出力情報として、前記変速用アクチュエータの動作速度と電流値を検知するものであることも好ましい。

【0024】

また、前記アクチュエータ制御部は、前記切替部材のスライド方向毎に前記時間あたりのスライド量を異なるように制御するものであることが好ましい。

40

【発明の効果】

【0025】

本発明は、減速比変更の際の係合の衝撃を抑制して減速比変更を短時間でスムーズに完了することができ、且つ減速比を変更させるときに、切替部材のスライド量不足を生じ難くすることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施形態1の電動工具の要部説明図である。

50

【図 2】 同上の電動工具の側断面図である。

【図 3】 同上の電動工具の内部側面図である。

【図 4】 同上の電動工具の背断面図である。

【図 5】 同上の電動工具の減速機構部の分解斜視図である。

【図 6】 同上の減速機構部の 1 速の状態を示し、(a) は側断面図、(b) は側面図である。

【図 7】 同上の減速機構部の 1 速と 2 速の切替途中の状態を示す側断面図である。

【図 8】 同上の減速機構部の 2 速の状態を示し、(a) は側断面図、(b) は側面図である。

【図 9】 同上の減速機構部の 2 速と 3 速の切替途中の状態を示す側断面図である。

10

【図 10】 同上の減速機構部の 3 速の状態を示し、(a) は側断面図、(b) は側面図である。

【図 11】 本発明の実施形態 2 の電動工具の要部説明図である。

【図 12】 本発明の実施形態 3 の電動工具の供給電圧の調整制御の説明図である。

【図 13】 本発明の実施形態 4 の電動工具の停動電流推定の説明図である。

【図 14】 同上の停動電流推定結果に応じた供給電圧の調整制御の説明図である。

【図 15】 本発明の実施形態 6 の電動工具の負荷トルク推定の説明図である。

【図 16】 本発明の実施形態 7 の電動工具の負荷トルクに応じた供給電圧の調整制御の説明図である。

【図 17】 本発明の実施形態 8 の電動工具の負荷トルクに応じた供給電圧の調整制御の説明図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明を、添付図面に示す実施形態に基づいて説明する。

【0028】

<実施形態 1>

図 2 ~ 図 4 には、本発明の電動工具の実施形態 1 を示している。本実施形態の電動工具は、駆動源であるモータ（メインモータ）1 と、このモータ 1 の回転動力を減速したうえで伝達する減速機構部 2 と、減速機構部 2 を介して伝達された回転動力を出力軸 4 にまで伝達する駆動伝達部 3 とを備えている。そして、モータ 1 と、減速機構部 2 と駆動伝達部 3 は胴体ハウジング 101 内に收容されている。

30

【0029】

胴体ハウジング 101 からは把持部ハウジング 102 が延設され、電動工具の本体ハウジング 100 は、胴体ハウジング 101 と把持部ハウジング 102 とで構成される。把持部ハウジング 102 にはトリガスイッチ 103 を引き込み自在に設けている。さらに、把持部ハウジング 102 の延設先端部には、外部電源に接続される電源コードや把持部ハウジング 102 から着脱自在の電池パック等の電源部 70（図 1 等参照）を備えている。

【0030】

また、胴体ハウジング 101 内には、モータ 1 や減速機構部 2 に対して軸方向が平行となるように、変速用アクチュエータ 6 を收容している。この変速用アクチュエータ 6 は、専用のモータ（サブモータ）50 を駆動源とした回転式のアクチュエータであり、減速機構部 2 が有する切替部材 7 を、変速カムプレート 8 を介して軸方向にスライド移動させ、減速比の切替を行う。この点について詳しくは後述する。

40

【0031】

図 5 ~ 図 10 には、減速機構部 2 等の構造をより詳細に示している。本実施形態の減速機構部 2 は、ギアケース 9 内に三段の遊星減速機構を收容したものであり、各段の遊星減速機構の減速状態と非減速状態を切り替えることによって、減速機構部 2 全体の減速比を切り替える。以下においては、モータ 1 に近い側から順に 1、2、3 段目の遊星減速機構として説明を行う。

【0032】

50

1段目の遊星減速機構は、モータ1からの回転動力によって軸中心に回転駆動される太陽ギア10（図5中では図示略）と、該太陽ギア10と噛み合う複数の遊星ギア11と、各遊星ギア11に噛み合うリングギア12とを備えている。遊星ギア11は太陽ギア10を囲むように位置し、リングギア12はこれら複数の遊星ギア11を囲むように位置する。1段目の遊星減速機構は、これら複数の遊星ギア11と回動自在に連結されるキャリア14と、遊星ギア11とキャリア14を連結させるキャリアピン13とをさらに備えている。

【0033】

2段目の遊星減速機構は、1段目の太陽ギア10に結合される2段目の太陽ギア20（図5中では図示略）と、該太陽ギア20と噛み合う複数の遊星ギア21と、これら複数の遊星ギア21とも噛み合うことが可能な1段目のリングギア12とを備えている。遊星ギア21は太陽ギア20を囲むように位置する。2段目の遊星減速機構は、これら複数の遊星ギア21と回動自在に連結されるキャリア24と、遊星ギア21とキャリア24を連結するキャリアピン23とをさらに備え、キャリアピン23は、その先端部が1段目のキャリア14に連結される。

10

【0034】

リングギア12は、1段目の遊星減速機構を形成するための部材として機能するか、2段目の遊星減速機構を形成するための部材として機能するかが、そのスライド位置によって択一的に選択可能な構造である。つまり、リングギア12は、モータ1側のスライド位置にあるときには1段目の遊星ギア11に噛み合い、出力軸4側のスライド位置にあるときには2段目の遊星ギア21に噛み合う。

20

【0035】

以下の本文中において、モータ1側を単に「入力側」といい、出力軸4側を単に「出力側」という。

【0036】

ギアケース9の内周面には、リングギア12が軸方向にスライド自在に且つ回転不能に係合するガイド部15を設けており、リングギア12はこのガイド部15により案内されながら軸方向のスライド移動を行う。

【0037】

3段目の遊星減速機構は、2段目のキャリア24に結合される3段目の太陽ギア30と、該太陽ギア30と噛み合う複数の遊星ギア31と、これら複数の遊星ギア31と噛み合うリングギア32とを備え、遊星ギア31は太陽ギア30を囲むように位置する。3段目の遊星減速機構は、これら複数の遊星ギア31と回動自在に連結されるキャリア34と、遊星ギア31とキャリア34を連結させるキャリアピン33とをさらに備えている。

30

【0038】

リングギア32は、ギアケース9に対して軸方向にスライド自在に且つ回転自在に配されている。リングギア32が入力側のスライド位置にあるときには、リングギア32は、2段目のキャリア24の外周縁部に噛み合う。リングギア32が出力側のスライド位置にあるときには、リングギア32は、ギアケース9と一体に形成された係合歯部40と噛み合う。また、リングギア32はいずれのスライド位置にあるときも、遊星ギア31とは噛み合う。

40

【0039】

これら3段の遊星減速機構は、軸方向に連結されている。つまり、1～3段目の太陽ギア10, 20, 30が軸方向の一直線上に並設され、これらを囲むように位置する二つのリングギア12, 32もまた軸方向の一直線上に並設されている。

【0040】

各リングギア12, 32は独立して軸方向にスライド自在であり、そのスライド位置に対応して減速比を切り替え、出力軸4の回転出力を1速、2速、3速に変更する。このように、本実施形態では、各リングギア12, 32が、軸方向にスライド自在な切替部材7をなす。なお、ここでの1速は最も減速比の小さい状態であり、2速は1速よりも減速比

50

の大きな状態、3速は1, 2速よりも減速比の大きな状態（つまり、最も減速比の大きな状態）である。

【0041】

図6には1速の状態、図7には1速と2速の切替途中の状態、図8には2速の状態、図9には2速と3速の切替途中の状態、図10には3速の状態を示している。

【0042】

図6の1速にある減速機構部2では、切替部材7をなす一方のリングギア12が入力側の位置にあり、同じく切替部材7をなす他方のリングギア32が入力側の位置にある。そのため、1段目の遊星減速機構だけが減速状態となる。

【0043】

図8の2速にある減速機構部2では、切替部材7をなす一方のリングギア12が出力側の位置にあり、同じく切替部材7をなす他方のリングギア32が入力側の位置にある。そのため、2段目の遊星減速機構だけが減速状態となる。

【0044】

ここで、1段目の遊星減速機構と2段目の遊星減速機構とでは、2段目の方が減速比が大きくなるように各部材の寸法形状を相違させている。したがって、2速の場合は1速よりも減速比が大きく、出力軸4の回転速度は小さくなる。

【0045】

図10の3速にある減速機構部2では、切替部材7をなす一方のリングギア12が出力側の位置にあり、同じく切替部材7をなす他方のリングギア32が出力側の位置にある。そのため、2段目の遊星減速機構と3段目の遊星減速機構が共に減速状態となる。

【0046】

切替部材7をなす二つのリングギア12, 32のスライド位置は共に、変速カムプレート8の回転位置に応じて決定される。変速カムプレート8は、筒状をなすギアケース9の外周面に沿う断面円弧状のプレートであり、ギアケース9の中心軸まわりに回転自在となるように装着される。

【0047】

変速カムプレート8には、二つのカム溝41, 42を軸方向に並設している。入力側のカム溝41は、リングギア12のスライド移動に対応した折れ線形状を有する貫通溝である。カム溝41に挿通される変速ピン45の先端部が、ギアケース9に貫通形成したガイド溝48（図5参照）を通じてギアケース9内に挿入され、リングギア12の外周面の凹溝に係合する。ガイド溝48は、減速機構部2の軸方向と平行に形成している。

【0048】

出力側のカム溝42は、リングギア32のスライド移動に対応した折れ線形状を有する貫通溝である。カム溝42に挿通される変速ピン46の先端部が、ギアケース9に貫通形成したガイド溝49（図5参照）を通じてギアケース9内に挿入され、リングギア32の外周面の凹溝に係合する。ガイド溝49は、減速機構部2の軸方向と平行に形成したものであり、他方のガイド溝48と一直線上に形成している。

【0049】

この変速カムプレート8は、その周方向端部に、回転式の変速用アクチュエータ6と噛み合うギア部47を有する。変速用アクチュエータ6は、専用のモータ50と、モータ50の回転動力を減速して伝達する減速機構部51と、減速機構部51を通じて伝達される回転動力により回転駆動される出力部52とを有する。つまり、変速用アクチュエータ6は変速カムプレート8を介して切替部材7を軸方向にスライドさせる。

【0050】

このように、本実施形態の電動工具では、減速機構部2は、軸方向にスライド自在な切替部材7と、これら切替部材7の軸方向のスライド位置に応じて該切替部材7との係合状態と非係合状態が切り替えられるギア部材5と、を用いて形成している。

【0051】

切替部材7は、上述のようにリングギア12, 32である。また、ここでのギア部材5

10

20

30

40

50

は、リングギア 1 2 に対しては 1 段目の遊星ギア 1 1 と 2 段目の遊星ギア 2 1 であり、リングギア 3 2 に対しては 2 段目のキャリア 2 4 と係合歯部 4 0 である。これら切替部材 7 とギア部材 5 の係合状態と非係合状態に応じて、減速機構部 2 全体の減速比が切り替わる。

【 0 0 5 2 】

さらに、本実施形態の電動工具は、図 1 に概略的に示すように、モータ 1 およびアクチュエータ 6 を制御する制御部 6 2 と、モータ 1 を駆動させるモータ駆動部 6 5 と、変速用アクチュエータ 6 を駆動させるアクチュエータ駆動部 6 6 とを備えている。これら、制御部 6 2 とモータ駆動部 6 5 とアクチュエータ駆動部 6 6 とには、電源部 7 0 から電力が供給されている。

10

【 0 0 5 3 】

モータ駆動部 6 5 は、制御部 6 2 の制御を受けて、モータ 1 を駆動させるとともにモータ 1 の回転動力を変更させるものであり、モータ 1 の回転動力を調整するモータ 1 側の駆動調整部を兼ねている。アクチュエータ駆動部 6 6 は、制御部 6 2 の制御を受けて、変速用アクチュエータ 6 (モータ 5 0) を駆動させるとともに変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するものであり、変速用アクチュエータ 6 側の駆動調整部 6 1 を兼ねている。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の電動工具は、変速用アクチュエータ 6 の入出力情報を検知する情報検知部 6 7 と、モータ 1 の駆動状態を検知する駆動状態検知部 6 0 と、切替部材 7 のスライド位置を検知するスライド位置検知部 6 8 とをさらに備えている。

20

【 0 0 5 5 】

駆動状態検知部 6 0 は、モータ 1 に流れる電流値とモータ 1 の回転数の少なくとも一方を検知することで、モータ 1 の駆動状態を検知し、その検知結果を制御部 6 2 に入力する。情報検知部 6 7 は、アクチュエータ駆動部 6 6 に印加された供給電圧の値 (供給電力の電圧値) を検知することで、切替部材 7 の移動速度 (つまりリングギア 1 2, 3 2 のそれぞれのスライド速度) を検知し、その検知結果を制御部 6 2 に入力する。スライド位置検知部 6 8 は、切替部材 7 に連動する変速カムプレート 8 のギアケース 9 に対する回転位置を検知することで、間接的に切替部材 7 の位置 (つまりリングギア 1 2, 3 2 のそれぞれのスライド位置) を検知し、その検知結果を制御部 6 2 に入力する。スライド位置検知部 6 8 は、非接触式の変位検知センサであってもよいし、変速カムプレート 8 に直接接触する接触式のものであってもよい。

30

【 0 0 5 6 】

制御部 6 2 は、駆動状態検知部 6 0 により検知されるモータ 1 の駆動状態 (負荷) に応じて、アクチュエータ駆動部 6 6 に変速用アクチュエータ 6 を起動させ、切替部材 7 をスライド移動させることにより減速機構部 2 の減速比を変更する。

【 0 0 5 7 】

つまり、本実施形態の電動工具では、変速用アクチュエータ 6 と、アクチュエータ駆動部 6 6 と、駆動状態検知部 6 0 と、スライド位置検知部 6 8 と、情報検知部 6 7 と、制御部 6 2 とを用いて、減速比切替手段を構成している。

【 0 0 5 8 】

そして、制御部 6 2 においては、変速用アクチュエータ 6 (つまりモータ 5 0) を起動させるとき、スライド位置検知部 6 8 の検知結果に応じて、モータ 1 の回転動力を一時的に低下または増大させるように制御する切替用制御部 6 3 の機能を兼ねている。ここでモータ 1 の回転動力を低下または増大させるのは、スライド移動される切替部材 7 とこれがスライド後に係合するギア部材 5 との間において、係合時の相対回転速度を極力減じる (望ましくはゼロとする) ためである。

40

【 0 0 5 9 】

制御部 6 2 (切替制御部 6 3) は、電動工具での作業時に、駆動状態検知部 6 0 にてモータ 1 にかかる負荷が所定水準に到達したと検知されたときに、自動変速させる。

【 0 0 6 0 】

50

以下、1速 2速に自動変速される場合、2速 3速に自動変速される場合を例にとり、具体的に説明する。

【0061】

1速から2速への自動変速は、モータ1に流れる電流値が所定値以上になったとき、モータ1の回転数が所定値以下になったとき、または、この電流値と回転数とが所定の関係を満たすようになったときに、モータ1にかかる負荷が所定水準に到達したと検知する。

【0062】

該検知結果を入力された切替制御部63は、変速用アクチュエータ6のモータ50を起動させ、変速カムプレート8を回転移動させる。変速カムプレート8の入力側のカム溝41に挿通される変速ピン45は、ギアケース9に設けたガイド溝48にガイドされながら、出力側へとスライド駆動される。変速ピン45は、切替部材7であるリングギア12を出力側へとスライド移動させる。

10

【0063】

スライド移動したリングギア12は、まず1段目の遊星ギア11との係合が解除され、図7に示す切替途中の状態となる。このとき、リングギア12はギアケース9に対して回転固定の状態にある。一方、次期係合対象のギア部材5である2段目の遊星ギア21は、モータ1の回転動力に依存した形態で、ギアケース9に対して軸まわりに回転駆動される。

【0064】

制御部62は、リングギア12が図7の所定の切替途中状態に至ったという検知結果をスライド位置検知部68から入力されると、その時点で、モータ1の回転動力を一時的に低下させる（ゼロとする場合を含む）。これにより、図8のようにリングギア12が2段目の遊星ギア21と係合する際に両者12, 21間の相対回転速度を低減させ（好ましくはゼロとし）、係合の際の衝撃を抑制する。したがって、1速から2速への自動変速が、スムーズ且つ安定的に実現され、衝突によるギアの磨耗や破損も抑制される。

20

【0065】

2速 3速の自動変速は、次のとおりの制御となる。つまり、図8に示す2速の状態モータ1を回転駆動させているときに、駆動状態検知部60にてモータ1にかかる負荷が所定水準に到達したと検知されたときに、3速に自動変速される。具体的には、モータ1に流れる電流値が所定値以上になったとき、モータ1の回転数が所定値以下になったとき、または、この電流値と回転数とが所定の関係を満たすようになったときに、モータ1にかかる負荷が所定水準に到達したと検知する。

30

【0066】

該検知結果を入力された制御部62は、変速用アクチュエータ6のモータ50を起動させ、変速カムプレート8を回転移動させる。変速カムプレート8の出力側のカム溝42に挿通される変速ピン46は、ギアケース9に設けたガイド溝49にガイドされながら、出力側へとスライド駆動される。変速ピン46は、もう一つの切替部材7であるリングギア32を出力側へとスライド移動させる。

【0067】

スライド移動したリングギア32は、まず2段目のキャリア24との係合が解除され、図9に示す切替途中の状態に至る。このとき、リングギア32は、3段目の遊星ギア31に係合し、且つ、ギアケース9には回転固定されない状態にある。

40

【0068】

図9の切替途中状態にあるリングギア32は、2速にてキャリア24に係合していたときの回転慣性で回転を続けるが、これと同時に、モータ1により駆動される3段目の遊星ギア31からの反力によって、該回転慣性とは反対方向の回転力を受ける。一方、リングギア32が次に係合するギア部材5である係合歯部40は、ギアケース9に対して固定されている。

【0069】

制御部62は、この回転慣性と反対方向の回転力を積極的に利用して、リングギア32

50

と係合歯部 40 との相対回転速度を低減させる（好ましくはゼロとする）ものとなっている。つまり、制御部 62 は、リングギア 32 が図 9 の所定の切替途中状態に至ったことをスライド位置検知部 61 により検知すると、その時点で、リングギア 32 のスライド移動を一旦停止させる。そして、モータ 1 の回転動力を一時的に増大させ、リングギア 32 のギアケース 9 に対する回転速度を速やかに低減させる。そのうえでリングギア 32 のスライド移動を再開し、係合歯部 40 と係合する際にはリングギア 32 の回転速度が極力ゼロに近づくように調整する。

【0070】

これにより、図 10 のようにリングギア 32 が係合歯部 40 と係合する際の衝撃を抑制し、スムーズ且つ安定的な自動変速を実現するとともに、衝突によるギアの磨耗や破損も抑制することができる。

10

【0071】

なお、リングギア 32 のスライド移動の一旦停止は行わず、モータ 1 の回転動力を一時的に増大させるだけで回転速度を調整してもよい。また、リングギア 32 の一旦停止によってのみ、回転速度を調整してもよい。また、変速用アクチュエータ 6 の起動と同期してモータ 1 の回転動力を徐々に低下させ、2 速にてキャリア 24 に係合していたときのリングギア 32 の回転慣性による回転を低下させる制御としてもよい。

【0072】

また、3 速 2 速の自動変速の場合や、2 速 1 速の自動変速の場合には、制御部 62 は、モータ 1 の回転動力が停止した状態、または切替途中状態に至ったときに回転動力を低下または停止させ、切替部材 7 とギア部材 5 の相対回転速度を低減する。これにより、スムーズ且つ安定的な自動変速が実現され、衝突によるギアの磨耗や破損も抑制される。

20

【0073】

また、制御部 62（切替制御部 63）は、変速用アクチュエータ 6 を起動させた時点からモータ 1 の回転動力をある程度低下させる制御であってもよい。この場合の制御部 62 は、例えば、変速用アクチュエータ 6 の起動と同期してモータ 1 の回転動力を徐々に低下させてゆき、リングギア 12 が図 7 の所定の切替途中状態に至ったという検知結果が入力された時点で、モータ 1 の回転動力をさらに低下させる。

【0074】

以上のように、本実施形態の制御部 62 は、モータ 1 の駆動状態に応じて変速用アクチュエータ 6 を起動させるとともに、検知された切替部材 7（リングギア 12, 32）の現在位置に対応するかたちで、モータ 1 の回転動力を一時的に低下または増大させる。この回転動力の低下は、モータ 1 を停止させる場合も含む。これにより、スムーズ且つ安定的な自動変速が実現され、衝突によるギアの磨耗や破損も抑制される。なお、制御部 62 を、変速用アクチュエータ 6 の起動にも同期してモータ 1 の回転動力を徐々に低下または増大させるものとしてもよい。

30

【0075】

また、2 速から 1 速や 3 速から 2 速の自動変速は、制御部 62 が作業完了と判断した際に行われるものであってもよい。具体的には、モータ 1 の負荷が所定水準に達した後、該負荷が略無くなり制御部 62 が作業完了と判断した、またはトリガスイッチ 103 の操作が解除された等でモータ 1 を駆動停止させたときの自動変速である。つまり、該状態における自動変速は、所定の作業の完了に伴い次の作業に移行する準備のために、3 速または 2 速から 1 速に戻す変速である。

40

【0076】

加えて、本実施形態の制御部 62 では、減速比の切替時（変速時）に、情報検知部 67 とスライド位置検知部 68 が検知する切替部材 7（リングギア 12, 32）の位置に対応するかたちで、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するように制御する。これにより、電池パックの消耗等による供給電圧の低下等に伴う切替部材 7 のスライド量または速度の低下に対応して、切替部材 7 のスライドを調整することができ、切替部材 7 を所定の時間で所定の目標位置にスライドさせ、スムーズな自動変速を実現する。

50

【 0 0 7 7 】

以下、この変速用アクチュエータ 6 の制御について具体的に述べる。

【 0 0 7 8 】

制御部 6 2 は、切替部材 7 を所定の目標位置に時間通りに到達させるようにアクチュエータ駆動部 6 6 を制御するアクチュエータ制御部 6 4 の機能を兼ねている。つまり、電源部 7 0 からの供給電圧の変化や、ギア磨耗による芯ずれ、ギア間のクリアランス増大等の経年劣化によって、切替部材 7 の移動速度にばらつきを生じる場合がある。この場合、切替部材 7 の時間あたりのスライド量が低下するため、切替部材 7 が所定の時間内に所定の目標位置にまでスライド移動せず、変速がうまく行かず作業の障害になるだけでなく、減速比の切替に要する時間（切替時間）の増大の原因ともなる。

10

【 0 0 7 9 】

これに対して、制御部 6 2 は、情報検知部 6 7 から入力される検知結果によって、切替部材 7 の移動速度のばらつきを把握し、アクチュエータ駆動部 6 6 に切替部材 7 のスライド移動を調整させ、切替部材 7 の時間あたりのスライド量不足を解消させる。つまり、制御部 6 2 は、変速用アクチュエータ 6 の駆動が所定の時間経過されたときに、切替部材 7 が所定の目標位置に位置するように、アクチュエータ駆動部 6 6 に変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整させる。このとき、所定の時間とは、自動変速に要する切替時間であり、変速用アクチュエータ 6 の駆動時間と略同じ時間となっている。

【 0 0 8 0 】

具体的には、情報検知部 6 7 は、変速用アクチュエータ 6 が駆動されるときに、入出力情報として、電源部 7 0 からアクチュエータ駆動部 6 6 に印加された供給電圧の値を随時検知し、検知結果を制御部 6 2 に出力する。制御部 6 2 は、入力された検知結果に応じて、切替部材 7 が所定の目標位置に至るまでの時間あたりのスライド量を一定にさせるようにアクチュエータ駆動部 6 6 を制御する。つまり、制御部 6 2 は、情報検知部 6 7 の検知結果に応じてアクチュエータ駆動部 6 6 にモータ 5 0 の回転動力を随時変更させて、所定の時間経過時に切替部材 7 が所定の目標位置に至るように、変速用アクチュエータ 6 を駆動調整する。これにより、切替部材 7 の移動速度のばらつきに伴うスライド量不足を抑制し、切替部材 7 を所定の時間に所定の目標位置に到達させることができ、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。

20

【 0 0 8 1 】

次に、本発明の電動工具の他の実施形態について順に述べる。なお、上述の実施形態 1 と同様の構成については詳しい説明を省略し、実施形態 1 とは相違する特徴的な構成について、主に詳述する。

30

【 0 0 8 2 】

< 実施形態 2 >

本実施形態の電動工具においても、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に時間通り位置させるように設けている。これにより、切替部材 7 のスライド量不足を解消するとともに、減速比の切替時間が所定の時間から増大することを抑制し、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。しかし、本実施形態においては、駆動調整部 6 1 の構成や、変速用アクチュエータ 6 への供給電圧の調整の仕方が実施形態 1 の場合と相違している。

40

【 0 0 8 3 】

具体的には、減速比切替手段は、図 1 1 に示すように、電力調整部 6 9 を備えている。該電力調整部 6 9 は、電源部 7 0 からの供給電力を昇圧する昇圧回路と、PWM 制御を行う制御回路とを有し、供給電圧を一定値に調整したうえで、アクチュエータ駆動部 6 6 に給電するものとなっている。つまり、電力調整部 6 9 は、電源部 7 0 から変速用アクチュエータ 6 への供給電圧を検知する情報検知部 6 7 と、情報検知部 6 7 の検知結果に応じて変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整する駆動調整部 6 1 とを兼ねている。

【 0 0 8 4 】

電力調整部 6 9 は、電源部 7 0 からの供給電圧に応じて、昇圧回路でアクチュエータ駆

50

動部 6 6 への供給電圧を上げるまたは制御回路の P W M 制御で供給電圧を下げることで、アクチュエータ駆動部 6 6 への供給電圧を一定値に調整する。

【 0 0 8 5 】

これにより、減速比の切替時に、アクチュエータ駆動部 6 6 は一定の供給電圧で変速用アクチュエータ 6 を駆動させ、切替部材 7 が一定速度でスライド移動され、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に至り、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。なお、制御部 6 2 やアクチュエータ駆動部 6 6 に、電力調整部 6 9 の機能を兼ねたものを用いて、電動工具の構成部材を削減してもよい。

【 0 0 8 6 】

< 実施形態 3 >

本実施形態の電動工具においても、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に時間通り位置させるように設けている。これにより、切替部材 7 のスライド量不足を解消するとともに、減速比の切替時間が所定の時間から増大することを抑制し、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。しかし、本実施形態においては、変速用アクチュエータ 6 への供給電圧の調整の仕方が実施形態 1 の場合と相違している。そして、変速用アクチュエータ 6 への供給電圧を一定に調整させる点は、実施形態 2 と同様である。しかし、情報検知部 6 7 で検知する入出力情報において、実施形態 2 とは相違する。

【 0 0 8 7 】

具体的には、情報検知部 6 7 は入出力情報として変速用アクチュエータ 6 の起動前の電圧の値（電圧値 V 1 ）を検知する。制御部 6 2 は、変速用アクチュエータ 6 に印加する供給電圧を、該検知結果に応じて決定した電圧値 V 2 に調整させる。つまり、制御部 6 2 は、図 1 2 に示すように、検知された電圧値 V 1 から、切替部材 7 を所定の移動速度 S 1 でスライドさせる電圧値 V 2 を演算し、演算結果に応じて駆動調整部 6 1 に供給電圧を調整させる制御を行うものとなっている。この所定の移動速度 S 1 は、自動変速時に、所定の時間経過した際に切替部材 7 を所定の目標位置に至らせる速度である。

【 0 0 8 8 】

これにより、切替部材 7 を一定の移動速度でスライド移動させることができ、切替部材 7 の移動速度のばらつきが解消され、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に至り、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。なお、アクチュエータ駆動部 6 6 に、電力調整部 6 9 の機能を兼ねたものを用いて、電動工具の構成部材を削減してもよい。また、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2 、アクチュエータ駆動部 6 6 、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。

【 0 0 8 9 】

< 実施形態 4 >

本実施形態の電動工具においても、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に時間通り到達させるように設けている。これにより、切替部材 7 のスライド量不足を解消するとともに、減速比の切替時間が所定の時間から増大することを抑制し、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。しかし、本実施形態においては、変速用アクチュエータ 6 への供給電圧の調整の仕方が実施形態 1 の場合と相違している。そして、変速用アクチュエータ 6 への供給電圧を一定に調整させる点は、実施形態 3 と同様である。しかし、情報検知部 6 1 で検知する入出力情報において、実施形態 3 とは相違する。

【 0 0 9 0 】

具体的には、情報検知部 6 7 は入出力情報として変速用アクチュエータ 6 の起動時の駆動電流の最大値（最大電流値 A 1 ）を検知する。制御部 6 2 は、該検知結果から推定した電圧値 V 2 に、変速用アクチュエータ 6 に印加する供給電圧を調整させる。つまり、制御部 6 2 は、図 1 3 に示すように、検知された最大電流値 A 1 から、電圧値 V 3 またはモータ 5 0 の停動電流を推定する。そして、図 1 4 に示すように、推定結果に基づき切替部材 7 を所定の移動速度 S 1 でスライドさせるための電圧値 V 2 を演算し、演算結果に応じて

10

20

30

40

50

駆動調整部 6 1 に供給電圧を調整させるものとなっている。

【 0 0 9 1 】

これにより、切替部材 7 を一定の移動速度でスライド移動させることができ、切替部材 7 の移動速度のばらつきが抑制され、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に至り、スムーズ且つ安定な自動変速を実現する。なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。

【 0 0 9 2 】

< 実施形態 5 >

本実施形態の電動工具においても、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に所定の時間で至るように設けている。これにより、切替部材 7 のスライド量不足を解消するとともに、減速比の切替時間が所定の時間から増大することを抑制し、スムーズかつ安定な自動変速を実現する。本実施形態においては、変速用アクチュエータ 6 の駆動中に随時移動速度を調整させる点は、実施形態 1 と同様である。しかし、変速用アクチュエータ 6 の駆動中の切替部材 7 の移動速度の調整の仕方が実施形態 1 の場合と相違する。

【 0 0 9 3 】

具体的には、制御部 6 2 は、情報検知部 6 7 の検知結果とスライド位置検知部 6 8 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 への供給電力（供給電圧）を調整させるように駆動調整部 6 1 を制御する。これにより、切替部材 7 の移動速度のばらつきを抑制することができ、スムーズ且つ安定な自動変速を実現する。

【 0 0 9 4 】

さらに、クリアランスの変化やギアの軸ずれ等のギアの経年劣化に伴い所定の時間より早く目標位置に到る場合に、ギア同士（切替部材 7 と狙いのギア部材 5）が衝突し、ギアに磨耗や破損を生じることがある。これに対して、本実施形態では、スライド位置検知部 6 8 の検知結果と情報検知部 6 7 の検知結果に応じて、切替時間が予め設定された所定の時間よりも減少することを抑制し、ギア同士の衝突に伴うギアの磨耗や破損を抑制する。なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。

【 0 0 9 5 】

< 実施形態 6 >

本実施形態の電動工具においても、情報検知部 6 7 とスライド位置検知部 6 8 の両検知結果に応じて変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に所定の時間で至るように設けている。これにより、スムーズ且つ安定な自動変速を実現するとともに、ギア同士の衝突に伴うギアの磨耗や破損も抑制する。しかし、本実施形態においては、移動速度の調整に用いる情報検知部 6 7 の検知結果において、実施形態 5 とは相違する。

【 0 0 9 6 】

具体的には、情報検知部 6 7 は入出力情報として、変速用アクチュエータ 6 の駆動時の電流値 A 2 と駆動時間を検知する。制御部 6 2 は、図 1 5 に示すように、情報検知部 6 7 で検知された電流値 A 2 から、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を算出する。さらに、制御部 6 2 は、算出した負荷トルク T 1 と、情報検知部 6 7 で検知された駆動時間から、該電流値 A 2 検知時のモータ 5 0 の回転数を切替部材 7 の移動速度の指標として求める。制御部 6 2 は、求めた移動速度の指標（回転数）から、切替部材 7 をスライド位置検知部 6 8 で検知された位置から目標位置へ所定の時間に到達させるように、駆動調整部 6 1 に供給電力を調整させる。つまり、制御部 6 2 は、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 と駆動時間によって、該入出力情報検知時の切替部材 7 の移動速度の指標を求め、求めた移動速度の指標とスライド位置検知部 6 8 の検知結果に応じて、所定の速度になるように変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整する。この所定の移動速度 S 2 は、変速用アクチュエータ 6 を所定の時間駆動させたときに、切替部材 7 をスライド位置検知部 6 8 で検知された切替部材 7 の位置から所定の目標位置に到達させる移動速度となっている。

【 0 0 9 7 】

これにより、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に到達し、切替部材 7 のスライド量不足を解消し、スムーズかつ安定な自動変速を実現するとともに、切替時間が所定の時間から減少することを抑制し、衝突に伴うギアの磨耗や破損を抑制する。

【 0 0 9 8 】

なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。また、電流値 A 2 のかわりに、トルクセンサ等を用いて変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を直接検知し、検知した負荷トルク T 1 を検知結果として制御部 6 2 に入力するものであってもよい。

【 0 0 9 9 】

< 実施形態 7 >

本実施形態の電動工具においても、情報検知部 6 7 とスライド位置検知部 6 8 の両検知結果に応じて変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に所定の時間で至るように設けている。これにより、スムーズ且つ安定な自動変速を実現するとともに、ギア同士の衝突に伴うギアの磨耗や破損も抑制する。しかし、本実施形態においては、移動速度の調整に用いる情報検知部 6 7 の検知結果において、実施形態 5 とは相違する。

【 0 1 0 0 】

具体的には、情報検知部 6 7 は入出力情報として、変速用アクチュエータ 6 の駆動時の電流値 A 2 と電圧値 V 4 を検知する。また、制御部 6 2 は、図 1 5 に示すように、情報検知部 6 7 で検知された電流値 A 2 から、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を算出する。さらに、制御部 6 2 は、図 1 6 に示すように、算出した負荷トルク T 1 と、情報検知部 6 7 で検知された電圧値 V 4 から、電流値 A 2 検知時の切替部材 7 の移動速度（モータ 5 0 の回転数 R 1）を推定し、推定結果に応じて駆動調整部 6 1 に供給電力を調整させる。つまり、制御部 6 2 は、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 と駆動時間によって求めた移動速度の指標と、スライド位置検知部 6 8 の検知結果とに基づき、所定の移動速度 S 2 となるように供給電圧を駆動調整部 6 1 に調整させる。この所定の移動速度 S 2 は、変速用アクチュエータ 6 を所定の時間駆動させたときに、切替部材 7 をスライド位置検知部 6 8 で検知された切替部材 7 の位置から所定の目標位置に到達させる移動速度となっている。

【 0 1 0 1 】

これにより、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に到達し、切替部材 7 のスライド量不足を解消し、スムーズかつ安定な自動変速を実現するとともに、切替時間が所定の時間から減少することを抑制し、衝突に伴うギアの磨耗や破損を抑制する。

【 0 1 0 2 】

なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。また、移動速度の指標を求めるものに限らず、電流値 A 2 検知時の移動速度を求め、求めた移動速度とスライド位置検知部 6 8 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するものであってもよい。また、電流値 A 2 のかわりに、トルクセンサ等を用いて変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を直接検知し、検知した負荷トルク T 1 を検知結果として制御部 6 2 に入力するものであってもよい。

【 0 1 0 3 】

< 実施形態 8 >

本実施形態の電動工具においても、情報検知部 6 7 とスライド位置検知部 6 8 の両検知結果に応じて変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整し、切替部材 7 を所定の目標位置に所定の時間で至るように設けている。これにより、スムーズ且つ安定な自動変速を実現するとともに、ギア同士の衝突に伴うギアの磨耗や破損も抑制する。しかし、本実施形態においては、移動速度の調整に用いる情報検知部 6 7 の検知結果において、実施形態 7 とは相違する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 4 】

具体的には、情報検知部 6 7 は入出力情報として、変速用アクチュエータ 6 の駆動時の電流値 A 2 と動作速度 S 3 を検知する。また、制御部 6 2 は、図 1 5 に示すように、情報検知部 6 7 で検知された電流値 A 2 から、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を算出する。さらに、制御部 6 2 は、図 1 7 に示すように、算出した負荷トルク T 1 と、情報検知部 6 7 で検知された変速用アクチュエータ 6 の動作速度 S 3 から、該検知時の電圧値 V 5 を推定する。制御部 6 2 は、推定した電圧値 V 5 に基づき、駆動調整部 6 1 に切替部材 7 を目標位置へ所定の時間に到達させる移動速度 S 2 になるように供給電圧を調整させる。つまり、制御部 6 2 は、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 と動作速度 S 3 によって求めた変速用アクチュエータ 6 へ印加された電圧値 V 5 と、スライド位置検知部 6 8 の検知結果に基づき、所定の移動速度 S 2 となるように供給電圧を調整させる。この所定の移動速度 S 2 は、変速用アクチュエータ 6 を所定の時間駆動させたときに、切替部材 7 をスライド位置検知部 6 8 で検知された切替部材 7 の位置から所定の目標位置に到達させる移動速度となっている。

10

【 0 1 0 5 】

これにより、切替部材 7 が所定の時間に所定の目標位置に到達し、切替部材 7 のスライド量不足を解消し、スムーズかつ安定な自動変速を実現するとともに、切替時間が所定の時間から減少することを抑制し、衝突に伴うギアの磨耗や破損を抑制する。

【 0 1 0 6 】

なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。また、移動速度 S 3 を求めるものに限らず、電流値 A 2 検知時の移動速度の指標を求め、求めた移動速度の指標とスライド位置検知部 6 8 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するものであってもよい。また、電流値 A 2 のかわりに、トルクセンサ等を用いて変速用アクチュエータ 6 の負荷トルク T 1 を直接検知し、検知した負荷トルク T 1 を検知結果として制御部 6 2 に入力するものであってもよい。

20

【 0 1 0 7 】

< 実施形態 9 >

本実施形態の電動工具においても、制御部 6 2 は、駆動調整部 6 1 に変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整させるように設けている。しかし、本実施形態においては、切替部材 7 の移動速度において、実施形態 1 とは相違する。

30

【 0 1 0 8 】

具体的には、制御部 6 2 は、1 速から 2 速を経由した 3 速に切り替える制御と、3 速から 2 速を経由して 1 速に切り替える制御とで切替部材 7 の移動速度を異なるように制御する。つまり、制御部 6 2 は、1 速から 3 速に切り替わる際の切替部材 7 の移動速度に比べて、3 速から 1 速に切り替わる際の切替部材 7 の移動速度を速くし、切替部材 7 のスライド方向に応じて切替時間を異なるものとしている。

【 0 1 0 9 】

これにより、作業完了後に 3 速や 2 速から 1 速に戻す減速比のリセット動作や、ねじの緩め動作等の作業終期に大きな出力トルクが要求され難いとき等に、1 速から 2 速や 3 速へ切り替える場合に比べて、自動変速の切替時間を短縮させ、作業効率が高くなる。

40

【 0 1 1 0 】

なお、駆動調整部 6 1 の機能は、制御部 6 2、アクチュエータ駆動部 6 6、電力調整部 6 9 のいずれが兼ねたものであってもよい。また、1 速と 2 速の間や 2 速と 3 速の間で移動速度が異なるものや、減速比の切替動作毎に夫々異なるものであってもよい。また、制御部 6 2 は、モータ 1 の動作負荷の有無等に応じて、自動変速時の切替部材 7 の移動速度を変更するものであってもよい。

【 0 1 1 1 】

ここまで、実施形態 1 ~ 9 の電動工具の詳細な構成について説明した。

【 0 1 1 2 】

50

上述のように、実施形態 1～9 の電動工具では、駆動源であるモータ 1 と、モータ 1 の回転動力を減速したうえで伝達する減速機構部 2 と、減速機構部 2 の減速比を切り替える減速比切替手段と、を具備する。該減速機構部 2 は、軸方向にスライド自在な切替部材 7 と、切替部材 7 の軸方向のスライド位置に応じて切替部材 7 との係合状態と非係合状態が切り替えられるギア部材 5 と、を用いて、減速比が切り替わるように形成されたものである。該減速比切替手段は、切替部材 7 をスライドさせる変速用アクチュエータ 6 と、変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整する駆動調整部 6 1 と、モータ 1 の回転動力を変更させる切替制御部 6 3 と、変速用アクチュエータ 6 を制御するアクチュエータ制御部 6 4 と、を有するものである。該アクチュエータ制御部 6 4 は、変速用アクチュエータ 6 の駆動が所定の時間経過されたときに切替部材 7 を所定の目標位置に位置させるように駆動調整部 6 1 を制御するものとなっている。

10

【 0 1 1 3 】

該構成を具備する電動工具においては、減速比の切替時に、切替部材 7 を所定の時間に所定の目標位置に位置させるといった制御が可能となるため、自動的な減速比変更を、スムーズに且つ所定の時間に安定して完了することができる。

【 0 1 1 4 】

また、実施形態 1～9 の電動工具において、減速比切替手段は、さらに、変速用アクチュエータ 6 の入出力情報を検知する情報検知部 6 7 を有し、アクチュエータ制御部 6 4 は、情報検知部 6 7 の検知結果に応じて駆動調整部 6 1 を制御するものとなっている。つまり、変速用アクチュエータ 6 の入出力情報に応じて、切替部材 7 の時間あたりのスライド量を調整するといった制御が可能になり、自動的な減速比変更を、よりスムーズに且つ安定して完了することができる。

20

【 0 1 1 5 】

実施形態 1 の電動工具では、変速用アクチュエータ 6 の駆動中に、情報検知部 6 7 が随時アクチュエータ駆動部 6 6 に印加された供給電圧を検知し、駆動調整部 6 1 が検知結果に応じて随時変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するものとなっている。これにより、電源部 7 0 の消耗等の電動工具の作業に伴う供給電圧の低下に対応して、切替部材 7 の移動速度が調整され、変速用アクチュエータ 6 を所定の時間駆動させたときに、切替部材 7 を所定の目標位置に到達させることができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、実施形態 2～8 の電動工具において、駆動調整部 6 1 は、情報検知部 6 7 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 への供給電力を調整するものとなっている。これにより、電源部 7 0 の経年劣化等に伴う供給電力の電圧値のばらつきが解消され、変速用アクチュエータ 6 を所定の時間駆動させたときに、切替部材 7 を所定の目標位置に位置させ、スムーズ且つ安定的な自動変速を完了することができる。

30

【 0 1 1 7 】

また、実施形態 2, 3 の電動工具において、アクチュエータ制御部 6 4 は、駆動調整部 6 1 に変速用アクチュエータ 6 への供給電圧を一定にさせて、切替部材 7 の移動速度を一定にさせるように制御するものとなっている。これにより、一定の供給電圧で変速用アクチュエータ 6 を駆動させることができ、よりスムーズかつ安定な減速比変更をすることができるとともに、電圧を一定にして給電するため、変速用アクチュエータ 6 の制御を容易に行うことができる。

40

【 0 1 1 8 】

また、実施形態 4 の電動工具において、情報検知部 6 7 は入出力情報として、変速用アクチュエータ 6 の駆動時に変速用アクチュエータ 6 に流れる電流値を検知する。駆動調整部 6 1 は、該情報検知部 6 7 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 への供給電力を調整するものとなっている。これにより、変速用アクチュエータ 6 に印加される供給電圧を一定に調整することができ、所定の目標位置に到達したときの時間あたりのスライド量を一定にすることができる。

【 0 1 1 9 】

50

また、実施形態 5 ~ 8 の電動工具において、減速比切替手段は、さらに、切替部材 7 のスライド位置を検知するスライド位置検知部 6 8 を有する。アクチュエータ制御部 6 4 は、スライド位置検知部 6 8 の検知結果と情報検知部 6 7 の検知結果に応じて、変速用アクチュエータ 6 への供給電力を調整するものとなっている。これにより、切替部材 7 の位置に応じて移動速度を調整させる制御が可能となり、移動速度が速くなり過ぎた場合等での切替部材 7 とギア部材 5 の衝突を軽減し、ギアの磨耗や破損を抑制することができる。

【 0 1 2 0 】

さらに、実施形態 6 ~ 8 の電動工具において、情報検知部 6 7 は入出力情報として、変速用アクチュエータ 6 の負荷トルクの指標となるものを検知し、制御部 6 2 は、この検知結果を基にして変速用アクチュエータ 6 の駆動を調整するものとなっている。これにより、負荷トルクに応じて、変速用アクチュエータ 6 の時間あたりのスライド量を制御することが可能となり、よりスムーズ且つ安定的な自動変速を完了することができる。

10

【 0 1 2 1 】

また、実施形態 9 の電動工具において、アクチュエータ制御部 6 4 は、切替部材 7 のスライド方向毎に時間あたりのスライド量を異なるように制御するものとなっている。これにより、変速における出力トルクの変更があまり重要にならない場合や、次工程の作業の減速比に迅速に対応させる場合（1速に戻す場合）等での切替時間が短縮され、作業効率が高くなる。

【 0 1 2 2 】

以上、本発明を添付図面に示す実施形態に基づいて説明したが、本発明は各実施形態に限定されるものではなく、本発明の意図する範囲内であれば、各実施形態において適宜の設計変更を行うことや、各実施形態の構成を適宜組み合わせることで適用することが可能である。

20

【 0 1 2 3 】

また、変速用アクチュエータ 6 を用いて減速比を切り替えるものであれば、本実施形態のような駆動状態検知部 6 0 の検知結果に応じて変速用アクチュエータ 6 を起動させる自動変速型の電動工具に限らない。例えば、制御部 6 2 が作業者の外部操作等による減速比切替指令等を受けることで、制御部 6 2 が変速用アクチュエータ 6 を起動させるものであってもよい。

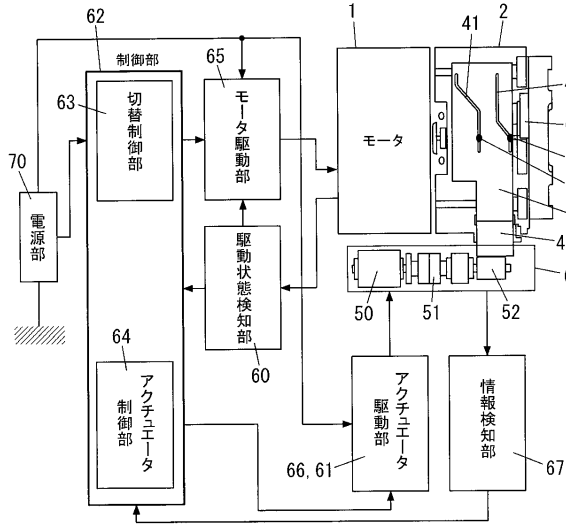
【 符号の説明 】

30

【 0 1 2 4 】

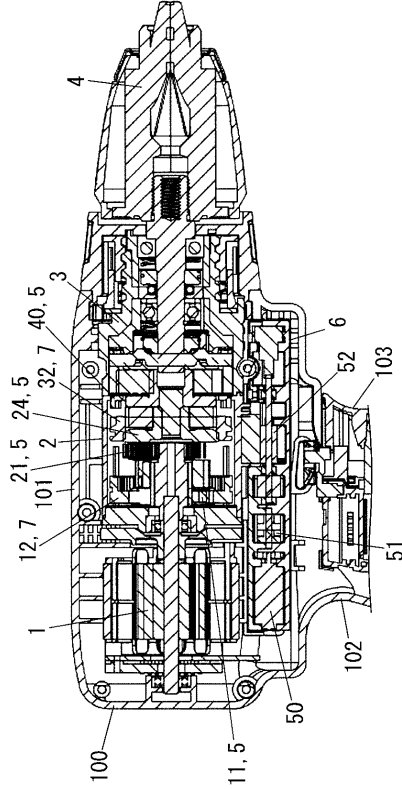
- 1 モータ
- 2 減速機構部
- 5 ギア部材
- 6 変速用アクチュエータ
- 7 切替部材
- 6 1 駆動調整部
- 6 3 切替制御部
- 6 4 アクチュエータ制御部

【図1】

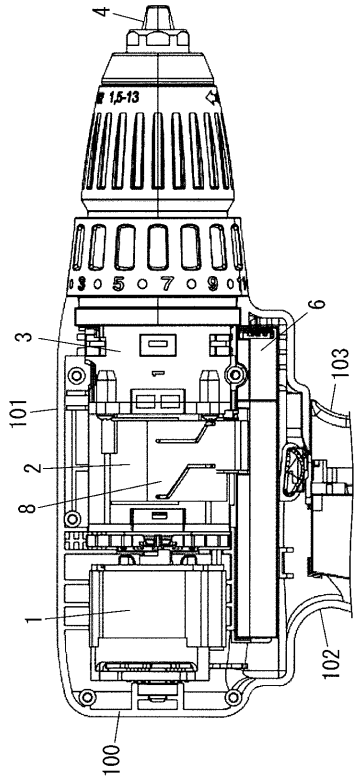


- 1 モータ
- 2 減速機構部
- 5 ギア部材
- 6 変速用アクチュエータ
- 7 切替部材
- 61 駆動調整部
- 63 切替制御部
- 64 アクチュエータ制御部

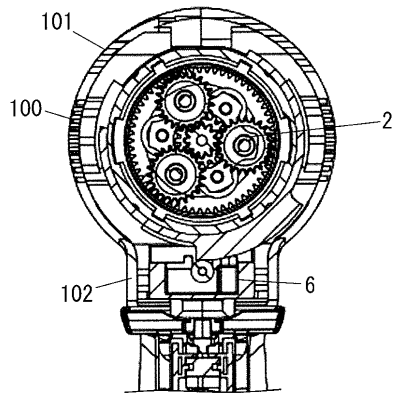
【図2】



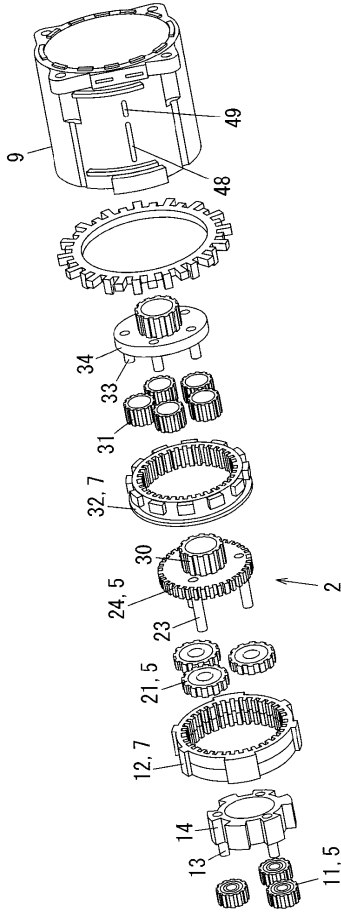
【図3】



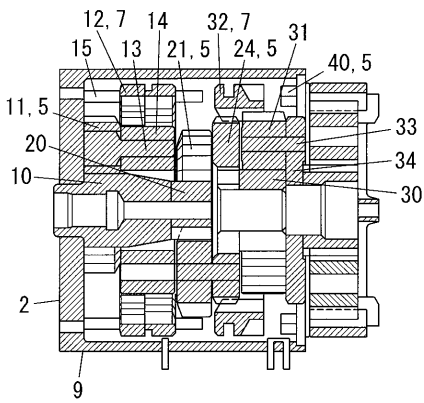
【図4】



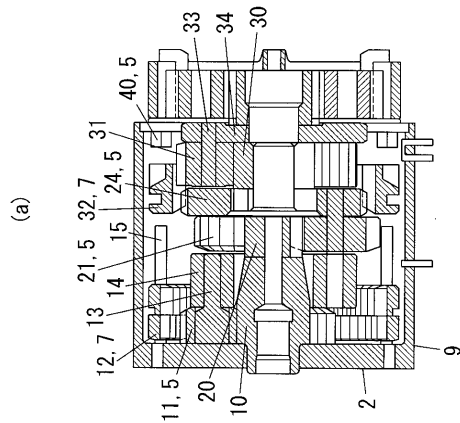
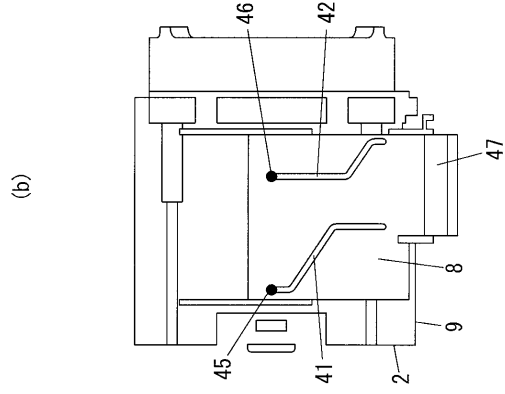
【図5】



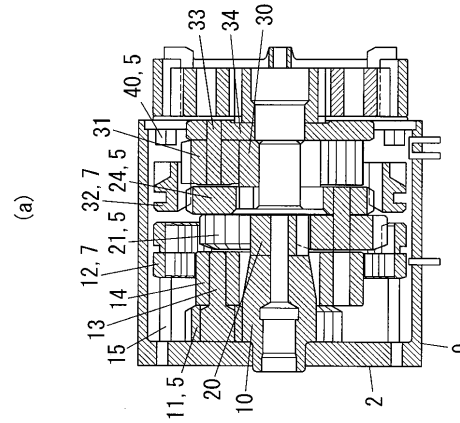
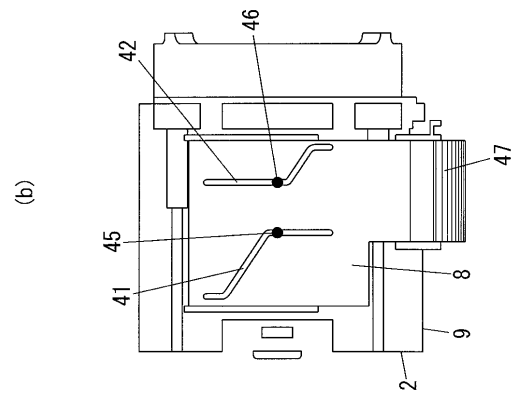
【図7】



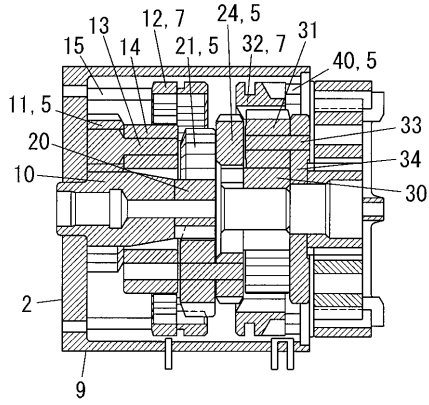
【図6】



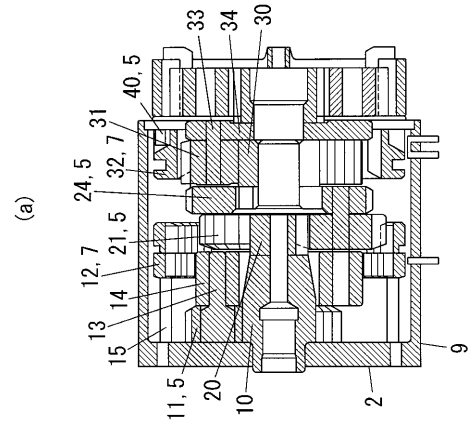
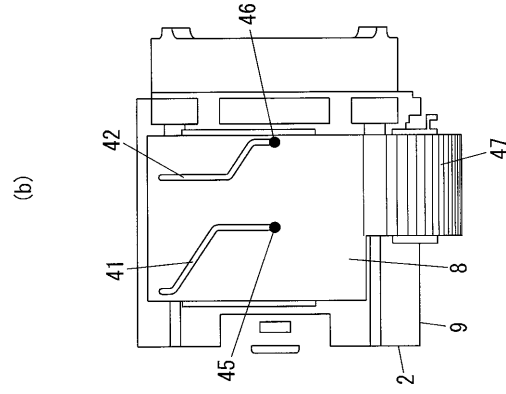
【図8】



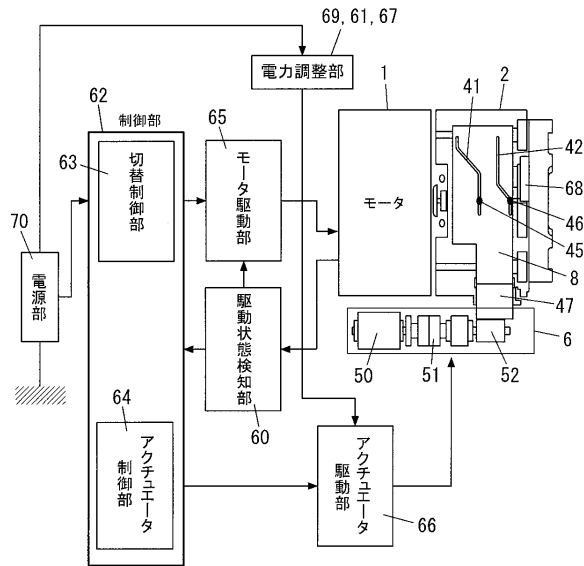
【図9】



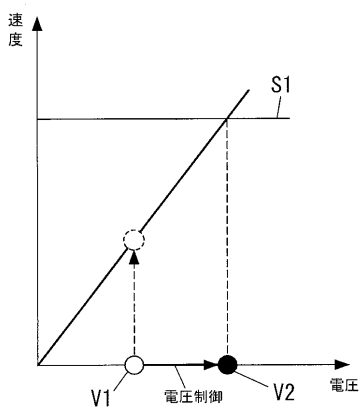
【図10】



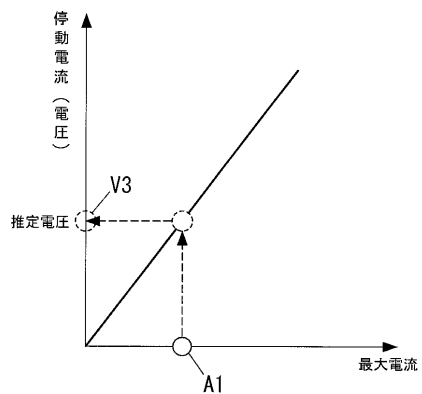
【図11】



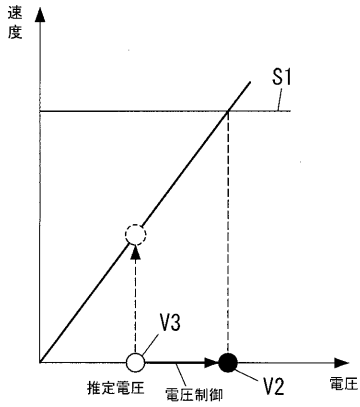
【図12】



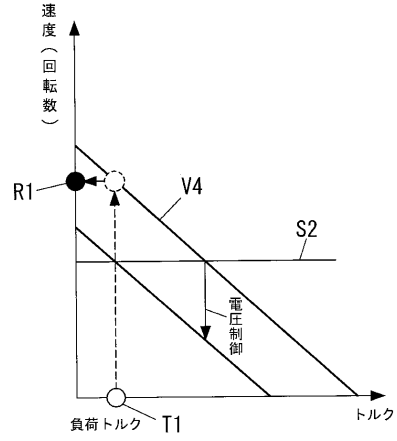
【図13】



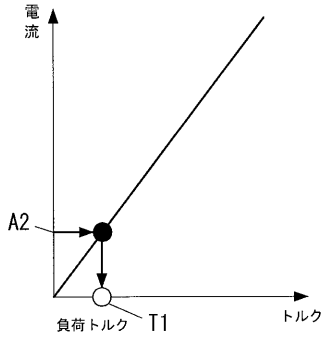
【図 14】



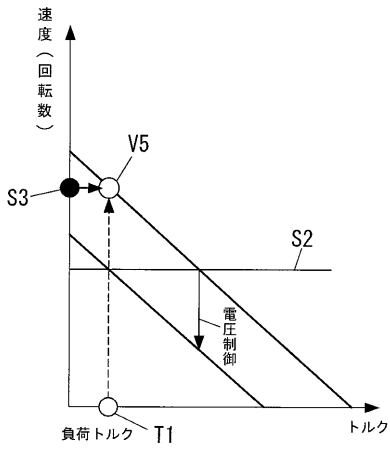
【図 16】



【図 15】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 稲垣 賢一郎
滋賀県彦根市岡町33番地 パナソニック電工パワーツール株式会社内
- (72)発明者 有村 直
滋賀県彦根市岡町33番地 パナソニック電工パワーツール株式会社内
- (72)発明者 海藏 博之
滋賀県彦根市岡町33番地 パナソニック電工パワーツール株式会社内
- (72)発明者 山田 穰
滋賀県彦根市岡町33番地 パナソニック電工パワーツール株式会社内

審査官 石井 孝明

- (56)参考文献 特開2009-56590(JP,A)
英国特許出願公開第2396390(GB,A)
特開2010-172982(JP,A)
特開2008-173739(JP,A)
実開平5-73343(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| B25F | 5/00 |
| B25B | 21/00 |