

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5009672号  
(P5009672)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int.Cl. F I  
H O 2 P 6/06 (2006.01) H O 2 P 6/02 3 2 1 J

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-105800 (P2007-105800)	(73) 特許権者	000137292
(22) 出願日	平成19年4月13日 (2007.4.13)		株式会社マキタ
(65) 公開番号	特開2008-263750 (P2008-263750A)		愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
(43) 公開日	平成20年10月30日 (2008.10.30)	(74) 代理人	110000110
審査請求日	平成21年10月13日 (2009.10.13)		特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	松永 隆
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株 株式会社マキタ内
		(72) 発明者	山本 浩克
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株 株式会社マキタ内
		(72) 発明者	草川 卓也
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株 株式会社マキタ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置とそれを用いた電動工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータの回転速度を目標回転速度に調節するモータ制御装置であって、  
目標回転速度に応じた第1パルス幅のオン信号を、第1キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する第1パルス幅変調回路と、

目標回転速度に応じた第1パルス幅と異なる第2パルス幅のオン信号を、第1キャリア周波数よりも低い第2キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する第2パルス幅変調回路と、

第1パルス幅変調回路が出力するオン信号列と、第2パルス幅変調回路が出力するオン信号列を入力し、それらの論理積である第3のオン信号列を出力する論理積回路と、

論理積回路が出力する第3のオン信号列に同期して、モータに電圧を断続的に印加する電圧印加回路を備え、

前記第1キャリア周波数は3キロヘルツ以上であり、前記第2キャリア周波数は1キロヘルツ以下であることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】

前記第1キャリア周波数は5キロヘルツ以上であり、前記第2キャリア周波数は500ヘルツ以下であることを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】

前記第1キャリア周波数は10キロヘルツであり、前記第2キャリア周波数は100ヘルツであることを特徴とする請求項2に記載のモータ制御装置。

10

20

## 【請求項 4】

工具を回転させるモータと、  
モータの回転速度を調節する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のモータ制御装置と

を備える電動工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、モータ制御装置に関する。特に、モータの回転速度を目標回転速度に調節するモータ制御装置に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 に、ブラシレスモータの制御装置が開示されている。この制御装置は、第 1 パルス幅変調回路と第 2 パルス幅変調回路と論理積回路を備えている。第 1 パルス幅変調回路は、目標回転速度に応じた第 1 パルス幅のオン信号を、第 1 キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する。第 2 パルス幅変調回路は、目標回転速度に応じた第 1 パルス幅と異なる第 2 パルス幅のオン信号を、第 1 キャリア周波数よりも低い第 2 キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する。論理積回路は、第 1 パルス幅変調回路が出力するオン信号列と、第 2 パルス幅変調回路が出力するオン信号列を入力し、それらの論理積である第 3 のオン信号列を出力する。そして、論理積回路が出力するオン信号列に従ってモータに電圧を断続的に印加することにより、モータの回転速度を目標回転速度に調節している。

20

## 【0003】

【特許文献 1】実開平 3 - 11397 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

パルス幅変調回路を利用するモータの制御装置は、パルス幅変調回路のキャリア周波数に同期して各構成要素が繰り返し動作することから、キャリア周波数に対応する音質のノイズ音を発生する。特に、2つのパルス幅変調回路を利用する制御装置では、2つのキャリア周波数が利用されることから、不快なノイズ音の発生が問題となりやすい。

30

本発明は、上記の問題を解決する。本発明は、2つのパルス幅変調回路を利用するモータ制御装置の不快なノイズ音を有意に抑制することができる技術を提供する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、モータの回転速度を目標回転速度に調節するモータ制御装置に具現化される。このモータ制御装置は、目標回転速度に応じた第 1 パルス幅のオン信号を第 1 キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する第 1 パルス幅変調回路と、目標回転速度に応じた第 1 パルス幅と異なる第 2 パルス幅のオン信号を第 1 キャリア周波数よりも低い第 2 キャリア周波数の頻度で繰り返し出力する第 2 パルス幅変調回路と、第 1 パルス幅変調回路が出力するオン信号列と第 2 パルス幅変調回路が出力するオン信号列を入力し、それらの論理積である第 3 のオン信号列を出力する論理積回路と、論理積回路が出力する第 3 のオン信号列に同期してモータに電圧を断続的に印加する電圧印加回路を備えている。そして、第 1 キャリア周波数と第 2 キャリア周波数の少なくとも一方は、1 キロヘルツ以下又は 3 キロヘルツ以上であることを特徴とする。

40

## 【0006】

パルス幅変調回路のキャリア周波数が 1 キロヘルツから 3 キロヘルツの間の値であると、モータ制御装置は非常に不快なノイズ音を発生する。そのことから、第 1 キャリア周波数と第 2 キャリア周波数の少なくとも一方を 1 キロヘルツ以下又は 3 キロヘルツ以上とすることによって、モータ制御装置が発生する不快なノイズ音を有意に低減することができる。

50

## 【0007】

さらに、第1キャリア周波数と第2キャリア周波数の両者が1キロヘルツ以下又は3キロヘルツ以上であると、モータ制御装置が発生する不快なノイズ音を顕著に低減することができる。

## 【0008】

上記の場合、前記第1キャリア周波数を3キロヘルツ以上とし、前記第2キャリア周波数を1キロヘルツ以下とすることが好ましい。

それにより、第1キャリア周波数と第2キャリア周波数の間に必要とされる周波数差を確保しつつ、モータ制御装置が発生する不快なノイズ音を顕著に低減することができる。

## 【0009】

さらに、第1キャリア周波数を5キロヘルツ以上とし、前記第2キャリア周波数を50ヘルツ以下とすることが好ましい。

それにより、第1キャリア周波数と第2キャリア周波数の間に十分な周波数差を確保しつつ、モータ制御装置が不快なノイズ音を発生することがほぼ完全に防止される。

## 【0010】

より好ましくは、前記第1キャリア周波数を10キロヘルツとし、前記第2キャリア周波数を100ヘルツとすることが出来る。

この場合、モータ制御装置は、人が聴覚可能なノイズ音をほとんど発生しなくなる。第1キャリア周波数と第2キャリア周波数の間に十分な周波数差を確保しつつ、キャリア周波数に起因する動作音をほとんど生じないモータ制御装置を実現することができる。

## 【0011】

本発明によって具現化されるモータ制御装置は、電動工具に好適に使用することができる。工具を回転させるモータと、そのモータの回転速度を調節する上記したモータ制御装置を用いて電動工具を構成することにより、電動工具の利用者がそのノイズ音から受ける不快感を有意に低減することができる。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明により、2つのパルス幅変調回路を利用するモータ制御装置が発生する不快なノイズ音を有意に抑制し、モータを利用する各種機器の利用者がそのノイズ音から受ける不快感を有意に低減することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0013】

最初に、以下に説明する実施例の主要な特徴を列記する。

(特徴1) 第1パルス幅変調回路の第1パルス幅は、目標回転速度が所定値未満であれば一定に維持され、目標回転速度が所定値以上であれば目標回転速度に応じて増減される。

(特徴2) 第2パルス幅変調回路の第2パルス幅は、目標回転速度が所定値未満であれば目標回転速度に応じて増減され、目標回転速度が所定値以上であれば一定(例えば100パーセント、即ち、常にオン信号を出力する)に維持される。

(特徴3) モータ制御装置は、モータの目標回転速度を設定する速度指令手段を備えている。

(特徴4) モータ制御装置は、速度指令手段が設定した目標回転速度を、その目標回転速度とモータの実際回転速度の差異に基づいて修正する速度処理手段を備えている。そして、第1パルス幅変調回路の第1パルス幅と第2パルス幅変調回路の第2パルス幅は、速度処理手段による修正後の修正目標回転速度に応じて定められる。

## 【実施例】

## 【0014】

本発明を実施した電動ドライバについて図面を参照しながら説明する。電動ドライバは、電動工具の一種であり、ネジ類の締付作業に用いられる。本実施例の電動ドライバは、インパクト方式の電動ドライバ(電動インパクトドライバ)である。

図1は、電動ドライバ10の構成を示す側方断面図である。図1に示すように、電動ドライバ10は、本体12と、本体12に着脱可能に取付けられている電池パック50を備えている。本体12は、概して、略円柱形状の胴体部14と、胴体部14の側方に伸びるグリップ部16を備えている。電池パック50は、グリップ部16の先端に取付けられている。

#### 【0015】

本体12の胴体部14には、回転可能に支持されている工具チャック22と、工具チャック22に接続されているインパクト機構24と、インパクト機構24に接続されている減速機26と、減速機26に接続されているモータ32が内蔵されている。工具チャック22は、胴体部14の一端(図1中の右側)から突出しており、ドライバビット(図示省略)を着脱することができる。モータ32は、減速機26とインパクト機構24を介して工具チャック22に接続されており、ドライバビットが装着された工具チャック22を回転させる。このとき、モータ32の回転トルクは減速機26によって増幅される。モータ32は、三相モータである。

また、本体12の胴体部14には、モータ32の回転位置(回転角)を検出する位置検出センサ34が設けられている。位置検出センサ34は、モータ32の回転子に固定されているマグネット34aと、マグネット34aの位置を検出するセンサ基板34bを備えている。

#### 【0016】

本体12のグリップ部16には、利用者が操作するためのトリガスイッチ28と、トリガスイッチ28に加えられた操作に応じてモータ32の動作を制御する制御基板30が設けられている。トリガスイッチ28は、モータ32を起動/停止させるための操作部であるとともに、モータ32の回転速度を調節するための操作部でもある。利用者がトリガスイッチ28のトリガ部材28aを操作するとモータ32が回転を開始し、利用者がトリガ部材28aを戻すとモータ32の回転が中止されるようになっている。また、利用者がトリガ部材28aを大きく操作するとモータ32は高速で回転し、利用者がトリガ部材28aを小さく操作するとモータ32は低速で回転するようになっている。

#### 【0017】

図2は、電動ドライバ10の電気的な構成を示すブロック図である。図2に示すように、電動ドライバ10は、速度指令部102と、速度処理部106と、第1パルス幅変調(PWM)回路110と、第2パルス幅変調(PWM)回路120と、論理積回路(AND回路)130と、ドライバ回路132と、電圧印加回路134を備えている。速度処理部106と第1パルス幅変調回路110と第2パルス幅変調回路120と論理積回路130は、マイクロコンピュータ104を用いて構成されている。また、マイクロコンピュータ104とドライバ回路132と電圧印加回路134は、制御基板30に設けられている。

#### 【0018】

速度指令部102は、主にトリガスイッチ28によって構成されている。速度指令部102は、トリガ部材28aに加えられた操作量に応じて、モータ32の目標回転速度 $R_a$ を決定する。そして、速度指令部102は、決定した目標回転速度 $R_a$ を、速度処理部106へ教示する。

速度処理部106は、速度指令部102から目標回転速度 $R_a$ を入力するとともに、位置検出センサ34の出力信号に基づいてモータ32の実際回転速度 $R_d$ を検出する。そして、速度処理部106は、目標回転速度 $R_a$ と実際回転速度 $R_d$ の差異に基づいて、目標回転速度 $R_a$ を修正した修正目標回転速度 $R_b$ を設定する。具体的には、目標回転速度 $R_a$ と実際回転速度 $R_d$ の差分値(速度偏差) $R_a - R_d$ にフィードバックゲイン $G$ を乗じ、その乗算値 $G \cdot (R_a - R_d)$ を目標回転速度 $R_a$ に加算することによって、修正目標回転速度 $R_b$ を得る。即ち、 $R_b = R_a + G \cdot (R_a - R_d)$ の関係が成立する。速度処理部106が設定した修正目標回転速度 $R_b$ は、第1パルス幅変調回路110と第2パルス幅変調回路120に入力される。

#### 【0019】

第1パルス幅変調回路110は、第1キャリア信号生成部112と第1デューティ比設定部114と第1オン信号生成部116を備えている。第1キャリア信号生成部112は、第1キャリア周波数で変動する第1キャリア信号(のこぎり波) $f_a$ を生成する。ここで、第1キャリア周波数は特定の値に限定されないが、第1キャリア周波数が1キロヘルツから3キロヘルツの間の値であると、ドライブ回路132や電圧印加回路134が不快な音質のノイズ音を発生する。そのことから、第1キャリア周波数は、1キロヘルツ以下、又は3キロヘルツ以上とすることが好ましい。特に、第1キャリア周波数を500ヘルツ以下、又は5キロヘルツ以上とすると、不快な音質のノイズ音を顕著に抑制することができる。本実施例では、第1キャリア周波数を10キロヘルツとしている。第1キャリア周波数を10キロヘルツ以上とすることによって、人が聴覚可能なノイズ音の発生をほぼ完全に防止することができる。

10

#### 【0020】

第1デューティ比設定部114は、修正目標回転速度 $R_b$ に応じて、第1デューティ比 $D_a$ を設定する。図3は、第1デューティ比設定部114が修正目標回転速度 $R_b$ に対して設定する第1デューティ比 $D_a$ を示している。図3に示すように、修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 未満の場合、第1デューティ比設定部114は第1デューティ比 $D_a$ を所定の下限值 $D_1$ に設定する。即ち、修正目標回転速度 $R_b$ にかかわらず、第1デューティ比 $D_a$ は下限値 $D_1$ に維持される。一方、修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 以上の場合、第1デューティ比設定部114は修正目標回転速度 $R_b$ に比例するように第1デューティ比 $D_a$ を設定する。即ち、第1デューティ比 $D_a$ は、下限値 $D_1$ 以上の範囲で、修正目標回転速度 $R_b$ に比例するように変化する。

20

第1オン信号生成部116は、主に、差分増幅回路によって構成されており、第1キャリア信号 $f_a$ と第1デューティ比 $D_a$ を入力し、両者の大小関係に対応する二値化信号を出力する。それにより、第1オン信号生成部116は、パルス状のオン信号 $P_a$ を第1キャリア周波数の頻度で繰り返し出力することができる。

#### 【0021】

図5(a)と図6(a)に、第1パルス幅変調回路110が出力するオン信号列 $P_a$ を例示する。図5(a)は修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 以上の場合におけるオン信号列 $P_a$ を示しており、図6(a)は修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 未満の場合におけるオン信号列 $P_a$ を示している。

30

図5(a)に示すように、修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 以上の場合、第1パルス幅変調回路110は、パルス状のオン信号を第1キャリア周期 $T_a$ 毎に繰り返し出力する。ここで、第1キャリア周期 $T_a$ は、第1キャリア周波数に対応する周期であり、第1キャリア周波数の逆数である。第1パルス幅変調回路110が出力するオン信号 $P_a$ のパルス幅(以下、単に第1パルス幅と称する) $t_a$ は、第1キャリア周期 $T_a$ と第1デューティ比 $D_a$ との積であり、第1デューティ比 $D_a$ に応じて変化する。修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 以上の場合、修正目標回転速度 $R_b$ が大きいほど、第1パルス幅 $t_a$ も大きくなる。そして、修正目標回転速度 $R_b$ が十分に大きい場合、第1デューティ比 $D_a$ が1に設定されることから、第1パルス幅 $t_a$ は第1キャリア周期 $T_a$ に等しくなる。この場合、第1パルス幅変調回路110は、オン信号を出力し続けることになる。

40

#### 【0022】

図6(a)に示すように、修正目標回転速度 $R_b$ が閾値速度 $R_1$ 未満の場合、第1パルス幅変調回路110は、パルス状のオン信号を第1キャリア周期 $T_a$ 毎に繰り返し出力する。このとき、第1デューティ比 $D_a$ は下限値 $D_1$ に固定されているので、第1パルス幅 $t_a$ も所定の下限幅に固定される。この下限幅は、第1キャリア周期 $T_a$ と第1デューティ比 $D_a$ の積に等しい。修正目標回転速度 $R_b$ が非常に小さな値であっても、第1パルス幅 $t_a$ が過剰に小さくなることはない。

#### 【0023】

図2に示すように、第2パルス幅変調回路120は、第2キャリア信号生成部122と第2デューティ比設定部124と第2オン信号生成部126を備えている。第2キャリア

50

信号生成部 122 は、第 1 キャリア周波数よりも低い第 2 キャリア周波数で変動する第 2 キャリア信号 ( のこぎり波 )  $f_b$  を生成する。先に説明した第 1 キャリア周波数と同様に、第 2 キャリア周波数は特定の値に限定されないが、第 2 キャリア周波数が 1 キロヘルツから 3 キロヘルツの間の値であると、ドライブ回路 132 や電圧印加回路 134 が不快な音質のノイズ音を発生する。そのことから、第 2 キャリア周波数は、1 キロヘルツ以下、又は 3 キロヘルツ以上とすることが好ましい。特に、第 2 キャリア周波数を 500 ヘルツ以下、又は 5 キロヘルツ以上とすると、不快な音質のノイズ音を顕著に抑制することができる。ここで、第 1 キャリア周波数を 5 キロヘルツ以上とし、第 2 キャリア周波数を 500 ヘルツ以下とすることによって、第 1 キャリア周波数と第 2 キャリア周波数に十分な周波数差を与えることができる。本実施例では、第 2 キャリア周波数を 100 ヘルツとして

10

#### 【0024】

第 2 デューティ比設定部 124 は、修正目標回転速度  $R_b$  に応じて、第 2 デューティ比  $D_b$  を設定する。図 4 は、第 2 デューティ比設定部 124 が修正目標回転速度  $R_b$  に対して設定する第 2 デューティ比  $D_b$  を示している。図 4 に示すように、修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  以上の場合、第 2 デューティ比設定部 124 は、第 2 デューティ比  $D_b$  を 1 に設定する。一方、修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  未満の場合、第 2 デューティ比設定部 124 は、修正目標回転速度  $R_b$  に比例するように、第 2 デューティ比  $D_b$  を設定する。即ち、第 2 デューティ比  $D_b$  は、1 未満の範囲で修正目標回転速度  $R_b$  に比例

20

するように変化する。第 2 オン信号生成部 126 は、主に、差分増幅回路によって構成されており、第 2 キャリア信号  $f_b$  と第 2 デューティ比  $D_b$  を入力し、両者の大小関係に対応する二値化信号を出力する。それにより、第 2 オン信号生成部 126 は、パルス状のオン信号  $P_b$  を第 2 キャリア周波数の頻度で繰り返し出力することができる。

#### 【0025】

図 5 ( b ) と図 6 ( b ) に、第 2 パルス幅変調回路 120 が出力するオン信号列  $P_b$  を例示する。図 5 ( b ) は修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  以上の場合におけるオン信号列  $P_b$  を示しており、図 6 ( b ) は修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  未満の場合におけるオン信号列  $P_b$  を示している。

30

図 5 ( b ) に示すように、修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  以上の場合、第 2 デューティ比  $D_b$  が 1 に設定されることから、第 2 パルス幅変調回路 120 はオン信号  $P_b$  を出力し続ける。

#### 【0026】

一方、図 6 ( b ) に示すように、修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  未満の場合、第 2 パルス幅変調回路 120 は、パルス状のオン信号  $P_b$  を第 2 キャリア周期  $T_b$  毎に繰り返し出力する。ここで、第 2 キャリア周期  $T_b$  は、第 2 キャリア周波数に対応する周期であり、第 2 キャリア周波数の逆数である。第 2 パルス幅変調回路 120 が出力するオン信号  $P_b$  のパルス幅 ( 以下、単に第 2 パルス幅と称する )  $t_b$  は、第 2 キャリア周期  $T_b$  と第 2 デューティ比  $D_b$  との積であり、第 2 デューティ比  $D_a$  に応じて変化する。修正目標

40

#### 【0027】

図 3 に示すように、第 1 パルス幅変調回路 110 が出力するオン信号列  $P_a$  と、第 2 パルス幅変調回路 120 が出力するオン信号列  $P_b$  は、論理積演算回路 130 に入力される。論理積演算回路 130 は、両方のパルス幅変調回路 110、120 からオン信号列  $P_a$ 、 $P_b$  を入力し、それらの論理積である第 3 のオン信号列  $P_c$  を出力する。即ち、論理積

50

演算回路130は、両方のパルス幅変調回路110、120からオン信号列P a、P bが同時に入力されている期間だけ、オン信号P cを出力する。論理積演算回路130が出力したオン信号列P cは、ドライバ回路132に入力される。

【0028】

図5(c)と図6(c)に、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cを例示する。図5(c)は修正目標回転速度R bが閾値速度R 1以上の場合におけるオン信号列P cを示しており、図6(c)は修正目標回転速度R bが閾値速度R 1未満の場合におけるオン信号列P cを示している。

図5(c)に示すように、修正目標回転速度R bが閾値速度R 1以上の場合、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cは、第1パルス幅変調回路110が出力するオン信号列P aと等しくなる。即ち、修正目標回転速度R bが閾値速度R 1以上の場合、論理積演算回路130は、修正目標回転速度R bに比例する第1パルス幅 $t_a$ のオン信号P cを、第1キャリア周期 $T_a$ 毎に繰り返し出力する。この場合、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cのデューティ比 $D_c$ は、第1デューティ比 $D_a = t_a / T_a$ に等しくなる。

【0029】

一方、図6(c)に示すように、修正目標回転速度R bが閾値速度R 1未満の場合、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cは、第2パルス幅変調回路120がオン信号P bを出力している期間(第2パルス幅 $t_b$ )だけ、第1パルス幅変調回路110が出力するオン信号列P aと等しくなる。ここで、第1パルス幅 $t_a$ は修正目標回転速度R bにかかわらず一定であり、第2パルス幅 $t_b$ は修正目標回転速度R bに比例して変化する。論理積演算回路130が出力するオン信号列P cのデューティ比 $D_c$ は、第1デューティ比 $D_a$ と第2デューティ比 $D_b$ の積 $D_a \cdot D_b$ に等しくなり、第1デューティ比 $D_a$ の下限値 $D_1$ よりも小さくなる。オン信号P cのパルス幅を所定の下限幅以上に維持しながら、そのデューティ比 $D_c$ が非常に小さなオン信号P cを生成することができる。

【0030】

論理積演算回路130が出力するオン信号列P cは、ドライバ回路132を介して電圧印加回路134に入力される。電圧印加回路134は、いわゆるインバータ回路であり、モータ32のU、V、W相のそれぞれを電池パック50の正極、負極のそれぞれにスイッチング素子を介して接続している。ドライバ回路132は、位置検出センサ34の出力信号に基づいて導通すべきスイッチング素子を決定し、そのスイッチング素子へ論理積演算回路130からのオン信号列P cを出力する。それにより、モータ32のU、V、W相は電池パック50の正極又は負極に選択的に接続され、電池パック50の電圧が論理積演算回路130からのオン信号列P cに同期してモータ32に断続的に印加される。このとき、ドライバ回路132や電圧印加回路134は、不快なノイズ音を発生することなく動作する。先に説明したように、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cのパルス幅は、修正目標回転速度R bが非常に小さい場合でも、第1デューティ比 $D_a$ の下限値 $D_1$ に対応するパルス幅以上に維持される。従って、電圧印加回路134やドライバ回路132や論理積演算回路130は、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cに十分に追従して動作することができる。

モータ32は、電池パック50から電力の供給を受けて回転する。モータ32に供給される電力は、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cのデューティ比 $D_c$ に応じて変化する。

【0031】

モータ32が回転している間、速度処理部106は、目標回転速度R aと実際回転速度R dとの差異に基づいて、修正目標回転速度R bを刻々と更新していく。それにより、モータ32の実際回転速度R dは、目標回転速度R aとなるようにフィードバック制御される。

しかしながら、図7に示すように、修正目標回転速度R bが閾値速度R 1以下の低速運転時には、論理積演算回路130が出力するオン信号列P cに同期して、モータ32の実

10

20

30

40

50

際回転速度  $R_d$  は脈動する。詳しくは、論理積演算回路 130 がオン信号列  $P_c$  を出力する期間、即ち、第 2 パルス幅変調回路 120 がオン信号  $P_b$  を出力する期間  $t_b$  では、電池パック 50 からの電力がモータ 32 に供給されることによって、モータ 32 の実際回転速度  $R_d$  は増大する。一方、論理積演算回路 130 がオン信号列  $P_c$  を出力しない期間、即ち、第 2 パルス幅変調回路 120 がオン信号  $P_b$  を出力しない期間では、電池パック 50 からの電力がモータ 32 に供給されないことから、モータ 32 の実際回転速度  $R_d$  は低下する。このとき、モータ 32 に大きな負荷が加えられていると、モータ 32 の回転が停止してしまうこともある。

#### 【0032】

そのことから、速度処理部 106 は、先に算出した修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  未満の場合、第 2 パルス幅変調回路 120 がオン信号  $P_b$  を出力しない期間に入力された位置検出センサ 34 の出力信号のみを有効値としてモータ 32 の実際回転速度  $R_d$  を検出し、次の修正目標回転速度  $R_b$  を設定する。それにより、モータ 32 を低速運転させる場合でも、平均回転速度よりも低い回転速度を検出してフィードバック量を調整することができるため、モータ 32 を停止させることなく安定した速度で回転させることができる。

10

また、図 7 (b) に示すように、速度処理部 106 は、実際回転速度  $R_d$  を検出するタイミングを、第 2 パルス幅変調回路 120 の第 2 キャリア周波数と同期させる。即ち、実際回転速度  $R_d$  を検出する時間間隔を、第 2 キャリア周波数  $T_b$  に等しくする。それにより、実際回転速度  $R_d$  の脈動に起因する検出誤差を排除することができる。モータ 32 を低速運転させる場合でも、モータ 32 を停止させることなく安定した速度で回転させることができる。

20

#### 【0033】

さらに、速度処理部 106 は、先に算出した修正目標回転速度  $R_b$  に応じて、修正目標回転速度  $R_b$  を算出するためのフィードバックゲイン  $G$  を変更する。図 8 に示すように、先に算出した修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  以上の場合、速度処理部 106 はフィードバックゲイン  $G$  を所定の第 1 ゲイン値  $G_1$  に設定する。一方、先に算出した修正目標回転速度  $R_b$  が閾値速度  $R_1$  未満の場合、速度処理部 106 はフィードバックゲイン  $G$  を第 1 ゲイン値  $G_1$  よりも小さい第 2 ゲイン値  $G_2$  に設定する。即ち、第 2 パルス幅変調回路 120 が第 2 デューティ比  $D_b$  を 1 未満に設定し、電池パック 50 からモータ 32 への供給電力が大きく制限される場合には、より大きなフィードバックゲイン  $G$  を使用する。それにより、モータ 32 を低速運転させる場合でも、モータ 32 を停止させることなく安定した速度で回転させることができる。なお、バックゲイン  $G$  は、修正目標回転速度  $R_b$  に応じてさらに多段階に変化させてもよいし、修正目標回転速度  $R_b$  に応じて連続的に変化させてもよい。いずれにしても、修正目標回転速度  $R_b$  が小さい時ほど、大きなフィードバックゲイン  $G$  を使用するとよい。

30

#### 【0034】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

40

本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時の請求項に記載の組合せに限定されるものではない。本明細書または図面に例示した技術は複数の目的を同時に達成するものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0035】

【図 1】電動ドライバの側方断面図。

【図 2】電動ドライバの電氣的な構成を示すブロック図。

【図 3】修正目標回転速度と第 1 デューティ比の関係を示すグラフ。

【図 4】修正目標回転速度と第 2 デューティ比の関係を示すグラフ。

50



【図5】修正目標回転速度が閾値以上の場合において、第1パルス幅変調回路が出力するオン信号列 P a と、第2パルス幅変調回路が出力するオン信号列 P b と、論理積回路が出力するオン信号列 P c を対応付けて示す図。

【図6】修正目標回転速度が閾値未満の場合において、第1パルス幅変調回路が出力するオン信号列 P a と、第2パルス幅変調回路が出力するオン信号列 P b と、論理積回路が出力するオン信号列 P c を対応付けて示す図。

【図7】修正目標回転速度が閾値以上の場合において、論理積回路が出力するオン信号列 P c とモータの実際回転速度 R d を対応付けて示す図。

【図8】修正目標回転速度とフードバックゲインの関係を示す図。

【符号の説明】

【0036】

10・・・電動ドライバ

12・・・本体

14・・・胴体部

16・・・グリップ部

22・・・工具チャック

30・・・制御基板

32・・・モータ

50・・・電池パック

102・・・速度指令部

104・・・マイクロコンピュータ

106・・・速度処理部

110・・・第1パルス幅変調回路

112・・・第1発振部

114・・・第1デューティ比設定部

116・・・第1オン信号生成部

120・・・第2パルス幅変調回路

122・・・第2発振部

124・・・第2デューティ比設定部

126・・・第2オン信号生成部

130・・・論理積回路

132・・・ドライバ回路

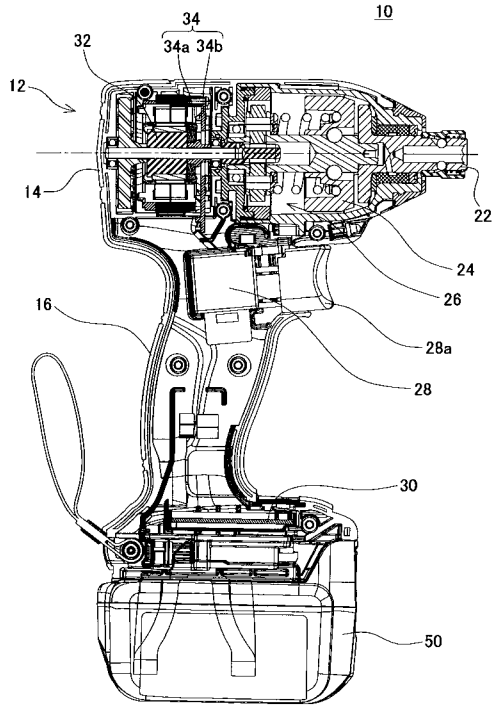
134・・・電圧印加回路

10

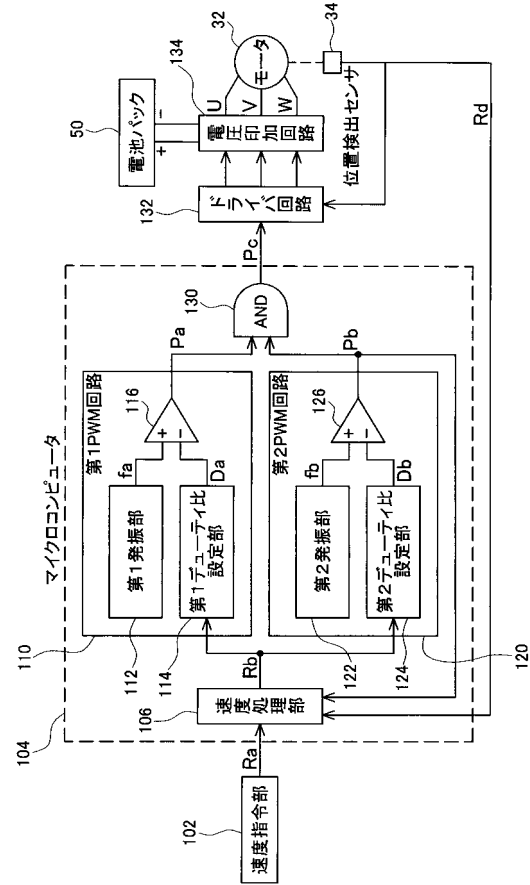
20

30

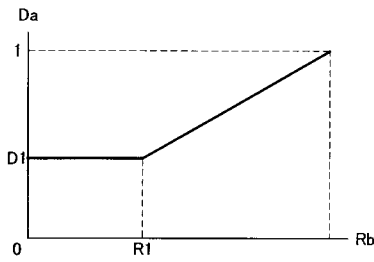
【図1】



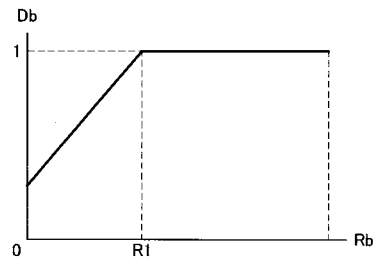
【図2】



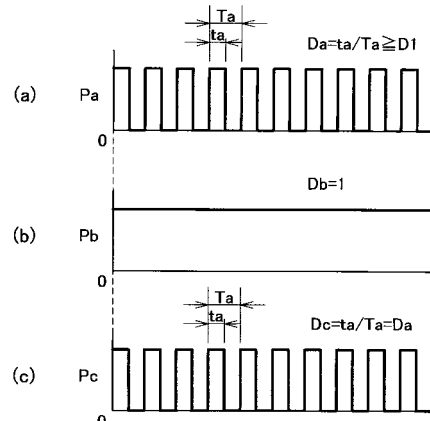
【図3】



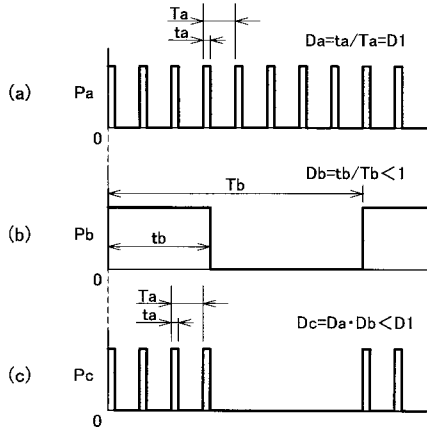
【図4】



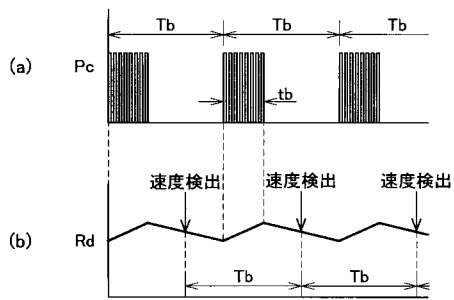
【図5】



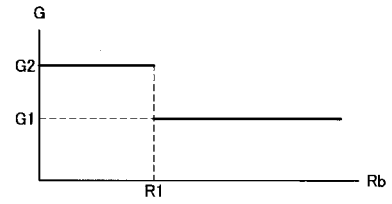
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2005-169535(JP,A)  
実開平03-011397(JP,U)  
特開昭63-073898(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02P 6/00-6/24