

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6539226号  
(P6539226)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl. F I  
**HO2M 7/48 (2007.01)** HO2M 7/48 H  
 HO2M 7/48 F

請求項の数 14 (全 15 頁)

|              |                              |           |                   |
|--------------|------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2016-91655 (P2016-91655)   | (73) 特許権者 | 000001007         |
| (22) 出願日     | 平成28年4月28日 (2016.4.28)       |           | キヤノン株式会社          |
| (65) 公開番号    | 特開2017-11987 (P2017-11987A)  |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43) 公開日     | 平成29年1月12日 (2017.1.12)       | (74) 代理人  | 100076428         |
| 審査請求日        | 平成30年7月18日 (2018.7.18)       |           | 弁理士 大塚 康德         |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2015-121424 (P2015-121424) | (74) 代理人  | 100115071         |
| (32) 優先日     | 平成27年6月16日 (2015.6.16)       |           | 弁理士 大塚 康弘         |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                      | (74) 代理人  | 100112508         |
|              |                              |           | 弁理士 高柳 司郎         |
|              |                              | (74) 代理人  | 100116894         |
|              |                              |           | 弁理士 木村 秀二         |
|              |                              | (74) 代理人  | 100130409         |
|              |                              |           | 弁理士 下山 治          |
|              |                              | (74) 代理人  | 100134175         |
|              |                              |           | 弁理士 永川 行光         |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を含み、モータに駆動電流を供給する駆動手段と、

前記駆動手段とグラウンドとの間を流れる電流を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果から駆動電流を求め、前記求めた駆動電流と前記モータに供給すべき駆動電流の目標値との差に基づき前記複数のスイッチング素子をオン・オフするためのPWM信号を生成して前記モータを制御する制御手段と、  
を備え、

前記制御手段は、前記PWM信号がハイレベルであり、且つ前記PWM信号のハイレベルの期間が所定期間より長くなる場合は、前記PWM信号のハイレベルの期間で前記検出手段による電流のサンプリングを行い、前記PWM信号がハイレベルであっても前記PWM信号のハイレベルの期間が前記所定期間以下となる場合は、前記PWM信号のハイレベルの期間で前記検出手段による電流のサンプリングを行わないことを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項2】

前記制御手段は、前記差と三角波との比較により前記PWM信号を生成することを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

【請求項3】

ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を含み、モータに駆動電流を供給する駆動

手段と、

前記駆動手段とグラウンドとの間を流れる電流を検出する検出手段と、

サンプリングタイミングにおいて前記検出手段の検出結果から駆動電流を求め、前記求めた駆動電流と前記モータに供給すべき駆動電流の目標値との差に基づき前記複数のスイッチング素子をオン・オフするためのパルス信号を生成して前記モータを制御する制御手段と、

を備えており、

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記差が所定の範囲内にないと、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から求めることを特徴とするモータ駆動装置。

10

【請求項 4】

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記差が前記所定の範囲内にあると、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、当該サンプリングタイミングにおける前記検出手段の検出結果から求めることを特徴とする請求項 3 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記差が前記所定の範囲内にないと、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流と同じ値とすることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のモータ駆動装置。

20

【請求項 6】

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記差が前記所定の範囲内にないと、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を予測することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記差が前記所定の範囲内にないと、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流と、前記モータのインダクタンス値に基づき当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を予測することを特徴とする請求項 6 に記載のモータ駆動装置。

30

【請求項 8】

前記制御手段は、サンプリングタイミングにおいて前記パルス信号が第 1 の論理であると、前記検出手段が検出する電流の方向に対応する方向に前記駆動電流が流れていると判定し、前記パルス信号が前記第 1 の論理とは異なる第 2 の論理であると、前記検出手段が検出する電流の方向とは逆の方向に対応する方向に前記駆動電流が流れていると判定することを特徴とする請求項 3 から 7 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記差と三角波との比較により前記パルス信号を生成し、

前記所定の範囲は、前記パルス信号の論理が変化しない時間が所定時間より長くなる様に求められていることを特徴とする請求項 3 から 8 のいずれか 1 項に記載のモータ駆動装置。

40

【請求項 10】

前記所定時間は、前記複数のスイッチング素子が切り替わるのに必要な時間から求められていることを特徴とする請求項 9 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 11】

ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を含み、モータに駆動電流を供給する駆動手段と、

前記駆動手段とグラウンドとの間を流れる電流を検出する検出手段と、

サンプリングタイミングにおいて前記検出手段の検出結果から駆動電流を求め、前記求めた駆動電流と前記モータに供給すべき駆動電流の目標値に基づき前記複数のスイッチン

50

グ素子をオン・オフするためのパルス信号を生成して前記モータを制御する制御手段と、  
を備えており、

前記制御手段は、サンプリングタイミングの前後における前記パルス信号の切り替わりの時間間隔が所定値より小さいと判定すると、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から求めることを特徴とするモータ駆動装置。

【請求項 1 2】

前記制御手段は、サンプリングタイミングの前後における前記パルス信号の切り替わりの時間間隔が前記所定値より大きいと判定すると、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、当該サンプリングタイミングにおける前記検出手段の検出結果から求めることを特徴とする請求項 1 1 に記載のモータ駆動装置。

10

【請求項 1 3】

ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を含み、モータに駆動電流を供給する駆動手段と、

前記駆動手段とグラウンドとの間を流れる電流を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果から駆動電流を求め、前記求めた駆動電流と前記モータに供給すべき駆動電流の目標値との差に基づき前記複数のスイッチング素子をオン・オフするための P W M 信号を生成して前記モータを制御する制御手段と、

を備えており、

前記制御手段は、前記 P W M 信号がローレベルであり、且つ前記 P W M 信号のローレベルの期間が所定期間より長くなる場合は、前記 P W M 信号のローレベルの期間で前記検出手段による電流のサンプリングを行い、前記 P W M 信号がローレベルであっても前記 P W M 信号のローレベルの期間が前記所定期間以下となる場合は、前記 P W M 信号のローレベルの期間で前記検出手段による電流のサンプリングを行わないことを特徴とするモータ駆動装置。

20

【請求項 1 4】

前記制御手段は、前記差と三角波との比較により前記 P W M 信号を生成することを特徴とする請求項 1 3 に記載のモータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

本発明は、モータを駆動するモータ駆動装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

図 8 は、一般的なモータ駆動回路 1 0 0 の構成図である。4 つの F E T Q 1 ~ Q 4 (以下、単に Q 1 ~ Q 4 と呼ぶ) はブリッジ接続され、モータのコイル L 1 は、Q 1 と Q 3 の接続点と、Q 2 と Q 4 の接続点を橋絡するように接続される。図 8 において Q 1 ~ Q 4 は、n チャネル F E T であり、Q 1 及び Q 2 のドレイン端子は、2 4 V の電源端子に接続される。また、Q 3 及び Q 4 のソース端子はグラウンド ( G N D ) に接続される。また、Q 1 及び Q 4 は、同じ P W M 信号である P W M + により駆動され、Q 2 及び Q 3 は、同じ P W M 信号である P W M - により駆動される。なお、P W M + と P W M - は互いに逆位相の関係にある。

40

【0 0 0 3】

続いて、図 9 によりモータ駆動回路 1 0 0 の動作を説明する。なお、図 9 において、期間 T 1 は、図 8 のコイル L 1 に流れる相電流 I が正 ( 矢印の方向 ) の期間であり、期間 T 2 は、相電流 I が負 ( 矢印と逆方向 ) の期間である。なお、相電流は、モータを駆動する駆動電流である。相電流 I が正の期間 T 1 において、P W M + がハイであると、図 9 の実線の様に相電流 I が流れる。その後、P W M + がローになると、コイル L 1 には電流の変化を阻止する方向に誘導起電圧が生じる。この誘導起電圧はモータを駆動する 2 4 V 電源より優位となり、図 9 の点線の様に相電流 I は流れる ( 回生電流 ) 。一方、相電流 I が負

50

の期間  $T_2$  において、 $PWM+$  がローであると、相電流  $I$  は、図 9 の実線の様に流れ、その後、 $PWM+$  がハイになると、コイル  $L_1$  に生じる誘導起電圧により、相電流  $I$  は、点線の様に流れる。

【0004】

モータを制御する制御部が、モータ駆動回路 100 を適切に駆動するには相電流  $I$  を検出する必要がある。相電流  $I$  の検出場所としては、図 8 の A 点、B 点及び C 点がある。ここで、A 点及び B 点で電流を検出するには、24V という高電圧の入力が可能な電流検出部が必要となりコストが高くなる。一方、C 点で検出する場合には、安価な部品で電流検出が可能となる。しかしながら、相電流  $I$  の方向が正である期間  $T_1$  において、 $PWM+$  がハイであると、電源端子から  $Q_1$ 、コイル  $L_1$ 、 $Q_4$  の順に經由して  $GND$  に向かう電流が流れる。一方、相電流  $I$  の方向が正である期間  $T_1$  において、 $PWM+$  がローであると、 $GND$  から、 $Q_3$ 、コイル  $L_1$ 、 $Q_2$  の順に經由して電源端子に向かう電流が流れる。つまり、相電流  $I$  の方向が正である期間  $T_1$  において、C 点には、 $GND$  に向かう方向と  $GND$  からの方向の両方向の電流が流れる。相電流  $I$  の方向が負の期間についても同様である。つまり、C 点に検出抵抗を設け、その両端の電圧  $V_{sn}$  を取得すると図 9 に示す波形が得られるのみであり、相電流の方向を判定できない。

10

【0005】

このため、特許文献 1 は、C 点の検出抵抗の電圧を差動アンプで増幅する際に、 $PWM$  信号に同期して差動アンプに入力させる検出抵抗の電圧の極性を切り替える構成を開示している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 8 - 99645 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

図 10 は、 $PWM$  信号のハイ又はローの期間が非常に短い場合の各信号のタイミングチャートである。例えば、図 10 の相電流が正の期間  $T_1$  において、 $PWM+$  は、非常に短い期間  $T_{off1}$  だけローとなっている。この非常に短い期間  $T_{off1}$  において、 $PWM+$  はローであり、理想的には  $Q_1$  及び  $Q_4$  はオフとなるが、現実には  $Q_1$  及び  $Q_4$  はオン状態を保つ。これは、期間  $T_{off1}$  の間に  $Q_1$  及び  $Q_4$  のゲート電荷が十分に放電されず、よって、ゲートとソース間の電圧が閾値電圧より低くならないからである。したがって、図 10 に示す様に、期間  $T_{off1}$  において電圧  $V_{sn}$  は正のままとなり、結果、特許文献 1 の構成における差動アンプへの入力は図 10 に示す様に負となる。したがって、特許文献 1 の構成においても相電流  $I$  を正しく検出することはできない。また、 $PWM$  信号のハイ、ローの切り替わりで、 $Q_1 \sim Q_4$  のスイッチングノイズが発生し、検出した電流値に重畳する虞がある。この場合も、相電流  $I$  を正しく検出できなくなる。

30

【0008】

本発明は、精度良く駆動電流を検出してモータを駆動するモータ駆動装置を提供するものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面によると、モータ駆動装置は、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を含み、モータに駆動電流を供給する駆動手段と、前記駆動手段とグランドとの間を流れる電流を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果から駆動電流を求め、前記求めた駆動電流と前記モータに供給すべき駆動電流の目標値との差に基づき前記複数のスイッチング素子をオン・オフするための  $PWM$  信号を生成して前記モータを制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記  $PWM$  信号がハイレベルであり、且つ前記  $PWM$  信号のハイレベルの期間が所定期間より長くなる場合は、前記  $PWM$  信号のハイレベルの期

50

間で前記検出手段による電流のサンプリングを行い、前記PWM信号がハイレベルであっても前記PWM信号のハイレベルの期間が前記所定期間以下となる場合は、前記PWM信号のハイレベルの期間で前記検出手段による電流のサンプリングを行わないことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、精度良く駆動電流を検出してモータを駆動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】一実施形態によるモータ駆動装置の概略的な構成図。

10

【図2】一実施形態による各信号のタイムチャート。

【図3】一実施形態による各信号のタイムチャート。

【図4】一実施形態による各信号のタイムチャート。

【図5】一実施形態によるモータ制御部での処理のフローチャート。

【図6】一実施形態によるモータ制御部での処理のフローチャート。

【図7】一実施形態によるモータ制御部での処理のフローチャート。

【図8】一実施形態によるモータ駆動回路の構成図。

【図9】相電流の説明図。

【図10】PWM信号のハイ又はロー期間が短い場合のモータ駆動回路の動作の説明図。

【図11】各実施形態によるモード駆動装置が使用される画像形成装置の構成図。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の例示的な実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態は例示であり、本発明を実施形態の内容に限定するものではない。また、以下の各図においては、実施形態の説明に必要な構成要素については図から省略する。

【0013】

<第一実施形態>

図1は、本実施形態によるモータ駆動装置1の構成図である。なお、モータ駆動装置1のモータ駆動回路100の構成及び動作は、図8及び図9を用いて説明したのと同様であるため再度の説明は省略する。検出抵抗110は、モータ駆動回路100とGNDとの間を流れる電流を検出するために、モータ駆動回路100のQ3及びQ4の結合点とGNDとの間に設けられる。なお、検出抵抗110には、モータを駆動する駆動電流である相電流Iの振幅に応じた電圧 $V_{sns}$ が生じる。アナログ・デジタル(A/D)変換部120は、モータ制御部210からサンプリング要求があると、アナログ値である電圧 $V_{sns}$ をデジタル値に変換して出力する。モータ制御部210は、本実施形態ではCPU200がプログラムを実行することで実現される。しかしながら、ハードウェア的に実現することもできる。さらに、以下に説明するモータ制御部210の一部の処理をCPU200が実行し、残りの処理をハードウェア的に実現することもできる。目標電流生成部211は、コイルL1に流すべき相電流Iの目標値を目標電流信号として出力する。例えば、相電流Iを1アンペアとする場合、目標電流信号は、+1アンペアの振幅を示す情報と-1アンペアの振幅を示す情報が、その周波数に応じて交互に変化する信号となる。検出電流生成部212は、A/D変換部120からのサンプリング値と、PWM生成部213が出力するPWM+に基づき、相電流Iに対応する検出電流信号を生成する。なお、本実施形態ではPWM+を検出電流生成部212に入力するが、PWM+とPWM-は互いに逆位相であるため、PWM-を入力する構成であっても良い。

30

40

【0014】

図10を用いて説明した様に、電圧 $V_{sns}$ の極性は相電流Iの方向と一致しない。したがって、検出電流生成部212はPWM+がローの場合、電圧 $V_{sns}$ の極性を反転させて検出電流信号を生成する。したがって、検出電流信号の極性は相電流Iの方向に応じたものとなる。

50

## 【 0 0 1 5 】

増幅部 2 1 4 は、目標電流信号と検出電流信号との差分である誤差を増幅し、誤差電流信号として P W M 生成部 2 1 3 に出力する。増幅部 2 1 4 のゲインは、比例ゲイン及び積分ゲインの和である。P W M 生成部 2 1 3 は、誤差電流信号と所定周期の三角波搬送波とを比較することによってモータ駆動回路 1 0 0 に出力する P W M + 及び P W M - を生成する。この様に、モータ制御部 2 1 0 は、検出抵抗 1 1 0 の電圧  $V_{sn}$  により相電流を検出し、P W M + に基づきその極性を補正してフィードバック制御を行う。

## 【 0 0 1 6 】

続いて、モータ制御部 2 1 0 での P W M 信号の生成と、A / D 変換部 1 2 0 でのサンプリングとの関係について説明する。図 2 は、所定周波数の三角波搬送波（以下、単に、三角波と呼ぶ。）と、誤差電流信号と、P W M + と、モータ制御部 2 1 0 による A / D 変換部 1 2 0 の出力のサンプリングタイミングとの関係を示している。P W M 生成部 2 1 3 は、誤差電流信号を三角波と比較して P W M + 及び P W M - を生成する。より詳しくは、誤差電流信号の値（振幅）が三角波の値（振幅）以上であると、P W M + はハイレベルになり、それ以外において、P W M + はローレベルとなる。したがって、誤差電流信号が三角波の最大値以上のままであるとデューティ比は 1 0 0 % となり、誤差電流信号が三角波の最小値より小さいままであるとデューティ比は 0 % となる。なお、デューティ比とは P W M + の 1 周期に対するハイの期間の割合である。

## 【 0 0 1 7 】

本実施形態では、三角波の最小値より大きく最大値より小さい 2 つの閾値（閾値 1 及び閾値 2）を設ける。ここで、閾値 1 は、閾値 2 より大きいものとする。例えば、閾値 1 は三角波の最大値の 9 5 % であり、閾値 2 は三角波の最大値の 5 % とすることができる。モータ制御部 2 1 0 は、通常、三角波が最大となるタイミング及び最小となるタイミングで A / D 変換部 1 2 0 の出力をサンプリングする。そして、検出電流生成部 2 1 2 は、このサンプリング値と P W M + のハイ・ローに応じて検出電流信号を生成する。図 2 は、誤差電流信号が閾値 1 と閾値 2 の間にある場合の P W M + と、サンプリングタイミングを示している。しかしながら、上述した様に、P W M + 及び P W M - のハイや、ローの期間が非常に短いと、この短い期間において生成される検出電流信号の符号は、相電流  $I$  の方向を正しく表さない。したがって、本実施形態では、誤差電流信号が以下の 2 つの条件のいずれかに適合する場合、サンプリングを行わない。まず、条件 1 は、誤差電流信号が閾値 1 以上であり、かつ、P W M + がローである場合である。条件 2 は、誤差電流信号が閾値 2 以下であり、かつ、P W M + がハイである場合である。この条件を満たす状態は、P W M + のハイレベルの期間が所定期間以下となる状態、或いは、P W M + のローレベルの期間が前記所定期間以下となる状態である。従って、P W M + のハイレベルの期間が所定期間以下となる場合は、該ハイレベルの期間内ではサンプリングは行われず、P W M + のローレベルの期間が所定期間以下となる場合は、該ローレベル期間内ではサンプリングは行われない。同様に、P W M - のハイレベルの期間が所定期間以下となる場合は、該ハイレベルの期間内ではサンプリングは行われず、P W M - のローレベルの期間が所定期間以下となる場合は、該ローレベル期間内ではサンプリングは行われない。

## 【 0 0 1 8 】

図 3 ( A ) は、誤差電流信号が条件 1 に適合する場合を示している。図 3 ( A ) に示す様に、誤差電流信号が閾値 1 より高い場合、三角波が誤差電流信号以上となることによる P W M + のロー期間は非常に短くなる。したがって、このときのサンプリング値による検出電流信号は、実際の相電流  $I$  を正しく表していない。したがって、図 3 ( A ) に示す様に、誤差電流信号が条件 1 に適合するとサンプリングを行わない。図 3 ( B ) は、誤差電流信号が条件 2 に適合する場合を示している。図 3 ( B ) に示す様に、誤差電流信号が閾値 2 より低い場合、三角波が誤差電流信号未満となることによる P W M + のハイ期間は非常に短くなる。したがって、このときのサンプリング値による検出電流信号は、実際の相電流  $I$  を正しく表していない。したがって、図 3 ( B ) に示す様に、誤差電流信号が条件 2 に適合するとサンプリングを行わない。なお、サンプリングタイミングにおいて、誤差

10

20

30

40

50

電流信号が条件1又は条件2に適合したとしても、その後、誤差電流信号が急激に変化すると、結果として、ハイ又はローの期間が長くなる場合もあり得る。しかしながら、誤差電流信号の変化は実際には緩やかであるため、誤差電流信号が条件1又は条件2に適合していながら、結果としてハイ又はローの期間が長くなることは殆ど生じない。

#### 【0019】

本実施形態では、誤差電流信号が条件1又は条件2に適合するとサンプリングを行わないため、代わりに前回のサンプリングタイミングにおいて求めた検出電流信号の値を、今回のサンプリングタイミングにおける検出電流信号として使用する。なお、検出電流生成部212はサンプリングタイミングにおいて求めた検出電流信号の値を次のサンプリングタイミングまで記憶しておく。これによって、PWM信号のハイ期間、ロー期間が非常に短い場合においても、 $V_{sns}$ に基づく電流検出結果と実際の相電流 $I$ との差を小さくして従来よりも高精度にモータ電流を検出することができる。その結果、安定したモータ電流制御が可能となる。

10

#### 【0020】

図4は、各信号の関係を示すタイミングチャートである。モータ制御部210は、各サンプリングタイミングでA/D変換部120の出力、つまり電圧 $V_{sns}$ をデジタル値に変換した値をサンプリングする。その結果を(f)サンプリング結果として示す。モータ制御部210は、PWM+のハイ/ローと、サンプリング結果を用いて、相電流 $I$ の検出値である検出電流信号を生成する。具体的には、PWM+がハイのときはサンプリング値をそのまま出力し、PWM+がローであると、サンプリング値の極性を反転させて出力することで検出電流信号を生成する。

20

#### 【0021】

ただし、図4の $T_{off1}$ 及び $T_{on1}$ の期間内におけるサンプリングタイミングでは、誤差電流信号は上述した条件に適合するためサンプリングは行わない。そして、検出電流生成部212は、サンプリングを行わなかったタイミングの1つ前のサンプリングタイミングにおいて出力した検出電流信号の値をそのまま出力する。これによって、PWM信号のハイ期間、ロー期間が非常に短い場合であっても、 $V_{sns}$ に基づく相電流 $I$ の検出結果と実際の相電流 $I$ との差を従来よりも低減することができる。

#### 【0022】

図5は、本実施形態において、検出電流生成部212で行う検出電流信号の生成処理のフローチャートである。図5の処理は、所定のサンプリングタイミング、本実施形態では、三角波の振幅が最大及び最小となるタイミング毎に行う。S10で、検出電流生成部212は、誤差電流信号が条件1又は条件2に適合するか判定する。誤差電流信号がいずれの条件にも適合しないと、検出電流生成部212は、S11で、A/D変換部120の出力をサンプリングする。続いて、検出電流生成部212は、S12で、S11でサンプリングを行った時点のPWM+がローであるか否かを判定する。PWM+がローであると、検出電流生成部212は、S11で取得したサンプリング値の極性を反転させ、S14で、反転後のサンプリング値に検出電流信号の値を更新する。一方、S12でPWM+がハイであると、検出電流生成部212は、S14において、S11で取得したサンプリング値に検出電流信号の値を更新する。さらに、S10において、誤差電流信号がいずれかの条件に適合していると、検出電流生成部212は、検出電流信号の値を更新することなく処理を終了する。

30

40

#### 【0023】

以上、本実施形態においては、サンプリングタイミングにおいて誤差電流信号の値が所定の範囲内ないと、前回のサンプリングタイミングで求めた検出電流信号の値を、今回のサンプリングタイミングの値とする。一方、サンプリングタイミングにおいて誤差電流信号の値が所定の範囲内にあると、検出抵抗110を使用して検出した電流値に基づき検出電流信号の値を求める。なお、所定の範囲は、パルス信号であるPWM+及びPWM-の論理(ハイ/ロー)が変化しない時間が所定時間より大きくなる様に決定しておく。なお、所定時間とは、モータ駆動回路100のスイッチング素子であるQ1~Q4が切り替

50

わるのに必要な時間より大きい時間である。以上の構成により、相電流  $I$  の値及び方向を正しく判定して、モータを安定して制御することが可能になる。

【 0 0 2 4 】

< 第二実施形態 >

続いて、第二実施形態について第一実施形態との相違点を中心に説明する。第一実施形態では、図 5 に示す様に、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合するとサンプリングを行わないものであった。本実施形態では、所定のタイミング、本実施形態では三角波の振幅が最大となるタイミング及び最小となるタイミングにおいて常に A / D 変換部 1 2 0 の出力をサンプリングする。但し、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合している場合、そのサンプリング値による検出電流の更新は行わず、検出電流生成部 2 1 2 に記憶されている前回のサンプリングタイミングでの検出電流の値を維持する。

10

【 0 0 2 5 】

図 6 は、本実施形態において、検出電流生成部 2 1 2 で行う検出電流信号の生成処理のフローチャートである。S 2 0 で、検出電流生成部 2 1 2 は、A / D 変換部 1 2 0 の出力をサンプリングし、S 2 1 で、検出電流生成部 2 1 2 は、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合するか判定する。誤差電流信号がいずれの条件にも適合しないと、検出電流生成部 2 1 2 は、S 2 2 で、S 2 0 でサンプリングを行った時点の PWM + がローであるか否かを判定する。PWM + がローであると、検出電流生成部 2 1 2 は、S 2 0 で取得したサンプリング値の極性を反転させ、S 2 4 で、反転後のサンプリング値に検出電流信号の値を更新する。一方、S 2 2 で PWM + がハイであると、検出電流生成部 2 1 2 は、S 2 4 において、S 2 0 で取得したサンプリング値に検出電流信号の値を更新する。さらに、S 2 1 において、誤差電流信号がいずれかの条件に適合していると、検出電流生成部 2 1 2 は、検出電流信号の値を更新することなく処理を終了する。

20

【 0 0 2 6 】

< 第三実施形態 >

以下、第三実施形態について第一実施形態及び第二実施形態との相違点を中心に説明する。第一実施形態及び第二実施形態では、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合すると、前回のサンプリングタイミングでの検出電流信号の値を、今回のサンプリングタイミングにおける検出電流信号の値としていた。本実施形態では、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合すると、前回のサンプリングタイミングでの検出電流信号から、そのサンプリングタイミングにおける検出電流信号の値を予測して出力する。

30

【 0 0 2 7 】

本実施形態において、モータ制御部 2 1 0 には、コイル L 1 のインダクタンス値を予め記憶させておく。例えば、時刻  $t_1$  がサンプリングタイミングであり、時刻  $t_2$  が時刻  $t_1$  の次のサンプリングタイミングであるものとする。また、サンプリング間隔、つまり、 $t_2 - t_1$  を  $t$  とし、コイル L 1 のインダクタンス値を  $L$  とし、モータの電源電圧 ( 図 1 の 2 4 V ) を  $V$  とする。この場合、時刻  $t_1$  における相電流  $I_1$  と、時刻  $t_2$  における相電流  $I_2$  との差  $I$  は、 $I = ( V \times t ) / L$  と予測できる。したがって、時刻  $t_2$  において誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合する場合、時刻  $t_1$  における検出電流信号の値  $I_1$  から、時刻  $t_2$  における検出電流信号の値  $I_2$  を、 $I_2 = I_1 + ( V \times t ) / L$  と予測できる。なお、相電流  $I_1$  は検出される毎に検出電流生成部 2 1 2 に記憶される。

40

【 0 0 2 8 】

図 7 は、本実施形態において、検出電流生成部 2 1 2 で行う検出電流信号の生成処理のフローチャートである。図 7 においては、S 3 0 において、誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合すると、S 3 5 において上述した様に検出電流信号の予測値を決定して、S 3 4 で検出電流信号を更新する点で、図 5 に示す第一実施形態と相違する。なお、S 3 0 において、誤差電流信号が条件 1 及び条件 2 に適合しない場合の処理は、第一実施形態と同様である。なお、図 6 に示す第二実施形態の S 2 1 で誤差電流信号が条件 1 又は条件 2 に適合すると、検出電流信号の予測値を決定して更新する構成であっても良い。

50

## 【 0 0 2 9 】

以上、本実施形態では、サンプリングタイミングにおいて誤差電流信号の値が所定範囲内にないと、前回のサンプリングタイミングで求めた検出電流信号の値に基づき、今回のサンプリングタイミングにおける検出電流信号の予測値を決定する。この構成により、より精度良く相電流  $I$  を判定することができ、よって、より精度良くモータを制御することができる。

## 【 0 0 3 0 】

<まとめ>

以上、上記各実施形態では、ブリッジ接続された複数のスイッチング素子である F E T を含むモータ駆動回路 1 0 0 によりモータに供給される駆動電流を精度よく検出する構成が開示される。具体的には、モータ駆動回路 1 0 0 とグランドとの間を流れる電流を検出するために検出抵抗 1 1 0 を、当該電流の検出部として設ける。そして、モータ制御部 2 1 0 は、サンプリングタイミングにおいて検出部の検出結果から駆動電流を求め、この求めた駆動電流と、モータに供給すべき駆動電流の目標値との差から誤差評価値（誤差電流信号）を求め、求めた誤差評価値に基づき、F E T をオン・オフするためのパルス信号を生成してモータを制御する。ここで、誤差評価値は、求めた駆動電流と、モータに供給すべき駆動電流の目標値との差を増幅した値であり、増幅ゲインは、例えば、P I 制御における比例ゲイン及び積分ゲインの和として求められる。

## 【 0 0 3 1 】

ここで、モータ制御部 2 1 0 は、パルス信号がハイレベルであり、且つパルス信号のハイレベルの幅が所定値より大きくなる場合は、パルス信号のハイレベルの期間で、検出抵抗 1 1 0 により検出する電流のサンプリングを行う。一方、モータ制御部 2 1 0 は、パルス信号がハイレベルであってもパルス信号のハイレベルの幅が所定値以下となる場合は、パルス信号のハイレベルの期間で検出抵抗 1 1 0 により検出する電流のサンプリングを行わない。言い換えると、モータ制御部 2 1 0 は、サンプリングタイミングにおいて誤差評価値が所定の範囲内にないと、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から求める。例えば、モータ制御部 2 1 0 は、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流と同じ値とすることができる。また、モータ制御部 2 1 0 は、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流の予測値を決定することもできる。この予測には、モータのインダクタンス値を使用する構成とすることができる。一方、モータ制御部 2 1 0 は、誤差評価値が所定の範囲内にあると、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、当該サンプリングタイミングにおける検出部の検出結果から求める。

## 【 0 0 3 2 】

なお、モータ制御部 2 1 0 は、サンプリングタイミングにおいてパルス信号が第 1 の論理であると、検出部が検出する電流の方向に対応する方向に駆動電流が流れていると判定する。一方、モータ制御部 2 1 0 は、パルス信号が第 1 の論理とは異なる第 2 の論理であると、検出部が検出する電流の方向とは逆の方向に対応する方向に駆動電流が流れていると判定する。これは、図 9 を用いて説明した様に、検出部を流れる電流の方向と、駆動電流の方向との関係が、パルス信号がオン状態であるときとオフ状態であるときとで異なるからである。

## 【 0 0 3 3 】

なお、モータ制御部 2 1 0 は、誤差評価値と三角波との比較によりパルス信号を生成するが、前記所定の範囲は、パルス信号の論理が変化しない時間が所定時間より大きくなる様に求められる。さらに、当該所定時間は、F E T のオンとオフとが切り替わるのに必要な時間から求められる。これは、図 1 0 を用いて説明した様に、パルス信号の論理が切り替わる時間間隔が所定時間より短いと、F E T がオン状態からオフ状態に切り替わらず、オン状態のままとなるからである。また、この場合、検出部の検出結果は、駆動電流を精度よく示すものではなく、よって、本実施形態では、誤差評価値が所定の範囲内にないと

10

20

30

40

50

、そのときの検出部の検出結果を使用しない構成としている。これにより、精度よく駆動電流を検出し、安定したモータ制御が可能になる。

【0034】

したがって、上記各実施形態は、モータ制御部210がサンプリングタイミングの前後におけるパルス信号の切り替わりの時間間隔が所定値より小さいか否かを判定する構成を開示している。そして、モータ制御部210は、パルス信号の切り替わりの時間間隔が所定値より小さいと判定すると、当該サンプリングタイミングにおける駆動電流を、前回のサンプリングタイミングにおいて求めた駆動電流から求める。上記各実施形態において、この判定は、サンプリングタイミングにおける誤差電流信号の値と閾値との比較により行う。つまり、サンプリングタイミングにおいて、誤差電流信号が閾値1以上であるか、閾値2以下であると、パルス信号の切り替わりの時間間隔が所定値より小さいと判定する。なお、誤差電流信号が閾値1以上又は閾値2以下であっても、結果としてパルス信号の切り替わりの時間間隔が所定値以上となることも生じるが、その発生確率は低く問題にはならない。

10

【0035】

なお、上述したモータの電流の検出結果は、モータのベクトル制御等に利用される。例えば、モータ制御部200は、上述した方法で取得したモータの巻線に流れる電流値に基づいてモータのロータ位置を決定し、決定した位置に応じて回転座標系における供給すべき駆動電流の値を決定する。

【0036】

20

また、上記各実施形態によるモータ駆動装置は、シートに画像形成を行う画像形成装置におけるモータを駆動するために使用される。一例として、本実施形態によるモータ駆動装置が実装される画像形成装置について図11を用いて説明する。画像形成装置は、単色画像を形成する画像形成装置であってもよいが、ここでは、複数色のトナー（現像剤）を用いて多色画像を形成する画像形成装置を想定する。画像形成装置は、例えば、印刷装置、プリンタ、複写機、複合機（MFP）、及びファクシミリ装置のいずれであってもよい。画像形成装置は、イエロー（Y）色、マゼンタ（M）色、シアン（C）色、及びブラック（K）色の4色のトナーを用いてトナー画像を形成する4つの画像形成ステーションを備えている。図11では、Y色のステーションの構成部品にのみ参照番号を付与しているが、4つのステーションはいずれも同一の構成を採用可能である。なお、各ステーションは、感光ドラム111や中間転写ベルト116等の像担持体にトナーを用いて画像を形成する画像形成部の一例である。

30

【0037】

一次帯電部112は、回転する感光ドラム111を一様に帯電させる。露光部113は、画像信号に基づいて変調したレーザ光（光ビーム）を出力し、感光ドラム111の表面をレーザ光で走査する。これにより、感光ドラム111上に静電潜像が形成される。現像部114は、トナーを用いて静電潜像を現像し、感光ドラム111上にトナー画像を形成する。一次転写ローラ117は、感光ドラム111上のトナー画像を中間転写ベルト116に一次転写する。中間転写ベルト116は、矢印Bの方向に回転している。中間転写ベルト116上のトナー画像は、中間転写ベルト116と二次転写ローラ123とによって形成された二次転写部へ搬送される。その間、各ステーションの感光ドラム111上に形成された各色のトナー画像が順に中間転写ベルト116上に重ね合わせて一次転写されることで、多色のトナー画像が中間転写ベルト116上に形成される。

40

【0038】

給紙カセット（給紙部）124内のシートPは、給紙ローラ（ピックアップローラ）121によってシート搬送路へ給紙される。シートPは、記録紙、記録材、記録媒体、用紙、転写材、転写紙等と称されてもよい。シート搬送路へ給紙されたシートPは、搬送ローラ122によって二次転写部へ搬送される。二次転写部において、中間転写ベルト116によって搬送されてきたトナー画像がシートPに二次転写される。定着部125は、トナー画像に熱及び圧力を加えて、シートP上に定着させる。その後、トナー画像が定着した

50

シートPは排紙ローラ126によって排紙トレイ(排紙部)へ排紙される。なお、感光ドラム111及び中間転写ベルト116の表面に残留したトナーは、ドラムクリーナ115及びベルトクリーナ118によってそれぞれ除去(回収)される。

【0039】

このように、画像形成装置は、画像が形成されるシートの搬送用のローラとして、給紙ローラ121、搬送ローラ122、排紙ローラ126等のローラを備えている。これらのローラを駆動する駆動源に相当するモータは、画像形成装置内の上位の制御回路からの指示により、上記各実施形態のモータ駆動装置によって駆動される。また、感光ドラム111や、中間転写ベルト116を駆動するためのモータを、上記各実施形態によりモータ駆動装置によって駆動することができる。

【0040】

[その他の実施形態]

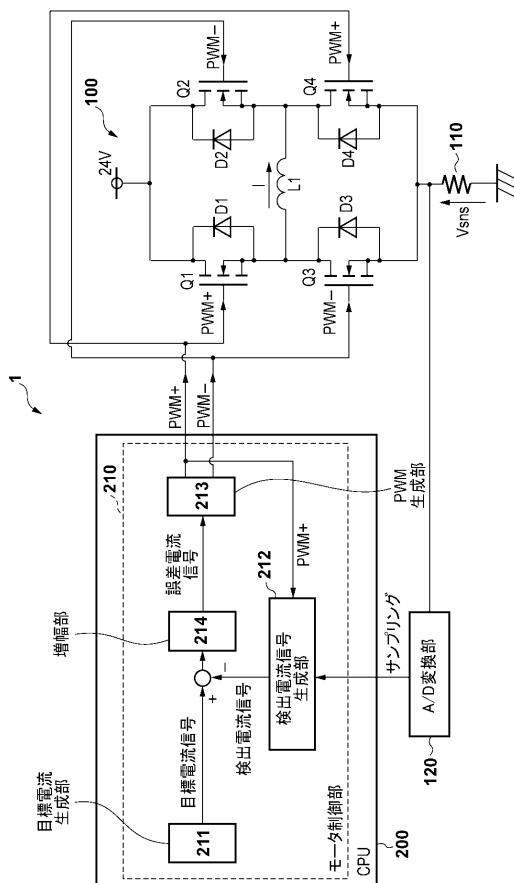
本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

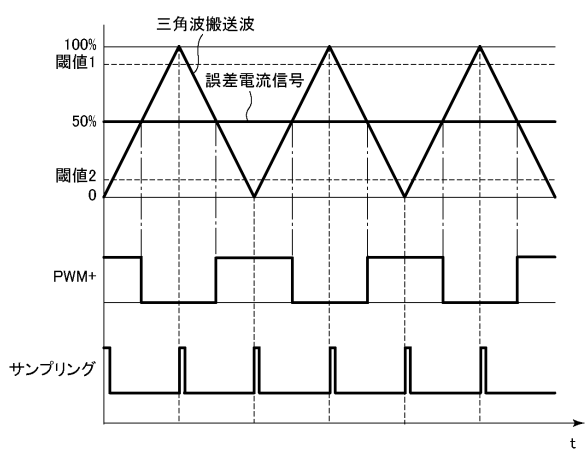
【0041】

100：モータ駆動回路、110：検出抵抗、210：モータ制御部

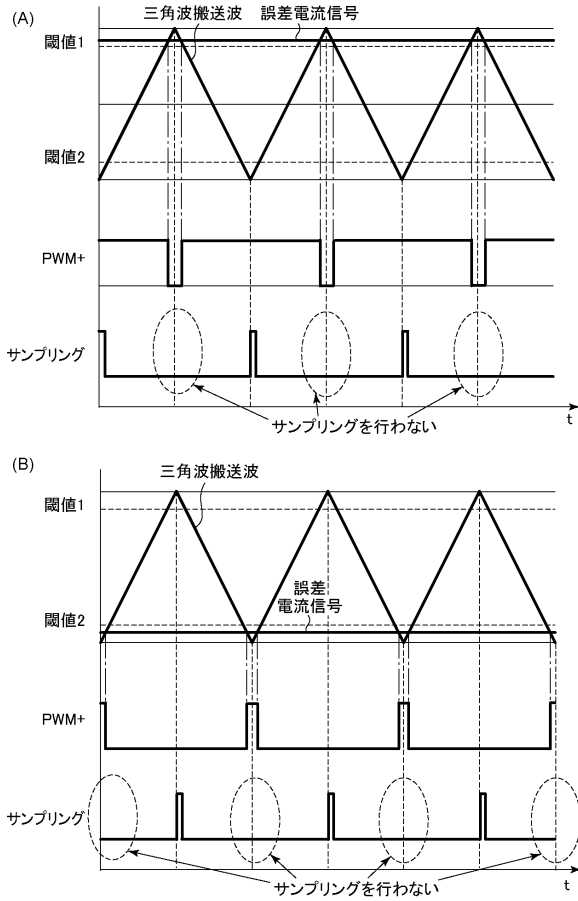
【図1】



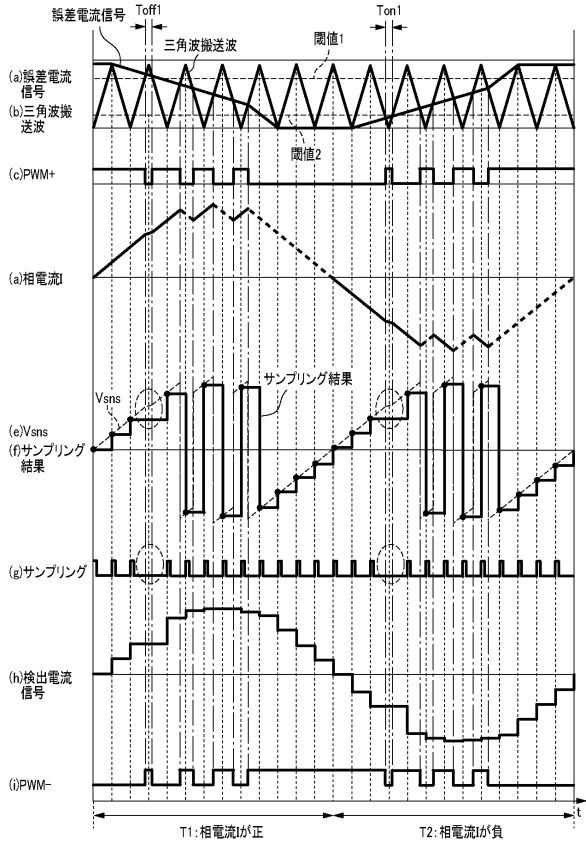
【図2】



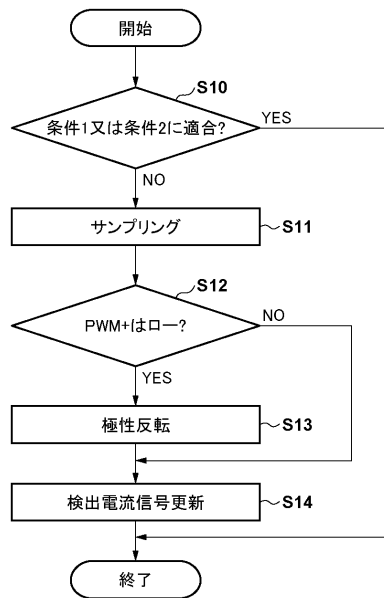
【図3】



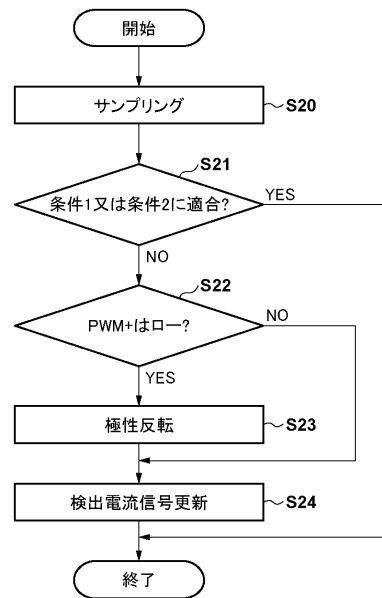
【図4】



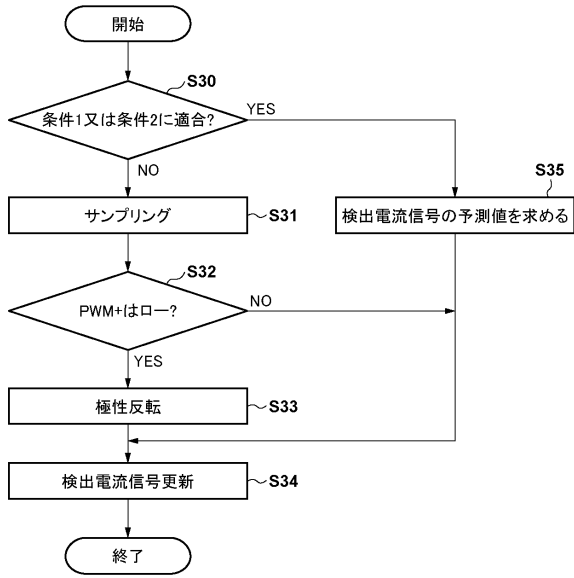
【図5】



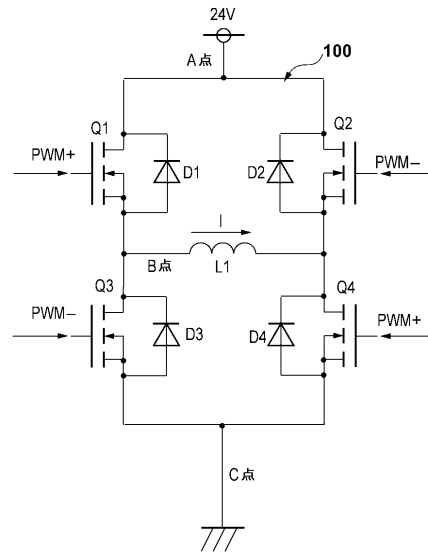
【図6】



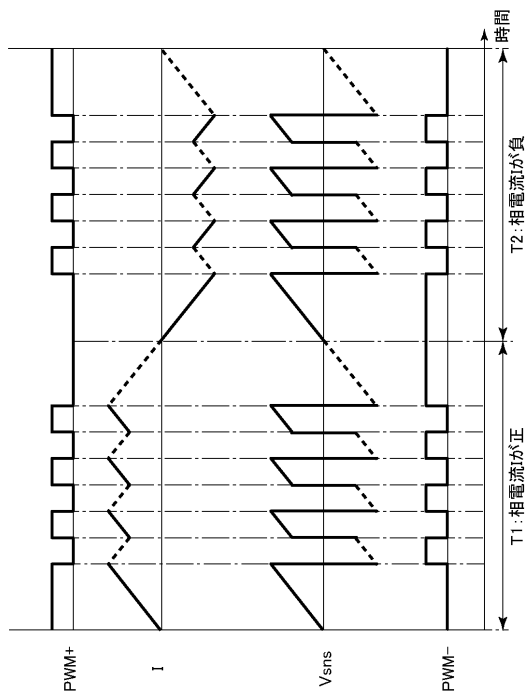
【図7】



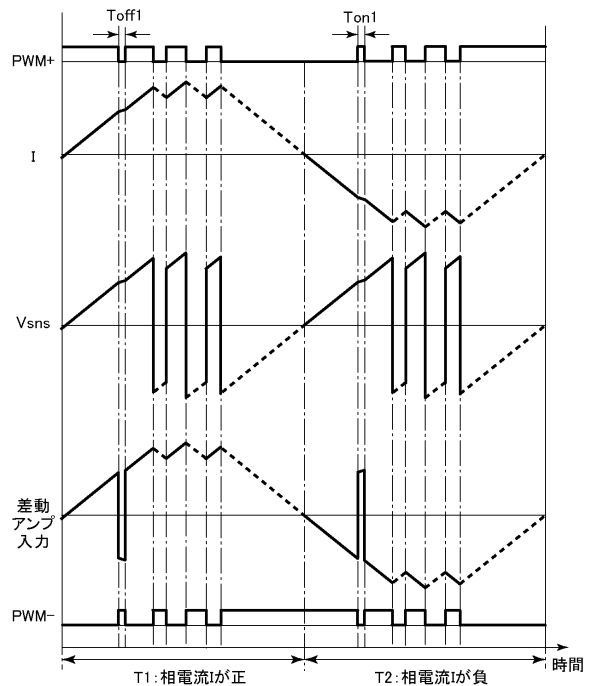
【図8】



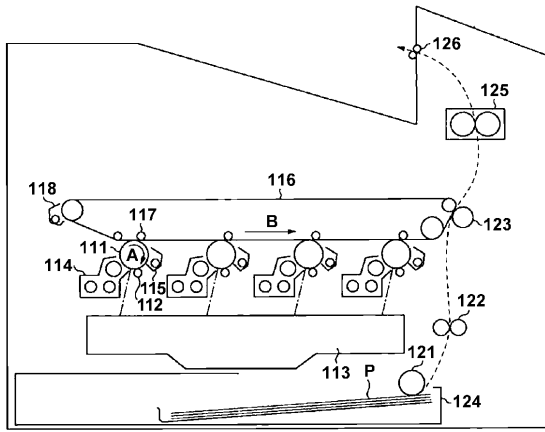
【図9】



【図10】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 廣田 隼一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特開2010-74902(JP,A)  
特開2004-64903(JP,A)  
特開平4-368490(JP,A)  
特開2006-166574(JP,A)  
特開平3-218294(JP,A)  
特開2010-273445(JP,A)  
特開平8-99645(JP,A)  
特開2002-119062(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/42 - 7/98  
H02P 4/00  
H02P 6/00 - 6/34  
H02P 21/00 - 25/03  
H02P 25/04  
H02P 25/08 - 31/00