

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4998070号
(P4998070)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.

HO2P 6/12 (2006.01)

F 1

HO2P 6/02 371P

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-117234 (P2007-117234)
 (22) 出願日 平成19年4月26日 (2007.4.26)
 (65) 公開番号 特開2008-278596 (P2008-278596A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日 (2008.11.13)
 審査請求日 平成22年4月5日 (2010.4.5)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 竹内 啓佐敏
 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 森山 拓哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラシレスモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラシレスモータであって、
 複数の電磁コイルを有するコイル列と、
 複数の永久磁石を有する磁石列と、
 前記磁石列と前記コイル列の相対位置を検出するための磁気センサと、
 前記磁気センサの出力を利用し、駆動素子を用いて前記コイル列を駆動する駆動制御回路と、
 前記コイル列のコイル温度と前記駆動素子の温度とのうちのいずれかに関連付けられた検出対象温度を検出するための温度センサと、
 を備え、

前記駆動制御回路は、前記コイル列に電流を供給するための複数の駆動トランジスタで構成されるドライバ回路と、前記ドライバ回路の前記複数の駆動トランジスタを制御する駆動信号を生成するための駆動信号生成回路と、
を備え、前記駆動信号生成回路は、前記温度センサの出力に基づいて、前記検出対象温度に応じて信号レベルが変化する温度監視信号を生成する温度監視回路と、

10

20

前記温度監視信号と前記磁気センサの出力とに少なくとも基づいて、前記磁気センサの出力のアナログ的变化と同じ变化を示し前記温度監視信号の信号レベルに比例した振幅を有する波形信号を生成する波形信号生成部と、

前記波形信号を利用したP W M制御を実行して、前記波形信号の変化と同じ実効電圧変化を示す前記駆動信号を生成するP W M制御回路と、
を含み、

前記駆動制御回路は、前記温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときには前記コイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させ、前記検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように前記駆動電圧を調整し、前記検出対象温度が前記第1の閾値よりも大きな所定の第2の閾値を超えたときには前記コイル列への駆動電圧の供給を停止する、10 ブラシレスモータ。

【請求項2】

請求項1記載のブラシレスモータであって、

前記波形信号生成部は、前記温度監視信号のみでなく、外部から与えられるブラシレスモータの動作電圧の指令値にも基づいて前記波形信号の振幅を設定する、ブラシレスモータ。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のブラシレスモータであって、

前記温度センサは、前記駆動素子が実装されたパワー半導体素子内に含まれている、20 ブラシレスモータ。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか一項に記載のブラシレスモータであって、

前記温度センサは、前記駆動素子に設けられた放熱部材に設置されている、ブラシレスモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ブラシレスモータの駆動制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

ブラシレスモータとしては、例えば下記の特許文献1に記載されたものが知られている。30

【0003】

【特許文献1】特開2001-298982号公報

【0004】

従来のブラシレスモータでは、駆動信号として矩形波が使用されるのが一般的であった。矩形波の駆動信号を使用する場合には、駆動信号の極性の反転時に発生する過剰電流によって、モータが過熱するおそれがある。そこで、従来のブラシレスモータでは、過剰電流を制限するための回路が設けられているのが一般的であった。

【0005】

図15は、従来のブラシレスモータに用いられている過剰電流制限回路の一例を示している。この回路では、ブラシレスモータのコイルCを駆動するブリッジ回路HBの接地側に、過剰電流検出用トランジスタPTと、過剰電流センサECSとが設けられている。ブリッジ回路HBに過剰電流が流れると、過剰電流センサECSによって過剰電流が流れたことが検出される。駆動回路は、この過剰電流センサECSの出力信号に応じて、コイルCへの印加電圧や印加電流を制限していた。40

【0006】

過剰電流の制限は、本来は負荷が過大になった場合などの異常事態にのみ行うことが望ましい。しかし、モータの始動時にはかなり大きな電流が流れるので、始動時に電流制限が働いて電流を過度に制限してしまうことがある。このように始動時において電流を過度

10

20

30

40

50

に制限すると、十分なトルクを発生できない場合があるという問題があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、ブラシレスモータにおいて、電流を過度に制限することなく、モータの過熱を防止することのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

10

本発明の一形態は、ブラシレスモータであって、

複数の電磁コイルを有するコイル列と、

複数の永久磁石を有する磁石列と、

前記磁石列と前記コイル列の相対位置を検出するための磁気センサと、

前記磁気センサの出力を利用し、駆動素子を用いて前記コイル列を駆動する駆動制御回路と、

前記コイル列のコイル温度と前記駆動素子の温度とのうちのいずれかに関連付けられた検出対象温度を検出するための温度センサと、

を備え、

前記駆動制御回路は、

20

前記コイル列に電流を供給するための複数の駆動トランジスタで構成されるドライバ回路と、

前記ドライバ回路の前記複数の駆動トランジスタを制御する駆動信号を生成するための駆動信号生成回路と、

を備え、

前記駆動信号生成回路は、

前記温度センサの出力に基づいて、前記検出対象温度に応じて信号レベルが変化する温度監視信号を生成する温度監視回路と、

前記温度監視信号と前記磁気センサの出力とに少なくとも基づいて、前記磁気センサの出力のアナログ的变化と同じ变化を示し前記温度監視信号の信号レベルに比例した振幅を有する波形信号を生成する波形信号生成部と、

30

前記波形信号を利用した PWM制御を実行して、前記波形信号の変化と同じ実効電圧変化を示す前記駆動信号を生成する PWM制御回路と、

を含み、

前記駆動制御回路は、前記温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときには前記コイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させ、前記検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように前記駆動電圧を調整し、前記検出対象温度が前記第1の閾値よりも大きな所定の第2の閾値を超えたときには前記コイル列への駆動電圧の供給を停止する。

このブラシレスモータによれば、温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときにはコイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させて、従来のように過剰電流制限回路を設ける場合に比べて電流を過度に制限することが無くなり、また、モータの過熱を防止することができる。さらに、検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように駆動電圧を調整するので、例えば、モータが回転している最中に温度が上昇した場合にも、駆動電圧を適切に調整することが可能である。また、検出対象温度に応じて PWMに利用される波形信号の振幅を変化させることによって、モータの過熱を適切に防止することができる。

40

【0009】

【適用例1】 ブラシレスモータであって、

複数の電磁コイルを有するコイル列と、

50

複数の永久磁石を有する磁石列と、
前記磁石列と前記コイル列の相対位置を検出するための磁気センサと、
前記磁気センサの出力を利用し、駆動素子を用いて前記コイル列を駆動する駆動制御回路と、

前記コイル列のコイル温度と前記駆動素子の温度とのうちのいずれかに関連付けられた検出対象温度を検出するための温度センサと、
を備え、

前記駆動制御回路は、前記温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときには前記コイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させるとともに、前記検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように前記駆動電圧を調整する、10 ブラシレスモータ。

【0010】

このブラシレスモータによれば、温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときにはコイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させてので、従来のように過剰電流制限回路を設ける場合に比べて電流を過度に制限することが無くなり、また、モータの過熱を防止することができる。また、検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように駆動電圧を調整するので、例えば、モータが回転している最中に温度が上昇した場合にも、駆動電圧を適切に調整することが可能である。

【0011】

【適用例2】 適用例1記載のブラシレスモータであって、20

前記駆動制御回路は、前記検出対象温度が前記第1の閾値よりも大きな所定の第2の閾値を超えたときには前記コイル列への駆動電圧の供給を停止する、ブラシレスモータ。

【0012】

この構成では、コイルの過熱をより確実に防止できる。

【0013】

【適用例3】 適用例1又は2記載のブラシレスモータであって、

前記駆動制御回路は、

前記コイル列に電流を供給するための複数の駆動トランジスタで構成されるドライバ回路と、

前記ドライバ回路の前記複数の駆動トランジスタを制御する駆動信号を生成するための駆動信号生成回路と、30
を備え、

前記駆動信号生成回路は、

前記温度センサの出力に基づいて、前記検出対象温度に応じて信号レベルが変化する温度監視信号を生成する温度監視回路と、

前記温度監視信号と前記磁気センサの出力とに少なくともに基づいて、前記磁気センサの出力のアナログ的変化と同じ変化を示し前記温度監視信号の信号レベルに比例した振幅を有する波形信号を生成する波形信号生成部と、

前記波形信号を利用したPWM制御を実行して、前記波形信号の変化と同じ実効電圧変化を示す前記駆動信号を生成するPWM制御回路と、40
を含む、ブラシレスモータ。

【0014】

この構成では、検出対象温度に応じてPWMに利用される波形信号の振幅を変化させることによって、モータの過熱を適切に防止することができる。

【0015】

【適用例4】 適用例3記載のブラシレスモータであって、

前記波形信号生成部は、前記温度監視信号のみでなく、外部から与えられるブラシレスモータの動作電圧の指令値にもに基づいて前記波形信号の振幅を設定する、ブラシレスモータ。

【0016】

50

この構成では、動作電圧の指令値と検出対象温度との両方に応じてモータの出力を適切に調整することができる。

【0017】

[適用例5] 適用例1ないし4のいずれかに記載のブラシレスモータであって、前記温度センサは、前記駆動素子が実装されたパワー半導体素子内に含まれている、ブラシレスモータ。

【0018】

この構成では、駆動素子の温度を精度良く検出できるので、電流を過度に制限すること無く、モータの過熱を防止できる。

【0019】

[適用例6] 適用例1ないし4のいずれかに記載のブラシレスモータであって、前記温度センサは、前記駆動素子に設けられた放熱部材に設置されている、ブラシレスモータ。

10

【0020】

この構成では、放熱部材の温度を検出できるので、モータの駆動素子の過熱を適切に防止することができる。

【0021】

[適用例7] 複数の電磁コイルを有するコイル列と、複数の永久磁石を有する磁石列と、前記コイル列のコイル温度と前記コイル列を駆動する駆動素子の温度とのいずれかに関連付けられた検出対象温度を検出するための温度センサと、を備えるブラシレスモータの制御方法であって、整する、ブラシレスモータの制御方法。

20

前記温度センサで検出された検出対象温度が所定の第1の閾値を超えたときには前記コイル列に供給する駆動電圧の実効値を低減させるとともに、前記検出対象温度が高くなるほど前記実効値の低減幅が大きくなるように前記駆動電圧を調整する、ブラシレスモータの制御方法。

【0022】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、ブラシレスモータ及びその制御方法（又は駆動方法）、それらを用いたアクチュエータ等の形態で実現することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

次に、本発明の実施の形態を以下の順序で説明する。

A. モータの構成と動作の概要：

B. 駆動制御回路の構成：

C. 変形例：

【0024】

A. モータの構成と動作の概要：

図1(A)～(C)は、本発明の一実施例としてのブラシレスモータのモータ本体の構成を示す断面図である。このモータ本体100は、外形がそれぞれ略円盤状のステータ部10及びロータ部30を有している。ステータ部10(図1(C))には、回路基板120上に2組の電磁コイル11, 12と、2つの磁気センサ40A, 40Bと、2つの温度センサ50A, 50Bとが設けられている。第1の磁気センサ40Aは1組目のコイル11用のセンサであり、第2の磁気センサ40Bは2組目のコイル12用のセンサである。以下では、2組の電磁コイル11, 12を「A相コイル11」、「B相コイル12」と呼ぶ。

40

【0025】

第1の温度センサ50AはA相コイル11の温度を測定するためのセンサであり、第2の温度センサ50BはB相コイル12の温度を測定するためのセンサである。これらの温度センサ50A, 50Bは、コイル11, 12に接する状態で設置されていることが好ま

50

しいが、コイル 11, 12 の近傍に設置してもよい。なお、温度センサは、各相のコイル群にそれより少なくとも 1 つ設けることが好ましい。こうすれば、任意の相のコイルに大きな電流が流れたときに、コイルの過熱を防止することが可能である。

【0026】

ロータ部 30 (図 1 (B)) には、2 つの磁石 32 が設けられており、ロータ部 30 の中心軸が回転軸 112 を構成している。これらの磁石 32 の磁化方向は図 1 (B) において紙面と垂直な方向であり、これは図 1 (A) における上下方向に相当する。

【0027】

図 2 (A) ~ (D) は、モータの動作時における磁石列とコイル列の位置関係を示す説明図である。なお、これらの図では、図示の便宜上、磁石 32 が多数存在するように描かれているが、実際の磁石の数は図 1 (B) に示したように 2 個である。但し、磁石数及びコイル数としては、任意の適切な整数を採用することができる。図 2 (A) に示すように、磁石 32 は一定の磁極ピッチ P_m で配置されており、隣接する磁石同士が逆方向に磁化されている。また、1 つの相のコイル群を構成する 2 つコイルは、一定のピッチ P_c で配置されており、常に同じ方向に励磁される。隣接する相のコイル同士は、同相コイル間のピッチ P_c の $1/2$ だけ離れている。同相コイル間のピッチ P_c は、磁極ピッチ P_m に等しい。磁極ピッチ P_m は、電気角で π に相当する。なお、電気角の 2π は、駆動信号の位相が 2π だけ変化したときに移動する機械的な角度又は距離に対応づけられる。本実施例では、駆動信号の位相が 2π だけ変化すると、ロータ部 30 が磁極ピッチ P_m の 2 倍だけ移動する。

10

20

【0028】

図 2 (A) は、位相が 0 又は 2π における状態を示している。また、図 2 (B) ~ (D) は、位相が $\pi/2$, π , $3\pi/2$ の時点の状態をそれぞれ示している。なお、図 2 (A), (C) で A 相コイル 11 のハッティングが省略されているのは、これらのタイミングで A 相コイル 11 の駆動信号の極性が反転する（すなわち励磁方向が反転する）からである。同様に、図 2 (B), (D) のタイミングでは、B 相コイル 12 の駆動信号の極性が反転する。

【0029】

図 3 は、センサ出力と駆動信号の例を示す説明図である。図 3 (A) は、A 相磁気センサ 40A のセンサ出力 SSA と、B 相磁気センサ 40B のセンサ出力 SSB とを示している。なお、磁気センサ 40A, 40B としては、アナログ出力を有するホール IC センサを利用することができます。図 3 (B) は、A 相コイル 11 に印加される実効駆動電圧 V_A と、B 相コイル 12 に印加される実効駆動電圧 V_B の一例を示している。これらの実効駆動電圧 V_A , V_B は、それぞれの磁気センサ出力 SSA, SSB と相似形状を有していることが好ましい。図 3 (C) は、磁気センサ出力 SSA, SSB を利用した PWM 制御でそれぞれ生成される 2 相の駆動信号の例を示している。図 3 (B) に示した実効駆動電圧 V_A は、A 相の駆動信号 $DRVA1$, $DRVA2$ によって得られる実効電圧である。なお、A 相の第 1 の駆動信号 $DRVA1$ は、磁気センサ出力 SSA が正のときにのみパルスを発生する信号であり、第 2 の駆動信号 $DRVA2$ は磁気センサ出力 SSA が正のときにのみパルスを発生する信号であるが、図 3 (C) ではこれらを合わせて記載している。また、便宜上、第 2 の駆動信号 $DRVA2$ を負側のパルスとして描いている。B 相も同様である。

30

40

【0030】

B. 駆動制御回路の構成 :

図 4 (A) は、本実施例のブラシレスモータの駆動制御回路の構成を示すブロック図である。駆動制御回路 200 は、CPU 220 と、駆動信号生成部 240 と、2 相のドライバ回路 250A, 250B と、2 つの A/D 変換部 260, 280 と、警告表示部 290 とを備えている。2 つの磁気センサ出力 SSA, SSB は、A/D 変換部 260 でデジタル多値信号に変換されて、駆動信号生成部 240 に供給される。温度センサ 50A, 50B の出力信号 TA, TB (「温度信号」と呼ぶ) も、A/D 変換部 280 でデジタル多値信号に

50

変換されて、駆動信号生成部 240 に供給される。駆動信号生成部 240 は、これらの磁気センサ出力 SSA, SSB 及び温度信号 TA, TB に基づいて、2相の駆動信号（図3（C））を生成する。ドライバ回路 250A, 250B は、これらの2相の駆動信号に従ってモータ本体 100 内の2相の電磁コイル群 11, 12 を駆動する。

【0031】

図4（B）は、磁気センサ 40A の内部構成の一例を示している。B 相用の磁気センサ 40B もこれと同じ構成を有している。この磁気センサ 40A は、ホール素子 42 と、バイアス調整部 44 と、ゲイン調整部 46 を有している。ホール素子 42 は、磁束密度 X を測定する。バイアス調整部 44 はホール素子 42 の出力 X にバイアス値 b を加算し、ゲイン調整部 46 はゲイン値 a を乗ずる。磁気センサ 40A の出力 SSA (= Y) は、例えば以下の式（1）又は式（2）で与えられる。

【0032】

$$Y = a \cdot X + b \quad \dots (1)$$

$$Y = a (X + b) \quad \dots (2)$$

【0033】

磁気センサ 40A のゲイン値 a とバイアス値 b は、CPU220 によって磁気センサ 40A 内に設定される。ゲイン値 a とバイアス値 b を適切な値に設定することによって、磁気センサ出力 SSA を好ましい波形形状に較正することが可能である。B 相磁気センサ 40B についても同様である。

【0034】

なお、本実施例の駆動制御回路 200 には、図15で説明したような電流制限回路は設けられていない。従って、コイルの過熱は、温度センサ 50A, 50B と駆動信号生成部 240 の働きによって防止される。

【0035】

図5は、ドライバ回路の内部構成を示している。各相のドライバ回路 250A, 250B は、それぞれ H 型ブリッジ回路を構成する4つのトランジスタ 301 ~ 04 を有している。上アームのトランジスタ 301, 303 のゲート電極の前には、レベルシフタ 311, 313 が設けられている。但し、レベルシフタは省略してもよい。A 相のドライバ回路 250A は、駆動信号 DRA1, DRA2 に応じて A 相コイル 11 を駆動する。符号 IA1, IA2 が付された矢印は、駆動信号 DRA1, DRA2 によって流れる電流方向をそれぞれ示している。他の相も同様である。なお、ドライバ回路としては、複数の駆動トランジスタで構成される種々の構成の回路を利用可能である。

【0036】

図6は、駆動信号生成部 240（図4（A））の内部構成と動作を示す説明図である。なお、ここでは図示の便宜上、A 相用の回路要素のみを示しているが、B 相用にも同じ回路要素が設けられている。

【0037】

駆動信号生成部 240 は、基本クロック生成回路 510 と、1/N 分周器 520 と、PWM 部 530 と、正逆方向指示値レジスタ 540 と、乗算器 550 と、符号化部 560 と、温度監視部 570 と、電圧指令値レジスタ 580 と、励磁区間設定部 590 とを備えている。A 相磁気センサ出力 SSA は、符号化部 560 と励磁区間設定部 590 とに供給されている。温度信号 TA, TB は、温度監視部 570 に供給されている。

【0038】

基本クロック生成回路 510 は、所定の周波数を有するクロック信号 PCL を発生する回路であり、例えば PLL 回路で構成される。分周器 520 は、このクロック信号 PCL の 1/N の周波数を有するクロック信号 SDC を発生する。N の値は所定の一定値に設定される。この N の値は、予め CPU220 によって分周器 520 に設定される。PWM 部 530 は、クロック信号 PCL, SDC と、乗算器 550 から供給される乗算値 Ma と、正逆方向指示値レジスタ 540 から供給される正逆方向指示値 RI と、符号化部 560 から供給される正負符号信号 Pa と、励磁区間設定部 590 から供給される励磁区間信号 E

10

20

30

40

50

a とに応じて、A 相駆動信号 D R V A 1 , D R V A 2 (図 3 (C)) を生成する。この動作については後述する。

【 0 0 3 9 】

正逆方向指示値レジスタ 540 内には、モータの回転方向を示す値 R I が C P U 220 によって設定される。本実施例では、正逆方向指示値 R I が L レベルのときにモータが正転し、H レベルのときに逆転する。P W M 部 530 に供給される他の信号 M a , P a , E a は以下のように決定される。

【 0 0 4 0 】

磁気センサ 40A の出力 S S A は、符号化部 560 に供給される。符号化部 560 は、磁気センサ出力 S S A のレンジを変換するとともに、センサ出力の中位点の値を 0 に設定する。この結果、符号化部 560 で生成されるセンサ出力値 X a は、正側の所定の範囲 (例えは +127 ~ 0) と負側の所定の範囲 (例えは 0 ~ -127) の値を取る。但し、符号化部 560 から乗算器 550 に供給されるのは、センサ出力値 X a の絶対値であり、その正負符号は正負符号信号 P a として P W M 部 530 に供給される。

【 0 0 4 1 】

電圧指令値レジスタ 580 は、C P U 220 によって設定された電圧指令値 Y a を格納する。この電圧指令値 Y a は、温度監視部 570 によって生成される温度監視信号 Z a (「 温度ゲイン Z a 」 とも呼ぶ) とともに、モータの印加電圧を設定する値として機能するものであり、例えは 0 ~ 1.0 の値を取る。Y a = 0 は印加電圧をゼロとすることを意味し、Y a = 1.0 は印加電圧を最大値とすることを意味する。

【 0 0 4 2 】

図 7 は、温度監視部 570 で生成される温度監視信号 Z a と、温度信号との関係を示すグラフである。横軸は、温度信号 T A 又は T B で表される温度 (「 検出対象温度 」 とも呼ぶ) を示し、縦軸は温度監視信号 Z a のレベルを示す。温度監視信号 Z a は、検出対象温度が所定の第 1 の閾値 T T 1 に達するまでの低い温度範囲では、1.0 (最大値) に維持される。検出対象温度が第 1 の閾値 T T 1 以上になると、検出対象温度が高くなるほど温度監視信号 Z a が小さくなるように、温度監視信号 Z a のレベルが単調に減少する。また、検出対象温度が所定の第 2 の閾値 T T 2 以上になると、温度監視信号 Z a は 0 になる。なお、本実施例では、2 つの温度信号 T A , T B が温度監視部 570 に入力されているが、検出温度として、2 つの温度信号 T A , T B で示される温度のうちの一方 (高い方又は低い方の値) を用いることが可能である。このように生成された温度監視信号 Z a は、温度監視部 570 から乗算器 550 に供給される。

【 0 0 4 3 】

乗算器 550 は、符号化部 560 から出力されたセンサ出力値 X a と、電圧指令値 Y a と、温度監視信号 Z a の 3 つを乗算して整数化し、その乗算値 M a を P W M 部 530 に供給する。

【 0 0 4 4 】

図 6 (B) ~ (E) は、乗算値 M a が種々の値を取る場合における P W M 部 530 の動作を示している。P W M 部 530 は、クロック信号 S D C の 1 周期の間に、デューティが M a / N であるパルスを 1 つ発生させる回路である。すなわち、図 6 (B) ~ (E) に示すように、乗算値 M a が増加するに従って、A 相駆動信号 D R V A 1 , D R V A 2 のパルスのデューティが増加する。なお、第 1 の駆動信号 D R V A 1 は、磁気センサ出力 S S A が正のときにのみパルスを発生する信号であり、第 2 の駆動信号 D R V A 2 は磁気センサ出力 S S A が正のときにのみパルスを発生する信号であるが、図 6 (B) ~ (E) ではこれらを合わせて記載している。また、便宜上、第 2 の駆動信号 D R V A 2 を負側のパルスとして描いている。

【 0 0 4 5 】

前述したように、乗算値 M a は、3 つの値 X a , Y a , Z a の乗算結果である。従って、乗算値 M a は、磁気センサ出力 S S A のアナログ的変化 (図 3 (A)) と同じ変化を示し、かつ、電圧指令値 Y a と温度監視信号 Z a の双方の信号レベルに比例した振幅を有す

10

20

30

40

50

るデジタル信号である。なお、磁気センサ出力SSAは通常は正弦波に近い信号なので、乗算値Maで表されるデジタル信号も、正弦波に近い波形を有する信号である。そこで、本実施例では、乗算値Maで表されるデジタル信号を「波形信号」とも呼ぶ。なお、指令値レジスタ580を省略して、電圧指令値Yaを利用しないものとしてもよい。この場合には、乗算値Maは、磁気センサ出力SSAのアナログ的変化と同じ変化を示し、かつ、温度監視信号Zaに比例した振幅を有するデジタル信号となる。

【0046】

PWM部530(図6)は、この乗算値Maの変化(すなわち波形信号の変化)と同じ実効電圧変化を示す駆動信号をPWM制御によって生成する。従って、駆動信号の実効電圧は、温度監視信号Zaに比例する。この結果、検出対象温度が第1の閾値TT1(図7)以上になると、検出対象温度が高くなるほどコイルの駆動信号の実効電圧が低減して、モータの過熱が防止される。また、温度監視信号Zaのレベルは検出対象温度の上昇に伴って徐々に低下するので、電流を過度に制限することを防止できる。例えば、モータが回転している最中にモータの負荷が大きくなり、この結果として検出対象温度が上昇したような場合にも、図7の特性に従って駆動電圧が徐々に低下するので、過熱を防止することが可能である。

【0047】

なお、図7の例では、検出対象温度が第1の閾値TT1よりも大きい温度範囲において、警告レベルALが異なる4つの警告温度範囲が設定されている。検出対象温度が警告温度範囲に達した場合には、それらの警告レベルALに応じて警告表示部290(図6)が警告を表示するようにしてもよい。警告表示としては、例えば、警告レベルALを示す数字や、警告レベルALを異なる色で示す種々の表示を利用することができる。このような警告表示を行うようにすれば、モータの利用者が、モータが過度状態になりつつあることを直ちに認識することが可能である。

【0048】

図8(A)～(C)は、磁気センサ出力の波形とPWM部530で生成される駆動信号の波形の対応関係を示す説明図である。なお、図8では、Ya=1, Za=1の場合の波形を示している。図中、「Hi z」は電磁コイルを未励磁状態としたハイインピーダンス状態を意味している。図6で説明したように、A相駆動信号DRA1, DRA2は磁気センサ出力SSAのアナログ波形を利用したPWM制御によって生成される。従って、これらのA相駆動信号DRA1, DRA2を用いて、各コイルに、磁気センサ出力SSAの変化と対応するレベル変化を示す実効電圧を供給することが可能である。

【0049】

PWM部530は、さらに、励磁区間設定部590から供給される励磁区間信号Eaで示される励磁区間のみに駆動信号を出力し、励磁区間以外の区間(非励磁区間)では駆動信号を出力しないように構成されている。図8(C)は、励磁区間信号Eaによって励磁区間EPと非励磁区間NEPを設定した場合の駆動信号波形を示している。励磁区間EPでは図8(B)の駆動信号パルスがそのまま発生し、非励磁区間NEPでは駆動信号パルスが発生しない。このように、励磁区間EPと非励磁区間NEPを設定するようにすれば、センサ出力の中位点近傍(これは逆起電力波形の中位点近傍に相当する)においてコイルに電圧を印加しないので、モータの効率をさらに向上させることができる。なお、励磁区間EPは、センサ出力波形(これは逆起電力波形にほぼ等しい)のピークを中心とする対称な区間に設定されることが好ましく、非励磁区間NEPは、センサ出力波形の中位点(中心点)を中心とする対称な区間に設定されることが好ましい。なお、励磁区間設定部590は省略してもよい。

【0050】

上述の説明から理解できるように、本実施例のプラシレスモータでは、温度監視信号Zaの値が1.0に維持されている場合にも、電圧指令値Yaと、励磁区間信号Eaとの両方を利用して印加電圧を調整することが可能である。望ましい印加電圧と、電圧指令値Ya及び励磁区間信号Eaとの関係は、予め駆動制御回路200(図4(A))内のメモリ

10

20

30

40

50

にテーブルとして格納されていることが望ましい。こうすれば、駆動制御回路 200 が、外部から望ましい印加電圧の目標値を受信したときに、CPU220 がその目標値に応じて、電圧指令値 Ya と、励磁区間信号 Ea とを駆動信号生成部 240 に設定することが可能である。なお、印加電圧の調整には、電圧指令値 Ya と、励磁区間信号 Ea の両方を利用する必要はなく、いずれか一方のみを利用するようにしてもよい。

【0051】

図 9 は、PWM 部 530 (図 6) の内部構成の一例を示すブロック図である。PWM 部 530 は、カウンタ 531 と、EXOR 回路 533 と、駆動波形形成部 535 を備えている。これらは以下のように動作する。

【0052】

図 10 は、モータ正転時の PWM 部 530 の動作を示すタイミングチャートである。この図には、2 つのクロック信号 PCL, SDC と、正逆方向指示値 RI と、励磁区間信号 Ea と、乗算値 Ma と、正負符号信号 Pa と、カウンタ 531 内のカウント値 CM1 と、カウンタ 531 の出力 S1 と、EXOR 回路 533 の出力 S2 と、駆動波形形成部 535 の出力信号 DRVA1, DRVA2 とが示されている。カウンタ 531 は、クロック信号 SDC の 1 期間毎に、クロック信号 PCL に同期してカウント値 CM1 を 0 までダウンカウントする動作を繰り返す。カウント値 CM1 の初期値は乗算値 Ma に設定される。なお、図 10 では、図示の便宜上、乗算値 Ma として負の値も描かれているが、カウンタ 531 で使用されるのはその絶対値 | Ma | である。カウンタ 531 の出力 S1 は、カウント値 CM1 が 0 で無い場合には H レベルに設定され、カウント値 CM1 が 0 になると L レベルに立ち下がる。

【0053】

EXOR 回路 533 は、正負符号信号 Pa と正逆方向指示値 RI との排他的論理和を示す信号 S2 を出力する。モータが正転する場合には、正逆方向指示値 RI が L レベルである。従って、EXOR 回路 533 の出力 S2 は、正負符号信号 Pa と同じ信号となる。駆動波形形成部 535 は、カウンタ 531 の出力 S1 と、EXOR 回路 533 の出力 S2 から、駆動信号 DRVA1, DRVA2 を生成する。すなわち、カウンタ 531 の出力 S1 のうち、EXOR 回路 533 の出力 S2 が L レベルの期間の信号を第 1 の駆動信号 DRVA1 として出力し、出力 S2 が H レベルの期間の信号を第 2 の駆動信号 DRVA2 として出力する。なお、図 10 の右端部付近では、励磁区間信号 Ea が L レベルに立ち下がり、これによって非励磁区間 NEP が設定されている。従って、この非励磁区間 NEP では、いずれの駆動信号 DRVA1, DRVA2 も出力されず、ハイインピーダンス状態に維持される。

【0054】

図 11 は、モータ逆転時の PWM 部 530 の動作を示すタイミングチャートである。モータ逆転時には、正逆方向指示値 RI が H レベルに設定される。この結果、2 つの駆動信号 DRVA1, DRVA2 が図 10 から入れ替わっており、この結果、モータが逆転することが理解できる。

【0055】

図 12 は、励磁区間設定部 590 の内部構成と動作を示す説明図である。励磁区間設定部 590 は、電子可変抵抗器 592 と、電圧比較器 594, 596 と、OR 回路 598 と、とを有している。電子可変抵抗器 592 の抵抗値 Rv は、CPU220 によって設定される。電子可変抵抗器 592 の両端の電圧 V1, V2 は、電圧比較器 594, 596 の一方の入力端子に与えられている。電圧比較器 594, 596 の他方の入力端子には、磁気センサ出力 SSA が供給されている。電圧比較器 594, 596 の出力信号 Sp, Sn は、OR 回路 598 に入力されている。OR 回路 598 の出力 Ea は、励磁区間と非励磁区間とを区別するための励磁区間信号 Ea である。

【0056】

図 12 (B) は、励磁区間設定部 590 の動作を示している。電子可変抵抗器 592 の両端電圧 V1, V2 は、抵抗値 Rv を調整することによって変更される。具体的には、両

10

20

30

40

50

端電圧 V_1 , V_2 は、電圧レンジの中央値 ($= V_{DD} / 2$) からの差分が等しい値に設定される。磁気センサ出力 SSA が第1の電圧 V_1 よりも高い場合には第1の電圧比較器 594 の出力 Sp がHレベルとなり、一方、磁気センサ出力 SSA が第2の電圧 V_2 よりも低い場合には第2の電圧比較器 596 の出力 Sn がHレベルとなる。励磁区間信号 Ea は、これらの出力信号 Sp , Sn の論理和を取った信号である。従って、図12(B)の下部に示すように、励磁区間信号 Ea は、励磁区間 EP と非励磁区間 NEP とを示す信号として使用することができる。励磁区間 EP と非励磁区間 NEP の設定は、 $CPU220$ が可変抵抗値 Rv を調整することによって行なわれる。

【0057】

以上のように、上記実施例のブラシレスモータでは、温度センサ $50A$, $50B$ と温度監視部 570 (図6)との働きによって、各相のコイル 11 , 12 の過熱を防止している。従って、従来のような電流制限回路を設ける必要がない。また、始動時においても電流を過度に制限することを防止できるので、始動時にトルクが十分なトルクを発生できないという不具合を防止することも可能である。すなわち、従来のように SN 極の磁極が交差する領域で矩形波形駆動による電力供給が行なわれると、短絡電流が生じ電流制限回路が必須であった。しかし、本実施例では、その交差する領域では図8で示すように正弦波形駆動による電力供給が抑制され短絡電流が生じることないため電流制限回路は不要となる。また始動時には、始動トルクを得るために始動電流と電磁コイルのインピーダンスは設計上で決定されるので過剰電流保護は設計上不要とされる。また、設計上で予期しない過剰負荷が生じた際には、設計時間以上の過剰電流を、温度検出によって抑制させることができる。

【0058】

図13は、ブラシレスモータの駆動制御回路の他の構成の例を示すブロック図である。この駆動制御回路 $200a$ は、図4(A)に示した駆動制御回路 200 のドライバ回路 $250A$, $250B$ に、温度センサ $60A$, $60B$ をそれぞれ設けたものである。また、モータ本体 $100a$ は、図4(A)のモータ本体 100 から温度センサ $50A$, $50B$ を省略したものである。他の構成は、図4(A)に示した回路と同じである。温度センサ $60A$, $60B$ は、ドライバ回路 $250A$, $250B$ を構成する駆動素子(駆動トランジスタ)の温度を検出するためのものである。

【0059】

図14(A)は、温度センサ $60A$ の実装例を示している。この例では、放熱基板 252 の上にドライバ回路 $250A$ を構成するパワー半導体素子が載置されており、このパワー半導体素子内に温度センサ $60A$ が実装されている。他のドライバ回路 $250B$ にも同様に温度センサ $60B$ が実装されている(図示省略)。温度センサ $60A$, $60B$ としては、例えばダイオード素子を用いることができる。ダイオード素子の電流電圧特性は温度に依存するので、ダイオード素子の電流電圧特性を測定することによって温度を検出することが可能である。この場合には、温度監視部 570 (図6)内に、ダイオード素子の電流電圧特性から温度を決定するための温度決定回路が設けられていることが好ましい。温度監視部 570 は、温度センサ $60A$, $60B$ の出力に基づいて、図7に示した温度監視信号 Za を生成する。なお、温度監視部 570 内の温度決定回路は、自身の温度特性を補償するための温度補償機能を有することが好ましい。

【0060】

図14(B)は、温度センサの他の実装例を示している。この例では、ドライバ回路 $250A$, $250B$ に放熱板 254 が設けられており、この放熱板 254 に温度センサ 60 が設置されている。なお、この例では温度センサ 60 は1つであるが、各ドライバ回路 $250A$, $250B$ の近傍にそれぞれ温度センサを1つずつ設けるようにしてもよい。温度センサ 60 は、ドライバ回路 $250A$, $250B$ の駆動素子自体の温度を測定するものでは無く、駆動素子の温度と共に変化する放熱板 254 の温度を測定するものである。この例からも理解できるように、駆動素子自体の温度を測定する必要は無く、駆動素子の温度に関連付けられた検出対象温度(すなわち駆動素子の温度と共に昇降する温度)を

10

20

30

40

50

検出して過熱制限を行うようにしてもよい。この点は、前述したコイル温度に関しても同様である。

【0061】

C. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0062】

C1. 変形例1：

上記実施例では、検出対象温度（コイル温度又は駆動素子温度）に応じて温度監視信号 Z_a のレベルを変更し、これに応じてコイルの実効駆動電圧を減小させていたが、他の回路構成を用いてコイルに印加される実効駆動電圧を低下させるようにしてもよい。このような回路構成は、例えば、図12に示した励磁区間設定部590の構成において、検出対象温度（又は温度監視信号 Z_a ）のレベルに応じて可変抵抗器592の抵抗値 R_V を再調整する抵抗値調整回路を設けることによって実現可能である。

10

【0063】

C2. 変形例2：

上記実施例ではアナログ磁気センサを利用していたが、アナログ磁気センサの代わりに、多値のアナログ的出力を有するデジタル磁気センサを使用してもよい。アナログ磁気センサも多値出力を有するデジタル磁気センサも、アナログ的変化を示す出力信号を有する点で共通している。なお、本明細書において、「アナログ的変化を示す出力信号」とは、オン／オフの2値出力ではなく、3値以上の多数レベルを有するデジタル出力信号と、アナログ出力信号との両方を包含する広い意味で使用されている。

20

【0064】

C3. 変形例3：

PWM回路としては、図6に示した回路以外の種々の回路構成を採用することが可能である。例えば、センサ出力と基準三角波とを比較することによってPWM制御を行う回路を利用してもよい。また、PWM制御以外の方法で駆動信号を生成するようにしてもよい。また、PWM制御以外の方法で駆動信号を生成する回路を採用してもよい。例えば、センサ出力を増幅してアナログ駆動信号を生成する回路を採用することも可能である。

30

【0065】

C4. 変形例4：

上記実施例では、2極2相モータの例を説明したが、モータの極数及び相数はそれぞれ任意の数を採用することが可能である。

【0066】

C5. 変形例5：

本発明は、ファンモータ、時計（針駆動）、ドラム式洗濯機（單一回転）、ジェットコースタ、振動モータなどの種々の装置のモータに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0067】

40

【図1】実施例におけるブラシレスモータのモータ本体の構成を示す断面図である。

【図2】モータの動作時における磁石列とコイル列の位置関係を示す説明図である。

【図3】センサ出力と駆動信号の例を示す説明図である。

【図4】本実施例のブラシレスモータの駆動制御回路の構成を示すブロック図である。

【図5】ドライバ回路の内部構成を示す図である。

【図6】駆動信号生成部の内部構成と動作を示す説明図である。

【図7】温度監視信号 Z_a と温度信号との関係を示すグラフである。

【図8】磁気センサ出力波形と駆動信号波形の対応関係を示す説明図である。

【図9】PWM部の内部構成を示すブロック図である。

【図10】モータ正転時のPWM部の動作を示すタイミングチャートである。

50

【図11】モータ逆転時のPWM部の動作を示すタイミングチャートである。

【図12】励磁区間設定部の内部構成と動作を示す説明図である。

【図13】ブラシレスモータの駆動制御回路の他の構成を示すブロック図である。

【図14】温度センサの他の実装例を示す説明図である。

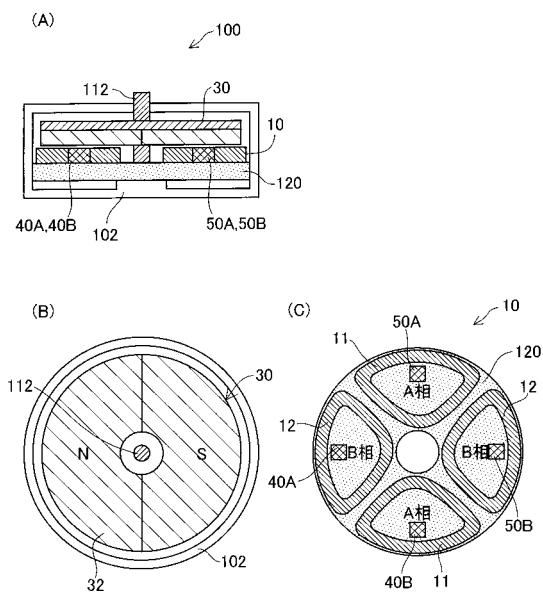
【図15】従来のブラシレスモータに用いられている過剰電流制限回路の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

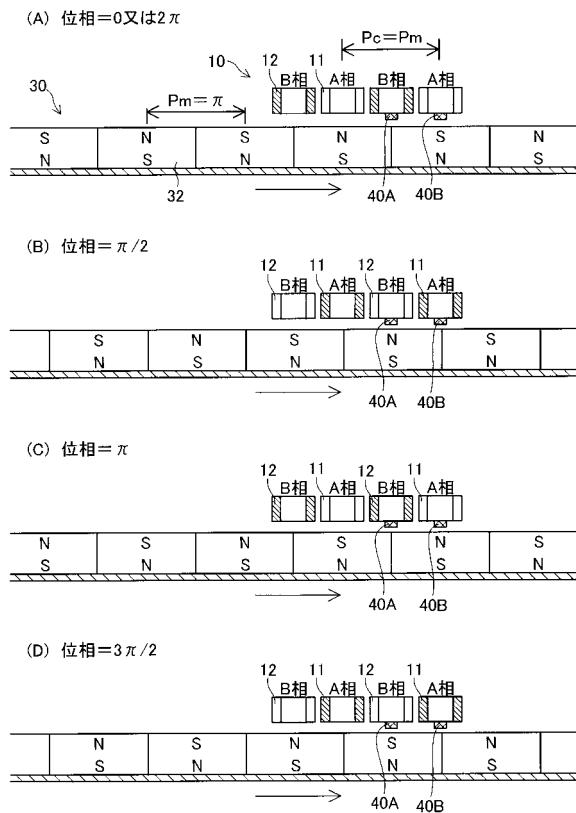
【0068】

1 0 ...ステータ部	10
1 1 ... A 相コイル	
1 2 ... B 相コイル	
3 0 ...ロータ部	
3 2 ...磁石	
4 0 A , 4 0 B ...磁気センサ	
4 2 ...ホール素子	
4 4 ...バイアス調整部	
4 6 ...ゲイン調整部	
5 0 A , 5 0 B ...温度センサ(コイル温度検出用)	
6 0 , 6 0 A , 6 0 B ...温度センサ(素子温度検出用)	
1 0 0 ...モータ本体	20
1 1 2 ...回転軸	
1 2 0 ...回路基板	
2 0 0 ...駆動制御回路	
2 2 0 ...CPU	
2 4 0 ...駆動信号生成部	
2 5 0 A , 2 5 0 B ...ドライバ回路	
2 5 2 ...放熱基板	
2 5 4 ...放熱板	
2 6 0 ...AD変換部	30
2 8 0 ...AD変換部	
2 9 0 ...警告表示部	
5 1 0 ...基本クロック生成回路	
5 2 0 ...分周器	
5 3 0 ...PWM部	
5 3 1 ...カウンタ	
5 3 3 ...EXOR回路	
5 3 5 ...駆動波形形成部	
5 4 0 ...レジスタ	
5 5 0 ...乗算器	
5 6 0 ...符号化部	40
5 7 0 ...温度監視部	
5 8 0 ...レジスタ	
5 9 0 ...励磁区間設定部	
5 9 2 ...電子可変抵抗器	
5 9 4 , 5 9 6 ...電圧比較器	
5 9 8 ...OR回路	

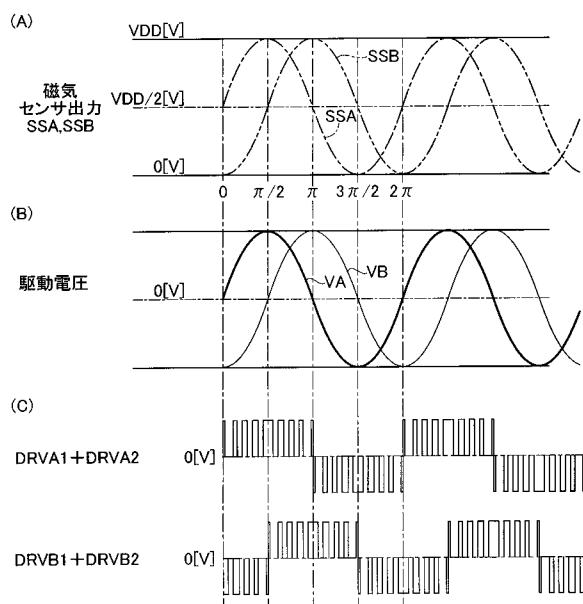
【図1】



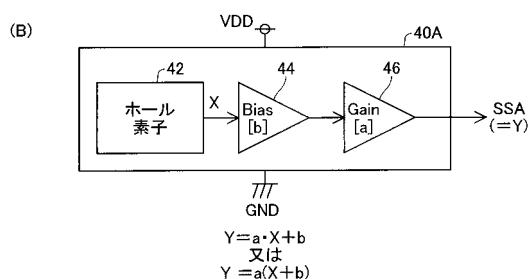
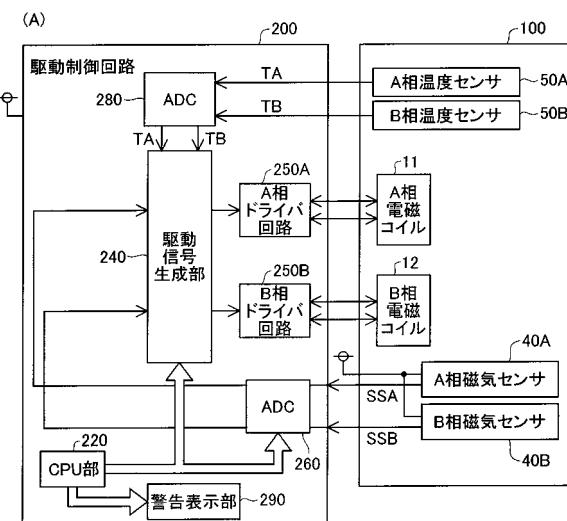
【図2】



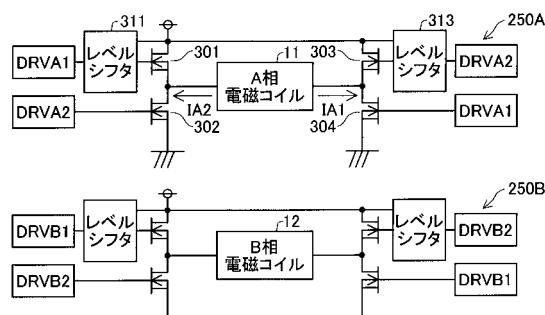
【図3】



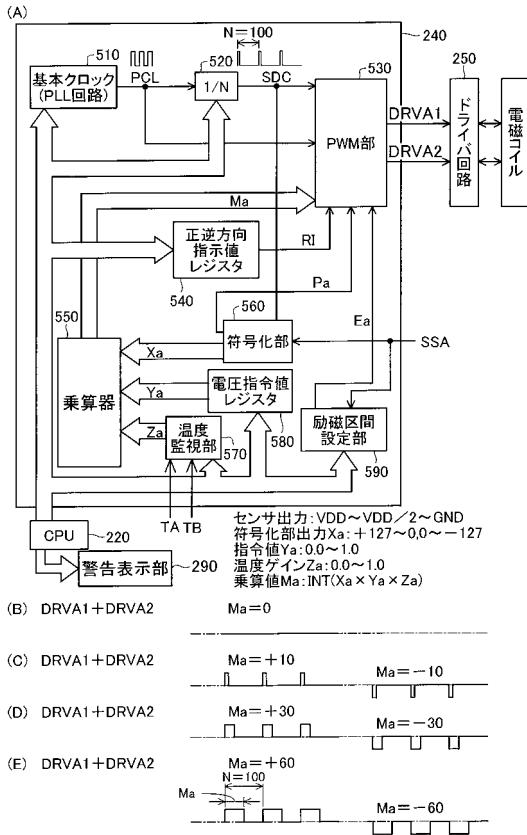
【図4】



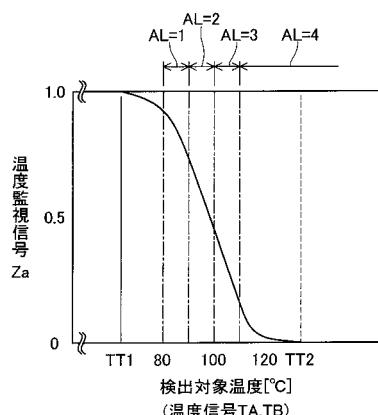
【図5】



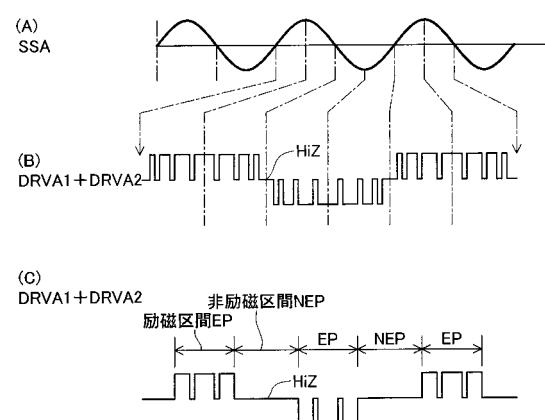
【図6】



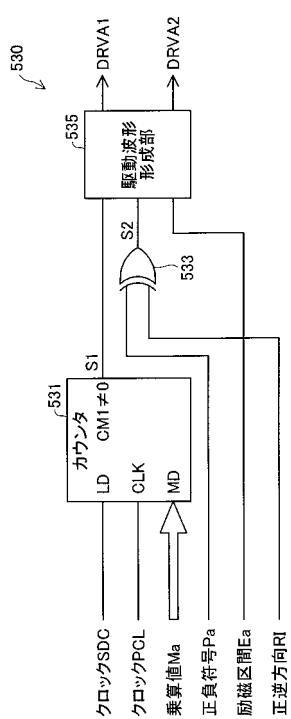
【図7】



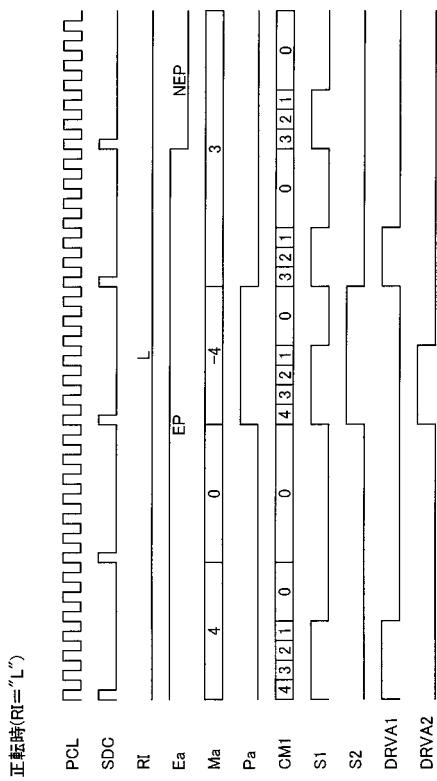
【図8】



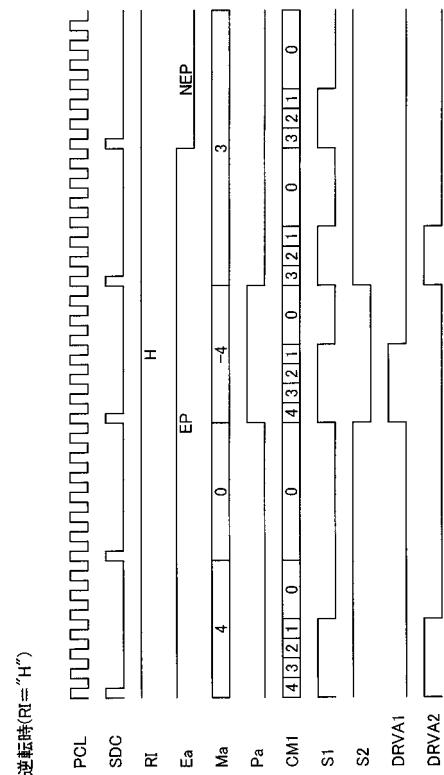
【図9】



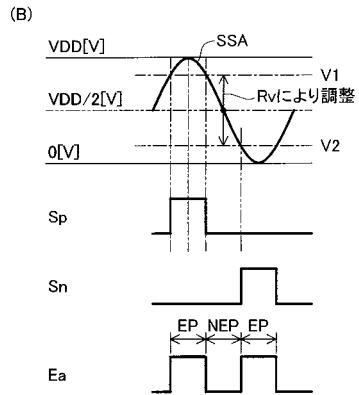
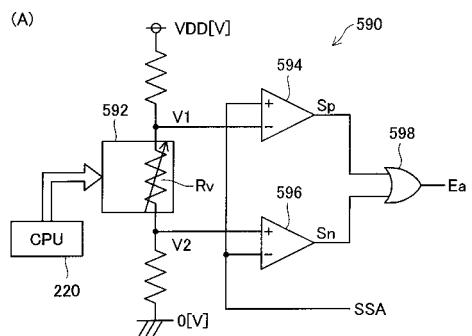
【図10】



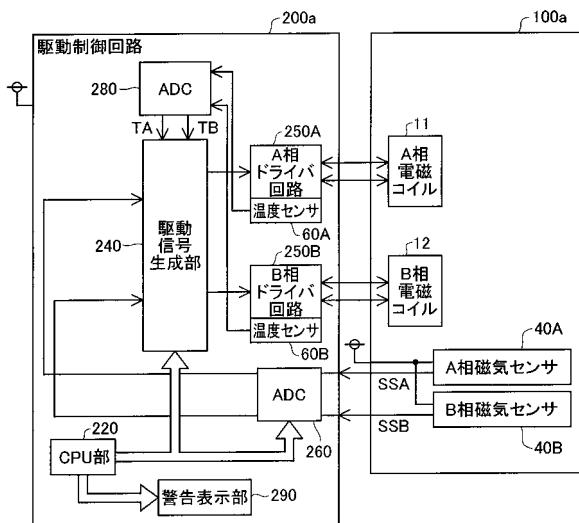
【図11】



【図12】

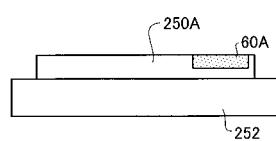


【図13】

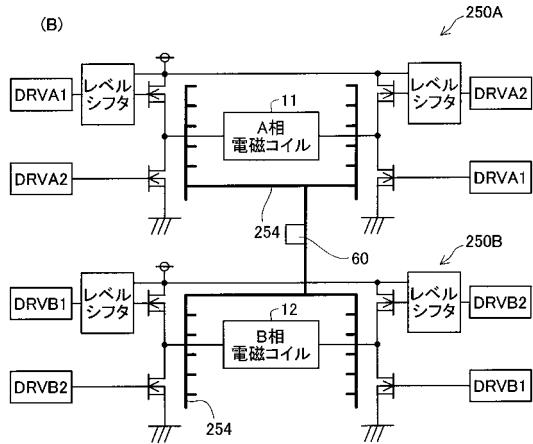


【図14】

(A)

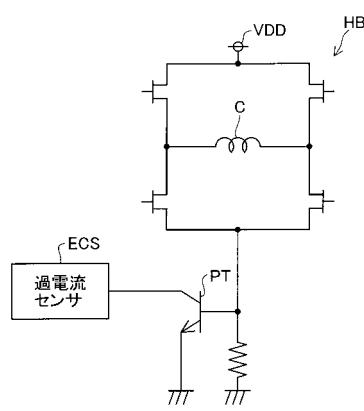


(B)



【図15】

従来の過剰電流制限回路



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-129568(JP,A)
実開昭57-165098(JP,U)
特開平05-344781(JP,A)
特開2002-009284(JP,A)
特開平07-245181(JP,A)
特開平01-190285(JP,A)
特開2001-298982(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 6/00 - 6/24
H02P 21/00 - 27/18