

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5919730号
(P5919730)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H02P 6/16 (2016.01)

H02P 6/02 371N

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-237169 (P2011-237169)
 (22) 出願日 平成23年10月28日 (2011. 10. 28)
 (65) 公開番号 特開2013-99022 (P2013-99022A)
 (43) 公開日 平成25年5月20日 (2013. 5. 20)
 審査請求日 平成26年10月3日 (2014. 10. 3)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100091524
 弁理士 和田 充夫
 (72) 発明者 釜谷 智彦
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 鈴木 晴之
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ駆動制御装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数相のコイルを有するモータの回転子の回転位置に応じた信号レベルを有する複数対の差動センサ信号に基づいて位相情報信号を発生してモータを駆動制御するモータ駆動制御装置において、

前記複数対の差動センサ信号のうちの各対の差動センサ信号をそれぞれ互いに比較して位相を検出し、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力する第 1 の位相検出手段と、

複数対のしきい値レベルに到達したことを検出することにより、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力する第 2 の位相検出手段と、

前記各位相情報信号を合成することにより、1 周期の 1 / 4 の位相差を有する 2 相デジタルエンコーダ信号を生成する合成手段とを備えたことを特徴とするモータ駆動制御装置

。

【請求項 2】

前記複数対の差動センサ信号は、モータ電流駆動装置の複数相のコイルの転流電流切り換え用センサからの差動センサ信号と兼用することを特徴とする請求項 1 記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 3】

前記 2 相デジタルエンコーダ信号をモータ駆動制御信号として用いることを特徴とする請求項 2 記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 4】

10

20

前記第 1 の位相検出手段で検出された位相を所定の複数の位相区間に分ける位相分割手段と、

前記所定の複数の位相区間において前記複数対の差動センサ信号又はそれに対応する複数の信号の中から一つを選択する信号選択手段とをさらに備え、

前記第 2 の位相検出手段は、前記分割された複数の位相区間において前記信号選択手段により選択された前記複数対の差動センサ信号又はそれに対応する信号の信号レベルが前記回転子の所定の位相に応じた所定のしきい値レベルに到達したことを検出することにより、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか 1 つに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 5】

10

前記第 2 の位相検出手段は、前記位相分割手段において分割された各々の位相区間で共通で使用されることを特徴とする請求項 4 記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 6】

前記複数対の差動センサ信号のピークレベルを検出し又は推定してその結果信号を出力する振幅検出手段と、

前記振幅検出手段からの結果信号に応じて前記複数対の差動センサ信号の信号レベルを調節する第 1 の調節手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちのいずれか 1 つに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 7】

前記複数対の差動センサ信号のピークレベルを検出し又は推定してその結果信号を出力する振幅検出手段と、

20

前記振幅検出手段からの結果信号に応じて前記第 2 の位相検出手段のしきい値レベルを調節する第 2 の調節手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちのいずれか 1 つに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 8】

分割された前記位相区間はモータの電気角で 120 度間隔であることを特徴とする請求項 4 記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 9】

分割された前記位相区間はモータの電気角で 60 度間隔であることを特徴とする請求項 4 記載のモータ駆動制御装置。

30

【請求項 10】

前記複数対の差動センサ信号は、正弦波又はそれに準じた波形であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のうちのいずれか 1 つに記載のモータ駆動制御装置。

【請求項 11】

複数相のコイルを有するモータの回転子の回転位置に応じた信号レベルを有する複数対の差動センサ信号に基づいて位相情報信号を発生してモータを駆動制御するモータ駆動制御方法において、

前記複数対の差動センサ信号のうちの各対の差動センサ信号をそれぞれ互いに比較して位相を検出し、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力するステップと、

複数のしきい値レベルに到達したことを検出することにより、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力するステップと、

40

前記各位相情報信号を合成することにより、1 周期の 1 / 4 の位相差を有する 2 相デジタルエンコード信号を生成するステップとを含むことを特徴とするモータ駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの回転子の位相を検出する位相検出装置、及びそれを利用してモータを回転駆動するモータ駆動制御装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

モータを回転位置制御する場合、回転子の回転角度を検出する必要がある。一般に回転軸にロータリーエンコーダを接続して、回転角度に応じて変化する1/4周期の位相差を有する2相パルス信号を出力し、そのエッジ検出と2相のハイ/ロー状態から相対的な回転角度を検出することができる。

【0003】

光学式エンコーダは、外周部に光学窓となるスリットを等間隔に設けた円盤と、円盤のスリットピッチの1/4間隔で配置された2個のフォトインタラプタにより構成され、前記2つのフォトインタラプタの出力信号を2値化することにより、2相パルス信号を得ることができる。

【0004】

10

また、特許文献1に記載のモータ駆動制御装置においては、光学式エンコーダを用いることなくモータの多くの位相(位置)情報を得て、モータを駆動している。すなわち、このインバータ装置はブラシレスモータの回転子が電気角60°に相当する回転変化が起こるたびにホールセンサエッジを出力し、そのエッジ間隔の時間を計測しその時間の1/32に相当する周期パルス信号を発生させている。つまり、60°を32等分した位相情報を得ていることになる。

【0005】

さらに、特許文献2に記載のモータ駆動制御装置においてはアブソリュート方式のロータリーエンコーダを用いることなくモータの多くの位相(位置)情報を得て、モータを駆動している。すなわち、前述の電気角60°間隔におけるホールセンサ信号とホールセンサ信号よりも小さい角度変動でパルスを発生するFG信号又は光学式エンコーダを用い各々の計数処理により、より細かな位相情報を得てモータを駆動させている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載のモータ駆動制御装置においては、ホールセンサエッジ間隔において回転子の回転速度が変化すると回転子の回転位置変化の推定値と実際の回転変化とに誤差が生じ、正確な位相情報を得ることができない。

【0007】

また、特許文献2に記載のモータ駆動制御装置では、ホールセンサエッジ間隔よりも細かな間隔のFG信号を用いるためホールセンサエッジ間隔における回転速度変化にはある程度対応できるが、その構成を実現するためにセンサ信号、FG信号それぞれの計数処理装置やシステムクロック生成手段、FG信号発電機又はインクリメント方式の光学式エンコーダ、FG信号増幅器など装置規模の増大を招き駆動装置のコスト増が懸念される

30

【0008】

本発明の目的は以上の問題点を解決し、ロータリーエンコーダやFG信号発生器を用いることなく、安価で装置規模が小さく小型化可能であり、センサ信号変化間隔よりも多くの位相情報を出力することができるモータ駆動制御装置及び方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

第1の発明に係るモータ駆動制御装置は、複数相のコイルを有するモータの回転子の回転位置に応じた信号レベルを有する複数のセンサ信号に基づいて位相情報信号を発生してモータを駆動制御するモータ駆動制御装置において、

前記センサ信号を所定の複数のしきい値レベルと比較して位相を検出し、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力する第1の位相検出手段と、

前記第1の位相検出手段で検出された位相を所定の複数の位相区間に分ける位相分割手段と、

前記所定の複数の位相区間において前記複数のセンサ信号又はそれに対応する複数の信号の中から一つを選択する信号選択手段と、

前記分割された複数の位相区間において前記センサ信号選択手段により選択された前記

50

センサ信号又はそれに対応する信号の信号レベルが前記回転子の所定の位相に応じた所定のしきい値レベルに到達したことを検出することにより、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力する第2の位相検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0010】

また、第2の発明に係るモータ駆動制御方法は、複数相のコイルを有するモータの回転子の回転位置に応じた信号レベルを有する複数のセンサ信号に基づいて位相情報信号を発生してモータを駆動制御するモータ駆動制御方法において、

前記センサ信号を所定の複数のしきい値レベルと比較して位相を検出し、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力するステップと、

前記検出された位相を所定の複数の位相区間に分けるステップと、

前記所定の複数の位相区間において前記複数のセンサ信号又はそれに対応する複数の信号の中から一つを選択するステップと、

前記分割された複数の位相区間において前記選択された前記センサ信号又はそれに対応する信号の信号レベルが前記回転子の所定の位相に応じた所定のしきい値レベルに到達したことを検出することにより、当該検出した位相を示す位相情報信号を出力するステップを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

従って、本発明によれば、モータの回転子付近に配置された複数の磁気センサから概略ある程度正確な回転子の位相を検出できる。そして、例えば検出した位相情報はモータコントローラへ位相・位置情報として1相以上のデジタル信号として出力することでモータを駆動制御できる。さらに、モータ駆動制御装置を集積化することで高価なロータリー光学エンコーダを用いることなく、安価で装置規模が小さく小型化可能な磁気センサ変化間隔よりも細かな位相検出手段を有するモータ駆動制御装置が実現可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態1に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2a】図1のモータ駆動制御装置の第1の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートである。

【図2b】図1のモータ駆動制御装置の第2の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートである。

【図2c】図1のモータ駆動制御装置の第3の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートである。

【図3a】図1の第2の位相検出回路30の実施例1に係る位相検出回路30-1の構成を示す回路図である。

【図3b】図1の第2の位相検出回路30の実施例2に係る位相検出回路30-2の構成を示す回路図である。

【図4】図1の第2の位相検出回路30の動作を示す各信号のタイミングチャートである。

【図5】本発明の実施形態2に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施形態3に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図7】図6のモータ駆動部70の構成を示す回路図である。

【図8】図7のモータ駆動部70の動作を示す各信号のタイミングチャートである。

【図9】本発明の実施形態4に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施形態5に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の実施形態7に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図12】図1の第1の位相検出回路10への入力信号に対する比較結果信号を示す表である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 の信号選択回路 2 1 の第 1 の信号選択条件を示す表である。

【図 1 4】図 1 の信号選択回路 2 1 からの選択信号 X の電気角と振幅割合との関係を示す表である。

【図 1 5】図 1 の信号選択回路 2 1 の第 2 の信号選択条件を示す表である。

【図 1 6】図 1 の信号選択回路 2 1 の第 3 の信号選択条件を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各実施形態において、同様の構成要素については同一の符号を付している。

【0014】

10

実施形態 1 .

図 1 は本発明の実施形態 1 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 において、本実施形態に係るモータ駆動制御装置は、モータ M 1 の回転子の周囲にその回転角の検出のために設けられた磁気センサ（以下、センサという。）S 1 ~ S 3（U 相，V 相，W 相）からの各差動センサ信号（U 1，U 1 -；V 1，V 1 -；W 1，W 1 -）に基づいて、モータ M 1 の位相情報を検出して出力する装置であり、第 1 の位相検出回路 1 0 と、位相分割回路 2 0 と、信号選択回路 2 1 と、第 2 の位相検出回路 3 0 と、合成回路 4 0 とを備えて構成される。

【0015】

図 1 において、センサ S 1 ~ S 3（U 相，V 相，W 相）からの各差動センサ信号（U 1，U 1 -；V 1，V 1 -；W 1，W 1 -）はそれぞれ第 1 の位相検出回路 1 0 及び信号選択回路 2 1 に入力される。図 1 2 は図 1 の第 1 の位相検出回路 1 0 への入力信号に対する比較結果信号を示す表である。第 1 の位相検出回路 1 0 は 3 個の比較器 1 1，1 2，1 3 を備えて構成され、各比較器 1 1，1 2，1 3 はそれぞれ図 1 2 に示すように、入力される各差動センサ信号の振幅を比較して、ハイ（H i）レベル又はロー（L o w）レベルを有する比較結果信号 U 2，V 2，W 2 を発生して位相分割回路 2 0 及び合成回路 4 0 に出力する。ここで、第 1 の位相検出回路 1 0 からの比較結果信号 U 2，V 2，W 2 は、所定の位相を有する第 1 の位相情報信号 p h A となる。

20

【0016】

また、位相分割回路 2 0 は、比較結果信号 U 2，V 2，W 2 に基づいて、所定の位相区間を持った区間に分割された信号選択信号を発生して信号選択回路 2 1 に出力する。ここで、信号選択回路 2 1 には、前述の差動センサ信号（U 1，U 1 -；V 1，V 1 -；W 1，W 1 -）も入力されており、位相分割回路 2 0 からの信号選択信号に基づき、以下に詳述するように適切な信号を選択して選択信号 X として第 2 の位相検出回路 3 0 に出力する。

30

【0017】

さらに、第 2 の位相検出回路 3 0 は、主として、複数 N - 1 個の電圧源 3 2 - 1 ~ 3 2 - (N - 1) と、複数 N 個の位相検出器 3 1 - 1 ~ 3 1 - N を備えて構成され、選択信号 X を、複数 N - 1 個の電圧源 3 2 - 1 ~ 3 2 - (N - 1) により生成された複数のしきい値レベルと比較することで、モータ M 1 が所定の角度を回転したことを知り得る位相情報信号 p h C として合成回路 4 0 に出力する。次いで、合成回路 4 0 は、当該位相情報信号 p h C と、上述の第 1 の位相情報信号 p h A とを合成して、合成後の第 2 の位相情報信号 p h B を出力する。前述の所定のしきい値レベルとは、回転角度センサ S 1，S 2，S 3 の信号振幅に応じたレベルを指し、予め設定されているものとする。

40

【0018】

図 2 a は図 1 のモータ駆動制御装置の第 1 の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートであり、図 2 b は図 1 のモータ駆動制御装置の第 2 の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートであり、図 2 c は図 1 のモータ駆動制御装置の第 3 の信号選択条件の動作状態を示す各信号のタイミングチャートである。図 2 a ~ 図 2 c において、センサ S 1，S 2，S 3 からの差動センサ信号の非反転信号 U 1，V 1，W

50

1 を正弦波（これに代えて、正弦波に実質的に同一な、準じた波形であってもよい。）で表しており、センサ $S_1 \sim S_3$ を電気角 120° 間隔で配置されており、差動センサ信号の反転信号 U_1^- 、 V_1^- 、 W_1^- はそれぞれの正弦波の逆相をなすように構成されている。

【0019】

第1の位相検出回路10を用いれば、差動センサ信号（ U_1 、 U_1^- ； V_1 、 V_1^- ； W_1 、 W_1^- ）のそれぞれゼロクロス点で値が切り換わる比較結果信号 U_2 、 V_2 、 W_2 信号を得る。第1の位相情報信号 phA は比較結果信号 U_2 、 V_2 、 W_2 のエッジで切り換わる合成波形を示している。比較結果信号 U_2 、 V_2 、 W_2 の所定のエッジ、もしくは第1の位相情報信号 phA の立ち上がりエッジ区間で、前記位相分割回路20により所定の位相分割を行っており、その所定の位相分割区間において、例えば図2aの第1の動作状態では、図13の表に従い選択信号を選択して切り換える。ここで、図13は図1の信号選択回路21の第1の信号選択条件を示す表である。

10

【0020】

各選択信号 X を図2aの下段の太線で示す。各選択信号 X は正弦波位相 $-60^\circ \sim 60^\circ$ の直線性の高い 120° 区間に分割される。すなわち、分割された位相区間は電気角 120° に相当する。さらに、図2a中の選択信号 X に水平方向の点線が示されているが、これは前述の所定のしきい値レベルであり、選択信号 X が所定のしきい値レベルに達した際にパルスエッジを出力するようにしている。例えば、選択信号 X の電気角 -60° から 60° の間を 12° 毎に10分割にする場合、振幅と電気角の関係は図14の表のとおりとなる。ここで、図14は図1の信号選択回路21からの選択信号 X の電気角と振幅割合との関係を示す表である。ただし、差動センサ信号のコモンレベルを0とし、電気角 90° の振幅を1としている。図14に従い、選択信号 X の正弦波振幅に対しての各割合で所定レベルを決定する。なお、電気角 -60° 、 0° 、 60° は各差動センサ信号のゼロクロス点ができるため必ずしも第2の位相検出回路30に必要なではない。

20

【0021】

図3aは図1の第2の位相検出回路30の実施例1に係る位相検出回路30-1の構成を示す回路図である。図3aにおいて、位相検出回路30-1は、3つの電圧源43、44、45と、互いに直列に接続された複数 $2N$ 個の抵抗 $47-N \sim 47-1$ 、 $48-1 \sim 48-N$ と、複数 $2N$ 個の比較器 $41-N \sim 41-1$ 、 $42-1 \sim 42-N$ とを備えて構成され、選択信号 X の信号振幅を複数のしきい値レベルと比較して位相検出信号 phC （ $ph(N)^- \sim ph(1)^-$ 、 $ph(1)^+ \sim ph(N)^+$ ）を発生して出力する。図3aにおいて、電圧源44の電圧 V_1 レベルは正弦波の振幅中心（コモン）レベルであり、電圧源45、43の電圧 V_2 レベル、電圧 V_0 レベルはそれぞれ正弦波振幅上限及び下限レベルに対応したレベルとなっている。電圧 V_1 レベルを中心に電気角に応じた振幅割合間隔で分圧されたレベルと選択信号 X が比較される。選択信号 X が単調増加、又は単調減少することで、順番に位相検出信号 phC が切り換わって出力される。

30

【0022】

以上説明したように、本実施形態によれば、選択信号 X を電気角に応じた所定の振幅しきい値レベルに達するたびに出力される位相検出信号 phC を用いることによりセンサ・ゼロクロス点で得られる位相情報信号 phC 以上の位相データを得ることが可能となる。図14では電気角 12° 毎の位相情報を得る手段を提供しており、あくまで一例である。その他の例としては、電気角 6° 毎の振幅割合に区切れば位相情報信号 phC は 12° 毎の倍の位相情報を得ることになるし、 3° 毎に区切れば4倍の位相情報信号 phC を得ることが可能である。

40

【0023】

図2aでは、選択信号 X は正弦波の -60° から 60° の区間であり、信号選択の切り替えは 60° となっており、次の信号は -60° から始まるため不連続となる。第2の位相検出回路30においては、出力された位相情報信号 phC を一旦リセットする等の処理の際、位相情報信号 phC の出力にノイズが走り位相の誤情報を防ぐための信号処理が必

50

要となる。

【 0 0 2 4 】

以上の問題点を避けるため、図 2 b では選択される信号 X が選択信号切り替え時に連続となるよう信号選択回路 2 1 の構成を変更している。一例を挙げると、信号選択回路 2 1 は、図 1 5 に従って入力信号を選択的に切り替える。図 1 5 は図 1 の信号選択回路 2 1 の第 2 の信号選択条件を示す表である。図 1 5 において、 $n = 1, 2, 3, \dots$ である。すなわち、奇数回又は偶数回に分けて選択信号 X を選択的に切り替えることで、図 2 b の選択信号 X のように選択信号 X の切り替わり時に連続した信号として第 2 の位相検出回路 3 0 に入力することができる。つまり、第 2 の位相検出回路 3 0 においては出力信号である位相検出信号のリセットは必要なく、グレイコードにおける信号出力が可能となる。なお、奇数又は偶数を見分けるためには前述の位相分割回路 2 0 に簡単なカウンタ装置を備えるだけでよい。

10

【 0 0 2 5 】

さらに、図 2 c では、さらに分割区間を電気角 60° 毎に分割し選択信号を切り替えた場合のタイミングチャートを示している。選択する信号の切り替えの一例を図 1 6 に示す。図 1 6 は図 1 の信号選択回路 2 1 の第 3 の信号選択条件を示す表である。図 1 6 に示すように適切な信号を選択することで、図 2 c の選択信号 X のように信号振幅は、図 2 a 及び図 2 b の半分（正弦波振幅中心以上の振幅のみ）となる。

【 0 0 2 6 】

図 3 b は図 1 の第 2 の位相検出回路 3 0 の実施例 2 に係る位相検出回路 3 0 - 2 の構成を示す回路図である。実施例 2 に係る位相検出回路 3 0 - 2 は、実施例 1 に係る図 3 a の位相検出回路 3 0 - 1 に比較して、電圧源 4 4 及び比較器 4 2 - 1 よりも下側の回路を削除したことを特徴とする。当該実施例 2 によれば、図 3 b に図示したように、第 2 の位相検出回路 3 0 - 2 における所定のしきい値レベル数が半分となっても、実施例 1 に係る位相検出回路 3 0 - 1 と同様の作用効果が得られ、モータ駆動制御装置の装置規模が縮小できる。

20

【 0 0 2 7 】

次いで、第 2 の位相検出回路 3 0 からの位相情報信号 p h C と第 1 の位相検出回路 1 0 の位相情報信号 p h A とを合成して 2 相のデジタル信号である第 2 の位相情報信号 p h B を発生して出力する合成回路 4 0 の一例について以下に説明する。

30

【 0 0 2 8 】

図 4 は図 1 の第 2 の位相検出回路 3 0 の動作を示す各信号のタイミングチャートである。図 4 では、図 2 c の選択信号 X と、電気角 60° 区間を 10 等分するように、9 個の所定しきい値レベル $L V(1) \sim L V(9)$ を有する第 2 の位相検出回路 3 0 からの位相情報信号 p h B をそれぞれ p h (1) ~ p h (9) とした場合を示している。合成回路 4 0 からの第 2 の位相情報信号 p h B は、2 種類の出力デジタル信号 O U T 1, O U T 2 からなる。ここで、出力デジタル信号 O U T 1 は、位相情報信号 p h (1), p h (3), p h (5), p h (7), p h (9) をそれらの立ち上がりエッジに基づき合成して構成され、出力デジタル信号 O U T 2 は、位相情報信号 p h (2), p h (4), p h (6), p h (8), U 2, V 2, W 2 をそれらの立ち上がりエッジに基づき合成して構成される。これにより、光学エンコーダを備えなくとも、周期 $1/4$ 位相差を有するエンコーダ信号（第 2 の位相情報信号 p h B）を簡単に得ることができる。

40

【 0 0 2 9 】

以上の実施形態においては、2 つの出力デジタル信号 O U T 1, O U T 2 を発生しているが、本発明はこれに限らず、必要な位相情報信号を含む少なくとも 1 つ又は 1 相の出力デジタル信号を発生して出力してもよい。

【 0 0 3 0 】

以上の実施形態において、第 2 の位相検出回路 3 0 は、位相分割回路 2 0 において分割された各々の位相区間で共通で使用されているので、1 つの回路で動作でき、回路サイズを小さくできる。

50

【 0 0 3 1 】

実施形態 2 .

図 5 は本発明の実施形態 2 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。実施形態 2 に係るモータ駆動制御装置は、図 5 に示すように、実施形態 1 に係るモータ駆動制御装置と比較して、センサ S 1 , S 2 , S 3 (U 相、V 相、W 相) からの差動センサ信号の振幅を調整しかつ増幅する信号増幅回路 5 0 を備えたことを特徴としている。それ以外の構成は実施形態 1 と同様であり、その説明を省略する。ここで、信号増幅回路 5 0 は、3 個の差動増幅器 5 1 , 5 2 , 5 3 を備えて構成される。

【 0 0 3 2 】

図 5 において、信号増幅回路 5 0 の役割について以下説明する。センサ S 1 , S 2 , S 3 (U 相、V 相、W 相) からの差動センサ信号はコモンレベルや振幅レベルが均一ではないことが多い。また、その振幅レベルは電氣的に非常に小さいレベルであることも多い。それらのレベルが均一で振幅が大きければ大きいほど第 2 の位相検出回路 3 0 から所定の回転角を狙った出力信号が実際の回転子の回転角に近い値を示すことになる。つまり、センサ S 1 , S 2 , S 3 からの差動センサ信号が均一でなかった場合において、信号増幅回路 5 0 においてコモンレベルの調整、振幅レベルの調整及び増幅することが目的である。

【 0 0 3 3 】

以上の実施形態において、第 1 の位相検出回路 1 0 は信号増幅回路 5 0 により増幅・調整された差動センサ信号を用いて位相検出を行っているが、本発明はこれに限らず、例えばセンサ U , V , W の信号をそのまま比較してもよい。また、信号増幅回路 5 0 からの出力信号は差動センサ信号からのシングルエンド信号でもよいし、調整・増幅後の信号を差動で出力してもよい。センサ信号の増幅の有無に関わらず図 2 a , 図 2 b , 図 2 c と同様の位相情報を得ることは可能である。

【 0 0 3 4 】

実施形態 3 .

図 6 は本発明の実施形態 3 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。実施形態 3 に係るモータ駆動制御装置は、図 6 に示すように、実施形態 2 に係るモータ駆動制御装置と比較して、(1) モータ M 1 の回転子を回転駆動させるために駆動電流を複数のモータコイルに選択的に流すためのモータ駆動部 7 0 と、(2) 第 2 の位相情報信号 p h B に基づいて P W M 信号を発生してモータ駆動部 7 0 に出力するモータコントローラ 6 0 を備えたことを特徴としている。それ以外の構成は実施形態 2 と同様であり、その説明を省略する。

【 0 0 3 5 】

図 7 は図 6 のモータ駆動部 7 0 の構成を示す回路図である。図 7 において、モータ駆動部 7 0 は、ブリッドライバ 8 0 と、ドライバ 9 0 とを備えて構成される。例えばブラシレス D C モータであるモータ M 1 を駆動するための 3 相コイルを、U 相、V 相、W 相とし、それぞれのコイルはモータ M 1 内で Y 結線されている。ここで、メインドライバ 9 0 は、それぞれのコイルの他端には電源側に接続されたハイサイドスイッチ素子 9 1 , 9 3 , 9 5 と、接地側に接続されたローサイドスイッチ 9 2 , 9 4 , 9 6 とを備えて構成される。さらに、各相のスイッチ素子 9 1 ~ 9 6 を駆動するためのスイッチ制御信号 U H , U L , V H , V L , W H , W L が前段のブリッドライバ 8 0 より出力される。ブリッドライバ 8 0 は、駆動相コントローラ 8 1 と 3 個の駆動増幅器 8 2 , 8 3 , 8 4 とを備えて構成される。前記スイッチ制御信号 U H , U L , V H , V L , W H , W L は対をなしており、駆動相コントローラ 8 1 は、P W M デューティサイクルで同期整流動作する相、ローサイドのみオンする相、ハイ / ロー共にオフする相のいずれかの状態に振り分けるために設けられ、モータコントローラ 6 0 によって決定されたデューティサイクルの P W M 信号に従って、同期整流相を駆動する。ここで、前述の各相を各状態、すなわち P W M 同期整流駆動、ローサイドオン、両サイドオフの状態に振り分けるためにモータ M 1 の回転子付近に配置された位置情報取得のための磁気センサ S 1 ~ S 3 からのセンサ信号に基づいて生成された位相情報信号 U 2 , V 2 , W 2 の信号論理によって定めることによってモータ M 1 を回転駆動

している。

【 0 0 3 6 】

図 8 は図 7 のモータ駆動部 7 0 の動作を示す各信号のタイミングチャートである。図 8 では、各相のセンサ信号の信号論理における各状態切り換え例を示しており、ブラシレス DC モータを駆動する方法として一般的な駆動方法である。

【 0 0 3 7 】

モータコントローラ 6 0 は回転しているモータ M 1 のできるだけ正確な位相・位置情報に基づいて、前述の P W M 信号の然るべきデューティサイクルを制御し、P W M 信号をモータ駆動部 7 0 に出力する。なお、モータコントローラ 6 0 を設けず、P W M 信号の代わりに駆動制御電圧をモータ駆動部 7 0 に入力し、モータ駆動部 7 0 内においては入力された駆動制御電圧を一定のフレーム周期を有する三角波によって比較して P W M 信号を生成するようにしてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

図 6 におけるモータ駆動制御装置において、特徴的なことは、ブラシレスモータ駆動に必要な相切り換え用のセンサ S 1 , S 2 , S 3 を、実施形態 1、2 で説明した複数の位相情報を持つセンサと共通で使用していることにある。さらに、第 1 の位相検出回路 1 0 をも共通化していることにある。つまり、従来あるセンサ信号を利用しているため多数の位相情報を得るために追加センサなしに実現することができる。

【 0 0 3 9 】

実施形態 4 .

20

図 9 は本発明の実施形態 4 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。実施形態 4 に係るモータ駆動制御装置は、図 9 に示すように、実施形態 2 に係るモータ駆動制御装置と比較して、振幅検出回路 1 0 0 を備えたことを特徴とする。それ以外の構成は実施形態 2 と同様であり、その説明を省略する。振幅検出回路 1 0 0 は、例えば各センサ S 1 , S 2 , S 3 毎に設けたサンプルホールド回路 1 0 1 , 1 0 2 , 1 0 3 と、増幅率演算回路 1 0 4 とを備えて構成され、検出された振幅により所定の振幅となるようにセンサ信号の増幅率を演算し信号増幅回路 5 0 にフォードバックする。

【 0 0 4 0 】

前述したように、各々のセンサ信号はコモンレベルや振幅レベルが均一でないことが多く、本実施形態は、そのコモンレベルと振幅レベルを調整する手段を具備したモータ駆動制御装置であり、その調整例を以下に記載する。

30

【 0 0 4 1 】

振幅検出回路 1 0 0 は、例えばピークホールド回路 1 0 1 ~ 1 0 3 を用いて各センサ信号の振幅のピーク値を検出し、もしくは所定の電気角（例えばセンサクロス点など）における振幅をサンプルホールドしその値からピーク値を換算するピークレベル換算手段を用いてピークレベルを推定する。次いで、増幅率演算回路 1 0 4 は、検出された信号振幅のピークレベル又はピークレベル推定値が所定の振幅レベルとなるように演算し、あるいはアップダウンカウンタを用いて増幅手段にフィードバックし振幅レベル調整することで各々のセンサ S 1 ~ S 3 が所定の振幅レベルを出力することが可能となり、より回転子の実際の回転角に近い位相情報を得ることが可能となる。

40

【 0 0 4 2 】

実施形態 5 .

図 1 0 は本発明の実施形態 5 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。実施形態 5 に係るモータ駆動制御装置は、図 1 0 に示すように、実施形態 2 に係るモータ駆動制御装置と比較して、振幅検出回路 1 1 0 を備え、それにより検出された信号レベルを第 2 の位相検出回路 3 0 の電圧源 3 2 - 1 ~ 3 2 - (N - 1) の基準しきい値レベルを変更することを特徴としている。それ以外の構成は実施形態 2 と同様であり、その説明を省略する。振幅検出回路 1 1 0 は、サンプルホールド回路 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 3 と、基準電圧調整回路 1 1 4 とを備えて構成される。ここで、各々のセンサ S 1 , S 2 , S 3 の振幅レベルが異なることを第 2 の位相検出回路 3 0 への選択信号 X 毎に当該基準しきい

50

値レベルを変更することは該当センサ振幅レベルを調整することと等価であり、本実施形態においてもより回転子の実際の回転角に近い位相情報を得ることが可能となる。

【 0 0 4 3 】

以上の実施形態 5 において、振幅検出回路 1 1 0 と第 2 の位相検出回路 3 0 とを 1 つの回路で構成してもよい。

【 0 0 4 4 】

実施形態 6 .

本発明の実施形態 6 に係るモータ駆動制御装置は、その構成を図示しないが、第 2 の位相検出回路 3 0 が図 3 a 又は図 3 b で示したような比較器群 (4 1 - 1 ~ 4 1 - N、4 2 - 1 ~ 4 2 - N) であることを利用して振幅レベルを調整する方法も有効となる。例えば、比較器群の比較器個数が 1 6 個であった場合、第 2 の位相検出回路 3 0 が 4 ビットの簡易的な並列比較 (フラッシュ) 型 A D コンバータとみなされ各相のピーク振幅レベルを検出又は予想することが可能となる。例えば、ある期間においてある選択信号が位相情報信号 $p_h(n)$ を超えなかった場合、該選択信号 X のピーク振幅は位相情報信号 $p_h(n-1)$ 以上で位相情報信号 $p_h(n)$ 以下と結論付けることが可能である。その結果を持って前述の基準電圧調整又は増幅率調整又はその両方を調整するようにすることで、装置全体の規模を小さくすることが可能である。

【 0 0 4 5 】

以上の実施形態 4 ~ 6 の構成を持つモータ駆動制御装置において、振幅増幅率調整又は基準電圧調整は、モータ M 1 の初回回転時に実施してもよいし、リアルタイムでモニタしながら実施してもよい。また、信号増幅回路 5 0 の増幅率変更及び第 2 の位相検出回路 3 0 の基準電圧調整はセンサ信号ゼロクロス点で実施することが最良である。

【 0 0 4 6 】

実施形態 7 .

図 1 1 は本発明の実施形態 7 に係るモータ駆動制御装置の構成を示すブロック図である。実施形態 7 に係るモータ駆動制御装置は、図 6 の実施形態 3 に係るモータ駆動制御装置において、モータ M 1、センサ S 1 ~ S 3、モータコントローラ 6 0 を除いた回路を半導体集積回路 (以下、半導体 L S I という。) 1 2 0 として集積したことを特徴としている。モータ駆動部 7 0 は一般に元々半導体集積回路にて集積されており、そこに複数の位相検出回路 1 0、3 0 をオンチップすることで、従来装置からの規模増大はほぼなく、且つ、光学エンコーダがなくなる分装置の小型化が可能となる。

【 0 0 4 7 】

なお、半導体 L S I (半導体装置) として集積する例としては、図 1 1 の装置に限られず、例えば複数位相検出回路 1 0、3 0 のみを集積してもよいし、図 1 1 の構成に加えてモータコントローラ 6 0 も集積してもよい。駆動相コイルを駆動する図 7 で示されるモータ駆動部 7 0 は発熱源となるため場合によってはモータ駆動部 7 0 のみ集積回路から切り離してもよい。さらに、実施形態 4 ~ 6 で示されている振幅検出回路 1 0 0、1 1 2 や第 2 の位相検出回路 3 0 を同時に集積化してもよい。

【 0 0 4 8 】

上述してセンサ S 1 ~ S 3 は、モータ M 1 の回転子 (ロータ) を検出する磁気センサであり、一般的にホール素子が使用される。また、回転子が回転することで発生する磁束密度は正弦波である場合が多く、すなわち、磁気センサからの信号も正弦波である場合が多い。ただし、回転子が回転する際に発生し固定されている磁気センサにて受ける磁束密度が必ずしも綺麗な正弦波ではなく歪んだ正弦波である場合がある。また、センシングする磁束密度が磁気センサの許容値を超えるために起こる磁気飽和により、磁気センサ出力が飽和し台形波に近い出力となる場合もある。しかしながら、電気角 - 6 0 ° ~ 6 0 ° 区間において正弦波又はそれに近い波形の信号であれば、本発明においては正確な複数の位相検出が可能である。

【 0 0 4 9 】

以上の実施形態において、前記センサ信号は、モータ電流駆動装置の複数相のコイルの

転流電流切り換え用センサからのセンサ信号と兼用してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0050】

以上詳述したように、本発明によれば、モータの回転子付近に配置された複数の磁気センサから概略ある程度正確な回転子の位相を検出できる。そして、例えば検出した位相情報はモータコントローラへ位相・位置情報として1相以上のデジタル信号として出力することでモータを駆動制御できる。さらに、モータ駆動制御装置を集積化することで高価なロータリー光学エンコーダを用いることなく、安価で装置規模が小さく小型化可能な磁気センサ変化間隔よりも細かな位相検出手段を有するモータ駆動制御装置が実現可能となる。

10

【符号の説明】

【0051】

10 ... 第1の位相検出回路、
 11, 12, 13 ... 位相検出器、
 20 ... 位相分割回路、
 21 ... 信号選択回路、
 30 ... 第2の位相検出回路、
 31 - 1 ~ 31 - N ... 位相検出器、
 32 - 1 ~ 32 - (N - 1) ... 電圧源、
 40 ... 信号合成回路、
 41 - 1 ~ 41 - N, 42 ~ 42 - N ... 比較器、
 43, 44, 45 ... 電圧源、
 47 - 1 ~ 47 - N, 48 - 1 ~ 48 - N ... 抵抗、
 50 ... 信号増幅回路、
 51, 52, 53 ... 差動増幅器、
 60 ... モータコントローラ、
 70 ... モータ駆動部、
 80 ... プリドライバ、
 81 ... 駆動相コントローラ、
 82, 83, 84 ... 駆動増幅器、
 90 ... メインドライバ、
 91 ~ 96 ... スイッチ素子、
 100 ... 振幅検出回路、
 101 ~ 103 ... サンプルホールド回路、
 104 ... 増幅率演算回路、
 110 ... 振幅検出回路、
 111 ~ 113 ... サンプルホールド回路、
 114 ... 基準電圧調整回路、
 120 ... 半導体LSI、
 M1 ... モータ、
 S1, S2, S3 ... 磁気センサ。

20

30

40

【先行技術文献】

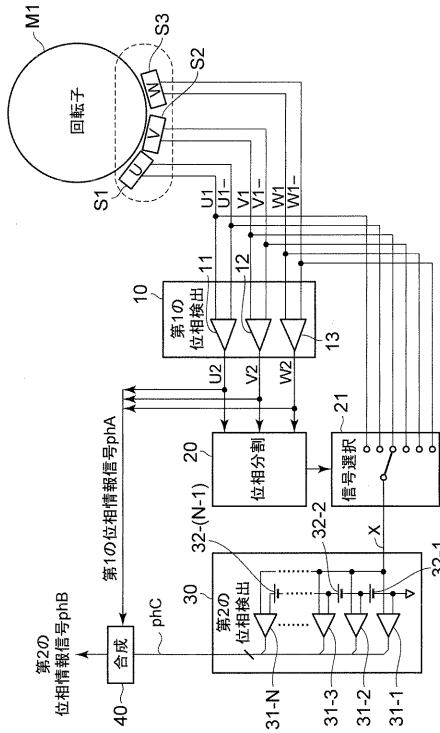
【特許文献】

【0052】

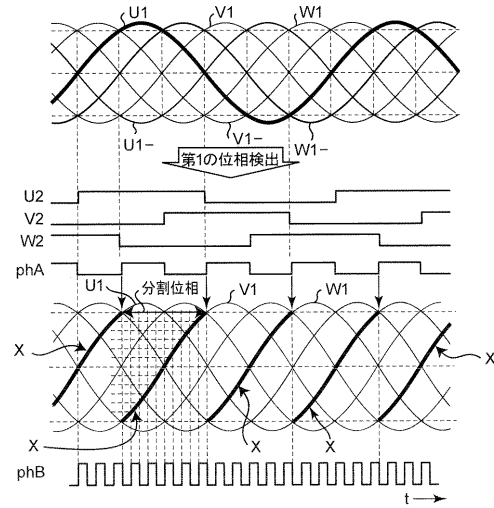
【特許文献1】特許第3500328号公報

【特許文献2】特開2011-41417号公報

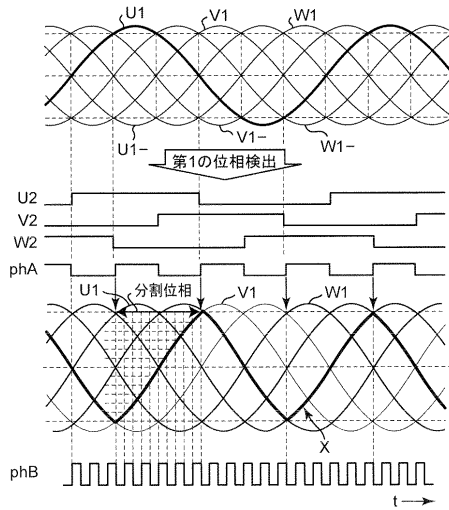
【図 1】



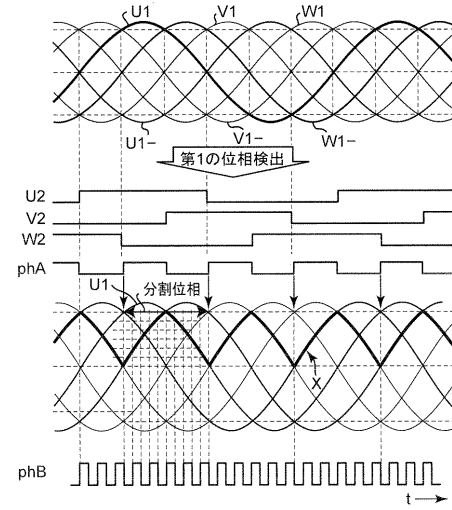
【図 2 a】



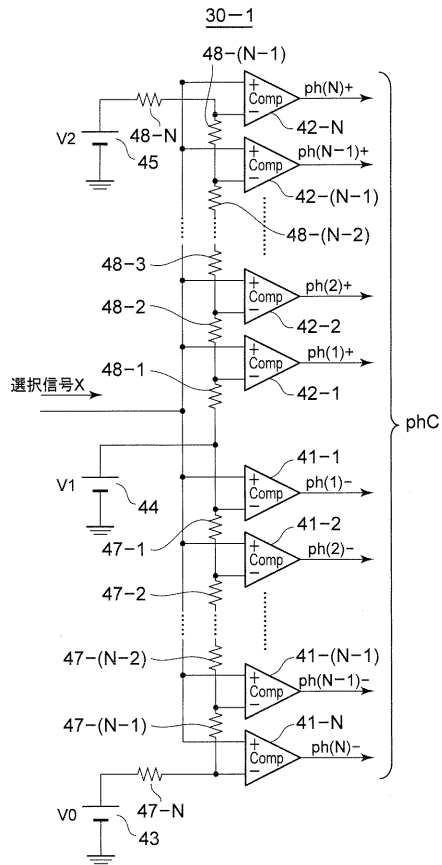
【図 2 b】



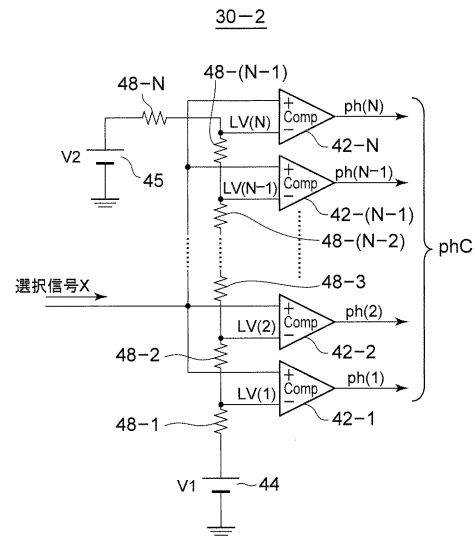
【図 2 c】



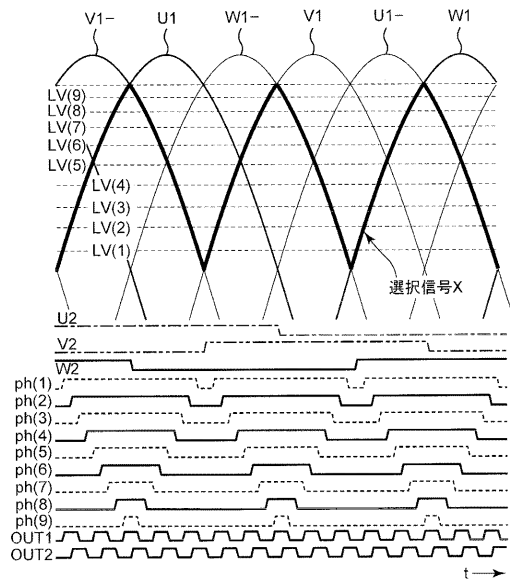
【図 3 a】



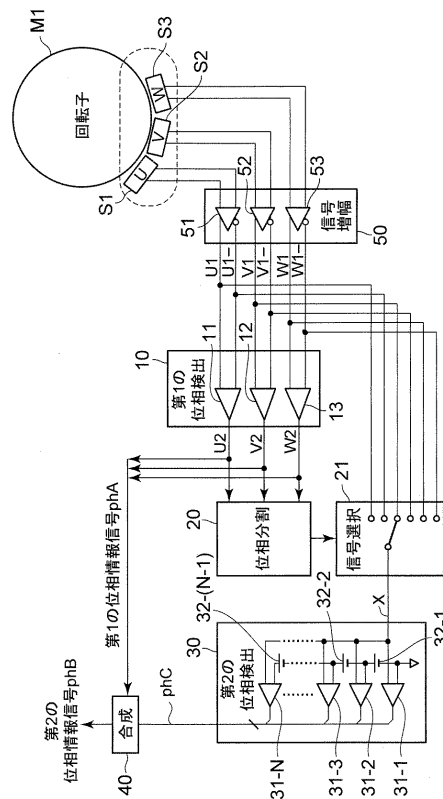
【図 3 b】



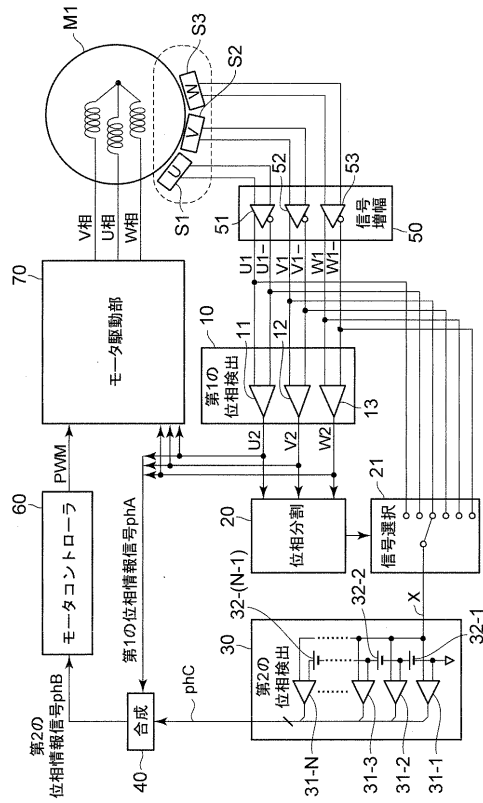
【図 4】



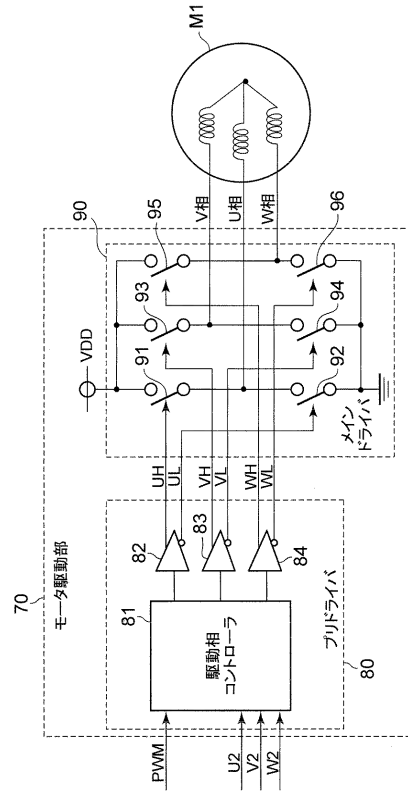
【図 5】



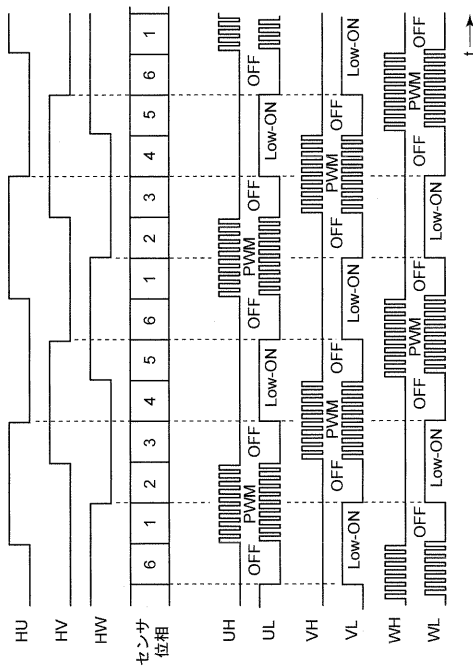
【図 6】



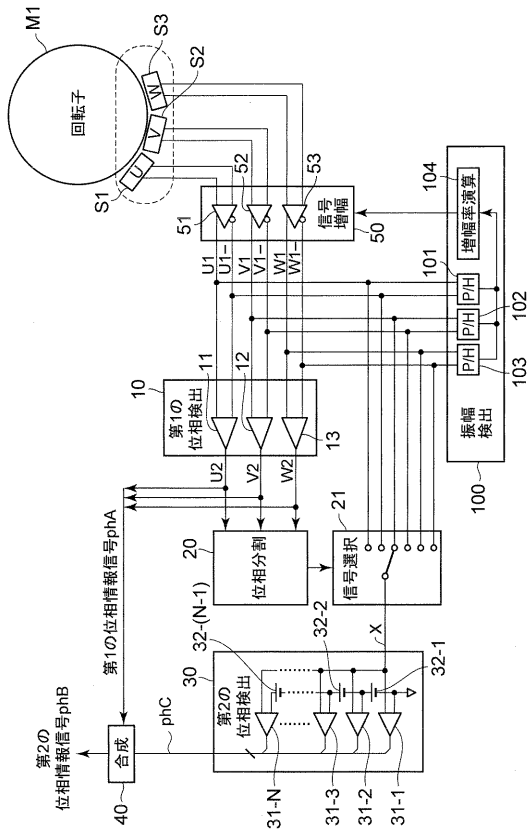
【図 7】



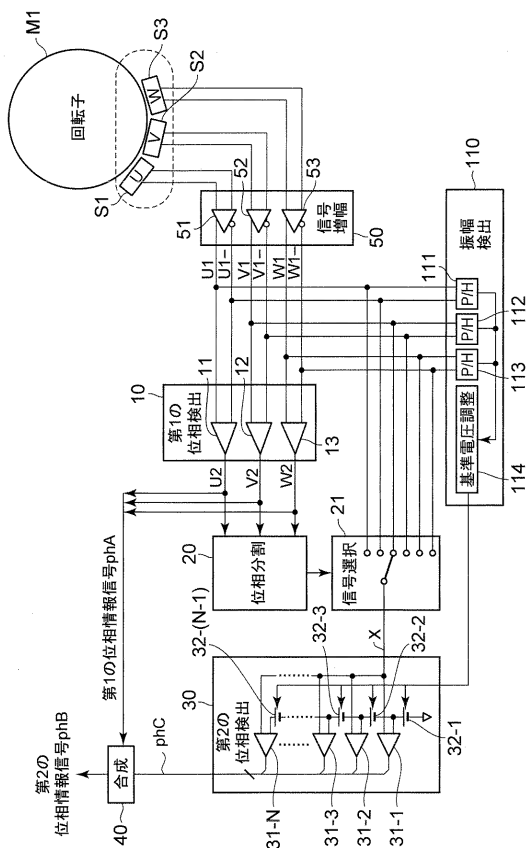
【図 8】



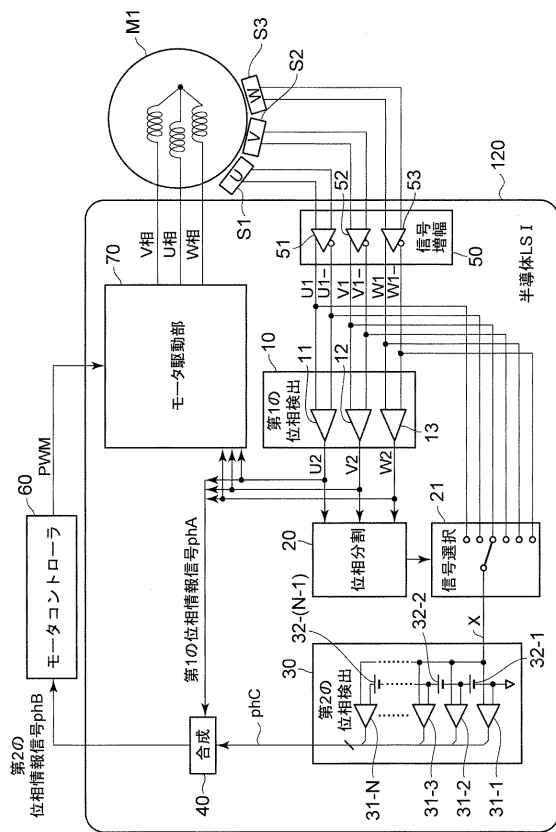
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】

比較結果信号	Hi	Low
U2	$U1 \geq U1-$	$U1 < U1-$
V2	$V1 \geq V1-$	$V1 < V1-$
W2	$W1 \geq W1-$	$W1 < W1-$

【図 1 3】

各入力信号の条件	選択信号X
$U2=W2=Low$	V1
$U2=V2=Hi$	W1
$V2=Lo \ \& \ W2=Hi$	U1

【図 1 4】

電気角	振幅割合
-60	-0.866
-48	-0.743
-36	-0.588
-24	-0.407
-12	-0.208
0	0
12	0.208
24	0.407
36	0.588
48	0.743
60	0.866

【図 1 5】

各入力信号の条件	選択信号X
$U2=W2=Low \ (2n-1)$	V1
$U2=V2=Hi \ (2n-1)$	W1-
$V2=Low \ \& \ W2=Hi \ (2n-1)$	U1
$U2=W2=Low \ (2n)$	V1-
$U2=V2=Hi \ (2n)$	W1
$V2=Low \ \& \ W2=Hi \ (2n)$	U1-

【図 16】

各入力信号の条件	選択信号X
U2=Low & V2=Hi & W2=Low	U1－
U2=V2=Hi & W2=Low	U1
U2=V2=Low & W2=Hi	V1－
U2=Low & V2=W2=Hi	V1
U2=Hi & V2=W2=Low	W1－
U2=Hi & V2=Low & W2=Hi	W1

フロントページの続き

- (72)発明者 清水 文博
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内
- (72)発明者 古瀬 勝久
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

審査官 上野 力

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 0 3 7 3 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 4 2 4 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 7 4 7 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 0 9 8 3 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 0 4 4 0 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 6 1 5 1 8 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 P 6 / 1 6