(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 1 月 19 日(19.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/008107 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 6/16 (2006.01) *H02P 6/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003747

(22) 国際出願日: 2011 年 6 月 30 日(30.06.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-157456 2010 年 7 月 12 日(12.07.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岸本 憲一 (KISHIMOTO, Kenichi). 磯田 峰明 (ISODA, Mineaki). 佐藤 大資(SATO, Daisuke). 佐々木 隆太(SASAKI, Ryuta).

(74) 代理人: 内藤 浩樹, 外(NAITO, Hiroki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

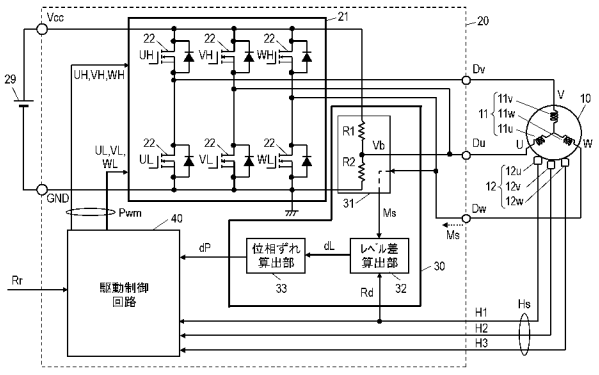
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: PHASE-SHIFT DETECTION DEVICE, MOTOR DRIVE DEVICE, BRUSHLESS MOTOR, AND PHASE-SHIFT DETECTION METHOD

(54) 発明の名称 : 位相ずれ検出装置、モータ駆動装置、およびブラシレスモータ、並びに位相ずれ検出方法

[図1]



32 Level-difference calculating section
33 Phase-shift calculating section
40 Drive control circuit

(57) **Abstract**: Disclosed is a phase-shift detection circuit that detects a phase shift in motor driving by employing a pulse-shaped position detection signal (Rd) which is based on a sensor signal (Hs) from a position sensor arranged on the motor, and a measurement signal (Ms) which is based on the induced voltage of a coil, the phase-shift detection circuit including: a level-difference calculating section that calculates the difference in level between the level of the measurement signal (Ms) at the rising timing of the position detection signal (Rd) and the level of the measurement signal (Ms) at the falling timing; and a phase-shift calculating section that calculates the amount of phase shift on the basis of the difference in level.

(57) 要約: モータに配置した位置センサのセンサ信号Ｈｓに基づくパルス状の位置検出信号Ｒｄと、巻線からの誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓとを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出回路であって、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルと、立下りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルとのレベル差を算出するレベル差算出部と、レベル差に基づき位相のずれ量を算出する位相ずれ算出部とを備える。

WO 2012/008107 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

位相ずれ検出装置、モータ駆動装置、およびブラシレスモータ、並びに位相ずれ検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、モータに配置した磁極位置センサの配置のずれに基づくモータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出装置、これを備えたモータ駆動装置およびブラシレスモータ、並びに位相ずれ検出方法に関する。

背景技術

[0002] このようなモータ駆動の位相のずれを検出する手法やその手法を用いたモータは、従来、例えば、特許文献１に開示されている。例えばロータの回転位置を検出する磁極位置センサを備えたブラシレスモータにおいて、磁極位置センサの取り付け位置がずれていた場合、位置ずれによる検出位置誤差となる。このような検出位置誤差が生じると、ブラシレスモータの正確な回転制御ができなくなり、例えば、回転効率が低下するなどの課題があった。

[0003] このため、特許文献１に開示された手法では、磁極位置センサからのセンサ信号と、モータ駆動回路からの局所的最小値を含む逆ＥＭＦ信号との位相差を計算することで、磁極位置センサの位置合わせ誤差を決定している。すなわち、まず、モータ駆動を停止した状態で、ブラシレスモータを惰走させる。この惰走の期間に、センサ信号と逆ＥＭＦ信号とを測定する。そして、逆ＥＭＦ信号の局所的最小値の位相とセンサ信号のパルス変化点の位相とを求め、それらの位相差から位置合わせ誤差を決定している。また、この位相差を蓄積し、この位相差に基づいてセンサ信号を修正することで、ロータの検出位置を補正している。

[0004] また、例えばコンパレータを用いて理想位置からの位相ずれ量を検出し、通電のタイミングを補正するような手法も提案されている（例えば、特許文献２参照）。すなわち、特許文献２では、Ｗ相の誘起電圧をコンパレータで

検出し、コンパレータの出力信号とＵ相のホール素子からの検出信号とから相互の位相差を検出している。

[0005] 特許文献１に開示された従来の手法の場合、逆ＥＭＦ信号の局所的最小値の位相を求める必要がある。ところが、このような局所的最小値は逆ＥＭＦ信号の振幅に応じて変化し、また、逆ＥＭＦ信号波形のピーク値と局所的最小値との差も小さい。このため、局所的最小値の位相を簡易かつ精度よく求めるには限界があった。

[0006] また、特許文献２のような手法の場合、誘起電圧をパルスに変換する過程で、コンパレータのヒステリシスによる遅延によって位相の検出誤差が生じていた。さらに、ヒステリシスによる遅延時間は、誘起電圧の振幅や周波数の影響を受けるため遅延時間の補正を正確に行うのは実用上難しかった。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第４１９１１７２号公報

特許文献2：特開２００９－２４００４１号公報

発明の概要

[0008] 本発明の位相ずれ検出装置は、モータに配置した磁極位置センサのセンサ信号に基づくパルス状の位置検出信号と、モータを駆動する巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する。そして、本位相ずれ検出装置は、位置検出信号の立上りタイミングでの測定信号のレベルと、立下りタイミングでの測定信号のレベルとのレベル差を算出するレベル差算出部と、レベル差に基づき位相のずれ量を算出する位相ずれ算出部とを備えた構成である。

[0009] この構成により、例えば局所的最小値を含む誘起電圧波形においての局所的最小値の位相などを検出する必要はないため、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを検出することができる。

[0010] また、本発明のモータ駆動装置は、上記位相ずれ検出装置と、位相ずれ算出部で算出した位相のずれ量に基づき、モータ駆動の位相のずれを補正する

駆動位相補正部とを備えた構成である。

[0011] この構成により、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを補正する機能を有したモータ駆動装置が実現できる。

[0012] また、本発明のブラシレスモータは、永久磁石を保持し、回転軸を中心として回転自在に配置されたロータと、複数の突極を有するステータ鉄心に相ごとの巻線を巻回したステータと、上記モータ駆動装置とを備えた構成である。

[0013] この構成により、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを補正する機能を有したブラシレスモータが実現できる。

[0014] また、本発明の位相ずれ検出方法は、モータに配置した磁極位置センサのセンサ信号に基づくパルス状の位置検出信号と、モータを駆動する巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出方法である。本位相ずれ検出方法は、位置検出信号の立上りタイミングでの測定信号のレベルと、立下りタイミングでの測定信号のレベルとのレベル差を算出し、レベル差に基づき位相のずれ量を算出する。

[0015] この方法によっても、例えば局所的最小値を含む誘起電圧波形においての局所的最小値の位相などを検出する必要はないため、簡易にモータ駆動の位相のずれを検出することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本発明の実施の形態１における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図2]図２は、同、位相ずれ検出装置に供給される測定信号と位置検出信号との波形を示す図である。

[図3]図３は、本発明の実施の形態２における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図4A]図４Ａは、同位相ずれ検出装置において、各位置センサが正規位置に配置された場合の測定信号、取込タイミング信号およびセンサ信号のタイミングチャートである。

[図4B]図４Ｂは、同位相ずれ検出装置において、各位置センサが正規位置に配置されていない場合の測定信号、取込タイミング信号およびセンサ信号のタイミングチャートである。

[図5]図５は、同位相ずれ検出装置における位相ずれ算出部が算出する位相ずれデータの算出方法を示す図である。

[図6]図６は、本発明の実施の形態３における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図7]図７は、同位相ずれ検出装置に構成されるフィードバックループのブロック図である。

[図8]図８は、本発明の実施の形態４における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図9]図９は、同位相ずれ検出装置の相間ずれ検出部および位相ずれ補正部の処理を説明するための図である。

[図10]図１０は、本発明の実施の形態５における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図11]図１１は、同位相ずれ検出装置での測定信号と位置検出信号との波形を示す図である。

[図12]図１２は、本発明の実施の形態６におけるモータ駆動装置を含むブラシレスモータの断面の構造を示す図である。

[図13]図１３は、同ブラシレスモータの内部を上面から示した図である。

[図14]図１４は、同ブラシレスモータの内部を上面から示した図である。

[図15]図１５は、同ブラシレスモータのブロック図である。

[図16]図１６は、同ブラシレスモータの位置センサそれぞれが正規の状態で配置された場合において、無駆動の状態でロータが回転するときの、誘起電圧とセンサ信号とのタイミングを示す図である。

[図17]図１７は、同ブラシレスモータの位置センサの実装位置ずれが生じた場合の一例を示す図である。

[図18]図１８は、同ブラシレスモータの位置センサの実装位置ずれが生じた

場合、無駆動の状態でロータが回転するときの、誘起電圧とセンサ信号とのタイミングを示す図である。

[図19]図１９は、本発明の実施の形態７における位相ずれ検出装置を含むブラシレスモータのブロック図である。

[図20]図２０は、同ブラシレスモータの補正データを生成する処理の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態における位相ずれ検出装置、モータ駆動装置、ブラシレスモータ、および位相ずれ検出方法について図面を参照しながら説明する。

[0018] （実施の形態１）

図１は、本発明の実施の形態１における位相ずれ検出装置３０を含むブラシレスモータのブロック図である。

[0019] 図１に示すように、本ブラシレスモータは、巻線１１を備えたモータ１０と、モータ１０のロータの回転位置を検出する磁極位置センサとしての位置センサ１２と、モータ１０を駆動するモータ駆動装置２０とを含む構成である。また、モータ駆動装置２０には、電力を供給するために、電源２９が接続される。本実施の形態では、モータ１０が、回転軸を中心として回転自在に配置されたロータと、ステータ鉄心に相ごとの巻線１１を巻回したステータとを備え、互いに１２０度位相が異なるＵ相、Ｖ相およびW相とする３相で駆動されるブラシレスモータの一例を挙げて説明する。すなわち、モータ１０のステータには、Ｕ相の巻線１１ｕ、Ｖ相の巻線１１ｖおよびW相の巻線１１ｗが巻回されている。そして、それぞれの巻線の一端が中性点で接続されるＹ結線が施され、それぞれの巻線の他端にはモータ駆動装置２０から巻線を駆動するための通電信号が供給される。また、本ブラシレスモータは、各相の位置を検出するために、ホールセンサなどによる位置センサ１２として、Ｕ相用の位置センサ１２ｕ、Ｖ相用の位置センサ１２ｖおよびW相用の位置センサ１２ｗを備えている。そして、各位置センサ１２からモータ駆

動装置２０に、検出した位置を示すセンサ信号Ｈｓが供給される。

[0020] モータ駆動装置２０は、インバータ２１と位相ずれ検出装置３０と駆動制御回路４０とを備える。

[0021] 駆動制御回路４０には、例えば外部の上位器などから、回転速度や回転位置などを指令する回転指令データＲｒが通知される。さらに、駆動制御回路４０には、センサ信号Ｈｓとして、位置センサ１２ｕからセンサ信号Ｈ１、位置センサ１２ｖからセンサ信号Ｈ２、位置センサ１２ｗからセンサ信号Ｈ３が供給されるとともに、位相ずれ検出装置３０から位相ずれデータｄＰが供給される。駆動制御回路４０は、センサ信号Ｈｓに基づきロータの回転位置を示す回転位置データを生成する。このとき、駆動制御回路４０は、センサ信号Ｈｓから検出した回転位置を、位相ずれデータｄＰに基づいて補正し、回転位置データを生成する。なお、このような回転位置を補正する構成および動作については以下で詳細に説明する。駆動制御回路４０は、さらに、回転指令データＲｒと回転位置データとの偏差量、あるいは回転指令データＲｒと回転位置データに基づき生成した回転速度データとの偏差量に基づき、インバータ２１を駆動するパルス状の駆動パルス信号Ｐｗｍを生成する。

[0022] インバータ２１は、駆動パルス信号Ｐｗｍに基づいて、相ごとに巻線１１への通電を行い、巻線１１を駆動する。インバータ２１は、電源２９の正極Ｖｃｃ側に接続されたスイッチ素子２２と負極となるグランドＧＮＤ側に接続されたスイッチ素子２２とを、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相それぞれに備えている。また、正極側と負極側との両スイッチ素子２２の反電源側は互いに接続されており、この接続部から駆動出力端を介して巻線１１を通電駆動する通電信号が出力される。駆動出力端ＤｕからＵ相の通電信号Ｕが巻線１１ｕに、駆動出力端ＤｖからＶ相の通電信号Ｖが巻線１１ｖに、そして、駆動出力端ＤｗからＷ相の通電信号Ｗが巻線１１ｗに供給される。そして、それぞれの相において、駆動パルス信号Ｐｗｍによりスイッチ素子２２がオンオフされると、電源２９からオンのスイッチ素子２２を介して巻線１１に通電駆動電流が流れる。

[0023] 以上のような構成により、回転指令データＲｒに従ってロータの回転速度や回転位置を制御するフィードバック制御ループが形成される。

[0024] さらに、本実施の形態のブラシレスモータは、例えば回路基板上での位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗの実装位置ずれ、あるいは回路基板の装着位置ずれなどによる位置検出への影響を補償するために、位相ずれ検出装置３０を備えている。

[0025] 位相ずれ検出装置３０は、モータ１０に配置した位置センサ１２のセンサ信号Ｈｓに基づくパルス状の位置検出信号と、モータ１０を駆動する巻線１１からの誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓとを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する。位相ずれ検出装置３０は、このような処理を行うため、測定信号生成部３１とレベル差算出部３２と位相ずれ算出部３３とを備えている。また、位相ずれ検出装置３０には、３つのセンサ信号Ｈｓのうち１つの相のセンサ信号が供給されるとともに、３つの駆動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗのうちの２つと接続される。図１では、センサ信号Ｈ１がそのまま位置検出信号Ｒｄとしてレベル差算出部３２に供給され、また、測定信号生成部３１で生成されたバイアス電圧Ｖｂが駆動出力端Ｄｕに接続され、駆動出力端Ｄｗの信号が測定信号生成部３１を介してレベル差算出部３２に供給される一例を示している。なお、位相ずれ検出装置３０は、巻線１１から生じる誘起電圧を利用してモータ駆動の位相のずれを検出する。このため、位相ずれ検出装置３０は、例えば惰走状態などモータ１０が無駆動状態で回転する期間を利用する。

[0026] 無駆動状態でモータ１０が回転する期間において、巻線１１から生じる誘起電圧に基づき位相ずれを検出するため、測定信号生成部３１は、測定信号Ｍｓを生成する。この測定信号Ｍｓは誘起電圧に基づく信号であり、測定信号生成部３１は、測定信号Ｍｓを生成するために、１つの相の巻線にバイアス電圧Ｖｂを印加するバイアス回路を備える。図１では、電源２９の正極Ｖｃｃとグランド ＧＮＤとの間に、バイアス回路としての抵抗Ｒ１と抵抗Ｒ２との直列回路を設けている。そして、抵抗Ｒ１と抵抗Ｒ２とにより分圧した

電圧をバイアス電圧Ｖｂとして、駆動出力端Ｄｕを介して巻線１１ｕに供給している。

[0027] さらに、測定信号生成部３１は、バイアス電圧Ｖｂを印加する巻線とは異なる他の相の巻線から生じる誘起電圧を測定信号Ｍｓとして出力する。本実施の形態では、測定信号生成部３１は、巻線１１ｗから生じた誘起電圧が供給される駆動出力端Ｄｗの電圧波形を取り込み、この電圧波形を測定信号Ｍｓとして出力する。なお、図１では、測定信号生成部３１が駆動出力端Ｄｗの電圧波形をそのまま測定信号Ｍｓとして出力するような例を示しているが、駆動出力端Ｄｗの電圧波形を測定に適した振幅の波形信号に変換する増幅回路や減衰回路などを介して測定信号Ｍｓに変換し、出力するような構成であってもよい。

[0028] このように、１つの相の駆動出力端にバイアス電圧Ｖｂを印加することにより、無駆動状態で回転するモータ１０において、他の相の駆動出力端からは、正弦波状の誘起電圧を得ることができる。本実施の形態ではこのようにして得られる正弦波状の誘起電圧、すなわち測定信号Ｍｓを利用して位相ずれを検出している。特に、本実施の形態では正弦波状の測定信号Ｍｓを利用しているため、局所的最小値を含むような波形に比べて誤検出が生じにくいという利点がある。

[0029] 図２は、本発明の実施の形態１における位相ずれ検出装置３０に供給される測定信号Ｍｓと位置検出信号Ｒｄとの波形を示す図である。図２の上段の波形は測定信号Ｍｓを示し、図２の下段の波形は位置検出信号Ｒｄを示している。測定信号生成部３１によって、１つの相の駆動出力端にバイアス電圧Ｖｂを印加し、惰走状態時における他の相の駆動出力端電圧を観測したとき、図２に示すような正弦波状の波形を有した測定信号Ｍｓを得ることができる。また、位置検出信号Ｒｄは、図２に示すようなパルス状の信号である。レベル差算出部３２には、図２に示すような２つの信号が供給される。

[0030] レベル差算出部３２は、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルと、立下りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルとのレベル

差を算出する。図２では、位置検出信号Ｒｄの立上り、立下りのタイミングとして、時刻ｔ０における位置検出信号Ｒｄの立上り、および時刻ｔ１における立下りを用いた例を示している。レベル差算出部３２は、まず、このタイミングを利用して、時刻ｔ０における測定信号Ｍｓのレベル Ｌｒと、時刻ｔ１における測定信号Ｍｓのレベル Ｌｆとを検出する。そして、レベル差算出部３２は、レベル Ｌｒとレベル Ｌｆとのレベル差を示すレベル差データｄＬ＝（Ｌｒ－Ｌｆ）を算出し、レベル差データｄＬを位相ずれ算出部３３に通知する。

[0031] 位相ずれ算出部３３は、通知されたレベル差データｄＬに基づき位相のずれ量を算出する。すなわち、測定信号Ｍｓに対する位置検出信号Ｒｄの位相が変化すると、それに応じてレベル差データｄＬも変化する。位相ずれ算出部３３は、このレベル差データｄＬの変化に基づき、レベル差データｄＬから位相のずれ量を算出している。位相ずれ算出部３３は、位相のずれ量を例えば電気角に変換し、位相ずれデータｄＰとして駆動制御回路４０に供給する。駆動制御回路４０は、センサ信号Ｈｓから検出した回転位置を、位相ずれデータｄＰに基づき補正し、補正位置信号を生成する。

[0032] ここで、位置センサ１２ｕが正しく配置された場合に、測定信号Ｍｓのピーク値のタイミングが位置検出信号Ｒｄのパルスの中心タイミングに一致するように設定しておく。すると、位置センサ１２ｕが正しく配置された場合には、位置検出信号Ｒｄの立上りと立下りとの時点での測定信号Ｍｓのレベルが等しくなるため、レベル差データｄＬがゼロとなる。一方、位置センサ１２ｕの配置がずれると、そのずれに応じて、測定信号Ｍｓに対する位置検出信号Ｒｄの位相もずれ、例えば図２のようにレベル Ｌｒとレベル Ｌｆとが異なってくる。そして、位置センサ１２ｕを配置する位置に応じて、レベル差データｄＬの大きさがほぼ比例して変化する。すなわち、位相ずれ算出部３３は、レベル差データｄＬがゼロとなる位相を基準位相として、位相のずれ量を算出できる。また、レベル差データｄＬの符号によって、位相の進みまたは遅れを検出でき、レベル差データｄＬの絶対値の大きさに応じて、基

準位相からの位相のずれ量を算出できる。さらに、位相ずれ検出装置３０は、このように、位置検出信号Ｒｄの変化エッジのタイミングでの正弦波レベルの差分に基づき位相のずれ量を算出している。このため、位置検出信号Ｒｄのデューティ比、すなわち図２に示すパルス幅（ｔ１－ｔ０）が変化しても、その変化分は差分で打ち消され、これによって、位相ずれ検出の精度を高めることができる。

[0033] 本実施の形態では、このような原理を利用して、位置センサ１２の実装位置ずれなどに基づくモータ駆動の位相のずれを検出している。

[0034] 以上のように、位相ずれ検出装置３０は、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルと、立下りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルとのレベル差を利用して、モータ駆動の位相のずれを検出している。このため、例えば局所的最小値を含む誘起電圧波形においての局所的最小値の位相などを検出する必要はないため、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを検出することができる。なお、本実施の形態では、正弦波状の測定信号Ｍｓを利用した例を挙げて説明したが、局所的最小値を含む誘起電圧波形における電圧増加期間中のレベルと電圧減少期間中のレベルとを位置検出信号Ｒｄの変化エッジタイミングで取り込み、そのレベル差に基づき位相のずれ量を算出するような構成とすることも可能である。

[0035] また、特に、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０は、正弦波状の誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓを利用して位相ずれを検出している。これにより、正弦波波形の変化量が大きい期間のレベル差に基づくとともに、そのレベル差は位相ずれに対してほぼ比例して変化するため、簡易に構成できることに加えて、精度良くモータ駆動の位相のずれを検出できる。

[0036] なお、以上の説明では、Ｕ相の位置センサ１２ｕのみの位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。このような構成により、１つの相のみの位置ずれを検出すればよいため、簡易な構成で実現できる。しかし、次のような構成を加えることで、Ｖ相およびW相の位置ずれも検出でき、ハードウェア量が増加するものの、より精度よく位置ずれを検出できる。すなわち、駆動出

力端Ｄｖおよび駆動出力端Ｄｗにもバイアス電圧Ｖｂを印加し、Ｖ相およびW相に対応した正弦波状の測定信号Ｍｓを生成する。そして、上述したＵ相と同様にそれぞれレベル差を算出することで、Ｖ相の位置センサ１２ｖの位置ずれ、およびW相の位置センサ１２ｗの位置ずれを検出できる。そして、位相ずれ算出部が相ごとの位相のずれを算出し、駆動制御回路において、相ごとに位相のずれを補正するような構成とすることができる。

[0037] また、本実施の形態では、３相駆動のブラシレスモータの例を挙げて説明したが、２相駆動のブラシレスモータにも適用することができる。

[0038] また、図２では、位置検出信号Ｒｄの１つのパルスのエッジ変化を利用してレベル差を算出するような例を挙げているが、複数のパルスのエッジ変化を利用してそれぞれのレベル差を算出し、例えばその平均値をレベル差データｄＬとするような構成であってもよい。これにより、ノイズなどの影響を抑制することができる。

[0039] また、以上の説明では機能ブロックにより位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。しかし、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルと、立下りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベルとのレベル差を算出し、このレベル差に基づき位相のずれ量を算出する位相ずれ検出方法によっても、同様の効果を有しながら、同様に位置ずれを検出できる。このような位相ずれ検出方法は、例えば以下で説明するマイコンなどを用いることによって容易に実施できる。

[0040] （実施の形態２）

図３は、本発明の実施の形態２における位相ずれ検出装置３０２を含むブラシレスモータのブロック図である。図１に示した実施の形態１の構成との比較において、図３に示すブラシレスモータは、モータ駆動装置２０２に備えた位相ずれ検出装置３０２がさらに取込タイミング生成部３４２を有するとともに、レベル差算出部３２２および位相ずれ算出部３３２が実施の形態１とは異なった処理を行う。なお、図１と同様の構成要素については同一の符号を付しており詳細な説明は省略する。

[0041] 本実施の形態においても、位相ずれ検出装置３０２は、モータ１０に配置した位置センサ１２のセンサ信号Ｈｓと、モータ１０を駆動する巻線１１からの誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓとを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する。位相ずれ検出装置３０２は、このような処理を行うため、測定信号生成部３１とレベル差算出部３２２と位相ずれ算出部３３２と取込タイミング生成部３４２とを備えている。また、位相ずれ検出装置３０２には、３つのセンサ信号Ｈｓのうち１つの相のセンサ信号が供給されるとともに、３つの駆動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗのうちの２つと接続される。図３では、センサ信号Ｈ２が取込タイミング生成部３４２に供給され、また、測定信号生成部３１で生成されたバイアス電圧Ｖｂが駆動出力端Ｄｕに接続され、駆動出力端Ｄｗの信号が測定信号生成部３１を介してレベル差算出部３２２に供給される一例を示している。ここで、詳細については以下で説明するが、本実施の形態では、取込タイミング生成部３４２が、センサ信号Ｈ２の変化エッジのタイミングを利用して、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りを基準としたその前後のタイミングを生成している。すなわち、実施の形態１で説明したセンサ信号Ｈ１に基づく位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りに対して、その立上りの前後のタイミング、および立下りの前後のタイミングを生成している。本実施の形態では、これらのタイミングで測定信号Ｍｓの各レベルを測定して、そのレベルをレベルデータとして取り込んでいる。なお、本実施の形態においても、位相ずれ検出装置３０２は、モータ１０が無駆動状態で回転する期間などを利用し、その期間の誘起電圧を用いて位相のずれを検出する。

[0042] 図３において、取込タイミング生成部３４２には、センサ信号Ｈ２が供給される。取込タイミング生成部３４２は、上述したように、センサ信号Ｈ２を利用して、センサ信号Ｈ１による位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りに対してその前後となるタイミングを生成している。取込タイミング生成部３４２が生成するこのタイミングは、位置検出信号Ｒｄ立上りのタイミングの前後となる一定周期ごとの複数のタイミング、および位置検出信号Ｒｄ立

下りのタイミングの前後となる一定周期ごとの複数のタイミングである。生成されたタイミングは、取込タイミング信号Ｓｍｐとしてレベル差算出部３２２に供給される。

[0043] レベル差算出部３２２は、取込タイミング信号Ｓｍｐが示す各タイミングに従って、測定信号Ｍｓのレベルを測定し、そのレベルをレベルデータとして取り込んでいる。そして、レベル差算出部３２２は、取り込んだ各レベルデータを利用し、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準として、その前後のタイミングにおける複数のレベル差を算出している。レベル差算出部３２２は、算出したそれぞれのレベル差であるレベル差データｄＬ０～ｄＬｎを位相ずれ算出部３３２に供給する。

[0044] 位相ずれ算出部３３２は、供給された複数のレベル差データｄＬ０～ｄＬｎを用いて、レベル差がゼロとなるタイミングを求める。すなわち、測定信号Ｍｓに対して２点間のレベル差を順次求めることで得たような信号のゼロクロスのタイミングを求めている。そして、位相ずれ算出部３３２は、レベル差がゼロとなるタイミングから位相のずれを算出し、位相ずれデータｄＰとして出力する。

[0045] 図４Ａおよび４Ｂは、本発明の実施の形態２における測定信号Ｍｓ、取込タイミング信号Ｓｍｐおよびセンサ信号Ｈｓのタイミングチャートである。また、図５は、本発明の実施の形態２における位相ずれ算出部３３２が算出する位相ずれデータｄＰの算出方法を示す図である。以下、図４Ａ、図４Ｂおよび図５を参照しながら、位相ずれ検出装置３０２の詳細について説明する。

[0046] 図４Ａは、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗが正規位置に配置された場合の各タイミングを示し、図４Ｂは、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されていない場合の各タイミングを示している。また、ここでは、取込タイミング生成部３４２が、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りの前後となる５回のサンプリングタイミングを生成するような一例を挙げている。なお、サンプリング回数はこの５回に限定されず、複数回であればよい。

[0047] 取込タイミング生成部３４２は、図４Ａおよび４Ｂに示すような取込タイミング信号Ｓｍｐを生成する。すなわち、取込タイミング生成部３４２は、まず、供給されたセンサ信号Ｈ２の立下りから時間ＴＩｄだけ遅れたタイミングを生成する。ここで、位置センサ１２それぞれが正規位置に配置された場合、図４Ａに示すように、各センサ信号Ｈｓは、電気角で１２０度毎にずれた信号となる。そこで、時間ＴＩｄだけ遅れたタイミングを、電気角で１２０度よりも所定の時間だけ少なくすることで、このようなタイミングを生成できる。次に、取込タイミング生成部３４２は、センサ信号Ｈ２の立下りから時間ＴＩｄだけ遅れたタイミングから、一定の期間Ｔｃｋごとの５回のサンプリングタイミングを生成する。このとき、ここでは、図４Ａに示すように、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されている場合に、３回目のサンプリングタイミングが、センサ信号Ｈ１に基づく位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングと一致するように設定している。言い換えると、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングｔ０を基準として、その前後となる５回分のサンプリングタイミングを生成している。さらに、取込タイミング生成部３４２は、供給されたセンサ信号Ｈ２の立上りから時間ＴＩｄだけ遅れたタイミングを生成し、この生成したタイミングから一定の期間Ｔｃｋごとの５回のサンプリングタイミングを生成する。また、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されている場合に、３回目のサンプリングタイミングが、位置検出信号Ｒｄの立下りタイミングと一致するように設定している。すなわち、取込タイミング生成部３４２は、位置検出信号Ｒｄの立下りタイミングｔ１を基準として、その前後となる５回分のサンプリングタイミングを生成している。取込タイミング生成部３４２は、このようなサンプリングタイミングを示す取込タイミング信号Ｓｍｐをレベル差算出部３２２に供給する。

[0048] レベル差算出部３２２は、取込タイミング信号Ｓｍｐによるサンプリングタイミングに従って、各タイミングにおける測定信号Ｍｓのレベルデータを取り込む。図４Ａおよび４Ｂでは、位置検出信号Ｒｄの立上り前後となる測定信号Ｍｓのレベルをレベルデータｒ０～ｒ４として取り込み、位置検出信

号Ｒｄの立下り前後となる測定信号Ｍｓのレベルをレベルデータｆ０～ｆ４として取り込むような一例を示している。ここで、位置検出信号Ｒｄの立上り前後となるレベルデータｒ０～ｒ４を一方のグループ、位置検出信号Ｒｄの立下り前後となるレベルデータｆ０～ｆ４を他方のグループとすると、両グループ間の先頭のレベルデータどうしの差分から順番に、両レベルデータどうしの差分をそれぞれ算出する。すなわち、レベル差算出部３２２は、まず、先頭のレベルデータｒ０と先頭のレベルデータｆ０との差分（ｒ０－ｆ０）を、レベル差データｄＬ０＝ｒ０－ｆ０として算出する。同様にして、レベル差算出部３２２は、レベル差データｄＬ１＝ｒ１－ｆ１、ｄＬ２＝ｒ２－ｆ２、ｄＬ３＝ｒ３－ｆ３、およびｄＬ４＝ｒ４－ｆ４を算出する。

[0049] 位相ずれ算出部３３２は、レベル差算出部３２２から供給される複数のレベル差データｄＬ０、ｄＬ１、ｄＬ２、ｄＬ３およびｄＬ４を用いて、位相のずれを算出し、位相ずれデータｄＰとして出力する。

[0050] 図５では、このような各レベル差データの値と、位相ずれタイミングとの関係を示している。図５での破線は、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されている場合、すなわち図４Ａの場合の関係を示し、実線は、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されていない場合、すなわち図４Ｂの場合の関係を示している。

[0051] まず、位置センサ１２ｖが正規位置に配置されている場合、上述したように、３回目のサンプリングタイミングが位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りタイミングと一致するように設定しているとともに、このタイミングは測定信号Ｍｓの２点間の差分を順次求めたような信号のゼロクロスタイミングとなる。このため、３回目のサンプリングタイミングに対応するレベル差データｄＬ２の値はゼロとなる。なお、直流電圧などのオフセット電圧が加算されたような測定信号Ｍｓであっても、本発明は２点間のレベル差に基づき処理するため、レベル差データｄＬ２の値はゼロとなる。

[0052] 一方、位置センサ１２ｖの配置がずれると、図４Ｂに示すように、測定信号Ｍｓに対するセンサ信号Ｈ２の位相関係もずれることになる。図４Ｂでは

、正規配置の場合のセンサ信号Ｈ２に比べて、センサ信号Ｈ２が前方向に時間Ｔｄだけずれた場合を示している。このため、取込タイミング信号Ｓｍｐも前方向にずれることになり、その結果、図５に示すように、各レベル差データの値は、正規配置の場合に比べて小さくなる。すなわち、位相のずれに応じて、各レベル差データの値を結ぶ直線は、図５の破線で示す直線を基準として、平行移動するように変化する。そして、図５の直線と横軸とが交差する点、すなわちレベル差がゼロとなるゼロクロスのタイミングが、ずれた時間Ｔｄとなる。このため、レベル差がゼロとなるセンサ信号Ｈ２のタイミングを求めることによって、そのタイミングから位相のずれを算出することができる。

[0053] 位相ずれ算出部３３２は、このような原理を利用し、複数のレベル差データを用いて、ずれた時間Ｔｄを算出している。すなわち、まずレベル差データｄＬ２とｄＬ３とを用いて、図５に示すタイミングずれ分Ｔｄｆを算出する。さらに、レベル差データｄＬ３とｄＬ４とを用い、例えば直線補間によってタイミングずれ分Ｔｉｎを算出する。位相ずれ算出部３３２は、タイミングずれ分Ｔｄｆとタイミングずれ分Ｔｉｎとを加算することで、ずれた時間Ｔｄを逆算して求めている。そして、位相ずれ算出部３３２は、逆算により求めたこのタイミングを位相のずれｐｄｔとし、この位相ずれｐｄｔに対応するような位相ずれデータｄＰを生成して出力している。

[0054] 以上のように、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０２は、レベル差算出部３２２が位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数のレベル差データｄＬを算出する。そして、位相ずれ算出部３３２が複数のレベル差データｄＬを用いて、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれｐｄｔを算出している。このように、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０２は、複数のレベル差データｄＬを利用して、レベル差がゼロとなるタイミングを逆算するような手法であるため、誘起電圧の振幅の影響を受けにくく、精度よく駆動位相のずれを検出することができる。

[0055] なお、以上の説明では機能ブロックにより位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。しかし、位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数のレベル差を算出し、複数のレベル差を用いて、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを算出する位相ずれ検出方法によっても、同様の効果を有しながら、同様に位置ずれを検出できる。このような位相ずれ検出方法は、例えば以下で説明するマイコンなどを用いることによって容易に実施できる。

[0056] （実施の形態３）

図６は、本発明の実施の形態３における位相ずれ検出装置３０３を含むブラシレスモータのブロック図である。図３に示した実施の形態２の構成との比較において、図６に示すブラシレスモータは、モータ駆動装置２０３に備えた位相ずれ検出装置３０３がさらにタイミング制御部３６３を有するとともに、レベル差算出部３２３、位相ずれ算出部３３３および取込タイミング生成部３５３が実施の形態２とは異なった処理を行う。なお、図１や図３と同様の構成要素については同一の符号を付しており詳細な説明は省略する。

[0057] 本実施の形態においても、位相ずれ検出装置３０３は、モータ１０に配置した位置センサ１２のセンサ信号Ｈｓと、モータ１０を駆動する巻線１１からの誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓとを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する。位相ずれ検出装置３０３は、このような処理を行うため、測定信号生成部３１とレベル差算出部３２３と位相ずれ算出部３３３と取込タイミング生成部３５３とタイミング制御部３６３とを備えている。また、位相ずれ検出装置３０３には、３つのセンサ信号Ｈｓのうち１つの相のセンサ信号が供給されるとともに、３つの駆動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗのうちの２つと接続される。図６では、センサ信号Ｈ２が取込タイミング生成部３５３に供給され、また、測定信号生成部３１で生成されたバイアス電圧Ｖｂが駆動出力端Ｄｕに接続され、駆動出力端Ｄｗの信号が測定信号生成部３１を介してレベル差算出部３２３に供給される一例を示している。ここで、詳細につい

ては以下で説明するが、本実施の形態では、取込タイミング生成部３５３が、センサ信号Ｈ２の変化エッジのタイミングを利用して、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下り近辺のサンプリングタイミングを生成している。そして、取込タイミング生成部３５３が生成するサンプリングタイミングは、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りを基準として、タイミング制御部３６３で制御される。本実施の形態では、このようなサンプリングタイミングを調整しながら測定信号Ｍｓの２点のレベルを測定して、そのレベルをレベルデータとして取り込んでいる。なお、本実施の形態においても、位相ずれ検出装置３０３は、モータ１０が無駆動状態で回転する期間などを利用し、その期間の誘起電圧を用いて位相のずれを検出する。

[0058] 図６において、取込タイミング生成部３５３には、センサ信号Ｈ２が供給され、取込タイミング生成部３５３は、センサ信号Ｈ２を利用して、センサ信号Ｈ１による位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下り近辺となる２つのサンプリングタイミングを生成している。取込タイミング生成部３５３が生成するこのサンプリングタイミングは、位置検出信号Ｒｄ立上りのタイミング、および位置検出信号Ｒｄ立下りのタイミングを基準として、タイミング制御部３６３の制御で進みおよび遅れ方向に調整できる。生成されたタイミングは、取込タイミング信号Ｓｍｐとしてレベル差算出部３２３に供給される。

[0059] レベル差算出部３２３は、取込タイミング信号Ｓｍｐが示す２つのサンプリングタイミングに従って、測定信号Ｍｓのレベルを測定し、そのレベルをレベルデータとして取り込んでいる。レベル差算出部３２３は、取り込んだ２つのレベルデータの差分演算を行い、レベル差を算出する。そして、レベル差算出部３２３は、算出したレベル差であるレベル差データｄＬをタイミング制御部３６３に供給する。

[0060] タイミング制御部３６３は、供給されたレベル差データｄＬと値がゼロの目標値との誤差値を求める。そして、その誤差値に対して、積分処理、積分ゲイン処理や比例ゲイン処理を行い、処理したデータを制御データｐｃｔと

して取込タイミング生成部３５３に供給する。取込タイミング生成部３５３は、制御データｐｃｔに基づき、レベル差データｄＬがゼロとなる方向にサンプリングタイミングを調整する。

[0061] すなわち、本実施の形態では、レベル差算出部３２３とタイミング制御部３６３と取込タイミング生成部３５３とによってフィードバックループが構成されている。図７は、このように構成されるフィードバックループのブロック図である。このようなフィードバックループを構成することにより、レベル差データｄＬがゼロとなるサンプリングタイミングで本ループがロックすることになる。すなわち、本実施の形態では、図７に示すようなフィードバックループを構成することで、レベル差データｄＬの符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、レベル差データｄＬがゼロとなる方向にレベル差を検出するサンプリングタイミングが自動的に調整される。ここで、レベル差がゼロとなるタイミングは、サンプリングタイミングを調整する制御データｐｃｔに対応するとともに、センサ信号Ｈ２の位相のずれ量にも対応している。すなわち、制御データｐｃｔによってセンサ信号Ｈ２の位相のずれ量を求めることができる。

[0062] 位相ずれ算出部３３３は、このような原理に基づき、供給された制御データｐｃｔが示すタイミングから位相のずれ量を算出し、位相ずれデータｄＰとして出力する。

[0063] 以上のように、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０３は、レベル差算出部３２３および位相ずれ算出部３３３に加えて、位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを生成する取込タイミング生成部３５３と取込タイミング生成部３５３が生成するタイミングを制御するタイミング制御部３６３とを備える。そして、レベル差算出部３２３は、取込タイミング生成部３５３が生成するタイミングで取り込んだ測定信号のレベル差を算出する。タイミング制御部３６３は、レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、レベル差がゼロとなる方向に取込タイミング生成部３５３が生成するタイミングを調整するよう制御する。さらに、位相ずれ

算出部３３３は、調整したタイミングから位相のずれを算出する構成である。また、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０３は、レベル差がゼロとなる方向にレベル差を検出するタイミングを調整するフィードバックループを構成し、レベル差がゼロとなるタイミングを求めている。このように、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０３も、実施の形態２と同様に、レベル差データｄＬを利用して、レベル差がゼロとなるタイミングを逆算するような手法であるため、誘起電圧の振幅の影響を受けにくく、精度よく駆動位相のずれを検出することができる。

[0064] また、以上の説明では機能ブロックにより位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。しかし、レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、レベル差がゼロとなる方向にレベル差を検出するタイミングを調整することで、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを検出する位相ずれ検出方法によっても、同様の効果を有しながら、同様に位置ずれを検出できる。このような位相ずれ検出方法は、例えば以下で説明するマイコンなどを用いることによって容易に実施できる。

[0065] （実施の形態４）

図８は、本発明の実施の形態４における位相ずれ検出装置３０４を含むブラシレスモータのブロック図である。

[0066] 図３に示した実施の形態２の構成との比較において、図８に示すブラシレスモータのモータ駆動装置２０４における位相ずれ検出装置３０４は、さらに、センサ信号補正部３６４と相間ずれ検出部３７４と位相ずれ補正部３８４とを備えている。なお、図３と同様の構成要素については同一の符号を付しており詳細な説明は省略する。

[0067] 位相ずれ検出装置３０４において、まず、測定信号生成部３１、レベル差算出部３２２、取込タイミング生成部３４２および位相ずれ算出部３３２による実施の形態２と同様の手法を用いて位相ずれデータｄＰを出力する。

[0068] さらに、位相ずれ検出装置３０４において、相間ずれ検出部３７４は、３

相それぞれのセンサ信号Ｈｓを用いて、センサ信号Ｈｓどうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出する。すなわち、例えば、センサ信号Ｈ２を基準として、センサ信号Ｈ２とセンサ信号Ｈ１との間の標準である電気角１２０度からの位相ずれである相間位相ずれ量、センサ信号Ｈ２とセンサ信号Ｈ３との間の標準である電気角１２０度からの位相ずれである相間位相ずれ量を検出する。なお、ここで、センサ信号Ｈ２を基準としているため、センサ信号Ｈ２の相間位相ずれ量はゼロとする。相間ずれ検出部３７４は、さらに、検出した各相間位相ずれ量の平均値である平均相間位相ずれ量を算出し、算出した平均相間位相ずれ量を位相ずれ補正部３８４およびセンサ信号補正部３６４に供給する。

[0069] 位相ずれ補正部３８４は、位相ずれ算出部３３２が算出した位相ずれデータｄＰに対して、平均相間位相ずれ量を用いて補正し、補正位相ずれデータｄＰａとして駆動制御回路４０に供給する。さらに、センサ信号補正部３６４も、平均相間位相ずれ量を用いて、それぞれのセンサ信号Ｈｓを補正し、補正センサ信号Ｈｓ’として駆動制御回路４０に供給する。

[0070] 図９は、本発明の実施の形態４における相間ずれ検出部３７４、位相ずれ補正部３８４およびセンサ信号補正部３６４の処理を説明するための図である。以下、図９を参照しながら、相間ずれ検出部３７４、位相ずれ補正部３８４およびセンサ信号補正部３６４が行う演算処理の詳細について説明する。

[0071] 図９において、図９の上段はそれぞれの相間位相ずれ量を示し、センサ信号Ｈ２とＨ１との相間位相ずれ量を相間位相ずれデータｄＨ１、センサ信号Ｈ２とＨ３との相間位相ずれ量を相間位相ずれデータｄＨ３、およびセンサ信号Ｈ２の相間位相ずれ量を相間位相ずれデータｄＨ２として示している。図９の中段では平均相間位相ずれ量である平均相間位相ずれデータｄＡｖを示している。また、図９の下段では平均相間位相ずれデータｄＡｖを用いて、センサ信号Ｈ１、Ｈ２、Ｈ３のそれぞれを補正する補正センサ信号の位相ずれ量ｄＨ１’、ｄＨ２’、ｄＨ３’を示している。

[0072] 相間ずれ検出部３７４は、相間における位相ずれとして、センサ信号Ｈｓそれぞれを用い、センサ信号Ｈ２を基準として、図９の上段に示すようなセンサ信号Ｈ１の相間位相ずれデータｄＨ１、センサ信号Ｈ２の相間位相ずれデータｄＨ２、およびセンサ信号Ｈ３の相間位相ずれデータｄＨ３を検出する。次に、相間ずれ検出部３７４は、相間位相ずれデータｄＨ１、ｄＨ２、ｄＨ３の平均値を求める。すなわち、図９の中段に示すように、平均相間位相ずれデータｄＡｖ＝（ｄＨ１＋ｄＨ２＋ｄＨ３）／３とする演算により、平均相間位相ずれデータｄＡｖを算出する。

[0073] そして、センサ信号補正部３６４は、センサ信号Ｈｓのそれぞれを補正する補正センサ信号の位相ずれ量ｄＨｓ’を算出し、位相ずれ量ｄＨｓ’に基づき補正した補正センサ信号Ｈｓ’を駆動制御回路４０に供給する。すなわち、図９の下段に示すように、センサ信号Ｈ１に対しては位相ずれ量ｄＨ１’＝ｄＨ１－ｄＡｖに基づき補正した補正センサ信号Ｈ１’を出力し、センサ信号Ｈ２に対しては位相ずれ量ｄＨ２’＝ｄＨ２－ｄＡｖに基づき補正した補正センサ信号Ｈ２’を出力し、センサ信号Ｈ３に対しては位相ずれ量ｄＨ３’＝ｄＨ３－ｄＡｖに基づき補正した補正センサ信号Ｈ３’を出力する。

[0074] さらに、本実施の形態では、位相ずれ補正部３８４が、平均相間位相ずれデータｄＡｖを用いて、位相ずれデータｄＰを補正し、補正した位相ずれデータｄＰａとして駆動制御回路４０に供給する。すなわち、位相ずれ補正部３８４は、位相ずれ算出部３３２からの位相ずれデータｄＰに対して、補正位相ずれデータｄＰａ＝ｄＰ－ｄＡｖとなるように補正する。

[0075] 以上のように、本実施の形態の位相ずれ検出装置３０４は、相間ずれ検出部３７４が、センサ信号Ｈｓどうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値である平均相間位相ずれデータｄＡｖを算出する。そして、位相ずれ補正部３８４は、位相ずれ算出部３３２が算出した位相ずれデータｄＰを、平均相間位相ずれデータｄＡｖを用いて補正して出力する構成である。さらに、センサ信号Ｈｓ

のそれぞれも、センサ信号補正部３６４により平均相間位相ずれデータｄＡｖを用いて補正される。そして、駆動制御回路４０は、相間位相ずれに基づき補正された補正位相ずれデータｄＰａおよび補正センサ信号Ｈｓ’を用いて巻線１１を駆動する駆動波形を生成する。

[0076] このような構成とすることにより、位相ずれデータｄＰは、センサ信号Ｈｓ位相ずれの平均値からの相対誤差に置き換えられることになる。このような補正位相ずれデータｄＰａに基づきセンサ信号Ｈｓの位相を補正した信号のタイミングで、以下で説明する駆動波形を出力することにより、駆動波形のひずみを小さく抑えることが可能となる。

[0077] なお、以上の説明では機能ブロックにより位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。しかし、センサ信号Ｈｓどうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値を用いて、モータ駆動の位相のずれ量を補正し出力する位相ずれ検出方法によっても、同様の効果を有しながら、同様に位相ずれを検出できる。このような位相ずれ検出方法は、例えば以下で説明するマイコンなどを用いることによって容易に実施できる。

[0078] また、本実施の形態では実施の形態２と同様の手法により算出した位相ずれデータｄＰを補正するような構成例を挙げて説明したが、実施の形態１あるいは実施の形態３と同様の手法により算出した位相ずれデータｄＰに対して適用することも可能である。

[0079] （実施の形態５）

図１０は、本発明の実施の形態５における位相ずれ検出装置５１を含むブラシレスモータのブロック図である。図１に示した実施の形態１の構成との比較において、図１０に示すブラシレスモータは、モータ駆動装置５０に備えた位相ずれ検出装置５１がさらに測定期間制御部３５を有している。なお、図１と同様の構成要素については同一の符号を付しており詳細な説明は省略する。

[0080] 測定期間制御部３５は、モータ１０の駆動動作期間中において、無駆動の

期間を設けるように駆動制御回路４０を制御する。位相ずれ検出装置５１は、この無駆動の期間を利用して誘起電圧を取り込み、測定信号Ｍｓを生成する。特に、本実施の形態では、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の無駆動の期間を測定期間として設けていることを特徴としている。測定期間制御部３５は、モータ１０の駆動を遮断するように駆動制御回路４０を制御することで、駆動中に微小期間だけ無駆動となるような測定期間を生成している。

[0081] 図１１は、本発明の実施の形態５における位相ずれ検出装置５１での測定信号Ｍｓと位置検出信号Ｒｄとの波形を示す図である。図１１の上段の波形は測定信号Ｍｓを示し、図１１の下段の波形は位置検出信号Ｒｄを示している。本実施の形態では、測定期間を設けるために、モータ１０の駆動動作期間中において、部分的に駆動を遮断する。このため、駆動出力端Ｄｗの電圧波形となる測定信号Ｍｓは、通電信号と誘起電圧とのそれぞれを含む波形となる。すなわち、図１１に示すように、測定信号Ｍｓには、インバータ２１からの通電信号Ｕと、無駆動の期間に巻線１１から生じる誘起電圧Ｂｕとが含まれる。

[0082] 図１１では、まず、位相のずれを検出するための期間として、期間幅Ｔｍｓの位相ずれ検出期間を設けた一例を示している。そして、位相ずれ検出期間において、測定期間制御部３５の制御により、モータ１０の駆動と無駆動とを繰り返す部分駆動を実行している。無駆動の測定期間として、例えば、位置検出信号Ｒｄの立上り時間ｔ０の前となる時間ｔ００から、後となる時間ｔ０１にかけての所定の期間幅Ｔｍの測定期間を設けている。さらに、無駆動の測定期間として、例えば、位置検出信号Ｒｄの立下り時間ｔ１の前となる時間ｔ１０から、後となる時間ｔ１１にかけての所定の期間幅Ｔｍの測定期間を設けている。そして、位相ずれ検出期間中、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りそれぞれに対してこのような測定期間を設けている。この測定期間中は通電されないため、巻線１１から図１１に示すように、正弦波状の波形の一部となる誘起電圧Ｂｕが生じる。一方、測定期間以外の期間幅

Ｔｄｒの期間は、測定信号Ｍｓに通電信号Ｕによる電圧波形が生じる。

[0083] 測定期間制御部３５は、位置検出信号Ｒｄに基づき測定期間を示す測定期間信号Ｃｍを生成し、駆動制御回路４０に供給する。駆動制御回路４０は、測定期間信号Ｃｍに従って、測定期間を示す期間中は、駆動パルス信号Ｐｗｍの出力を停止する。これによって、測定期間中、インバータ２１からモータ１０への通電が停止する。

[0084] レベル差算出部３２は、このような測定期間中における位置検出信号Ｒｄの立上りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベル Ｌｒと、立下りタイミングでの測定信号Ｍｓのレベル Ｌｆとを検出して、レベル差データｄＬを生成する。

[0085] 以上説明したように、本実施の形態の位相ずれ検出装置５１は、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅Ｔｍの測定期間を設け、測定期間中は、モータ１０の駆動を遮断する構成である。これにより、モータ１０を回転駆動させながら、位置ずれを検出することが可能となり、位相のずれを検出するような特別な期間を設ける必要もない。また、例えば、本実施の形態のような部分駆動しなかった場合には、モータ単体の場合、モータ駆動オフの後、モータ回転速度が急激に低下するために、正確な値を検知することができない。したがって、通常、なんらかのイナーシャを接続した状態で計測を行う必要がある。これに対し、本実施の形態のように部分駆動した場合には、イナーシャを接続した状態でなくても、すなわちモータ単体であっても、モータ駆動オフの後、モータ回転速度の低下が小さい。このため、本実施の形態のような部分駆動を行うことによって、正確な値を検知することができる。

[0086] なお、本実施の形態ではモータ１０を回転駆動させながら、位置ずれを検出することが可能であるため、位相ずれ検出装置５１により検出した位相ずれデータｄＰを用いてモータ１０を駆動する駆動位相を補正して、さらに、このような位相ずれ検出の動作を繰り返すような構成とすることも可能である。このような構成とすることにより、位相ずれ検出値の誤差をより小さく

抑えることができる。

[0087] また、本実施の形態では、図１に示した実施の形態１の構成に測定期間制御部３５をさらに加えたような構成例を挙げて説明した。しかし、図３に示した実施の形態２の構成、図６に示した実施の形態３の構成、あるいは図８に示した実施の形態４の構成に測定期間制御部３５をさらに加えた構成とすることも可能であり、同様の効果を得ることができる。

[0088] また、以上の説明では機能ブロックにより位置ずれを検出する構成例を挙げて説明した。しかし、位置検出信号の立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の測定期間を設け、測定期間中は、モータの駆動を遮断する手順を備える位相ずれ検出方法によっても、同様の効果を有しながら、同様に位置ずれを検出できる。このような位相ずれ検出方法は、例えば以下で説明するマイコンなどを用いることによって容易に実施できる。

[0089] （実施の形態６）

図１２は、本発明の実施の形態６におけるモータ駆動装置を含むブラシレスモータ７０の断面の構造を示す図であり、図１３および図１４は、ブラシレスモータ７０の内部を上面から示した図である。また、図１５は、本発明の実施の形態６におけるモータ駆動装置を含むブラシレスモータ７０のブロック図である。本実施の形態では、３相それぞれに対して位相のずれを検出する位相ずれ検出装置を備えたモータ駆動装置の例を挙げて、ブラシレスモータ７０の詳細な構成について説明する。なお、図１０と同様の構成要素については同一の符号を付しており詳細な説明は省略する。また、本実施の形態では、ロータがステータの内周側に回転自在に配置されたインナロータ型のブラシレスモータの例を挙げて説明する。

[0090] 図１２に示すように、ブラシレスモータ７０は、ステータ７１、ロータ７２、回路基板７３およびモータケース７４を備えている。モータケース７４は密封された円筒形状の金属で形成されており、ブラシレスモータ７０は、このようなモータケース７４内にステータ７１、ロータ７２および回路基板

７３を収納した構成である。モータケース７４は、ケース本体７４ａとケース蓋７４ｂとで構成され、ケース本体７４ａにケース蓋７４ｂを装着することで略密封されたモータケース７４となる。

[0091] 図１２において、ステータ７１は、ステータ鉄心７５に相ごとの巻線１１を巻回して構成される。本実施の形態でも、互いに１２０度位相が異なるＵ相、Ｖ相、Ｗ相とする３つの相に区分した巻線１１をステータ鉄心７５に巻回した一例を挙げて説明する。ステータ鉄心７５は、内周側に突出した複数の突極を有している。また、ステータ鉄心７５の外周側は概略円筒形状であり、その外周がケース本体７４ａに固定されている。

[0092] ステータ７１の内側には、空隙を介してロータ７２が挿入されている。ロータ７２は、ロータフレーム７７の外周に円筒形状の永久磁石７８を保持し、軸受７９で支持された回転軸７６を中心に回転自在に配置される。すなわち、ステータ鉄心７５の突極の先端面と永久磁石７８の外周面とが対向するように配置されている。

[0093] さらに、このブラシレスモータ７０には、各種の回路部品１３を実装した回路基板７３がモータケース７４の内部に内蔵されている。これら回路部品１３によって、図１５に示すモータ駆動装置５２が構成される。また、回路基板７３には、ロータ７２の回転位置を検出するために、ホール素子などによる位置センサ１２も実装されている。ステータ鉄心７５には支持部材８１が装着されており、回路基板７３は、この支持部材８１を介してモータケース７４内に固定される。そして、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相それぞれの巻線１１の端部が引出線１１ａとしてステータ７１から引き出されており、回路基板７３にそれぞれの引出線１１ａが接続されている。

[0094] このような構成とするため、まず、ステータ７１をケース本体７４ａの内部に挿入してケース本体７４ａの内面に固定し、次に、ロータ７２、回路基板７３をケース本体７４ａの内部に収納した後、ケース蓋７４ｂをケース本体７４ａに固着する。この手順で、位置センサ１２やモータ駆動装置５２を内蔵したブラシレスモータ７０が形成される。このように、ブラシレスモー

タ７０は、ステータ７１とロータ７２とを含むモータ１０、位置センサ１２およびモータ駆動装置５２を一体化した構成である。

[0095] 図１３および図１４は、ブラシレスモータ７０の内部を上面から示した図である。なお、図１３および図１４では、巻線１１を巻回していな状態でのステータ鉄心７５を示している。また、図１３は、ステータ鉄心７５と永久磁石７８との配置関係を示し、図１４は、ステータ鉄心７５と回路基板７３との配置関係を示している。

[0096] まず、図１３に示すように、ステータ鉄心７５は、環状のヨーク７５ａと、突極としてのそれぞれのティース７５ｂとで構成されている。本実施の形態では、突極数を１２極とした１２個のティース７５ｂを有する一例を挙げている。このようなステータ鉄心７５の外周が、ケース本体７４ａの内面に固着される。また、ティース７５ｂのそれぞれは、内周側へと延伸して突出するとともに、ティース７５ｂ間の空間であるスロットを形成しながら周方向に等間隔で配置されている。また、ティース７５ｂは、それぞれＵ相、Ｖ相、W相のいずれかに順番に対応づけられている。そして、Ｕ相のティース７５ｂにはＵ相の巻線１１ｕが巻回され、Ｖ相のティース７５ｂにはＶ相の巻線１１ｖが巻回され、W相のティース７５ｂにはW相の巻線１１ｗが巻回される。

[0097] また、このような１２個のティース７５ｂの先端部と対面して、内周側にロータ７２が配置される。ロータ７２が保持する永久磁石７８は、Ｓ極とＮ極とが交互に配置されるように、周方向に等間隔で着磁されている。本実施の形態の永久磁石７８は、図１３に示すように、Ｓ極とＮ極とを一対として４対、すなわち、周方向に磁極数が８極となるように着磁されている。以上のように、ブラシレスモータ７０は、８極１２スロットの構成である。

[0098] 次に、図１４に示すように、回路基板７３上には、各種の回路部品１３とともに、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗが実装されている。位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗは、円筒形状の永久磁石７８の一端面に対向するように、回路基板７３上に配置されている。また、回路基板７３上において、

位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗはそれぞれに、Ｕ相、Ｖ相、W相に対応するティース７５ｂの延伸方向側に配置される。これにより、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗは、それぞれＵ相、Ｖ相、W相に対応して永久磁石７８の磁極を検出する。

[0099] なお、本実施の形態のように１０極１２スロットの構成とした場合、詳細な説明は省略するが、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗを、それぞれ機械角での１２０度間隔で配置することにより、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗからは、それぞれ電気角で１２０度の位相が異なるＵ相、Ｖ相、W相のセンサ信号Ｈｓを得ることができる。すなわち、図１４に示すように、ｕ軸上に沿って位置センサ１２ｕをＵ相のティース７５ｂに対向させ、ｖ軸上に沿って位置センサ１２ｖをＶ相のティース７５ｂに対向させ、ｗ軸上に沿って位置センサ１２ｗをW相のティース７５ｂに対向させて配置する。これによって、図１３を参照すれば分かるように、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗは、永久磁石７８の磁極に対して、電気角で１２０度ごとにずれるように配置されるため、位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗからＵ相、Ｖ相、W相の回転位置が検出できる。

[0100] 以上のように構成されたブラシレスモータ７０に対して、外部から電源電圧や制御信号を供給することにより、回路基板７３の駆動制御回路やインバータなどによって巻線１１に駆動電流が流れ、ステータ鉄心７５から磁界が発生する。そして、ステータ鉄心７５からの磁界と永久磁石７８からの磁界とにより、それら磁界の極性に応じて吸引力および反発力が生じ、これらの力によって回転軸７６を中心にロータ７２が回転する。

[0101] 次に、回路基板７３上に実装された位置センサ１２やモータ駆動装置５２について説明する。

[0102] 図１５に示すように、モータ駆動装置５２は、駆動制御回路４０とインバータ２１と位相ずれ検出装置５３とを備えた構成である。ここで、３相それぞれに対して位相のずれを検出するため、位相ずれ検出装置５３は、駆動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗそれぞれにバイアス電圧Ｖｂを印加するとともに、駆

動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗそれぞれに生じる誘起電圧から各相に対応した測定信号Ｍｓを生成している。そして、位相ずれ検出装置５３は、相ごとに、実施の形態１～５と同様にして、測定信号Ｍｓと位置検出信号Ｒｄとを用いてレベル差データｄＬを生成し、レベル差データｄＬから位相ずれデータｄＰを生成して、駆動制御回路４０に供給している。

[0103] 駆動制御回路４０は、図１５に示すように、回転制御部４１、駆動波形生成部４２、ＰＷＭ回路４３、位置データ生成部４５、位相制御部４６、補正データ生成部４７、補正データ記憶部４８および検出位置補正部４９を備える。

[0104] 外部の上位器などからの回転指令データＲｒは、回転制御部４１に通知される。また、回転制御部４１には、位置データ生成部４５で生成された検出位置データＤｐが通知される。詳細については以下で説明するが、検出位置データＤｐは、基本的にはセンサ信号Ｈｓに基づくロータ７２の回転位置を示すデータである。回転制御部４１は、回転指令データＲｒと検出位置データＤｐとに基づき、巻線１１への駆動量を示す回転制御データＤｄを生成する。

[0105] 具体的には、ブラシレスモータ７０を速度制御する場合、回転制御部４１は、速度指令を示す回転指令データＲｒと、検出位置データＤｐから微分演算などにより算出した検出速度データとの速度偏差を求める。そして、回転制御部４１は、速度指令に従った実速度となるように、速度偏差に応じたトルク量を示す回転制御データＤｄを生成する。また、ブラシレスモータ７０を位置制御する場合には、回転制御部４１は、位置指令を示す回転指令データＲｒと検出位置データＤｐとの位置偏差を求め、位置指令に従った位置となるように、位置偏差に応じたトルク量を示す回転制御データＤｄを生成する。回転制御部４１は、このような回転制御データＤｄを駆動波形生成部４２に供給する。

[0106] 駆動波形生成部４２は、巻線１１を駆動するための波形信号Ｗｄを相ごとに生成し、生成した波形信号ＷｄをＰＷＭ回路４３に供給する。巻線１１を

正弦波駆動する場合には波形信号Ｗｄは正弦波信号であり、巻線１１を矩形波駆動する場合には波形信号Ｗｄは矩形波信号である。また、波形信号Ｗｄの振幅は、回転制御データＤｄに応じて決定される。そして、波形信号ＷｄをＰＷＭ回路４３に供給するタイミングは、波形信号Ｗｄに基づいて巻線１１を駆動する基準タイミングとなる。この基準タイミングは、位相制御部４６からの位相制御データＤｔｐに応じて決定される。この基準タイミングに対して進み方向の位相がいわゆる進角、遅れ方向の位相が遅角である。なお、位相ずれ検出装置５３を実施の形態４で説明した構成とすることにより、波形信号Ｗｄに基づく巻線１１への駆動波形のひずみが小さくなるように、各相の基準タイミングが適切に設定される。

[0107] ＰＷＭ（Ｐｕｌｓｅ Ｗｉｄｔｈ Ｍｏｄｕｌａｔｉｏｎ）回路４３は、駆動波形生成部４２から相ごとに供給された波形信号Ｗｄを変調信号として、それぞれにパルス幅変調を行う。ＰＷＭ回路４３は、このように波形信号Ｗｄでパルス幅変調したパルス列の信号である駆動パルス信号Ｐｗｍを、インバータ２１に供給する。また、ＰＷＭ回路４３には、位相ずれ検出装置５３から測定期間を示す測定期間信号Ｃｍが供給されている。ＰＷＭ回路４３は、測定期間信号Ｃｍに従って、測定期間を示す期間中は、駆動パルス信号Ｐｗｍの出力を停止する。これによって、測定期間中、インバータ２１からモータ１０への通電が停止され、位相ずれ検出装置５３は、この測定期間を利用して位相のずれを検出する。

[0108] インバータ２１は、駆動パルス信号Ｐｗｍに基づいて、相ごとに巻線１１への通電を行い、巻線１１を駆動する。ここで、駆動パルス信号Ｐｗｍは波形信号Ｗｄをパルス幅変調した信号であるため、各スイッチ素子がこのようにオンオフされることにより、波形信号Ｗｄに応じた駆動電流でそれぞれの巻線１１が通電される。

[0109] 以上のような構成により、回転指令データＲｒに従ってロータ７２の回転速度や回転位置を制御するフィードバック制御ループが形成される。

[0110] 次に、検出位置データＤｐや位相制御データＤｔｐを生成するための詳細

な構成について説明する。特に、ブラシレスモータ７０は、回路基板７３上での位置センサ１２ｕ、１２ｖ、１２ｗの実装位置ずれ、あるいは回路基板７３のケース本体７４ａへの装着位置ずれなどによる位置検出への影響を補償するため、位相ずれ検出装置５３を備えるとともに、検出位置を補正する機能も備えている。

[0111] まず、位相ずれ検出装置５３で生成された位相ずれデータｄＰは、補正データ生成部４７に供給される。ここで、本実施の形態では、位相ずれ検出装置５３および補正データ生成部４７には、外部の上位器などから、補正データＤｃの生成を指示する生成指示信号Ｓｇが通知される。位相ずれ検出装置５３は、生成指示信号Ｓｇにより補正データＤｃの生成を指示されると、測定期間を示す測定期間信号Ｃｍを出力するとともに、位相ずれデータｄＰを生成して、補正データ生成部４７に供給する。そして、補正データ生成部４７は、位置センサ１２の位置ずれなどによる位置検出への影響を補償するため、位相ずれデータｄＰを用いて補正データＤｃを生成する。補正データ生成部４７は、生成した補正データＤｃを補正データ記憶部４８に保存する。

[0112] また、検出位置補正部４９は、位置センサ１２から供給されるセンサ信号Ｈｓと補正データ記憶部４８が記憶する補正データＤｃとを用いて、補正された検出位置を示す補正位置信号Ｓｔを生成する。すなわち、検出位置補正部４９は、まず、位置センサ１２から供給される３つのセンサ信号Ｈｓそれぞれに対して、補正データＤｃに応じたタイミングとなるように補正し、この補正により生成した補正位置信号Ｓｔを出力する。補正位置信号Ｓｔは、位置データ生成部４５および位相制御部４６に供給される。

[0113] 位置データ生成部４５は、３つの補正位置信号Ｓｔを用いて検出位置データＤｐを生成する。位置データ生成部４５は、このように生成した検出位置データＤｐを回転制御部４１に供給する。

[0114] 位相制御部４６は、補正位置信号Ｓｔのタイミングに基づいて、駆動波形生成部４２に供給する位相制御データＤｔｐを生成する。すなわち、駆動波形生成部４２は、補正された検出位置に基づくタイミングで波形信号Ｗｄを

ＰＷＭ回路４３に供給することになる。これによって、モータ１０は、位相のずれを補正したタイミングで駆動されることになる。

[0115] なお、補正データ生成部４７と検出位置補正部４９と位相制御部４６とにより、位相ずれ検出装置５３の位相ずれ算出部３３で算出した位相のずれ量に基づき、モータ駆動の位相のずれを補正する駆動位相補正部５４が構成される。

[0116] 以上説明したように、ブラシレスモータ７０は、位置センサ１２の位置ずれを補正した検出位置に基づき回転駆動される。

[0117] 次に、このような補正データＤｃや補正位置信号Ｓｔを生成する詳細な動作について説明する。

[0118] 図１６は、位置センサ１２それぞれが正規の状態で配置された場合において、無駆動の状態でロータ７２が回転するときの、誘起電圧とセンサ信号Ｈｓとのタイミングを示す図である。ここで、位置センサ１２が正規の状態で配置された場合、ステータ７１と位置センサ１２とは図１４で示したような配置関係にある。図１６の上段の波形は、このような条件における駆動出力端Ｄｕ、Ｄｖ、Ｄｗそれぞれに生じるＵ相、Ｖ相、Ｗ相の誘起電圧の波形例を示している。また、図１６の下段の波形は、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相のセンサ信号Ｈｓそれぞれの波形例を示している。

[0119] 上述したように、無駆動の状態でロータ７２が回転すると、この回転による永久磁石７８の磁極変化により、巻線１１には誘起電圧が生じることになる。また、誘起電圧の位相は、ステータ鉄心７５を配置した位置と永久磁石７８の回転位置とに対応している。図１６の上段の波形は、このような誘起電圧を示している。

[0120] 一方、センサ信号Ｈｓの位相は、位置センサ１２を配置した位置と永久磁石７８の回転位置とに対応する。このため、回転による永久磁石７８の磁極変化により、位置センサ１２は、図１６のようなパルス状のセンサ信号Ｈｓを出力する。図１６では、位置センサ１２が永久磁石７８のＳ極を検出しているときにＨレベル、Ｎ極を検出しているときにＬレベルを出力するような

一例を示している。ここで、Ｕ相、Ｖ相、W相それぞれのレベルを組み合わせたパターンは、６パターンを１周期として繰り返していることが分かる。すなわち、この６パターンを利用して、永久磁石７８のＮＳ極一対の円弧長を６つに分解した分解能で位置検出できる。位置データ生成部４５は、このような原理を利用して検出位置データＤｐを生成している。また、図１６に示すセンサ信号Ｈｓのパルスの立上り、あるいは立下りのタイミングを利用して、上述したような巻線１１を駆動する基準タイミングとしている。なお、具体的には次に説明するように、センサ信号Ｈｓのタイミングを補正したタイミング、すなわち、補正位置信号Ｓｔに基づくタイミングを基準タイミングとしている。

[0121] 以上のように、ステータ鉄心７５に対して位置センサ１２が正しく配置されている場合、例えば基準とするような所定の回転数において、誘起電圧の位相とセンサ信号Ｈｓの位相とは一定な位相関係となる。図１６では、誘起電圧が、その中心電圧でゼロクロスするタイミングでの位相に対して、センサ信号Ｈｓの立下りの位相が、例えば回路素子などの遅延により時間Ｔｓだけ遅れるような一例を示している。

[0122] 次に、位置センサ１２に位置ずれが生じた場合について説明する。

[0123] 図１７は、このような位置ずれの例として、回路基板７３上に実装された位置センサ１２ｕの実装位置ずれが生じた場合の一例を示す図である。ここで、位置センサ１２ｕは、正規のｕ軸からｕ’軸へと位置ずれした例を示している。

[0124] また、図１８は、位置センサ１２ｕが図１７のように位置ずれして配置された場合において、無駆動の状態でロータ７２が回転するときの、誘起電圧とセンサ信号Ｈｓとのタイミングを示す図である。図１８の上段の波形は、Ｕ相、Ｖ相、W相それぞれの誘起電圧の波形例を示している。また、図１８の下段の波形は、Ｕ相、Ｖ相、W相それぞれのセンサ信号Ｈｓの波形例を示している。ここで、誘起電圧の位相はステータ鉄心７５の位置と永久磁石７８の回転位置とに対応しているため、誘起電圧は位置センサ１２の位置ずれ

に影響されない。したがって、図１８の上段の波形は図１６の上段の波形と同じである。一方、センサ信号Ｈｓの位相は、位置センサ１２の位置と永久磁石７８の回転位置とに対応しているため、例えば位置センサ１２ｕが位置ずれすると、図１８に示すように、誘起電圧の位相に比べて、Ｕ相のセンサ信号Ｈｓの位相が時間Ｔｄだけずれることになる。すなわち、図１８のＵ相の場合、正規の誘起電圧との位相差Ｔｓよりも、さらに位相（Ｔｄ－Ｔｓ）だけ遅れている。このことより、位置センサ１２の位置ずれは、誘起電圧とセンサ信号Ｈｓとの位相差に対応していることが分かる。

[0125] 位相ずれ検出装置５３から出力される位相ずれデータｄＰも、誘起電圧とセンサ信号Ｈｓとの位相差に基づき生成されている。そして、位相ずれデータｄＰが示す位相のずれ量が正規の位相となるように補正することにより、位置センサ１２の位置ずれによる影響を抑制したセンサ信号としての補正位置信号Ｓｔを得ることができる。

[0126] なお、図１７および図１８では、回路基板７３上で１つの位置センサ１２ｕの実装位置がずれた場合の一例を示した。しかし、回路基板７３の支持部材８１への装着位置がずれた場合には、例えば、図１８のＵ相、Ｖ相、Ｗ相それぞれのセンサ信号Ｈｓの位相が時間Ｔｄだけ遅れるようにずれたり、またこれとは逆方向の実装位置ずれの場合には位相が進んだりすることになる。

[0127] 以上のような位置センサ１２の実装位置ずれや回路基板７３の装着位置ずれによるセンサ信号Ｈｓの位相ずれを補正するため、補正データ生成部４７は、生成指示信号Ｓｇにより補正データの生成を指示されると、位相ずれデータｄＰに基づき位相ずれを補正するための補正データＤｃを生成し、補正データ記憶部４８に記憶させる。また、検出位置補正部４９は、このような補正データＤｃを用いて、センサ信号Ｈｓの位相を補正し、補正位置信号Ｓｔを出力する。そして、位置データ生成部４５は、補正位置信号Ｓｔを用いて検出位置データＤｐを生成する。また、位相制御部４６は、補正位置信号Ｓｔのタイミングに基づいて生成した位相制御データＤｔｐを駆動波形生成

部４２に供給する。これによって、補正されたセンサ信号に基づくタイミングで巻線１１が駆動されることになる。

[0128] そして、本実施の形態では、ブラシレスモータ７０が、実施の形態１、実施の形態２、実施の形態３、実施の形態４あるいは実施の形態５と同様の手法を用いた位相ずれ検出装置５３を備えた構成である。このため、ブラシレスモータ７０によれば、位置センサ１２の位置ずれがあっても、位置ずれを精度よく検出し、位置ずれによるトルクの低下など、位置検出センサの位置ずれによる影響を簡易な構成で精度よく抑制できる。

[0129] さらに、実施の形態５で説明したように、位置検出信号Ｒｄの立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけて測定期間を設けることにより、モータ１０を回転駆動させながら、位置ずれを検出することが可能となる。このため、補正データＤｃを生成するタイミングとして、ブラシレスモータ７０の出荷時に行い、標準の補正データとして記憶しておくことに加えて、例えばモータ立上げ時や、さらにはモータ稼動中などに図１１で示した位相ずれ検出期間を設けて、補正データＤｃを生成するような構成も可能である。すなわち、本実施の形態の構成によれば、ブラシレスモータ７０内において、完結して補正データＤｃを生成することが可能であるため、例えば経年変化などによって位置センサ１２の実装位置がずれたり、ステータ鉄心７５に対して回路基板７３の位置がずれたりしても、位置ずれを補正することができる。

[0130] （実施の形態７）

図１９は、本発明の実施の形態７におけるモータ駆動装置５５を含むブラシレスモータ８０のブロック図である。本実施の形態のブラシレスモータ８０は、図１５で示したブラシレスモータ７０と比較して、制御や演算処理などを行う各部をマイクロコンピュータ（以下、マイコンと呼ぶ）５６により構成している。すなわち、実施の形態６における回転制御部４１、駆動波形生成部４２、ＰＷＭ回路４３、位置データ生成部４５、位相制御部４６、補正データ生成部４７および検出位置補正部４９の駆動制御回路の機能と、レ

ベル差算出部３２、位相ずれ算出部３３および測定期間制御部３５の位相ずれ検出装置の機能とは、メモリなどに記憶されたプログラムをマイコン５６が読込み、実行することで実現される。また、補正データＤｃはマイコン５６内のメモリ５７に記憶される。なお、ブラシレスモータ８０の構造としては実施の形態６と同様であり、実施の形態１～６と同一の符号を付した構成要素は同一の機能を有している。さらに、このようなマイコン５６は、回路部品１３の１つとして回路基板７３上に実装され、このような回路基板７３がモータケース７４の内部に内蔵されている。

[0131] さらに、本実施の形態では、マイコン５６に内蔵したＡＤコンバータが測定信号Ｍｓのレベルを取り込み、レベルデータに変換するような構成としている。このような構成により、ＡＤコンバータによって誘起電圧に基づく測定信号Ｍｓのレベルを直接観測するため、ヒステリシスによる遅延の影響を受けず、位相ずれを正確に検出することができる。

[0132] また、図２０は、本実施の形態におけるブラシレスモータ８０の補正データＤｃを生成する処理の手順の一例を示すフローチャートである。外部の上位器などから、補正データＤｃの生成を指示する生成指示信号Ｓｇが通知されると、マイコン５６は、図２０に示すような手順に従って補正データＤｃを生成する処理を開始する。なお、以下、マイコン５６が実行する図２０の処理を、図１９に示す機能ブロックを用いながら説明する。

[0133] マイコン５６が補正データＤｃを生成する処理を開始すると、まず、回転制御部４１は、ロータ７２が目標の回転数となるように回転制御する（ステップＳ１００）。また、測定期間制御部３５は、センサ信号Ｈｓを用いて、ロータ７２の回転数を計測している。計測した回転数が目標の回転数になると次の処理に進む（ステップＳ１０２）。

[0134] すなわち、測定期間制御部３５は、ロータ７２の回転数が目標の回転数になると、測定期間を示す測定期間信号Ｃｍを生成し、ＰＷＭ回路４３に供給する。ＰＷＭ回路４３は、測定期間信号Ｃｍに従って、測定期間を示す期間中は、駆動パルス信号Ｐｗｍの出力を停止する。このような測定期間制御に

よって、インバータ２１が部分駆動される。（ステップＳ１０４）。この測定期間を利用して、マイコン５６は、例えば内蔵のＡＤコンバータなどを介して、センサ信号Ｈｓの立上りおよび立下り時点での測定信号Ｍｓのレベルを相ごとに検出する。そして、レベル差算出部３２によってレベル差データｄＬを算出する（ステップＳ１０６）。

[0135] この後、測定期間制御部３５は、部分駆動から通常駆動に切替える（ステップＳ１０８）。本実施の形態におけるブラシレスモータは、このような制御が可能であるため、モータ稼動中などにも位相ずれに対応したレベル差データｄＬを算出することができる。

[0136] 次に、マイコン５６において、位相ずれ算出部３３が位相ずれデータｄＰを算出（ステップＳ１１０）し、補正データ生成部４７が補正データＤｃを算出し（ステップＳ１１２）、算出した補正データＤｃをメモリ５７に保存する（ステップＳ１１４）。マイコン５６によるこのような処理によって、補正データＤｃが生成され、記憶される。

[0137] 以上説明した手順に従って処理を実行することにより、補正データＤｃを生成することができる。特に、図２０の手順に従った処理によれば、実施の形態６と同様に、ブラシレスモータ８０単体で完結して補正データＤｃを生成できる。このため、例えばブラシレスモータ８０の出荷時に補正データＤｃを生成できることに加えて、ブラシレスモータ８０を例えば電気機器などに組み込んだ場合でも補正データＤｃを生成できる。すなわち、例えばブラシレスモータ８０の振動が長時間加わることによって、回路基板７３の装着位置がずれるような不具合に対しても、本実施の形態によれば、位置ずれを補正でき、位置検出への影響を補償できる。なお、このような補正データＤｃを生成するタイミングとして、例えば、ブラシレスモータ８０を組み込んだ電気機器の電源立ち上げ時に実行したり、電気機器の定期検査の一環として実行したりすることができる。

[0138] 以上説明したように、本発明の位相ずれ検出装置は、パルス状の位置検出信号と、巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位

相のずれを検出する位相ずれ検出装置である。位置検出信号の立上りタイミングでの測定信号のレベルと、立下りタイミングでの測定信号のレベルとのレベル差を算出するレベル差算出部と、レベル差に基づき位相のずれ量を算出する位相ずれ算出部とを備えた構成である。

[0139] この構成により直線性に優れた位相ずれ情報が得られるため、簡易な構成で精度よくモータ駆動の位相のずれを検出することができる。

[0140] また、本発明の位相ずれ検出装置は、レベル差算出部が、位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数のレベル差を算出し、位相ずれ算出部が、複数のレベル差を用いて、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを算出する構成である。

[0141] また、本発明の位相ずれ検出装置は、位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを生成する取込タイミング生成部と取込タイミング生成部が生成するタイミングを制御するタイミング制御部とをさらに備える。レベル差算出部は、取込タイミング生成部が生成するタイミングで取り込んだ測定信号のレベル差を算出する。タイミング制御部は、レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、レベル差がゼロとなる方向に取込タイミング生成部が生成するタイミングを調整するよう制御する。そして、位相ずれ算出部は、調整したタイミングから位相のずれを算出する構成である。

[0142] このような構成により、誘起電圧の振幅の影響などを受けずに、簡易な構成でかつ精度よく駆動位相のずれを検出することができる。

[0143] また、本発明の位相ずれ検出装置は、誘起電圧から測定信号を生成する測定信号生成部をさらに備え、測定信号生成部が、誘起電圧から正弦波状の測定信号を生成する構成である。

[0144] この構成により、検出した位相のずれは、正弦波波形の変化量が大きい期間のレベル差に基づくとともに、そのレベル差は位相ずれに対してほぼ比例して変化するため、簡易に構成できることに加えて、精度良くモータ駆動の

位相のずれを検出できる。

[0145] また、本発明の位相ずれ検出装置は、相間ずれ検出部と、位相ずれ補正部とをさらに備えた構成である。相間ずれ検出部は、複数の磁極位置センサを備えている場合は、センサ信号どうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値である平均相間位相ずれ量を算出する。位相ずれ補正部は、位相ずれ算出部が算出した位相のずれ量を、平均相間位相ずれ量を用いて補正して出力する。

[0146] この構成により、各位相ずれデータは、センサ信号位相ずれの平均値からの相対誤差に置き換えられることになるため、駆動波形のひずみを小さく抑えることが可能となる。

[0147] さらに、本発明の位相ずれ検出装置は、位置検出信号の立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の測定期間を設け、測定期間中のみモータの駆動を遮断する構成である。

[0148] この構成により、モータを回転駆動させながら、位置ずれを検出することができる。このため、位相のずれを検出するような特別な期間を設ける必要はなく、例えば、経年変化で生じた位置ずれなども、電気機器などに組み込んだ状態で検出できる。

[0149] また、本発明のモータ駆動装置は、上記位相ずれ検出装置と、位相ずれ算出部で算出した位相のずれ量に基づき、モータ駆動の位相のずれを補正する駆動位相補正部とを備えた構成である。

[0150] この構成により、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを補正する機能を有したモータ駆動装置が実現できる。

[0151] また、本発明のブラシレスモータは、永久磁石を保持し、回転軸を中心として回転自在に配置されたロータと、複数の突極を有するステータ鉄心に相ごとの巻線を巻回したステータと、上記モータ駆動装置とを備えた構成である。

[0152] この構成により、簡易な構成でモータ駆動の位相のずれを補正する機能を有したブラシレスモータが実現できる。

[0153] また、本発明の位相ずれ検出方法は、パルス状の位置検出信号と、巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出方法である。本位相ずれ検出方法は、位置検出信号の立上りタイミングでの測定信号のレベルと、立下りタイミングでの測定信号のレベルとのレベル差を算出し、レベル差に基づき位相のずれ量を算出する。

[0154] この方法によっても、例えば局所的最小値を含む誘起電圧波形においての局所的最小値の位相などを検出する必要はないため、簡易にモータ駆動の位相のずれを検出することができる。

[0155] また、本発明の位相ずれ検出方法は、位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数のレベル差を算出し、複数のレベル差を用いて、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを算出する。

[0156] また、本発明の位相ずれ検出方法は、レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、レベル差がゼロとなる方向にレベル差を検出するタイミングを調整することで、レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを検出する。

[0157] このような方法によっても、誘起電圧の振幅の影響などを受けずに、簡易かつ精度よく駆動位相のずれを検出することができる。

[0158] また、本発明の位相ずれ検出方法は、測定信号を、誘起電圧から生成された正弦波状の信号としている。

[0159] このような方法によっても、検出した位相のずれは、正弦波波形の変化量が大きい期間のレベル差に基づくとともに、そのレベル差は位相ずれに対してほぼ比例して変化するため、簡易に構成できることに加えて、精度良くモータ駆動の位相のずれを検出できる。

[0160] また、本発明の位相ずれ検出方法は、センサ信号どうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値を用いて、モータ駆動の位相のずれ量を補正し出力する。

[0161] このような方法によっても、各位相ずれデータは、センサ信号位相ずれの

平均値からの相対誤差に置き換えられることになるため、駆動波形のひずみを小さく抑えることも可能となる。

[0162] また、本発明の位相ずれ検出方法は、位置検出信号の立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の測定期間を設け、測定期間中は、モータの駆動を遮断する。

[0163] このような方法によっても、モータを回転駆動させながら、位置ずれを検出することができる。このため、位相のずれを検出するような特別な期間を設ける必要はなく、例えば、経年変化で生じた位置ずれなども、電気機器などに組み込んだ状態で検出できる。

[0164] 以上、本発明の位相ずれ検出装置によれば、局所的最小値の位相などを検出する必要はなく、正弦波状の誘起電圧の２点のレベル差を利用して位相ずれを検出している。このため、位置検出センサの位置ずれがあっても、位置ずれを簡易な構成で精度よく検出できる。また本発明のモータ駆動装置およびブラシレスモータによれば、本位相ずれ検出装置を備えた構成であるため、位置ずれを簡易な構成で精度よく補正できる。また、本発明の位相ずれ検出方法によっても、局所的最小値の位相などを検出する必要はなく、正弦波状の誘起電圧の２点のレベル差を利用して位相ずれを検出しているため、位置検出センサの位置ずれがあっても、位置ずれを簡易な構成で精度よく検出できる。

[0165] また、本発明では、ＡＤコンバータによって誘起電圧のレベルを直接観測するため、ヒステリシスによる遅延の影響を受けず、位相ずれを正確に検出することができる。

産業上の利用可能性

[0166] 本発明の位相ずれ検出装置や位相ずれ検出方法は精度よくモータ駆動の位相のずれを検出することができ、またモータ駆動装置およびブラシレスモータは、簡易な構成で、かつ精度よくモータ駆動の位相のずれを補正することができるため、家電製品や電装品など、高出力で高効率かつ低騒音が求められるモータに有用である。

符号の説明

[0167] １０　モータ

１１ａ　引出線

１１，１１ｕ，１１ｖ，１１ｗ　巻線

１２，１２ｕ，１２ｖ，１２ｗ　位置センサ

１３　回路部品

２０，５０，５２，５５，２０２，２０３，２０４　モータ駆動装置

２１　インバータ

２２　スイッチ素子

２９　電源

３０，５１，５３，３０２，３０３，３０４　位相ずれ検出装置

３１　測定信号生成部

３２，３２２，３２３　レベル差算出部

３３，３３２，３３３　位相ずれ算出部

３５　測定期間制御部

４０　駆動制御回路

４１　回転制御部

４２　駆動波形生成部

４３　ＰＷＭ回路

４５　位置データ生成部

４６　位相制御部

４７　補正データ生成部

４８　補正データ記憶部

４９　検出位置補正部

５４　駆動位相補正部

５６　マイコン

５７　メモリ

７０，８０　ブラシレスモータ

７１　ステータ

７２　ロータ

７３　回路基板

７４　モータケース

７４ａ　ケース本体

７４ｂ　ケース蓋

７５　ステータ鉄心

７５ａ　ヨーク

７５ｂ　ティース

７６　回転軸

７７　ロータフレーム

７８　永久磁石

７９　軸受

８１　支持部材

３４２，３５３　取込タイミング生成部

３６３　タイミング制御部

３７４　相間ずれ検出部

３８４　位相ずれ補正部

請求の範囲

［請求項1］ モータに配置した磁極位置センサのセンサ信号に基づくパルス状の位置検出信号と、前記モータを駆動する巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出装置であって、

前記位置検出信号の立上りタイミングでの前記測定信号のレベルと、立下りタイミングでの前記測定信号のレベルとのレベル差を算出するレベル差算出部と、

前記レベル差に基づき位相のずれ量を算出する位相ずれ算出部とを備えたことを特徴とする位相ずれ検出装置。

［請求項2］ 前記レベル差算出部は、前記位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数の前記レベル差を算出し、

前記位相ずれ算出部は、前記複数のレベル差を用いて、前記レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから前記位相のずれを算出することを特徴とする請求項１に記載の位相ずれ検出装置。

［請求項3］ 前記位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを生成する取込タイミング生成部と、

前記取込タイミング生成部が生成するタイミングを制御するタイミング制御部とをさらに備え、

前記レベル差算出部は、前記取込タイミング生成部が生成するタイミングで取り込んだ前記測定信号のレベル差を算出し、

前記タイミング制御部は、前記レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、前記レベル差がゼロとなる方向に前記取込タイミング生成部が生成するタイミングを調整するよう制御し、

前記位相ずれ算出部は、前記調整したタイミングから位相のずれを算出することを特徴とする請求項１に記載の位相ずれ検出装置。

［請求項4］ 前記レベル差がゼロとなる方向に前記レベル差を検出するタイミング

を調整するフィードバックループを構成することで、前記レベル差がゼロとなるタイミングを求めることを特徴とする請求項３に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項5] 前記誘起電圧から前記測定信号を生成する測定信号生成部をさらに備え、前記測定信号生成部は、前記誘起電圧から正弦波状の前記測定信号を生成することを特徴とする請求項１に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項6] 前記モータは、３相で駆動されるそれぞれの前記巻線を有し、
前記測定信号生成部は、１つの相の前記巻線にバイアス電圧を印加するバイアス回路を備え、前記バイアス電圧を印加する前記巻線とは異なる他の相の前記巻線から生じる前記誘起電圧を前記測定信号として出力することを特徴とする請求項５に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項7] 前記モータは、３相で駆動されるそれぞれの前記巻線を有し、
前記測定信号生成部は、それぞれの相の前記巻線にバイアス電圧を印加するバイアス回路を備え、それぞれの相の前記巻線から生じる前記誘起電圧を前記測定信号として出力することを特徴とする請求項５に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項8] 前記センサ信号どうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値である平均相間位相ずれ量を算出する相間ずれ検出部と、
前記位相ずれ算出部が算出した位相のずれ量を、前記平均相間位相ずれ量を用いて補正して出力する位相ずれ補正部とをさらに備えことを特徴とする請求項１に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項9] 前記位置検出信号の立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の測定期間を設け、前記測定期間中は、前記モータの駆動を遮断することを特徴とする請求項１に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項10] 検出した前記位相のずれ量を用いて前記モータを駆動する駆動位相を補正して、さらに位相ずれ検出の動作を繰り返すことを特徴とする請

求項９に記載の位相ずれ検出装置。

[請求項11] 請求項１から１０のいずれか１項に記載の位相ずれ検出装置と、

前記位相ずれ算出部で算出した位相の前記ずれ量に基づき、モータ駆動の位相のずれを補正する駆動位相補正部とを備えたことを特徴とするモータ駆動装置。

[請求項12] 前記モータは、３相で駆動されるそれぞれの前記巻線、および各相に対応した前記磁極位置センサを有し、

前記位相ずれ算出部は、相ごとに前記位相のずれ量を算出し、

前記駆動位相補正部は、相ごとの前記位相のずれ量に基づき、相ごとに前記位相のずれを補正することを特徴とする請求項１１に記載のモータ駆動装置。

[請求項13] 前記駆動位相補正部は、前記磁極位置センサに基づく前記センサ信号のタイミングを補正することを特徴とする請求項１１に記載のモータ駆動装置。

[請求項14] 前記巻線を駆動するための波形信号を生成する駆動波形生成部と、

前記波形信号によりパルス幅変調した駆動パルス信号を生成するＰＷＭ回路と、

前記駆動パルス信号に基づいて前記巻線を通電するインバータとをさらに備え、

前記駆動波形生成部が生成した前記波形信号は、前記駆動位相補正部で補正された補正位置信号のタイミングで前記ＰＷＭ回路に出力されることを特徴とする請求項１３に記載のモータ駆動装置。

[請求項15] 永久磁石を保持し、回転軸を中心として回転自在に配置されたロータと、複数の突極を有するステータ鉄心に相ごとの前記巻線を巻回したステータと、

請求項１１に記載のモータ駆動装置とを備えたことを特徴とするブラシレスモータ。

[請求項16] モータに配置した磁極位置センサのセンサ信号に基づくパルス状の位

置検出信号と、前記モータを駆動する巻線からの誘起電圧に基づく測定信号とを用いて、モータ駆動の位相のずれを検出する位相ずれ検出方法であって、

前記位置検出信号の立上りタイミングでの前記測定信号のレベルと、立下りタイミングでの前記測定信号のレベルとのレベル差を算出し、前記レベル差に基づき位相のずれ量を算出することを特徴とする位相ずれ検出方法。

[請求項17] 前記位置検出信号の立上りタイミングおよび立下りタイミングを基準とし、その前後のタイミングにおける複数の前記レベル差を算出し、前記複数のレベル差を用いて、前記レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから前記位相のずれを算出することを特徴とする請求項１６に記載の位相ずれ検出方法。

[請求項18] 前記レベル差の符号によって位相の進みまたは遅れを検出すると同時に、前記レベル差がゼロとなる方向に前記レベル差を検出するタイミングを調整することで、前記レベル差がゼロとなるタイミングを求め、そのタイミングから位相のずれを検出することを特徴とする請求項１６に記載の位相ずれ検出方法。

[請求項19] 前記レベル差がゼロとなる方向に前記レベル差を検出するタイミングを調整するフィードバックループを構成することで、前記レベル差がゼロとなるタイミングを求めることを特徴とする請求項１８に記載の位相ずれ検出方法。

[請求項20] 前記測定信号は、前記誘起電圧から生成された正弦波状の信号であることを特徴とする請求項１６に記載の位相ずれ検出方法。

[請求項21] 前記モータは、３相で駆動されるそれぞれの前記巻線を有し、

１つの相の前記巻線にバイアス電圧を印加し、

前記バイアス電圧を印加する前記巻線とは異なる他の相の前記巻線から生じる前記誘起電圧を前記測定信号とすることを特徴とする請求項２０に記載の位相ずれ検出方法。

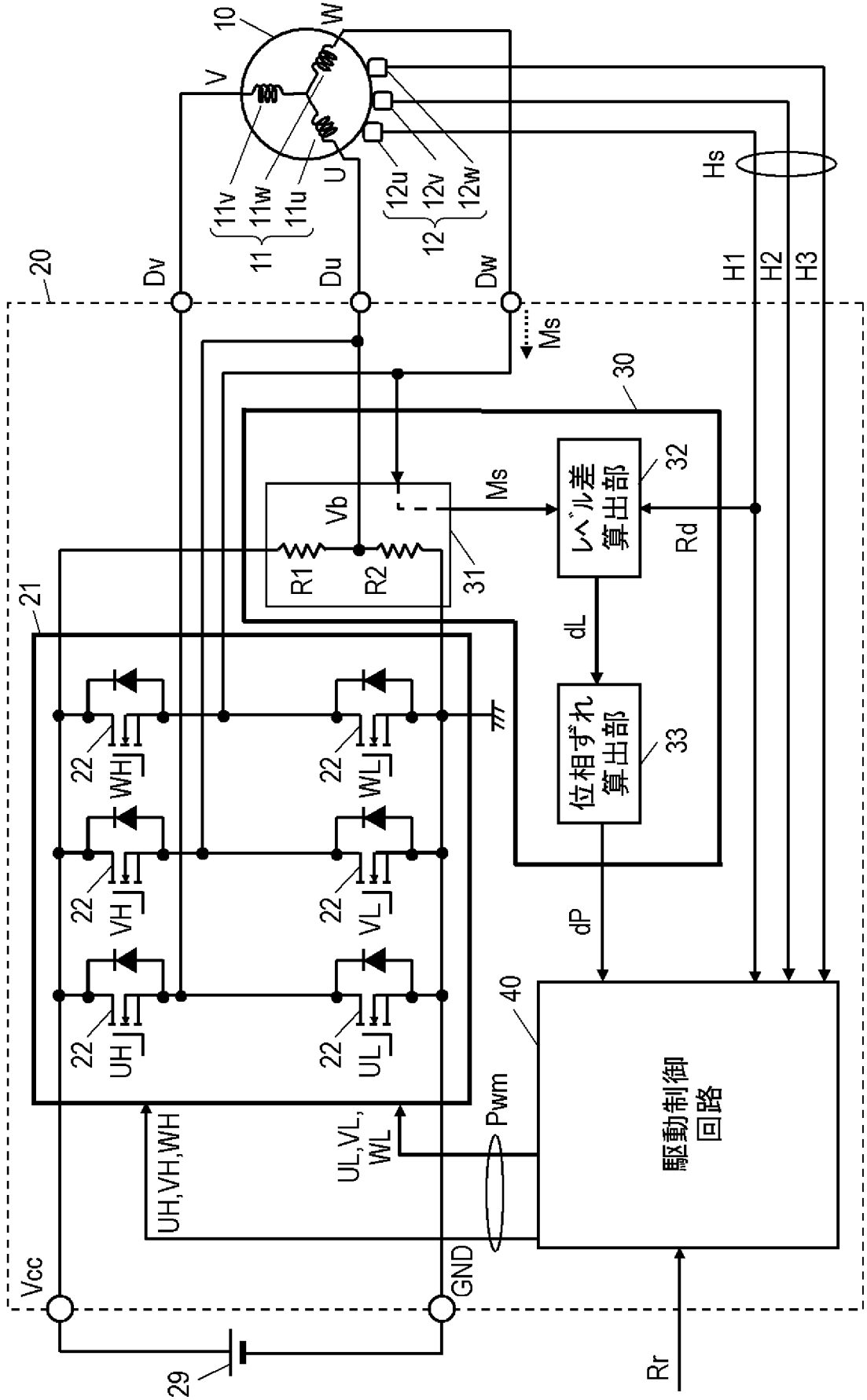
［請求項22］ 前記モータは、３相で駆動されるそれぞれの前記巻線を有し、
それぞれの相の前記巻線にバイアス電圧を印加し、
それぞれの相の前記巻線から生じる前記誘起電圧を前記測定信号とすることを特徴とする請求項２０に記載の位相ずれ検出方法。

［請求項23］ 前記センサ信号どうしの相間における位相ずれである相間位相ずれ量をそれぞれ検出し、検出した各相間位相ずれ量の平均値を用いて、モータ駆動の前記位相のずれ量を補正し出力することを特徴とする請求項１６に記載の位相ずれ検出方法。

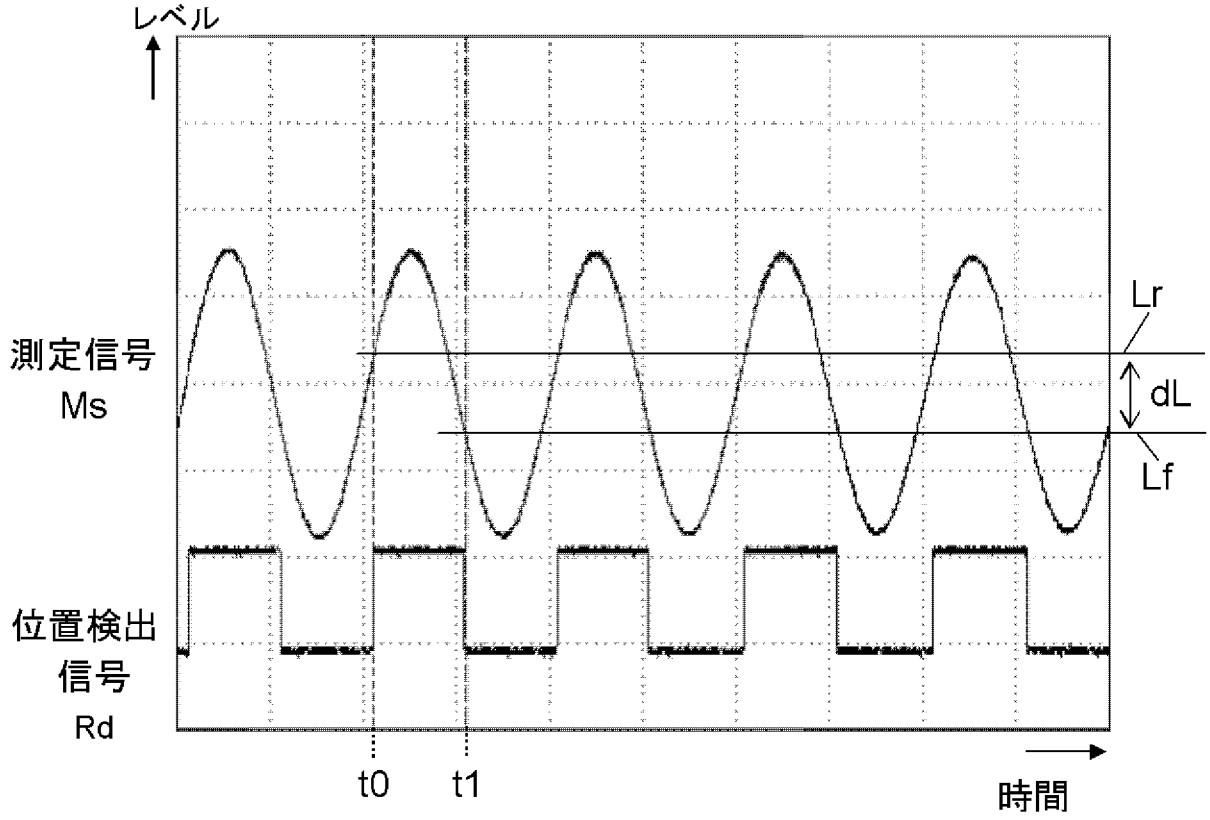
［請求項24］ 前記位置検出信号の立上りおよび立下りタイミングの前から後にかけての所定の期間幅の測定期間を設け、前記測定期間中は、前記モータの駆動を遮断することを特徴とする請求項１６に記載の位相ずれ検出方法。

［請求項25］ 検出した位相のずれ量を用いて前記モータを駆動する駆動位相を補正して、さらに位相ずれ検出の動作を繰り返すことを特徴とする請求項２４に記載の位相ずれ検出方法。

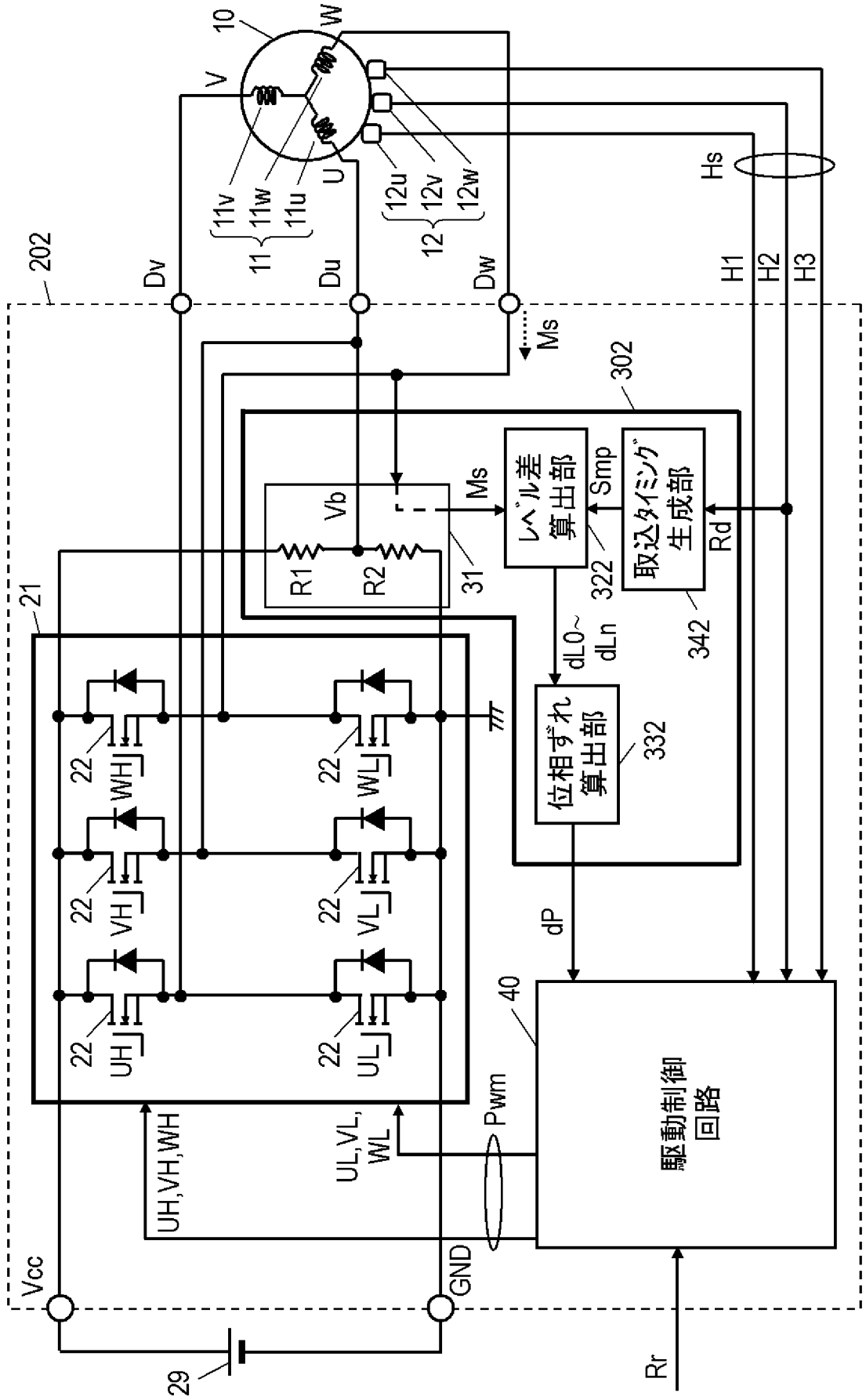
[図1]


10
V
W
U
11v
11w
11u
11
12u
12v
12w
12
Hs
H1
H2
H3
20
Dv
Du
Dw
Ms
30
Vb
R1
R2
31
レベル差算出部
32
Rd
dL
位相ずれ算出部
33
21
22
WH
WL
VH
VL
UH
UL
dP
40
駆動制御回路
Pwm
UL,VL,WL
UH,VH,WH
Vcc
GND
29
Rr

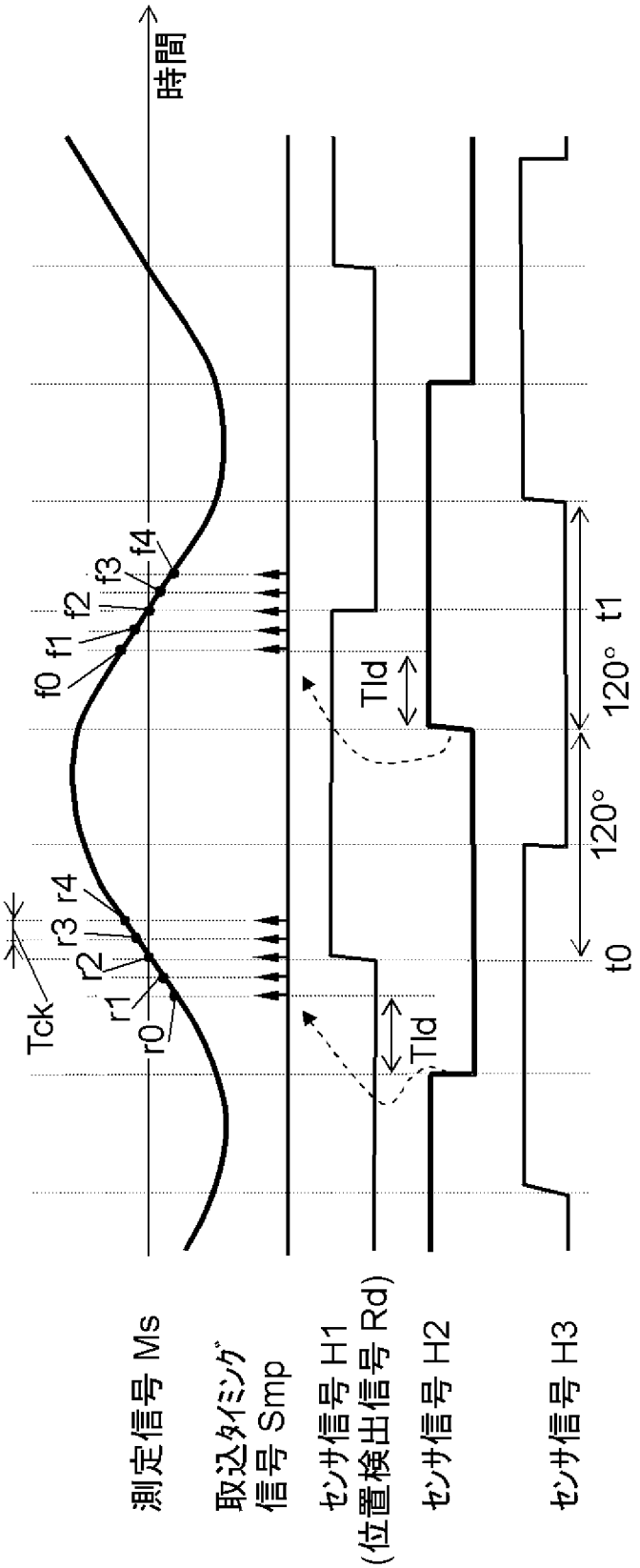
[図2]



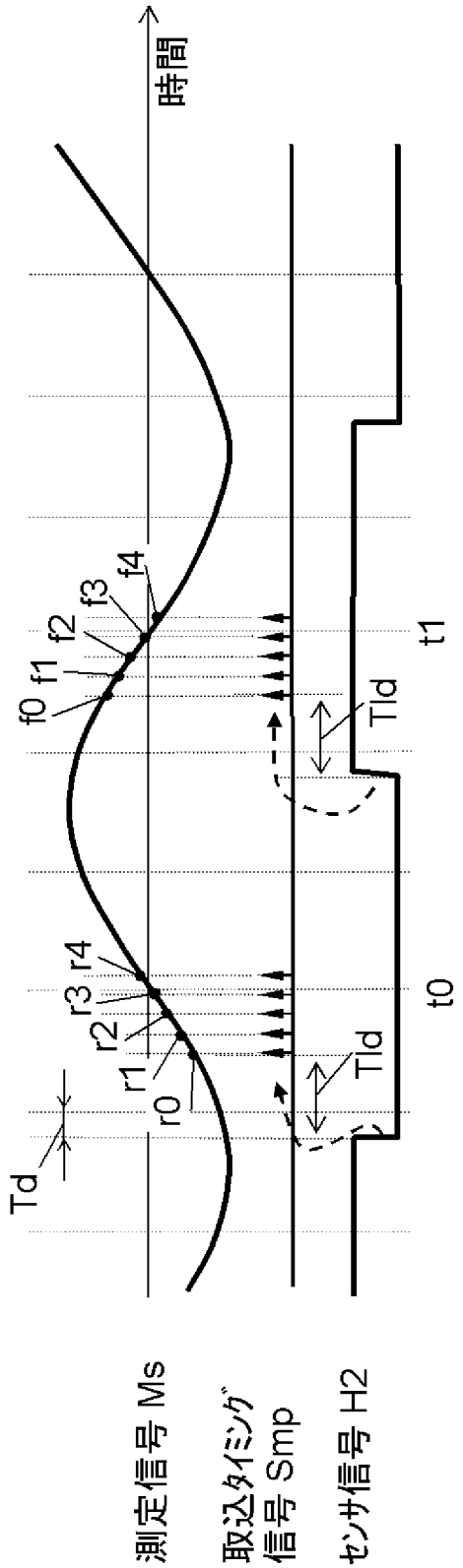
[図3]


10
W
V
U
11v
11w
11u
11
12u
12v
12w
12
Hs
H1
H2
H3
202
Dv
Du
Dw
Ms
302
Vb
R1
R2
31
Ms
レベル差
算出部
Smp
322
取込タイミング
生成部
Rd
342
dL0~
dLn
位相ずれ
算出部
332
21
22
WH
WL
VH
VL
UH
UL
dP
40
駆動制御
回路
Pwm
UH,VH,WH
UL,VL,
WL
Vcc
GND
29
Rr

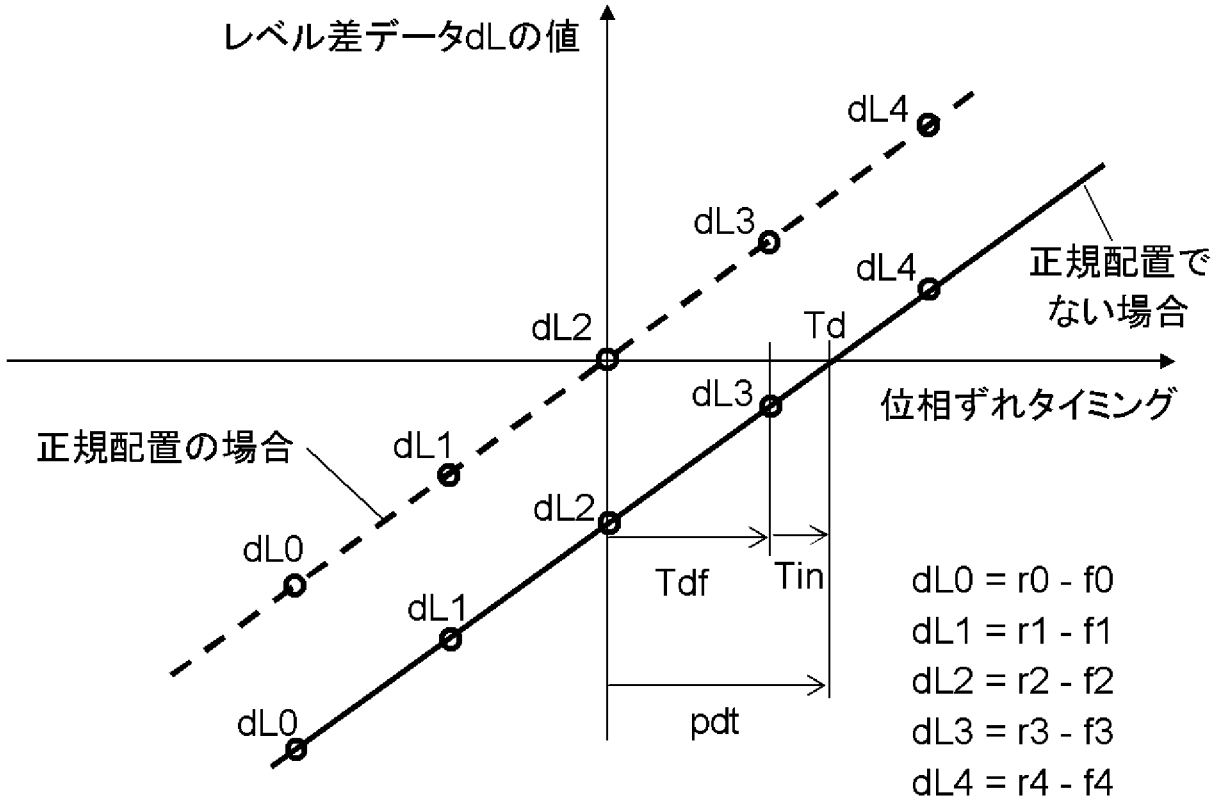
[図4A]


時間
測定信号 Ms
取込タイミング
信号 Smp
センサ信号 H1
(位置検出信号 Rd)
センサ信号 H2
センサ信号 H3
Tck
r0
r1
r2
r3
r4
f0
f1
f2
f3
f4
Tld
Tld
t0
120°
120°
t1

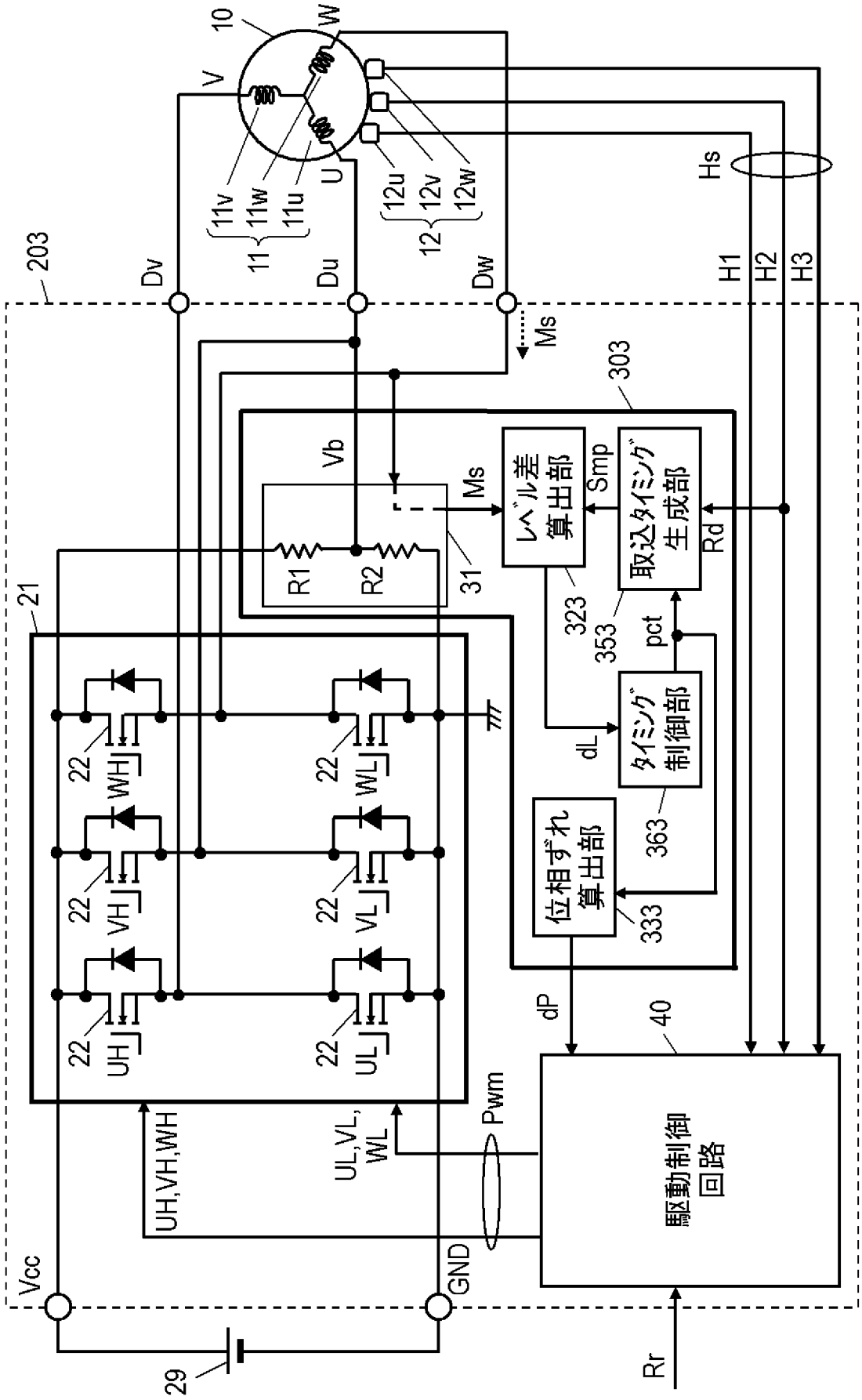
[図4B]


時間
測定信号 Ms
取込タイミング信号 Smp
センサ信号 H2
Td
r0
r1
r2
r3
r4
f0
f1
f2
f3
f4
Tld
Tld
t0
t1

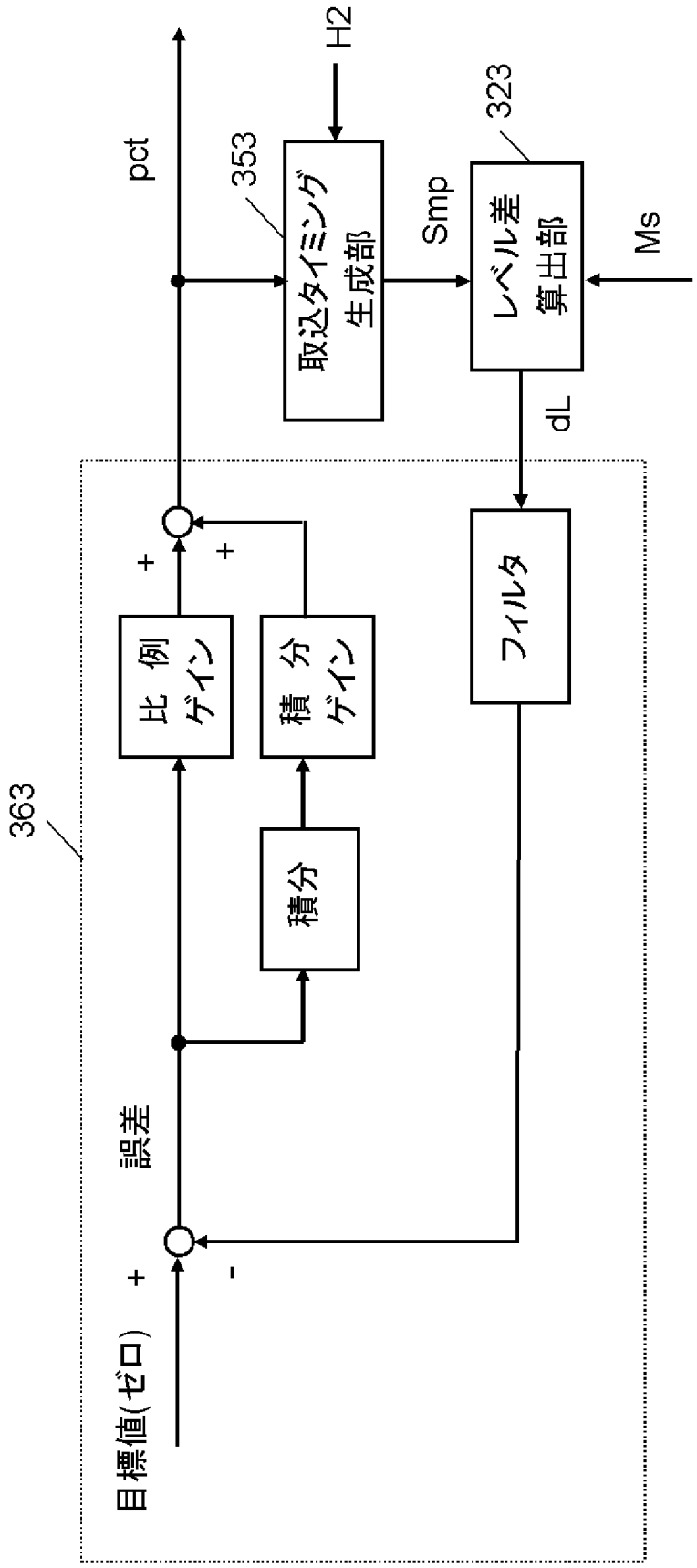
[図5]


レベル差データdLの値
dL4
dL3
dL4
正規配置で
ない場合
dL2
Td
dL3
位相ずれタイミング
正規配置の場合
dL1
dL2
dL0
Tdf
Tin
dL1
dL0
pdt
dL0 = r0 - f0
dL1 = r1 - f1
dL2 = r2 - f2
dL3 = r3 - f3
dL4 = r4 - f4

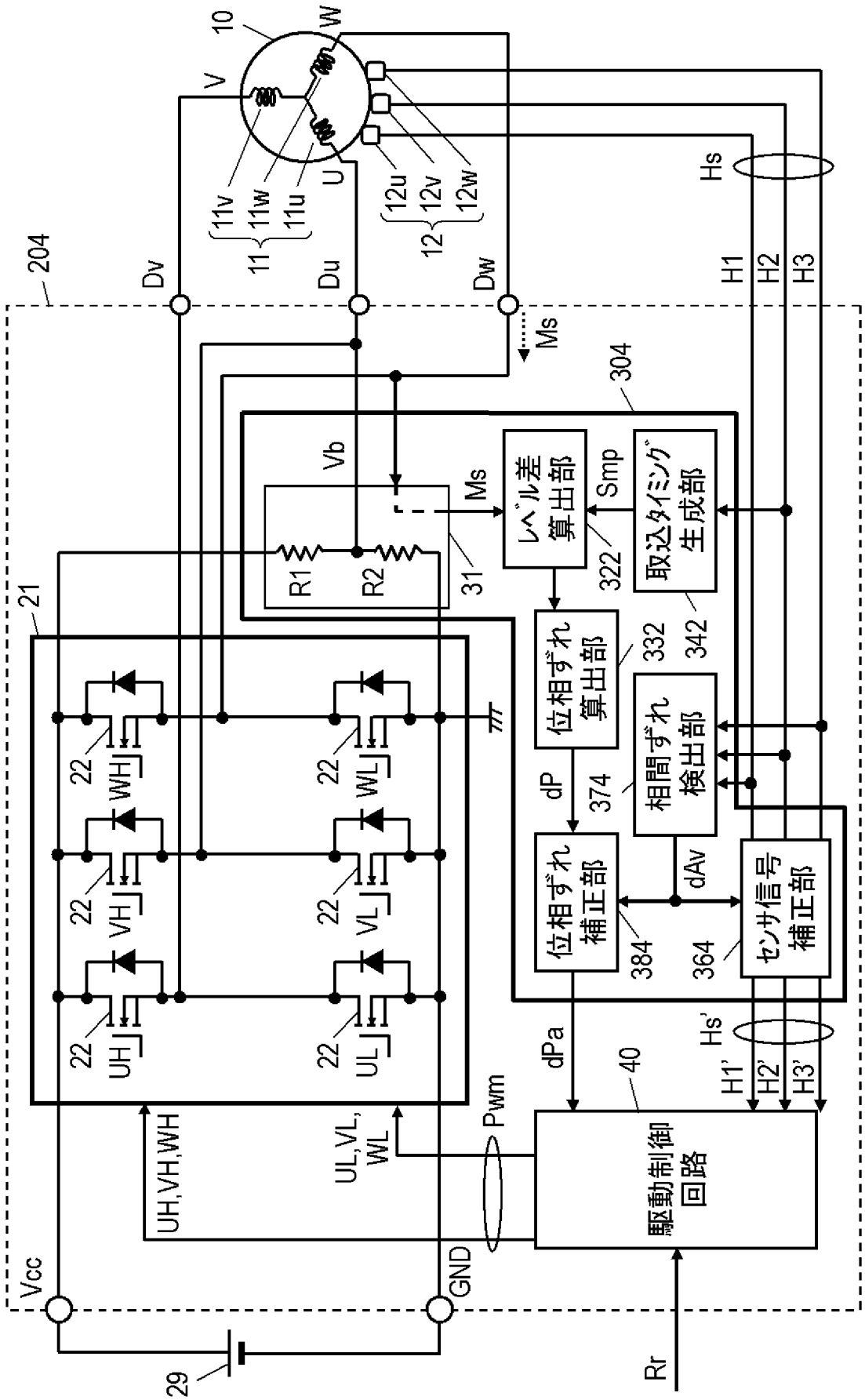
[図6]


10
V
W
U
11v
11w
11u
11
12u
12v
12w
12
Hs
H1
H2
H3
203
Dv
Du
Dw
Ms
303
Vb
R1
R2
31
レベル差算出部
Smp
取込タイミング生成部
Rd
323
353
pct
タイミング制御部
dL
363
位相ずれ算出部
333
dP
40
駆動制御回路
Pwm
UL,VL,WL
UH,VH,WH
21
22
WH
WL
VH
VL
UH
UL
Vcc
GND
29
Rr

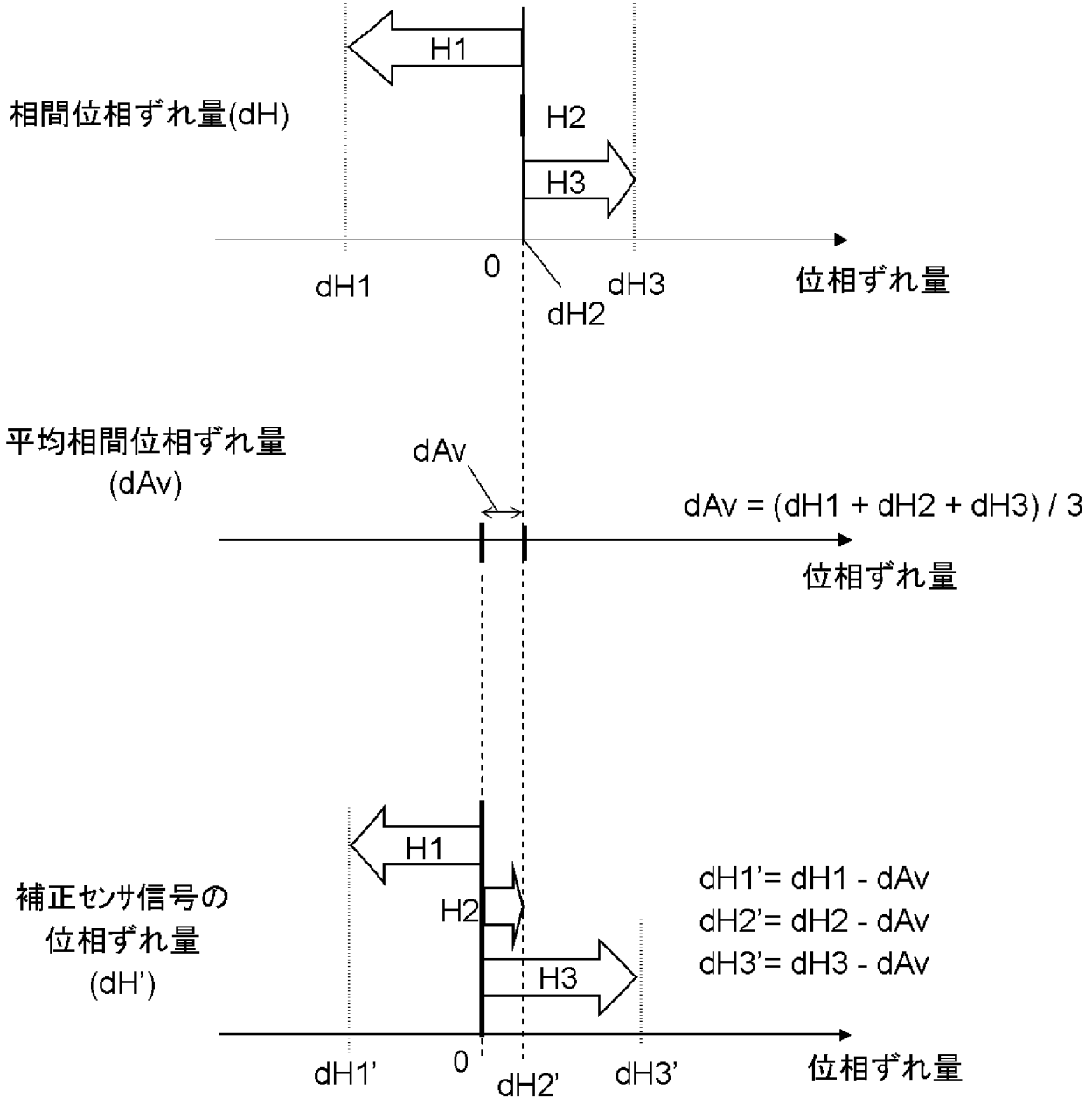
[図7]


H2
323
pct
353
Smp
Ms
取込タイミング生成部
レベル差算出部
dL
363
比例ゲイン
積分ゲイン
フィルタ
積分
誤差
目標値(ゼロ)
+
+
+
-

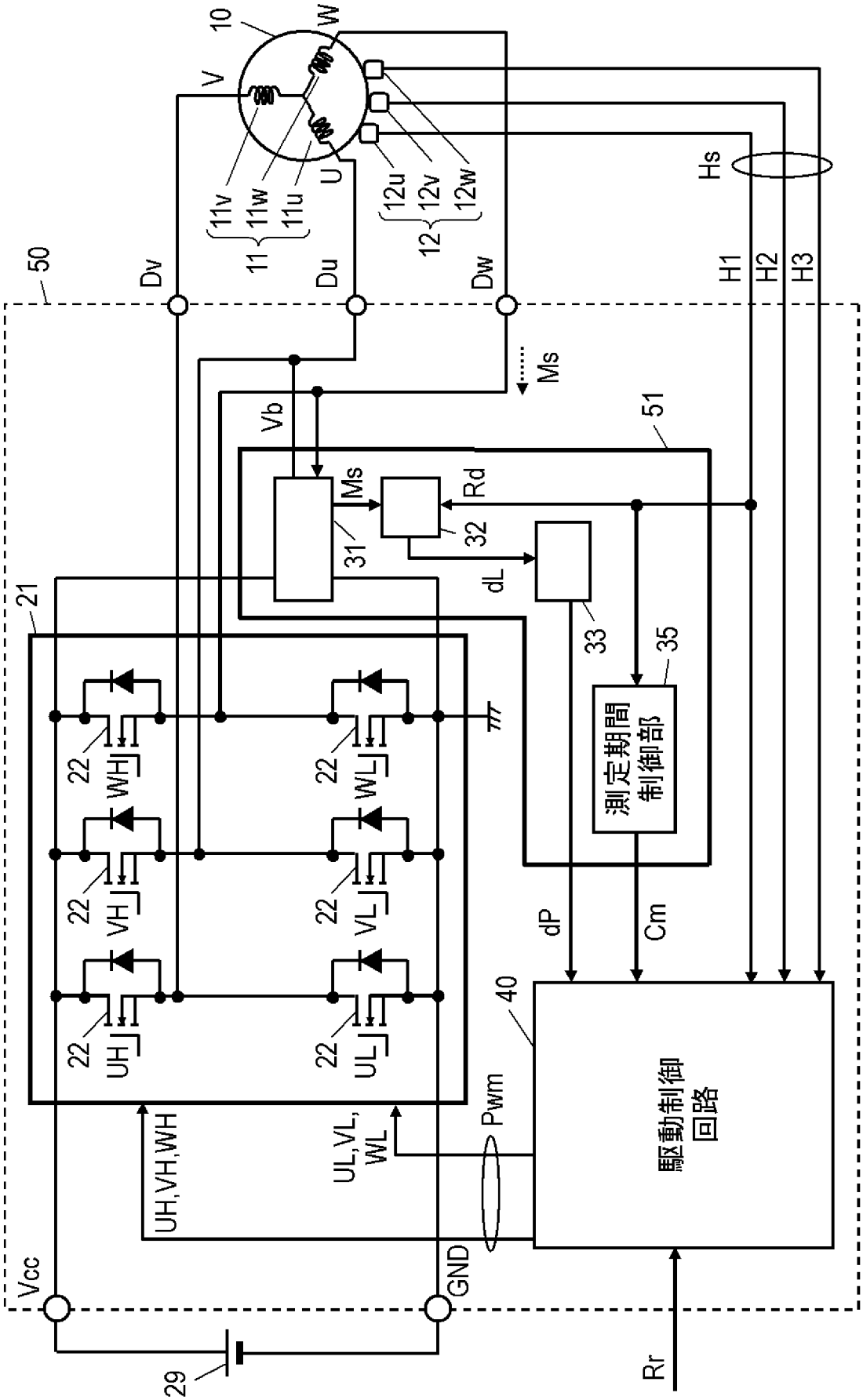
[図8]


10
V
W
U
11v
11w
11u
11
12u
12v
12w
12
Hs
204
Dv
Du
Dw
H1
H2
H3
Ms
304
Vb
R1
R2
31
レベル差算出部
Smp
322
取込タイミング生成部
342
21
位相ずれ算出部
332
22
WH
WL
VH
VL
UH
UL
dP
374
相間ずれ検出部
dAv
位相ずれ補正部
384
364
センサ信号補正部
dPa
Hs'
H1'
H2'
H3'
40
Pwm
UH,VH,WH
UL,VL,WL
駆動制御回路
Vcc
GND
29
Rr

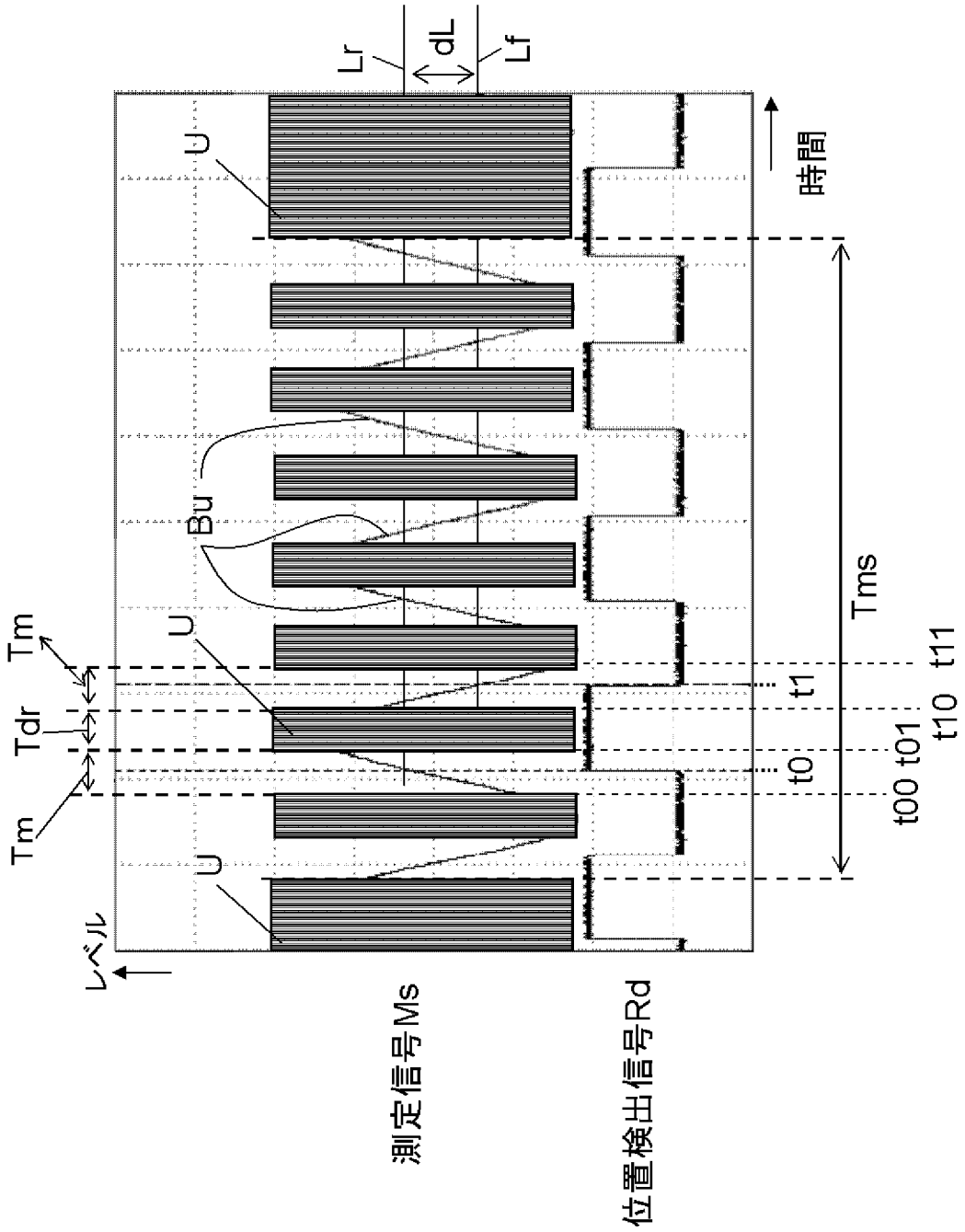
[図9]


相間位相ずれ量(dH)
H1
H2
H3
dH1
0
dH3
dH2
位相ずれ量
平均相間位相ずれ量
(dAv)
dAv
dAv = (dH1 + dH2 + dH3) / 3
位相ずれ量
補正センサ信号の
位相ずれ量
(dH')
H1
H2
H3
dH1'= dH1 - dAv
dH2'= dH2 - dAv
dH3'= dH3 - dAv
dH1'
0
dH2'
dH3'
位相ずれ量

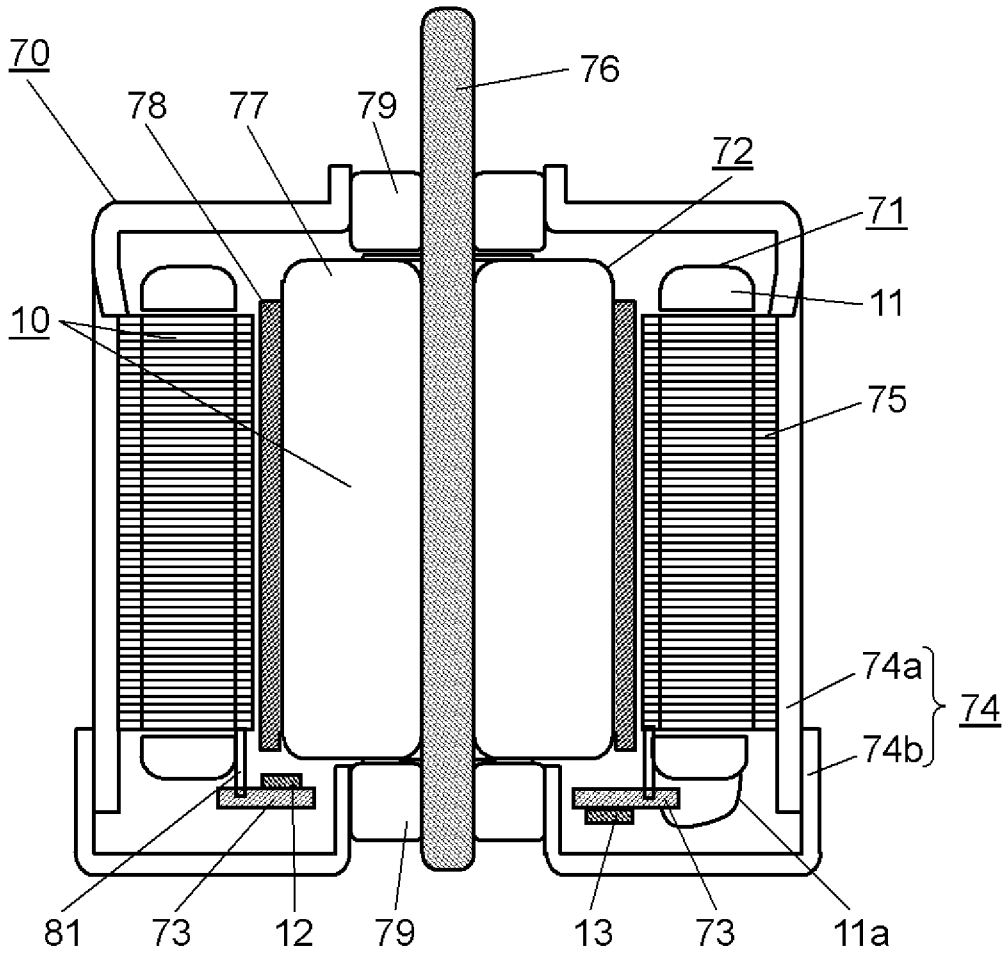
[図10]


10
U
V
W
11u
11v
11w
11
12u
12v
12w
12
Hs
H1
H2
H3
50
Dv
Du
Dw
Ms
Vb
51
Rd
32
31
dL
33
35
測定期間制御部
21
22
WH
WL
VH
VL
UH
UL
dP
Cm
40
駆動制御回路
Pwm
UH,VH,WH
UL,VL,WL
Vcc
GND
29
Rr

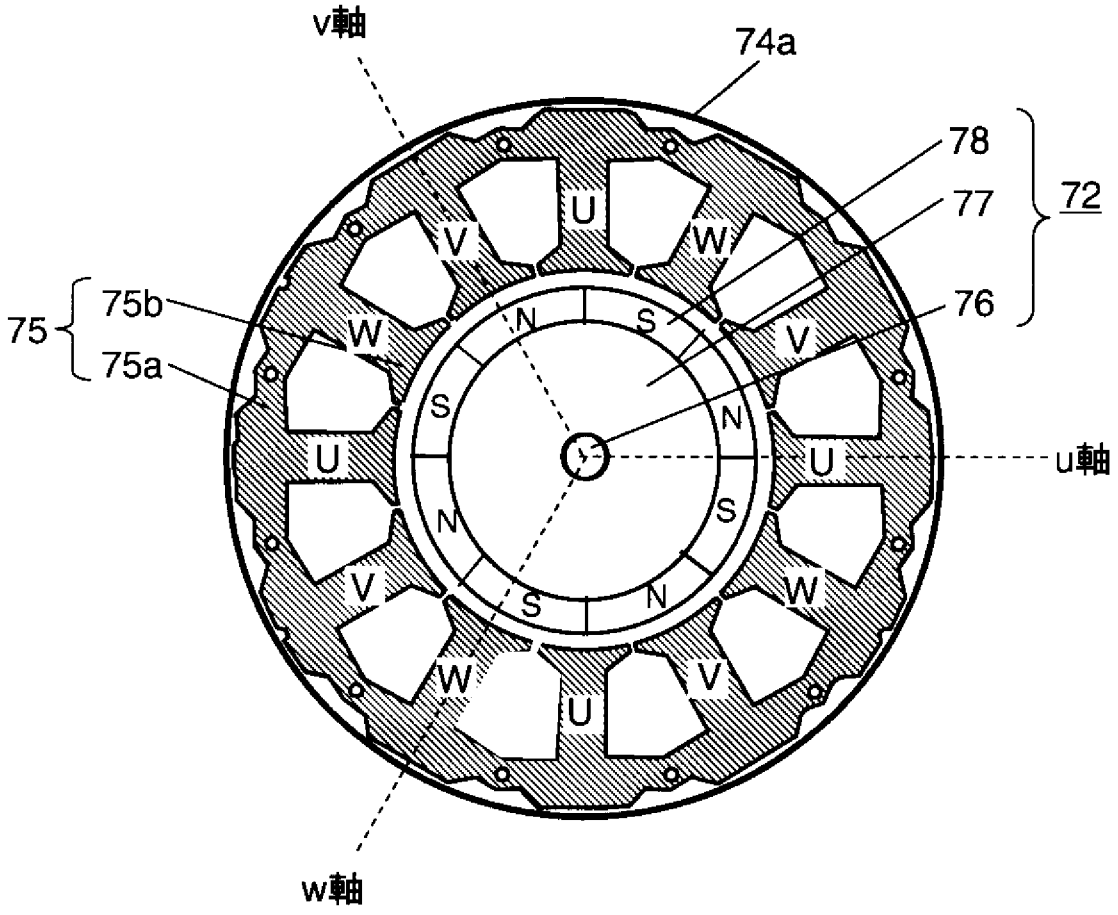
[図11]


Lr
dL
Lf
U
Bu
U
U
時間
Tm
Tdr
Tm
Tms
t11
t1
t10
t01
t0
t00
レベル
測定信号Ms
位置検出信号Rd

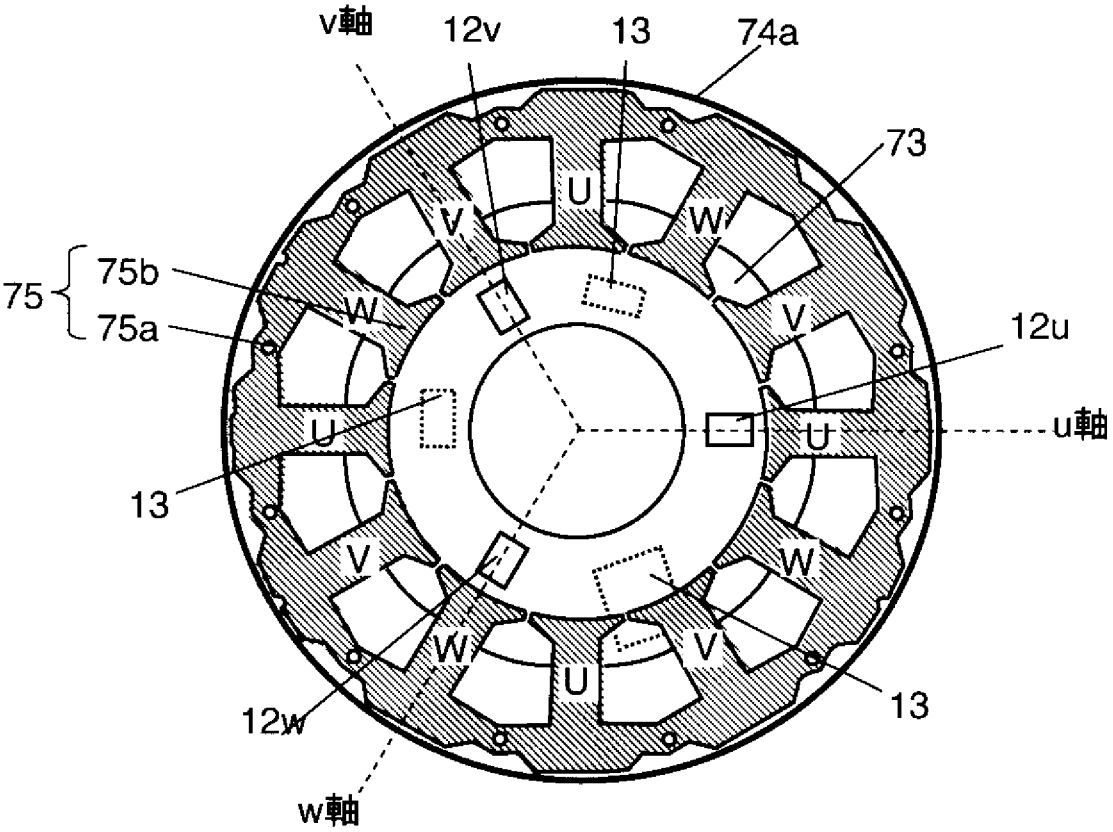
[図12]


70
78
77
79
76
72
71
11
10
75
74a
74
74b
81
73
12
79
13
73
11a

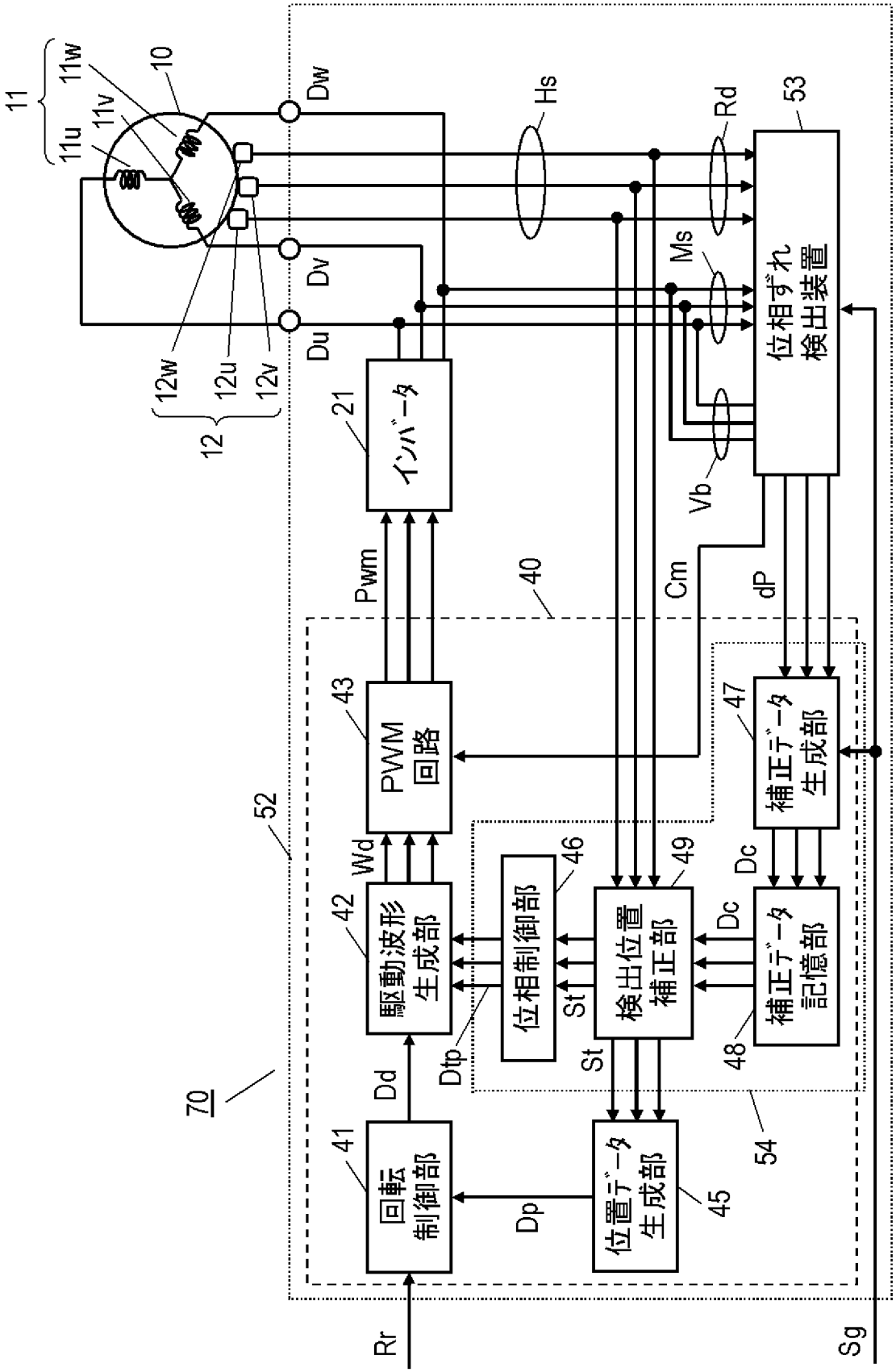
[図13]


v軸
74a
78
77
72
76
75
75b
75a
u軸
w軸
U
V
W
N
S

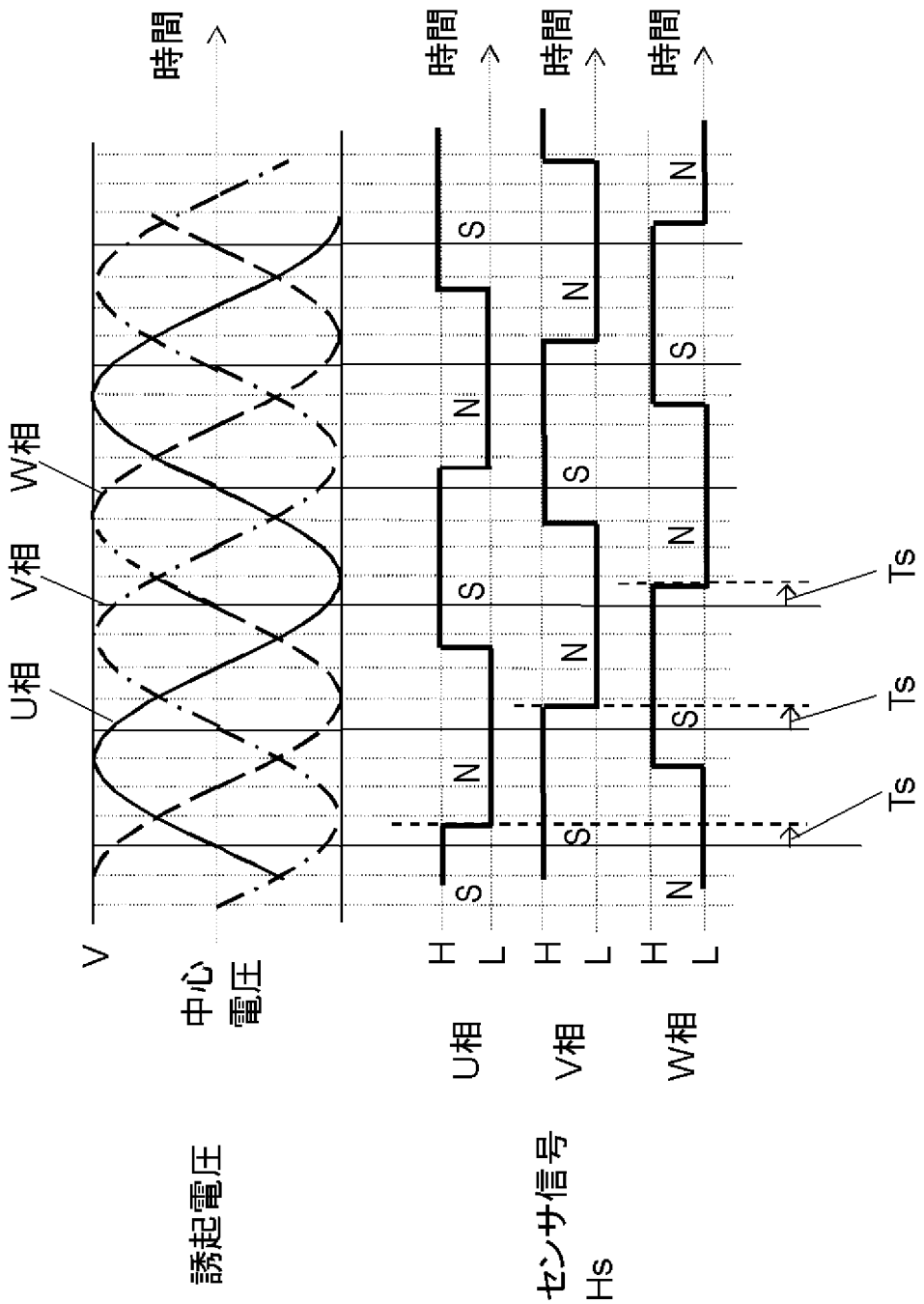
[図14]



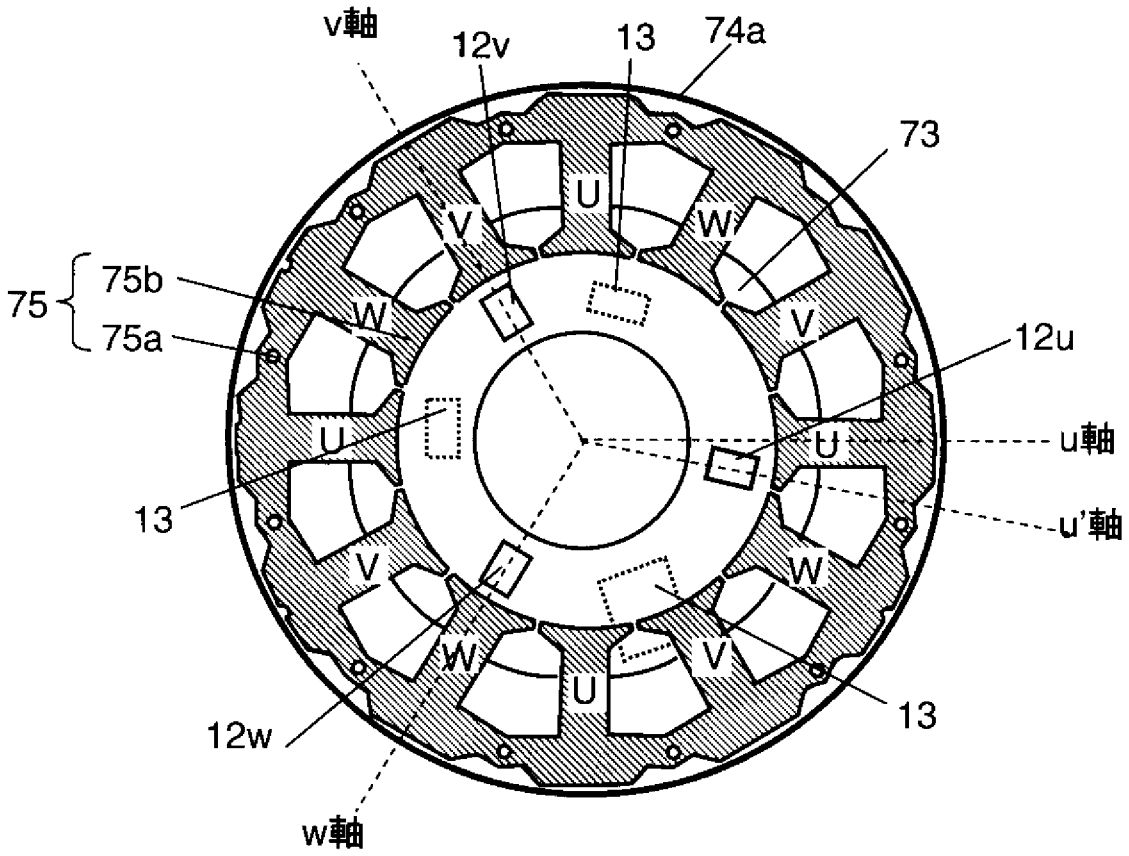
[図15]


11
11w
11v
11u
10
12w
12u
12v
12
Dw
Dv
Du
Hs
Rd
53
位相ずれ検出装置
Ms
Vb
21
インバータ
Pwm
40
Cm
dP
43
PWM回路
47
補正データ生成部
52
Wd
42
駆動波形生成部
46
位相制御部
49
検出位置補正部
Dc
補正データ記憶部
48
Dtp
St
70
Dd
41
回転制御部
Dp
位置データ生成部
45
54
Rr
Sg

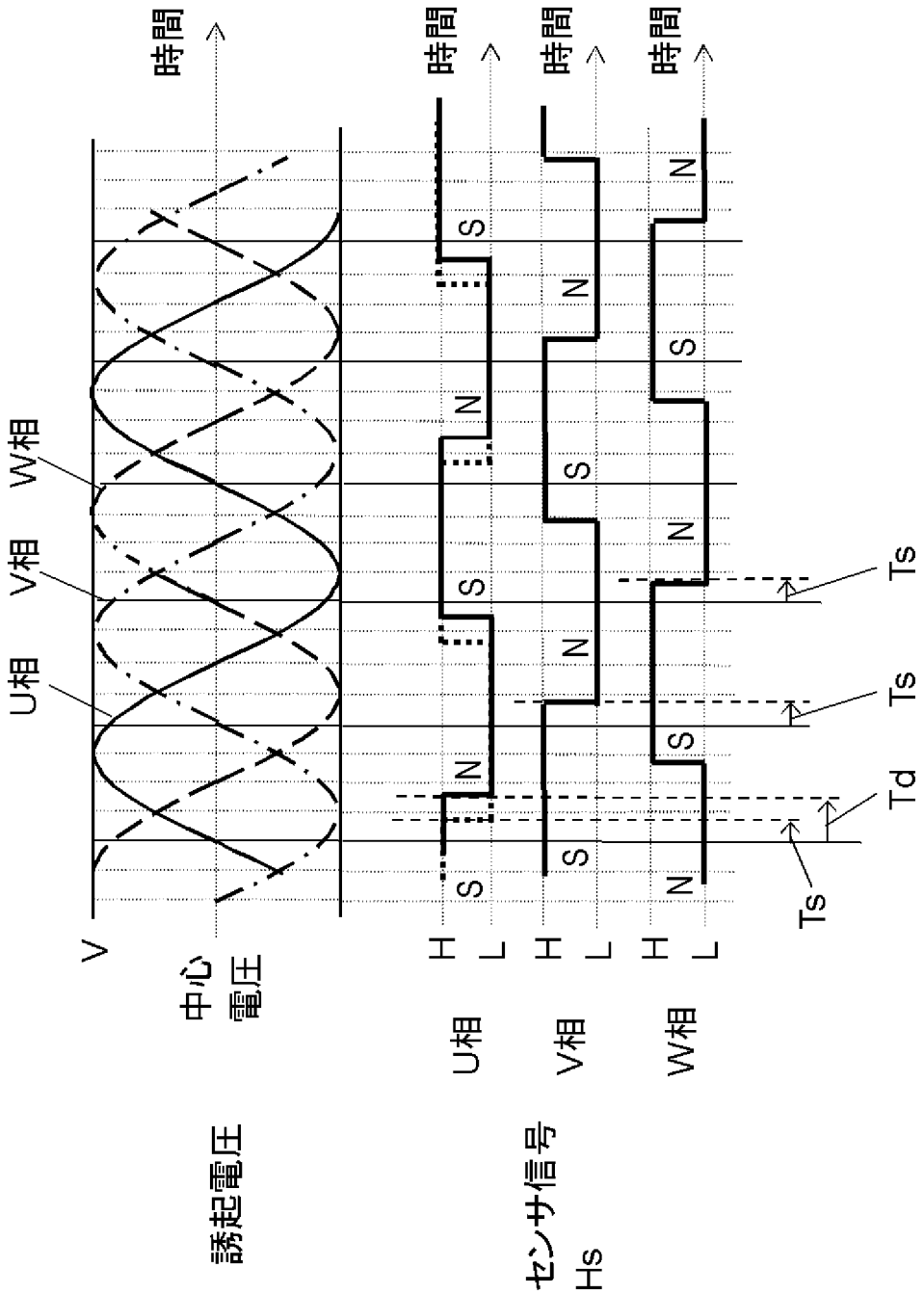
[図16]



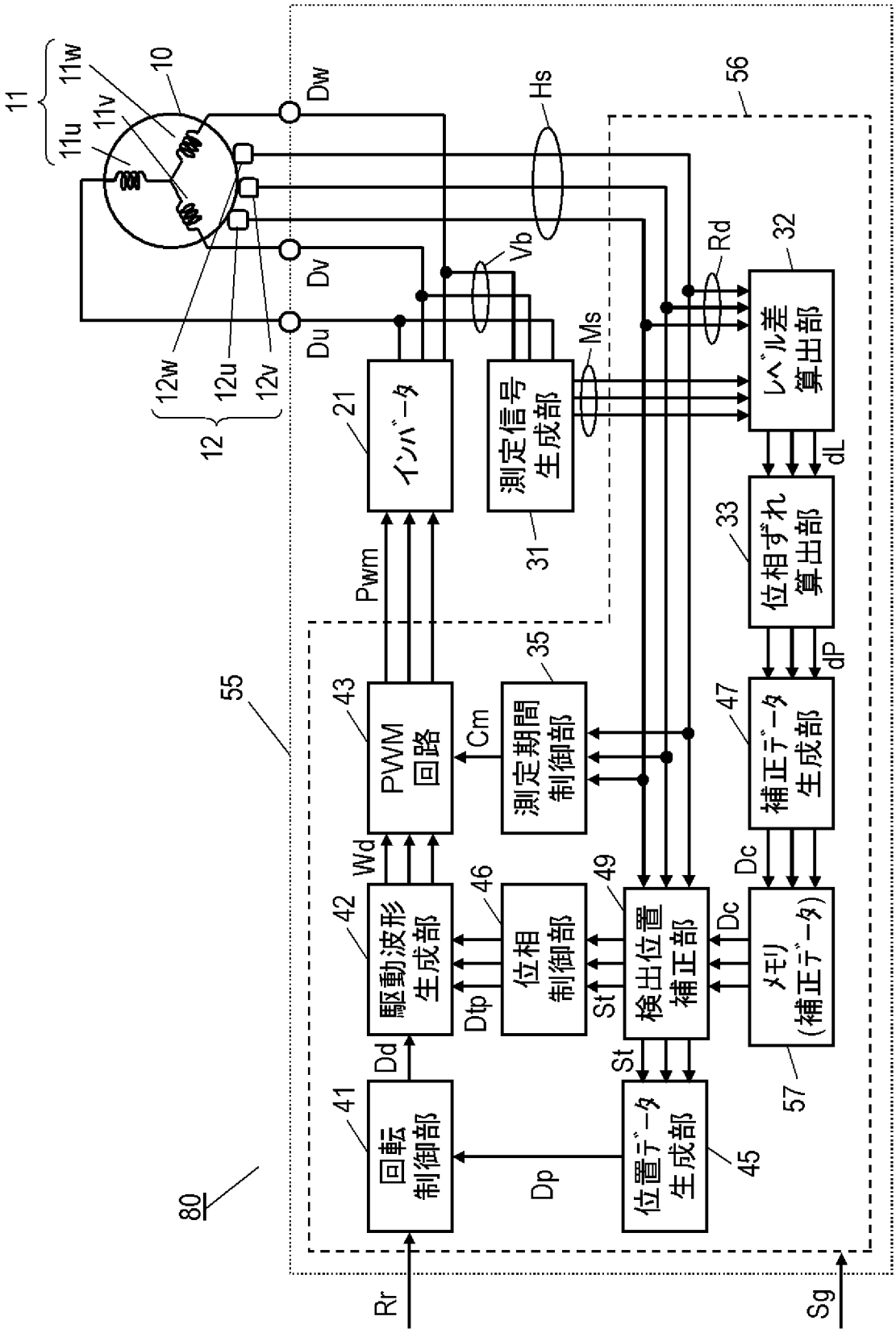
[図17]



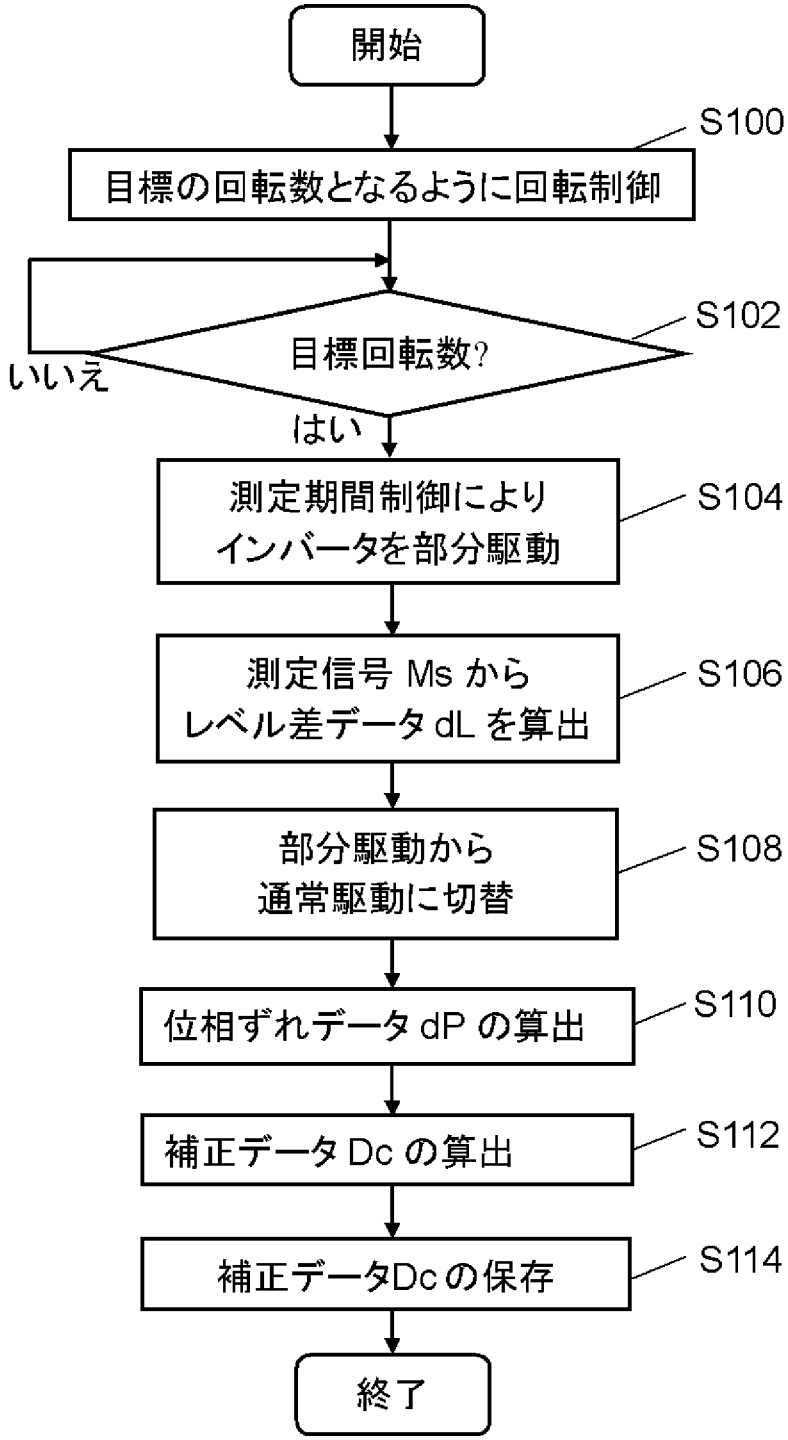
[図18]



[図19]


11
11w
11v
11u
10
12w
12u
12v
12
Dw
Dv
Du
Hs
Vb
Ms
Rd
56
32
レベル差算出部
dL
33
位相ずれ算出部
dP
47
補正データ生成部
Dc
57
メモリ(補正データ)
Dc
49
検出位置補正部
St
St
45
位置データ生成部
Dp
41
回転制御部
Dd
42
駆動波形生成部
Wd
46
位相制御部
Dtp
35
測定期間制御部
Cm
43
PWM回路
Pwm
21
インバータ
測定信号生成部
31
55
80
Rr
Sg

[図20]


開始
S100
目標の回転数となるように回転制御
S102
目標回転数?
いいえ
はい
S104
測定期間制御により
インバータを部分駆動
S106
測定信号 Ms から
レベル差データ dL を算出
S108
部分駆動から
通常駆動に切替
S110
位相ずれデータ dP の算出
S112
補正データ Dc の算出
S114
補正データDc の保存
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/003747

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P6/16(2006.01)i, *H02P6/18*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P6/16, H02P6/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-110453 A (Asmo Co., Ltd.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0041] to [0079]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4,11-15, 16-19 5-10,20-25
Y	JP 2010-63291 A (Calsonic Kansei Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), fig. 1 (Family: none)	5-7,20-22
Y	JP 2007-166735 A (Hitachi, Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), paragraphs [0057] to [0062] & US 2007/0132423 A1 & US 2010/0045219 A1 & EP 1796257 A1 & DE 602006006139 D	8,23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)	20 September, 2011 (20.09.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/003747

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-39991 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 February 2005 (10.02.2005), entire text & US 2004/0263104 A1 & KR 10-2005-0002627 A & CN 1578104 A	9-10,24-25

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／００３７４７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P6/16(2006.01)i, H02P6/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02P6/16, H02P6/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2005-110453 A (アスモ株式会社) 2005.04.21, 段落【００４１】から【００７９】、【図１】から【図３】（ファミリーなし）	１－４、１１－１５、１６－１９
Y		５－１０、２０－２５
Y	JP 2010-63291 A (カルソニックカンセイ株式会社) 2010.03.18, 【図１】（ファミリーなし）	５－７、２０－２２

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １３．０９．２０１１	国際調査報告の発送日 ２０．０９．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　４４１４ 武市　匡紘 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2007-166735 A (株式会社日立製作所) 2007.06.28, 段落【００５７】から【００６２】 & US 2007/0132423 A1 & US 2010/0045219 A1 & EP 1796257 A1 & DE 602006006139 D	８、２３
Ｙ	JP 2005-39991 A (松下電器産業株式会社) 2005.02.10, 全文 & US 2004/0263104 A1 & KR 10-2005-0002627 A & CN 1578104 A	９－１０、２４－２５