

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4261945号
(P4261945)

(45) 発行日 平成21年5月13日(2009.5.13)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 D 5/245 (2006.01) GO 1 D 5/245 2 O 1 L
HO 2 K 24/00 (2006.01) HO 2 K 24/00

請求項の数 5 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-60538 (P2003-60538)</p> <p>(22) 出願日 平成15年3月6日(2003.3.6)</p> <p>(65) 公開番号 特開2004-271284 (P2004-271284A)</p> <p>(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)</p> <p>審査請求日 平成18年2月23日(2006.2.23)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号</p> <p>(73) 特許権者 302066618 NSKプレジジョン株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号</p> <p>(74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸</p> <p>(74) 代理人 100080953 弁理士 田中 克郎</p> <p>(74) 代理人 100093861 弁理士 大賀 眞司</p> <p>(72) 発明者 桑原 昌樹 神奈川県藤沢市桐原町12番地 NSKプレジジョン株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 角度位置検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸の回転に同期してリラクタンスが変化するように組み込まれた複数のVR型レゾルバと、

励磁信号を出力する発信器と、

前記複数のVR型レゾルバの中から択一的に選択されたVR型レゾルバに前記励磁信号を供給するように前記発信器から前記複数のVR型レゾルバへ供給される励磁信号の供給経路を切り換える切換手段と、

前記VR型レゾルバの出力信号から前記回転軸の角度位置を検出する検出手段と、
を備え、

前記複数のVR型レゾルバは、少なくとも単極レゾルバ及び多極レゾルバを含み、

前記切換手段は、電源が投入されたときには、前記励磁信号が前記単極レゾルバに供給されるように前記供給経路を切り換え、前記検出手段によって前記単極レゾルバの出力信号から前記回転軸の角度位置が検出された後には、前記励磁信号が前記多極レゾルバに供給されるように前記供給経路を切り換える、角度位置検出装置。

【請求項2】

前記検出手段は、前記複数のVR型レゾルバの各々から出力される電流信号をレゾルバ信号に変換する単一の電流/電圧変換器を含む、請求項1に記載の角度位置検出装置。

【請求項3】

前記検出手段は、前記複数のVR型レゾルバからそれぞれ出力される電流信号をレゾル

バ信号に変換する複数の電流 / 電圧変換器を含む、請求項 1 に記載の角度位置検出装置。

【請求項 4】

前記検出手段は、前記複数の電流 / 電圧変換器においてそれぞれ変換された複数のレゾルバ信号の中から択一的に選択されたレゾルバ信号を出力するように、前記複数のレゾルバ信号の伝送経路を切り替えるアナログスイッチをさらに備える、請求項 3 に記載の角度位置検出装置。

【請求項 5】

前記複数の V R 型レゾルバは、P M モータの極数と同数の極数を有するレゾルバをさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の角度位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数の V R 型レゾルバを組み込んだ角度位置検出装置に関し、特に、高精度な角度位置検出精度を実現しつつ、ダイレクトドライブモータの小型化・薄型化に好適な改良技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

減速器を用いずに負荷を直接駆動するダイレクトドライブモータは、バックラッシュ、ロストモーションのない高精度な位置決めが可能であるため、NC 工作機などのインデックステーブル、搬送装置、組み立て装置のロボットアームなどの各種の用途に用いられており、より小型で高精度な位置決めを可能とするダイレクトドライブモータの開発が望まれている。特開平 6 - 4 6 5 5 2 号公報（特許文献 1）では、ダイレクトドライブモータのモータハウジング内に組み込まれる単極レゾルバと多極レゾルバとの間に磁束を通しにくい遮蔽部材を配置することにより、一方のレゾルバからの漏れ磁束が他方のレゾルバに磁氣的干渉を与えないように構成することで、高精度な位置決めを可能にした改良技術が提案されている。

20

【0003】

【特許文献 1】

特開平 6 - 4 6 5 5 2 号公報

【発明が解決しようとする課題】

30

しかし、レゾルバ相互間の空隙に遮蔽部材を介在させると、モータハウジング内にレゾルバを組み込むために必要となる室内空間の容積が大きくなるため、ダイレクトドライブモータの小型化・薄型化が困難となる。その一方で、遮蔽部材を除去すれば、ダイレクトドライブモータの小型化・薄型化を可能にできるものの、近接配置された複数のレゾルバ相互間の漏れ磁束の影響で位置検出精度が低下する。

【0004】

そこで、本発明は高精度な角度位置検出精度を確保しつつ、角度位置検出装置の小型化・薄型化を可能とする改良技術を提案することを課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

40

上記の課題を解決するため、本発明の角度位置検出装置は、回転軸の回転に同期してリラクタンスが変化するように組み込まれた複数の V R 型レゾルバと、励磁信号を出力する発信器と、前記複数の V R 型レゾルバの中から択一的に選択された V R 型レゾルバに前記励磁信号を供給するように前記発信器から前記複数の V R 型レゾルバへ供給される励磁信号の供給経路を切り換える切換手段と、前記 V R 型レゾルバの出力信号から前記回転軸の角度位置を検出する検出手段を備える。

【0006】

かかる構成により、複数のレゾルバが同時に励磁されることのないように励磁信号の供給経路を切り換えることができるため、一方のレゾルバからの漏れ磁束が他方のレゾルバへ磁氣的な干渉を及ぼすことがない。従って、複数の V R レゾルバ相互間の対向距離を極限

50

まで短縮して角度位置検出装置の小型化・薄型化を可能にできるとともに、高精度な位置検出を可能にできる。

【0007】

好ましくは、前記検出手段は、前記複数のVR型レゾルバの各々から出力される電流信号をレゾルバ信号に変換する単一の電流/電圧変換器を含む。かかる構成により、複数のVR型レゾルバの電流/電圧変換器を単一の電流/電圧変換器に共用できるため、ハードウェア構成を簡略化できる。

【0008】

【発明の実施の形態】

[発明の実施形態1]

以下、各図を参照して本発明の第1実施形態について説明する。

図3は本実施形態のダイレクトドライブモータの断面図である。同図に示すように、ダイレクトドライブモータ10は、中空筒型のインナハウジング11の外周側に固設された軸受13を介して回転軸12が回転自在に軸支されている。回転軸12はその内部にインナハウジング11を重装できるように中空円筒体として構成されている。

【0009】

回転軸12は筒壁の肉厚が凹凸状に変化しており、インナハウジング11との間隙に単極レゾルバ20と多極レゾルバ30を収容するための室内空間1と、モータ部16を収容するための室内空間2を画成している。これらの室内空間1及び2は軸受13によって分離画成されており、モータ部16からの漏れ磁束が室内空間1に及ばないようにある程度の距離をおいて隔てられている。室内空間1及び2の間に軸受13などが介在せず、両者が近接している場合には、モータ部16からの漏れ磁束が室内空間1に及ばないように遮蔽部材を設けるのが望ましい。

【0010】

モータ部16は回転子14と固定子15から構成されるアウトロータ式のPMモータである。回転子14は回転軸12の内壁において円周方向に沿ってN極及びS極が交互に固着された永久磁石から成る。固定子15は薄い鉄板を複数積層して成るモータコアであり、微小のエアギャップをおいて回転子14と対向するようにインナハウジング11の外壁に固定されている。ここでは、モータ部16として、アウトロータ式のPMモータを例示するが、インナロータ式のPMモータを採用してもよい。また、モータ部16として、PMモータ以外の各種のモータを採用できる。例えば、回転子14として永久磁石の代わりに薄い鉄板を積層して成り、内歯状又は外歯状の極歯を所定数備えるものであってもよい。

【0011】

一方、単極レゾルバ20は、回転軸12の内周面に固定された環状のレゾルバロータ21と、このレゾルバロータ21に対向するようにインナハウジング11の外周壁に固定されたレゾルバステータ22とを備えて構成されている。同様に多極レゾルバ30は、回転軸12の内周面に固定された環状のレゾルバロータ31と、このレゾルバロータ31に対向するようにインナハウジング11の外壁に固定されたレゾルバステータ32とを備えて構成されている。

【0012】

単極レゾルバ20と多極レゾルバ30はロータ間座18とステータ間座19とを介して上下二段の積層構造となるように室内空間1内において微小な空隙をおいて固定されている。すなわち、回転軸12の内周壁に複数のボルト18aにより固定されるレゾルバロータ21及び31の間にはロータ間座18が介装される一方で、インナハウジング11の外周壁にボルト19aにより固定されるレゾルバステータ22及び32の間にはステータ間座19が介装されている。

【0013】

室内空間1を画成するインナハウジング11及び回転軸12と、室内空間1内に装着されるロータ間座18及びステータ間座19はそれぞれ非磁性体で構成するのが好ましい。室内空間1を画成するこれらの部材を非磁性体で構成することにより、モータ部16からの

10

20

30

40

50

漏れ磁束が室内空間 1 に及ばないように構成することができる。

【 0 0 1 4 】

図 8 は単極レゾルバ 2 0 の平面図である。同図に示すように、単極レゾルバ 2 0 は、レゾルバロータ 2 1 とレゾルバステータ 2 2 との間隙のリラクタンスがレゾルバロータ 2 1 の回転角度位置により変化し、レゾルバロータ 2 1 の 1 回転でリラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となるように構成された 3 相 V R 型レゾルバである。すなわち、レゾルバステータ 2 2 の外径中心、内径中心、及びレゾルバロータ 2 1 の外径中心はダイレクトドライブモータの回転中心 O_1 と一致するが、レゾルバロータ 2 1 の内径中心 O_2 は回転中心 O_1 に対して x だけ偏心するように、レゾルバロータ 2 1 の径方向の肉厚を連続的に変化させている。

10

【 0 0 1 5 】

レゾルバステータ 2 2 の外周には 120° 間隔で A 相、B 相及び C 相を構成する計 18 個のステータポール 2 3 が等間隔に外歯状に凸設されている。各々のステータポール 2 3 にはステータコイル $C_1 \sim C_{18}$ を巻回したコイルボビン 2 4 が装着されている。コイルボビン 2 4 の材質として、適度な弾力性のある非磁性体であれば、特に限定されるものではなく、例えば、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリフェニレンエーテル系樹脂、ナイロン、ポリブチレンテレフタレート樹脂などの熱可塑性樹脂であれば、射出成形が容易である。

【 0 0 1 6 】

ステータコイル $C_1 \sim C_{18}$ の共通端子に励磁信号が印加されると、レゾルバロータ 2 1 が 1 回転する間に A 相、B 相及び C 相の各ステータコイル $C_1 \sim C_{18}$ からは 120° 位相がずれた 1 サイクルの電流信号が各々出力される。単極レゾルバ 2 0 から出力される単極レゾルバ信号により絶対的な回転角度位置を検出することができる。

20

【 0 0 1 7 】

図 5 は単極レゾルバ 2 0 のステータポール 2 3 に巻回された各々のステータコイル $C_1 \sim C_{18}$ の結線図である。共通端子 COM 1 に励磁信号が印加されると、A 相、B 相及び C 相を構成するステータコイル $C_1 \sim C_6$ 、 $C_7 \sim C_{12}$ 、 $C_{13} \sim C_{18}$ を流れる電流信号の各々は検出抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 から成る電流 / 電圧変換器 4 1 a によって電圧信号に変換される。この電圧信号は単極レゾルバ信号 (A B S 信号) として後述する 3 / 2 相変換器 4 2 a に供給される。

30

【 0 0 1 8 】

図 9 は多極レゾルバ 3 0 の平面図である。同図に示すように、レゾルバロータ 3 1 の内径中心 O はレゾルバステータ 3 2 の内径中心 O と一致しており、レゾルバロータ 3 1 とレゾルバステータ 3 2 との間隙のリラクタンスがレゾルバロータ 3 1 の回転角度位置により変化し、レゾルバロータ 3 1 の 1 回転でリラクタンス変化の基本波成分が複数周期となる構造を備えている。レゾルバロータ 3 1 の内周面には等間隔に径方向に向けて内歯状に凸設された極歯 3 5 が計 24 個形成されている。レゾルバステータ 3 2 の外周面には A 相、B 相及び C 相が 120° の電気角でずれるように計 18 個のステータポール 3 3 が等間隔に径方向に向けて外歯状に凸設されている。

【 0 0 1 9 】

各々のステータポール 3 3 には、予めステータコイル $C_A \sim C_C$ が巻回されたコイルボビン 3 4 が装着されている。ステータコイル $C_A \sim C_C$ の共通線に励磁信号が供給されると、レゾルバロータ 3 1 が 1 回転する間に各相毎に 24 サイクルの交流信号が出力される。多極レゾルバ 3 0 から出力される多極レゾルバ信号により相対的な回転角度位置を検出することができる。

40

【 0 0 2 0 】

図 6 は多極レゾルバ 3 0 のステータポール 3 3 に巻回された各々のステータコイル $C_A \sim C_C$ の結線図である。共通端子 COM 2 に励磁信号が印加されると、A 相、B 相及び C 相を構成するステータコイル C_a 、 C_b 、 C_c を流れるレゾルバ信号の各々は検出抵抗 R_a 、 R_b 、 R_c から成る電流 / 電圧変換器 4 1 b によって電圧信号に変換される。この電圧信号は

50

多極レゾルバ信号（INC信号）として後述する3/2相変換器42bに供給される。

【0021】

尚、ステータポール32の数は相数（この例では3）の倍数であればよく、18個に限定されるものではない。また、この例では、極歯35が24個形成されているが、この極歯35の数は24に限定されるものではない。また、極歯35をさらに電氣的に細分割することにより、多極レゾルバ30の分解能をさらに向上させることもできる。また、上記の説明では、単極レゾルバ20及び多極レゾルバ30のステータポールを外歯とし、レゾルバステータの外側にレゾルバロータが配される構成を例示したが、これに限らず、ステータポールを内歯とし、レゾルバステータの内側にレゾルバロータが配される構成としてもよい。また、レゾルバ信号の相数についても、3相レゾルバに限らず、2相レゾルバ、4相レゾルバ、6相レゾルバなどを用いることもできる。

10

【0022】

図1は本実施形態の角度位置検出装置を含むブロック構成図である。角度位置検出装置は、ダイレクトドライブモータ10に組み込まれた単極レゾルバ20及び多極レゾルバ30と、これらを制御するドライブユニット60の一部から構成される。ドライブユニット60は、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30の何れか一方に励磁信号を供給してレゾルバ信号を取り込み、デジタル角度信号を出力するサーボドライバ50と、デジタル角度信号から回転角度位置信号を生成し、パワーアンプ62を介してダイレクトドライブモータ10に電力を供給するCPU61とを備えて構成されている。ドライブユニット60と単極レゾルバ20及び多極レゾルバ30はレゾルバケーブル71で結線されており、同ユニット60とモータ部16はモータケーブル72で結線されている。

20

【0023】

サーボドライバ50は、発信器51から出力される励磁信号を増幅器52にて適度な信号レベルに増幅し、切換スイッチ53を介して単極レゾルバ20の共通端子COM1と、多極レゾルバ30の共通端子COM2の何れか一方に励磁信号の供給経路を切り換えて励磁信号を供給する。切換スイッチ53は発信器51から単極レゾルバ20及び多極レゾルバ30への励磁信号供給経路上に配されて、これらのレゾルバへの励磁信号の供給経路を切り換える切換手段である。共通端子COM1及びCOM2への切換スイッチ53の接続切換はCPU61から出力されるスイッチ切換信号によって制御される。

30

【0024】

電源が投入されてシステムが起動した直後においては、CPU61は切換スイッチ53を共通端子COM1に切換接続することにより、励磁信号を単極レゾルバ20に供給する。単極レゾルバ20から出力される電流信号は電流/電圧変換器41aによってABS信号に変換された後、3/2相変換器42aによって2相信号（sin信号，cos信号）に変換されてアナログスイッチ43に供給される。

【0025】

ここで、発信器51の発信角周波数をとし、高次成分を無視すると、電流/電圧変換器41aで得られる各相のレゾルバ信号は下記の(1)式～(3)式に示す通りとなる。ここでは、説明の便宜上、A相を基準としてB相及びC相の位相がそれぞれ120度遅れる場合を例示する。また、3/2相変換器42aで得られる2相信号を(4)式～(5)式に示す。(5)式において、 $\text{sqr}(x)$ は引数xの平方根を返す関数とする。

40

【0026】

$$A = (A_1 + A_2 \sin \quad) \cdot \sin t \quad \dots (1)$$

$$B = \{ B_1 + B_2 \sin (\quad - 2 \quad / 3) \} \cdot \sin t \quad \dots (2)$$

$$C = \{ C_1 + C_2 \sin (\quad - 4 \quad / 3) \} \cdot \sin t \quad \dots (3)$$

$$\text{sin 信号} = A - (B + C) / 2 \quad \dots (4)$$

$$\text{cos 信号} = \text{sqr}(3/4) \cdot (B - C) \quad \dots (5)$$

【0027】

一方、CPU61がABS信号からデジタル角度信号の値（後述するabs）を取得した後は、CPU61は切換スイッチ53を共通端子COM2に切換接続することにより

50

、励磁信号を多極レゾルバ30に供給する。多極レゾルバ30から出力される電流信号は電流/電圧変換器41bによってINC信号に変換された後、3/2相変換器42bによって2相信号(sin信号, cos信号)に変換されてアナログスイッチ43に供給される。

【0028】

アナログスイッチ43はCPU61からのABS/INC切換信号によって切り換え制御されるスイッチ素子であり、2相のABS信号と2相のINC信号の何れか一方を選択的に通過させてRDC(レゾルバ・デジタル・コンバータ)44へ供給する。アナログスイッチ43を通過する信号が2相のABS信号から2相のINC信号へ切り換わるタイミングと、切換スイッチ53の接続先がCOM1からCOM2へ切り換わるタイミングとがほぼ同期するように、CPU61からアナログスイッチ43へABS/INC切換信号が出力される。

10

【0029】

移相器45は発信器51から出力される励磁信号の位相を遅らせ、2相に変換されたABS信号又はINC信号のsin信号及びcos信号のうちのキャリア信号の位相と同期させたRef信号をRDC44に供給する。RDC44はアナログスイッチ43から供給される2相信号をデジタル化し、CPU61にデジタル角度信号を出力する。RDC44からは発信器51の発振角周波数による同期整流後のアナログ速度信号が出力される。

【0030】

尚、上述の説明においては、単極レゾルバ20として3相レゾルバを用いる構成を例示したが、本発明はこれに限られるものではなく、単極レゾルバ20として6相レゾルバを用いることもできる。6相レゾルバを用いる場合には、レゾルバ信号として、上述の(1)式~(3)式に替えて下記の(6)式~(11)式が用いられるので、図7に示すように、電流/電圧変換器41aと3/2相変換器42aとの間に減算器46aを介在させればよい。減算器46aは各相のレゾルバ信号の差分dA, dB, dCを演算して6相レゾルバ信号を(12)式~(14)式の3相レゾルバ信号に変換する。同式の3相レゾルバ信号は3/2相変換器42aによって2相信号に変換される。

20

【0031】

$$A+ = (A_1 + A_2 \sin \theta) \cdot \sin \omega t \dots (6)$$

$$A- = (A_1 + A_2 \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})) \cdot \sin \omega t \dots (7)$$

$$B+ = \{B_1 + B_2 \sin(\theta - \frac{2\pi}{3})\} \cdot \sin \omega t \dots (8)$$

$$B- = \{B_1 + B_2 \sin(\theta - \frac{2\pi}{3} - \frac{2\pi}{3})\} \cdot \sin \omega t \dots (9)$$

$$C+ = \{C_1 + C_2 \sin(\theta - \frac{4\pi}{3})\} \cdot \sin \omega t \dots (10)$$

$$C- = \{C_1 + C_2 \sin(\theta - \frac{4\pi}{3} - \frac{2\pi}{3})\} \cdot \sin \omega t \dots (11)$$

$$dA = 2A_2 \sin \theta \cdot \sin \omega t \dots (12)$$

$$dB = 2B_2 \sin(\theta - \frac{2\pi}{3}) \cdot \sin \omega t \dots (13)$$

$$dC = 2C_2 \sin(\theta - \frac{4\pi}{3}) \cdot \sin \omega t \dots (14)$$

30

【0032】

さらに、例えば、2相レゾルバ、4相レゾルバなどの他の種類のレゾルバを用いる場合には、それぞれの場合に合わせて適宜検出回路部40の構成を変更すればよい。

40

【0033】

図4はデジタル変換されたレゾルバ信号のグラフである。RDC44として12ビット仕様の変換器を用いると、2相のABS信号は同図(B)に示すように、レゾルバロータ1回転あたり4096(=2¹²)パルスのデジタル角度信号に変換される。つまり、ABS信号は単極レゾルバ20が1回転する間に、0から4095までカウントアップされたデジタル値となる。一方、2相のINC信号は同図(A)に示すように、レゾルバロータ1回転あたり4096×24(極歯35の総数)=98304パルスのデジタル角度信号に変換される。つまり、INC信号は、多極レゾルバ30が1回転する間に、0から4095までのカウントアップが24回繰り返されたデジタル値となる。

【0034】

50

同図において、offset値とは、ABS信号の基本成分波の始点に相当する回転角0度を基準とした場合に、INC信号の24周期の基本波成分のうち一つの基本波成分とのずれの値のことである。

【0035】

CPU61はこれらのデジタル角度信号を取り込み、ダイレクトドライブモータ10の回転角度位置を演算する。2相のABS信号がRDC44でデジタル信号に変換されたデジタル角度信号の値をabsとし、2相のINC信号がRDC44でデジタル信号に変換されたデジタル角度信号の値をincとすれば、回転角度位置は、 $abs \times 24 + (2048 - inc) + offset$ 値の演算により求めることができる。CPU61は回転角度位置からパワーアンプ62を介してダイレクトドライブモータ10に電力を供給する。

10

【0036】

尚、レゾルバ信号からデジタル角度信号を得るためには、必ずしもハードウェア(3/2相変換器、RDCなど)で処理する必要はなく、レゾルバ信号をA/D変換し、ソフトウェアによる情報処理でデジタル角度信号を得るように構成してもよい。

【0037】

図2はCPU61の位置検出処理ルーチンを記述したフローチャートである。同図を参照しつつ、CPU61の制御処理を中心に上述の説明を再述する。CPU61は、システム停止時において、電源投入を検知すると(ステップS1;YES)、切換スイッチ53を共通端子COM1に接続するようにスイッチ切換信号を出力する(ステップS2)。すると、発信器51から出力される励磁信号は共通端子COM1から単極レゾルバ20に供給され、回転角度位置に対応したリラクタンス変化が電流信号として検出回路部40に供給される。

20

【0038】

検出回路部40ではこの電流信号を電流/電圧変換器41aで電圧信号に変換した後、3/2相変換器42aによって2相信号に変換し、アナログスイッチ43に供給する。CPU61はアナログスイッチ43を通過すべき信号として2相のABS信号を選択するようにABS/INC切換信号を出力する(ステップS3)。

【0039】

2相のABS信号はアナログスイッチ43を通過してRDC44でデジタル信号に変換され、デジタル角度信号としてCPU61に供給される。CPU61はこのデジタル角度信号の値をabsとして取得する(ステップS4)。

30

【0040】

次いで、CPU61は、切換スイッチ53を共通端子COM2に接続するようにスイッチ切換信号を出力する(ステップS5)。すると、発信器51から出力される励磁信号は共通端子COM2から多極レゾルバ30に供給され、回転角度位置に対応したリラクタンス変化が電流信号として検出回路部40に供給される。

【0041】

検出回路部40ではこの電流信号を電流/電圧変換器41bで電圧信号に変換した後、3/2相変換器42bによって2相信号に変換し、アナログスイッチ43に供給する。CPU61はアナログスイッチ43を通過すべき信号として2相のINC信号を選択するようにABS/INC切換信号を出力する(ステップS6)。

40

【0042】

2相のINC信号はアナログスイッチ43を通過してRDC44でデジタル信号に変換され、デジタル角度信号としてCPU61に供給される。CPU61はこのデジタル角度信号の値をincとして取得する(ステップS7)。

【0043】

電源がOFFになるまでは、CPU61は切換スイッチ53が共通端子COM2に接続したままの状態になるよう制御する一方で、アナログスイッチ43を通過する信号が2相のINC信号に維持されるように制御する(ステップS8;NO)。CPU61は電源OFF

50

Fを検知すると(ステップS8;YES)、本制御ルーチンを終了する。

【0044】

以上説明したように、本実施形態によれば、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30が同時に励磁されることのないように何れか一方にのみ励磁信号を供給する構成であるため、一方のレゾルバの漏れ磁束が他方のレゾルバに磁気的な干渉を及ぼすことがない。このため、高精度な位置検出を可能にできる上に、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30の対向距離を極限まで、つまり、単極レゾルバ20のステータコイル $C_1 \sim C_{18}$ と多極レゾルバ30のステータコイル $C_A \sim C_C$ がほぼ接する程度まで短くすることができ、ダイレクトドライブモータ10の小型化・薄型化が可能となる。本実施形態の構造はNC工作機などのインデックステーブル、搬送装置、組み立て装置のロボットアームなどに用いられる小型で高精度な位置決めを可能とするダイレクトドライブモータに好適である。また、上述した遮蔽部材を省略することが可能となるため、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30との対向距離を短くできることに加え、部品点数を減らしてコスト低下を実現できる。

10

【0045】

また、本実施形態は、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30の何れか一方に励磁信号を供給する構成であるため、両方のレゾルバに励磁信号を供給する従来の構成と比較して消費電力をおよそ半分に低減することが可能となる。さらに、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30の各々から出力される電流信号がレゾルバケーブル71内でクロストークすることがないため、位置検出精度を高めることができる。

【0046】

尚、上記の説明では、ダイレクトドライブモータ10に組み込まれるレゾルバとして、単極レゾルバ20と多極レゾルバ30を備える構成を例示したが、本発明はこれに限られるものではなく、任意の異種レゾルバをダイレクトドライブモータ10に組み込む場合にも適用できる。2種類の多極レゾルバを組み合わせた構成例を以下に例示する。

20

【0047】

(組み合わせ例1)

本組み合わせ例は、PMモータのロータ位置検出機能を実装するタイプであり、PMモータの極数と同数の極数(例えば、20歯)を備えるレゾルバを第1レゾルバとし、高分解能位置検出用レゾルバ(例えば、120歯)を第2レゾルバとしている。例えば、電源投入時にまず第1レゾルバによるデジタル角度信号の読み取りを行い、次いで第2レゾルバに切り換えてそのデジタル角度信号の読み取りを行うことによって、PMモータとの位相差からロータの回転位置を検知できるため、以後は第2レゾルバからの信号に基づき回転角度位置とともにPMモータの励磁タイミングを認識できる。つまり、第1レゾルバはUVWセンサ(例えば、ホール素子)の代わりとして機能するため、UVWセンサを省略できる。

30

【0048】

(組み合わせ例2)

本組み合わせ例は、回転軸12の絶対角度位置を検出するタイプであり、 $(N+1)$ 極レゾルバを第1レゾルバとし、 N 極レゾルバを第2レゾルバとしている。但し、 N は2以上の整数である。第1レゾルバと第2レゾルバの極数の差は1であるから、両者のデジタル角度信号 θ_1 、 θ_2 の差から回転軸12の絶対角度位置を検出できる。これらのレゾルバの励磁切替タイミングとしては、例えば、システムの電源が投入された時点で第1レゾルバを励磁してデジタル角度信号 θ_1 を読み取り、次いで、第2レゾルバを励磁するのが望ましい。電源OFFとなるまでは第2レゾルバの励磁状態を保持することで、システム起動時に読み取ったデジタル角度信号 θ_1 と、その後第2レゾルバが検出するデジタル角度信号 θ_2 から回転軸12の絶対角度位置を検出できる。

40

【0049】

(組み合わせ例3)

本組み合わせ例は、所定の角度範囲で回転軸12の絶対角度位置を検出するタイプであり、 360 度/ M の角度範囲で絶対角度位置を検出するには、 M 極レゾルバを第1レゾルバ

50

とし、高分解能のレゾルバ（例えば、極数 120）を第 2 レゾルバとしている。但し、M は 2 以上の整数である。多極レゾルバをこのように組み合わせることで、例えば、ロボットアームを 180 度、120 度、90 度等の予め定められた所定の角度範囲内で回転させる用途に好適である。第 1 レゾルバのロータ形状は、レゾルバロータとレゾルバステータのギャップが周期的に変化する構成であれば、特に制限はなく、各種の形状を採用できる。例えば、極数 2 の第 1 レゾルバを製作するのであれば、レゾルバロータの形状を楕円形状、ヒョウタン形状、歯形状などの各種の形状を採用できる。

【0050】

[発明の実施形態 2]

図 10 は本発明の第 2 実施形態に係わる角度位置検出装置のブロック構成図である。基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、図 1 と同符号のブロックは同一ブロックであるとしてその詳細な説明を省略する。単極レゾルバ 20 と多極レゾルバ 30 から出力される電流レベルが著しく異なる場合は、ABS 信号と INC 信号を適正に検出するために第 1 実施形態のようにそれぞれのレゾルバに専用の信号変換に必要な構成、例えば、電流 / 電圧変換器 41a, 41b と 3 / 2 相変換器 42a, 42b を用意し、さらにアナログスイッチ 43 を設ける必要がある。これに対し、単極レゾルバ 20 と多極レゾルバ 30 から出力される電流レベルがほぼ同程度であれば、電流 / 電圧変換器 41a, 41b と 3 / 2 相変換器 42a, 42b を共用化し、さらにアナログスイッチ 43 を省略することができる。

10

【0051】

同図に示すように、検出回路部 40 は、共用化された電流 / 電圧変換器 41 及び 3 / 2 相変換器 42 に加え、上述の第 1 実施形態と同様に RDC 44 と移相器 45 を具備した構成となっており、上述の第 1 実施形態と比較すると、ハードウェア構成が大幅に簡素化されている。単極レゾルバ 20 と多極レゾルバ 30 から出力される電流信号は電流 / 電圧変換器 41 によって ABS 信号又は INC 信号に変換され、さらに、3 / 2 相変換器 42 によって 2 相信号に変換される。単極レゾルバ 20 と多極レゾルバ 30 への励磁信号の供給は切替スイッチ 53 を介して択一的に行われるため、両者は少なくとも同時に励磁されることがない。かかる構成により電流 / 電圧変換器 41 には何れか一方のレゾルバからの電流信号の供給が可能となり、電流 / 電圧変換器 41 の共用を実現できる。

20

【0052】

尚、本実施形態においても、2 種類の多極レゾルバの各種組み合わせ（上述の組み合わせ例 1 ~ 3 を含む）を適用することができる。また、レゾルバについても 3 相レゾルバに限らず、例えば、2 相レゾルバ、4 相レゾルバ、6 相レゾルバなどの各種のレゾルバを用いることができる。

30

【0053】

[発明の実施形態 3]

図 11 は本発明の第 3 実施形態に係わる角度位置検出装置のブロック構成図である。基本的な構成は第 1 実施形態と同様であるため、図 1 と同符号のブロックは同一ブロックであるとしてその詳細な説明を省略する。本実施形態においては、単極レゾルバ 20 と多極レゾルバ 30 に替えて、複数のレゾルバをダイレクトドライブモータ 10 に組み込んでいる。ここでは、同モータ 10 の回転軸に 3 種類のレゾルバ 81 ~ 83 を組み込み、切替スイッチ 53 の切替制御によって、少なくとも 2 以上のレゾルバに励磁信号を同時に供給しないように励磁信号を供給している。

40

【0054】

同図に示すように、検出回路部 40 は、電流 / 電圧変換器 41a ~ 41c と、3 / 2 相変換器 42a ~ 42c と、アナログスイッチ 43 と、RDC 44 と、移相器 45 を備えて構成されている。切替スイッチ 53 は CPU 61 の切替制御によって択一的に選択された第 1 レゾルバ 81 ~ 第 3 レゾルバ 83 の共通端子 COM1 ~ COM3 に励磁信号を分配する。各々のレゾルバ 81 ~ 83 から出力される電流信号は電流 / 電圧変換器 41a ~ 41c によってレゾルバ信号に変換され、3 / 2 相変換器 42a ~ 42c によって 2 相信号に変

50

換される。アナログスイッチ 43 はこれら 3 種類の 2 相信号を選択的に通過させ、RDC 44 に供給する。第 1 レゾルバ 81 ~ 第 3 レゾルバ 83 の組み合わせ例として、例えば、以下に示す例が好適である。

【0055】

(組み合わせ例 1)

本組み合わせ例は、PMモータのロータ位置検出機能と絶対位置検機能を実装するタイプであり、PMモータの極数と同数の極数(例えば、20歯)を備えるレゾルバを第 1 レゾルバ 81 とし、高分解能位置検出用レゾルバ(例えば、120歯)を第 2 レゾルバ 82 とし、単極レゾルバを第 3 レゾルバとしている。本組み合わせにより、第 1 実施形態の組み合わせ例 1 の効果に加えて、ダイレクトドライブモータ 10 の絶対角度位置を検出できる。

10

【0056】

(組み合わせ例 2)

本組み合わせ例は、絶対位置検出誤差を修正できるタイプであり、単極レゾルバを第 1 レゾルバ 81 とし、18極レゾルバを第 2 レゾルバ 82 とし、132極レゾルバを第 3 レゾルバ 83 としている。第 1 レゾルバ 81 から得られた絶対角度位置の誤差を第 2 レゾルバ 82 で修正することで、回転角度位置の検出精度を高めることができる。

【0057】

[発明の実施形態 4]

図 12 は本発明の第 4 実施形態に係わる角度位置検出装置のブロック構成図である。基本的な構成は第 3 実施形態と同様であるため、図 11 と同符号のブロックは同一ブロックであるとしてその詳細な説明を省略する。同図に示すように、検出回路部 40 は、共用化された電流/電圧変換器 41 及び 3/2 相変換器 42 に加え、上述の第 3 実施形態と同様に RDC 44 と移相器 45 を具備した構成となっており、上述の第 3 実施形態と比較すると、ハードウェア構成が大幅に簡素化されている。

20

【0058】

第 1 レゾルバ 81 ~ 第 3 レゾルバ 83 のうち少なくとも二以上のレゾルバは同時に励磁されることがないように切換スイッチ 53 を介して共通端子 COM1 ~ COM3 に励磁信号が供給されるため、第 1 レゾルバ 81 ~ 第 3 レゾルバ 83 から出力される電流レベルが同程度の場合には、電流/電圧変換器 41 によって各々のレゾルバ 81 ~ 83 から出力される電流信号をレゾルバ信号に変換することが可能となる。第 1 レゾルバ 81 ~ 第 3 レゾルバ 83 の具体的な組み合わせは上述の第 3 実施形態の組み合わせ例を採用できる。

30

【0059】

【発明の効果】

本発明によれば、複数の VR 型レゾルバは同時に励磁されることがないため、VRレゾルバ間の対向距離を短縮することができ、角度位置検出装置の小型化・薄型化を実現できる。また、一方のレゾルバの漏れ磁束が他方のレゾルバへ磁氣的に干渉することがないため、高精度な位置検出精度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態の角度位置検出装置のブロック構成図である。

40

【図 2】 角度位置検出処理ルーチンのフローチャートである。

【図 3】 ダイレクトドライブモータの断面図である。

【図 4】 デジタル変換されたレゾルバ信号のグラフである。

【図 5】 単極レゾルバのステータコイルの結線図である。

【図 6】 多極レゾルバのステータコイルの結線図である。

【図 7】 検出回路部のハードウェア構成の一部である。

【図 8】 単極レゾルバの平面図である。

【図 9】 多極レゾルバの平面図である。

【図 10】 第 2 実施形態の角度位置検出装置のブロック構成図である。

【図 11】 第 3 実施形態の角度位置検出装置のブロック構成図である。

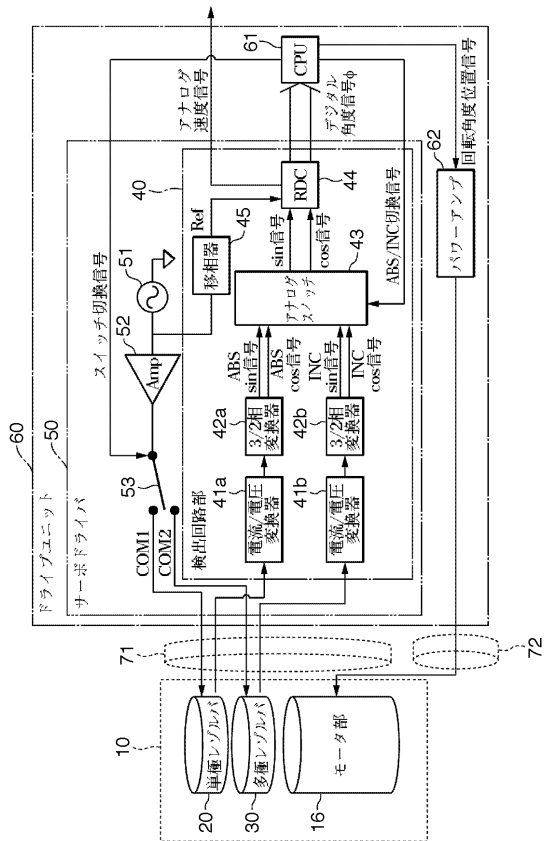
50

【図12】 第4実施形態の角度位置検出装置のブロック構成図である。

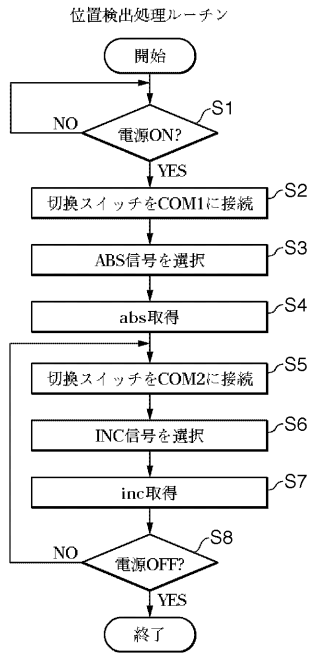
【符号の説明】

- 10 ... D D モータ 20 ... 単極レゾルバ 30 ... 多極レゾルバ 40 ... 検出回路部 41
- ... 電流 / 電圧変換器 42 ... 3 / 2 相変換器 43 ... アナログスイッチ 44 ... R D C 4
- 5 ... 移相器 50 ... サーボドライバ 53 ... 切換スイッチ 60 ... ドライブユニット 6
- 1 ... C P U

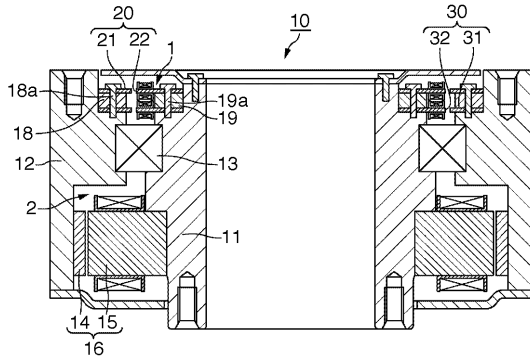
【図1】



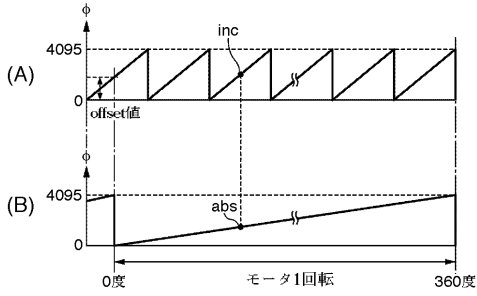
【図2】



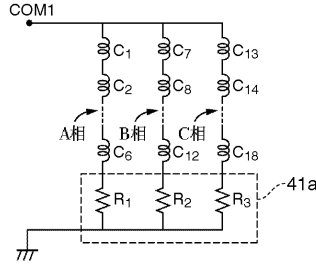
【図3】



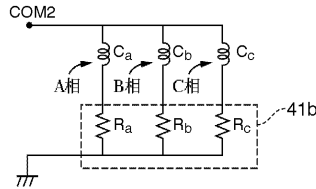
【図4】



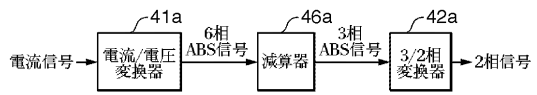
【図5】



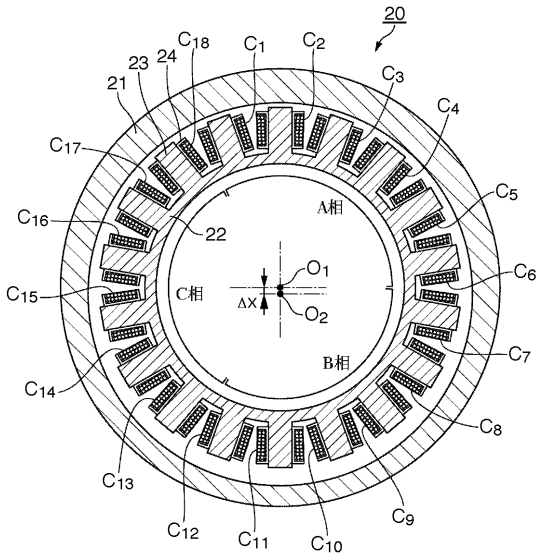
【図6】



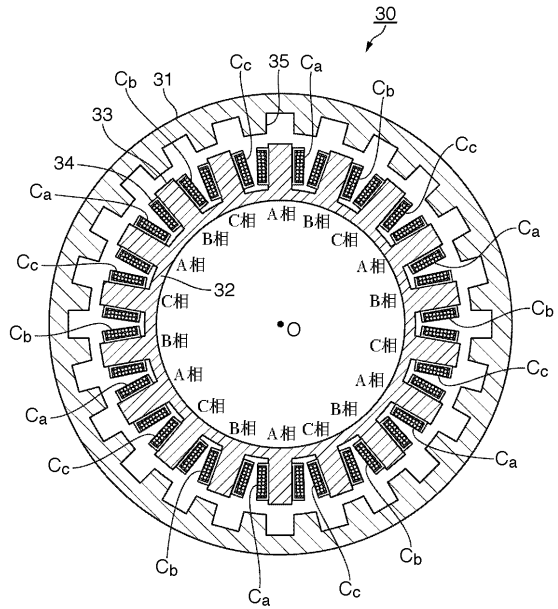
【図7】



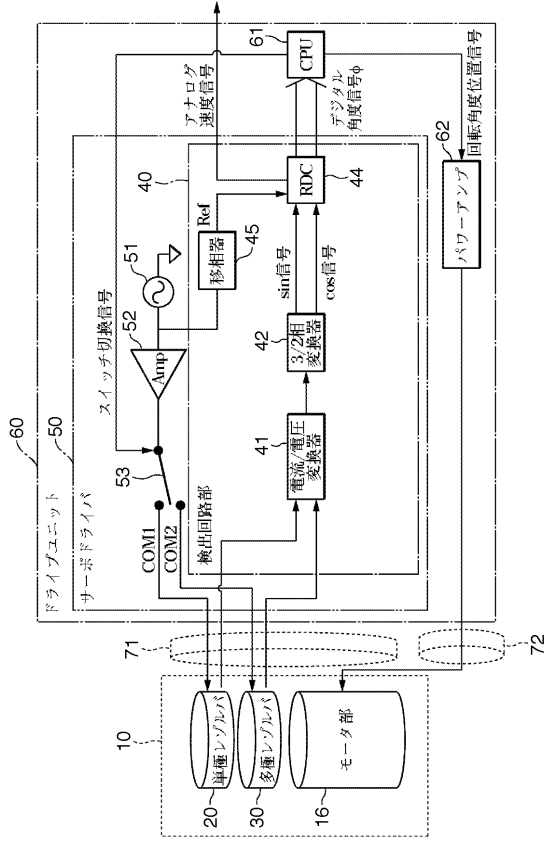
【図8】



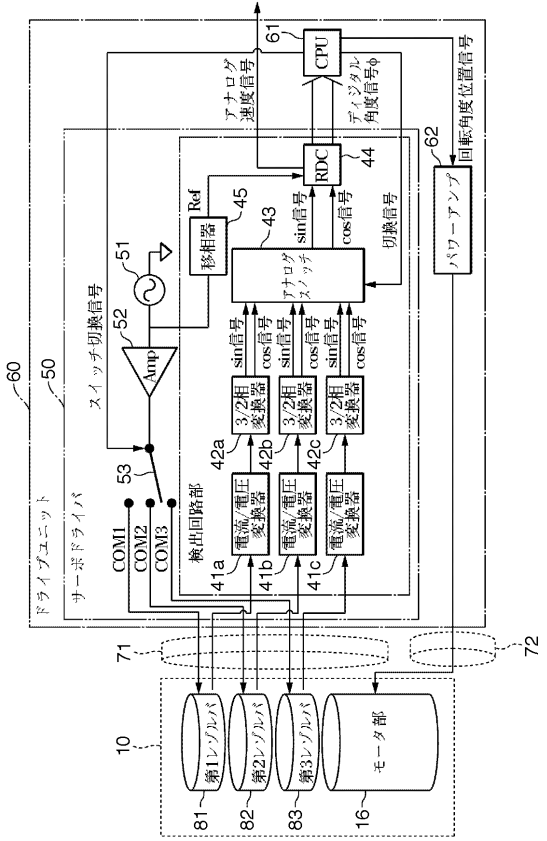
【図9】



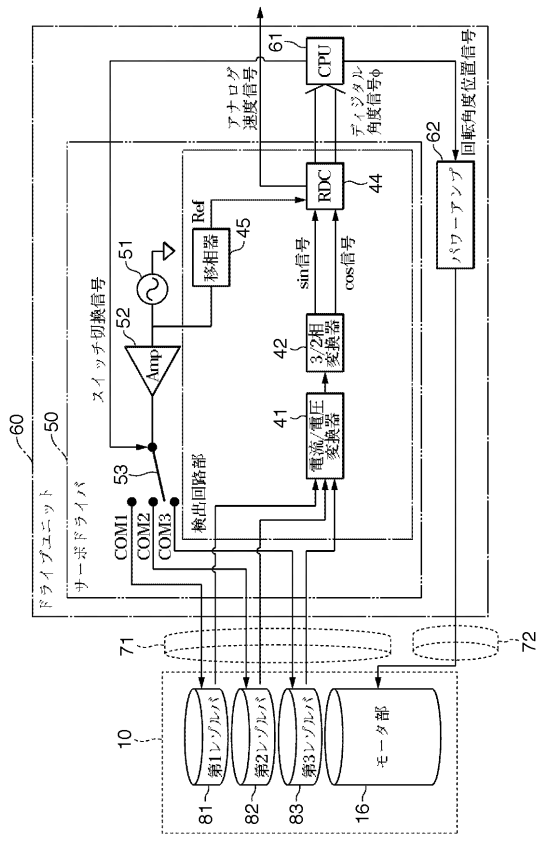
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特表平06-507500(JP,A)
特開平02-012014(JP,A)
特開平06-046552(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D5/00~5/62