

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4692923号  
(P4692923)

(45) 発行日 平成23年6月1日(2011.6.1)

(24) 登録日 平成23年3月4日(2011.3.4)

(51) Int.Cl.

F I

HO2K 24/00 (2006.01)

HO2K 11/00 (2006.01)

HO2P 29/00 (2006.01)

HO2K 24/00

HO2K 11/00 C

HO2P 5/00 R

請求項の数 2 (全 15 頁)

|           |                               |           |                                   |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-107943 (P2005-107943)  | (73) 特許権者 | 000004204                         |
| (22) 出願日  | 平成17年4月4日 (2005.4.4)          |           | 日本精工株式会社                          |
| (65) 公開番号 | 特開2006-288159 (P2006-288159A) |           | 東京都品川区大崎1丁目6番3号                   |
| (43) 公開日  | 平成18年10月19日 (2006.10.19)      | (74) 代理人  | 100079108                         |
| 審査請求日     | 平成20年1月21日 (2008.1.21)        |           | 弁理士 稲葉 良幸                         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100080953                         |
|           |                               |           | 弁理士 田中 克郎                         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100093861                         |
|           |                               |           | 弁理士 大賀 真司                         |
|           |                               | (72) 発明者  | 桑原 昌樹                             |
|           |                               |           | 神奈川県藤沢市桐原町12番地 NSKブ<br>レンジョン株式会社内 |
|           |                               | 審査官       | 杉浦 貴之                             |
|           |                               |           | 最終頁に続く                            |

(54) 【発明の名称】 レゾルバ装置及びレゾルバ装置を搭載したモータ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータロータとモータステータとを所定距離の空隙を介して対向配置させたモータに配設されたレゾルバであって、当該モータの電源投入時の前記モータロータの回転に応じた信号を検出する第1のレゾルバと、当該モータの電源を投入した後の駆動状態における前記モータロータの回転に応じた信号を検出する第2のレゾルバとを備えたレゾルバ装置において、

前記第1のレゾルバのレゾルバステータは前記モータステータに空隙のみを介して隣接させるとともに、前記第2のレゾルバのレゾルバステータは前記第1のレゾルバのレゾルバステータに空隙のみを介して隣接させて配置し、

前記電源投入時には前記第1のレゾルバに切り換えて当該第1のレゾルバを駆動するとともに、前記電源投入後には前記第2のレゾルバに切り換えて当該第2のレゾルバを駆動する駆動手段と、

前記第1及び第2のレゾルバが検出した信号を処理して前記信号を得る処理手段と、を備えたことを特徴とするレゾルバ装置。

【請求項 2】

前記第1のレゾルバは単極レゾルバであり、前記第2のレゾルバは多極レゾルバである請求項1に記載のレゾルバ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、電気モータのロータ（回転子）の回転角度位置や回転速度を磁気的に検出するレゾルバを備えたレゾルバ装置、及び、このレゾルバ装置を搭載したモータ装置に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

従来、この種の電気モータでは、ロータの回転角度位置等を磁気的に高分解能で検出するため検出器として、レゾルバ装置を備えている。

## 【 0 0 0 3 】

このレゾルバ装置の一態様として、特許文献 1 に記載のものが知られている。同文献のレゾルバ装置は、その図 1 に示されるように、単極レゾルバ信号（A B S 信号）を検出する単極レゾルバ（アブソ・レゾルバとも呼ばれる）と、多極レゾルバ信号（I N C 信号）を検出する多極レゾルバ（インク・レゾルバとも呼ばれる）とを備えている。

10

## 【 0 0 0 4 】

この多極レゾルバ及び単極レゾルバは、この順に、モータステータ及びモータロータから成るモータ本体の軸方向の一端側に配置されている。多極レゾルバ及び単極レゾルバはそれぞれレゾルバステータとレゾルバロータとから成る。このため、モータステータの軸方向の一端側には、モータステータの隣に磁気的な第 1 の遮蔽板を介して多極レゾルバのレゾルバステータが位置し、この多極レゾルバのレゾルバステータの隣に更に別の第 2 の遮蔽板を介して単極レゾルバのレゾルバステータが位置している。2 つのレゾルバステータ及び 2 つの遮蔽板は、モータのアウターハウジングに支持されている。

20

## 【 0 0 0 5 】

これにより、第 1 の遮蔽板はモータ励磁に因って発生する磁力線が多極レゾルバにノイズとして影響するのを抑制し、第 2 の遮蔽板は多極レゾルバと単極レゾルバとの間の磁気的な干渉を抑制するようになっている。

## 【 0 0 0 6 】

一方、多極レゾルバ及び単極レゾルバそれぞれのレゾルバロータは、対を成すレゾルバステータにモータの径方向にて所定間隔の空隙を介して対向し且つモータステータと一体で回転するように支持されている。

## 【 特許文献 1 】特開平 6 - 4 6 5 5 2 号公報

30

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述した公報記載のモータに組み込んだレゾルバ装置にあっては、モータへの電源投入時及び電源投入後の磁気的ノイズや磁気的な干渉による検出精度の低下を抑えるため、第 1 及び第 2 の 2 重の遮蔽板をそれぞれ用いた構造となっている。このため、レゾルバ装置の、モータの軸方向におけるサイズを小さくしようとしても、かかる 2 枚の遮蔽板が存在しているために、そのサイズ縮小にも限界があり、モータの全高（モータ軸方向の長さ）の一層の小形化が求められる中において、小形化の阻害要因の一つになっていた。

40

## 【 0 0 0 8 】

小形化を追求するあまり、かかる遮蔽板を介在させないという設計も考え得るものの、そのような設計にすると、モータステータが指令電流を受けて励磁されるときに漏れ磁束が、多極レゾルバが検出する位置信号にノイズとして重畳してしまう。このため、ダイレクトドライブモータとしての駆動させるときの位置決め不良、騒音の発生などの問題がある。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる状況に鑑みてなされたもので、レゾルバ装置の、モータ軸方向のサイズをより小形化できるとともに、モータ本体とレゾルバとの間、及び、2 つのレゾルバ間の漏れ磁束や磁気的相互干渉の影響を回避することができるレゾルバ装置、及び、このレ

50

ゾルバ装置を用いたモータ装置を提供することを、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した目的を達成するために、本発明に係るレゾルバ装置によれば、モータロータとモータステータとを所定距離の空隙を介して対向配置させたモータに配設されたレゾルバであって、当該モータの電源投入時の前記モータロータの回転に応じた信号を検出する第1のレゾルバと、当該モータの電源を投入した後の駆動状態における前記モータロータの回転に応じた信号を検出する第2のレゾルバとを備え、前記第1のレゾルバのレゾルバステータは前記モータステータに空隙のみを介して隣接させるとともに、前記第2のレゾルバのレゾルバステータは前記第1のレゾルバのレゾルバステータに空隙のみを介して隣接させて配置し、前記電源投入時には前記第1のレゾルバに切り換えて当該第1のレゾルバを駆動するとともに、前記電源投入後には前記第2のレゾルバに切り換えて当該第2のレゾルバを駆動する駆動手段と、前記第1及び第2のレゾルバが検出した信号を処理して前記信号を得る処理手段と、を備えたことを特徴とする。

10

【0011】

上記構成のレゾルバ装置において、前記第1のレゾルバは単極レゾルバであり、前記第2のレゾルバは多極レゾルバであってもよい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、従来のような磁気的な遮蔽部材を用いずとも、レゾルバ装置の、モータ軸方向のサイズをより小形化できるとともに、モータ本体とレゾルバとの間、及び、2つのレゾルバ間の漏れ磁束や磁気的相互干渉の影響を回避することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための最良の形態を実施形態として説明する。

【0014】

図1～12を参照して、本発明に係るモータの一実施形態を説明する。なお、このモータは、本発明に係るレゾルバ装置を一体に搭載した（組み込んだ）構成を有するもので、このモータの説明の中でレゾルバ装置の構成及び動作を併せて説明する。

【0015】

図1に、本実施形態に係るダイレクトドライブモータとしての、交流のレゾルバ付きモータ1（以下、単にモータと呼ぶ）の機枠を中心とした、一部破断した外観を示す。同図に示すように、モータ1は、機構的な部分を一体的に組み付けて成る機枠2を備え、この機枠2の内部に収容されている電気系の駆動及び制御はドライブユニット60によりなされる（図8参照）。モータ1及びドライブユニット60により、本発明に係るモータ装置が構成される。

30

【0016】

後述するように、機枠2には検出器としてのレゾルバが組み込まれており、またドライブユニット60には、レゾルバを駆動することで当該レゾルバから出力された信号を処理してモータロータの回転位置及び回転速度を示すデータを生成するドライブユニットが含まれる。このため、本実施形態にあっては、レゾルバ及びドライブユニット60の一部の構成（後述するサーボドライブ及びCPU）によりレゾルバ装置が形成されている。

40

【0017】

モータ1は、主に、機枠2と、この機枠2内に組み込まれるモータ本体部3と、機枠2に組付けられる単極レゾルバ14及び多極レゾルバ15から成る検出器4とにより構成されている。

【0018】

機枠2は、具体的には、ハウジングベース5にインナハウジング6とアウターハウジング7とが同芯にボルト8で固定して組付けられている。アウターハウジング7等の材質は価格低廉化のため鉄が選定されている。

50

## 【 0 0 1 9 】

モータ本体部 3 は、インナハウジング 6 とアウターハウジング 7 との間に、インナハウジング 6 の側に内部ステータ（固定子） 9 を、アウターハウジング 7 の側に外部ステータ（固定子） 1 0 を組み付け、それら内部ステータ 9 と外部ステータ 1 0 の間にロータ（回転子） 1 1 が位置して回転自在に軸支されている点で従来公知のものと同様である（図 2 参照）。従って詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 2 0 】

図 3 に示すように、単極レゾルバ 1 4 はレゾルバロータ 1 2 及びレゾルバステータ 2 0 を備え、多極レゾルバ 1 5 はレゾルバロータ 1 3 及びレゾルバステータ 2 1 を備える。ここで、モータ本体部 3、単極レゾルバ 1 4、及び多極レゾルバ 1 5 がこの順にモータ軸方向 A のモータ端部側に向かって配設されている。つまり、従来とは異なり、単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 のモータ軸方向 A における配置位置が反対になっており、モータ本体部 3 と多極レゾルバ 1 5 との間に単極レゾルバ 1 4 が配置されていることを特徴とする。

10

## 【 0 0 2 1 】

これらのレゾルバ 1 4、1 5 のレゾルバロータ 1 2、1 3 は、ロータ間座 1 8 を介してボルト 1 9 によりロータ 1 1 に固定され、一方、それらのレゾルバ 1 4、1 5 のレゾルバステータ 2 0、2 1 は、レゾルバホルダ 2 2 を介してボルト 2 3 によりアウターハウジング 7 の内周面に固定されている。ロータ間座 1 8 は S U S（ステンレス鋼）製の間座として形成されており、磁束を通しにくい非磁性体として機能している。このロータ間座 1 8 の透磁率は、空気の透磁率と近い値を有する。単極レゾルバ 1 4 のモータ本体部 3 の側の端部に対向するロータ 1 の部分には、けい素鋼板製の円板 2 4 が設けられている。

20

## 【 0 0 2 2 】

レゾルバホルダ 2 2 は、図 3 に示すように、アウターハウジング 7 のモータ本体部 3 とは反対側（図 3 における上側）の内周壁面 7 a にその外周壁面 2 2 a が密着するような外径に形成され、且つ、上下 2 段にレゾルバステータ 2 1、2 0 を支持すべく上下に分割されている。2 6、2 7 はレゾルバステータ載置用段部である。

## 【 0 0 2 3 】

レゾルバホルダ 2 2 の一方の側を成す上方ホルダ 2 8 の上方には多極レゾルバ 1 5 を収容する部屋 2 9 が天井カバー 3 0 で端部を区画することにより画成されている。また、上方ホルダ 1 9 の図中下方には、単極レゾルバ 1 4 を収容する部屋 3 1 が画成されている。

30

## 【 0 0 2 4 】

また、レゾルバホルダ 2 2 は、それ自体で、単極レゾルバ 1 4 及び多極レゾルバ 1 5 の各ステータ 2 0、2 1 を支持する本来的な機能に加えて、各レゾルバ 1 4、1 5 の磁束が外部の鉄製アウターハウジング 7 に漏れるのを妨げる機能をも有する。

## 【 0 0 2 5 】

このように、単極レゾルバ 1 4 及び多極レゾルバ 1 5 から成る検出器の構造において、多極レゾルバ 1 5 をモータ本体部 3 から遠ざけてモータ端部側に配置し、その代わりに、単極レゾルバ 1 4 を多極レゾルバ 1 5 とモータ本体部 3 との間に配置し、かつモータ本体部 3 に隣接させる。これにより、従来の構造とは異なり、単極及び多極レゾルバ 1 4 及び 1 5 の相互間に磁気遮蔽のための遮蔽板を設ける必要が無く、また、単極レゾルバ 1 4 とモータ本体部 3（すなわち、外部ステータ 1 0）との間にも磁気遮蔽のための遮蔽板を設ける必要が無い。このため、検出器の構造が簡素になるので、遮蔽板を設けるスペースが不要な分、検出器、すなわちモータ 1 の軸方向 A におけるサイズをよりコンパクトにできる。また、部品コストを減らす上でも有効である。この遮蔽板無しの簡素な構造は、単極レゾルバ 1 4 及び多極レゾルバ 1 5 を駆動する駆動方式（後述する）と相俟って実現できるもので、本発明に係るレゾルバ配置上の特徴を成す。

40

## 【 0 0 2 6 】

単極レゾルバ 1 4 のレゾルバロータ 1 2 とレゾルバステータ 2 0 は、図 4 に示すように、3 相バリアブルリラクタンス形レゾルバであり、ロータ鉄心 1 2 a とステータ鉄心 2 0

50

aの空隙35がロータ鉄心12aの円周位置により変化し、ロータ鉄心12aの1回転でリラクタンス変化の基本波成分が1周期となる構造を有しているものである。即ち、ロータ12の内径中心 $O_1$ はステータ20の内径中心と一致しているが、ロータ12の外径中心 $O_2$ がその内径中心 $O_1$ から一定の偏心量Aだけ偏心するようにロータ鉄心12aの肉厚を変化させてあり、これによってリラクタンスがロータ鉄心12aの回転位置により変化する。

#### 【0027】

レゾルバステータ20は、120°間隔で配置されたA相、B相及びC相の3相の磁極と、該A相、B相及びC相に対して夫々180°ずれた所に配置されたAバー相（Aの頭部に水平線を付した相をいう）、Bバー相（Bの頭部に水平線を付した相をいう）及びCバー相（Cの頭部に水平線を付した相をいう）の磁極とが配置されている。これら各相には、夫々3つの磁極が配置されており、全部で18個の磁極36<sub>1</sub>～36<sub>18</sub>がステータ20に設けられている。各磁極36<sub>1</sub>～36<sub>18</sub>には、1種類の巻線 $C_1 \sim C_{18}$ が巻回されている。A相の3本の巻線 $C_1, C_2, C_3$ は、図5に示すように、直列に接続されており、他の各相の3本の巻線もA相と同様に直列に接続されている。また、A相の3本の巻線 $C_1 \sim C_3$ は、共通端子37と電流検出用抵抗 $R_1$ の一端との間に接続されている。他の各相の3本の巻線も、A相と同様に共通端子37と電流検出用抵抗 $R_2 \sim R_6$ の一端との間に夫々接続されている。 $R_1 \sim R_6$ の各他端は内部でアースされている。

#### 【0028】

上記構成を有する単極レゾルバ14では、共通端子37にある周波数の正弦波が励磁信号として印加されると、ロータ12が1回転する間に、A相、B相及びC相の各巻線からは、相毎に120°ずつ、位相のずれた1サイクルの交流信号であって、前記リラクタンス変化に応じて電流値が変化した単極レゾルバ信号が夫々出力され、一方、Aバー相、Bバー相及びCバー相の各巻線からは、A相、B相及びC相の信号に対してそれぞれ180°だけ位相がずれた単極レゾルバ信号が夫々出力される。

#### 【0029】

多極レゾルバ15のレゾルバロータ13とレゾルバステータ21は、図6に示すように、ロータ13の外径中心がステータ21の内径中心と一致している。ロータ13の外周面には、多数（例えば150個）の突極状の歯13aが形成されている。ステータ21の内周部には、A相、B相及びC相の各磁極が所定の間隔で交互に配置されており、各相の磁極には巻線 $C_a, C_b, C_c$ が夫々巻回されている。ステータ21の内周面には、各相の電気角が120°ずつ、ずれるように、多数（例えば、ロータ13の歯13aが150個の場合には144個）の突極状の歯が形成されている。各相の巻線 $C_a, C_b, C_c$ は、図7に示すように、共通端子38と電流検出用抵抗 $R_a, R_b, R_c$ の一端との間に夫々接続されている。 $R_a, R_b, R_c$ の他端はアースされている。

#### 【0030】

上記構成を有する多極レゾルバ15では、共通端子38にある周波数の正弦波が励磁信号として印加されると、ロータ13が1回転する間に、3相の相毎に150サイクルの交流信号が多極レゾルバ信号として前記各巻線 $C_a, C_b, C_c$ から出力される。

#### 【0031】

図8に、レゾルバ装置の駆動処理側の構成をも備えたドライブユニット60の構成を示す。

#### 【0032】

ドライブユニット60は、単極レゾルバ14と多極レゾルバ15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形のモータ10のモータ本体部3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14及び多極レゾルバ15はレゾルバケーブル71で結線されており、同ユニット60とモータ本体部3はモータケーブル72で結線されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

サーボドライバ 5 0 は、発信器 5 1 から出力される励磁信号を増幅器 5 2 にて適度な信号レベルに増幅し、切換スイッチ 5 3 を介して単極レゾルバ 1 4 の共通端子 COM 1 と、多極レゾルバ 1 5 の共通端子 COM 2 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 5 3 は発信器 5 1 から単極レゾルバ 1 4 及び多極レゾルバ 1 5 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 COM 1 及び COM 2 への切換スイッチ 5 3 の接続切換は CPU 6 1 から出力されるスイッチ切換信号によって制御される。

## 【 0 0 3 4 】

電源が投入されてシステムが起動した直後においては、CPU 6 1 は切換スイッチ 5 3 を共通端子 COM 1 に切換接続することにより、励磁信号を単極レゾルバ 1 4 に供給する。単極レゾルバ 1 4 から出力される電流信号は電流 / 電圧変換器 4 1 a によって単極レゾルバ信号 (ABS 信号) に変換された後、3 / 2 相変換器 4 2 a 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 4 3 に供給される。

## 【 0 0 3 5 】

ここで、発信器 5 1 の発信角周波数を  $\omega$  とし、高次成分を無視すると、電流 / 電圧変換器 4 1 a 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 度ずつ遅れる場合を例示する。また、3 / 2 相変換器 4 2 a で得られる 2 相信号を (4) 式 ~ (5) 式に示す。(5) 式において、 $\text{sq r}(x)$  は引数  $x$  の平方根を返す関数とする。

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

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

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

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

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

## 【 0 0 3 6 】

一方、CPU 6 1 が単極レゾルバ信号からデジタル角度信号  $\theta$  の値 (後述する abs) を取得した後は、CPU 6 1 は切換スイッチ 5 3 を共通端子 COM 2 に切換接続する。これにより、励磁信号が多極レゾルバ 1 5 に供給される。多極レゾルバ 1 5 から出力される電流信号は電流 / 電圧変換器 4 1 b によって多極レゾルバ信号 (INC 信号) に変換された後、3 / 2 相変換器 4 2 b 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 4 3 に供給される。

## 【 0 0 3 7 】

アナログスイッチ 4 3 は CPU 6 1 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) 4 4 へ供給する。アナログスイッチ 4 3 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 5 3 の接続先が COM 1 から COM 2 へ切り換わるタイミングとがほぼ同期するように、CPU 6 1 からアナログスイッチ 4 3 へ ABS / INC 切換信号が出力される。

## 【 0 0 3 8 】

移相器 4 5 は発信器 5 1 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参照信号 (Ref 信号) を RDC 4 4 に供給する。RDC 4 4 はアナログスイッチ 4 3 から供給される 2 相信号をデジタル化し、CPU 6 1 にデジタル角度信号  $\theta$  を出力する。RDC 4 4 からは発信器 5 1 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。

## 【 0 0 3 9 】

尚、上述の説明においては、単極レゾルバ 1 4 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 1 4 として 6 相レゾルバを

10

20

30

40

50

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9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。

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

$$A- = (A_1 + A_2 \sin ( \quad - \quad )) \cdot \sin t \quad \dots (7)$$

$$B+ = \{ B_1 + B_2 \sin ( \quad - 2 \quad / 3 ) \} \cdot \sin t \quad \dots (8)$$

$$B- = \{ B_1 + B_2 \sin ( \quad - 2 \quad / 3 - \quad ) \} \cdot \sin t \quad \dots (9)$$

$$C+ = \{ C_1 + C_2 \sin ( \quad - 4 \quad / 3 ) \} \cdot \sin t \quad \dots (10)$$

$$C- = \{ C_1 + C_2 \sin ( \quad - 4 \quad / 3 - \quad ) \} \cdot \sin t \quad \dots (11)$$

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

$$dB = 2B_2 \sin ( \quad - 2 \quad / 3 ) \cdot \sin t \quad \dots (13)$$

$$dC = 2C_2 \sin ( \quad - 4 \quad / 3 ) \cdot \sin t \quad \dots (14)$$

【0040】

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。

【0041】

図10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(=2<sup>12</sup>)パルスのデジタル角度信号に変換される。つまり、単極レゾルバ信号(ABS信号)は単極レゾルバ14が一回転する間に、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相の多極レゾルバ信号(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、多極レゾルバ信号は、多極レゾルバ15が一回転する間に、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。

【0042】

同図において、offset値とは、単極レゾルバ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、多極レゾルバ信号の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。

【0043】

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1の回転角度位置を演算する。2相の単極レゾルバ信号が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相の多極レゾルバ信号が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×24+(2048-inc)+offset値の演算により求めることができる。CPU61は、回転角度位置に基づいて、パワーアンプ62に対してダイレクトドライブモータ1に電力を供給するように指令する。

【0044】

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回路(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。

【0045】

図11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)。これにตอบสนองして、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

10

20

30

40

50

バ 1 4 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 4 0 に供給される。

【 0 0 4 6 】

検出回路部 4 0 では、この電流信号を電流 / 電圧変換器 4 1 a で電圧信号に変換した後、3 / 2 相変換器 4 2 a によって 2 相信号に変換し、アナログスイッチ 4 3 に供給する。CPU 6 1 はアナログスイッチ 4 3 を通過すべき信号として 2 相の単極レゾルバ信号 ( A B S 信号 ) を選択するように A B S / I N C 切換信号を出力する ( ステップ S 3 ) 。

【 0 0 4 7 】

2 相の単極レゾルバ信号はアナログスイッチ 4 3 を通過して R D C 4 4 でデジタル信号に変換され、デジタル角度信号 として CPU 6 1 に供給される。CPU 6 1 はこのデジタル角度信号 の値を a b s として取得する ( ステップ S 4 ) 。

10

【 0 0 4 8 】

次いで、CPU 6 1 は、切換スイッチ 5 3 を共通端子 C O M 2 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 S 5 ) 。これに应答して、発信器 5 1 から出力される励磁信号は共通端子 C O M 2 から多極レゾルバ 1 5 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 4 0 に供給される。

【 0 0 4 9 】

検出回路部 4 0 では、この電流信号を電流 / 電圧変換器 4 1 b で電圧信号に変換した後、3 / 2 相変換器 4 2 b によって 2 相信号に変換し、アナログスイッチ 4 3 に供給する。CPU 6 1 はアナログスイッチ 4 3 を通過すべき信号として 2 相の多極レゾルバ信号 ( I N C 信号 ) を選択するように A B S / I N C 切換信号を出力する ( ステップ S 6 ) 。

20

【 0 0 5 0 】

2 相の多極レゾルバ信号はアナログスイッチ 4 3 を通過して R D C 4 4 でデジタル信号に変換され、デジタル角度信号 として CPU 6 1 に供給される。CPU 6 1 はこのデジタル角度信号 の値を i n c として取得する ( ステップ S 7 ) 。

【 0 0 5 1 】

電源が O F F になるまでは、CPU 6 1 は切換スイッチ 5 3 が共通端子 C O M 2 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 4 3 を通過する信号が 2 相の多極レゾルバ信号に維持されるように制御する ( ステップ S 8 ; N O ) 。CPU 6 1 は電源 O F F を検知すると ( ステップ S 8 ; Y E S ) 、本制御ルーチンを終了する。

30

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本実施形態によれば、単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 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に励磁信号が供給される。

【 0 0 5 3 】

これは、モータ 1 において、単極レゾルバ 1 4 からの単極レゾルバ信号は電源投入時 ( 通常、電源スイッチオンから 0 . 5 秒程度を言う ) の絶対的な機械角度位置を求めるために必要であるが、電源投入以降のモータ回転運動状態にあっては、多極レゾルバ 1 5 からの多極レゾルバ信号のみがあればよいからである。

【 0 0 5 4 】

電源投入時には、モータ本体部 3 は励磁はなされないため、単極レゾルバ 1 4 はモータ本体部 3 から励磁ノイズの影響を受けることはない。このため、単極レゾルバ 1 4 は、モータ本体部 3 からの漏れ磁束の影響を受けない状態で単極レゾルバ信号を出力し、この信号が前述の如くドライブユニット 6 0 に送られ、モータ本体部 3 の駆動に使用される。このときに、単極レゾルバ信号は磁気ノイズの影響を受けていないため、かかる駆動も高精度に実行される。

40

【 0 0 5 5 】

検出器では、電源が投入された後の適宜なタイミングで、検出元が多極レゾルバ 1 5 の側に切り替えられ、その多極レゾルバ信号を用いて位置決め制御などのモータ駆動制御が実行される。この運転状態にあっては、モータ本体部の励磁に伴って生じる漏れ磁束は、隣接する単極レゾルバ 1 4 により代替的に遮蔽される。この遮蔽の様子を図 1 2 に模式的

50



に示す。

【 0 0 5 6 】

つまり、そのモータ運転状態のときには使用されていない単極レゾルバ 1 4 が磁気遮蔽板として機能し、かかる漏れ磁束が更に隣の多極レゾルバ 1 5 まで迂回することは殆ど無く、多極レゾルバ 1 5 へのモータ本体部 3 からの磁気的な影響は殆ど無い。したがって、多極レゾルバ 1 5 が出力する多極レゾルバ信号が磁気的な影響を受けて、位置検出性能が低下することも無いのである。

【 0 0 5 7 】

勿論、単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 を選択的に励磁することで、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もない。

10

【 0 0 5 8 】

このように、本実施形態に係る検出器によれば、モータ本体部 3 に対するレゾルバ配置の順を、単極レゾルバ 1 4 及び多極レゾルバ 1 5 の順にすること、その上で、両レゾルバ 1 4 , 1 5 を電源投入時とそれ以降とで選択的に励磁することにより、磁気ノイズの影響を回避して位置を高精度に検出できるとともに、従来構造で採用していた磁気遮蔽板を不要にすることができる。磁気遮蔽板が不要な分、モータ本体部 3 と単極レゾルバ 1 4 との対向距離、及び、単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 との間の対向距離を許容される極限值まで従来よりも短縮できる。これにより、単極レゾルバ 1 4 のステータコイルと多極レゾルバ 1 5 のステータコイル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 1 の小型化・薄型化が可能となる。

20

【 0 0 5 9 】

加えて、上述した 2 枚の遮蔽板部材を省略できるため、部品点数を減らしてコスト低下を実現できる。

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態は、常に単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 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 1 4 と多極レゾルバ 1 5 の各々から出力される電流信号がレゾルバケーブル 7 1 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。

30

【 0 0 6 2 】

尚、上記の説明では、ダイレクトドライブモータ 1 に組み込まれるレゾルバとして、単極レゾルバ 1 4 と多極レゾルバ 1 5 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 1 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。

【 0 0 6 3 】

( 組み合わせ例 1 )

40

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。

【 0 0 6 4 】

50

## ( 組み合わせ例 2 )

本組み合わせ例は、ロータ 11 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  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の差からロータ 11 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  $\theta_1$  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  $\theta_1$  と、その後第 2 レゾルバが検出するデジタル角度信号  $\theta_2$  からロータ 11 の絶対角度位置を検出できる。

10

## 【 0 0 6 5 】

## ( 組み合わせ例 3 )

本組み合わせ例は、所定の角度範囲でロータ 11 の絶対角度位置を検出するタイプであり、 $360^\circ / M$  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  $180^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $90^\circ$  等の予め定められた所定の角度範囲内で旋回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。

20

## 【 0 0 6 6 】

なお、本発明は上述した実施形態及びその変形例に限定されることなく、当業者であれば、本発明の要旨の範囲内でさらに周知の構成と組み合わせ適宜に変形して実施することもできる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るレゾルバ装置を搭載したダイレクトドライブモータを一部破断して示す外観図。

【 図 2 】 実施形態に係るモータの一部を破断して示す側面図。

30

【 図 3 】 実施形態に係るレゾルバ装置の検出器の構成を示すためのモータの軸方向に沿った部分断面図。

【 図 4 】 実施形態で採用した単極レゾルバの構成を示すモータの軸方向に直交した断面図。

【 図 5 】 単極レゾルバのステータコイルの結線図。

【 図 6 】 実施形態で採用した多極レゾルバの構成を示すモータの軸方向に直交した断面図。

【 図 7 】 多極レゾルバのステータコイルの結線図。

【 図 8 】 レゾルバ装置のドライブユニットの構成を示すブロック図。

【 図 9 】 検出回路部の別の例に係るハードウェア構成の一部を示すブロック図。

40

【 図 10 】 デジタル変換されたレゾルバ信号を示すグラフ。

【 図 11 】 角度位置検出処理ルーチンを示すフローチャート。

【 図 12 】 モータ運転状態においてモータ本体部の励磁に伴う漏れ磁束を隣接する単極レゾルバに代替的に遮蔽させる様子を説明する図。

## 【 符号の説明 】

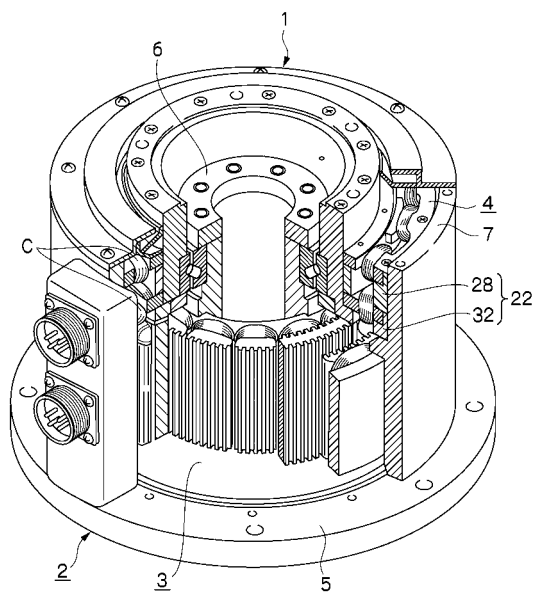
## 【 0 0 6 8 】

1 ... ダイレクトドライブ (DD) モータ    2 ... 機枠    3 ... モータ本体部    6、7 ... ハウジング    9、10 ... モータステータ    11 ... モータロータ    14 ... 単極レゾルバ (第 1 のレゾルバ)    15 ... 多極レゾルバ (第 2 のレゾルバ)    12、13 ... レゾルバロータ    18 ... 間座    20、21 ... レゾルバステータ    22 ... レゾルバホルダ

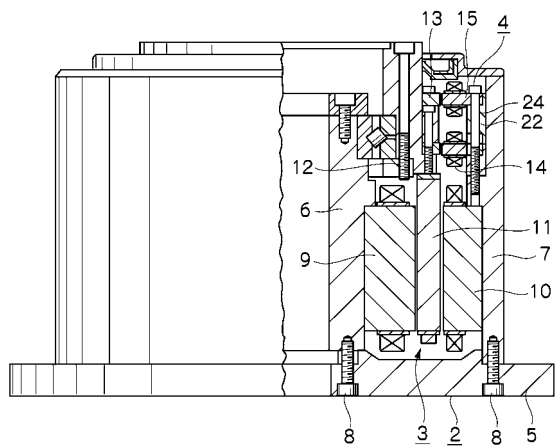
50

4 0 ... 検出回路部    4 1 ... 電流 / 電圧変換器    4 2 ... 3 / 2 相変換器    4 3 ... アナログスイッチ  
 イッチ    4 4 ... R D C    4 5 ... 移相器    5 0 ... サーボドライバ    5 3 ... 切換スイッチ    6  
 0 ... ドライブユニット    6 1 ... C P U

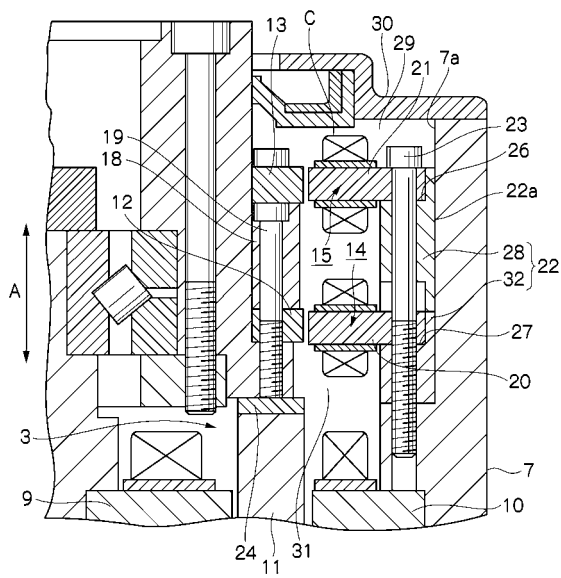
【図 1】



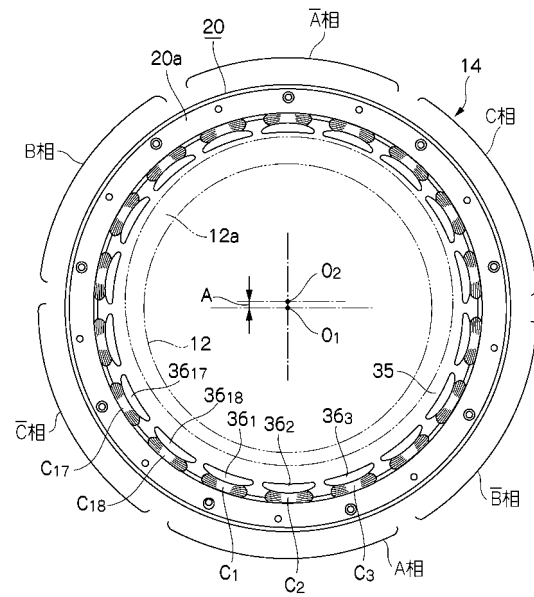
【図 2】



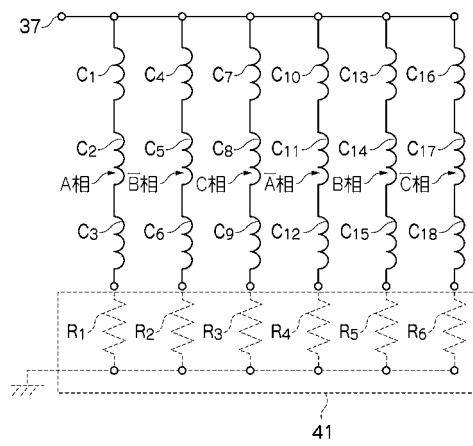
【図 3】



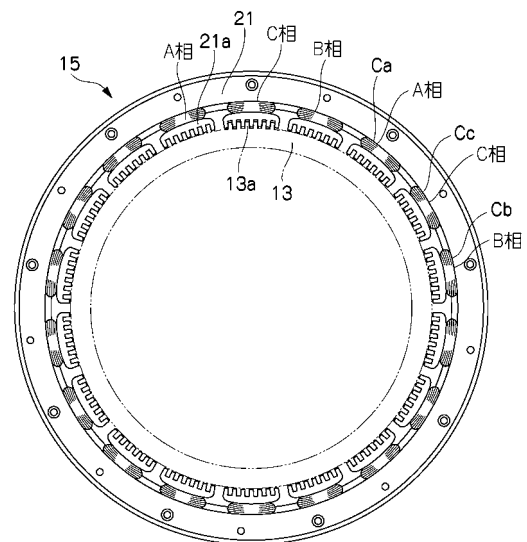
【図 4】



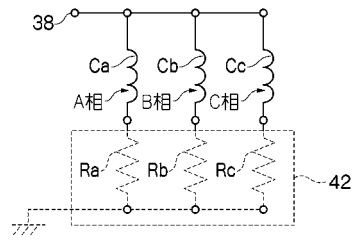
【図 5】



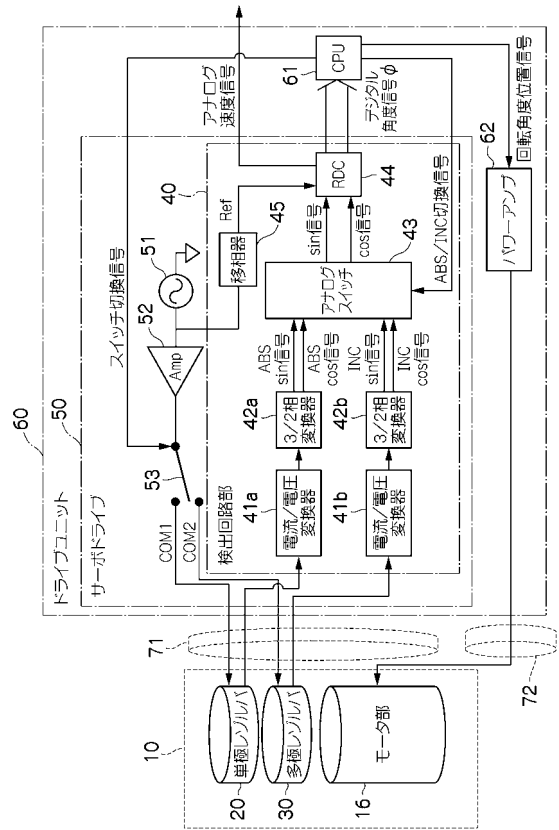
【図 6】



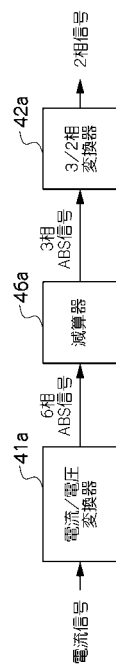
【圖 7】



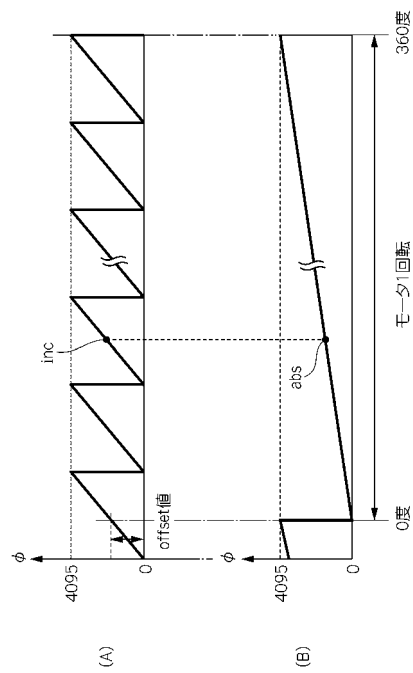
【 図 8 】



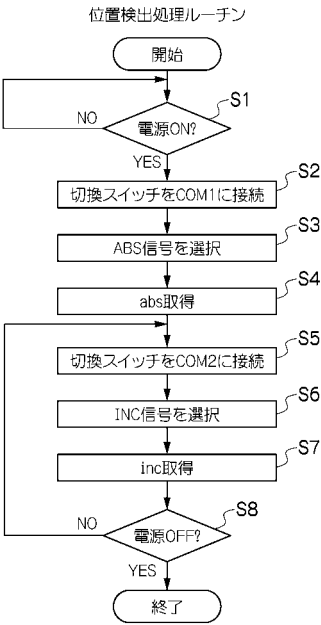
【 図 9 】



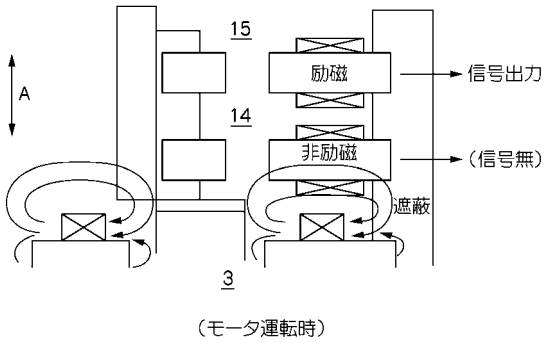
【 図 1 0 】



【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平05-091183(JP,U)  
特開2004-271284(JP,A)  
特開平06-046552(JP,A)  
実開平04-020113(JP,U)  
特開平02-264306(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 24/00  
H02K 11/00  
H02P 29/00