

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-19825

(P2010-19825A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 1 D 5/244 (2006.01) G O 1 D 5/244 J 2 F O 7 7

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2008-295696 (P2008-295696)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成20年11月19日 (2008.11.19)		日本精工株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-32918 (P2008-32918)		東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
(32) 優先日	平成20年2月14日 (2008.2.14)	(74) 代理人	100066980
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 森 哲也
(31) 優先権主張番号	特願2008-32919 (P2008-32919)	(74) 代理人	100075579
(32) 優先日	平成20年2月14日 (2008.2.14)		弁理士 内藤 嘉昭
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100103850
(31) 優先権主張番号	特願2008-155404 (P2008-155404)		弁理士 崔 秀▲てつ▼
(32) 優先日	平成20年6月13日 (2008.6.13)	(72) 発明者	桑原 昌樹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
			日本精工株式会社内
		(72) 発明者	尾崎 学士
			神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
			日本精工株式会社内

最終頁に続く

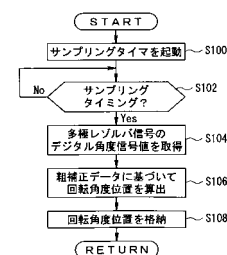
(54) 【発明の名称】 位置検出装置および位置検出方法、並びに回転角度位置検出装置および回転角度位置検出方法

(57) 【要約】

【課題】小型化を図り、メモリ容量を低減するのに好適な位置検出装置を提供する。

【解決手段】中継装置200は、RDC64のサンプリング周期よりも長い間隔で作成された粗補正データを記憶するメモリ66を備え、レゾルバ信号をサンプリングして得られるデジタル角度信号値を取得し、取得したデジタル角度信号値のうち対応デジタル角度信号値を粗補正データに基づいて補正し、対応デジタル角度信号値以外のデジタル角度信号値について、そのデジタル角度信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する粗補正データを補間し、その補間結果に基づいてそのデジタル角度信号値を補正する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検出手段と被検出体の相対位置により変化する位置検出信号を出力するセンサから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記被検出体の位置を検出する位置検出装置であって、

前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得手段と、

前記サンプリング周期よりも長い所定間隔で作成された粗補正データを記憶する粗補正データ記憶手段と、

前記位置検出信号値取得手段で取得した位置検出信号値および前記粗補正データ記憶手段の粗補正データに基づいて前記被検出体の位置を補正する位置補正手段とを備え、

前記位置補正手段は、前記位置検出信号値のうち前記所定間隔に対応する対応位置検出信号値を前記粗補正データに基づいて補正し、前記対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、当該位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する前記粗補正データを補間し、その補間結果に基づいて当該位置検出信号値を補正することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記粗補正データは、前記センサの全検出範囲にわたって前記所定間隔で取得される前記位置検出信号に基づいて作成されていることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 および 2 のいずれか 1 項において、

前記位置補正手段は、直線補間演算により前記粗補正データを補間することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 および 2 のいずれか 1 項において、

前記位置補正手段は、多項式近似による補間演算により前記粗補正データを補間することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、

前記センサは、回転子の回転角度に応じて変化する前記位置検出信号を出力する回転センサであることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記回転センサは、モータの回転軸に取り付けられていることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 7】

請求項 5 および 6 のいずれか 1 項において、

前記回転センサは、第 1 レゾルバステータおよび第 1 レゾルバロータを有し、前記第 1 レゾルバロータと前記第 2 レゾルバステータの間のリラクタンسが前記第 1 レゾルバロータの位置により変化し、前記第 1 レゾルバロータの 1 回転につき前記リラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる前記位置検出信号を出力する単極レゾルバと、

第 2 レゾルバステータおよび第 2 レゾルバロータを有し、前記第 2 レゾルバロータと前記第 2 レゾルバステータの間のリラクタンسが前記第 2 レゾルバロータの位置により変化し、前記第 2 レゾルバロータの 1 回転につき前記リラクタンス変化の基本波成分が多周期となる前記位置検出信号を出力する多極レゾルバとを備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項 8】

検出手段と被検出体の相対位置により変化する位置検出信号を出力するセンサから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記被検出体の位置を検出する

10

20

30

40

50

位置検出方法であって、

前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得ステップと、

前記サンプリング周期よりも長い所定間隔で作成された粗補正データを記憶する粗補正データ記憶手段の粗補正データ、および前記位置検出信号値取得ステップで取得した位置検出信号値に基づいて前記被検出体の位置を補正する位置補正ステップとを含み、

前記位置補正ステップは、前記位置検出信号値のうち前記所定間隔に対応する対応位置検出信号値を前記粗補正データに基づいて補正し、前記対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、当該位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する前記粗補正データを補間し、その補間結果に基づいて当該位置検出信号値を補正することを特徴とする位置検出方法。

【請求項 9】

回転子の 1 回転につき基本波成分が多周期となる位置検出信号を出力する多極レゾルバから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記回転子の回転角度位置を検出する回転角度位置検出装置であって、

前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得手段と、

前記多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される前記位置検出信号のうち誤差の周期性の単位となる領域を含む前記機械角全周の一部の領域に属するものに基づいて作成された部分補正データを記憶する部分補正データ記憶手段と、

前記位置検出信号値取得手段で取得した位置検出信号値および前記部分補正データ記憶手段の部分補正データに基づいて前記回転子の回転角度位置を補正する回転角度位置補正手段とを備え、

前記回転角度位置補正手段は、前記機械角全周を前記誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、当該区分領域に属する前記位置検出信号値を前記部分補正データに基づいて補正することを特徴とする回転角度位置検出装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記多極レゾルバは、複数の相のそれぞれに対応して複数の極が形成されかつ前記各相の極に巻き付けたコイルにより電機子巻線が形成されたレゾルバステータと、前記レゾルバステータの極に対向して円周方向に複数の歯が形成されたレゾルバロータとを有し、前記レゾルバロータと前記レゾルバステータとの間のリラクタンスが前記レゾルバロータの位置により変化するレゾルバであり、

前記多極レゾルバの相数を N 、前記レゾルバステータの極数を n_{sp} 、前記レゾルバロータの歯数を n_{rl} とし、前記一部の領域は、 $n_{rl} / (n_{sp} / N)$ であることを特徴とする回転角度位置検出装置。

【請求項 11】

請求項 9 および 10 のいずれか 1 項において、

さらに、回転子の 1 回転につき基本波成分が 1 周期となる第 2 位置検出信号を出力する単極レゾルバの前記第 2 位置検出信号をサンプリングして得られる第 2 位置検出信号値を取得する第 2 位置検出信号値取得手段と、

前記第 2 位置検出信号値取得手段で取得した第 2 位置検出信号値に基づいて、前記区分領域における前記位置検出信号値の位置を特定する位置特定手段とを備え、

前記回転角度位置補正手段は、前記位置特定手段で特定した位置に対応する前記部分補正データに基づいて前記位置検出信号値を補正することを特徴とする回転角度位置検出装置。

【請求項 12】

請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項において、

前記部分補正データは、前記各区分領域に属しかつ対応する前記位置検出信号の平均値に基づいて作成されていることを特徴とする回転角度位置検出装置。

【請求項 13】

請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項において、

前記部分補正データは、前記各区分領域に属しかつ対応する前記位置検出信号の中央値に基づいて作成されていることを特徴とする回転角度位置検出装置。

【請求項 14】

回転子の 1 回転につき基本波成分が多周期となる位置検出信号を出力する多極レゾルバから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記回転子の回転角度位置を検出する回転角度位置検出方法であって、

前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得ステップと、

前記多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される前記位置検出信号のうち誤差の周期性の単位となる領域を含む前記機械角全周の一部の領域に属するものに基づいて作成された部分補正データを記憶する部分補正データ記憶手段の部分補正データ、および前記位置検出信号値取得ステップで取得した位置検出信号値に基づいて前記回転子の回転角度位置を補正する回転角度位置補正ステップとを含み、

前記回転角度位置補正ステップは、前記機械角全周を前記誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、当該区分領域に属する前記位置検出信号値を前記部分補正データに基づいて補正することを特徴とする回転角度位置検出方法。

【請求項 15】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項において、

前記粗補正データ記憶手段は、前記位置補正手段として実現される演算手段の内部メモリとして構成したことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 16】

請求項 9 ないし 13 のいずれか 1 項において、

前記部分補正データ記憶手段は、前記回転角度位置補正手段として実現される演算手段の内部メモリとして構成したことを特徴とする回転角度位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転センサ等の出力から位置を検出する装置および方法に係り、特に、小型化を図り、メモリ容量を低減するのに好適な位置検出装置および位置検出方法、並びに回転角度位置検出装置および回転角度位置検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

回転子の回転角度を検出するセンサとしては、レゾルバが用いられている。レゾルバは、モータ等の回転軸に回転自在に取り付けられ、レゾルバロータとレゾルバステータの間のリラクタンスがレゾルバロータの位置により変化し、その変化に応じた電圧のレゾルバ信号を出力する。これをデジタル信号に変換するレゾルバ用デジタル変換器（RDC: Resolver Digital Converter）が用意されている。

【0003】

レゾルバ信号は、誤差がない正弦波形であることが理想的である。しかしながら、実際は、レゾルバロータの形状のばらつき、コイルの特性、レゾルバロータとレゾルバステータのギャップのばらつき等の原因により、レゾルバ信号に振幅差、オフセットおよび位相誤差が生じる。

従来、高精度な回転角度位置を検出するレゾルバとしては、例えば、レゾルバロータの歯数に対するレゾルバステータのステータポール数（極数）を一定の関係に設定した V 型レゾルバが知られている（特許文献 1）。

【0004】

また、レゾルバ信号の誤差を考慮して補正を行う技術としては、例えば、1 度加減算した後の第 2 補正データを補正用 ROM に加算して第 1 補正データを更新することにより高

10

20

30

40

50

精度化する方法が知られている（特許文献２）。

【特許文献１】特開２０００－８１３４４号公報

【特許文献２】特開２００４－２０５３４５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、特許文献１記載の技術にあつては、精度を向上するには、ステータボール数を増やさなければならず、小型化を図るのが困難であるという問題があった。

また、特許文献２記載の技術にあつては、ＲＤＣの分解能に応じた容量の補正データが必要となるため、高分解能になるほどメモリ容量が増大するという問題があった。すなわち、補正データは、レゾルバの機械角全周（機械角３６０°）にわたってレゾルバから出力されるレゾルバ信号を所定周期でサンプリングし、サンプリングして得られた信号値と理想値との差分（誤差）として作成する。そして、ＲＤＣにおいて、同周期でサンプリングして得られた信号値から、これに対応する補正データを減算することにより補正を行う。したがって、各信号値を補正し高精度な出力を得るには、信号値と補正データとが１対１に対応する必要があるため、分解能（サンプリング周期）を向上させると、その分だけ補正データの容量も大きくなる。

【０００６】

そこで、本発明は、このような従来の技術の有する未解決の課題に着目してなされたものであつて、小型化を図り、メモリ容量を低減するのに好適な位置検出装置および位置検出方法、並びに回転角度位置検出装置および回転角度位置検出方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

〔発明１〕 上記目的を達成するために、発明１の位置検出装置は、検出手段と被検出体の相対位置により変化する位置検出信号を出力するセンサから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記被検出体の位置を検出する位置検出装置であつて、前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得手段と、前記サンプリング周期よりも長い所定間隔で作成された粗補正データを記憶する粗補正データ記憶手段と、前記位置検出信号値取得手段で取得した位置検出信号値および前記粗補正データ記憶手段の粗補正データに基づいて前記被検出体の位置を補正する位置補正手段とを備え、前記位置補正手段は、前記位置検出信号値のうち前記所定間隔に対応する対応位置検出信号値を前記粗補正データに基づいて補正し、前記対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、当該位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する前記粗補正データを補間し、その補間結果に基づいて当該位置検出信号値を補正する。

【０００８】

このような構成であれば、位置検出信号値取得手段により、位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値が取得される。そして、位置補正手段により、取得された位置検出信号値のうち所定間隔に対応する対応位置検出信号値が粗補正データに基づいて補正される。一方、対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、その位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する粗補正データが補間され、その補間結果に基づいてその位置検出信号値が補正される。これらの補正により被検出体の位置が補正される。

【０００９】

ここで、センサは、検出手段と被検出体の相対位置により変化する位置検出信号を出力するものであればどのようなものであつてもよく、これには、例えば、回転角度を検出する回転センサ、および直線上の位置を検出するリニアセンサが含まれる。回転センサには、例えば、レゾルバ、ロータリーエンコーダ、ロータリーポテンショメータおよびテープスケールが含まれる。以下、発明８の位置検出方法において同じである。

【００１０】

10

20

30

40

50

また、補間の対象となる粗補正データとは、位置検出信号値の時系列上前および後にそれぞれ位置する粗補正データであればよく、時系列上前方に隣接して位置する粗補正データであってもよいし、時系列上2つ以上前方に位置する粗補正データであってもよい。時系列上後に位置する粗補正データについても同様であり、前後の位置関係は、同一であってもよいし、異なってもよい。精度の観点からは、隣接する粗補正データを対象とするのが好ましい。以下、発明8の位置検出方法において同じである。

【0011】

また、所定間隔とは、サンプリング周期よりも長い間隔であればよく、サンプリング周期の整数倍の間隔が好ましいが、これに限られない。整数倍でない場合、対応位置検出信号値としては、例えば、時系列上、粗補正データの位置に最も近い位置検出信号値を採用することができる。以下、発明8の位置検出方法において同じである。

10

また、粗補正データ記憶手段は、粗補正データをあらゆる手段でかつあらゆる時期に記憶するものであり、粗補正データをあらかじめ記憶してあるものであってもよいし、粗補正データをあらかじめ記憶することなく、本装置の動作時に外部からの入力等によって粗補正データを記憶するようになっていてもよい。以下、発明8の位置検出方法において同じである。

【0012】

〔発明2〕 さらに、発明2の位置検出装置は、発明1の位置検出装置において、前記粗補正データは、前記センサの全検出範囲にわたって前記所定間隔で取得される前記位置検出信号に基づいて作成されている。

20

【0013】

〔発明3〕 さらに、発明3の位置検出装置は、発明1および2のいずれか1の位置検出装置において、前記位置補正手段は、直線補間演算により前記粗補正データを補間する。

このような構成であれば、位置補正手段により、対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、その位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する粗補正データが直線補間演算により補間され、その補間結果に基づいてその位置検出信号値が補正される。

【0014】

〔発明4〕 さらに、発明4の位置検出装置は、発明1および2のいずれか1の位置検出装置において、前記位置補正手段は、多項式近似による補間演算により前記粗補正データを補間する。

30

このような構成であれば、位置補正手段により、対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、その位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する粗補正データが多項式近似による補間演算により補間され、その補間結果に基づいてその位置検出信号値が補正される。

【0015】

〔発明5〕 さらに、発明5の位置検出装置は、発明1ないし4のいずれか1の位置検出装置において、前記センサは、回転子の回転角度に応じて変化する前記位置検出信号を出力する回転センサである。

このような構成であれば、回転子の回転角度位置が補正される。

40

【0016】

〔発明6〕 さらに、発明6の位置検出装置は、発明5の位置検出装置において、前記回転センサは、モータの回転軸に取り付けられている。

【0017】

〔発明7〕 さらに、発明7の位置検出装置は、発明5および6のいずれか1の位置検出装置において、前記回転センサは、第1レゾルバステータおよび第1レゾルバロータを有し、前記第1レゾルバロータと前記第2レゾルバステータの間のリラクタンスが前記第1レゾルバロータの位置により変化し、前記第1レゾルバロータの1回転につき前記リラクタンス変化の基本波成分が1周期となる前記位置検出信号を出力する単極レゾルバと、第2レゾルバステータおよび第2レゾルバロータを有し、前記第2レゾルバロータと前記

50

第 2 レゾルバステータの間のリラクタンスが前記第 2 レゾルバロータの位置により変化し、前記第 2 レゾルバロータの 1 回転につき前記リラクタンス変化の基本波成分が多周期となる前記位置検出信号を出力する多極レゾルバとを備える。

【 0 0 1 8 】

このような構成であれば、第 1 レゾルバロータが回転すると、この回転により第 1 レゾルバロータと第 1 レゾルバステータの間のリラクタンスが変化する。そして、第 1 レゾルバロータの 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる位置検出信号が単極レゾルバから出力される。

また、第 2 レゾルバロータが回転すると、この回転により第 2 レゾルバロータと第 2 レゾルバステータの間のリラクタンスが変化する。そして、第 2 レゾルバロータの 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が多周期となる位置検出信号が多極レゾルバから出力される。

【 0 0 1 9 】

〔 発 明 8 〕 一方、上記目的を達成するために、発明 8 の位置検出方法は、検出手段と被検出体の相対位置により変化する位置検出信号を出力するセンサから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記被検出体の位置を検出する位置検出方法であって、前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得ステップと、前記サンプリング周期よりも長い所定間隔で作成された粗補正データを記憶する粗補正データ記憶手段の粗補正データ、および前記位置検出信号値取得ステップで取得した位置検出信号値に基づいて前記被検出体の位置を補正する位置補正ステップとを含み、前記位置補正ステップは、前記位置検出信号値のうち前記所定間隔に対応する対応位置検出信号値を前記粗補正データに基づいて補正し、前記対応位置検出信号値以外の位置検出信号値について、当該位置検出信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する前記粗補正データを補間し、その補間結果に基づいて当該位置検出信号値を補正する。

【 0 0 2 0 】

一方、本発明者は、鋭意検討を重ねた結果、多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される位置検出信号に含まれる誤差が周期性を有することを見出した。そして、機械角全周のすべての領域について補正データを用意しなくても、誤差の周期性の単位となる領域を含む機械角全周の一部の領域について補正データを用意し、機械角全周を誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、その区分領域に属する位置検出信号を補正データに基づいて補正すれば、誤差を効果的に低減できることを導き出した。すなわち、精度の低下を抑制しつつ補正データの容量を低減することができるのである。

【 0 0 2 1 】

〔 発 明 9 〕 そこで、上記目的を達成するために、発明 9 の回転角度位置検出装置は、回転子の 1 回転につき基本波成分が多周期となる位置検出信号を出力する多極レゾルバから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記回転子の回転角度位置を検出する回転角度位置検出装置であって、前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得手段と、前記多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される前記位置検出信号のうち誤差の周期性の単位となる領域を含む前記機械角全周の一部の領域に属するものに基づいて作成された部分補正データを記憶する部分補正データ記憶手段と、前記位置検出信号値取得手段で取得した位置検出信号値および前記部分補正データ記憶手段の部分補正データに基づいて前記回転子の回転角度位置を補正する回転角度位置補正手段とを備え、前記回転角度位置補正手段は、前記機械角全周を前記誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、当該区分領域に属する前記位置検出信号値を前記部分補正データに基づいて補正する。

【 0 0 2 2 】

このような構成であれば、位置検出信号値取得手段により、位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値が取得される。そして、回転角度位置補正手段により、機械角全周を誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、その区分領域に属す

る位置検出信号値が部分補正データに基づいて補正される。

ここで、誤差の周期性の単位となる領域とは、多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される位置検出信号に含まれる誤差の周期性について、その1周期を構成する領域をいう。誤差の周期が多次的である場合は、1次成分の1周期を構成する領域であってもよいし、2次以上の成分のうち任意の次数成分の1周期を構成する領域であってもよい。以下、発明14の回転角度位置検出方法において同じである。

【0023】

また、部分補正データ記憶手段は、部分補正データをあらゆる手段でかつあらゆる時期に記憶するものであり、部分補正データをあらかじめ記憶してあるものであってもよいし、部分補正データをあらかじめ記憶することなく、本装置の動作時に外部からの入力等によって部分補正データを記憶するようになっていてもよい。以下、発明14の回転角度位置検出方法において同じである。

10

【0024】

〔発明10〕 さらに、発明10の回転角度位置検出装置は、発明9の回転角度位置検出装置において、前記多極レゾルバは、複数の相のそれぞれに対応して複数の極が形成されかつ前記各相の極に巻き付けたコイルにより電機子巻線が形成されたレゾルバステータと、前記レゾルバステータの極に対向して円周方向に複数の歯が形成されたレゾルバロータとを有し、前記レゾルバロータと前記レゾルバステータとの間のリラクタンスが前記レゾルバロータの位置により変化するレゾルバであり、前記多極レゾルバの相数を N 、前記レゾルバステータの極数を n_{sp} 、前記レゾルバロータの歯数を n_{rt} とし、前記一部の領域は、 $n_{rt} / (n_{sp} / N)$ である。

20

【0025】

このような構成であれば、部分補正データが、誤差の周期性の単位となる領域について作成された補正データとなる。したがって、誤差の周期性の単位となる領域について作成された部分補正データに基づいて、機械角全周をその領域の単位で区分したときの各区分領域ごとに補正が行われる。

【0026】

〔発明11〕 さらに、発明11の回転角度位置検出装置は、発明9および10のいずれか1の回転角度位置検出装置において、さらに、回転子の1回転につき基本波成分が1周期となる第2位置検出信号を出力する単極レゾルバの前記第2位置検出信号をサンプリングして得られる第2位置検出信号値を取得する第2位置検出信号値取得手段と、前記第2位置検出信号値取得手段で取得した第2位置検出信号値に基づいて、前記区分領域における前記位置検出信号値の位置を特定する位置特定手段とを備え、前記回転角度位置補正手段は、前記位置特定手段で特定した位置に対応する前記部分補正データに基づいて前記位置検出信号値を補正する。

30

【0027】

このような構成であれば、第2位置検出信号値取得手段により、第2位置検出信号をサンプリングして得られる第2位置検出信号値が取得され、位置特定手段により、取得された第2位置検出信号値に基づいて、区分領域における位置検出信号値の位置が特定される。そして、回転角度位置補正手段により、特定された位置に対応する部分補正データに基づいて位置検出信号値が補正される。

40

【0028】

〔発明12〕 さらに、発明12の回転角度位置検出装置は、発明9ないし11のいずれか1の回転角度位置検出装置において、前記部分補正データは、前記各区分領域に属しかつ対応する前記位置検出信号の平均値に基づいて作成されている。

このような構成であれば、部分補正データが位置検出信号の平均値に基づいて作成されているので、精度の向上を図ることができる。

【0029】

〔発明13〕 さらに、発明13の回転角度位置検出装置は、発明9ないし11のいずれか1の回転角度位置検出装置において、前記部分補正データは、前記各区分領域に属し

50

かつ対応する前記位置検出信号の中央値に基づいて作成されている。

このような構成であれば、部分補正データが位置検出信号の中央値に基づいて作成されているので、精度の向上を図ることができる。

【 0 0 3 0 】

〔 発 明 1 4 〕 一方、上記目的を達成するために、発明 1 4 の回転角度位置検出方法は、回転子の 1 回転につき基本波成分が多周期となる位置検出信号を出力する多極レゾルバから前記位置検出信号を入力し、入力した位置検出信号に基づいて前記回転子の回転角度位置を検出する回転角度位置検出方法であって、前記位置検出信号をサンプリングして得られる位置検出信号値を取得する位置検出信号値取得ステップと、前記多極レゾルバの機械角全周にわたって取得される前記位置検出信号のうち誤差の周期性の単位となる領域を含む前記機械角全周の一部の領域に属するものに基づいて作成された部分補正データを記憶する部分補正データ記憶手段の部分補正データ、および前記位置検出信号値取得ステップで取得した位置検出信号値に基づいて前記回転子の回転角度位置を補正する回転角度位置補正ステップとを含み、前記回転角度位置補正ステップは、前記機械角全周を前記誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに、当該区分領域に属する前記位置検出信号値を前記部分補正データに基づいて補正する。

10

【 0 0 3 1 】

〔 発 明 1 5 〕 一方、上記目的を達成するために、発明 1 5 の位置検出装置は、発明 1 ないし 7 のいずれか 1 の位置検出装置において、前記粗補正データ記憶手段は、前記位置補正手段として実現される演算手段の内部メモリとして構成した。

20

【 0 0 3 2 】

〔 発 明 1 6 〕 一方、上記目的を達成するために、発明 1 6 の回転角度位置検出装置は、発明 9 ないし 1 3 のいずれか 1 の回転角度位置検出装置において、前記部分補正データ記憶手段は、前記回転角度位置補正手段として実現される演算手段の内部メモリとして構成した。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 3 3 】

以上説明したように、発明 1 の位置検出装置、または発明 8 の位置検出方法によれば、サンプリング周期よりも長い所定間隔で作成された粗補正データを記憶するので、従来に比して、メモリ容量を低減することができるという効果が得られる。また、対応位置検出信号値以外の位置検出信号値は、粗補正データを補間して補正されるので、精度の低下を抑制することができるという効果も得られる。

30

【 0 0 3 4 】

さらに、発明 3 の位置検出装置によれば、直線補間演算を用いるので、演算処理が簡素となり、処理負担を低減することができるという効果が得られる。

さらに、発明 7 の位置検出装置によれば、精度の向上を図ることができるという効果が得られる。

一方、発明 8 の位置検出方法によれば、発明 1 の位置検出装置と同等の効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

40

一方、発明 9 の回転角度位置検出装置によれば、補正データに基づいて多極レゾルバの位置検出信号が補正されるので、レゾルバステータの極数を増さなくてもすみ、従来に比して、小型化を図ることができるという効果が得られる。また、多極レゾルバの機械角全周の一部の領域に属する位置検出信号に基づいて作成された部分補正データを記憶するので、従来に比して、メモリ容量を低減することができるという効果も得られる。さらに、誤差の周期性を考慮し、機械角全周を誤差の周期性の単位で区分したときの各区分領域ごとに部分補正データに基づいて補正が行われるので、精度の低下を抑制することができるという効果も得られる。

【 0 0 3 6 】

さらに、発明 1 0 の回転角度位置検出装置によれば、誤差の周期性の単位となる領域に

50

ついて作成された部分補正データに基づいて、機械角全周をその領域の単位で区分したときの各区分領域ごとに補正が行われるので、精度の低下をさらに抑制することができるという効果が得られる。

さらに、発明 12 の回転角度位置検出装置によれば、部分補正データが位置検出信号の平均値に基づいて作成されているので、精度の向上を図ることができるという効果が得られる。

【0037】

さらに、発明 13 の回転角度位置検出装置によれば、部分補正データが位置検出信号の中央値に基づいて作成されているので、精度の向上を図ることができるという効果が得られる。

一方、発明 14 の回転角度位置検出方法によれば、発明 9 の回転角度位置検出装置と同等の効果が得られる。

【0038】

一方、発明 15 の位置検出装置、または発明 16 の回転角度位置検出装置によれば、外部メモリではなく内部メモリに補正データを記憶することにより、データの読込処理に要する時間を短縮することができるので、回転動作中に実回転角度位置に対し遅れの少ない位置検出データを出力することができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

〔第 1 の実施の形態〕

以下、本発明の第 1 の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図 1 ないし図 5 は、本発明に係る位置検出装置および位置検出方法、並びに回転角度位置検出装置および回転角度位置検出方法の第 1 の実施の形態を示す図である。

まず、本実施の形態に係るレゾルバ装置 100 の構成を説明する。

【0040】

図 1 は、レゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

レゾルバ装置 100 は、図 1 に示すように、固定子であるステータ 22 と、回転子であるロータ 12 と、ロータ 12 とステータ 22 の間に介在してロータ 12 を回転可能に支持するクロスロー軸受 14 と、ロータ 12 の回転角度位置を検出する単極レゾルバ 30a および多極レゾルバ 30i とを有して構成されている。ここで、レゾルバ 30a、30i およびクロスロー軸受 14 は、径方向内側からその順序で径方向の同一平面上に配置されている。

【0041】

ステータ 22 には、軸方向上方（図 1 の上方向）に突出した円環状の内壁体 22a が形成され、内壁体 22a よりも径方向外側には、軸方向上方に突出した円環状の外壁体 22b が形成されている。一方、ロータ 12 には、軸方向下方（図 1 の下方向）に突出した円環状の内壁体 12a が形成され、内壁体 12a よりも径方向外側には、軸方向下方に突出した円環状の外壁体 12b が形成されている。そして、ステータ 22 およびロータ 12 は、ステータ 22 の内壁体 22a がロータ 12 の内壁体 12a と外壁体 12b の間に、ロータ 12 の外壁体 12b がステータ 22 の内壁体 22a と外壁体 22b の間に位置するように互いに跨って配置されている。

【0042】

クロスロー軸受 14 は、内輪 14a と、外輪 14b と、内輪 14a および外輪 14b の間で転動可能に設けられた複数のクロスロー（ころ）14c とを有して構成されている。クロスロー 14c は、直径が長さよりわずかに大きな略円筒状で、軌道上偶数番目の回転軸と、軌道上奇数番目の回転軸が互いに 90° 傾斜している。

内輪 14a は、ステータ 22 の内壁体 22a に軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ステータ 22 の内壁体 22a の上端を内輪 14a の下面に当接させ、内輪押え 26 の押圧部 26b を内輪 14a の上面に接触させ、内輪押え 26 をボルト 26a でステータ 22 の内壁体 22a に締結することにより固定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

外輪 1 4 b は、ロータ 1 2 の外壁体 1 2 b に軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ロータ 1 2 の外壁体 1 2 b の下端を外輪 1 4 b の上面に当接させ、外輪押え 2 8 の押圧部 2 8 b を外輪 1 4 b の下面に接触させ、外輪押え 2 8 をボルト 2 8 a でロータ 1 2 の外壁体 1 2 b に締結することにより固定される。

なお、ステータ 2 2 は、ボルト 2 4 a により固定板 2 4 に固定され、ロータ 1 2 は、モータ（後述）の回転軸の外周面に嵌合している。

【 0 0 4 4 】

単極レゾルバ 3 0 a は、A B S（Absolute）型のインナーロータ式レゾルバであって、中空環状の成層鉄心からなるレゾルバロータ 1 8 a と、レゾルバロータ 1 8 a と所定間隔をもって対向して配置された環状の成層鉄心からなるレゾルバステータ 2 0 a とを有して構成されている。レゾルバロータ 1 8 a は、クロスロー軸受 1 4 の軸心に対して偏心させた外周を有し、レゾルバステータ 2 0 a には、複数のステータボールが円周方向に等間隔に形成されている。そのため、レゾルバロータ 1 8 a の 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる単極レゾルバ信号を出力する。

【 0 0 4 5 】

多極レゾルバ 3 0 i は、I N C（Increment）型のインナーロータ式レゾルバであって、中空環状の成層鉄心からなるレゾルバロータ 1 8 i と、レゾルバロータ 1 8 i と所定間隔をもって対向して配置された環状の成層鉄心からなるレゾルバステータ 2 0 i とを有して構成されている。レゾルバロータ 1 8 i には、突極状の複数の歯が円周方向に等間隔に形成され、レゾルバステータ 2 0 i には、複数のステータボールが円周方向に等間隔に形成されている。そのため、レゾルバロータ 1 8 i の 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が多周期となる多極レゾルバ信号を出力する。

【 0 0 4 6 】

レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i は、ロータ間座 4 2 を介して微小な間隔をもって配置され、ボルト 1 8 b によりロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に取り付けられている。一方、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i は、ステータ間座 4 4 を介して微小な間隔をもって配置され、ボルト 2 0 b により内輪押え 2 6 の内周面に取り付けられ、内輪押え 2 6 と一体にステータ 2 2 の内壁体 2 2 a の内周面側に固定されている。

【 0 0 4 7 】

次に、本実施の形態に係る制御システムの構成を説明する。

図 2 は、制御システムの構成を示すブロック図である。

制御システムは、図 2 に示すように、モータ 3 1 0 と、モータ 3 1 0 の回転軸の外周面に嵌合するレゾルバ装置 1 0 0 と、レゾルバ装置 1 0 0 からのレゾルバ信号に基づいて回転角度位置を検出する中継装置 2 0 0 と、中継装置 2 0 0 で検出した回転角度位置に基づいてモータ 3 1 0 を制御するモータ制御装置 3 0 0 とを有して構成されている。

【 0 0 4 8 】

中継装置 2 0 0 は、発振器 5 0 と、発振器 5 0 から出力される励磁信号を適度な信号レベルに増幅する増幅器 5 2 と、増幅器 5 2 からの励磁信号をレゾルバ 3 0 a、3 0 i のいずれかに供給する切換スイッチ 5 4 とを有して構成されている。

切換スイッチ 5 4 は、与えられたスイッチ切換信号に基づいて、増幅器 5 2 と単極レゾルバ 3 0 a の共通端子 C O M 1 とを接続する接続状態、および増幅器 5 2 と多極レゾルバ 3 0 i の共通端子 C O M 2 とを接続する接続状態のいずれかに切り換える。

【 0 0 4 9 】

中継装置 2 0 0 は、さらに、電流 / 電圧変換器 5 6 a、5 6 b、3 / 2 相変換器 5 8 a、5 8 b、アナログスイッチ 6 0、移相器 6 2 および R D C 6 4 を有して構成されている。

単極レゾルバ 3 0 a からは、互いに位相が 1 2 0 ° 異なる 3 相の単極レゾルバ信号が出力される。3 相の単極レゾルバ信号は、電流 / 電圧変換器 5 6 a により電流 / 電圧変換され、3 / 2 相変換器 5 8 a により 2 相の単極レゾルバ信号（sin 信号、cos 信号）に変換さ

10

20

30

40

50

れる。そして、2相の単極レゾルバ信号は、アナログスイッチ60に出力される。

【0050】

一方、多極レゾルバ30iからは、互いに位相が 120° 異なる3相の多極レゾルバ信号が出力される。3相の多極レゾルバ信号は、電流/電圧変換器56bにより電流/電圧変換され、3/2相変換器58bにより2相の多極レゾルバ信号(sin信号、cos信号)に変換される。そして、2相の多極レゾルバ信号は、アナログスイッチ60に出力される。

アナログスイッチ60は、与えられたABS/INC切換信号に基づいて、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号のいずれかを通過させてRDC64に供給する。

【0051】

移相器62は、発振器50から出力される励磁信号の位相を遅らせ、2相の単極レゾルバ信号または多極レゾルバ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RDC64に供給する。

RDC64は、移相器62からのRef信号に基づいて、アナログスイッチ60からの単極レゾルバ信号または多極レゾルバ信号を所定周期でサンプリングし、サンプリングして得られた信号値をデジタル角度信号 ϕ として出力する。

【0052】

中継装置200は、さらに、RDC64のサンプリング周期よりも長い間隔で作成された粗補正データを記憶するメモリ66と、RDC64からのデジタル角度信号 ϕ に基づいて回転角度位置を検出するCPU68と、モータ制御装置300との間で通信を行う制御信号入出力部70、位置検出信号出力部72および異常検出信号出力部74とを有して構成されている。

【0053】

CPU68は、電源投入後は、スイッチ切換信号を切換スイッチ54に出力することにより単極レゾルバ30aに励磁信号を供給し、RDC64から単極レゾルバ信号のデジタル角度信号 ϕ を入力する。このとき、アナログスイッチ60および切換スイッチ54の切換タイミングが同期するように、アナログスイッチ60にABS/INC切換信号を出力する。次いで、スイッチ切換信号を切換スイッチ54に出力することにより多極レゾルバ30iに励磁信号を供給し、RDC64から多極レゾルバ信号のデジタル角度信号 ϕ を入力する。そして、この動作を所定周期で繰り返し行う。

【0054】

CPU68は、メモリ66の粗補正データに基づいて、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値および多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をそれぞれ補正して回転角度位置を算出し、算出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

CPU68は、位置検出信号出力部72を介して、回転角度位置検出データを示す回転角度位置検出信号をモータ制御装置300に出力する。また、制御信号入出力部70を介してモータ制御装置300との間で制御信号を入出力し、異常検出信号出力部74を介して異常検出信号をモータ制御装置300に出力する。

【0055】

次に、粗補正データのデータ構造を説明する。

図3は、粗補正データを時系列上にプロットしたグラフである。

多極レゾルバ信号用の粗補正データは、図3に示すように、多極レゾルバ30iの機械角全周にわたって多極レゾルバ30iから出力される多極レゾルバ信号をRDC64のサンプリング周期の n (n は2以上の整数)倍の間隔でサンプリングし、サンプリングして得られた信号値と理想値との差分(誤差)として作成する。図3は、 $n=16$ の例である。

【0056】

単極レゾルバ信号用の粗補正データは、同様に、単極レゾルバ30aの機械角全周にわたって単極レゾルバ30aから出力される単極レゾルバ信号をRDC64のサンプリング周期の m (m は2以上の整数)倍の間隔でサンプリングし、サンプリングして得られた信

10

20

30

40

50

号値と理想値との差分として作成する。m、nは、同一の値であってもよいし、異なる値であってもよい。

【0057】

次に、CPU68で実行される処理を説明する。

CPU68は、マイクロプロセッシングユニット等からなり、メモリ66の所定領域に格納されている所定のプログラムを起動させ、そのプログラムに従って、図4のフローチャートに示す回転角度位置算出処理を実行する。

【0058】

図4は、多極レゾルバ30iの回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

回転角度位置算出処理は、多極レゾルバ信号を補正して回転角度位置を算出する処理であって、CPU68で実行されると、図4に示すように、まず、ステップS100に移行する。

ステップS100では、サンプリングタイマを起動し、ステップS102に移行して、サンプリングタイマの値に基づいてサンプリングタイミングになったか否かを判定し、サンプリングタイミングになったと判定したとき(Yes)は、ステップS104に移行する。

【0059】

ステップS104では、多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をRDC64から取得し、ステップS106に移行して、取得したデジタル角度信号値およびメモリ66の粗補正データに基づいて、下式(1)に示す直線補間演算式より回転角度位置Lを算出する。

$$L = K - (Mm + On \times ((M(m+1) - Mm) / N)) \quad \dots (1)$$

上式(1)において、Kはデジタル角度信号値を、Nは粗補正データの測定間隔をそれぞれ示す。図3の例では、 $N = n$ となる。

【0060】

また、Mmは、多極レゾルバ30iの機械角全周においてKが出現するポイントをjとし、 $m = \text{INT}(j / N)$ 番目の粗補正データを示す。ここで、「INT()」は、括弧内の演算結果の小数点以下を切り捨てる演算式である。

また、Onは、 $\text{mod}(j / N)$ により得られる値を示す。ここで、「mod()」は、括弧内の除算の余りを求める演算式である。

【0061】

上式(1)によれば、デジタル角度信号値のうち粗補正データの測定ポイントに対応するもの(以下、対応デジタル角度信号値という。)Kについては、上式(1)において $On = 0$ となり、 $L = K - Mm$ となるので、粗補正データMmを減算することにより補正される。

これに対し、対応デジタル角度信号値以外のデジタル角度信号値Kについては、上式(1)において $On = 1 \sim N - 1$ となるので、そのデジタル角度信号値の時系列上前に位置する粗補正データMmと、そのデジタル角度信号値の時系列上後に位置する粗補正データ $M(m+1)$ が補間され、その補間結果 $Mm + On \times ((M(m+1) - Mm) / N)$ を減算することにより補正される。

【0062】

次いで、ステップS108に移行して、算出した回転角度位置Lをメモリ66に格納し、一連の処理を終了して元の処理に復帰させる。

一方、ステップS102で、サンプリングタイミングになっていないと判定したとき(No)は、サンプリングタイミングになるまでステップS102で待機する。

なお、単極レゾルバ信号を補正して回転角度位置を算出する処理も、図4の回転角度位置算出処理と同様に構成される。そして、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号について回転角度位置が算出されると、回転角度位置をメモリ66から読み出し、読み出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

次に、本実施の形態の動作を説明する。

以下、80極の多極レゾルバ30iを用い、RDC64の分解能が5242880[p/r]（1極を65536分割）、粗補正データの測定間隔が1024[p]である場合を例にとって説明する。

モータ310が回転すると、ロータ12に回転トルクが付与され、ロータ12が回転する。そして、レゾルバ30a、30iにより、ロータ12と一体に回転するレゾルバロータ18a、18iとの間のリラクタンス変化が検出され、レゾルバ信号が出力される。

【 0 0 6 4 】

中継装置200では、電流/電圧変換器56a、56b、3/2相変換器58a、58bおよびアナログスイッチ60を介してレゾルバ信号がRDC64に入力される。そして、RDC64により、レゾルバ信号が所定周期でサンプリングされ、サンプリングして得られた信号値がデジタル角度信号φとして出力される。

中継装置200では、サンプリングタイミングになると、ステップS104、S106を経て、CPU68により、多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値が取得され、取得されたデジタル角度信号値およびメモリ66の粗補正データに基づいて回転角度位置Lが算出される。

【 0 0 6 5 】

図5は、多極レゾルバ30iの補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

デジタル角度信号には、図5(a)に示すように、多極レゾルバ30iの一歯の電気角全周において正弦波状の誤差が含まれている。このデジタル角度信号値に対して、粗補正データに基づいて直線補間演算により補正を行うと、図5(b)に示すように、対応デジタル角度信号値だけでなくそれ以外のデジタル角度信号値も比較的適切に補正される。その結果、誤差がほぼゼロとなり、高精度な回転角度位置Lを得ることができる。

【 0 0 6 6 】

また、従来では、全ポイント分の補正データを用意する必要があったので、補正データの容量は、1ポイント当たりの容量が2[byte]である場合、 $5242880[p/r] \times 2[byte] = 10.49[Mbyte]$ となる。これに対し、本実施の形態では、粗補正データの測定間隔が1024[p]であるので、粗補正データの容量は、 $5242880[p/r] / 1024[p] \times 2[byte] = 10.24[Kbyte]$ となる。したがって、従来の1/1024ですむ。

【 0 0 6 7 】

中継装置200では、CPU68により、同様に、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値が取得され、取得されたデジタル角度信号値およびメモリ66の粗補正データに基づいて回転角度位置Lが算出される。そして、算出されたそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データが出力される。

モータ制御装置300では、回転角度位置検出データに基づいてモータ310が制御される。

【 0 0 6 8 】

一方、レゾルバ装置100にモーメント荷重が加わると、レゾルバ装置100がクロスロー軸受14を中心として傾くが、レゾルバ30a、30iがクロスロー軸受14と径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ30a、30iのギャップ変化を小さくすることができる。

また、レゾルバ30a、30iおよびクロスロー軸受14が径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ装置100の高さ（軸方向の長さ）を小さくすることができる。

【 0 0 6 9 】

さらに、クロスロー軸受14の予圧を高くする等の方法を採用した場合は、ギャップ変化を抑制できる半面、クロスロー軸受14の寿命が短くなるという不具合を伴うところ、本実施の形態では、ギャップ変化が小さい位置にレゾルバ30a、30iを配置することによりギャップ変化を低減するので、クロスロー軸受14の長寿命化を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

このようにして、本実施の形態では、中継装置 2 0 0 は、R D C 6 4 のサンプリング周期よりも長い間隔で作成された粗補正データを記憶するメモリ 6 6 を備え、レゾルバ信号をサンプリングして得られるデジタル角度信号値を取得し、取得したデジタル角度信号値のうち対応デジタル角度信号値を粗補正データに基づいて補正し、対応デジタル角度信号値以外のデジタル角度信号値について、そのデジタル角度信号値の時系列上前後にそれぞれ位置する粗補正データを補間し、その補間結果に基づいてそのデジタル角度信号値を補正する。

【 0 0 7 1 】

これにより、サンプリング周期よりも長い間隔で作成された粗補正データを記憶するので、従来に比して、メモリ容量を低減することができる。また、対応デジタル角度信号値以外のデジタル角度信号値は、粗補正データを補間して補正されるので、精度の低下を抑制することができる。

10

さらに、本実施の形態では、直線補間演算により粗補正データを補間する。

【 0 0 7 2 】

これにより、演算処理が簡素となり、処理負担を低減することができる。

さらに、本実施の形態では、レゾルバ装置 1 0 0 は、単極レゾルバ 3 0 a および多極レゾルバ 3 0 i を備え、メモリ 6 6 の粗補正データに基づいて、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値および多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をそれぞれ補正して回転角度位置を算出し、算出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

20

【 0 0 7 3 】

これにより、精度の向上を図ることができる。

さらに、本実施の形態では、レゾルバ装置 1 0 0 は、内輪 1 4 a および外輪 1 4 b を有するクロスロー軸受 1 4 と、内輪 1 4 a に支持されるステータ 2 2 と、外輪 1 4 b に支持されるロータ 1 2 と、ロータ 1 2 の回転角度位置を検出するレゾルバ 3 0 a、3 0 i とを備え、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 を径方向の同一平面上に配置した。

【 0 0 7 4 】

これにより、レゾルバ装置 1 0 0 にモーメント荷重が加わっても、ギャップ変化が小さい位置にレゾルバ 3 0 a、3 0 i が配置されているので、従来に比して、レゾルバ 3 0 a、3 0 i のギャップ変化を小さくすることができ、レゾルバ 3 0 a、3 0 i が誤検出する可能性を低減することができる。また、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 が径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ装置 1 0 0 の高さを小さくすることができる。さらに、クロスロー軸受 1 4 の予圧を高くする等の方法に比して、クロスロー軸受 1 4 の長寿命化を図ることができる。

30

【 0 0 7 5 】

さらに、本実施の形態では、クロスロー軸受 1 4 を採用した。

これにより、モーメント荷重、アキシャル荷重およびラジアル荷重を同時に受けることができるので、アキシャル荷重およびラジアル荷重に対する剛性を維持しつつ、モーメント荷重によるギャップ変化を低減することができる。

40

上記第 1 の実施の形態において、レゾルバ 3 0 a、3 0 i は、発明 5 ないし 7 の回転センサに対応し、レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i は、発明 1 または 8 の被検出体に対応し、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i は、発明 1 または 8 の検出手段に対応し、メモリ 6 6 は、発明 1 または 8 の粗補正データ記憶手段に対応している。また、ステップ S 1 0 4 は、発明 1 の位置検出信号値取得手段、または発明 8 の位置検出信号値取得ステップに対応し、ステップ S 1 0 6 は、発明 1 若しくは 3 の位置補正手段、または発明 8 の位置補正ステップに対応している。

【 0 0 7 6 】

〔 第 1 の実施の形態の変形例 〕

50

なお、上記第 1 の実施の形態においては、直線補間演算により粗補正データを補間するように構成したが、これに限らず、多項式近似による補間演算により粗補正データを補間するように構成することもできる。

【0077】

図 6 は、多項式近似による補間演算により粗補正データを補間する場合を示すグラフである。

粗補正データが図 6 に示すような場合は、例えば、多項近似式として下式 (2) を用いる。

$$f(x) = 0.0008x^3 - 0.0586x^2 + 1.9792x - 3 \times 10^{-12} \quad \dots (2)$$

10

そして、回転角度位置 L は、下式 (3) により算出することができる。

$$L = K - f(j) \quad \dots (3)$$

上式 (3) によれば、対応デジタル角度信号値以外のデジタル角度信号値 K については、そのデジタル角度信号値の時系列上前に位置する粗補正データ M_m と、そのデジタル角度信号値の時系列上後に位置する粗補正データ $M_{(m+1)}$ が多項式近似による補間演算により補間され、その補間結果を減算することにより補正される。

20

【0078】

また、上記第 1 の実施の形態においては、多極レゾルバ 30 i の機械角全周にわたって多極レゾルバ 30 i から出力されるレゾルバ信号を RDC 64 のサンプリング周期の $n(m)$ 倍の間隔でサンプリングし、サンプリングして得られた信号値と理想値との差分として粗補正データを作成したが、これに限らず、多極レゾルバ 30 i の機械角の一部について作成することもできる。

【0079】

図 7 は、多極レゾルバ 30 i の補正前の位置検出誤差を示すグラフである。

本発明者は、鋭意検討を重ねた結果、図 7 に示すように、機械角全周において発生する誤差が周期性を有し、ステータポール数 / 相数ごとに誤差が繰り返されることを見出した。そこで、このような特性を利用し、粗補正データを作成する必要最小限の基準角度領域 R を求め、基準角度領域 R の粗補正データに基づいて機械角全周分の補正を行えば、メモリ容量をさらに低減することができる。

30

【0080】

基準角度領域 R は、多極レゾルバ 30 i の相数を N 、レゾルバステータ 20 i のステータポール数 (極数) を n_{sp} 、レゾルバロータ 18 i の歯数を n_{rt} とし、下式 (4) により求めることができる。なお、機械角全周とレゾルバロータ 18 i の全歯数とは、位置検出処理上同等となるため、基準角度領域 R は、補正データに使用する歯の領域と同等となる。そして、機械角全周を基準角度領域 R の単位で区分し、各区分領域ごとに、基準角度領域 R の粗補正データに基づいてその区分領域のデジタル角度信号値を補正する。

40

$$R = n_{rt} / (n_{sp} / N) \quad \dots (4)$$

例えば、80 歯 3 相の多極レゾルバ 30 i についてステータポール数を 24 個に設定した場合、基準角度領域 R は、 $80 \times (24 / 3) = 10$ 歯分となる。上記第 1 の実施の形態の例では、 $5242880[p/r] / 10244[p] = 5120$ ポイント分の粗補正データが必要であったところ、この場合は、 $5120 \text{ ポイント} \times 10 \text{ 歯} / 80 \text{ 歯} = 640 \text{ ポイント}$ 分の粗補正データで足りる。したがって、粗補正データの容量は、 $640 \text{ ポイント} \times 2 [\text{byte}] = 1.28 [\text{Kbyte}]$ となり、上記第 1 の実施の形態のさらに 1/8 ですむ。従来との比較では、1/8192 ですむ。

【0081】

なお、補正データを間引くことなく、基準角度領域 R の全ポイント分の補正データを作

50

成することにより、精度の向上をさらに図ることもできる。上記例において、基準角度領域 R で 5120 ポイント分の補正データを作成した場合は、上記第 1 の実施の形態でのメモリ容量で精度の向上をさらに図ることができる。

また、上記第 1 の実施の形態においては、R D C 6 4 でデジタル角度信号を補正しなかったが、これに限らず、補正機能付き R D C に適用することもできる。

【 0 0 8 2 】

図 8 は、中継装置 2 0 0 が補正機能付き R D C を備える場合の制御システムの構成を示すブロック図である。

中継装置 2 0 0 は、図 8 に示すように、補正データを記憶するメモリ 7 6 と、メモリ 7 6 の補正データに基づいてデジタル角度信号を補正する R D C 7 8 とを有して構成されている。その他の構成は、図 2 と同様である。

【 0 0 8 3 】

R D C 7 8 は、上記第 1 の実施の形態のように粗補正データに基づいて補正を行ってもよいし、機械角の一部について作成した部分補正データに基づいて補正を行ってもよいし、その組み合わせにより補正を行ってもよい。

これにより、R D C 7 8 および C P U 6 8 の両方で補正を行うことができるので、精度の向上をさらに図ることができる。逆に、精度を同程度にしようとすれば、メモリ 6 6 のメモリ容量を低減することができる。

【 0 0 8 4 】

また、上記第 1 の実施の形態においては、中継装置 2 0 0 を設けて構成したが、これに限らず、中継装置 2 0 0 の機能を実現する回路基板をレゾルバ装置 1 0 0 に内蔵して構成することもできる。この場合、アナログ信号であるレゾルバ信号を伝送する線路長を短くすることができるので、ノイズ等の影響による精度の低下を抑制することができる。

また、上記第 1 の実施の形態においては、レゾルバ装置 1 0 0 の内側が回転するインナーロータ式で構成したが、これに限らず、レゾルバ装置 1 0 0 の外側が回転するアウターロータ式で構成することもできる。

【 0 0 8 5 】

また、上記第 1 の実施の形態においては、レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i をロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i を内輪押え 2 6 の内周面に取り付けて構成したが、これに限らず、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i をロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に、レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i を内輪押え 2 6 の内周面に取り付けて構成することもできる。

【 0 0 8 6 】

また、上記第 1 の実施の形態においては、単極レゾルバ 3 0 a および多極レゾルバ 3 0 i を設けて構成したが、これに限らず、単極レゾルバ 3 0 a のみから構成することもできるし、多極レゾルバ 3 0 i のみから構成することもできるし、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号を出力する A B S / I N C 一体型のレゾルバから構成することもできる。

また、上記第 1 の実施の形態においては、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 を径方向内側からその順序で径方向の同一平面上に配置したが、これに限らず、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 の配置順序は任意とすることができる。

【 0 0 8 7 】

〔 第 1 の実施の形態の変形例 〕

また、上記第 1 の実施の形態においては、クロスロー軸受 1 4 を適用したが、これに限定するものではなく、4 点接触玉軸受、アンギュラ玉軸受、深溝玉軸受、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受などを適用してもよい。この場合、モーメント荷重、アキシヤル荷重およびラジアル荷重を同時に受けることができる転がり軸受を採用することが好ましい。かかる転がり軸受としては、例えば、4 点接触玉軸受が該当する。

【 0 0 8 8 】

図 9 は、第 1 の実施の形態の変形例として、クロスロー軸受 1 4 を 4 点接触玉軸受 1

10

20

30

40

50

5に変更したレゾルバ装置100の軸方向の断面図である。なお、図9に示す第1の実施の形態の変形例においては、ロータ12を回転可能に支持する軸受として4点接触玉軸受15を採用した以外は、図1～図8に示す第1の実施形態と同様であるので、第1の実施形態と同じ符号を付した同様の構成については説明を省略する。

【0089】

図9に示すように、4点接触玉軸受15は、内輪15aと、外輪15bと、内輪15aおよび外輪15bの間で回転可能に設けられた複数の玉15cとを有して構成されている。

内輪15aは、ステータ22の内壁体22aに軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ステータ22の内壁体22aの上端を内輪15aの下面に当接させ、内輪押え26の押圧部26bを内輪15aの上面に接触させ、内輪押え26をボルト26aでステータ22の内壁体22aに締結することにより固定される。

【0090】

外輪15bは、ロータ12の外壁体12bに軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ロータ12の外壁体12bの下端を外輪15bの上面に当接させ、外輪押え28の押圧部28bを外輪15bの下面に接触させ、外輪押え28をボルト28aでロータ12の外壁体12bに締結することにより固定される。

このように、ロータ12を回転可能に支持する軸受として4点接触玉軸受15を採用することにより、耐荷重を保ちつつ、摩擦トルクを低く抑えることが可能となり、回転時の損失を低く抑えることができる。また、クロスロー軸受に用いられる転動体(ころ)よりも玉軸受に用いられる転動体(玉)のほうが接触が少ないので、軸受の回転時の発熱を抑えることができ、より高速回転が可能な位置検出器が実現できる。

【0091】

〔第2の実施の形態〕

次に、本発明の第2の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図10ないし図15は、本発明に係る位置検出装置および位置検出方法、並びに回転角度位置検出装置および回転角度位置検出方法の第2の実施の形態を示す図である。

【0092】

まず、本実施の形態に係るレゾルバ装置100の構成を説明する。

図10は、レゾルバ装置100の軸方向の断面図である。

レゾルバ装置100は、図10に示すように、固定子であるステータ22と、回転子であるロータ12と、ロータ12とステータ22の間に介在してロータ12を回転可能に支持するクロスロー軸受14と、ロータ12の回転角度位置を検出する単極レゾルバ30aおよび多極レゾルバ30iとを有して構成されている。ここで、レゾルバ30a、30iおよびクロスロー軸受14は、径方向内側からその順序で径方向の同一平面上に配置されている。

【0093】

ステータ22には、軸方向上方(図10の上方向)に突出した円環状の内壁体22aが形成され、内壁体22aよりも径方向外側には、軸方向上方に突出した円環状の外壁体22bが形成されている。一方、ロータ12には、軸方向下方(図10の下方向)に突出した円環状の内壁体12aが形成され、内壁体12aよりも径方向外側には、軸方向下方に突出した円環状の外壁体12bが形成されている。そして、ステータ22およびロータ12は、ステータ22の内壁体22aがロータ12の内壁体12aと外壁体12bの間に、ロータ12の外壁体12bがステータ22の内壁体22aと外壁体22bの間に位置するように互いに跨って配置されている。

【0094】

クロスロー軸受14は、内輪14aと、外輪14bと、内輪14aおよび外輪14bの間で回転可能に設けられた複数のクロスロー(ころ)14cとを有して構成されている。クロスロー14cは、直径が長さよりわずかに大きな略円筒状で、軌道上偶数番目の回転軸と、軌道上奇数番目の回転軸が互いに90°傾斜している。

内輪 1 4 a は、ステータ 2 2 の内壁体 2 2 a に軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ステータ 2 2 の内壁体 2 2 a の上端を内輪 1 4 a の下面に当接させ、内輪押え 2 6 の押圧部 2 6 b を内輪 1 4 a の上面に接触させ、内輪押え 2 6 をボルト 2 6 a でステータ 2 2 の内壁体 2 2 a に締結することにより固定される。

【 0 0 9 5 】

外輪 1 4 b は、ロータ 1 2 の外壁体 1 2 b に軸方向に押圧された状態で固定されている。具体的には、ロータ 1 2 の外壁体 1 2 b の下端を外輪 1 4 b の上面に当接させ、外輪押え 2 8 の押圧部 2 8 b を外輪 1 4 b の下面に接触させ、外輪押え 2 8 をボルト 2 8 a でロータ 1 2 の外壁体 1 2 b に締結することにより固定される。

なお、ステータ 2 2 は、ボルト 2 4 a により固定板 2 4 に固定され、ロータ 1 2 は、モータ（後述）の回転軸の外周面に嵌合している。

【 0 0 9 6 】

単極レゾルバ 3 0 a は、A B S 型のインナーロータ式レゾルバであって、中空環状の成層鉄心からなるレゾルバロータ 1 8 a と、レゾルバロータ 1 8 a と所定間隔をもって対向して配置された環状の成層鉄心からなるレゾルバステータ 2 0 a とを有して構成されている。レゾルバロータ 1 8 a は、クロスロー軸受 1 4 の軸心に対して偏心させた外周を有し、レゾルバステータ 2 0 a には、複数のステータポールが円周方向に等間隔に形成されている。そのため、レゾルバロータ 1 8 a の 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が 1 周期となる単極レゾルバ信号を出力する。

【 0 0 9 7 】

多極レゾルバ 3 0 i は、I N C 型のインナーロータ式レゾルバであって、中空環状の成層鉄心からなるレゾルバロータ 1 8 i と、レゾルバロータ 1 8 i と所定間隔をもって対向して配置された環状の成層鉄心からなるレゾルバステータ 2 0 i とを有して構成されている。レゾルバロータ 1 8 i には、突極状の複数の歯が円周方向に等間隔に形成され、レゾルバステータ 2 0 i には、複数のステータポールが円周方向に等間隔に形成されている。そのため、レゾルバロータ 1 8 i の 1 回転につきリラクタンス変化の基本波成分が多周期となる多極レゾルバ信号を出力する。

【 0 0 9 8 】

レゾルバロータ 1 8 a 、 1 8 i は、ロータ間座 4 2 を介して微小な間隔をもって配置され、ボルト 1 8 b によりロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に取り付けられている。一方、レゾルバステータ 2 0 a 、 2 0 i は、ステータ間座 4 4 を介して微小な間隔をもって配置され、ボルト 2 0 b により内輪押え 2 6 の内周面に取り付けられ、内輪押え 2 6 と一体にステータ 2 2 の内壁体 2 2 a の内周面側に固定されている。

【 0 0 9 9 】

次に、本実施の形態に係る制御システムの構成を説明する。

図 1 1 は、制御システムの構成を示すブロック図である。

制御システムは、図 1 1 に示すように、モータ 3 1 0 と、モータ 3 1 0 の回転軸の外周面に嵌合するレゾルバ装置 1 0 0 と、レゾルバ装置 1 0 0 からのレゾルバ信号に基づいて回転角度位置を検出する中継装置 2 0 0 と、中継装置 2 0 0 で検出した回転角度位置に基づいてモータ 3 1 0 を制御するモータ制御装置 3 0 0 とを有して構成されている。

【 0 1 0 0 】

中継装置 2 0 0 は、発振器 5 0 と、発振器 5 0 から出力される励磁信号を適度な信号レベルに増幅する増幅器 5 2 と、増幅器 5 2 からの励磁信号をレゾルバ 3 0 a 、 3 0 i のいずれかに供給する切換スイッチ 5 4 とを有して構成されている。

切換スイッチ 5 4 は、与えられたスイッチ切換信号に基づいて、増幅器 5 2 と単極レゾルバ 3 0 a の共通端子 C O M 1 とを接続する接続状態、および増幅器 5 2 と多極レゾルバ 3 0 i の共通端子 C O M 2 とを接続する接続状態のいずれかに切り換える。

【 0 1 0 1 】

中継装置 2 0 0 は、さらに、電流 / 電圧変換器 5 6 a 、 5 6 b 、 3 / 2 相変換器 5 8 a 、 5 8 b 、アナログスイッチ 6 0 、移相器 6 2 および R D C 6 4 を有して構成されている

10

20

30

40

50

。

単極レゾルバ 30 a からは、互いに位相が 120° 異なる 3 相の単極レゾルバ信号が出力される。3 相の単極レゾルバ信号は、電流 / 電圧変換器 56 a により電流 / 電圧変換され、3 / 2 相変換器 58 a により 2 相の単極レゾルバ信号 (sin 信号、cos 信号) に変換される。そして、2 相の単極レゾルバ信号は、アナログスイッチ 60 に出力される。

【0102】

一方、多極レゾルバ 30 i からは、互いに位相が 120° 異なる 3 相の多極レゾルバ信号が出力される。3 相の多極レゾルバ信号は、電流 / 電圧変換器 56 b により電流 / 電圧変換され、3 / 2 相変換器 58 b により 2 相の多極レゾルバ信号 (sin 信号、cos 信号) に変換される。そして、2 相の多極レゾルバ信号は、アナログスイッチ 60 に出力される。

アナログスイッチ 60 は、与えられた A B S / I N C 切換信号に基づいて、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号のいずれかを通過させて R D C 64 に供給する。

【0103】

移相器 62 は、発振器 50 から出力される励磁信号の位相を遅らせ、2 相の単極レゾルバ信号または多極レゾルバ信号のうちのキャリア信号の位相と同期させた R e f 信号を R D C 64 に供給する。

R D C 64 は、移相器 62 からの R e f 信号に基づいて、アナログスイッチ 60 からの単極レゾルバ信号または多極レゾルバ信号を所定周期でサンプリングし、サンプリングして得られた信号値をデジタル角度信号 ϕ として出力する。

【0104】

中継装置 200 は、さらに、補正データを記憶するメモリ 66 と、R D C 64 からのデジタル角度信号 ϕ に基づいて回転角度位置を検出する C P U 68 と、モータ制御装置 300 との間で通信を行う制御信号入出力部 70、位置検出信号出力部 72 および異常検出信号出力部 74 とを有して構成されている。

C P U 68 は、電源投入後は、スイッチ切換信号を切換スイッチ 54 に出力することにより単極レゾルバ 30 a に励磁信号を供給し、R D C 64 から単極レゾルバ信号のデジタル角度信号 ϕ を入力する。このとき、アナログスイッチ 60 および切換スイッチ 54 の切換タイミングが同期するように、アナログスイッチ 60 に A B S / I N C 切換信号を出力する。次いで、スイッチ切換信号を切換スイッチ 54 に出力することにより多極レゾルバ 30 i に励磁信号を供給し、R D C 64 から多極レゾルバ信号のデジタル角度信号 ϕ を入力する。そして、この動作を所定周期で繰り返し行う。

【0105】

C P U 68 は、メモリ 66 の補正データに基づいて、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値および多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をそれぞれ補正して回転角度位置を算出し、算出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

C P U 68 は、位置検出信号出力部 72 を介して、回転角度位置検出データを示す回転角度位置検出信号をモータ制御装置 300 に出力する。また、制御信号入出力部 70 を介してモータ制御装置 300 との間で制御信号を入出力し、異常検出信号出力部 74 を介して異常検出信号をモータ制御装置 300 に出力する。

【0106】

次に、補正データのデータ構造を説明する。

図 12 は、多極レゾルバ 30 i の補正前の位置検出誤差を示すグラフである。

多極レゾルバ 30 i の機械角全周において発生する誤差は、図 12 に示すように、ステータポール数 / 相数ごとに繰り返される。同図の例では、機械角 45° ごとに誤差が繰り返し発生している。そこで、このような特性を利用し、補正データを作成する必要最小限の基準角度領域 R を求め、基準角度領域 R の補正データを部分補正データとして用意する。

。

【0107】

基準角度領域 R は、多極レゾルバ 30 i の相数を N、レゾルバステータ 20 i のステー

10

20

30

40

50

タポール数（極数）を n_{sp} 、レゾルバロータ 18 i の歯数を n_{rt} とし、下式（１）により求めることができる。なお、機械角全周とレゾルバロータ 18 i の全歯数とは、位置検出処理上同等となるため、基準角度領域 R は、補正データに使用する歯の領域と同等となる。

$$R = n_{rt} / (n_{sp} / N) \quad \dots (1)$$

そして、多極レゾルバ信号用の部分補正データは、基準角度領域 R に属する多極レゾルバ信号をサンプリングし、サンプリングして得られた信号値と理想値との差分（誤差）として作成する。

10

【 0 1 0 8 】

一方、単極レゾルバ信号用の補正データは、単極レゾルバ 30 a の機械角全周にわたって単極レゾルバ 30 a から出力される単極レゾルバ信号をサンプリングし、サンプリングして得られた信号値と理想値との差分として作成する。

【 0 1 0 9 】

次に、CPU 68 で実行される処理を説明する。

CPU 68 は、マイクロプロセッシングユニット等からなり、メモリ 66 の所定領域に格納されている所定のプログラムを起動させ、そのプログラムに従って、図 13 および図 14 のフローチャートに示す回転角度位置算出処理を実行する。

20

【 0 1 1 0 】

初めに、単極レゾルバ 30 a の回転角度位置算出処理を説明する。

図 13 は、単極レゾルバ 30 a の回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

回転角度位置算出処理は、単極レゾルバ信号を補正して回転角度位置を算出する処理であって、CPU 68 で実行されると、図 13 に示すように、まず、ステップ S 200 に移行する。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 200 では、サンプリングタイマを起動し、ステップ S 202 に移行して、サンプリングタイマの値に基づいてサンプリングタイミングになったか否かを判定し、サンプリングタイミングになったと判定したとき(Yes)は、ステップ S 204 に移行する。

ステップ S 204 では、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値を RDC 64 から取得し、ステップ S 206 に移行して、取得したデジタル角度信号値からメモリ 66 の単極レゾルバ信号用の補正データを減算することにより回転角度位置を算出し、ステップ S 208 に移行する。

30

【 0 1 1 2 】

ステップ S 208 に移行では、算出した回転角度位置をメモリ 66 に格納し、一連の処理を終了して元の処理に復帰させる。

一方、ステップ S 202 で、サンプリングタイミングになっていないと判定したとき(No)は、サンプリングタイミングになるまでステップ S 202 で待機する。

【 0 1 1 3 】

次に、多極レゾルバ 30 i の回転角度位置算出処理を説明する。

40

図 14 は、多極レゾルバ 30 i の回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

回転角度位置算出処理は、多極レゾルバ信号を補正して回転角度位置を算出する処理であって、CPU 68 で実行されると、図 14 に示すように、まず、ステップ S 300 に移行する。

ステップ S 300 では、サンプリングタイマを起動し、ステップ S 302 に移行して、サンプリングタイマの値に基づいてサンプリングタイミングになったか否かを判定し、サンプリングタイミングになったと判定したとき(Yes)は、ステップ S 304 に移行する。

【 0 1 1 4 】

ステップ S 304 では、多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値を RDC 64 から取得し、ステップ S 306 に移行して、多極レゾルバ 30 i の機械角全周を基準角度領域 R の

50

単位で区分した場合に、取得したデジタル角度信号値が属する区分領域におけるそのデジタル角度信号値の位置（その区分領域の先頭からの位置）を、単極レゾルバ 30 a について算出したメモリ 66 の回転角度位置に基づいて特定し、ステップ S 308 に移行する。

【0115】

ステップ S 308 では、特定した位置に対応する多極レゾルバ信号用の部分補正データをメモリ 66 から読み出し、ステップ S 310 に移行して、取得したデジタル角度信号値から、読み出した部分補正データを減算することにより回転角度位置を算出し、ステップ S 312 に移行する。

ステップ S 312 では、算出した回転角度位置をメモリ 66 に格納し、一連の処理を終了して元の処理に復帰させる。

10

【0116】

一方、ステップ S 302 で、サンプリングタイミングになっていないと判定したとき (No) は、サンプリングタイミングになるまでステップ S 302 で待機する。

なお、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号について回転角度位置が算出されると、回転角度位置をメモリ 66 から読み出し、読み出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

【0117】

次に、本実施の形態の動作を説明する。

以下、80 歯 3 相の多極レゾルバ 30 i を用い、ステータポール数が 24 個、RDC 64 の分解能が 5242880 [p/r]（1 極を 65536 分割）である場合を例にとって説明する。この

20

モータ 310 が回転すると、ロータ 12 に回転トルクが付与され、ロータ 12 が回転する。そして、レゾルバ 30 a、30 i により、ロータ 12 と一体に回転するレゾルバロータ 18 a、18 i との間のリラクタンス変化が検出され、レゾルバ信号が出力される。

【0118】

中継装置 200 では、電流 / 電圧変換器 56 a、56 b、3 / 2 相変換器 58 a、58 b およびアナログスイッチ 60 を介してレゾルバ信号が RDC 64 に入力される。そして、RDC 64 により、レゾルバ信号が所定周期でサンプリングされ、サンプリングして得られた信号値がデジタル角度信号 ϕ として出力される。

中継装置 200 では、サンプリングタイミングになると、ステップ S 204、S 206 を経て、CPU 68 により、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値が取得され、取得されたデジタル角度信号値およびメモリ 66 の補正データに基づいて回転角度位置が算出される。

30

【0119】

同様に、ステップ S 304 ~ S 310 を経て、CPU 68 により、多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値が取得され、取得されたデジタル角度信号値およびメモリ 66 の部分補正データに基づいて回転角度位置が算出される。

【0120】

図 15 は、多極レゾルバ 30 i の補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

デジタル角度信号には、図 15 (a) に示すように、多極レゾルバ 30 i の機械角全周にわたって誤差が含まれている。同図の例では、機械角 45°ごとに誤差が繰り返し発生している。これらのデジタル角度信号値に対して、部分補正データに基づいて各区分領域ごとに補正を行うと、図 15 (b) に示すように、誤差が約 1 / 3 となり、高精度な回転角度位置を得ることができる。

40

【0121】

また、従来では、全ポイント分の補正データを用意する必要があったので、補正データの容量は、1 ポイント当たりの容量が 2 [byte] である場合、 $5242880 [p/r] \times 2 [byte] = 10.49 [Mbyte]$ となる。これに対し、本実施の形態では、全 80 歯に対して基準角度領域 R が 10 歯分であるので、部分補正データの容量は、 $5242880 [p/r] \times 10 [歯] / 80 [歯] \times 2 [byte] = 1.31 [Mbyte]$ となる。したがって、従来の 1 / 8 ですむ。

50

【 0 1 2 2 】

中継装置 2 0 0 では、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号について回転角度位置が算出されると、算出されたそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データが出力される。

モータ制御装置 3 0 0 では、回転角度位置検出データに基づいてモータ 3 1 0 が制御される。

【 0 1 2 3 】

一方、レゾルバ装置 1 0 0 にモーメント荷重が加わると、レゾルバ装置 1 0 0 がクロスロー軸受 1 4 を中心として傾くが、レゾルバ 3 0 a、3 0 i がクロスロー軸受 1 4 と径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ 3 0 a、3 0 i のギャップ変化を小さくすることができる。

また、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 が径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ装置 1 0 0 の高さ（軸方向の長さ）を小さくすることができる。

【 0 1 2 4 】

さらに、クロスロー軸受 1 4 の予圧を高くする等の方法を採用した場合は、ギャップ変化を抑制できる半面、クロスロー軸受 1 4 の寿命が短くなるという不具合を伴うところ、本実施の形態では、ギャップ変化が小さい位置にレゾルバ 3 0 a、3 0 i を配置することによりギャップ変化を低減するので、クロスロー軸受 1 4 の長寿命化を図ることができる。

【 0 1 2 5 】

このようにして、本実施の形態では、中継装置 2 0 0 は、基準角度領域 R に属する多極レゾルバ信号に基づいて作成された部分補正データを記憶するメモリ 6 6 を備え、多極レゾルバ信号をサンプリングして得られるデジタル角度信号値を取得し、多極レゾルバ 3 0 i の機械角全周を基準角度領域 R の単位で区分したときの各区分領域ごとに、その区分領域に属するデジタル角度信号値を部分補正データに基づいて補正する。

【 0 1 2 6 】

これにより、補正データに基づいて多極レゾルバ信号が補正されるので、レゾルバステータ 2 0 i のステータボール数を増さなくてもすみ、従来に比して、小型化を図ることができる。また、機械角全周の一部の領域である基準角度領域 R に属する多極レゾルバ信号に基づいて作成された部分補正データを記憶するので、従来に比して、メモリ容量を低減することができる。さらに、誤差の周期性を考慮し、基準角度領域 R と同一の大きさからなる各区分領域ごとに部分補正データに基づいて補正が行われるので、精度の低下を抑制することができる。

【 0 1 2 7 】

さらに、本実施の形態では、レゾルバ装置 1 0 0 は、単極レゾルバ 3 0 a および多極レゾルバ 3 0 i を備え、メモリ 6 6 の補正データに基づいて、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値および多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をそれぞれ補正して回転角度位置を算出し、算出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

【 0 1 2 8 】

これにより、精度の向上を図ることができる。

さらに、本実施の形態では、レゾルバ装置 1 0 0 は、内輪 1 4 a および外輪 1 4 b を有するクロスロー軸受 1 4 と、内輪 1 4 a に支持されるステータ 2 2 と、外輪 1 4 b に支持されるロータ 1 2 と、ロータ 1 2 の回転角度位置を検出するレゾルバ 3 0 a、3 0 i とを備え、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 を径方向の同一平面上に配置した。

【 0 1 2 9 】

これにより、レゾルバ装置 1 0 0 にモーメント荷重が加わっても、ギャップ変化が小さい位置にレゾルバ 3 0 a、3 0 i が配置されているので、従来に比して、レゾルバ 3 0 a

10

20

30

40

50

、30iのギャップ変化を小さくすることができ、レゾルバ30a、30iが誤検出する可能性を低減することができる。また、レゾルバ30a、30iおよびクロスロー軸受14が径方向同一平面上に配置されているので、レゾルバ装置100の高さを小さくすることができる。さらに、クロスロー軸受14の予圧を高くする等の方法に比して、クロスロー軸受14の長寿命化を図ることができる。

【0130】

さらに、本実施の形態では、クロスロー軸受14を採用した。

これにより、モーメント荷重、アキシャル荷重およびラジアル荷重を同時に受けることができるので、アキシャル荷重およびラジアル荷重に対する剛性を維持しつつ、モーメント荷重によるギャップ変化を低減することができる。

10

上記第2の実施の形態において、メモリ66は、発明9または14の部分補正データ記憶手段に対応し、ステップS204は、発明11の第2位置検出信号値取得手段に対応し、ステップS304は、発明9の位置検出信号値取得手段、または発明14の位置検出信号値取得ステップに対応している。また、ステップS306は、発明11の位置特定手段に対応し、ステップS308、S310は、発明9若しくは11の回転角度位置補正手段、または発明14の回転角度位置補正ステップに対応している。

【0131】

〔第2の実施の形態の変形例〕

なお、上記第2の実施の形態においては、基準角度領域Rに属する多極レゾルバ信号に基づいて作成された部分補正データを用いたが、これに限らず、各区分領域に属しかつ対応する多極レゾルバ信号の平均値に基づいて作成された部分補正データを用いることもできる。

20

【0132】

図16は、各区分領域ごとの位置検出誤差を示すグラフである。

多極レゾルバ信号用の部分補正データは、図16に示すように、各区分領域ごとに、多極レゾルバ30iから出力される多極レゾルバ信号をサンプリングし、各区分領域における同一位置の多極レゾルバ信号の平均値を算出し、算出した平均信号値と理想値との差分として作成する。

【0133】

図17は、多極レゾルバ30iの補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

30

デジタル角度信号には、図17(a)に示すように、多極レゾルバ30iの機械角全周にわたって誤差が含まれている。これらのデジタル角度信号値に対して、平均値の部分補正データに基づいて各区分領域ごとに補正を行うと、図17(b)に示すように、誤差が約1/5となり、高精度な回転角度位置を得ることができる。

これにより、精度の向上をさらに図ることができる。

【0134】

また、上記第2の実施の形態においては、基準角度領域Rに属する多極レゾルバ信号に基づいて作成された部分補正データを用いたが、これに限らず、各区分領域に属しかつ対応する多極レゾルバ信号の中央値に基づいて作成された部分補正データを用いることもできる。この場合も、部分補正データは、平均値の場合と同様に作成することができる。

40

これにより、精度の向上をさらに図ることができる。

【0135】

また、上記第2の実施の形態においては、単極レゾルバ30aを用いて、多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値の区分領域における位置を特定したが、これに限らず、アブゾリュート検出器、原点スイッチその他の手段を併用して特定することもできる。

これにより、さらに正確に特定することができるので、精度の向上をさらに向上することができる。

【0136】

また、上記第2の実施の形態においては、RDC64でデジタル角度信号を補正しなかったが、これに限らず、補正機能付きRDCに適用することもできる。

50

図 18 は、中継装置 200 が補正機能付き RDC を備える場合の制御システムの構成を示すブロック図である。

中継装置 200 は、図 18 に示すように、補正データを記憶するメモリ 76 と、メモリ 76 の補正データに基づいてデジタル角度信号を補正する RDC 78 とを有して構成されている。その他の構成は、図 11 と同様である。

【0137】

これにより、RDC 78 および CPU 68 の両方で補正を行うことができるので、精度の向上をさらに図ることができる。逆に、精度を同程度にしようとすれば、メモリ 66 のメモリ容量を低減することができる。

また、上記第 2 の実施の形態においては、中継装置 200 を設けて構成したが、これに限らず、中継装置 200 の機能を実現する回路基板をレゾルバ装置 100 に内蔵して構成することもできる。この場合、アナログ信号であるレゾルバ信号を伝送する線路長を短くすることができるので、ノイズ等の影響による精度の低下を抑制することができる。

【0138】

また、上記第 2 の実施の形態においては、レゾルバ装置 100 の内側が回転するインナーロータ式で構成したが、これに限らず、レゾルバ装置 100 の外側が回転するアウトロータ式で構成することもできる。

図 19 は、アウトロータ式のレゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

図 19 に示すように、レゾルバ装置 100 は、固定子であるハウジングインナ 110 と、回転子であるロータ 12 と、ロータ 12 とハウジングインナ 110 の間に介在してロータ 12 を回転可能に支持する 4 点接触玉軸受 15 とを有して構成されている。

【0139】

4 点接触玉軸受 15 は、内輪 15a と、外輪 15b と、内輪 15a および外輪 15b の間で転動可能に設けられた複数の玉 15c とを有して構成されている。内輪 15a は、ハウジングインナ 110 の外周面に嵌合し、内輪押え 26 により軸方向に押圧された状態でハウジングインナ 110 に固定されている。外輪 15b は、ロータ 12 の内周面に嵌合し、外輪押え 28 により軸方向に押圧された状態でロータ 12 に固定されている。

【0140】

ロータ 12、ハウジングインナ 110、内輪押え 26 および外輪押え 28 は、軽量化を図るためにアルミで構成されている。また、これらは、鉄、ステンレス等、線膨張係数を考慮して材質を選択してもよい。

ロータ 12 とハウジングインナ 110 の間には、ロータ 12 の回転角度位置を検出するレゾルバ 30 が設けられている。

【0141】

レゾルバ 30 は、環状の成層鉄心からなるレゾルバロータ 18 と、環状の成層鉄心（珪素鋼板）からなるレゾルバステータ 20 とを有して構成されている。レゾルバロータ 18 は、4 点接触玉軸受 15 の軸心に対して偏心させた内周を有し、レゾルバステータ 20 と所定間隔をもって対向して配置されている。そして、レゾルバロータ 18 は外輪押え 28 の内周面に、レゾルバステータ 20 は内輪押え 26 の外周面にそれぞれ一体に取り付けられている。

【0142】

このように、レゾルバ装置 100 の態様として、アウトロータ式を採用することにより、ハウジングインナ 110 の内周面によって形成される中空穴を固定し、ロータ 12 が回転する機構に当該レゾルバ装置 100 を組み込む場合に、設計が容易になる効果を奏する。

なお、ロータ 12 を回転可能に支持する軸受の種類は、4 点接触玉軸受 15 に制限されることはなく、目的に応じて適宜選択される。4 点接触玉軸受の他の軸受の種類としては、例えば、クロスロー軸受、アンギュラ玉軸受、深溝玉軸受、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受が挙げられる。これらの中でも、モーメント荷重、アキシアル荷重およびラジアル荷重を同時に受けることができる 4 点接触玉軸受が特に好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 3 】

また、上記第 2 の実施の形態においては、レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i をロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i を内輪押え 2 6 の内周面に取り付けて構成したが、これに限らず、レゾルバステータ 2 0 a、2 0 i をロータ 1 2 の内壁体 1 2 a の外周面に、レゾルバロータ 1 8 a、1 8 i を内輪押え 2 6 の内周面に取り付けて構成することもできる。

【 0 1 4 4 】

また、上記第 2 の実施の形態においては、単極レゾルバ 3 0 a および多極レゾルバ 3 0 i を設けて構成したが、これに限らず、多極レゾルバ 3 0 i のみから構成することもできるし、単極レゾルバ信号および多極レゾルバ信号を出力する A B S / I N C 一体型のレゾルバから構成することもできる。

10

また、上記第 2 の実施の形態においては、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 を径方向内側からその順序で径方向の同一平面上に配置したが、これに限らず、レゾルバ 3 0 a、3 0 i およびクロスロー軸受 1 4 の配置順序は任意とすることができる。

【 0 1 4 5 】

また、上記第 2 の実施の形態においては、クロスロー軸受 1 4 を適用したが、これに限定するものではなく、4 点接触玉軸受、アンギュラ玉軸受、深溝玉軸受、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受などを適用してもよい。この場合、モーメント荷重、アキシヤル荷重およびラジアル荷重を同時に受けることができる転がり軸受を採用することが好ましい。かかる転がり軸受としては、例えば、4 点接触玉軸受が該当する。

20

【 0 1 4 6 】

〔 第 3 の実施の形態 〕

次に、本発明の第 3 の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

上記第 1 および第 2 の実施の形態においては、E E P R O M 等からなるメモリ 6 6 に補正データを記憶するように構成したが、C P U 6 8 の外部メモリとしてメモリ 6 6 を配置した場合、データの読込処理に多くの時間を要する。結果として、回転動作中に中継装置 2 0 0 より出力される回転角度位置検出データは、実回転角度位置に対し大きく遅れたものとなる可能性があった。

【 0 1 4 7 】

30

そこで、次の構成を採用することができる。

図 2 0 は、中継装置 2 0 0 の構成の一部を示すブロック図である。

C P U 6 8 は、図 2 0 に示すように、補正データ（粗補正データまたは部分補正データを含む。）を記憶する内部メモリ 6 8 a と、演算処理を行う演算部 6 8 b とを有して構成されている。

【 0 1 4 8 】

演算部 6 8 b は、内部メモリ 6 8 a の補正データに基づいて、単極レゾルバ信号のデジタル角度信号値および多極レゾルバ信号のデジタル角度信号値をそれぞれ補正して回転角度位置を算出し、算出したそれら回転角度位置を成分とする高精度な回転角度位置を示す回転角度位置検出データを生成する。

40

このように、外部メモリではなく内部メモリ 6 8 a に補正データを記憶することにより、データの読込処理に要する時間を短縮することができるので、回転動作中に実回転角度位置に対し遅れの少ない回転角度位置検出データを出力することができる。内部メモリ 6 8 a は、データの読込が高速に行える半面、外部メモリに比して一般にメモリ容量が小さいが、上記第 1 および第 2 の実施の形態に示す補正方法を採用し、メモリ容量を低減することができるので、内部メモリ 6 8 a に補正データを記憶させるということが可能になるのである。

【 0 1 4 9 】

なお、上記第 1 および第 2 の実施の形態の各変形例についても同様に適用することができる。

50

上記第 3 の実施の形態において、CPU 68 は、発明 15 または 16 の演算手段に対応し、内部メモリ 68a は、発明 15 の粗補正データ記憶手段、または発明 16 の部分補正データ記憶手段に対応している。

【図面の簡単な説明】

【0150】

【図 1】レゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

【図 2】制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 3】粗補正データを時系列上にプロットしたグラフである。

【図 4】多極レゾルバ 30i の回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

【図 5】多極レゾルバ 30i の補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

10

【図 6】多項式近似による補間演算により粗補正データを補間する場合を示すグラフである。

【図 7】多極レゾルバ 30i の補正前の位置検出誤差を示すグラフである。

【図 8】中継装置 200 が補正機能付き RDC を備える場合の制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 9】レゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

【図 10】レゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

【図 11】制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 12】多極レゾルバ 30i の補正前の位置検出誤差を示すグラフである。

【図 13】単極レゾルバ 30a の回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

20

【図 14】多極レゾルバ 30i の回転角度位置算出処理を示すフローチャートである。

【図 15】多極レゾルバ 30i の補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

【図 16】各区分領域ごとの位置検出誤差を示すグラフである。

【図 17】多極レゾルバ 30i の補正前後の位置検出誤差を示すグラフである。

【図 18】中継装置 200 が補正機能付き RDC を備える場合の制御システムの構成を示すブロック図である。

【図 19】レゾルバ装置 100 の軸方向の断面図である。

【図 20】中継装置 200 の構成の一部を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0151】

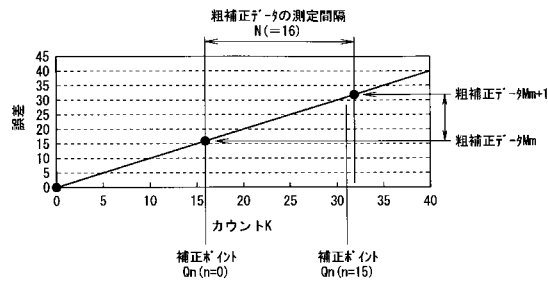
30

100	レゾルバ装置
12	ロータ
14	クロスローラ軸受
14a	内輪
14b	外輪
14c	クロスローラ
30a、30i	レゾルバ
18a、18i	レゾルバロータ
20a、20i	レゾルバステータ
22	ステータ
12a、22a	内壁体
12b、22b	外壁体
26	内輪押え
28	外輪押え
200	中継装置
50	発振器
52	増幅器
54	切換スイッチ
56a、56b	電流 / 電圧変換器
58a、58b	3 / 2 相変換器

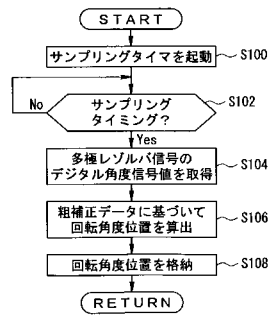
40

50

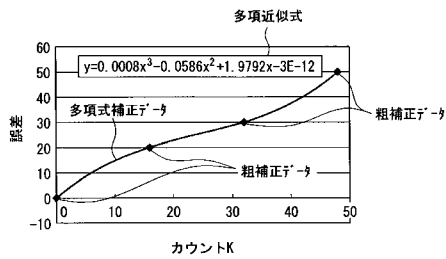
【図3】



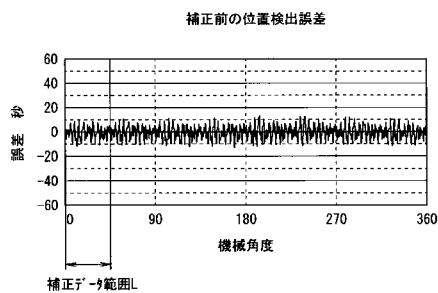
【図4】



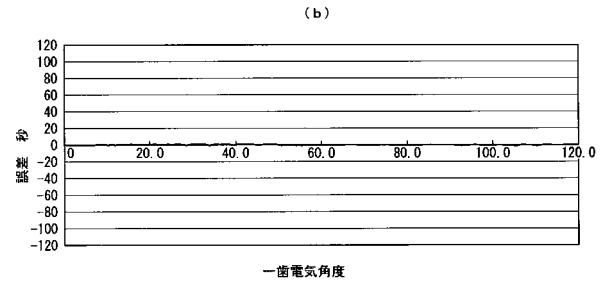
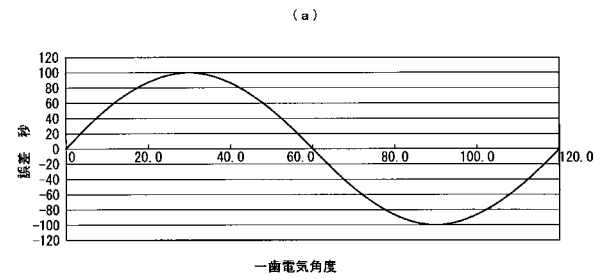
【図6】



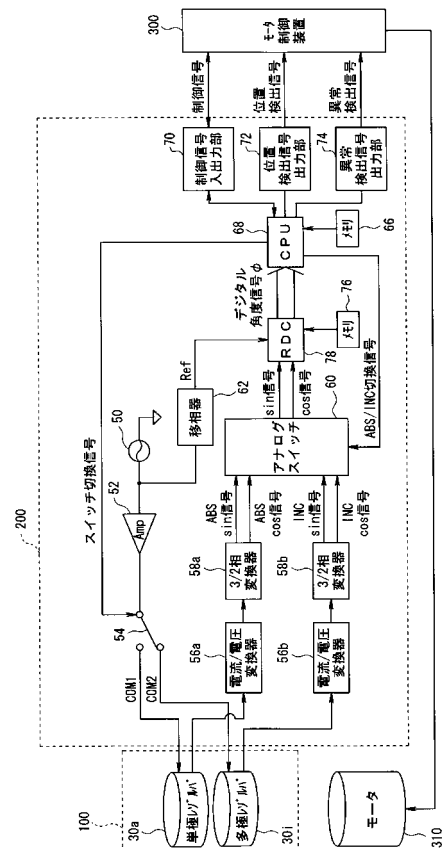
【図7】



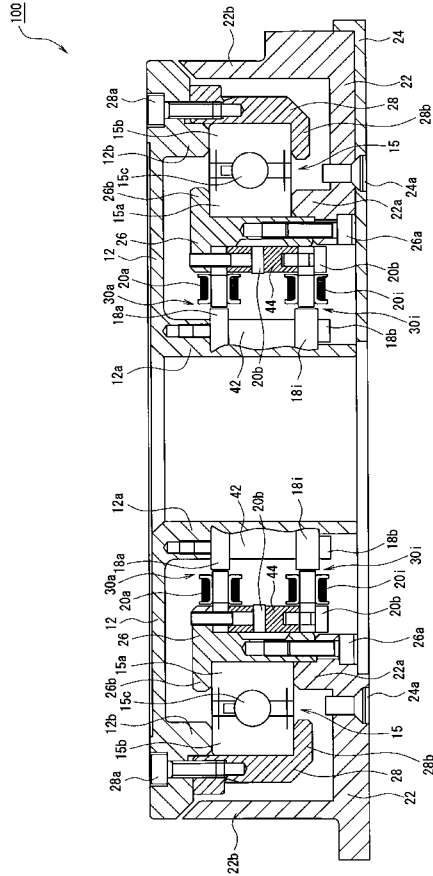
【図5】



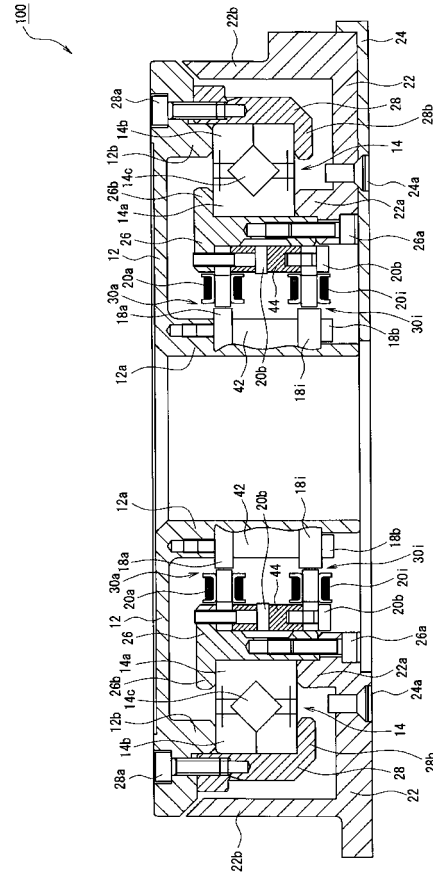
【図8】



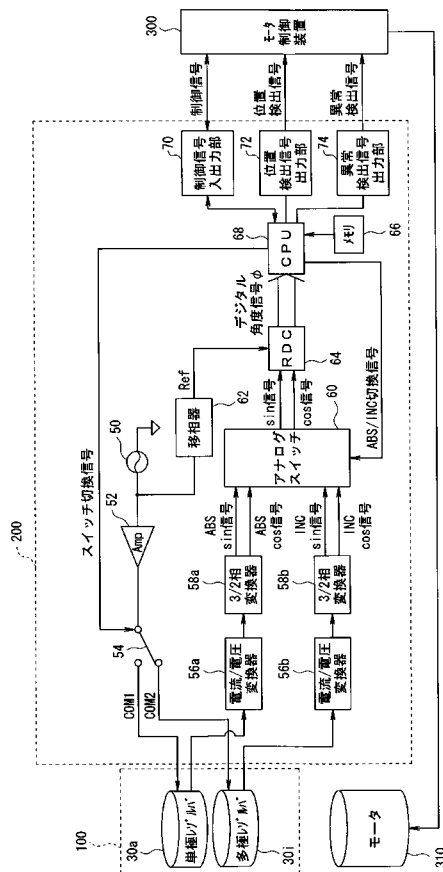
【図 9】



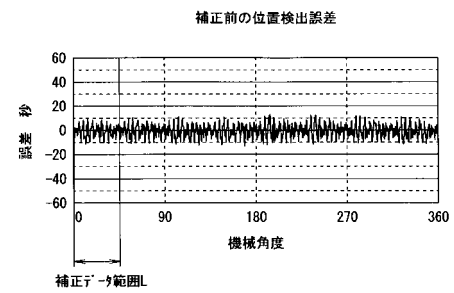
【図 10】



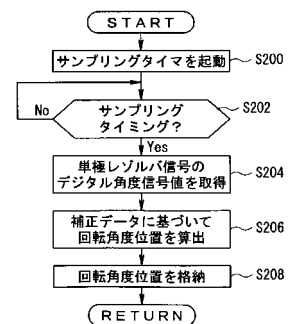
【図 11】



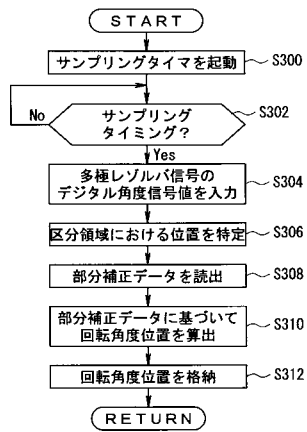
【図 12】



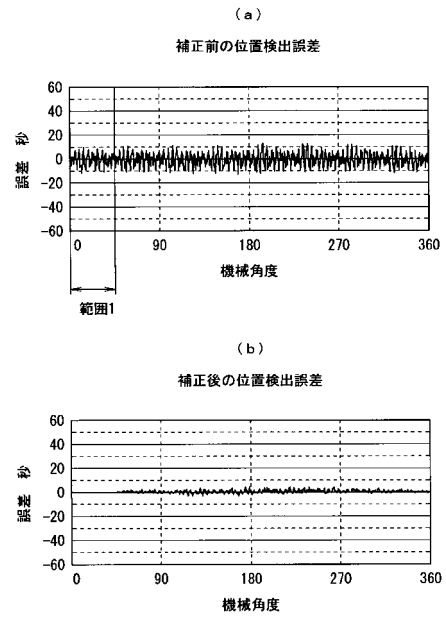
【図 13】



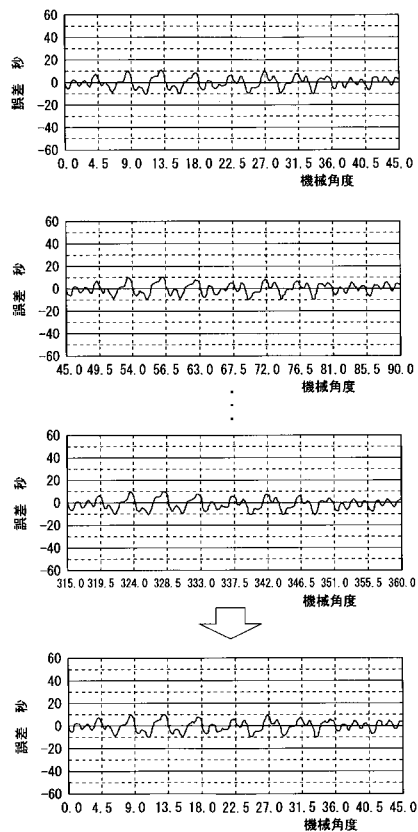
【図 14】



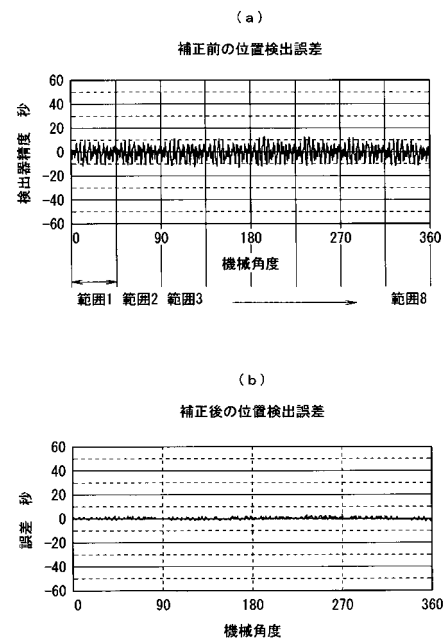
【図 15】



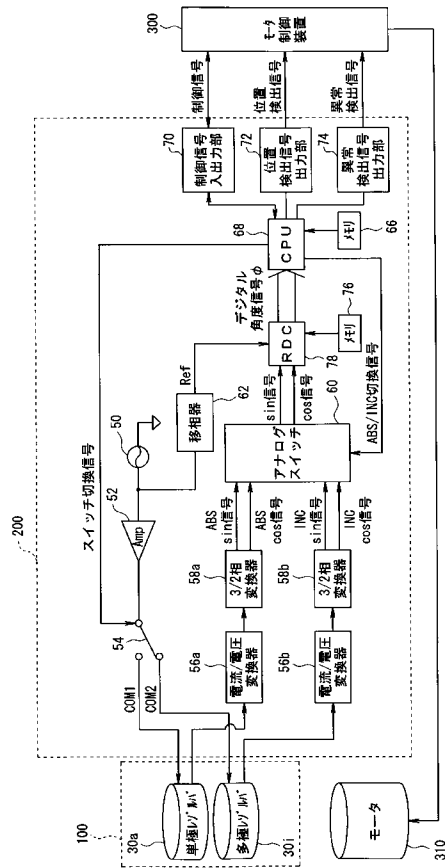
【図 16】



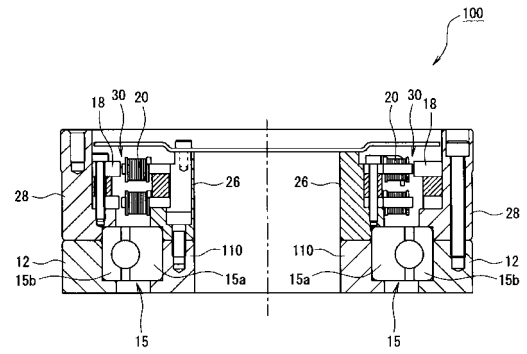
【図 17】



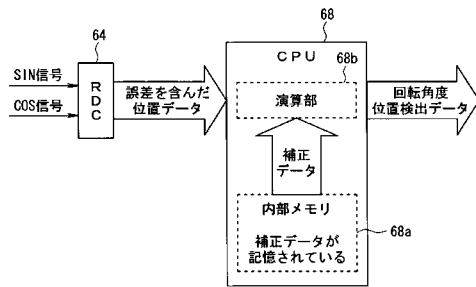
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 青崎 義宏

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

Fターム(参考) 2F077 AA11 AA20 CC02 CC08 PP26 TT38 TT41 TT66