

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4391288号
(P4391288)

(45) 発行日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(24) 登録日 平成21年10月16日(2009.10.16)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 24/00 (2006.01)
H02K 16/00 (2006.01)H02K 24/00
H02K 16/00

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-92930 (P2004-92930)
 (22) 出願日 平成16年3月26日 (2004.3.26)
 (65) 公開番号 特開2005-287097 (P2005-287097A)
 (43) 公開日 平成17年10月13日 (2005.10.13)
 審査請求日 平成17年11月21日 (2005.11.21)

(73) 特許権者 000114215
 ミネベア株式会社
 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 410
 6-73
 (74) 代理人 100108545
 弁理士 井上 元廣
 (72) 発明者 松浦 瞳
 東京都大田区大森西4丁目18番18号
 ミネベア株式会社大森製作所内
 (72) 発明者 宮 泰一
 東京都大田区大森西4丁目18番18号
 ミネベア株式会社大森製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高精度1XVR型レゾルバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

3以上の任意の整数NからなるN個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第2ロータ部と、(N-1)個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第1ロータ部とをその軸方向に連結して回転軸に設けてロータを構成し、前記各ロータ部に対向して軸倍角NXの出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第2ステータ部および軸倍角(N-1)Xの出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第1ステータ部を設け、前記第1ロータ部と前記第1ステータ部で第1レゾルバユニットを構成し、前記第2ロータ部と前記第2ステータ部で第2レゾルバユニットを構成し、前記第1レゾルバユニットと前記第2レゾルバユニットのいずれか一方を前段に配置し他方を後段に配置し、前記後段のレゾルバユニットのステータ部の出力巻線から軸倍角1Xの出力信号Eが出力できるように、下記式1又は式2を満たすように軸倍角NXの出力巻線と入力巻線および軸倍角(N-1)Xの出力巻線と入力巻線を接続したことを特徴とする高精度1XVR型レゾルバ。

【数1】

$$E = -\sin(N-1)\theta \cdot \cos N\theta + \cos(N-1)\theta \cdot \sin N\theta \quad (\text{式1})$$

【数2】

$$E = +\sin N\theta \cdot \cos(N-1)\theta - \cos N\theta \cdot \sin(N-1)\theta \quad (\text{式2})$$

ただし、θを任意の角度とする。

【請求項2】

前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方の入力巻線を、励磁巻線とし、前記一方のステータ部の出力巻線を、 \sin 出力信号を出力する \sin 出力巻線と、前記 \sin 出力信号と90度の位相差を有する \cos 出力信号を出力する \cos 出力巻線とし、前記一方を除く他方のステータ部の入力巻線を、前記 \sin 出力巻線と接続する第1入力巻線と、前記 \cos 出力巻線と接続する第2入力巻線とし、前記他方のステータ部の出力巻線を、前記第1入力巻線の第1入力信号と同位相で且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と90度の位相差を有する第1出力信号を出力する第1出力巻線と、前記第1入力巻線の第1入力信号と90度の位相差を有し且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と同位相の第2出力信号を出力する第2出力巻線と、したことを特徴とする請求項1記載の高精度1XVR型レゾルバ。10

【請求項3】

前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方のステータ部の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に90度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設け、前記一方を除く他方のステータ部の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に90度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設けたことを特徴とする請求項1記載の高精度1XVR型レゾルバ。20

【請求項4】

前記両ステータ部の前記磁極が互いにぶつからないように前記両ステータ部を積み重ねることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の高精度1XVR型レゾルバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転角度または回転位置の計測や制御等に用いられる高精度の軸倍角1Xのバリアブルリラクタンス(VR)型レゾルバに関する。30

【背景技術】

【0002】

VR型レゾルバは、各磁極に励磁巻線と出力巻線を巻回したステータと、任意の突極形状を有するロータとにより、回転角度に応じて \sin 出力電圧信号と \cos 出力電圧信号の2相電圧信号となるレゾルバ信号を出力する。このようなVR型レゾルバでは、絶対位置を検出するために基準となる軸倍角1Xのレゾルバ信号を必要とする。

【0003】

軸倍角1XのVR型レゾルバは、1組のステータスタックと偏芯形状のロータスタックから構成されている。このステータとロータの位置関係がずれて取り付けられた場合、即ち、ステータの中心に対しロータの軸中心が少しでも偏芯して取り付けられた場合、回転角度に応じた出力電圧信号は設計時の出力電圧信号と比べその精度が著しく劣化する。40

【0004】

このことは、軸倍角1Xの場合、突極の形状が回転軸の1回転(機械角360度)の間に1回凸状に変化するように構成されているので、回転角度の変化に対して突極形状の変化が少なくなり、これにより出力電圧信号の変化が少なくなり、ステータとロータの少しの中心ずれによっても出力信号電圧に大きな誤差が生じることにある。

【0005】

一方、高精度の軸倍角1XVR型レゾルバを製造するために、加工精度を上げても限界がある。例えば、±約2°程度の精度向上が限度といわれている。また、精度を上げると50

必然的にコストアップとなり、量産化には向かなくなる。

【0006】

従来、この不都合を改良した絶対位置検出装置として、回転軸が1回転すると検出信号の位相が360度変化する軸倍角1XVR型レゾルバと、回転軸が1/N回転すると検出信号の位相が360度変化する軸倍角NXVR型レゾルバを組み合わせたものがある（例えば、特許文献1参照）。但し、Nは任意の整数とする。この装置では、1XVR型レゾルバで1/N回転を分解能として極を検出し、検出した極（1/N回転範囲領域）内の回転角度位置をNXVR型レゾルバにより算出する。

【0007】

ここで軸倍角とは、VR型レゾルバの実際の入力機械角mに対する出力電気角eの比をいい、通常、機械角mは出力電気角eを軸倍角で割り算することにより求められる。

【0008】

前記の軸倍角1XVR型レゾルバと軸倍角NXVR型レゾルバを組み合わせる従来例も依然として軸倍角1XVR型レゾルバの検出信号を基準として用いている。軸倍角1XVR型レゾルバの出力電圧信号をR/D変換した軸倍角1Xデジタル信号は、特性曲線の傾きが小さいので、入力の微少な変動に対して出力が大きく変化するため、出力誤差が発生しやすい。また、軸倍角NXVR型レゾルバのNを大きくする（突極数を多くする）とき、軸倍角1Xレゾルバ出力に誤差の影響が出てリニアに変化しなくなると、軸倍角NXレゾルバ出力特性における適切な極の選択を誤る恐れが強くなる。このため検出信号が誤差の影響を極めて受け易いという従来の軸倍角1XVR型レゾルバの問題点を解消することができない。

【0009】

また、軸倍角1XVR型レゾルバと軸倍角NXVR型レゾルバの両方を組み込むので、構造が大型化する問題もある。また、両VR型レゾルバを減速機を介して連結するので、機械的な振動・騒音および摩耗に伴う動作不調を生じる。

【0010】

以上述べた手段とは別に、軸倍角NXのVR型レゾルバと軸倍角(N+1)XのVR型レゾルバの2台のVR型レゾルバを用い、両VR型レゾルバにおける出力のこぎり波信号の偏差を求め、所定期間にわたって連続する軸倍角1Xのレゾルバ信号を生成する手段が知られている（例えば、下記特許文献2参照）。

【0011】

しかし、この例は、VR型レゾルバを2台用いるので相互の関係の調整作業がさらに必要となると共に全体の構造が大型化する。また、軸倍角NXVR型レゾルバと軸倍角(N+1)XVR型レゾルバの出力信号を軸倍角1X信号へ変換するために演算処理手段を必要とする。そのためコストアップにつながり、実用的でない。

【0012】

そこで、構造縮小化のために、位置検出装置として、ステータとロータの組からなるレゾルバユニットを2個連設した構造を採用した位置検出装置も提案されている。

【0013】

このレゾルバユニットからなる装置（例えば、下記特許文献3参照）は、1回転にP回周期的に変化する第1位置検出信号を出力する位置検出部1と、同じくレゾルバユニットからなり、1回転に(P-N)回周期的に変化する第2位置検出信号を出力する位置検出部2とを、回転軸を共有して配設し、第1および第2の位置検出信号を基に、第1および第2の演算部により、1回転につき、それぞれP周期および(P-N)周期のこぎり波状の電気的角度信号を出力させ、第3の演算部により、前記両演算部からの信号の差を取り、演算結果が正の時は、そのままの演算結果を使用し、演算結果が負のときは電気角360度を演算結果に加えることにより、機械的角度1回転につき、N周期の位置検出信号を出力する。

【特許文献1】特開平03-148014号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開昭60-152251号公報
 【特許文献3】特開2001-183169号公報
 【発明の開示】
 【発明が解決しようとする課題】
 【0014】

この特許文献3に示された例において、軸倍角 $1X$ の回転角度信号を得る場合、前記($P - N$)を1となるように設定して検出することになる。 P と N の数を大きくすると、磁極歯の形成等の機械的な精度が問題となり、さらに、各タイミング毎にのこぎり波状の信号を比較することから、その傾きの程度を含めた測定精度が問題となり、この例も実用的でない。

10

【0015】

本発明の目的は、前記従来例の問題点に鑑み、簡単な構成で、高精度の軸倍角 $1X$ の回転角度信号を得ることができる高精度 $1XVR$ 型レゾルバを得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、前記目的を達成するために、以下の解決手段を採用する。

【0017】

本発明の VR 型レゾルバは、3以上の任意の整数 N からなる N 個の突極を軸中心で等角度に設けた第2ロータ部と($N - 1$)個の突極を軸中心で等角度に設けた第1ロータ部とを軸方向に連結して回転軸に設けてロータを構成し、前記各ロータ部に対向して配置した第2ステータ部と第1ステータ部によりステータを構成し、各ステータ部に複数の磁極を設け、前記磁極に励磁巻線を含む入力巻線と相互に90度の位相差を有する \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す各出力巻線を、それぞれ軸倍角 NX 出力巻線と軸倍角 $(N - 1)X$ 出力巻線を設けて構成する点に特徴を有する。

20

【0018】

また、本発明の VR 型レゾルバは、一般式 $\sin(\theta - \phi)$ により角度を求める演算を三角関数の余弦定理に基づく巻線の結線により行う点に特徴を有する。ただし、 θ 、 ϕ は任意の角度とする。

【0019】

以下、具体的な解決手段を示す。

30

(1) 高精度 $1XVR$ 型レゾルバは、3以上の任意の整数 N からなる N 個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第2ロータ部と、($N - 1$)個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第1ロータ部とをその軸方向に連結して回転軸に設けてロータを構成し、前記各ロータ部に対向して軸倍角 NX の出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第2ステータ部および軸倍角 $(N - 1)X$ の出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第1ステータ部を設け、前記第1ロータ部と前記第1ステータ部で第1レゾルバユニットを構成し、前記第2ロータ部と前記第2ステータ部で第2レゾルバユニットを構成し、前記第1レゾルバユニットと前記第2レゾルバユニットのいずれか一方を前段に配置し他方を後段に配置し、前記後段のレゾルバユニットのステータ部の出力巻線から軸倍角 $1X$ の出力信号 E が出力できるように、下記式3又は式4を満たすように軸倍角 NX の出力巻線と入力巻線および軸倍角 $(N - 1)X$ の出力巻線と入力巻線を接続したことを特徴とする。ただし、θを任意の角度とする。

40

【0020】

【数3】

$$E = -\sin(N-1)\theta \cdot \cos N\theta + \cos(N-1)\theta \cdot \sin N\theta \quad (\text{式3})$$

【0021】

【数4】

$$E = +\sin N\theta \cdot \cos(N-1)\theta - \cos N\theta \cdot \sin(N-1)\theta \quad (\text{式4})$$

50

(2) 上記(1)記載の高精度 $1\times$ レゾルバは、前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方の入力巻線を、励磁巻線とし、前記一方のステータ部の出力巻線を、 \sin 出力信号を出力する \sin 出力巻線と、前記 \sin 出力信号と90度の位相差を有する \cos 出力信号を出力する \cos 出力巻線とし、前記一方を除く他方のステータ部の入力巻線を、前記 \sin 出力巻線と接続する第1入力巻線と、前記 \cos 出力巻線と接続する第2入力巻線とし、前記他方のステータ部の出力巻線を、前記第1入力巻線の第1入力信号と同位相で且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と90度の位相差を有する第1出力信号を出力する第1出力巻線と、前記第1入力巻線の第1入力信号と90度の位相差を有し且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と同位相の第2出力信号を出力する第2出力巻線と、したことを特徴とする。

10

(3) 上記(1)記載の高精度 $1\times VR$ 型レゾルバは、前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に90度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設け、前記一方を除く他方のステータ部の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に90度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設けたことを特徴とする。

(4) 上記(1)乃至(3)のいずれか1項記載の高精度 $1\times VR$ 型レゾルバは、前記両ステータ部の前記磁極が互いにぶつからないように前記両ステータ部を積み重ねることを特徴とする。

【発明の効果】

20

【0022】

本発明のVR型レゾルバは、Nが3以上の任意の整数からなるとき、N個の突極を有する第2ロータ部と、(N-1)個の突極を有する第1ロータ部を軸方向に組み合わせて構成したロータと、軸倍角 $N\times$ レゾルバ出力信号用の出力巻線を備えた第2ステータ部と、軸倍角(N-1) \times レゾルバ出力信号用の出力巻線を備えた第1ステータ部とを有し、前記巻線をぶつからないようにずらして配置すると共に、前記巻線を軸倍角 $1\times$ レゾルバ出力信号を発生するように接続することにより、1個のVR型レゾルバ中に2種類のロータ部とステータ部からなるユニットを組み込むことができ、また、演算手段等を不要としたので、構成を小型化し、簡単に軸倍角 $1\times$ レゾルバ信号を取り出すことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0023】

本発明の特徴を説明する。

【0024】

特徴1：Nを3以上の任意の整数とするとき、軸倍角 $N\times$ と軸倍角(N-1) \times の出力を取出せるロータ部とステータ部を備えた2種類のレゾルバユニットで構成される。

【0025】

特徴2：前記特徴1に記載した両レゾルバユニットの出力から軸倍角 $1\times$ の出力を取出すために、下記に説明する磁極巻線の接続構成を採用する。

【0026】

特徴3：巻線を設ける各ステータ部の磁極の位置を、両巻線が相互に邪魔にならないよう異なる角度位置にずらして配置する。

具体的には、

高精度 $1\times VR$ 型レゾルバは、3以上の任意の整数NからなるN個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第2ロータ部と、(N-1)個の突極を軸中心で等しい角度に設けた第1ロータ部とをその軸方向に連結して回転軸に設けてロータを構成し、前記各ロータ部に対向して軸倍角 $N\times$ の出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第2ステータ部および軸倍角(N-1) \times の出力巻線と入力巻線とを備えた磁極を有する第1ステータ部を設け、前記第1ロータ部と前記第1ステータ部で第1レゾルバユニットを構成し、前記第2ロータ部と前記第2ステータ部で第2レゾルバユニットを構成し、前記第1レゾルバユニットと前記第2レゾルバユニットのいずれか一方を前段に配置し他方を後段に配置し、後段

40

50

のステータ部の出力巻線から軸倍角 $1X$ の出力信号が output できるように前段のステータ部の出力巻線を後段のステータ部の入力巻線に接続する。

【0027】

また、高精度 $1XVR$ 型レゾルバは、前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方のステータ部の入力巻線を、励磁巻線とし、前記一方のステータ部の出力巻線を、 \sin 出力信号を出力する \sin 出力巻線と、前記 \sin 出力信号と 90 度の位相差を有する \cos 出力信号を出力する \cos 出力巻線とし、前記一方を除く他方のステータ部の入力巻線を、前記 \sin 出力巻線と接続する第1入力巻線と、前記 \cos 出力巻線と接続する第2入力巻線とし、前記他方のステータ部の出力巻線を、前記第1入力巻線の第1入力信号と同位相で且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と 90 度の位相差を有する第1出力信号を出力する第1出力巻線と、前記第1入力巻線の第1入力信号と 90 度の位相差を有し且つ前記第2入力巻線の第2入力信号と同位相の第2出力信号を出力する第2出力巻線とする。
10

【0028】

また、高精度 $1XVR$ 型レゾルバは、前記第1ステータ部又は第2ステータ部のいずれか一方のステータ部の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に 90 度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設け、前記一方を除く他方のステータ部の複数の磁極に、2つの入力巻線と、電気角で相互に 90 度の位相差の \sin 出力信号および \cos 出力信号を取出す2つの出力巻線を設ける。
20

【0029】

また、高精度 $1XVR$ 型レゾルバは、前記後段のステータ部の出力巻線から軸倍角 $1X$ の出力信号 E が output できるように、下記式5又は式6を満たすように軸倍角 NX の出力巻線と入力巻線および軸倍角 $(N - 1)X$ の出力巻線と入力巻線を接続する。ただし、 θ は任意の角度とする。
20

【0030】

【数5】

$$E = -\sin(N-1)\theta \cdot \cos Nx + \cos(N-1)\theta \cdot \sin Nx \quad (\text{式5})$$

【0031】

【数6】

$$E = +\sin Nx \cdot \cos(N-1)\theta - \cos Nx \cdot \sin(N-1)\theta \quad (\text{式6})$$

また、高精度 $1XVR$ 型レゾルバは、前記両ステータ部の前記磁極が互いにぶつからないように前記両ステータ部を積み重ねる。
30

【実施例1】

【0032】

図1は本発明の高精度軸倍角 $1XVR$ 型レゾルバの構成図である。図1(a)は、図1(b)のC-C線の平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A線の断面図、図1(c)は、図1(a)のB-B線の側面図、である。
40

【0033】

図2は、本発明の高精度軸倍角 $1XVR$ 型レゾルバにおける各軸倍角毎のレゾルバユニットの構成図である。図2(a)は、軸倍角 $3X$ のレゾルバユニットの構成図、図2(b)は、軸倍角 $2X$ のレゾルバユニットの構成図、である。
40

【0034】

以下に示す実施例は、 N を3としたときの例、即ち、軸倍角 NX の例として軸倍角 $3X$ を採用し、軸倍角 $(N - 1)X$ の例として軸倍角 $2X$ を採用した例を示す。

【0035】

実施例1のVR型レゾルバ10は、図2に示すように、第2ロータ部11とそれに対向して設けた第2ステータ部13からなる第2レゾルバユニットと、同じく、第1ロータ部21とそれに対向して設けた第1ステータ部23からなる第1レゾルバユニットとを積み
50

重ねて構成する。

【0036】

ロータは、軸倍角 $3X$ の突極12を備えた第2ロータ部11と、同じく軸倍角($N-1$)の例として軸倍角 $2X$ の突極22を備えた第1ロータ部21とを軸方向に連続して設けることにより構成する。これら両ロータ部11、21の各突極12、22に対向してそれぞれステータ部13、23を配置する。ステータは、両ステータ部13と23を積み重ねて構成する。ステータ部13と23には、軸倍角に見合った数の突極が設けられている。(ステータ)

図1(b)に示す、ステータ部13、23の軸方向厚み L_1 、 L_2 は、任意に設定可能であるが、実施例1では略同じ厚みに設定されている。

10

【0037】

両ステータ部13、23を積み重ねた際、両ステータ部13、23の全ての磁極14~19、24~27に巻回する巻線31~36、41~44が、互いに同じ角度位置にならないように配置する。即ち、互いにぶつかって(邪魔をして)両ステータ部13、23を積み重ねることができないようにならないように、巻線の配置角度位置をずらす。

【0038】

そのために、例えば図1(a)に示すように、軸倍角 $3X$ のステータ部の1磁極14を 0° の位置に合わせ、軸倍角 $2X$ のステータ部の1磁極24を右回りに 15° ずらして配置した場合、

軸倍角 $3X$ のステータ部13の磁極14~19は、図2(a)に示すように、 60° 間隔で 0° 、 60° 、 120° 、 180° 、 240° 、 300° の角度位置に設けられ、それらの磁極14~19には、励磁巻線および互いに電気角で 90° の位相差を設けて、 $\sin(\sin e)$ 巻線又は $\cos(\cosine)$ 巻線が巻回される。

20

【0039】

軸倍角 $2X$ のステータ部23の磁極24~27は、図2(b)に示すように、 15° 、 105° 、 195° 、 285° の角度位置に設けられ、それらの磁極24~27には、励磁巻線および互いに電気角で 90° の位相差を設けて、 $\sin(\sin e)$ 巻線又は $\cos(\cosine)$ 巻線が巻回される。

【0040】

各巻線31~36、41~44は、図1(b)に示されるように、ステータ部13、23の軸方向厚み L_1 、 L_2 を超えてステータ部13、23の両側に突出する。この突出する部分は、相互にぶつからないように、所定角度ずらす。この結果、図1(c)に示すように、両ステータ部13、23の接合部分が隙間無く接合する。

30

【0041】

各ステータ部13、23における磁束のゼロ度の位置は、リラクタンスの調整により、即ち、各磁極に設ける巻線の巻回数やロータ部の初期設定回転角度(オフセット量)を調節することにより、任意の位置に設定する。実施例1では12時の位置に設定した。

【0042】

この実施例1においては、ゼロ点の位置は、各ロータ部における1突極の中心を整合させ、各磁極の巻線の巻回数等を調整して同じ位置に設定している。

40

【0043】

磁極に巻回される巻線は、軸倍角 $2X$ 用と軸倍角 $3X$ 用で別々に設けられ、更に、 \sin 波出力用と \cos 波出力用とが電気角で 90 度の位相差を有するように巻回される。

【0044】

ステータ部13の磁極に設けられる軸倍角 $3X$ 用の出力巻線は、後記する \sin 出力巻線W7と \cos 出力巻線W6からなる。

【0045】

入力巻線は、原則、2種類の巻線からなり、任意の軸倍角において、電気角で 90 度の位相差が生じるように各磁極に巻回される。実施例1では前段の軸倍角 $2X$ のレゾルバユニットにおける入力巻線は励磁巻線として統一されている。

50

(ロータ)

ロータは、平板状で珪素鋼板製の突極22を2個軸対称に設け、巻線を有しない軸倍角2X用ロータ部21と、同じく平板状で珪素鋼板製の突極12を3個軸中心で等角度に設け、巻線を有しない軸倍角3X用ロータ部11とを軸方向に重ね合わせて構成する。両ロータ部は一体に形成しても別体に形成してもよい。

【0046】

ロータ部11、21の軸方向厚みは、実施例1では、各ステータ部の軸方向厚みL1、L2に略等しくする。ロータ部11、21の設定角度位置は、この実施例1では、軸倍角3Xのステータ部13の1磁極14を0°に合わせたことから、図1(a)および図2(a)に示すように、ロータ部11、21も軸倍角3Xの1突極12の中心を0°に合わせ、軸倍角2Xの1突極22の中心も図1(a)および図2(b)に示すように同じく0°に合わせる。ただし、突極の設定角度位置は、リラクタンスの変化に応じて決められるので、前記リラクタンスを決める種々のパラメータを調節することにより、前記実施例1の例にかかわらず、任意に設定可能である。

(他の設定角度位置)

前記実施例1に示したステータとロータの設定角度位置以外の角度位置を例示すると以下のようになる。

(1)

ステータ部(軸倍角3X)の磁極：前記実施例1と同じ60°間隔で6極、
ステータ部(軸倍角2X)の磁極：45°、135°、225°、315°、

ロータ部(軸倍角3X)の磁極：第1磁極の中心が0°、

ロータ部(軸倍角2X)の磁極：第1磁極の中心が45°、

(2)

ステータ部(軸倍角3X)の磁極：前記実施例1と同じ60°間隔で6極、

ステータ部(軸倍角2X)の磁極：75°、165°、255°、345°、

ロータ部(軸倍角3X)の磁極：第1磁極の中心が0°、

ロータ部(軸倍角2X)の磁極：第1磁極の中心が75°、

【実施例2】

【0047】

(軸倍角1X信号)

本発明は、原則、軸倍角(N-1)Xレゾルバユニットの各巻線と軸倍角NXレゾルバユニットの各巻線とを余弦定理から軸倍角1Xの電圧信号を導出できるように接続する。ここでいう余弦定理は以下の式7の一般式を意味する。但し、任意角αとβは、(-)が回転角となるように選択する。

【0048】

【数7】

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta - \cos \alpha \cdot \sin \beta \quad (\text{式7})$$

また、各レゾルバユニットの入力巻線は2種類設けられ、電気角で90度の位相差が生じるように構成されている。但し、初段のレゾルバユニットの入力巻線は励磁巻線として統一される。

【0049】

図3は、本発明の軸倍角2Xレゾルバユニットと軸倍角3Xレゾルバユニットを、その巻線が余弦定理から軸倍角1Xの電圧信号を導出できるように接続する構成図である。

【0050】

巻線の接続の仕方は種々あるが、実施例2は前段に軸倍角2Xレゾルバユニットを設け、後段に軸倍角3Xレゾルバユニットを設け、図のように接続する。

【0051】

巻線W2と巻線W3は電気角で90度の位相差を有し、同じく巻線W4と巻線W5も電気角で90度の位相差を有し、同じく巻線W6と巻線W7も電気角で90度の位相差を有

10

20

30

40

50

する。

【0052】

図3では、

軸倍角 $2X$ レゾルバユニットにおいて、

巻線W1は励磁巻線、

巻線W2は出力巻線(例えばsin出力巻線)、

巻線W3は出力巻線(例えばcos出力巻線)、

軸倍角 $3X$ レゾルバユニットにおいて、

巻線W4は入力巻線(巻線W2のsin出力を入力する)、

巻線W5は入力巻線(巻線W3のcos出力を入力する)、

巻線W6は出力巻線(cos出力巻線)、

巻線W7は出力巻線(sin出力巻線)となる。

【0053】

このような状況において、前記の巻線において、以下のような入出力が発生する。

(軸倍角($N-1$) X レゾルバユニット)：

変圧比をK1、回転角を θ 、励磁巻線(W1)への入力となる励磁信号をE1としたときの、出力用sin巻線(W2)のsin出力信号(Es1)、出力用cos巻線(W3)のcos出力信号(Ec1)は以下のようになる。

【数8】

$$\text{入力：励磁信号} : E_1 = E_0 \sin \omega t$$

$$\text{出力：sin出力信号} : E_{s1} = K1 \cdot E_0 \sin \omega t \cdot \sin(N-1) \theta$$

$$\text{出力：cos出力信号} : E_{c1} = K1 \cdot E_0 \sin \omega t \cdot \cos(N-1) \theta \quad (\text{式8})$$

(軸倍角(N) X レゾルバユニット)

変圧比をK2、回転角を θ 、sin用の入力巻線(W4)へのsin入力(Es1)、cos用の入力巻線(W5)へのcos入力(Ec1)としたときの、出力用sin巻線(W7)のsin出力信号(Es2)、出力用cos巻線(W6)のcos出力信号(Ec2)は以下のようになる。

【0054】

【数9】

$$\text{入力：sin入力信号} : E_{s1} = K1 \cdot E_0 \sin \omega t \cdot \sin(N-1) \theta$$

$$\text{入力：cos入力信号} : E_{c1} = K1 \cdot E_0 \sin \omega t \cdot \cos(N-1) \theta$$

(式9)

【数10】

$$E_{s2} = -E_{s1} \cdot K2 \cdot \cos N\theta + E_{c1} \cdot K2 \cdot \sin N\theta$$

$$= K1 \cdot K2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \{-\sin(N-1) \theta \cdot \cos N\theta + \cos(N-1) \theta \cdot \sin N\theta\}$$

$$= K1 \cdot K2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \sin \{N - (N-1)\} \theta$$

$$= K1 \cdot K2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \sin \theta \quad (\text{式10})$$

【数11】

$$\begin{aligned}
 E_{c2} &= E_s 1 \cdot K_2 \cdot \sin N\theta + E_{c1} \cdot K_2 \cdot \cos N\theta \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \{\sin(N-1)\theta \cdot \sin N\theta + \cos(N-1)\theta \cdot \cos N\theta\} \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \cos\{\theta - (N-1)\theta\} \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \cos\theta
 \end{aligned} \tag{式11}$$

次に、前記変圧比 K_1 および K_2 の値を 1 とし、整流検波器で前記励磁信号と同じ信号を用いて復調すると、 $E_s 2$ と E_{c2} はそれぞれ \sin 又は \cos に比例した以下のようないい信号になる。

$$\begin{aligned}
 E_{s2} &= (E_0) \cdot \sin \\
 E_{c2} &= (E_0) \cdot \cos
 \end{aligned}$$

前記 E_{s2} の出力信号は、 \sin 波信号となり、軸倍角 $1X$ のレゾルバ信号となる。前記 E_{s2} の代わりに E_{c2} を用いることができる。その際、90度の位相差を考慮することになる。

（実施例2の効果）

各巻線の接続を余弦定理に基づき軸倍角 $1X$ の電圧信号を導出できるように接続することにより、従来のような巻線の出力信号を処理するための演算手段等を備えることなく、簡単な構成で $1X$ 出力信号を得ることができる。

【0055】

各ステータ磁極は、軸方向で重ならないようにずらして配置することにより、ステータ部を積み重ねて配置できるようになる。

【実施例3】

【0056】

前記実施例2では、前段に軸倍角 $2X$ レゾルバユニット、後段に軸倍角 $3X$ レゾルバユニットを接続したが、その逆に、前段に軸倍角 $3X$ レゾルバユニット、後段に軸倍角 $2X$ レゾルバユニットを接続することもできる。その場合、 \sin 出力信号は、

出力（端子 S11 - S12）：

\sin 出力信号：

【数12】

$$\begin{aligned}
 E_{s2} &= +E_s 1 \cdot K_2 \cdot \cos(N-1)\theta - E_{c1} \cdot K_2 \cdot \sin(N-1)\theta \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \{+\sin N\theta \cdot \cos(N-1)\theta - \cos N\theta \cdot \sin(N-1)\theta\} \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \sin\{\theta - (N-1)\theta\} \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \sin\theta
 \end{aligned} \tag{式12}$$

となるように各巻線を接続する。なお、 \cos 出力信号は、

出力（端子 S13 - S14）：

\cos 出力信号：

10

20

30

40

【数13】

$$\begin{aligned}
 E_{c2} &= E_{s1} \cdot K_2 \cdot \sin(N-1)\theta + E_{c1} \cdot K_2 \cdot \cos(N-1)\theta \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \{\sin N\theta \cdot \sin(N-1)\theta + \cos N\theta \cdot \\
 &\quad \cos(N-1)\theta\} \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \cos\{N - (N-1)\}\theta \\
 &= K_1 \cdot K_2 \cdot \{E_0 \sin \omega t\} \cdot \cos \theta
 \end{aligned} \tag{式13}$$

となるように接続する。

10

【0057】

前記 E_{s2} を軸倍角 $1X$ 出力信号として用いる。なお、前記 E_{c2} を位相差を考慮して前記 E_{s2} の代わりに用いることもできる。

(実施例3の効果)

この実施例によれば、実施例2と同様に、巻線の接続を所定の関係にすることにより、簡単な構成で、高精度の軸倍角 $1X$ の回転角度信号を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明は、2以上の突極との組み合わせにより任意の軸倍角 NX 又は $(N-1)X$ の出力電圧信号を出力する各巻線を、これら出力電圧信号をもとに余弦定理に基づき軸倍角 $1X$ の電圧信号を導出できるように接続する技術思想であり、同じように回転角度位置を求める機器、例えば、回転センサ、角度測定器等に適用できる。

20

【0059】

突極の数は、 N が 3 以上の任意の N 個と $(N-1)$ 個の組み合わせであれば、どのような組み合わせでも構成できる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の高精度軸倍角 $1XVR$ 型レゾルバの構成図である。

【図2】本発明の高精度軸倍角 $1XVR$ 型レゾルバにおける各軸倍角毎のレゾルバユニットの構成図である。

30

【図3】本発明の軸倍角 $2X$ レゾルバユニットと軸倍角 $3X$ レゾルバユニットを、その巻線が余弦定理から軸倍角 $1X$ の電圧信号を導出できるように接続する構成図である。

【符号の説明】

【0061】

10 VR型レゾルバ

11、21 ロータ部

12、22 突極

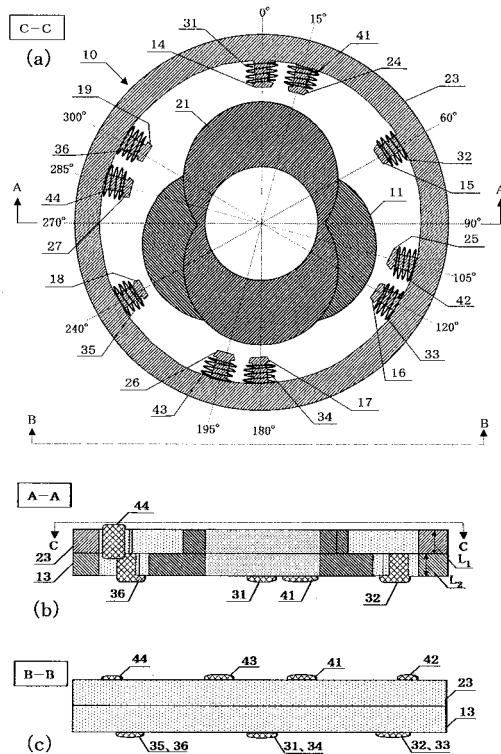
13、23 ステータ部

14、15、16、17、18、19、24、25、26、27 磁極

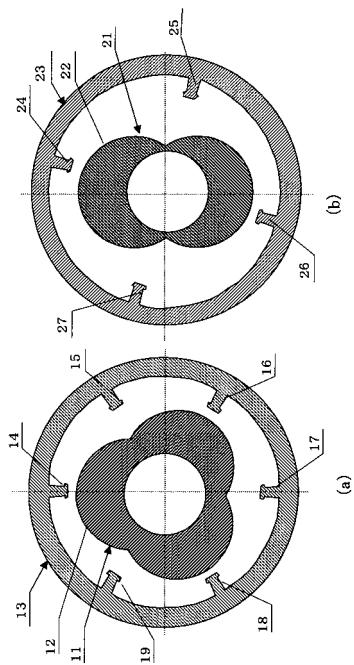
31、32、33、34、35、36、41、42、43、44 巻線

40

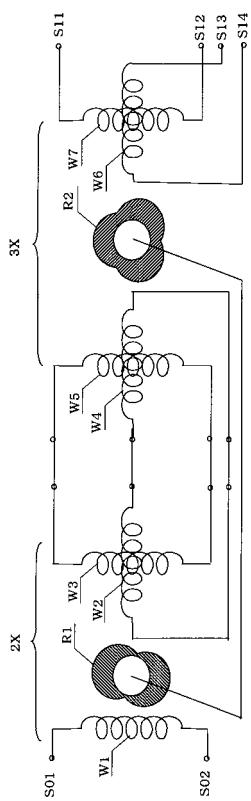
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 小山内 義仁
長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4106-73 ミネベア株式会社軽井沢製作所内

審査官 仲村 靖

(56)参考文献 特開2003-287441(JP,A)
特開2001-183169(JP,A)
特開平09-103056(JP,A)
特開平01-140018(JP,A)
特公昭48-011181(JP,B1)
米国特許出願公開第2001/0015588(US,A1)
特開平04-047218(JP,A)
特開2002-168652(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 24/00
H02K 16/00