

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4991991号
(P4991991)

(45) 発行日 平成24年8月8日 (2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日 (2012.5.18)

(51) Int.Cl.

GO 1 D 5/20 (2006.01)

F I

GO 1 D 5/20 I I O H

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-64810 (P2008-64810)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成20年3月13日 (2008.3.13)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2009-222435 (P2009-222435A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(73) 特許権者	000203634
審査請求日	平成22年8月17日 (2010.8.17)		多摩川精機株式会社
			長野県飯田市大休1879番地
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	寺田 康晴
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	伊藤 公一
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 レゾルバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の相巻線を複数相分含む巻線回路を二系統有する電動機の回転位置を検出するレゾルバであって、

前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一対のS I N巻線、及び一対の第1励磁巻線を含む第1センサと、

前記第1センサを介して前記電動機に接続されるとともに、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一対のC O S巻線、及び一対の第2励磁巻線を含む第2センサと、

前記第1センサの一方のS I N巻線と、前記第2センサの一方のC O S巻線との出力に基づき、第1レゾルバ出力を演算する第1演算処理手段と、

前記第1センサの他方のS I N巻線と、前記第2センサの他方のC O S巻線との出力に基づき、第2レゾルバ出力を演算する第2演算処理手段と

を含み、前記一対のS I N巻線の巻き数が零の位置は、前記電動機のいずれかの一対の相巻線が巻回される一対の巻回位置の中心である、レゾルバ。

【請求項2】

前記第1センサは、前記一対のS I N巻線及び前記一対の第1励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のS I N巻線と一方の第1励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のS I N巻線と他方の第1励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、

前記第2センサは、前記一対のC O S巻線及び前記一対の第2励磁巻線を巻回するため

の複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のC O S巻線と一方の第2励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のC O S巻線と他方の第2励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、

前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、

前記第2演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されている、請求項1に記載のレゾルバ。

10

【請求項3】

前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、

前記第2演算処理手段は、前記第1センサの外側のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの外側のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されている、請求項2に記載のレゾルバ。

【請求項4】

一对の相巻線を複数相分含む巻線回路を二系統有する電動機の回転位置を検出するレゾルバであって、

20

前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のC O S巻線、及び一对の第1励磁巻線を含む第1センサと、

前記第1センサを介して前記電動機に接続されるとともに、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のS I N巻線、及び一对の第2励磁巻線を含む第2センサと、

前記第1センサの一方のC O S巻線と、前記第2センサの一方のS I N巻線との出力に基づき、第1レゾルバ出力を演算する第1演算処理手段と、

前記第1センサの他方のC O S巻線と、前記第2センサの他方のS I N巻線との出力に基づき、第2レゾルバ出力を演算する第2演算処理手段と

を含み、前記一对のC O S巻線の巻き数が零の位置は、前記電動機のいずれかの一对の相巻線が巻回される一对の巻回位置の中心に対して、機械角で $T/4$ 周期遅らせた位置（ T はC O S巻線の巻線周期）である、レゾルバ。

30

【請求項5】

前記第1センサは、前記一对のC O S巻線及び前記一对の第1励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のC O S巻線と一方の第1励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のC O S巻線と他方の第1励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、

前記第2センサは、前記一对のS I N巻線及び前記一对の第2励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のS I N巻線と一方の第2励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のS I N巻線と他方の第2励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、

40

前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、

前記第2演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されている、請求項4に記載のレゾルバ。

【請求項6】

50

前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、

前記第2演算処理手段は、前記第1センサの外側のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの外側のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されている、請求項5に記載のレゾルバ。

【請求項7】

前記第1センサの外側のティースに対向して回転する第1アウターロータと、前記第2センサの外側のティースに対向して回転する第2アウターロータとが一体化されている、請求項2、3、5、又は6のいずれか一項に記載のレゾルバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動機の回転位置を検出するレゾルバに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、三相交流ブラシレスモータ（以下、B L（Blush less）モータ）の回転位置の検出にはレゾルバが用いられている。レゾルバは、磁気変動を利用して回転位置を検出するため、B Lモータの励磁によって生じる磁気の影響を受けないように種々の工夫がなされている。

【0003】

例えば、モータの同相巻線に対向する一对のモータ用ティースに巻回し、このモータと同軸に接続されるレゾルバの出力巻線に対向する一对のレゾルバ用ティースに巻回し、一对のモータ用ティースに施された巻線と、一对のレゾルバ用ティースに施された出力巻線のうちの一方の出力巻線との巻線方向を一对のティース間で互いに同一方向にするとともに、他方の巻線方向を一对のティース間で互いに反対方向にすることにより、モータとレゾルバで生じる磁界を相殺させるレゾルバ付のB Lモータが提案されていた（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2004-159462号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、冗長系を構成するためにB Lモータの三相巻線（U，V，W）を（U1，V1，W1，U2，V2，W2）に二分割し、別々のドライバで駆動する場合には、分割された二系統で同期を取ることが困難になる場合がある。

【0005】

例えば、二系統の三相巻線に電流を通流させるタイミングに微小なずれが生じると、モータの三相巻線から生じる磁界は一定ではなくなり、局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉が発生するため、上述のようなレゾルバでは磁界の影響を相殺することが困難になるという課題があった。

【0006】

また、モータの三相巻線を二系統に分割することに対応してレゾルバを二系統に分けると、レゾルバの励磁の同期にずれが生じた場合に、二つのレゾルバの角度信号にずれが生じるという課題があった。

【0007】

そこで、本発明は、相巻線が二系統に分割されたB Lモータの近傍に設置されても、磁気干渉の影響を受けることなく正確に角度検出を行うことができるとともに、冗長系を構成できるレゾルバを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

20

30

40

50

本発明の一局面のレゾルバは、一对の相巻線を複数相分含む巻線回路を二系統有する電動機の回転位置を検出するレゾルバであって、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のS I N巻線、及び一对の第1励磁巻線を含む第1センサと、前記第1センサを介して前記電動機に接続されるとともに、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のC O S巻線、及び一对の第2励磁巻線を含む第2センサと、前記第1センサの一方のS I N巻線と、前記第2センサの一方のC O S巻線との出力に基づき、第1レゾルバ出力を演算する第1演算処理手段と、前記第1センサの他方のS I N巻線と、前記第2センサの他方のC O S巻線との出力に基づき、第2レゾルバ出力を演算する第2演算処理手段とを含み、前記一对のS I N巻線の巻き数が零の位置は、前記電動機のいずれかの一对の相巻線が巻回される一对の巻回位置の中心である。

10

【0009】

また、前記第1センサは、前記一对のS I N巻線及び前記一对の第1励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のS I N巻線と一方の第1励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のS I N巻線と他方の第1励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、前記第2センサは、前記一对のC O S巻線及び前記一对の第2励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のC O S巻線と一方の第2励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のC O S巻線と他方の第2励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、前記第2演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されていてもよい。

20

【0010】

この場合に、前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの内側のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、前記第2演算処理手段は、前記第1センサの外側のティースに巻回されたS I N巻線と、前記第2センサの外側のティースに巻回されたC O S巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されていてもよい。

30

【0011】

本発明の他の局面のレゾルバは、一对の相巻線を複数相分含む巻線回路を二系統有する電動機の回転位置を検出するレゾルバであって、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のC O S巻線、及び一对の第1励磁巻線を含む第1センサと、前記第1センサを介して前記電動機に接続されるとともに、前記電動機の回転軸に同軸状に接続され、一对のS I N巻線、及び一对の第2励磁巻線を含む第2センサと、前記第1センサの一方のC O S巻線と、前記第2センサの一方のS I N巻線との出力に基づき、第1レゾルバ出力を演算する第1演算処理手段と、前記第1センサの他方のC O S巻線と、前記第2センサの他方のS I N巻線との出力に基づき、第2レゾルバ出力を演算する第2演算処理手段とを含み、前記一对のC O S巻線の巻き数が零の位置は、前記電動機のいずれかの一对の相巻線が巻回される一对の巻回位置の中心に対して、機械角で $T/4$ 周期遅らせた位置（ T はC O S巻線の巻線周期）である。

40

【0012】

また、前記第1センサは、前記一对のC O S巻線及び前記一对の第1励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの径方向における内側と外側に有し、一方のC O S巻線と一方の第1励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のC O S巻線と他方の第1励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、前記第2センサは、前記一对のS I N巻線及び前記一对の第2励磁巻線を巻回するための複数のティースをステータの

50

径方向における内側と外側に有し、一方のS I N巻線と一方の第2励磁巻線とが内側のティースに巻回されるとともに、他方のS I N巻線と他方の第2励磁巻線とが外側のティースに巻回されており、前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか一方のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、前記第2演算処理手段は、前記第1センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側又は外側のいずれか他方のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されていてもよい。

【0013】

10

この場合に、前記第1演算処理手段は、前記第1センサの内側のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの内側のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第1レゾルバ出力を得るように構成されており、前記第2演算処理手段は、前記第1センサの外側のティースに巻回されたC O S巻線と、前記第2センサの外側のティースに巻回されたS I N巻線とより得られる出力信号に基づき前記第2レゾルバ出力を得るように構成されていてもよい。

【0014】

また、前記第1センサの外側のティースに対向して回転する第1アウターロータと、前記第2センサの外側のティースに対向して回転する第2アウターロータとが一体化されていてもよい。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、相巻線が二系統に分割されたB Lモータの近傍に設置されても、磁気干渉の影響を受けることなく正確に角度検出を行うことができるとともに、冗長系を構成できるレゾルバを提供できるという特有の効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明のレゾルバを適用した実施の形態について説明する。

【0017】

〔実施の形態1〕

30

図1は、実施の形態1のレゾルバの実装状態を示す斜視図である。

【0018】

実施の形態1のレゾルバは、2つのセンサA及びBを含み、これらのセンサA及びBは、図1に示すようにB Lモータに取り付けられており、その回転軸1はB Lモータの回転軸に同軸状に接続されている。

【0019】

このようなB Lモータは、例えば、車両に搭載される電動パワーステアリング装置の電動モータや、ハイブリッド式の車両のアシスト用の電動モータで構成される。センサA及びBの回転軸1は、B Lモータの回転軸の回転に伴って回転される。

【0020】

40

なお、B Lモータの三相巻線は冗長系を構成するために二系統（U1-U1'、V1-V1'、W1-W1'とU2-U2'、V2-V2'、W2-W2'）に分割されている。

【0021】

図2は、実施の形態1のレゾルバの断面構成を示す図であり、(a)は回転軸の長手方向に沿った断面を示し、(b)は回転軸に垂直な断面を示す。図2(b)は、図2(a)のA-A矢視断面を表すが、B Lモータの巻線との位置関係を説明する便宜上、二系統の三相巻線（U1-U1'、V1-V1'、W1-W1'とU2-U2'、V2-V2'、W2-W2'）を径方向外側にずらして示す。

【0022】

50

図2(a)に示すように、センサA及びBは同一の構造を有し、BLモータにセンサA、センサBの順に接続されている。

【0023】

ここで、センサAの構造について代表的に説明すると、回転軸1には、インナーロータ2及びアウターロータ3が軸支されており、回転軸1とともに回転するように構成されている。

【0024】

また、図2(b)に示すように、インナーロータ2には、磁気変動を誘発するための7つの凸部2Aが外周に沿って形成されており、アウターロータ3には、同じく7つの凸部3Aが内周に沿って形成されている。

10

【0025】

インナーロータ2とアウターロータ3とは、凸部2Aの頂部と凸部3Aの頂部とが回転軸1の中心を含む同一直線上に位置し、かつ、相隣接する凸部2A同士の境界と、相隣接する凸部3A同士の境界とが回転軸1の中心を含む同一直線上に位置するように、位置合わせされた状態で回転軸1に軸支されている。

【0026】

なお、回転軸1には非磁性体で構成される位置決め用のキー1Aが形成されており、センサA及びBの電気角が零の位置の一致が図られている。

【0027】

センサAのステータ4は、図2(b)に示すように、インナーロータ2とアウターロータ3との間に同心状に配設されており、その内外周には巻線を巻回するためのティース4A(内周側)及び4B(外周側)が各々10個ずつ等間隔で設けられている。なお、ステータ4は、実施の形態1のレゾルバの筐体5の内壁部5Aから径方向内側に延伸する支持部5Bに嵌着されている。以上の構造は、センサAとBで同一である。

20

【0028】

センサAのステータ4には、内周側のティース4AにSIN巻線6aと励磁巻線7aが巻回されるとともに、外周側のティース4BにSIN巻線6bと励磁巻線7bが巻回されている。

【0029】

また、センサBのステータ4には、内周側のティース4AにCOS巻線8aと励磁巻線9aが巻回されるとともに、外周側のティース4BにCOS巻線8bと励磁巻線9bが巻回されている。

30

【0030】

ここで、BLモータの三相巻線U1-U1'の巻線U1と巻線U1'とが配設されている位置の中心と、三相巻線U2-U2'の巻線U2と巻線U2'とが配設されている位置の中心とを通る直線を直線1とする。

【0031】

また、10組のティース4A及び4Bの位置を表すために、図2(b)に示すようにティース位置(1)を規定し、このティース位置(1)を基点に時計回りにティース位置(10)までであるものとする。

40

【0032】

本実施の形態のレゾルバのセンサA及びBは、ティース位置(1)と、この対角にあるティース位置(6)とにある2組のティース4A及び4Bの中心軸が直線1上に位置するように、BLモータに接続されている。また、これに加えて、ティース位置(1)及び(6)にある2組のティース4A及び4BにおけるSIN巻線6a及び6bの巻数が、零に設定されている。

【0033】

【表 1】

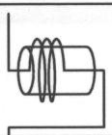
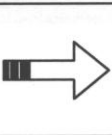
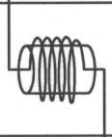
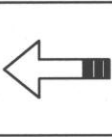
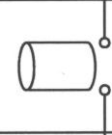
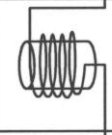
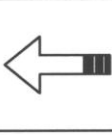
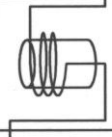
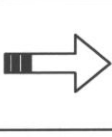
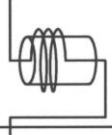
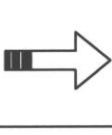
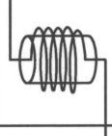
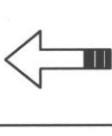
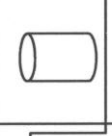
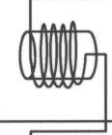
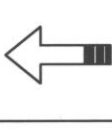
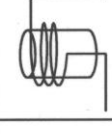
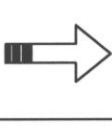
(9)	小		
(10)	中		
(1)	大		
(2)	中		
(3)	小		
(4)	小		
(5)	中		
(6)	大		
(7)	中		
(8)	小		
ティース位置	ロータとのギャップ	レゾルバ巻線	モータ発生磁界

表 1 は、センサ A のティース位置、ロータとティースのギャップ（インナーロータ 2 とティース 4 A とのギャップであり、アウターロータ 3 とティース 4 B とのギャップでもある）、S I N 巻線 6 a 及び 6 b の巻回方向と巻き数、及び、三相巻線によって発生する磁

10

20

30

40

50

界の径方向における方向を示す表である。

【0034】

なお、この表1に示すギャップと磁界の方向は、BLモータの電気角が0度の状態におけるものである。

【0035】

また、三相巻線は、巻線U1、V1、W1、U2、V2、及びW2と、巻線U1'、V1'、W1'、U2'、V2'、及びW2'とで巻回方向が逆にされているため、BLモータの電気角が0度の状態では、巻線U1、V1、W1、U2、V2、及びW2において径方向内向きの磁界が発生し、巻線U1'、V1'、W1'、U2'、V2'、及びW2'において径方向外向きの磁界が発生するように構成されている。このため、表1には、各ティース位置で最も近い巻線による磁界を表示してある。

10

【0036】

SIN巻線6aは、ティース位置(1)～(10)においてSIN波が2周期分得られるように巻回されており、その両端はティース位置(1)で引き出され、後述するECU10Aに接続されている。ティース位置(1)及び(6)ではティース4Aへの巻き数は零である。

【0037】

これは、ティース位置(1)～(10)においてティース4Bに巻回されるSIN巻線6bについても同様であり、ティース位置(1)で外部に引き出されるSIN巻線6bの両端は、後述するECU10Bに接続されている。

20

【0038】

ティース位置の対称性から、ティース位置(3)と(8)、ティース位置(2)と(7)、ティース位置(1)と(6)、ティース位置(5)と(9)、及び、ティース位置(4)と(8)における、ロータとティースのギャップ、巻線の巻回方向と巻き数、及び、磁界の方向は、それぞれ同一である。

【0039】

センサAについては、上述のように、ティース位置(1)と、この対角にあるティース位置(6)とにある2組のティース4A及び4Bの中心軸が直線1上に位置するように、BLモータに接続されるとともに、ティース位置(1)及び(6)にある2組のティース4A及び4BにおけるSIN巻線6a及び6bの巻き数が零に設定されている。

30

【0040】

これに対して、センサBは、COS巻線8a及び8bにより、センサAのSIN巻線6a及び6bに対して位相が90度遅れた信号を出力できるように、ティース4A及び4Bへの巻き方が調節されており、COS巻線8aは後述するECU10Aに接続され、COS巻線8bは後述するECU10Bに接続されている。

【0041】

図3は、実施の形態1のレゾルバのステータ4の一部を拡大して示す図である。ここに示すように、ステータ4は内周側及び外周側にティース4A及び4Bを有するとともに、周方向にわたって形成されるスリット4Cを有する。

【0042】

このスリット4Cは、ティース4Aと4Bに巻回されるSIN巻線、COS巻線、及び励磁巻線に電流が流れた際に生じる磁界により、ステータ4の内周側と外周側で磁気干渉が発生するのを抑制するために設けられており、このスリット4Cによって磁気抵抗が増大するように構成されている。

40

【0043】

なお、スリット4Cは、図2(b)に示すように、周方向に沿ってステータ4に等間隔で形成されており、各スリット4Cの両端は、分岐されていてもよく、さらに、各スリット間に円形の貫通孔状のスリット4Dが形成されていてもよい。

【0044】

図4は、実施の形態1のレゾルバの回路構成を示す図である。この図に示すように、セ

50

ンサAは、一对のSIN巻線6a及び6bと、一对の励磁巻線7a及び7bを含む。また、センサBは、一对のCOS巻線8a及び8bと、一对の励磁巻線9a及び9bを含む。

【0045】

実施の形態1のレゾルバは、2つの演算処理手段であるECU(Electronic Control Unit)10A及び10Bを備える。ECU10A及び10Bは、図示しないバスを介して互いに接続されたCPU、ROM及びRAM等からなるマイクロコンピュータを中心として構成される。

【0046】

センサA及びBの内周側のティース4Aに巻回される励磁巻線7a及び9aはECU10Aの励磁信号出力端子に並列に接続され、励磁信号が同時に印加される(すなわち励磁動作の同期が取られる)ように構成される。

10

【0047】

また、センサA及びBの外周側のティース4Bに巻回される励磁巻線7b及び9bはECU10Bの励磁信号出力端子に並列に接続され、励磁信号が同時に印加される(すなわち励磁動作の同期が取られる)ように構成される。

【0048】

図5は、実施の形態1のレゾルバの出力回路の構成を示す図である。

【0049】

この図に示すように、センサAの内周側のティース4Aに巻回されているSIN巻線6aと、センサBの内周側のティース4Aに巻回されているCOS巻線8aとは、ECU10Aに接続されている。

20

【0050】

ECU10Aは、励磁巻線7a及び9aに励磁信号を印加し、SIN巻線6a及びCOS巻線8aから得られる出力に基づいてインナーロータ2の回転角度(すなわち回転軸1の回転角度)を検出する。

【0051】

また、センサAの外周側のティース4Bに巻回されているSIN巻線6bと、センサBの外周側のティース4Bに巻回されているCOS巻線8bとは、ECU10Bに接続されている。

【0052】

30

ECU10Bは、励磁巻線7b及び9bに励磁信号を印加し、SIN巻線6b及びCOS巻線8bから得られる出力に基づいてアウターロータ3の回転角度(すなわち回転軸1の回転角度)を検出する。

【0053】

ここで、レゾルバにおける回転角度を検出する原理について簡単に説明する。レゾルバの励磁巻線7a及び9aには、一定周波数の励磁信号が印加される。

【0054】

レゾルバは、インナーロータ2が一回転する過程においてk周期(kは整数:図2では“7”)の信号、すなわち、 $360^\circ/k$ ごとに同一レベルの信号を出力するように構成されている。これは、インナーロータ2が凸部2Aを有するため、回転に伴って凸部2Aと励磁巻線7a及び9aとの間のギャップが連続的に変動するためである。

40

【0055】

SIN巻線6a及びCOS巻線8aは、それぞれ、励磁巻線6a及び8aへの励磁信号が極大、極小となるタイミングにおいて誘導電圧がインナーロータ2の回転角度位置に応じて正弦波状または余弦波状に変化するように構成されており(表1参照)、互いに 90° だけ位相のずれた電流、電圧を出力する。

【0056】

SIN巻線6a及びCOS巻線8aは共に、ECU10Aに接続されているため、ECU10Aは、SIN巻線6a及びCOS巻線8aの双方から供給される各コイル信号をそれぞれ“0”からオフセットされた出力電圧に変換し、両出力電圧の関係に基づいて 0°

50

と $360^\circ/k$ との範囲におけるインナーロータ 2、すなわち、回転軸 1 の回転角度位置を検出する。

【0057】

これは、ECU10Bに接続される、励磁巻線 7b 及び 9b と、SIN 巻線 6b 及び COS 巻線 8b との間においても同様であり、アウターロータ 3 が凸部 3A を有するため、回転に伴って凸部 3A と励磁巻線 7b 及び 9b との間のギャップが連続的に変動し、 $360^\circ/k$ ごとに同一レベルの信号が出力され、これにより回転角度が検出される。

【0058】

以上のように、実施の形態 1 のレゾルバによれば、BL モータに隣接して順次接続されたセンサ A 及び B を用いて、回転角度の検出を行う。

10

【0059】

センサ A は、冗長系を構成するために三相巻線が二系統に分割された BL モータに近い側に配設されるので、BL モータの二系統の三相巻線に電流を通流させるタイミングに微小なずれが生じた場合には、局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉の影響を受け易い。一方、センサ B は、BL モータとの間にセンサ A があるため、センサ A よりは磁気干渉の影響は受けにくい。

【0060】

また、図 2 (b) に示すように、ティース位置 (1) と、この対角にあるティース位置 (6) とにある 2 組のティース 4A 及び 4B の中心軸が直線 l 上に位置するように、BL モータに接続されるとともに、ティース位置 (1) 及び (6) にある 2 組のティース 4A 及び 4B における SIN 巻線 6a 及び 6b の巻数が零に設定されており、さらに、SIN 巻線 6a の巻線方向及び巻数は、ティース位置 (2) 及び (3) とティース位置 (10) 及び (9) とでティース位置 (1) に対して対称であり、SIN 巻線 6b の巻線方向及び巻数は、ティース位置 (7) 及び (8) とティース位置 (5) 及び (4) とでティース位置 (1) に対して対称にされている。

20

【0061】

これにより、SIN 巻線 6a にティース位置 (2) 及び (3) で発生したノイズは、ティース位置 (10) 及び (9) で発生するノイズによってキャンセルされ、SIN 巻線 6b にティース位置 (7) 及び (8) で発生したノイズは、ティース位置 (5) 及び (4) で発生するノイズによってキャンセルされる。

30

【0062】

このため、センサ A の SIN 巻線 6a 及び 6b は、三相巻線が二系統に分割された BL モータの励磁に位相差が生じ、これにより局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉が発生しても、その影響を最小限にとどめることができるように構成されている。

【0063】

図 6 は、本実施の形態のレゾルバの動作説明図であり、(a) は本実施の形態のレゾルバが接続される BL モータの通電パターンを示す図、(b) はレゾルバの励磁信号、SIN 出力、及び COS 出力の波形を示す図である。なお、図 6 (b) は、センサ A の SIN 巻線 6a の出力と、センサ B の COS 巻線 8a の出力とを示す。これらは ECU10A に入力される。

40

【0064】

図 6 (a) に示すように、BL モータは、U 相、V 相、W 相が順次通電されることによって駆動される。なお、U 相 ($U1-U1'$ 、 $U2-U2'$)、V 相 ($V1-V1'$ 、 $V2-V2'$)、W 相 ($W1-W1'$ 、 $W2-W2'$) である。

【0065】

この結果、図 6 (b) に示すように、レゾルバのセンサ A の励磁巻線 7a と、センサ B の励磁巻線 8a とに励磁信号が印加されると、センサ A の SIN 巻線 6a から図 6 (b) に示す SIN 波状の信号が出力されるとともに、センサ B の COS 巻線 8a から図 6 (b) に示す COS 波状の信号が出力される。

【0066】

50

BLモータに近い側に配設されるセンサAは、ティース位置(1)と、この対角にあるティース位置(6)とにある2組のティース4A及び4Bの中心軸が直線1上に位置するようにBLモータに接続されるとともに、ティース位置(1)及び(6)にある2組のティース4A及び4BにおけるSIN巻線6a及び6bの巻数が零に設定されているので、出力されるSIN波状の信号は、BLモータの二系統の三相巻線に電流を通流させるタイミングに微小なずれが生じたとしても、その影響を最小限にとどめることができる。このため、精度の高い角度検出を行うことができる。

【0067】

以上、このようなセンサA及びBを用いたレゾルバにおいて、ECU10Aではモータに近い側のセンサAの内周側の励磁巻線7aと、モータから遠い側のセンサBの励磁巻線9aとを同時に励磁し、センサA及びBの内周側にあるSIN巻線6a及びCOS巻線8aから得られるSIN波信号及びCOS波信号に基づいて回転軸1の回転角度を演算するため、BLモータに局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉が発生しても、磁気干渉の影響を最小限にとどめることができ、精度の高い角度検出を行うことができる。

【0068】

また、同様に、ECU10Bではモータに近い側のセンサAの外周側の励磁巻線7bと、モータから遠い側のセンサBの励磁巻線9bとを同時に励磁し、センサA及びBの外周側にあるSIN巻線6b及びCOS巻線8bから得られるSIN波信号及びCOS波信号に基づいて回転軸1の回転角度を演算するため、BLモータに局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉が発生しても、磁気干渉の影響を最小限にとどめることができ、精度の高い角度検出を行うことができる。

【0069】

また、以上のようにしてセンサA及びBにSIN巻線(6a、6b)とCOS巻線(8a、8b)を一对一つ巻回して2系統の出力を得ることにより、一对のECU10A及び10Bを含み、冗長系を有するレゾルバを提供することができる。

【0070】

また、以上の説明では、センサA及びBのインナーロータ2の凸部2A及びアウターロータ3の凸部3Aが7個の形態について説明したが、これらの凸部の個数は7つに限定されるものではなく、用途に応じて適宜変更することができる。

【0071】

なお、以上の説明では、BLモータに近い側にSIN巻線6a及び6bが巻回されたセンサAを配置する形態について説明したが、COS巻線8a及び8bが巻回されたセンサBとセンサAの位置を入れ替えてもよい。

【0072】

この場合、BLモータに局所的に強度の異なる磁界が生じて磁気干渉が発生した場合には、センサBのCOS巻線8a及び8bが磁気干渉の影響を受けやすく、センサAのSIN巻線6a及び6bが磁気干渉の影響を受けにくくなる。

【0073】

このため、センサBのCOS巻線8a及び8bの巻数が零となる位置は、BLモータのいずれかの三相巻線が巻回される一对の巻回位置の中心に対して、機械角で $T/4$ 周期遅らせた位置(T はCOS巻線の巻線周期)となるように、BLモータに対してセンサBを接続すればよい。すなわち、図2(b)に示すようにCOS巻線8a及び8bの巻線周期が180度の場合は、図2(b)におけるティース位置(1)と(6)が時計回りに45度(180度/4)回転した位置にくるようにセンサBを取り付ければよい。

【0074】

また、図1に示すように、BLモータにSIN巻線6a及び6bが巻回されたセンサAが接続され、このセンサAにCOS用巻線8a及び8bが巻回されたセンサBが接続される場合においても、センサBのCOS巻線8a及び8bの巻数が零となるティース4A及び4Bの位置が、BLモータのいずれかの三相巻線が巻回される一对の巻回位置の中心に対して、機械角で $T/4$ 周期遅らせた位置(T はCOS巻線の巻線周期)となるようにし

10

20

30

40

50

てもよい。これは、特に、センサ B においても磁気干渉の影響を受ける可能性がある場合に有効である。

【0075】

〔実施の形態 2〕

図 7 は、実施の形態 2 のレゾルバの構成を示す図であり、(a) は回転軸に垂直な断面を示し、(b) は回転軸の長手方向に沿った断面を示す。この図 7 (a) は、図 7 (b) の B-B 矢視断面を表す。

【0076】

図 7 (a) に示すセンサ A の断面は、図 2 (b) に示す実施の形態 1 のセンサ A と同一の構造であり、これはセンサ B の断面構造においても同様であるが、実施の形態 2 では、図 7 (b) に示すように、センサ B の向きが実施の形態 1 とは逆になっており、センサ A と B のアウターロータ 3 が非磁性体 3 A を介して一体的に構成されている点が実施の形態 1 と異なる。その他の構成は実施の形態 1 のレゾルバに準ずるため、説明を省略する。

【0077】

このような実施の形態 2 のレゾルバによれば、センサ A と B のアウターロータ 3 を一体的に構成できるので、製造コストの削減や設置スペースの削減を図ることができる。

【0078】

以上、本発明の例示的な実施の形態のレゾルバについて説明したが、本発明は、具体的に開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図 1】図 1 は、実施の形態 1 のレゾルバの実装状態を示す斜視図である。

【図 2】実施の形態 1 のレゾルバの断面構成を示す図であり、(a) は回転軸の長手方向に沿った断面を示し、(b) は回転軸に垂直な断面を示す。

【図 3】実施の形態 1 のレゾルバのステータ 4 の一部を拡大して示す図である。

【図 4】実施の形態 1 のレゾルバの回路構成を示す図である。

【図 5】実施の形態 1 のレゾルバの出力回路の構成を示す図である。

【図 6】本実施の形態のレゾルバの動作説明図であり、(a) は本実施の形態のレゾルバが接続される BL モータの通電パターンを示す図、(b) はレゾルバの励磁信号、SIN 出力、及び COS 出力の波形を示す図である。

【図 7】実施の形態 2 のレゾルバの構成を示す図であり、(a) は回転軸に垂直な断面を示し、(b) は回転軸の長手方向に沿った断面を示す。

【符号の説明】

【0080】

A、B センサ

1 回転軸

1 A キー

2 インナーロータ

2 A、3 A 凸部

3 アウターロータ

4 ステータ

4 A、4 B ティース

4 C、4 D スリット

5 筐体

5 A 内壁部

5 B 支持部

6 a、6 b SIN 巻線

7 a、7 b、9 a、9 b 励磁巻線

8 a、8 b COS 巻線

10

20

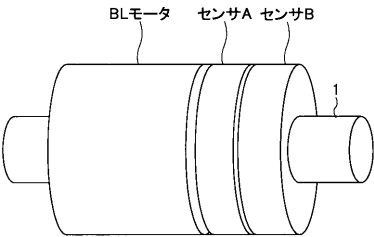
30

40

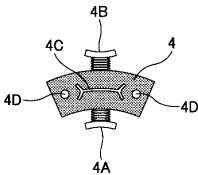
50

10A、10B ECU

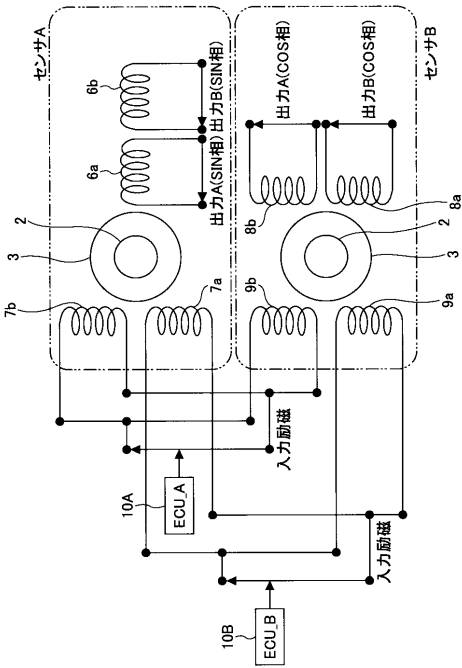
【図1】



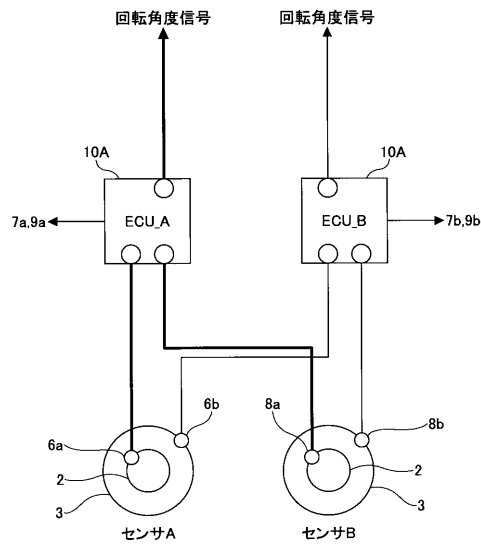
【図3】



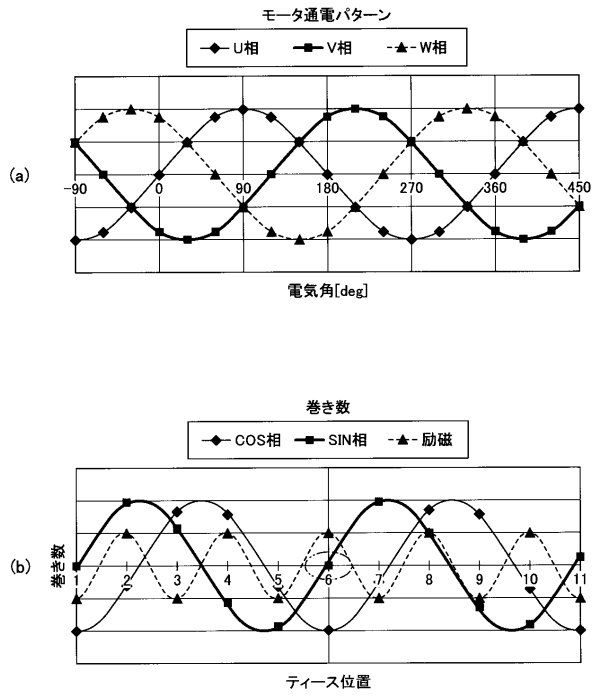
【図4】



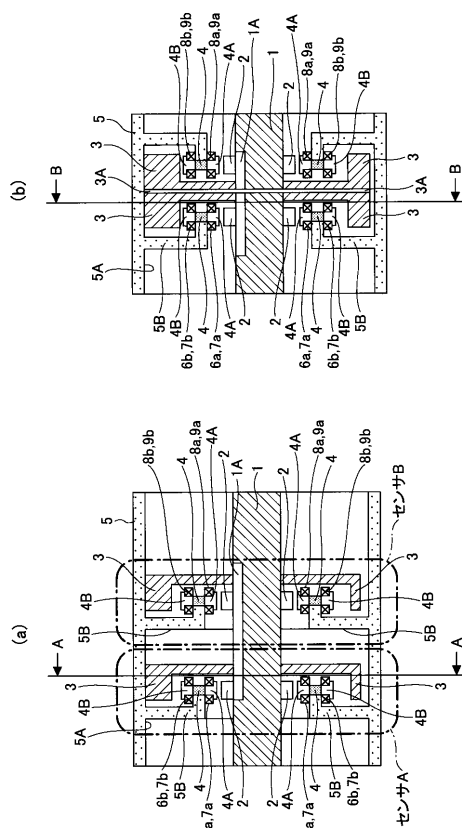
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 亨
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 石橋 和之
長野県飯田市大休1879番地 多摩川精機株式会社内

審査官 眞岩 久恵

- (56)参考文献 特開2004-159462 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00-5/252

G01D 5/39-5/62