

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-506118

(P2013-506118A)

(43) 公表日 平成25年2月21日(2013.2.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 1 D 5/12 (2006.01) G 0 1 D 5/12 G 2 F 0 7 7

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-530255 (P2012-530255)	(71) 出願人	508097870
(86) (22) 出願日	平成22年9月23日 (2010. 9. 23)		コンチネンタル オートモーティブ ゲゼ
(85) 翻訳文提出日	平成24年4月26日 (2012. 4. 26)		ルシャフト ミット ベシュレンクテル
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/064027		ハフツング
(87) 国際公開番号	W02011/036196		Continental Automot
(87) 国際公開日	平成23年3月31日 (2011. 3. 31)		ive GmbH
(31) 優先権主張番号	102009042473.3		ドイツ連邦共和国 ハノーファー ファー
(32) 優先日	平成21年9月24日 (2009. 9. 24)		レンヴァルダー シュトラッセ 9
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		Vahrenwalder Strass
			e 9, D-30165 Hannov
			er, Germany
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

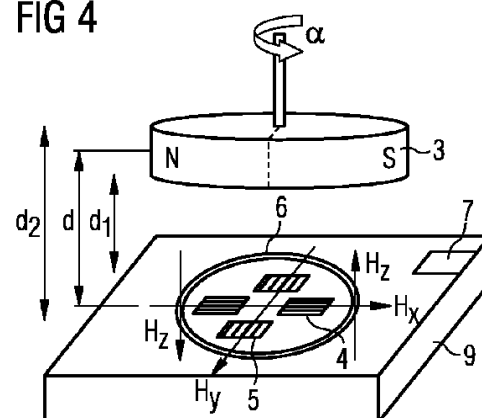
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角度センサからの複数の信号を評価する方法

(57) 【要約】

本発明は、所定の平面を規定する少なくとも2つのセンサ素子(4, 5)と、この平面から距離を置いて配置された、フィールドを変化させる回転可能素子(3)とを有する角度センサ(8)からの複数の信号を評価する方法に関する。本発明によれば、各センサ素子(4, 5)は、前記平面にかかるフィールドに関する少なくとも1つの相互に線形に独立した第1のベクトル(15)および第2のベクトル(16)を検出し、さらに、前記平面から前記回転可能素子(3)までの距離に基づく別のパラメータ(17)を検出し、該別のパラメータ(17)の絶対値によって前記第1のセンサ素子(4)および前記第2のセンサ素子(5)の信号の振幅を制御する。

FIG 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の平面を規定する少なくとも 2 つのセンサ素子 (4 , 5) と、前記平面から距離を置いて配置された、フィールドを変化させる回転可能素子 (3) とを有する角度センサ (8) からの複数の信号を評価する方法において、

各センサ素子 (4 , 5) は、前記平面にかかるフィールドに関する少なくとも 1 つの相互に線形に独立した第 1 のベクトル (1 5) および第 2 のベクトル (1 6) を検出し、さらに、前記平面から前記回転可能素子 (3) までの距離に基づく別のパラメータ (1 7) を検出し、該別のパラメータ (1 7) の絶対値によって前記第 1 のセンサ素子 (4) および前記第 2 のセンサ素子 (5) の信号の振幅を制御する

ことを特徴とする角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 2】

前記別のパラメータ (1 7) の絶対値は前記平面から前記回転可能素子 (3) までの距離 (d) が適正でないことを診断するために用いられる、請求項 1 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 3】

前記別のパラメータ (1 7) の絶対値は、ローパスフィルタ (1 2) によって、前記平面から前記回転可能素子 (3) までの距離 (d) の迅速な変化に関する情報が取り除かれて得られる、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 4】

前記回転可能素子 (3) は、磁石もしくはコイルもしくはヨークもしくは金属板である、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 5】

各センサ素子 (4 , 5 , 6) は磁界感应性を有するように構成されている、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 6】

各センサ素子 (4 , 5 , 6) は、GMR センサ素子 (GMR) もしくは TMR センサ素子もしくはホールセンサ素子である、請求項 4 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 7】

各センサ素子 (4 , 5 , 6) は電磁界を検出する、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 8】

各センサ素子 (4 , 5 , 6) は誘導性センサ素子として構成されている、請求項 7 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 9】

前記誘導性センサ素子 (4 , 5 , 6) はコイルとして構成されている、請求項 8 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 10】

前記角度センサ (8) は 360° にわたって一義的な検出を行う、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 11】

相互に線形に独立した前記第 1 のベクトル (1 5) および前記第 2 のベクトル (1 6) の信号から正弦信号および余弦信号が形成される、請求項 1 または 2 記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 12】

各ベクトルのアナログ信号はアナログディジタル変換器 (1 8) を介してディジタル化される、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記別のパラメータ(17)は前記第1のベクトル(15)および前記第2のベクトル(16)に対して線形に独立した第3のベクトルから導出される、請求項1記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項14】

前記別のパラメータ(17)は相互に線形に独立した前記第1のベクトル(15)および前記第2のベクトル(16)の絶対値から導出される、請求項1記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項15】

前記別のパラメータ(17)は前記第1のベクトル(15)および前記第2のベクトル(16)に対して線形に独立した第3のベクトルから導出される、請求項1記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

10

【請求項16】

前記別のパラメータ(17)は前記第1のセンサ素子(4)および前記第2のセンサ素子(5)を駆動するための給電電流(20)の絶対値から導出される、請求項1記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法。

【請求項17】

請求項1から16までのいずれか1項記載の角度センサからの複数の信号を評価する方法によって駆動されることを特徴とするブラシレスモータ(1)。

【請求項18】

回転可能素子(3)が当該のブラシレスモータ(1)のロータ軸(2)に対して中心に配置されている、請求項17記載のブラシレスモータ(1)。

20

【請求項19】

第3のベクトル(6)のうちハイパスフィルタ(13)によって抽出された絶対値が当該のブラシレスモータ(1)のロータ軸受のエラーを診断するために用いられる、請求項17または18記載のブラシレスモータ(1)。

【請求項20】

第3のベクトル(6)のうちローパスフィルタ(12)によって抽出された絶対値が、所定の平面から回転可能素子(3)までの適切でない距離(d)および/または回転可能素子の故障を診断するために用いられる、請求項17または18記載のブラシレスモータ(1)。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の平面を規定する少なくとも2つのセンサ素子と、この所定の平面から距離を置いて配置された、フィールドを変化させる回転可能素子とを備えた角度センサからの複数の信号を評価する方法、ならびに、当該の方法によって駆動されるブラシレスモータに関する。

【0002】

角度センサは多くの技術領域で必要とされている。特に、自動車産業においては、角度センサは、例えば、調整弁およびスロットル弁の位置、可変のカムシャフト制御部の位置、可変のタービンジオメトリの位置、もしくは、パワーステアリング用の駆動モータの位置を識別するために用いられている。ここで、モータ駆動用の交流電流を転流するブラシレスモータでは、特にブラシレスモータが高い動特性で、つまり種々の回転数領域で(低回転数から高回転数まで)駆動されるうえ、逆方向運動にも用いられるので、回転角度センサが必要である。この場合、モータのあらゆる駆動状態に対して、モータのロータ回転角を正確に検出して、ブラシレスモータを相応に転流される交流電流によって駆動できるようにしなければならない。

40

【0003】

角度センサについては種々の測定原理が公知である。一連の測定原理のうち、磁界感性センサでは、ロータとともに回転する磁界(フィールド)に基づいてロータの位置が評

50

価される。異方性磁気抵抗効果（AMR効果）を技術的基礎とした磁界感应性センサを用いれば、きわめて良好な測定結果が得られる。しかし、こうしたAMRセンサは、全円の半分すなわち 180° ぶんしか一義的に表せないという欠点を有する。 180° を越えるとAMR角度センサの機能に基づいて信号は反復されるので、測定信号を全円におけるロータ位置に一義的に対応させることができなくなるのである。

【0004】

全円測定は、例えば、いわゆる2Dホール素子、GMRホール素子（巨大磁気抵抗効果素子）、TMR素子（トンネル磁気抵抗効果素子）、誘導性センサなどによって達成される。ただし、残念ながら、本来であれば 360° につき一義的な分解能を有する2Dホール素子、GMRホール素子、TMR素子、誘導性センサのいずれのタイプのセンサも、その測定信号はフィールドを変化させる回転可能素子から測定素子の配置された平面までの距離に強く依存するので、当該の距離を変化させる外的影響があると、測定結果に大きな誤差が重畳され、劣悪な測定結果を生じさせてしまう。こうした外的影響は、例えば、角度センサをシステムへ組み込む際のトレランス、距離を変化させる温度影響、および／または、角度センサの配置されているシステム全体での振動などの総和である。

【0005】

したがって、本発明の課題は、少なくとも2つのセンサ素子を備えた角度センサの信号評価方法を提供し、全円シミュレーション型のセンサ素子（例えば2Dホール素子、GMR素子、TMR素子、誘導センサ素子など）によって高分解能の測定結果を形成できるようにすることである。この課題は、独立請求項1に記載されている特徴によって解決される。

【0006】

各センサ素子が、平面に接するフィールドにつき少なくとも1つずつ相互に線形に独立した第1のベクトルおよび第2のベクトルを検出し、さらに、平面から回転可能素子までの距離に基づく別のパラメータを検出し、この別のパラメータの絶対値（大きさ）によって第1のセンサ素子および第2のセンサ素子の複数の信号の振幅を制御することにより、角度センサの動作モード全体にわたって、第1のセンサ素子および第2のセンサ素子の各信号を、平面から回転可能素子までの距離の変化に適合させることができる。これにより、第1のセンサ素子の信号および第2のセンサ素子の信号が、平面から回転可能素子までの距離に対して正規化される。よって、第1のセンサ素子および第2のセンサ素子は、正規化の後、回転可能素子の回転角のみに依存する正弦信号および余弦信号を送出する。これらの信号の振幅は、一貫して、平面から回転可能素子までの距離に対して独立である。平面から回転可能素子までの距離が過度に小さい場合でも、アナログディジタル変換器の過駆動、および、正弦信号および余弦信号のカットを、防止することができる。

【0007】

本発明の有利な実施形態によれば、第3のベクトルによって検出されたフィールドの絶対値は、ローパスフィルタを介して、平面から回転可能素子までの距離の迅速な変化に関する情報が取り除かれた後に得られる。迅速な変化は例えばブラシレスモータの軸受の遊び、ロータの振動、および／または、ロータの回転方向の突発的変動などに由来する。これらの情報は、ローパスフィルタを介して、第3のベクトルの信号から取り除かれる。ローパスフィルタの後方には、第3のベクトルの信号において、平面から回転可能素子までの距離の緩慢な変化に関する情報のみが生じる。これは、例えば、すべての機械的組み込み許容差の和、および／または、温度に起因するすべての距離変化の和、および／または、センサ素子および／または評価回路でのすべての感度変化の和、および／または、回転可能素子のすべてのフィールド強度の変化の和などである。

【0008】

本発明の別の有利な実施形態によれば、回転可能素子は、磁石もしくはコイルもしくはヨークもしくは金属板である。これらの素子は、ブラシレスモータのロータにより、きわめて簡単に、磁界を回転させて、ブラシレスモータのロータの回転角を検出することができる。このために、センサ素子は磁界感应性を有するように構成される。各磁界感应性セ

ンサ素子が G M R センサ素子もしくは T M R センサ素子もしくはホールセンサ素子であると有利である。なぜなら、これらの素子は、磁界を完全な 1 回転にわたって一義的に検出できるからである。

【 0 0 0 9 】

本発明の別の有利な実施形態によれば、各センサ素子は電磁界（フィールド）を検出する。ここで、各センサ素子は誘導性センサ素子として構成されている。なお、誘導性センサ素子により、ロータの 360° にわたって一義的に検出される。

【 0 0 1 0 】

本発明の別の有利な実施形態によれば、相互に線形に独立した第 1 のベクトルの信号および第 2 のベクトルの複数の信号から正弦信号および余弦信号が形成される。これは、有利には、C O R D I C アルゴリズム（コーディネイトローテーションディジタルコンピュータアルゴリズム）によって行われる。

【 0 0 1 1 】

本発明の別の有利な実施形態によれば、各ベクトルの各アナログ信号はアナログディジタル変換器を介してディジタル化される。相互に線形に独立した第 1 のベクトルの信号および第 2 のベクトルの各信号が、平面から回転可能素子までの距離の信号によって正規化されることにより、アナログディジタル変換器の最高度の分解能をつねに利用でき、その際にも、相互に線形に独立した第 1 のベクトルの信号および第 2 のベクトルの各信号がアナログディジタル変換器の過駆動のためにカットされたり、または、過度に振幅の小さい信号がアナログディジタル変換器へ送信されたりする危険が生じない。

【 0 0 1 2 】

本発明では多数の実施例が可能であるが、説明のためにそのうち幾つかの実施例を図示し、以下に説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 上部にフィールドを変化させる回転可能素子を配置したロータを備える角度センサを示す図である。

【 図 2 】 距離一定の場合の第 1 のセンサ素子および第 2 のセンサ素子の出力信号を示すグラフであり、a は距離が異なる場合の第 1 のセンサ素子および第 2 のセンサ素子の出力信号を示すグラフである。

【 図 3 】 第 1 のセンサ素子および第 2 のセンサ素子におけるフィールドの電磁誘導をベースとして測定を行う角度センサを示す図である。

【 図 4 】 3 D ホール素子を示す図である。

【 図 5 】 3 D ホール素子を有する角度センサの信号評価方法を示す図である。

【 図 6 】 2 D ホール素子を有する角度センサの信号評価方法を示す図である。

【 図 7 】 誘導式センサ素子を有する角度センサの信号評価方法を示す図である。

【 図 8 】 システム全体を示す図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 には、ロータ 2 を備えた角度センサ 8、例えばブラシレスモータが示されている。ブラシレスモータ上にフィールドを変化させる回転可能素子 3 が配置されている。回転可能素子 3 は、ここでは N 極および S 極を有する双極子磁石として構成されている。ブラシレスモータに対するロータ 2 の回転角 α に応じて、角度センサ 8 のセンサチップ 9 内に、フィールド強度についての、線形に独立した第 1 のベクトル 15（ここでは H_x で示されている）と線形に独立した第 2 のベクトル 16（ここでは H_y で示されている）とが誘導される。当該のベクトル 15、16 は例えば磁界によって形成されるので、回転角 α およびこれに結びついた回転可能素子 3 の位置に強く依存している。垂直ホール素子として構成された第 1 のセンサ素子 4、および、同様に垂直ホール素子としてセンサチップ 9 内に構成された第 2 のセンサ素子 5 は、線形に独立した第 1 の磁界ベクトル 15 の成分、および、線形に独立した第 2 の磁界ベクトル 16 の成分を検出する。線形に独立した磁界ベクトル 15、16 の絶対値は、特に、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置

された平面からフィールドを変化させる回転可能素子 3 の回転平面までの距離 d に強く依存している。回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置されているセンサチップ 9 までの距離 d が小さくなれば、センサ素子 4, 5 内に高いホール電圧が形成され、この距離 d が大きくなれば、センサ素子 4, 5 内のホール電圧はいちじるしく小さくなる。このため、次のようなケースでは、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の非制御の出力信号は、部分的にはさらなる信号処理に用いることができない。すなわち、これらの信号が、きわめて小さいために例えばアナログディジタル変換器の全分解能を利用できないか、または、きわめて大きいために例えばアナログディジタル変換器の過駆動によって信号の一部がカットされるケースである。

【 0 0 1 5 】

10

こうした状況を、以下に、図 2 a に則して詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

図 2 には、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置される平面を形成しているセンサチップ 9 までの距離 d が一定である場合の、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の正弦状および余弦状の各出力信号が示されている。図 2 では、ホール電圧 U_{Hall} に対するきれいな正弦特性および余弦特性が見られ、この場合、回転角 α の一義的な分解能が -180° から $+180^\circ$ までの範囲で得られる。こうして、ここでの角度センサ 8 によって、 360° にわたって完全かつ一義的に検出可能となる。

【 0 0 1 7 】

20

図 2 の a には、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの距離が d , d_1 , d_2 のように種々に異なる場合の、第 1 のセンサ素子 4 または第 2 のセンサ素子 5 の出力信号が示されている。距離 d は回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの最適距離を表しており、距離 d_1 は最適距離 d より短い距離を表しており、距離 d_2 は最適距離 d より長い距離を表している。簡単化のために、図 2 の a では第 1 のセンサ素子 4 の信号の正弦特性のみを示してあるが、第 2 のセンサ素子 5 の信号の余弦特性も同様な経過を呈する。回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの距離が最適距離 d である場合、図 2 の a に記号 d で示されている既知の正弦関数が生じる。回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの距離が大きくなると、図 2 の a に記号 d_2 で示されている著しく平坦な正弦関数特性が生じる。角度センサ 8 から送出される信号の評価はふつうアナログディジタル変換器によって行われるので、この場合、正弦曲線のきわめて平坦な特性により、アナログディジタル変換器の大きな動特性が利用されないままとなり、このために測定結果が劣化する。これは、ディジタル値の領域が小さいことによって分解能も小さくなってしまうためである。また、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの距離が小さいと、図 2 の a に d_1 で示されている状況が生じる。ここでは識別すべき正弦信号が限界電圧 U_g でカットされている。なぜなら、後続のアナログディジタル変換器が過駆動され、これにより、広い回転角領域にわたってロータ 2 の回転角の分解能がそもそも得られなくなってしまうからである。このように、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の平面までの距離が大きくても (d_2) 小さくても (d_1)、測定結果はいちじるしく劣化し、自動車技術分野における角度センサ 8 に適用できなくなってしまうのである。

30

40

【 0 0 1 8 】

図 3 には、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 のフィールドの電磁誘導の測定原理を基礎とした角度センサ 8 が示されている。センサ素子 4, 5 はコイル装置として例えば配線板 9 上に構成されている。ここで、回転可能素子 3 は電磁界を変化させるように構成されており、ブラシレスモータ 1 の図示されていないロータ 2 に接続されている。回転可能素子 3 が回転すると、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の電磁界が検出される。各センサ素子はここではセンサ配線板 9 上のコイル対として構成されている。センサ配線板 9 上の集積回路 21 には、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5

50

の信号に対する評価回路が設けられている。当該の評価回路は、増幅器 10 と、オペアンプとも称される被制御増幅器 11 と、ローパスフィルタ 12 と、ハイパスフィルタ 13 と、インバータ 14 とから成る。

【0019】

図 4 には、基本的に図 1 から公知の 2D ホール素子の構造を 3 次元へ拡張した 3D ホール素子が示されている。センサチップ 9 には第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 が配置されており、各センサ素子はセンサチップ 9 とともに磁界を測定するための平面を形成しており、ここでの磁界はフィールドを変化させる回転可能素子 3 によって誘導される。この場合、回転可能素子 3 は N 極および S 極を有する永久磁石として構成されている。さらにここには、第 3 のセンサ素子 6 が配置されており、これにより図示されているセンサチップ 9 がいわゆる 3 次元のホール素子 (3D ホールエレメント) へ拡張されている。また、センサチップ 9 には温度センサ素子 7 が集積されている。当該の温度センサ素子 7 は角度センサ 8 内で支配的な温度を測定する。角度センサ 8 内、特にセンサ素子 4, 5, 6 での温度変化は、各センサ素子 4, 5, 6 によって形成される信号の大きな変化をもたらすことがあるためである。

【0020】

なお、本発明は、所定の平面を規定する少なくとも 2 つのセンサ素子 4, 5 と、この平面から距離を置いて配置された、フィールドを変化させる回転可能素子 3 とを備えた角度センサ 8 の複数の信号を評価する方法に関しており、これを以下に詳細に説明する。

【0021】

図 5 では、センサ素子 4, 5 が、平面に印加されるフィールド H_x , H_y について、相互に線形に独立した、少なくとも 1 つの第 1 のベクトル 15 および少なくとも 1 つの第 2 のベクトル 16 を検出している。第 1 のベクトル 15 および第 2 のベクトル 16 に加えて、z 方向のフィールド H_z の絶対値を表す、線形に独立した第 3 のベクトル 17 も検出される。ここで、フィールドの絶対値は平面から回転可能素子 3 までの距離 d に応じて変化し、当該の絶対値によってセンサ素子 4, 5 の各信号の振幅が制御される。

【0022】

第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 は、ここでは、センサチップ 9 の平面に配置されている。第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 によって検出される磁界ベクトル 15, 16 は、制御可能な増幅器 11 への電気信号となる。当該の制御可能な増幅器 11 はふつうオペアンプで構成される。第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 によって検出される信号は、回転可能素子 3 からセンサチップ 9 の平面までの距離 d に強く依存するので、当該の距離 d を、磁界の z 成分 H_z を測定するための第 3 のセンサ素子 6 によって検出する。第 3 のセンサ素子 6 によって検出された信号は、第 1 の増幅器 10 およびローパスフィルタ 12 を介して、高周波成分を除去されてから、アナログインバータ 14 へ供給され、これにより制御可能な増幅器 11 に対する制御量が得られる。当該の制御量により、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 での信号強度が、回転可能素子 3 からセンサチップ 9 の平面までの距離 d , d_1 , d_2 にしたがって追従制御される。その後、補正された第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の信号は、つねに分解能および帯域幅の全領域にわたって動作可能なアナログディジタル変換器 18 へ供給され、その際に過駆動は起こらない。

【0023】

また、本発明の方法では、温度センサ素子 7 によって角度センサ 8 内で支配的な温度 T が検出される。この温度測定値も増幅器 10 を介して第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の信号の補正に用いられる。本発明の方法によれば、角度センサ 8 内での距離変動および温度変動が完全に補正され、これにより 360° をカバーする角度センサ素子を自動車分野において低コストに利用できる。

【0024】

さらに、図 5 にはハイパスフィルタ 13 も示されている。ブロック内に図示されているのは得られる信号である。第 3 のセンサ素子 6 の信号を増幅 (10) およびハイパスフィ

10

20

30

40

50

ルタリング (1 3) した後、回転可能素子 3 からセンサチップ 9 の平面までの距離の迅速な変化が検出される。こうした迅速な変化は、例えば、ブラシレスモータ 1 のロータ 2 の軸受が故障したことを表す。なお、第 3 のセンサ素子 6 の信号のローパスフィルタリングにより、回転可能素子 3 からセンサチップ 9 の平面までの距離 d の緩慢な変化を表す信号が形成される。こうした緩慢な距離変化は、例えば、システム全体の熱膨張によって引き起こされるものである。

【 0 0 2 5 】

図 6 には、本発明の別の実施例が示されている。ここでは、距離 d , d_1 , d_2 に依存する別のパラメータ 1 7 が、センサ素子 4 , 5 によって検出された、相互に線形に独立した第 1 のベクトル 1 5 および第 2 のベクトル 1 6 から、導出される。このために、例えば、計算回路 1 9 において、相互に独立した第 1 のベクトル 1 5 および第 2 のベクトル 1 6 から得られた絶対値が、ピタゴラスの定理によって、形成される。相互に線形に独立した個々のベクトル 1 5 , 1 6 は時間的には正弦信号および余弦信号として表されるが、その各絶対値は、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置された平面までの距離が小さい場合 (d_1) に大きくなり、当該の距離が大きい場合 (d_2) に小さくなる。これにより、計算回路 1 9 は、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置された平面までの距離に関する、角度に依存しない情報を一貫して出力することができる。

【 0 0 2 6 】

図 7 には、本発明の別の実施例が示されている。ここでは、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置された平面までの距離 d に依存する別のパラメータ 1 7 が、誘導性センサ素子 4 , 5 を駆動するための給電電流 2 0 から導出される。誘導測定法では、交流電磁界が形成され、これにより回転可能素子 3 に渦電流が誘導される。当該の渦電流の絶対値は、距離 d が小さくなると増大し、距離 d が大きくなると低下する。相互に線形に独立した個々のベクトル 1 5 , 1 6 は時間的には正弦信号および余弦信号として表されるが、その各絶対値は、上述したケースと同様に、距離が小さくなる場合 (d_1) に大きくなり、当該の距離が大きくなる場合に (d_2) に小さくなる。これにより、計算回路 1 9 は、回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置された平面までの距離に関する、角度に依存しない情報を一貫して出力することができる。

【 0 0 2 7 】

システム全体の実施例が図 8 に示されている。ここには、ロータ 2 を備えたブラシレスモータ 1 が示されており、ロータ 2 には磁界変更のための回転可能素子 3 が配置されている。回転角 α にしたがって、回転可能素子 3 は、センサチップ 9 内に特徴的な磁界を誘導する。当該の特徴的な磁界が、第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 および第 3 のセンサ素子 6 によって記録される。回転可能素子 3 からセンサチップ 9 までの距離は種々に変化しうるが、このことは、参照記号 d , d_1 , d_2 によって示されている。回転可能素子 3 から第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 の配置された平面までの距離 d のこうした変化が、第 3 のセンサ素子 6 によって磁界成分 H_z を介して検出される。このように、第 3 のセンサ素子 6 は補正值 H_z を出力し、この補正值が第 1 の増幅器 1 0 およびローパスフィルタ 1 2 およびインバータ 1 4 を介して制御可能な増幅器 1 1 へ供給される。

【 0 0 2 8 】

磁界値 H_y , H_z は第 1 のセンサ素子 4 および第 2 のセンサ素子 5 によって検出され、これにより、第 1 のセンサ素子 4 は線形に独立した第 1 のベクトル 1 5 を検出し、第 2 のセンサ素子 5 は線形に独立した第 2 のベクトル 1 6 を検出する。当該の線形に独立した 2 つのベクトルを組み合わせることにより、CORDIC アルゴリズムを介して、角度 α が一義的に結論される。回転可能素子 3 からセンサチップ 9 までの距離への依存性が制御可能な増幅器 1 1 において補正され、これにより、図示されている角度センサ 8 による 360° の全円につき、一義的かつ測定技術的に高度な分解能が得られる。

10

20

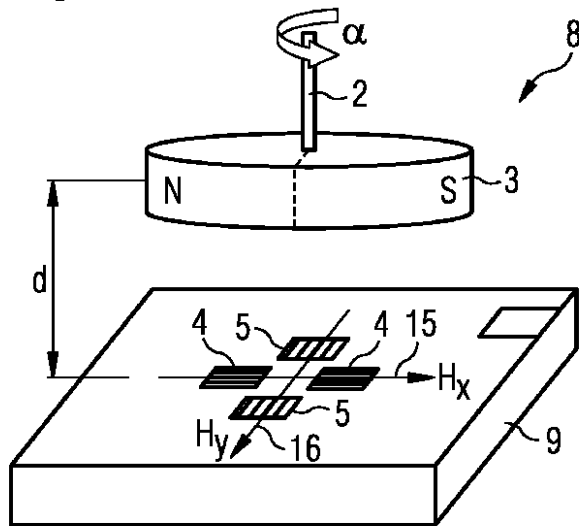
30

40

50

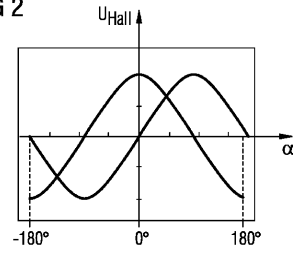
【 図 1 】

FIG 1



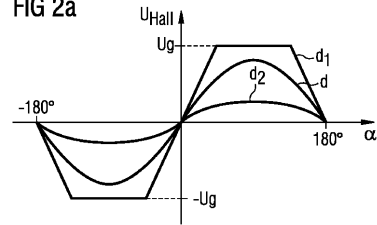
【 図 2 】

FIG 2



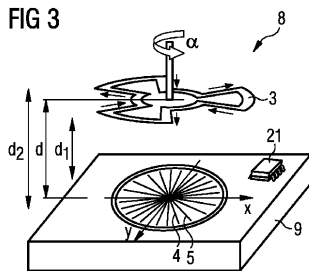
【 図 2 a 】

FIG 2a



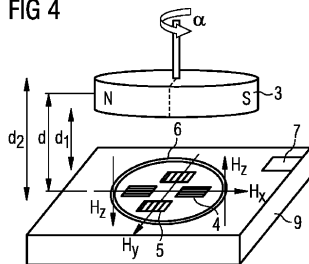
【 図 3 】

FIG 3

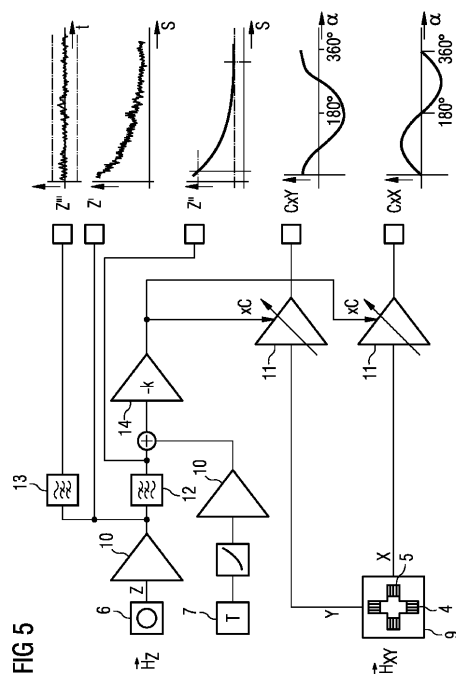


【 図 4 】

FIG 4



【 図 5 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01D3/036 G01D5/14 G01D5/244 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 43 286 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 4 April 2002 (2002-04-04)	1,4-6, 9-12,14
Y	the whole document	1-20
X	EP 1 697 697 B1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 5 November 2008 (2008-11-05)	1,4-6, 9-12,14
Y	paragraph [0001] - paragraph [0024]; figures 1-6	1-20
X	US 5 463 393 A (HAVLICSEK HOWARD S [US]) 31 October 1995 (1995-10-31)	1,7-12, 14
Y	figures 1-8	1-20
X	JP 2 307012 A (SHINANO DENKI KK) 20 December 1990 (1990-12-20)	1
Y	* abstract	13,15
-/-		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
1 December 2010		08/12/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kallinger, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/064027

☒ (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 19 322 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE]) 15 December 1994 (1994-12-15)	1,13,15
Y	column 2, line 56 - column 6, line 11; figure 3 -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/064027

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10143286	A1	04-04-2002	US 6566860 B1	20-05-2003
EP 1697697	B1	05-11-2008	AT 413589 T	15-11-2008
			CN 1882822 A	20-12-2006
			EP 1697697 A1	06-09-2006
			WO 2005050140 A1	02-06-2005
			JP 2007511778 T	10-05-2007
			KR 20060117324 A	16-11-2006
			US 2007093980 A1	26-04-2007
US 5463393	A	31-10-1995	NONE	
JP 2307012	A	20-12-1990	NONE	
DE 4319322	A1	15-12-1994	AT 156587 T	15-08-1997
			EP 0628789 A1	14-12-1994
			JP 2846814 B2	13-01-1999
			JP 7055408 A	03-03-1995
			US 5627466 A	06-05-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064027

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01D3/036 G01D5/14 G01D5/244 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 43 286 A1 (DELPHI TECH INC [US])	1,4-6,
Y	4. April 2002 (2002-04-04)	9-12,14
	das ganze Dokument	1-20
X	EP 1 697 697 B1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL])	1,4-6,
Y	5. November 2008 (2008-11-05)	9-12,14
	Absatz [0001] - Absatz [0024]; Abbildungen 1-6	1-20
X	US 5 463 393 A (HAVLICSEK HOWARD S [US])	1,7-12,
Y	31. Oktober 1995 (1995-10-31)	14
	Abbildungen 1-8	1-20
X	JP 2 307012 A (SHINANO DENKI KK)	1
Y	20. Dezember 1990 (1990-12-20)	13,15
	* Zusammenfassung	
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. Dezember 2010		08/12/2010
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kallinger, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/064027

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 19 322 A1 (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES [DE])	1,13,15
Y	15. Dezember 1994 (1994-12-15) Spalte 2, Zeile 56 - Spalte 6, Zeile 11; Abbildung 3	1-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/064027

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10143286	A1	04-04-2002	US 6566860 B1	20-05-2003
EP 1697697	B1	05-11-2008	AT 413589 T	15-11-2008
			CN 1882822 A	20-12-2006
			EP 1697697 A1	06-09-2006
			WO 2005050140 A1	02-06-2005
			JP 2007511778 T	10-05-2007
			KR 20060117324 A	16-11-2006
			US 2007093980 A1	26-04-2007
US 5463393	A	31-10-1995	KEINE	
JP 2307012	A	20-12-1990	KEINE	
DE 4319322	A1	15-12-1994	AT 156587 T	15-08-1997
			EP 0628789 A1	14-12-1994
			JP 2846814 B2	13-01-1999
			JP 7055408 A	03-03-1995
			US 5627466 A	06-05-1997

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100114292

弁理士 来間 清志

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100143959

弁理士 住吉 秀一

(74)代理人 100156812

弁理士 篠 良一

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(74)代理人 100167852

弁理士 宮城 康史

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ヴェアナー ヴァルラーフェン

ドイツ連邦共和国 ホーフハイム ツィンバンシュトラッセ 2

Fターム(参考) 2F077 AA18 AA20 FF01 FF13 JJ01 JJ08 JJ09 UU20