

(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2006-64523

(P2006-64523A)

(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 P 3/481 (2006.01)	GO 1 P 3/481 F	2 F O 3 4
GO 1 P 13/04 (2006.01)	GO 1 P 13/04 C	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-247126 (P2004-247126)	(71) 出願人	000005120 日立電線株式会社 東京都千代田区大手町一丁目6番1号
(22) 出願日	平成16年8月26日(2004.8.26)	(74) 代理人	100068021 弁理士 絹谷 信雄
		(72) 発明者	兼安 昌美 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		(72) 発明者	小松崎 和宏 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内
		(72) 発明者	樋口 恵一 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内

最終頁に続く

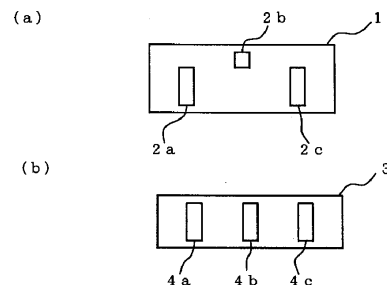
(54) 【発明の名称】 磁気式運動センサ

(57) 【要約】

【課題】 信頼性の高い磁気式運動センサを提供する。

【解決手段】 磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた2つの磁気センサ a, c と、いずれかの磁気センサ a (または c) の出力信号がしきい値を跨いだときに当該磁気センサを磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させ、両方の磁気センサ a, c の出力信号がともにしきい値を越えている状態になったときに磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させるタイミング検出手段とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた2つの磁気センサと、これら2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、いずれかの磁気センサの出力信号がしきい値を跨いだときに当該磁気センサを磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスが発生させ、差分信号がしきい値を跨いだときに磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスが発生させるタイミング検出手段とを備えたことを特徴とする磁気式運動センサ。

【請求項 2】

磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた3つの磁気センサと、前記3つの磁気センサの中の2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、差分手段に使用していない磁気センサの出力信号がしきい値を跨いだときに当該磁気センサを磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスが発生させ、差分信号がしきい値を跨いだときに磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスが発生させるタイミング検出手段とを備えたことを特徴とする磁気式運動センサ。

10

【請求項 3】

磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた3つの磁気センサと、これら磁気センサのうち2つを組み合わせた2組のペアについて、それぞれの組内の2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、それぞれの差分信号がしきい値を跨いだときに当該組の磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスをそれぞれ発生させるタイミング検出手段とを備えたことを特徴とする磁気式運動センサ。

20

【請求項 4】

上記タイミング検出手段は、対象となる信号に適用する値の異なるしきい値を2つ有し、対象となる信号が一方のしきい値を跨いだ後に他方のしきい値を跨いだとき、上記パルスが発生させることを特徴とする請求項1～3いずれか記載の磁気式運動センサ。

【請求項 5】

上記タイミング検出手段は、対象となる2つの信号から得られる上記パルスのうち最初に得られるパルスの波高値と次に得られるパルスの波高値とを異ならせることを特徴とする請求項1～4いずれか記載の磁気式運動センサ。

30

【請求項 6】

上記タイミング検出手段は、対象となる2つの信号のうちどちらか先に上記パルスが得られたかにより、磁場の変化の通過方向を検出することを特徴とする請求項1～5いずれか記載の磁気式運動センサ。

【請求項 7】

上記タイミング検出手段は、上記パルスが一定時間得られないことにより、磁場の変化がないか若しくは極めて少ないかを検出することを特徴とする請求項1～6いずれか記載の磁気式運動センサ。

【請求項 8】

上記2つのパルスを同じ信号ラインから外部に出力する通信手段を備えたことを特徴とする請求項1～7いずれか記載の磁気式運動センサ。

40

【請求項 9】

上記通信手段は、当該磁気式運動センサのステータスを知らせるステータス信号を同じ信号ラインから外部に出力することを特徴とする請求項8記載の磁気式運動センサ。

【請求項 10】

上記通信手段は、上記2つのパルス間の時間間隔と上記磁気センサの配置間隔とから磁場の変化の通過速度を計算し、この通過速度が所定値を跨いで遅くなったときに、上記2つのパルスとその次に出力する2つのパルスとの間に上記ステータス信号を挿入して出力し、上記通過速度が所定値を跨いで速くなったときに、上記ステータス信号の出力をやめ

50

ることを特徴とする請求項 9 記載の磁気式運動センサ。

【請求項 1 1】

上記磁気センサの出力信号のピークを検出し、繰り返し得られる複数回分のピークについてピーク値の移動平均値を算出し、この移動平均値に基づき磁場変化検出の信頼度を表すステータスを生成するステータス生成手段を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 いずれか記載の磁気式運動センサ。

【請求項 1 2】

上記ステータス生成手段は、上記磁気センサの出力信号の高いピークと低いピークとをそれぞれ検出し、それぞれのピークについて上記移動平均値を算出し、高いピークの移動平均値と低いピークの移動平均値との差に応じて上記磁気センサの設置位置の良好度を数値で表すステータスを生成し、高いピークの移動平均値が高いピーク用の所定値より低ければ磁場が弱いというステータスを生成し、高いピークの移動平均値が高いピーク用の所定値より高ければ磁場が十分であるというステータスを生成し、磁場が十分であって、かつ上記磁気センサの設置位置の良好度が良好度用の所定値より大きければ、上記磁場変化検出の信頼度が高いというステータスを生成することを特徴とする請求項 1 1 記載の磁気式運動センサ。

10

【請求項 1 3】

上記ステータス生成手段は、磁場の変化の通過方向を表すステータスを生成することを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 記載の磁気式運動センサ。

【請求項 1 4】

上記ステータス生成手段は、上記磁気センサの出力信号の低いピークを検出し、このピークについての上記移動平均値に応じて環境温度の高低を階級で表すステータスを生成することを特徴とする請求項 1 1 ~ 1 3 いずれか記載の磁気式運動センサ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ロータと組み合わせて回転センサに使用される磁気式運動センサに係り、信頼性の高い磁気式運動センサに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

回転体の回転を非接触で検出する回転センサとして、回転体と共に回転する磁性体による磁場の変化を磁気センサで検出して回転に伴うパルス信号を出力する方式の回転センサがある。

30

【0 0 0 3】

図 1 9、図 2 0 に示した回転センサは、いずれも自動車のブレーキ制御システムである ABS において、タイヤの回転を検出するために設けられた回転センサである。

【0 0 0 4】

図 1 9 の回転センサでは、磁性体からなる歯車（ロータ）2 0 1 がタイヤの回転軸に取り付けられ、このロータ 2 0 1 の径方向外方にホール素子 2 0 2 を有するホール IC 2 0 3 が設置されている。ホール IC 2 0 3 は片面のホール素子 2 0 2 をロータ 2 0 1 の歯（ロータ歯）2 0 4 と対向するように配置され、そのホール IC 2 0 3 の反対面に磁石（以下、背面磁石と言う）2 0 5 が設置されている。背面磁石 2 0 5 からロータ 2 0 1 に向かう磁束は、ホール IC 2 0 3 がロータ歯 2 0 4 に直面しているときには集中してホール素子 2 0 2 を通過し、ホール IC 2 0 3 がロータ歯間の谷に面しているときには分散してしまうので、ホール素子 2 0 2 は磁場の強弱変化を検出することができる。ホール IC 2 0 3 は、この磁場の変化（ホール素子の出力信号）をホール IC 内部の回路において二値信号であるパルスに変換して出力する。このパルスの幅や周期からロータ歯の通過速度を検出すれば、回転軸の回転角速度あるいは回転数を求めることができる。

40

【0 0 0 5】

図 2 0 の回転センサでは、周囲に複数の磁石 2 1 1 を極性が交互となるように配置した

50

回転円盤（ロータ）212がタイヤの回転軸に取り付けられ、このロータ212に臨ませてホール素子213を有するホールIC214が設置されている。ホールIC214は片面のホール素子213をロータ212の磁石（これは便宜的にロータ歯と言う）211と対向するように配置されている。ホールIC214がロータ歯に直面しているときにはロータ歯からの磁束がホール素子を通り、ホールIC214がロータ歯間に面しているときにはロータ歯211からの磁束がホール素子213を通り抜けないので、図19の回転センサと同様に、ホール素子から磁場変化信号を得て、ホールICからパルスの出力を取り出すことができる。

【0006】

また、特許文献1に開示された技術によれば、ロータに臨むホール素子を3個並べて配置し、それぞれのホール素子から位相がずれた磁場変化波形を検出し、各々の磁場変化波形から得られた二値信号を合成することで、低速回転時においても時間の短いパルスが得られる。

10

【0007】

ところで、図19の回転センサを製造する場合、ホールICはホール素子と背面磁石と回路とを一体化したパーツとして提供され、ロータはハブと通称される軸受けに組み付けて提供され、ハブの組み立てラインにおいて初めてホールICとロータとの組み合わせができあがる。図20の回転センサの場合も、ホールICとロータは別々のパーツとして提供され、ハブの組み立てラインにおいて初めて組み合わせができあがる。さらに、ハブは自動車の組み立てラインにおいてタイヤの回転軸に組み付けられる。

20

【0008】

本明細書では、これらの回転センサのうちホールICのパーツを、磁場の変化が空間的に移動して生じたことを検出する磁気式運動センサとして取り扱う。

【0009】

【特許文献1】特開平7-209311号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

背景技術の回転センサには下記のような問題がある。

【0011】

(1) ロータ歯は、その加工精度に依存して寸法（高さ、円周方向の幅、厚さ、ピッチ）のばらつきがある。このため、ロータが一定速度で回転していても、ホールICからパルスの出力はパルス幅やパルス周期にばらつきが発生する。このため個々のロータ歯の通過速度を高精度に検出することができない。

30

【0012】

(2) ロータが所望の方向（これを正方向とする）に回転するときも、反対方向に回転するときも、ホールICは同じようなパルスを出力する。このため、回転方向を検出することができない。

【0013】

(3) ホールICは磁界の強さを検出する。磁界の強さは、ロータ歯とホールICとの間のギャップの大きさに依存する。ギャップの大きさによってはロータ歯による磁場の変化を検出できないことがある。しかし、ホールICを設置したときに、ギャップの大きさが適切かどうか知る手段がない。

40

【0014】

(4) 図19の方式では、磁石の設置位置や特性の違いにより、ホールICが検出する磁界の強さに違いが生じる。しかし、磁石を設置したときに、磁界の強さの違いを知る手段がない。

【0015】

(5) ホールICから出力されるパルスのパルス幅は、ホールICが検出した磁界の強さに対してしきい値を適用して二値化が行われるため、ロータ歯とホールICとの間のギ

50

ギャップの大きさに依存する。つまり、ロータの回転速度が同じでも、ホールICの設置位置によって、パルス幅が狭かったり広がったりする。このことはホールICからの出力を受け取る後段の装置における回転速度及び加速度に係る処理を困難にする。

【0016】

(6)自動車に限らず回転検出が適用される対象物においては、電磁的な要因(点火、モータ駆動など)によるノイズあるいは機械的な要因(ギャップのぶれ)によるノイズが生じることがあり、これらのノイズが回転検出や上位機器との通信に悪影響する。

【0017】

(7)ホール素子の出力信号を単に二値化すると、ロータ歯の凹凸形状に類似したパルス列が得られる。しかし、比較的低速回転の場合はパルス幅やパルス間隔が長くなるため、後段の装置において回転を検出するための待ち時間が長くなる。さらに、著しく低速回転もしくは停止の場合にはパルスが得られず、後段の装置においてホール素子の活性・不活性さえ判別できない。

10

【0018】

また、前述のようにホールICのパーツ(磁気式運動センサ)はロータとは別々のパーツとして提供されるため、組み立てられた回転センサにおいて上に列記したような問題やそれに伴う不具合が生じてもその原因がどこにあるかわかりにくく、回転センサの信頼性が保証できない。

【0019】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、信頼性の高い磁気式運動センサを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記目的を達成するために第一の発明は、磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた2つの磁気センサと、これら2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、いずれかの磁気センサの出力信号がしきい値を跨いだときに当該磁気センサを磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させ、差分信号がしきい値を跨いだときに磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させるタイミング検出手段とを備えたものである。

【0021】

30

第二の発明は、磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた3つの磁気センサと、前記3つの磁気センサの中の2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、差分手段に使用していない磁気センサの出力信号がしきい値を跨いだときに当該磁気センサを磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させ、差分信号がしきい値を跨いだときに磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスを発生させるタイミング検出手段とを備えたものである。

【0022】

第三の発明は、磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って並べられた3つの磁気センサと、これら磁気センサのうち2つを組み合わせた2組のペアについて、それぞれの組内の2つの磁気センサの出力信号の差分信号をとる差分手段と、それぞれの差分信号がしきい値を跨いだときに当該組の磁気センサ間を磁場の変化が通過したタイミングを示すパルスをそれぞれ発生させるタイミング検出手段とを備えたものである。

40

【0023】

上記タイミング検出手段は、対象となる信号に適用する値の異なるしきい値を2つ有し、対象となる信号が一方のしきい値を跨いだ後に他方のしきい値を跨いだとき、上記パルスを発生させてもよい。

【0024】

上記タイミング検出手段は、対象となる2つの信号から得られる上記パルスのうち最初に得られるパルスの波高値と次に得られるパルスの波高値とを異ならせてもよい。

50

【0025】

上記タイミング検出手段は、対象となる2つの信号のうちどちらか先に上記パルスが得られたかにより、磁場の変化の通過方向を検出してよい。

【0026】

上記タイミング検出手段は、上記パルスが一定時間得られないことにより、磁場の変化がないか若しくは極めて少ないかを検出してよい。

【0027】

上記2つのパルスと同じ信号ラインから外部に出力する通信手段を備えてよい。

【0028】

上記通信手段は、当該磁気式運動センサのステータスを知らせるステータス信号を同じ信号ラインから外部に出力してもよい。 10

【0029】

上記通信手段は、上記2つのパルス間の時間間隔と上記磁気センサの配置間隔とから磁場の変化の通過速度を計算し、この通過速度が所定値を跨いで遅くなったときに、上記2つのパルスとその次に出力する2つのパルスとの間に上記ステータス信号を挿入して出力し、上記通過速度が所定値を跨いで速くなったときに、上記ステータス信号の出力をやめてよい。

【0030】

あるいは、磁場の変化の通過速度を計算することなく、上記2つのパルス間の時間間隔を用いて、これが所定値より長ければステータス信号を挿入し、短ければステータス信号をやめるようになしてもよい。 20

【0031】

上記通信手段は、ステータス信号を上記2つのパルスの後に挿入するに当たり、その次の2つのパルスを出力するまでの間、同一のステータス信号を一定時間間隔で出力し続けてよい。このとき、次の2つのパルスを出力する必要が生じた場合には、たとえステータス信号の出力中であってもこれを中止し、次の2つのパルス出力を優先する。このとき、2度目以降に出力されるステータス信号にはその冒頭にヘッダとなる所定のビット列を付加してもよい。

【0032】

上記磁気センサの出力信号のピークを検出し、繰り返し得られる複数回分のピークについてピーク値の移動平均値を算出し、この移動平均値に基づき磁場変化検出の信頼度を表すステータスを生成するステータス生成手段を備えてよい。 30

【0033】

上記ステータス生成手段は、上記磁気センサの出力信号の高いピークと低いピークとをそれぞれ検出し、それぞれのピークについて上記移動平均値を算出し、高いピークの移動平均値と低いピークの移動平均値との差に応じて上記磁気センサの設置位置の良好度を数値で表すステータスを生成し、高いピークの移動平均値が高いピーク用の所定値より低ければ磁場が弱いというステータスを生成し、高いピークの移動平均値が高いピーク用の所定値より高ければ磁場が十分であるというステータスを生成し、磁場が十分であって、かつ上記磁気センサの設置位置の良好度が良好度用の所定値より大きければ、上記磁場変化検出の信頼度が高いというステータスを生成してもよい。 40

【0034】

上記ステータス生成手段は、磁場の変化の通過方向を表すステータスを生成してもよい。

【0035】

上記ステータス生成手段は、上記磁気センサの出力信号の低いピークを検出し、このピークについての上記移動平均値に応じて環境温度の高低を階級で表すステータスを生成してもよい。

【発明の効果】

【0036】

本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0037】

(1) 信頼性を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0039】

図1(a)に示した本発明の第一実施形態に係る磁気式運動センサは、基板1の表面に基板1の長手方向に並べて配置された2つの磁気センサ2a, 2cと、これらの磁気センサ2a, 2cの間であって磁気センサ2a, 2cの並びから外れたところに配置された補助用の磁気センサ2bと、基板1の表面のうちの磁気センサ2a, 2b, 2cがないところに配置された回路(図示せず)とを備える。磁気センサ2a, 2b, 2cは、例えばホール素子である。2つの磁気センサ2a, 2cは形も寸法も同じであり、磁気に対する感度ももちろん同じである。磁気センサ2bは、後述のように役割が異なるので、磁気センサ2a, 2cと形、寸法、磁気感度が異なってもよい。ただし、温度特性は3つの磁気センサ2a, 2b, 2cとも同じであることが望ましい。各磁気センサ2a, 2b, 2cの姿勢(磁気を検出する主方向の傾き)は同じであり、基板1の表面に対して垂直になっている。

10

【0040】

この磁気式運動センサは、磁場の変化が生じたことを検出するためにその変化が移り変わる方向に沿って2つの磁気センサ2a, 2cを並べたものであり、図19あるいは図20に示した回転センサに応用することにより、ロータの回転に伴うロータ歯の運動によって磁場の変化が空間的に移動して生じたことを検出することができる。なお、図19の回転センサに応用する場合、基板1の裏面に磁石を取り付けることはいうまでもない。

20

【0041】

図1(b)に示した本発明の第二実施形態に係る磁気式運動センサは、基板3の表面に基板3の長手方向に並べて配置された3つの磁気センサ4a, 4b, 4cと、基板3の表面のうちの磁気センサ4a, 4b, 4cがないところに配置された回路(図示せず)とを備える。磁気センサ4a, 4b, 4cは、例えばホール素子である。3つの磁気センサ4a, 4b, 4cは、形も寸法も同じであり、姿勢及び磁気に対する感度や温度特性ももちろん同じである。この磁気式運動センサも図1(a)のものと同様に図19あるいは図20に示した回転センサに応用することができる。

30

【0042】

図1(a)の磁気式運動センサに好適な回路構成を図2(b)に、図1(b)の磁気式運動センサに好適な回路構成を図2(a)に示す。

【0043】

図2(a)に示されるように、磁気式運動センサの回路は、外部からの電源VDD-GNDをもとに内部電源を供給する保護回路兼定電源部20と、その内部電源の電圧を監視する電圧監視部21と、磁気センサに駆動電力を与えるセンサ駆動手段22と、回転センサを構成するべく図19あるいは図20のようにロータ歯に臨ませて設置されたホール素子からなる3つの磁気センサa, b, cと、これら磁気センサa, b, cの出力信号のうち1つ以上を用いて他の出力信号を温度補償した出力信号に修正する温度補償部23と、磁気センサa, b間の差分信号及び磁気センサb, c間の差分信号を取り出す2つの差分手段24, 24と、これら差分信号をA/D変換するA/D変換器25と、サンプリングや時間計測のための基準クロックを生成する発振回路26と、サンプリングされたデータに基づいて各種の演算を行う演算手段27と、演算手段27が生成した出力パルスやステータス信号を外部へ出力する通信手段28とを備える。

40

【0044】

図2(b)の回路では、磁気センサaの出力信号がA/D変換器25と差分手段24に入力されている。

50

【0045】

磁気センサ a , b , c には、図 1 (a) あるいは図 1 (b) で説明した磁気センサ 2 a , 2 b , 2 c、磁気センサ 4 a , 4 b , 4 c を適用することができる。ただし、磁気センサ 2 a , 2 b , 2 c を用いる場合は、差分手段 2 4 を 1 つ用いて磁気センサ a , c 間の差分信号を取り出す形態としてもよい。また、ステータスを生成する目的のために、磁気センサ a , b , c のうち 1 つ以上の出力信号を A / D 変換器 2 5 に入力するとよい。

【0046】

演算手段 2 7 は、本発明のタイミング検出手段及びステータス生成手段を構成するものである。

【0047】

以下、本発明に係る磁気式運動センサにおける回転センサとしての動作を説明する。なお、以下の説明中、各部材の符号は、これまで説明した図 1 (a)、図 1 (b)、図 2 (a)、図 2 (b)、図 1 9、図 2 0 に基づく。

10

【0048】

(1) IC 初期動作

図 3 に示されるように、保護回路兼定電源部 2 0 と電圧監視部 2 1 は、供給を受けた外部電圧と予め設定されている閾値とを比較する。外部電圧が閾値より低いときは、各部材への内部電源の供給を停止する。外部供給電圧が閾値より高いときは、各部材へ内部電源を供給する。各部材は内部電源が供給されることにより、稼働を開始する。

【0049】

この IC 初期動作は、磁気式運動センサが正常に動作できるだけの十分な外部供給電圧が得られているときのみ、磁気式運動センサを稼働させて磁気変化の検出や出力パルスの通信をさせようというものである。

20

【0050】

また、図示しなかったが、通信手段 2 8 は、内部電源の供給が開始されてから直ちには出力パルスやステータス信号は外部へ出力せず、出力パルスが数パルス分得られた後に出力を始める。なお、ステータス信号は内部電源の供給開始直後から出力してもよい。

【0051】

(2) IC 稼働時の動作

図 4 に示されるように、磁気センサ a , b , c において、磁気を検出し、磁気の強さに比例した出力信号を出力する。差分手段 2 4 では、磁気センサ a , b 間の差分信号及び磁気センサ b , c 間の差分信号を取り出す。A / D 変換器 2 5 では、これらの差分信号を A / D 変換し、サンプリングデータとして図示しないメモリに格納する。

30

【0052】

演算手段 2 7 では、出力パルスの生成と、ステータスの生成と、通信モード（詳しくは後述）の選択を行う。通信手段 2 8 では、選択された通信モードに従い、出力パルス及びステータス信号あるいは出力パルスのみを外部へ情報として出力する。

【0053】

(3) 外部への出力信号

通信手段 2 8 は、信号ラインから複数種類の信号を出力する。その典型的な出力波形を図 5 に示す。外部への出力信号は、出力パルス P 1 , P 2 とステータス信号 S とからなる。

40

【0054】

図示のように、1つのロータ歯の通過に対して、波高値の異なる2種類の出力パルス P 1 , P 2 が時間を隔てて得られる。また、波高値の低い出力パルスが必ず先に出るようになっている。これら出力パルス P 1 , P 2 は、ロータ歯の通過に伴う磁場の変化が1つの磁気センサを通過した、あるいは2つの磁気センサ間を通過したタイミングを示すものである。図 2 の回路構成であるならば、磁気センサ a , b 間及び磁気センサ b , c 間をそれぞれロータ歯が通過したときに、これらの出力パルス P 1 , P 2 が得られる。従って、図示のように、通信手段 2 8 の信号ラインには、自然数 i 番目のロータ歯の通過に基づく出

50

出力パルス P_1 , P_2 が得られた後、 $i + 1$ 番目のロータ歯の通過に基づく出力パルス P_1 , P_2 が得られる。これらの出力パルス P_1 , P_2 が得られるしくみについては後述する。

【0055】

i 番目のロータ歯の通過に基づくステータス信号 S は、 i 番目のロータ歯の通過に基づく波高値の高い出力パルス P_2 の後に出力される。ステータス信号 S は、複数のビットからなるシリアルデータである。

【0056】

(4) ステータス信号の構成

ステータス信号を構成する各ビットの個数は任意であるが、図6には11ビットの場合を示してある。ステータスは、ステータス番号0から順に、「磁力線警報」、「磁力線強度」、予備、「方向信号有効」、「回転方向」、「ギャップ0」、「ギャップ1」、「ギャップ2」、「温度0」、「温度1」、予備、パリティからなる。これらのステータスの詳細については後述する。

10

【0057】

(5) 出力パルスの生成タイミング(第二実施形態による)

図7は、図1(b)の磁気式運動センサ(回路は図2(a))を用い、ロータが正転したときに得られる波形を示している。横軸は時間、縦軸は電圧である。正転とは、あるひとつのロータ歯が磁気センサを a , b , c の順で通過する回り方を言う。

【0058】

図示のように、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ a の正面にさしかかると(タイミング71)、磁気センサ a の出力信号は電圧が上昇し始め、ロータ歯が磁気センサ a に正対している期間は磁気センサ a の出力信号はピークを維持する。そのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ a の正面からなくなると(タイミング72)、磁気センサ a の出力信号は電圧が下降していく。なお、生の出力信号は曲線的に変化し、A/D変換器25により例えば8階調に変換すると階段波形になるが、ここでは単純化した波形を描いてある。磁気センサ b , c においても、磁気センサ設置間隔に応じた時間だけ遅れて同様の波形が得られる。つまり、磁気センサ a , b , c は磁場の変化が磁気センサ a , b , c の並んでいる方向に移動して生じたときに、各磁気センサ a , b , c の位置において生じる磁場の変化を検出していることになる。

20

30

【0059】

差分手段24が生成する差分信号($a - b$)(以下、#1とする)は、磁気センサ a の出力信号の上昇期間と磁気センサ b の出力信号の上昇期間との間において上昇下降し、磁気センサ a , b の出力信号がともにピークを維持している間は相殺されて0になる。磁気センサ a の出力信号の下降開始(タイミング72)から磁気センサ b の出力信号の下降終了(タイミング73)まででは、差分信号#1は、いったん0より下降し、やがて上昇する。差分信号($b - c$)(以下、#2とする)を生成する差分手段24においても、磁気センサ設置間隔に応じた時間だけ遅れて同様の波形が得られる。

【0060】

ここで、タイミング検出手段は、タイミング検出の対象となる信号に適用するしきい値として、値の異なるしきい値を2つ有し、対象となる信号が一方のしきい値を跨いだ後に他方のしきい値を跨いだとき、出力パルスを発生させる。ここでは、差分信号#1が下降した後、上昇したことを検出するために、0より低い所定の値を持つ正しきい値 V_1 と、その正しきい値 V_1 より少し低い副しきい値 V_2 とを用いる。

40

【0061】

差分信号#1が0より下降すると、最初に正しきい値 V_1 を上から下へ跨ぐ。このときは、出力パルスは発生させない。その後、差分信号#1が副しきい値 V_2 を跨いで副しきい値 V_2 よりも大きくなると、出力パルスの発生が可能となる。差分信号#1が上昇して正しきい値 V_1 を跨いだとき(タイミング74)、タイミング検出手段は、波高値が I_m の出力パルス P_1 を発生させる。

50

【0062】

一方、差分信号#2にも同様の正しい値 V_1 及び副しい値 V_2 が適用される。従って、差分信号#2が副しい値 V_2 を跨いで副しい値 V_2 よりも小さくなった後で正しい値 V_1 を跨いだとき(タイミング75)、タイミング検出手段は、波高値が I_h の出力パルス P_2 を発生させる。なお、 $I_h > I_m > I_l$, $I_l = 0$ レベルである。

【0063】

次に、図8は、ロータが逆転したときに得られる波形を示している。横軸は時間、縦軸は電圧である。逆転のときは、あるひとつのロータ歯が磁気センサを c , b , a の順で通過する。この場合、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ c の正面にさしかかると(タイミング81)、磁気センサ c の出力信号は電圧が上昇し始め、ロータ歯が磁気センサ c に正対している期間は磁気センサ a の出力信号はピークを維持する。そのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ c の正面からなくなると(タイミング82)、磁気センサ c の出力信号は電圧が下降していく。磁気センサ b , a においても、磁気センサ設置間隔に応じた時間だけ遅れて同様の波形が得られる。図7の正転時と比較すると、 a , b , c の順序が逆になっている。

【0064】

差分手段24が生成する差分信号#1及び差分信号#2は、図7の正転時とは逆に、差分信号#2が先に変化し、しかもその変化は下降から始まる。よって、まず差分信号#2が副しい値 V_2 を跨いで副しい値 V_2 よりも小さくなり、上昇して正しい値 V_1 を跨ぐ(タイミング84)。このとき、タイミング検出手段は、波高値が I_m の出力パルス P_1 を発生させる。その後、差分信号#1が下から上へ正しい値 V_1 を跨ぐ(タイミング85)と、タイミング検出手段は、波高値が I_h の出力パルス P_2 を発生させる。

【0065】

以上の正転及び逆転の動作をまとめると、正転の場合は、あるひとつのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ a , b 間を通過するとき出力パルス P_1 が出力され、磁気センサ b , c 間を通過するとき出力パルス P_2 が出力される。逆転の場合は、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ c , b 間を通過するとき出力パルス P_1 が出力され、磁気センサ b , a 間を通過するとき出力パルス P_2 が出力される。正転におけるロータ歯の回転方向後端と逆転におけるロータ歯の回転方向前端とは同じ場所である。

【0066】

出力パルス P_1 と出力パルス P_2 の時間間隔 t_d は、同じロータ歯が磁気センサ a , b 間から磁気センサ c , b 間まで移動する時間を表しているため、この時間間隔 t_d と磁気センサ a , b , c の配置ピッチからロータ歯の通過速度が算出可能である。また、図5を参考にすると、 i 番目のロータ歯の通過に基づく出力パルス P_1 (又は P_2)と $i+1$ 番目のロータ歯の通過に基づく出力パルス P_1 (又は P_2)との時間間隔 $T(i)$ からでもロータ歯の通過速度が算出可能であるが、この場合、ロータ歯の配置ピッチが既知である必要がある。

【0067】

(6)出力パルスの波高値決定手順

正転の場合は差分信号#1から出力パルス P_1 が生成され、逆転の場合は差分信号#2から出力パルス P_1 が生成される。このための手順を図9に示す。

【0068】

差分信号($a - b$)を信号#1とし、差分信号($b - c$)を信号#2としたとき、タイミング検出手段は、ステップ91にてこれら信号#1及び信号#2を副しい値 V_2 と比較する。このとき信号#1及び信号#2が共に副しい値 V_2 よりも低ければ、ステップ92に移る。

【0069】

ステップ92にて信号#1及び信号#2を正しい値 V_1 と比較する。信号#1が正しい値 V_1 よりも高ければ、波高値 I_m を出力する。あるいは、信号#2が正しい値 V_1 よりも高ければ、波高値 I_m を出力する。このように、信号#1でも信号#2でも、ど

10

20

30

40

50

ちらかが正しきい値 V_1 を跨いだら波高値 I_m を出力する。ただし、信号 # 1 に基づいて波高値 I_m を出力したときは、ステップ 9 3 に移り、信号 # 2 に基づいて波高値 I_m を出力したときは、ステップ 9 4 に移る。波高値 I_m の出力は所定の時間だけ自動的に維持され、その後、消滅されて波高値 I_l に復帰する。

【 0 0 7 0 】

ステップ 9 3 では、信号 # 2 を正しきい値 V_1 と比較する。信号 # 2 が正しきい値 V_1 を跨いだら、波高値 I_h を出力する。

【 0 0 7 1 】

一方、ステップ 9 4 では、信号 # 1 を正しきい値 V_1 と比較する。このとき、信号 # 1 が正しきい値 V_1 より低ければ、波高値 I_l を維持する。しかし、信号 # 1 が正しきい値 V_1 を跨いだら、波高値 I_h を出力する。ここで、波高値 I_h の出力も波高値 I_m の出力と同様に所定の時間だけ自動的に維持され、その後、消滅されて波高値 I_l に復帰する。

【 0 0 7 2 】

以上の手順をまとめると、信号 # 1 及び信号 # 2 のいずれかが副しきい値 V_2 を上から下へ跨いだのち、信号 # 1 及び信号 # 2 のどちらかが正しきい値 V_1 を跨いだら出力パルス P_1 を生成し、そのあとで残りの信号 # 1 または信号 # 2 が正しきい値 V_1 を跨いだら、出力パルス P_2 を出力するという流れになる。正転から逆転に回転方向が変化する際、出力パルス P_2 を出力する処理の前に反転方向の出力パルス P_1 を出力する処理が発生することがある。この場合、出力パルス P_2 の発生条件が満たされなくなるので、再び初めから処理を開始する。

【 0 0 7 3 】

この手順中、ステップ 9 3 を通ったという事象か、ステップ 9 4 を通ったという事象を情報として記憶しておけば、磁場の変化の通過方向、つまりロータの回転方向を割り出すことが可能となる。すなわち、信号 # 1 に基づいて出力パルス P_1 を生成したときは、図 7 に該当するから正転である。信号 # 2 に基づいて出力パルス P_1 を生成したときは、図 8 に該当するから逆転である。従って、図 10 に示されるように、出力パルス P_1 を割り当てた対象が信号 # 1 であれば正転と判定し、出力パルス P_1 を割り当てた対象が信号 # 2 であれば逆転と判定することができる。この判定結果は後にステータスとして利用できる。

【 0 0 7 4 】

(7) 出力パルスの生成タイミング (第一実施形態による)

図 11 は、図 1 (a) の磁気式運動センサを用い、図 2 (b) の回路を用いた場合において、ロータが正転したときに得られる波形を示している。図示のように、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ a の正面にさしかかると (タイミング 1 1 1)、磁気センサ a の出力信号は電圧が上昇し始め、ロータ歯が磁気センサ a に正対している期間は磁気センサ a の出力信号はピークを維持する。そのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ a の正面からなくなると (タイミング 1 1 2)、磁気センサ a の出力信号は電圧が下降していく。磁気センサ b は役割が異なるので、差分手段には用いず、ただ出力信号を増幅するなどしてロータ歯の回転方向前端が磁気センサ b の正面にさしかかったタイミングを知らしめる矩形信号を生成する。磁気センサ c においても、磁気センサ設置間隔に応じた時間だけ磁気センサ a に遅れて同様の波形が得られる。

【 0 0 7 5 】

差分手段 2 4 が生成する差分信号 (a - c) (以下、信号 # 3 とする) は、磁気センサ a の出力信号の上昇期間と磁気センサ c の出力信号の上昇期間との間において上昇下降し、磁気センサ a , c の出力信号がともにピークを維持している間は相殺されて 0 になる。磁気センサ a の出力信号の下降開始 (タイミング 1 1 2) から磁気センサ c の出力信号の下降終了 (タイミング 1 1 3) まででは、差分信号 # 3 は、いったん下降し、やがて上昇する。

【 0 0 7 6 】

ここでタイミング検出手段は、説明の便宜上、タイミング検出の対象となる信号に適用

10

20

30

40

50

するしきい値を1つだけ有するものとして説明する。

【0077】

対象となる信号がしきい値を跨いだとき、出力パルスを発生させる。磁気センサ a の出力信号が 0 より上昇し、しきい値 V_3 を跨いでしきい値 V_3 よりも大きくなると、出力パルスの発生を可能とし、磁気センサ a の出力信号が下降してしきい値 V_3 を跨いだとき（タイミング 114）、タイミング検出手段は波高値が I_m の出力パルス P_1 を発生させる。

【0078】

差分信号 # 3 が 0 より下降し、しきい値 $-V_3$ を跨いでしきい値 $-V_3$ よりも小さくなると、出力パルスの発生を可能とし、差分信号 # 3 が上昇してしきい値 $-V_3$ を跨いだとき（タイミング 115）、タイミング検出手段は波高値が I_h の出力パルス P_2 を発生させる。なお、前述と同様に $I_h > I_m > I_l$ である。

10

【0079】

次に、図 12 は、ロータが逆転したときに得られる波形を示している。横軸は時間、縦軸は電圧である。逆転のときは、あるひとつのロータ歯が磁気センサ c, b, a の順で通過する。この場合、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ c の正面にさしかかると（タイミング 121）、磁気センサ c の出力信号は電圧が上昇し始め、ロータ歯が磁気センサ c に正対している期間は磁気センサ c の出力信号はピークを維持する。そのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ c の正面からなくなると（タイミング 122）、磁気センサ c の出力信号は電圧が下降していく。磁気センサ b, a においても、磁気センサの設置間隔に応じた時間間隔だけ遅れて同様の波形が得られる。図 11 の正転時と比較すると、a, b, c の順が逆になっている。なお、磁気センサ b については出力信号の増幅信号を図示している。

20

【0080】

差分手段 24 が生成する差分信号 # 3 は、図 11 の正転時とは逆に、下降から始まる。まず、磁気センサ c の出力信号が上昇し、しきい値 V_3 を跨いで、しきい値 V_3 よりも大きくなると、出力パルスの発生を可能とし、磁気センサ c の出力信号が下降してしきい値 V_3 を跨いだとき（タイミング 124）、タイミング検出手段は波高値が I_m の出力パルス P_1 を発生させる。つぎに差分信号 # 3 が小さくなり、しきい値 V_3 を跨ぐ（タイミング 125）。このときタイミング検出手段は波高値が I_h の出力パルス P_2 を発生させる。

30

【0081】

以上の正転及び逆転の動作をまとめると、正転の場合は、あるひとつのロータ歯の回転方向後端が磁気センサ a を通過するときに出力パルス P_1 が出力され、磁気センサ a, c 間を通過するときに出力パルス P_2 が出力される。逆転の場合は、あるひとつのロータ歯の回転方向前端が磁気センサ c を通過するときに出力パルス P_1 が出力され、磁気センサ c, a 間を通過するときに出力パルス P_2 が出力される。

【0082】

正転、逆転のそれぞれで回転方向の後端・前端つまり異なる場所でタイミング検出手段が出力パルス P_1 , P_2 を出力するが、ロータ歯端部の移動速度を観測する目的においては正転、逆転のそれぞれで同一端部に注目することは必須ではなく、一般性を失うものではない。

40

【0083】

出力パルス P_1 と出力パルス P_2 の時間間隔 t_d は、同じロータ歯が磁気センサ a, c 間を移動する時間を表しているため、この時間間隔 t_d と磁気センサ a, c の配置ピッチからロータ歯の通過速度が算出可能である。

【0084】

(8) 出力パルスの波高値決定手順

図 11 のように正転の場合は出力信号 s_a から出力パルス P_1 が生成され、図 12 のように逆転の場合は出力信号 s_c から出力パルス P_1 が生成される。このための手順を図 1

50

3 に示す。

【0085】

差分信号 (a - c) を信号 # 3 としたとき、タイミング検出手段は、ステップ 1 3 1 にて出力信号 s a 及び出力信号 s c をしきい値 V 3 と比較する。このとき出力信号 s a 及び出力信号 s c が共にしきい値 V 3 よりも低ければ、波高値 I 1 を出力する。しかし、そうでなければ、ステップ 1 3 2 に移る。

【0086】

ステップ 1 3 2 にて出力信号 s a 及び出力信号 s c をしきい値 V 3 と比較する。出力信号 s a がしきい値 V 3 よりも低ければ、波高値 I m を出力する。あるいは、出力信号 s c がしきい値 V 3 よりも低ければ、波高値 I m を出力する。このように、出力信号 s a 及び出力信号 s c でも、どちらかがしきい値 V 3 を跨いだら波高値 I m を出力する。ただし、出力信号 s a に基づいて波高値 I m を出力したときは、ステップ 1 3 3 に移り、出力信号 s c に基づいて波高値 I m を出力したときは、ステップ 1 3 4 に移る。

10

【0087】

前述と同様に、波高値 I m の出力は、所定の時間幅で自動的に維持され、その後、消滅されて波高値 I 1 に復帰する。

【0088】

ステップ 1 3 3 では、信号 # 3 をしきい値 - V 3 と比較する。信号 # 3 がしきい値 - V 3 を跨いだら、波高値 I h を出力する。

【0089】

一方、ステップ 1 3 4 では、信号 # 3 をしきい値 V 3 と比較する。信号 # 3 がしきい値 V 3 を跨いだら、波高値 I h を出力する。

20

【0090】

ここで波高値 I h の出力は、波高値 I m と同様に、所定の時間幅で自動的に維持され、その後、消滅されて波高値 I 1 に復帰する。

【0091】

以上の手順をまとめると、出力信号 s a 及び出力信号 s c のいずれかがしきい値 V 3 を上から下へ跨いだら出力パルス P 1 を生成し、そのあとで正転の場合は信号 # 3 がしきい値 - V 3 を下から上に、逆転の場合は信号 # 3 がしきい値 V 3 を上から下に跨いだら、出力パルス P 2 を出力するという流れになる。

30

【0092】

この手順中、磁気センサ b の出力信号 (増幅信号 ; 図 1 1 , 1 2 参照) がローレベルからハイレベルに変化した時点で、出力信号 s a , s c のどちらかがハイレベルであることを検証することで正転、反転を判定できる。すなわち、図 1 4 のように、出力信号 s a がハイレベルであれば図 1 1 に該当するから正転と判定し、出力信号 s c がハイレベルであれば逆転と判定することができる。この判定結果は後にステータスとして利用できる。

【0093】

ここまで説明した動作がもたらす利点をいったんまとめておく。

【0094】

まず、差分信号を用いる利点は、電磁的なノイズや機械的なノイズの影響が緩和されることである。仮に、外部における放電が原因で各磁気センサの出力信号の + 側にノイズが出たとしても、差分をとることにより、そのノイズは相殺されるので、各差分信号をしきい値と比較する際の不具合がなくなる。また、機械的振動によりロータ歯と各磁気センサとの間のギャップが変動した場合、各磁気センサの出力信号にギャップ変動分のノイズが重畳されるが、これも差分をとることにより相殺される。

40

【0095】

正しきい値 V 1 及び副しきい値 V 2 を用いる利点は、ロータ回転が遅くて磁気センサの出力信号の傾斜が緩やかなときや、それに加えてノイズが重畳しているときなどに、望まないタイミングで出力パルスが出ることを防止し、確実に差分信号が正しきい値 V 1 を下から上へ跨いだという事象を捕らえることができることである。

50

【0096】

ひとつのロータ歯の通過に対して2つの出力パルスP1, P2を生成する利点は、時間間隔tdと磁気センサa, b, cの配置ピッチからロータ歯の通過速度が算出可能になることである。これは図1(a)及び図1(b)の磁気式運動センサをロータとは全く独立したパーツ(ホールIC)を単独で提供できるということを意味する。

【0097】

また、2つの出力パルスP1, P2を生成する利点は、個々のロータ歯の寸法にばらつきや欠けがある場合でも、同じひとつのロータ歯から得られる磁気センサa, b, cの出力波形は同じであるから、出力パルスP1, P2の時間間隔tdにはロータ歯のばらつきや欠けの影響は出ないということである。このため個々のロータ歯の通過速度を高精度に検出することができる。

10

【0098】

さらに、ひとつのロータ歯の通過に対して2つの出力パルスP1, P2を生成する利点は、ロータの回転速度が遅くてひとつのロータ歯の通過から次のロータ歯の通過までの時間が長くてもそれに左右されずに、ロータ歯の通過速度を検出することができることである。

【0099】

対象となる2つの信号(2つの差分信号#1, #2あるいは磁気センサa, cの出力信号)から得られる出力パルスのうち最初に得られるパルスP1の波高値と次に得られるパルスP2の波高値とを異ならせる利点は、これら出力パルスP1, P2を通信手段28が同一の信号ラインから出力しても、これを受け取る上位機器が出力パルスの種類を容易に識別できるということである。

20

【0100】

次に、通信モードと出力パルス幅制御について項目別に説明する。

【0101】

(9) 通信モード

既に説明したように、ステータス信号Sは、あるロータ歯の通過に基づく出力パルスP2と次のロータ歯の通過に基づく出力パルスP1の間に出力される。しかし、ロータの回転が高速になるにつれ、出力パルスP2と出力パルスP1との時間間隔が短くなる。このことは、当該磁気式運動センサにおけるステータス信号の生成の処理時間が制約されるということである。また、ステータス信号を受け取る上位機器としても、ステータス信号を用いた処理時間が制約されることになる。

30

【0102】

そこで、演算手段27では、通信モードの選択を行う。図15(a)は、横軸に回転数を取り、縦軸に通信モード種別を示したものである。回転数はロータ歯の通過速度と比例するので、横軸はロータ歯の通過速度と読み替えてもよい。図15(b)、図15(c)はそれぞれ高速モード、低速モードにおける出力信号パターンを表している。

【0103】

図15(b)の高速モードでは、出力パルスP1, P2のみが出力され、ステータス信号Sは出力されない。これに対し、図15(c)の低速モードでは、出力パルスP2のみとステータス信号Sがともに出力されている。出力パルスP2の時間幅は、後述のように固定値であるが、ステータス信号Sの送信開始と出力パルスP2の立ち下がりとの時間間隔も、例えば上記の固定値とする。ステータス信号Sの構成は、前述のように例えば図6の11ビットであるが、それぞれのビットのパルス幅及び隣接するパルスの間隔も通信時の調歩同期の容易さを考慮して、上記の固定値であってもよい。また、各ビットを例えば、スプリットフェース変調等してもよい。

40

【0104】

図15(a)に示されるように、低速モードであるとした場合、回転数が所定値rmsSを跨いで大きくなり、所定値rmsSより大きい所定値rmsHに達したときに、高速モードが選択される。逆に、回転数が所定値rmsSを跨いで小さくなり、所定値rms

50

Sより小さい所定値 $rmsL$ に達したとき低速モードが選択される。所定値 $rmsL$ と所定値 $rmsH$ に挟まれた範囲では、それ以前の通信モードが維持される。つまり、通信モードの切替にはヒステリシスが与えられている。このヒステリシスにより、回転数が所定値 $rmsS$ の上下を小さく遷移しても通信モードが頻繁に切り替わることが防止される。

【0105】

(10) 出力パルス幅

ロータの回転速度が高いときには、出力パルス $P2$ から出力パルス $P1$ までの時間が短いので、出力パルス $P1$, $P2$ は短いことが好ましい。ところが、上位機器において受け取るパルスのパルス幅に制約がある場合がある。例えば、車載機器の場合、電磁ノイズが激しい環境にあるため、入力信号のレベルが確定している時間がある程度長いときのみその入力信号を有効として読み取っている。このため、出力パルス $P1$, $P2$ の幅が無制限に狭くなるのは好ましくない。センサ出力を受信する計測器側では、電磁ノイズ等の周辺ノイズの影響を避けるため周波数の高い領域の受信信号を除去するフィルタ回路が搭載されている。例えば、通常電磁波ノイズは $50kHz$ 程度のため、この周波数をピーク周波数とした低域側の遮断周波数 $25kHz$ 以下となるように出力パルス $P1$, $P2$ のパルス幅を設定すれば計測器のフィルタにて除去されずに信号を受信することが可能となる。

10

【0106】

次に、ステータス信号 S の生成手順とその意味合いをステータス別に説明する。背景技術の回転センサにおける問題点にも挙げたように、ロータ歯と磁気センサとのギャップの大きさや磁石の特性にはばらつきがある。このばらつきによって磁気センサの出力信号が違ってくるため、これまで説明したタイミング検出にも影響が出てくる。しかし、従来は、ギャップの大きさが適切かどうか、あるいは磁石の特性が適切かどうか知る手段がなかった。そこで、本発明では、磁気センサの出力信号が持つ波形的特徴を解析して、ギャップの大きさや磁石の特性を推定し、その推定結果をステータスとして外部に通知できるようにした。具体的には、磁気センサの出力信号のピークを検出し、繰り返し得られる複数回分のピークについてピーク値の移動平均値を算出し、この移動平均値や個々のピーク値に基づき磁場変化検出の信頼度を表すステータスを生成する。

20

【0107】

(11) 磁場変化検出の信頼度

演算手段 27 中のステータス生成手段は、温度の影響を補正する差分手段のうち、1つの差分手段（例として差分手段 24）の出力信号をステータスの生成に用いる。図 16 に差分手段 24 の出力信号の典型的な波形を示す。実際には差分手段 241 の出力信号は、A/D 変換器 25 により例えば 8 階調に A/D 変換されている。しかし、原理を明らかにするため、図 16 では、曲線的な波形を用いている。

30

【0108】

これに対して磁石の磁力を弱めて磁場を弱めていくと、差分手段 24 の出力信号は、図 17 の破線のように全体的に比例して波が小さくなる（実線は図 16 と同じもの）。また、磁場は一定とし、磁気センサ a , b をロータから離していくと、差分手段 24 の出力信号は、図 18 の破線のように、ロータ歯が接近したときの波高が下がってくる（実線は図 16 と同じもの）。これらの波形的特徴を数値的に取り出すために、ステータス生成手段

40

【0109】

まず、差分手段 24 の出力信号の高いピーク $v_{max}(i)$ と低いピーク $v_{min}(i)$ とをそれぞれ検出する。ロータが回転することにより、図 16 のように山と谷のある出力信号が繰り返し得られるので、高いピーク $v_{max}(i)$ と低いピーク $v_{min}(i)$ も繰り返し得られる。 i はその回数を表している。

【0110】

次に、それぞれのピークについて移動平均値を算出する。つまり、最近の高いピーク $v_{max}(i)$ と前回の移動平均値 $V_{max}(i-N)$ から下記式 (1) で、今回の移動平均値 $V_{max}(i)$ を算出する。低いピーク $v_{min}(i)$ についても同様にして下記式

50

(2) から最近の移動平均値 $V_{min}(i)$ を算出する。

【0111】

$$V_{max}(i) = \frac{\{(N-1)V_{max}(i-1) + v_{max}(i)\}}{N} \quad (1)$$

$$V_{min}(i) = \frac{\{(N-1)V_{min}(i-1) + v_{min}(i)\}}{N} \quad (2)$$

ここで、Nは式(1)、(2)を一次遅れフィルタと考えたときの時定数に相当し、一定値としてもよい。

10

【0112】

高いピークの移動平均値 $V_{max}(i)$ と低いピークの移動平均値 $V_{min}(i)$ との差 V_g が十分に大きければ、タイミング検出が確実にできる。逆に、この差 V_g が小さいと、タイミング検出が難しくなる。そこで、ステータス生成手段は、差 V_g の大きさを8段階に分類し、3ビットの数値で表したステータスを生成する。この3ビットのステータスは、ロータに対して磁気センサ a, b の設置位置の良好度を意味している。つまり、この3ビットで表した数値が大きいほど、磁気センサ a, b がロータ歯による磁気の変化を敏感に検出できるということである。この数値が小さいのは、磁気センサ a, b がロータ歯から離れていて、高いピークと低いピークの高低差が十分に得られないことを意味する。このようにして、図6の「ギャップ0」、「ギャップ1」、「ギャップ2」が生成される。

20

【0113】

ステータス生成手段は、高いピークの移動平均値 $V_{max}(i)$ と低いピークの移動平均値 $V_{min}(i)$ の差が予め定めた所定値より低ければ磁場が弱いというステータスを生成する。これは、磁気センサ a, b が感知する磁場が弱いという意味であり、磁石が壊れたり劣化していると生じる現象であり、また、磁気センサ a, b の設置位置が不良でも生じる。このステータスは、図6の「磁力線強度」に1を格納することで表される。逆に、上記移動平均値の差が予め定めた所定値より高ければ、磁場は十分に強いのであるから、磁場が十分に強いというステータスとして、「磁力線強度」には0が格納される。

【0114】

さらに、ステータス生成手段は、磁場が十分に強く、かつ上記3ビットの数値で表した磁気センサ a, b の設置位置の良好度が予め設定した良好度用の判定値より高ければ、タイミング検出が確実にできる(磁場変化検出の信頼度が高い)という主旨のステータスを生成する。このステータスは、図6の「磁力線警報」に1を格納することで表される。ここで、「磁力線警報」に1を格納する条件である場合でも移動平均値の絶対値の差 $|V_{max}(i)| - |V_{min}(i)|$ が予め定めた所定値よりも大きければ磁気センサ a, b の磁気感度が異常になった、つまり磁気センサ a または磁気センサ b の半導体物性に異常が発生したなどという意味で「磁力線警報」に0を格納することもできる。

30

【0115】

通信手段28が出力したステータス信号を受け取った側から見ると、「磁力線警報」に1が格納されていれば、磁場変化検出の信頼度が高いということが認識できる。「磁力線警報」に0が格納されているときは、磁場変化検出の信頼度を低下させる何かがあるということである。このとき、「磁力線強度」に0が格納されていれば、磁石には問題がないことがわかる。「磁力線強度」に1が格納されていれば、磁石に問題があるかもしれないことがわかる。また、「ギャップ0」、「ギャップ1」、「ギャップ2」の数値から磁気センサ a, b の設置位置が読み取れる。

40

【0116】

以上のステータス生成は、差分手段242についても同時に実施してもよい。

【0117】

(12) 回転方向

50

既に説明したように、タイミング検出手段は、図10あるいは図14に示した手順で磁場の変化の通過方向つまり回転方向を検出することができる。ステータス生成手段は、この検出結果に基づきステータスを生成する。これにより、図6の「方向信号有効」と「回転方向」が生成される。「回転方向」は0が正転（磁場の変化が磁気センサaからcへ向けて通過する）を意味し、1が逆転を意味する。ただし、回転方向検出が未了の場合あるいは停止もしくは停止に近い状態の場合は、「回転方向」のステータスを無効にするために、「方向信号有効」を0としておく。これにより、ステータス信号を受け取った相手は、「方向信号有効」が1のときのみ「回転方向」を取り込むようにすることができる。

【0118】

(13) 温度

既に述べたように、ステータス生成手段は、例えば、磁気センサaの差分手段を経ない出力信号の低いピーク $v_{amin}(i)$ を検出し、低いピークの移動平均値 $V_{amin}(i)$ を下記式(3)から算出している。

【0119】

$$V_{amin}(i) = \{ (N-1)V_{amin}(i-1) + v_{amin}(i) \} / N \quad (3)$$

低いピークは、ロータ歯が磁気センサaから最も離れているときに得られる。この値が高いということは環境温度が高いということである。そこで、ステータス生成手段は、低いピークの移動平均値 $V_{amin}(i)$ に応じて環境温度の高低を例えば値の異なる3つのしきい値と比較することにより4段階の数値で表すステータスを生成する。これにより、図6の「温度0」、「温度1」が生成される。

【0120】

磁気センサbが補助用磁気センサ2bである場合、つまり図1(a)に示した第一実施形態の場合は、温度のステータスの生成に補助用磁気センサ2bの出力信号を用いてもよい。

【0121】

「温度0」、「温度1」は直接、温度を表す数値ではないが、環境温度がどの程度であるかを4段階で表現しているものである。このステータスを受け取った相手は、磁気センサの周辺温度、つまり、ロータ室あるいはハブ本体の温度を階級的ではあるが知ることができる。ハブ本体はブレーキディスクあるいはブレーキキャリパに至近な位置に設けられることが通例であるため、それから発せられる輻射熱および伝導熱によりハブ本体の温度が上昇する。運転者のブレーキ誤操作あるいはブレーキディスク、パッド、キャリパの故障時には制動の際に高い摩擦熱が発生し、ブレーキディスクやキャリパ温度を異常な高温にせしめるが、このステータスによってハブ本体の温度上昇を介しながらもブレーキディスクやキャリパの直接測温を要せずにブレーキ間部品の温度状況を知ることができる。

【0122】

以上説明したように、本発明に係る磁気式運動センサは、ステータス信号を出力するので、上位機器は磁気センサの設置位置が適切かどうか、磁石の特性が適切かどうかなどの状態を知ることができる。また、出力パルスのみからは得られない回転方向の情報も得られる。

【0123】

また、上記の実施形態には含めなかったが、他の情報をステータス信号に盛り込むことができる。例えば、高いピークの移動平均値 $V_{max}(i)$ と1個の高いピーク $v_{max}(i)$ とを比較することでロータ歯の高さのばらつきが評価できる。この評価結果をステータスとして出力することで、自動車の生産ラインなどでロータの初期不良を検査するのに利用することができる。また、出力パルス $P1$ 、 $P2$ の間隔を磁気式運動センサにおいて計測し、この計測結果（パルスレート）をステータス信号に盛り込んでおくと、上位機器でパルスレートを演算する手間が省ける。さらに、磁気式運動センサにロータの情報（歯数、径あるいは周長など）を記憶させておけば、パルスレートをロータの回転数（また

10

20

30

40

50

は回転速度)に換算して出力することができ、自動車の情報(タイヤ径あるいは周長)を記憶させておけば、車速を出力することができる。

【0124】

上記のステータス信号、計測結果、換算結果などの出力は無線方式によってもよい。

【0125】

上記の実施形態では、磁気式運動センサをロータの回転検出に利用するものとしたが、直線的に並べられた磁性体歯あるいは磁石と組み合わせて直線運動検出にも利用できる。また、1つのロータ歯の通過に対して出力パルスP1、P2や移動方向のステータスを生成するようになっているので、単一の磁性体あるいは磁石の運動検出にも利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0126】

【図1】(a)は本発明の第一実施形態を示す磁気式運動センサの正面図、(b)は第二実施形態を示す磁気式運動センサの正面図である。

【図2】(a)(b)は、いずれも本発明に係る磁気式運動センサの回路構成図である。

【図3】本発明における初期動作の流れ図である。

【図4】本発明における稼働時動作の流れ図である。

【図5】本発明における外部への出力信号の波形図である。

【図6】本発明におけるステータス信号の構成図である。

【図7】本発明における各部の信号波形図である。

【図8】本発明における各部の信号波形図である。

【図9】本発明における出力パルスの波高値決定の流れ図である。

【図10】本発明における回転方向検出の流れ図である。

【図11】本発明における各部の信号波形図である。

【図12】本発明における各部の信号波形図である。

【図13】本発明における各部の信号波形図である。

【図14】本発明における各部の信号波形図である。

【図15】(a)は本発明における通信モード遷移図、(b)は高速モード時における外部への出力信号の波形図、(c)は低速モード時における外部への出力信号の波形図である。

【図16】磁気センサの出力信号の波形図である。

【図17】磁気センサの出力信号の波形図である。

【図18】磁気センサの出力信号の波形図である。

【図19】回転センサの原理的構造図である。

【図20】回転センサの原理的構造図である。

【符号の説明】

【0127】

1, 3 基板

2a, 2b, 2c, 4a, 4b, 4c 磁気センサ

24 差分手段

28 通信手段

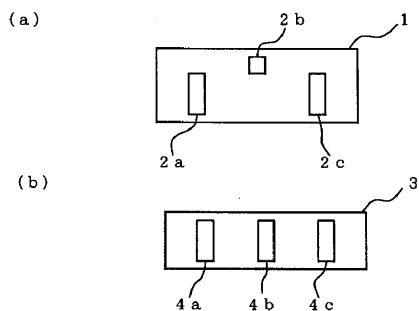
10

20

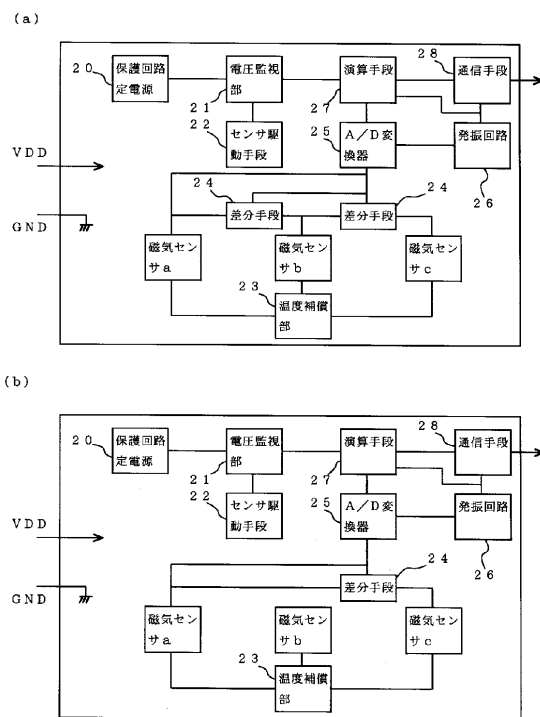
30

40

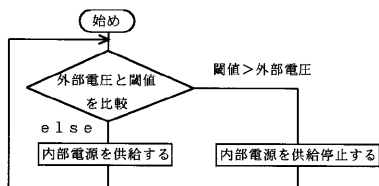
【 図 1 】



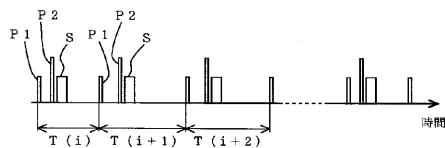
【 図 2 】



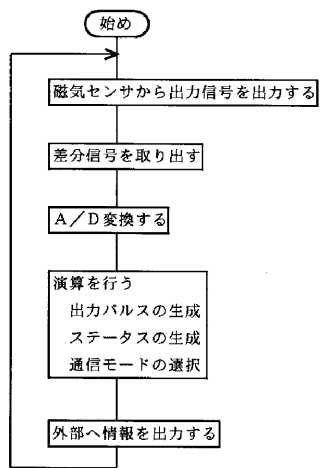
【 図 3 】



【 図 5 】



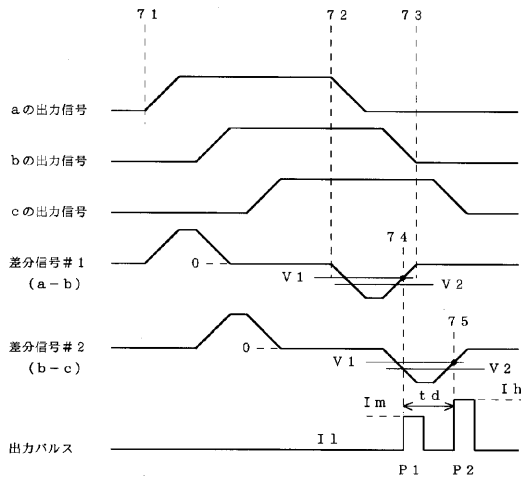
【 図 4 】



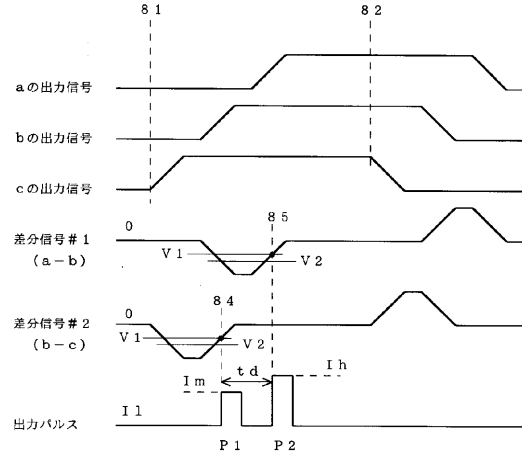
【 図 6 】

番号	名称	備考
0	磁力線警報	1 = 正常
1	磁力線強度	0 = 正常
2	予備	
3	方向信号有効	1 = 有効
4	回転方向	0 = 正転
5	ギャップ0	最下位ビット
6	ギャップ1	
7	ギャップ2	最上位ビット
8	温度0	最下位ビット
9	温度1	最上位ビット
10	予備	
11	パリティ	

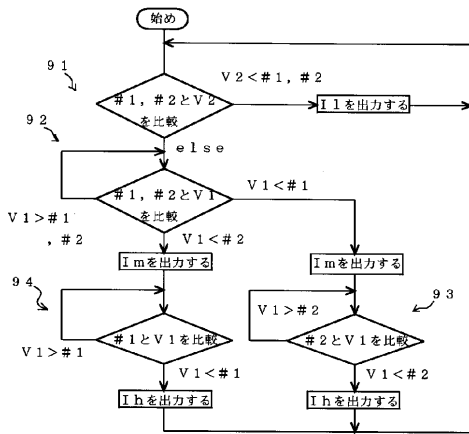
【 図 7 】



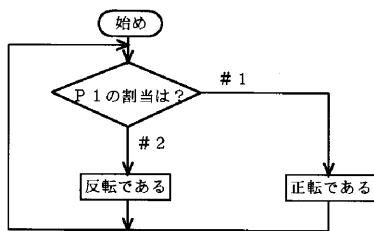
【 図 8 】



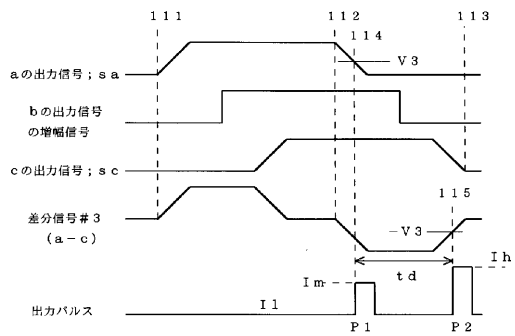
【 図 9 】



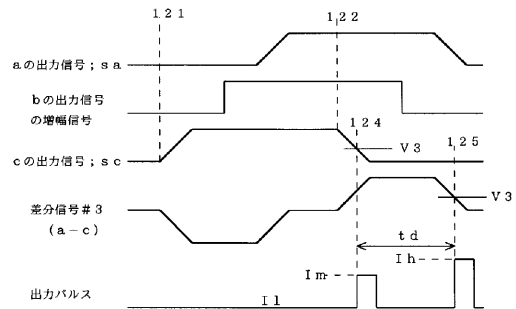
【 図 10 】



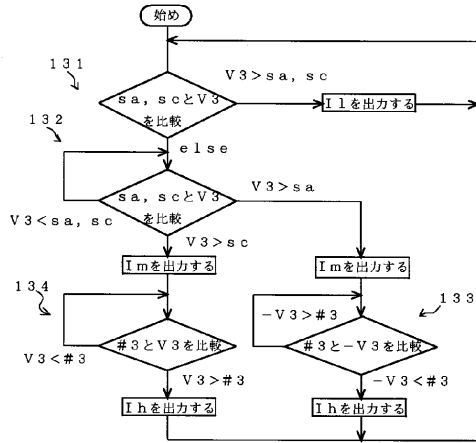
【 図 11 】



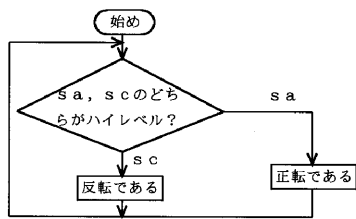
【 図 12 】



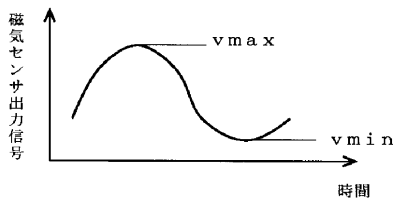
【 図 1 3 】



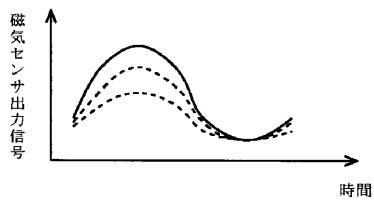
【 図 1 4 】



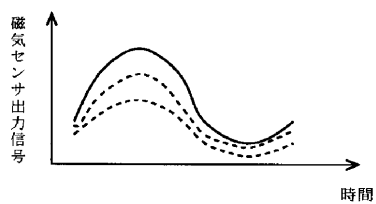
【 図 1 6 】



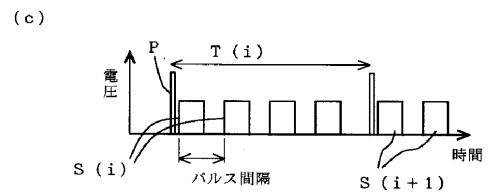
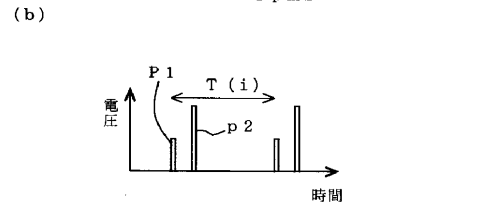
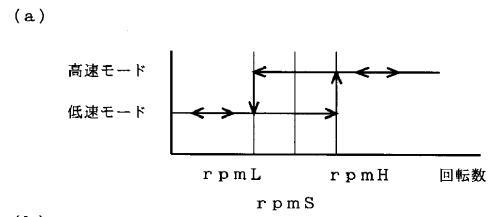
【 図 1 7 】



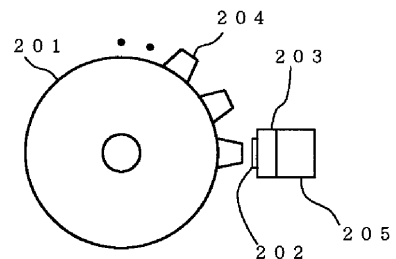
【 図 1 8 】



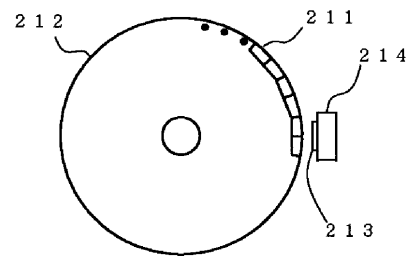
【 図 1 5 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 鬼本 隆

東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日立電線株式会社内

Fターム(参考) 2F034 AA09 EA01 EA11 EA13 EA21 EA24