

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5216462号
(P5216462)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 D 5/245 (2006.01)
 G O 1 D 5/245 1 1 O A
 G O 1 D 5/245 1 1 O M

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2008-191295 (P2008-191295)	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成20年7月24日(2008.7.24)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開2009-31290 (P2009-31290A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成21年2月12日(2009.2.12)		・ハフツング
審査請求日	平成23年6月6日(2011.6.6)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	102007034815.2		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成19年7月25日(2007.7.25)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		TUNG
(31) 優先権主張番号	102008030201.5		ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
(32) 優先日	平成20年6月25日(2008.6.25)		ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		インーストラーセ、5
		(74) 代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータリーエンコーダ及びその動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の部品グループ(1)と第二の部品グループ(2)を有するロータリーエンコーダであって、

これらの部品グループ(1, 2)が、軸(A)の周りを互いに相対的に回転することが可能な形に配置されており、

第一の部品グループ(1)が、

トリガーセンサー(1.1)と、

軸(A)に関して、円周方向に対してずらして配置された複数の磁場センサー(1.3, 1.4)と、
 を備えており、

第二の部品グループ(2)が、

第一の磁石(2.1, 2.4)と、

第二の磁石(2.2, 2.5)と、

第三の磁石(2.3, 2.6)と、

を備えており、

更に、これらの部品グループ(1, 2)は、両方の部品グループ(1, 2)が少なくとも1回全回転する形で相対的に回転した場合に、磁場センサー(1.3, 1.4)が第一の磁石(2.1, 2.4)と第三の磁石(2.3, 2.6)の磁場を検出することが可能なように構成されており、

第二の磁石(2.2, 2.5)と第三の磁石(2.3, 2.6)が、トリガーセンサー(1.1)からトリガー信号を発生させることが可能である一方、第一の磁石(2.1, 2.4)が、トリガーセンサー(1.1)からのトリガー信号の発生を抑制している、ロータリーエンコーダ。

【請求項2】

トリガーセンサー(1.1)は、パルスワイヤとリセット磁石(1.2)を備えており、リセット磁石(1.2)は、そのリセット磁石がパルスワイヤの縦方向の延びと平行な方向成分を有するように構成されており、

部品グループ(1, 2)は、第二の磁石(2.2, 2.5)と第三の磁石(2.3, 2.6)がトリガー信号としてパルスワイヤから電圧パルスが発生させることが可能である一方、第一の磁石(2.1, 2.4)がパルスワイヤからの電圧パルスの発生を抑制するように構成されている、

請求項1に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項3】

リセット磁石(1.2)と第一の磁石(2.1, 2.4)は、それらの極性の向きが平行となるような方向を向いている請求項1又は2に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項4】

第二の磁石(2.2, 2.5)と第三の磁石(2.3, 2.6)の極性の向きが、軸(A)と平行な方向成分を持つ方向を向いている一方、第一の磁石(2.1, 2.4)の極性の向きが、第二の磁石(2.2, 2.5)と第三の磁石(2.3, 2.6)の極性の向きと逆並列な方向成分を持つ方向を向いている請求項1から3までのいずれか一つに記載のロータリーエンコーダ。

【請求項5】

ロータリーエンコーダが、電子回路(1.5)と不揮発性メモリ素子(1.6)を備えており、

メモリ素子(1.6)内には、

四つの遷移状態(F1, F2, Z1, Z2)と、

一つの計数状態と、

を保存することが可能であり、トリガー信号が遅れて発生する場合には、メモリ素子(1.6)から遷移状態(F1, F2, Z1, Z2)を読み出すことが可能であり、それにより、電子回路(1.5)を用いて、

部品グループ(1, 2)の互いに相対的な回転方向(cw, ccw)を決定することが可能であるとともに、

電子回路(1.5)によって、計数パルス(P)を発生させることが可能であり、

回転方向(cw, ccw)と計数パルス(P)の発生にもとづき、計数状態の変化をメモリ素子(1.6)内に保存することが可能である、

請求項1から4までのいずれか一つに記載のロータリーエンコーダ。

【請求項6】

第一の部品グループ(1)と第二の部品グループ(2)を有するロータリーエンコーダの動作方法であって、

これらの部品グループ(1, 2)が、軸(A)の周りを互いに相対的に回転することが可能な形に配置されており、

第一の部品グループ(1)が、

トリガーセンサー(1.1)と、

軸(A)に関して、円周方向にずらして配置された複数の磁場センサー(1.3, 1.4)と、

を備えており、

第二の部品グループ(2)が、

第一の磁石(2.1, 2.4)と、

第二の磁石(2.2, 2.5)と、

第三の磁石（２．３，２．６）と、
を備えており、

これらの部品グループ（１，２）が少なくとも１回全回転する形で相対的に回転した場合に、

磁場センサー（１．３，１．４）が、第一の磁石（２．１，２．４）と第三の磁石（２．３，２．６）の磁場を検出し、

第二の磁石（２．２，２．５）と第三の磁石（２．３，２．６）が、トリガーセンサー（１．１）からトリガー信号を発生させる一方、第一の磁石（２．１，２．４）が、トリガーセンサー（１．１）からのトリガー信号の発生を抑制している、
ロータリーエンコーダの動作方法。

10

【請求項 7】

不揮発性メモリ素子（１．６）内に、
四つの遷移状態（F 1，F 2，Z 1，Z 2）と、
一つの計数状態と、

を保存し、

トリガー信号が遅れて発生する場合には、メモリ素子（１．６）から遷移状態（F 1，F 2，Z 1，Z 2）を読み出し、

それらの遷移状態にもとづき、電子回路（１．５）を用いて、部品グループ（１，２）の互いに相対的な回転方向（c w，c c w）を決定して、

電子回路（１．５）内で計数パルス（P）を発生させ、それによって、

回転方向（c w，c c w）と計数パルス（P）にもとづき、計数状態の変化をメモリ素子（１．６）内に保存する、

20

請求項 6 に記載のロータリーエンコーダの動作方法。

【請求項 8】

両方の部品グループ（１，２）が、始点と終点が重なり合うことなく１回全回転する形で相対的に回転した場合に、二つ又は四つの計数パルス（P）を発生させる請求項 6 又は 7 に記載のロータリーエンコーダの動作方法。

【請求項 9】

トリガーセンサー（１．１）は、パルスワイヤとリセット磁石（１．２）を有し、リセット磁石（１．２）は、そのリセット磁石がパルスワイヤの縦方向の延びと平行な方向成分を有する方向を向くように構成されており、第二の磁石（２．２，２．５）と第三の磁石（２．３，２．６）が、パルスワイヤから電圧パルスを発生させる一方、第一の磁石（２．１，２．４）が、パルスワイヤからの電圧パルスの発生を抑制している請求項 6 から 8 までのいずれか一つに記載のロータリーエンコーダの動作方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 によるロータリーエンコーダ及び請求項 18 によるロータリーエンコーダの動作方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

このようなロータリーエンコーダは、多くの場合互いに相対的に回転可能な二つの機械部分の角度位置を求めるために使用されている。そのようなロータリーエンコーダは、当該の駆動軸の複数回の回転（マルチターン機能）に渡っての絶対的な角度位置を求めるための測定器として頻繁に用いられている。この場合、回転運動は、増分方式又は絶対方式により検知される。ラックと歯車又はねじ山付スピンドルと組み合わせると、角度測定装置を用いて、直線的な動きも測定することが可能である。

【0003】

50

多くの場合、標準動作における角度位置の精確な計測を目盛ディスクの光学的な走査によって行う一方、駆動軸の回転回数を計数するのに磁気的な走査原理を使用している。基本的には、ロータリーエンコーダが外部電源と接続されていない場合、例えば、電源供給が中断している場合にも、当該の駆動軸の回転回数の計数が行われることが望ましい。このような緊急動作に関する機能を実現するために、ロータリーエンコーダは、多くの場合所謂マルチターン式伝動機構を備えている。そのようなマルチターン式伝動機構は、駆動軸の回転運動を減速させている。その場合、例えば、磁気的な測定原理によって、マルチターン式伝動機構内の歯車の位置を走査することができる。ロータリーエンコーダの電源供給が中断している場合でも、例えば、慣性力によって、駆動軸が動いていれば、明らかに当該の歯車の回転運動が行われている。

10

【0004】

特許文献1により、多数の磁極セグメントが軸の周囲に渡って配置されたロータリーエンコーダが周知である。磁極セグメントが集磁器の自由端を通過して行く時に、強磁性部品の急激な磁化反転が起こり、それによって、計数メモリを作動させるのに十分な電気エネルギーが供給されている。

【0005】

更に、特許文献2により、複数のパルスワイヤを用いるとともに、論理演算を使用することによって、エネルギーを自給する形で角度位置を決定することができる回転角センサーが周知である。

20

【0006】

これらの従来技術により周知のロータリーエンコーダは、特に、比較的負担をかけてしか製造することができず、製造費が高いという欠点を有する。

【特許文献1】ドイツ特許公開第102004062448号明細書

【特許文献2】欧州特許第0724712号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、その構造と動作原理のために比較的安価に製造することが可能なロータリーエンコーダを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題は、本発明にもとづき、請求項1と18の特徴によって解決される。

【0009】

それらによると、本発明のロータリーエンコーダは、第一の部品グループ、例えば、固定子と、第二の部品グループ、例えば、回転子とを有し、これらの部品グループが、軸の周りを互いに相対的に回転可能な形に配置されている。第一の部品グループは、トリガーセンサー、例えば、リセット磁石を備えたパルスワイヤと、軸に関して、円周方向に対してずらして配置された複数の磁場センサーとを有する。第二の部品グループは、第一の磁石、第二の磁石及び第三の磁石をそれぞれ少なくとも一つ有する。更に、これらの部品グループは、両方の部品グループが少なくとも1回全回転する形で相対的に回転した場合に、磁場センサーが、第一の磁石と第三の磁石の各磁場を検出することが可能なように構成されており、そして、第二の磁石と第三の磁石が、それぞれトリガーセンサーからトリガー信号を発生させることが可能である一方、第一の磁石が、トリガーセンサーからのトリガー信号の発生を抑制している。

40

【0010】

1回の全回転とは、部品グループの回転位置が360°相対的に変化すること、即ち、1回の全回転によって、例えば、回転子の一点が、回転運動の開始時と回転運動の終了時の両方において、固定子の一点と向かい合うことを意味する。第二の部品グループは、中心に穴の有る軸、特に、中空軸を備えることができる。

【0011】

50

トリガーセンサーとして、磁場を検知する単極部品、例えば、パルスワイヤ又はホール素子を使用することができる。

【0012】

磁場の検出は、常に磁石が磁場センサーの近傍に有るか、或いは磁石の有効幅が磁場センサーの範囲内に有る場合に、それぞれ行われる。トリガー信号の発生は、相対的な回転運動のために、好適な磁石が当該のトリガーセンサーに接近するか、或いは磁石とトリガーセンサーが、トリガー範囲内において互いに向かい合う場合に行われる。

【0013】

本発明の別の実施形態では、これらの部品グループは、両方の部品グループが少なくとも1回全回転する形で相対的に回転した場合に、磁場センサーが、第二の磁石の磁場をも検出することが可能であるように構成することもできる。

【0014】

有利には、特に、磁気抵抗(MR)又はホール素子として構成することができる磁場センサーは、極性と関係無く検知する。即ち、この磁場センサーは、当該の磁場の方向と関係無く、磁場に反応する。

【0015】

本発明の有利な実施形態では、トリガーセンサーは、パルスワイヤとリセット磁石を有する。リセット磁石は、そのリセット磁石がパルスワイヤの縦方向の延びと平行な方向成分を持つような方向を向いている。そして、更に、これらの部品グループは、第二の磁石と第三の磁石がトリガー信号としてパルスワイヤから電圧パルスが発生させることが可能である一方、第一の磁石がパルスワイヤからの電圧パルスの発生を抑制するように構成されている。

【0016】

この場合、リセット磁石又はその極性の向きは、そのリセット磁石がパルスワイヤの縦方向の延びと平行な方向成分を持つような方向を向いている。

【0017】

即ち、リセット磁石は、パルスワイヤの縦方向の延びと平行な方向成分を持つような極性の向きを有する。これに関して、ここにおける「方向を向いている」とは、極性の向きに関し、極性の向きとは、磁極間の接続線の方法を表す。

【0018】

本発明の別の実施形態では、パルスワイヤを軸と平行な方向成分を持つ形に配置することができる。それは、第二及び/又は第三の磁石が、ロータリーエンコーダの第二の部品グループの側面側に配置されている場合、特に有利である。そして、この場合、有利には、第二の部品グループは、中央に穴の有る中空軸を備えることができる。

【0019】

しかし、上記と異なり、本発明には、第二及び第三の磁石が半径方向に対して第二の部品グループの方向を向いたロータリーエンコーダも含まれる。この場合、有利には、パルスワイヤが、半径方向を向くようにすることもできる。この場合、同様に、第一の磁石は、半径方向に対して第二の部品グループ上に固定することもできる。

【0020】

有利には、第二の磁石と第三の磁石の極性の向きが、軸と平行な方向成分を持つような方向を向く一方、第一の磁石の極性の向きが、軸と逆並列な方向成分を持つような方向を向いている。即ち、第一の磁石は、第二と第三の磁石と比較して、ほぼ逆の極性に磁化させることができる。更に、リセット磁石と第一の磁石は、それらの極性の向きが平行となるような方向に向けることができる。

【0021】

本発明の有利な改善構成では、ロータリーエンコーダは、それぞれ二つの第一の磁石、二つの第二の磁石及び二つの第三の磁石を有する。この変化形態では、それに対応して、第一、第二及び第三の磁石グループと呼ぶこともできる。有利には、ロータリーエンコーダは、それぞれ四つの第一の磁石、四つの第二の磁石及び四つの第三の磁石を備えること

10

20

30

40

50

ともできる。

【0022】

それ以外に、第二の部品グループの中の一つの部品、例えば、軸が、それぞれちょうど対応する極性の向きを持つ形に局所的に磁化されているように、即ち、その結果別個の磁石が置かれないように、ロータリーエンコーダを構成することもできる。

【0023】

本発明の別の実施形態では、ロータリーエンコーダは、電子回路と不揮発性メモリ素子を備えることができる。この場合、四つの遷移状態と一つの計数状態をメモリ素子内に保存することが可能である。トリガー信号が遅れて発生する場合、メモリ素子からメモリ内容を読み出すことが可能であり、その結果電子回路を用いて、部品グループの互いの相対的な回転方向を決定することが可能であるとともに、電子回路によって、計数パルスを発生させることが可能である。従って、回転方向と計数パルスの発生にもとづき、計数状態の変化をメモリ素子内に保存することが可能である。

10

【0024】

遷移状態とは、磁場センサーの各状態から導き出される、命題論理部の正当性により定義される状態である。様々なタイプの磁石、即ち、第一、第二及び第三の磁石に対応して、様々なタイプの遷移状態を定義することができる。

【0025】

有利には、第三の磁石は、第一の磁石又は第二の磁石の各有効幅よりも大きな有効幅を有する。ここで、有効幅とは、弧の長さ又は角度であると解釈する。有効幅の範囲内において、磁石が磁場センサー又はトリガーセンサーと向き合っている場合に、その磁石は、磁場センサー又はトリガーセンサーの反応、即ち、トリガー信号を引き出すことができる。有効幅の外では、当該の磁石は、磁場センサー又はトリガーセンサーの反応を引き出すことはできない。

20

【0026】

本発明の別の実施形態では、トリガー範囲は、その周縁が磁場センサーの状態の遷移点に対してずれた形で生じるように構成される。ここで、トリガー範囲とは、同様に弧の長さ又は角度であると解釈する。トリガー範囲内において、磁石がトリガーセンサーと向き合っている場合に、その磁石はトリガーセンサーにおいてトリガー信号を発生させることができる。トリガー範囲の外では、当該の磁石は、トリガーセンサーからトリガー信号を発生させることはできない。

30

【0027】

有利には、第二の磁石の有効幅は、そのトリガー範囲と同じ大きさであり、それに代わって、或いはそれに加えて、第三の磁石の有効幅は、そのトリガー範囲と同じ大きさである。

【0028】

本発明の有利な実施形態では、第一の磁石は、第二の磁石に対して、円周方向に第一の角度だけずらして配置され、第二の磁石は、第三の磁石に対して、円周方向に第二の角度だけずらして配置され、これら両方の角度は、異なる大きさである。

【0029】

更に、ロータリーエンコーダは、始点及び終点が重なり合うこと無く1回全回転する形で両方の部品グループが相対的に回転した場合に、 j 個の計数パルスを発生することが可能なように構成することができる。更に、この場合、第一の角度は、 $95^\circ / j \pm 20^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 95^\circ / j \pm 20^\circ / j$ であり、有利には、 $95^\circ / j \pm 10^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 95^\circ / j \pm 10^\circ / j$ である。第二の角度は、 $133^\circ / j \pm 20^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 133^\circ / j \pm 20^\circ / j$ 、特に、 $133^\circ / j \pm 10^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 133^\circ / j \pm 10^\circ / j$ とすることができる。

40

【0030】

本発明の別の実施形態では、トリガーセンサーは、一方の磁場センサーに対して、円周方向に $133^\circ / j \pm 20^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 133^\circ / j \pm 20^\circ / j$ の角度だ

50

け、有利には、 $133^\circ / j \pm 10^\circ / j$ 又は $360^\circ / j - 133^\circ / j \pm 10^\circ / j$ の角度だけずらして配置することができる。更に、磁場センサーは、トリガーセンサーに対して、円周方向に $(38^\circ \pm 10^\circ) / j$ 又は $360^\circ / j - (38^\circ \pm 10^\circ) / j$ の更に別の角度だけずらして配置することができる。

【0031】

更に、本発明には、第一の部品グループと第二の部品グループを有し、これらの部品グループが軸の周りを互いに相対的に回転可能な形に配置されたロータリーエンコーダの動作方法が含まれる。この場合、第一の部品グループは、トリガーセンサー、例えば、リセット磁石を備えたパルスワイヤと、軸に関して、円周方向に対してずらして配置された複数の磁場センサーとを有する。第二の部品グループは、第一の磁石、第二の磁石及び第三の磁石をそれぞれ少なくとも一つ有する。更に、これらの部品グループは、両方の部品グループが少なくとも1回全回転する形で相対的に回転した場合に、磁場センサーが、第一の磁石と第三の磁石の磁場を検出するように構成される。更に、第二の磁石と第三の磁石が、トリガーセンサーからトリガー信号を発生させる、例えば、パルスワイヤから電圧パルスが発生させる一方、第一の磁石が、トリガーセンサーによるトリガー信号の発生を抑制している。

10

【0032】

本発明による方法の別の実施形態では、先ずは四つの遷移状態と一つの計数状態を不揮発性メモリ素子内に保存する。電圧パルス又はトリガー信号が遅れて発生する場合、これらのメモリ内容、特に、遷移状態をメモリ素子から読み出す。その後、それ（メモリ内容）にもとづき、電子回路を用いて、部品グループの互いの相対的な回転方向を決定する。それに続いて、電子回路内に計数パルスが発生させて、回転方向と計数パルスにもとづき、計数状態の変化をメモリ素子内に保存する。

20

【0033】

有利には、両方の部品グループが互いに1回転すると、即ち、始点と終点が重なり合うこと無く、つまり開始位置に到達する直前に終了する形で1回転すると、二つの計数パルスが発生させる。

【0034】

まさにロータリーエンコーダの緊急動作において本発明を使用するには、電圧パルスのエネルギー量を計数パルスの発生と不揮発性メモリ素子への計数状態の保存のために使用するのが有利である。有利には、この関連において、強磁性のクリスタルをベースとして構成されたメモリ素子を使用することができる。そのようなメモリ素子は、比較的少ない電気エネルギーしか必要とせず、多くの場合 F e R A M 又は F R A M と呼ばれている。それに代わって、そのような目的のために、所謂 M R A M を用いることもできる。如何なる場合でも、任意の頻度で書き込むことが可能なメモリ素子を使用するのが特に有利である。

30

【0035】

それに代わって、或いはそれに加えて、電源、例えば、バッテリーを起動するために、パルスワイヤの電圧パルスを使用することもできる。

【0036】

本発明の有利な実施構成は、従属請求項に記載されている。

40

【0037】

本発明によるロータリーエンコーダ及び方法の更なる詳細及び利点は、以下における添付図面にもとづく実施例の記述から明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

図1には、第一の実施例によるロータリーエンコーダの一部が図示されている。この実施例では、ロータリーエンコーダは、固定子1としての役割を果たす第一の部品グループを備えている。第二の部品グループとしては、回転子2が、軸Aの周りを固定子1に対して回転可能な形に配置されている。

50

【 0 0 3 9 】

固定子 1 は、トリガーセンサーとして、パルスワイヤ 1 . 1 又はウィーグランドセンサーを有する。固定子は、外殻部としての磁氣的に硬い金属とコア部としての磁氣的に柔らかい金属の特殊な合金から構成されている。外部磁場が所定の磁界の強さを上回ると直ぐに、コア部が急激な磁化反転を起こし、それによって、パルスワイヤ 1 . 1 のコイル内に電圧パルスが誘導されるか、或いはパルスワイヤ 1 . 1 が電圧パルスを発生する。

【 0 0 4 0 】

パルスワイヤ 1 . 1 の縦方向の延びと平行に、リセット磁石 1 . 2 が配置されている。この場合、リセット磁石 1 . 2 の大きさは、相応の極性の外部磁場がパルスワイヤ 1 . 1 から再び取り除かれると直ぐに、リセット磁石 1 . 2 の存在によって、パルスワイヤ 1 . 1 のリセットが起動されるような大きさである。

10

【 0 0 4 1 】

更に、固定子 1 は、MR (磁気抵抗) 素子 1 . 3 , 1 . 4 として構成された二つの磁場センサーを有する。これらの MR 素子 1 . 3 , 1 . 4 は、極性と関係無く検知する、即ち、これらの磁場センサーは、磁場の方向と関係無く、磁場に反応する。

【 0 0 4 2 】

MR 素子 1 . 3 , 1 . 4 の各状態 S 1 . 3 , S 1 . 4 は、回路、ここでは ASIC モジュール 1 . 5 に供給されて、それによって評価される。ASIC モジュール 1 . 5 は、回転してずれない形で固定子と接続された基板 1 . 7 上に搭載されている。更に、基板 1 . 7 上には、特に、図示されている実施例で F e R A M 1 . 6 として構成された不揮発性メモリ素子が有る。

20

【 0 0 4 3 】

実施例によるロータリーエンコーダは、標準動作において、光学式原理にもとづき動作する。その理由から、固定子 1 には、特に、光源と光検出器を備えた光電式センサーユニット 1 . 8 が配置されている。

【 0 0 4 4 】

標準動作では、回転してずれない形で回転子 2 の中空軸 2 . 7 と接続され、そのため固定子 1 に対して相対的に回転することが可能な目盛ディスク 2 . 8 を光電式センサーユニット 1 . 8 によって反射光方式で走査して、固定子 1 と回転子 2 の間の正確な相対的角度位置を求めることができる。中空軸 2 . 7 は、ロータリーエンコーダによって回転運動を検出すべきモーター軸を回転してずれない形で収容する役割を果たしている。

30

【 0 0 4 5 】

回転子 2 は、目盛ディスク 2 . 8 の他に、複数の磁石を有し、これらの磁石は、その機能に応じて、三つのグループに分けることができる。第一のグループは、二つの受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 である (図 2 a ~ 2 c も参照) 。これらの受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 は、軸 A と平行に回転子 2 の側面側に固定されており、それらの磁極は、軸 A に関してずらして配置されている、或いは磁極の接続線は、軸 A と平行の方向を向いている。この場合、受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 の N 極は、図 1 では上側に配置されており、それは、リセット磁石 1 . 2 でも同様である。そのため、リセット磁石 1 . 2 と受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 は、それらの極性の向きが平行となるような方向を向いている。

40

【 0 0 4 6 】

磁石の第二のグループとしては、所謂計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 が回転子 2 上に有る。更に、磁石の第三のグループとして、補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 が回転子 2 上に固定されている。計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 と補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 の極性の向きは、同じであり、受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 とは磁氣的に逆並列である、或いは極性の向きが逆である。計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 と補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 は、それらの極性の向きに応じて、パルスワイヤ 1 . 1 から電圧パルスを発生させることが可能である一方、受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 は、その極性の向きが、リセット磁石 1 . 2 によってリセットされたパルスワイヤ 1 . 1 を活性化させて、パルスワイヤが電圧パルスを発生するのに適していないので、パルスワイヤ 1 . 1 からの電圧パルスの発生を抑制している。

50

【 0 0 4 7 】

他方、極性と関係無く検知するMR素子1.3, 1.4が、受動的な磁石2.1, 2.4、計数磁石2.2, 2.5及び補助磁石2.3, 2.6の磁場を全て検出することが可能である。言い換えると、これらの磁場は、MR素子1.3, 1.4の状態S1.3, S1.4を変化させることが可能である。

【 0 0 4 8 】

ここで、ロータリーエンコーダは、例えば、電流の欠落により、標準動作から逸脱していると看做された場合、自動的に緊急動作モードに移行する。この緊急動作モードでは、標準動作が再開した場合に、緊急動作モードで行われた回転回数を考慮して、中空軸2.7の正確な回転位置を直ぐに求めることができるように、個々の回転回数を計数して、保存することだけが重要である。ここで示している実施例では、緊急動作モードにおいて、中空軸2.7が1回転する毎に二つの計数パルスが発生し、その結果この場合擬似的に半回転を計数していることとなる。

10

【 0 0 4 9 】

図2a~2c及び表1~3にもとづき、緊急動作モードにおけるロータリーエンコーダの動作手法を説明する。この場合、回転子2が、固定子1に対して相対的に絶えず反時計回りに回転していることを出発点とする。図2a~2cの図面は、ほぼ図1の断面図に対応しており、上から見た断面図である。それに対応して、計数磁石2.2, 2.5と補助磁石2.3, 2.6のS極は、図の面内に有る一方、受動的な磁石2.1, 2.4では、N極が図の面内に有る。

20

【 0 0 5 0 】

図2aでは、回転子2が、角度 $\theta = 0^\circ$ の第一の回転位置で図示されており、その位置では、補助磁石2.6がパルスワイヤ1.1の近傍に有り、補助磁石2.6が近いこととその極性の向きによって、パルスワイヤ1.1から電圧パルスが発生している。以下において、この事象には、序数1を割り当てる、即ち、本発明による定義にもとづき、図2aでは、第一の電圧パルスが発生しており、そのため通しの係数nを1に設定する。更に、図2aの回転位置では、受動的な磁石2.1が第二の磁場センサー1.4と向き合う一方、第一の磁場センサー1.3が磁場を検出していない。磁場センサー1.3, 1.4は、極性と関係無く検知するので、基本的に受動的な磁石2.1, 2.4の磁場にも反応する。従って、ここに示している回転位置では、磁場センサー1.4は、次の通り信号を供給

30

【 0 0 5 1 】

$S1.3_n = S1.3_1 = 0$ 及び $S1.4_n = S1.4_1 = 1$

回転子2が角度 $\theta = 0^\circ$ の回転位置に到達した後では、計数パルスPは発生せず、その結果次の通りとなる。

【 0 0 5 2 】

$P_1 = 0$

更に、所謂補助磁石の遷移状態 $F1_n$, $F2_n$ の値は、次の通り設定される。

【 0 0 5 3 】

$F1_1 = 0$ 及び $F2_1 = 1$

更に、所謂計数磁石の遷移状態 $Z1_n$, $Z2_n$ は、次の値を取る。

40

【 0 0 5 4 】

$Z1_1 = 0$ 及び $Z2_1 = 1$

計数パルス P_1 、補助磁石の遷移状態 $F1_n$, $F2_n$ 及び計数磁石の遷移状態 $Z1_n$, $Z2_n$ に関する値は、以下において更に詳しく説明する通り、その前の状態 $n-1$ から得られる。

【 0 0 5 5 】

$F1_1$, $F2_1$, $Z1_1$, $Z2_1$ の値は、ASICモジュール1.5内で演算されて、次にFeRAMメモリ素子1.6内に保存される。位置 $n=1$ ($\theta = 0^\circ$) において、計数パルスの状態 $P_1 = 0$ であるので、計数状態は、メモリ素子内で変化しないままである

50

。F e R A Mメモリ素子 1 . 6 への保存を含むプロセス全体に関して、外部から電気エネルギーは供給されていない。ここで、電圧パルスのエネルギー量は、電子部品への電源供給のために使用され、その結果ロータリーエンコーダは、緊急動作において、エネルギーを自給する形で動作することとなる。異なるタイプの磁石、即ち、ここでは計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 と補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 に対応して、異なるタイプの遷移状態、ここでは計数磁石の遷移状態 $Z 1_n$, $Z 2_n$ と補助磁石の遷移状態 $F 1_n$, $F 2_n$ を定義することができる。

【 0 0 5 6 】

ここで、回転子 2 が反時計回りに更に回転すると、補助磁石 2 . 6 は、パルスワイヤ 1 . 1 から遠ざかり、その占有域は、リセット磁石 1 . 2 によって完全にリセットされ、その結果その次の電圧パルスの発生は、基本的に計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 の一方又は補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 の一方によってのみ可能となる。

【 0 0 5 7 】

図 2 b には、そのような場合が図示されており、ここでは、回転子 2 が、図 2 a の回転位置に対して約 60° 回転している。極性の向きが補助磁石 2 . 6 の極性の向きと平行の方向を向いている計数磁石 2 . 5 が、パルスワイヤ 1 . 1 から第二の電圧パルスを発生させ、その結果即ち、 $n = 2$ と設定することができる。ここで、それに対応して、A S I Cモジュール 1 . 5 において、再び論理的な照会が開始される。ここで、二つの磁場センサー 1 . 3 , 1 . 4 が、補助磁石 2 . 6 と向き合っているので、磁場センサー 1 . 3 と磁場センサー 1 . 4 は、次の状態に設定される。

【 0 0 5 8 】

$S 1 . 3_2 = 1$ 及び $S 1 . 4_2 = 1$

先ずは、表 3 を用いて、計数パルスを発生させなければならないか否か、並びにこの状態において、回転方向の決定が可能か否かを調べることができる。磁場センサー 1 . 3 , 1 . 4 の状態 $S 1 . 3_2 = 1$ 及び $S 1 . 4_2 = 1$ が分かり、更に、 $Z 1_1 = 0$, $Z 2_1 = 1$ 及び $F 1_1 = 0$, $F 2_1 = 1$ が分かった後では、 $P_2 = 1$ が得られる。即ち、ここに示している例では、表 3 の下から 11 番目の行が当てはまり、その結果即ち、回転子 2 が反時計回りに回転しており（欄 R = c c w : 反時計回り）、計数パルスを発生させなければならない（欄 P = 1）ことが一義的に決定される。計数パルスは、A S I Cモジュール 1 . 5 内で係数回路に転送される。それに続いて、その時点の計数状態が、A S I Cモジュール 1 . 5 から F e R A Mメモリ素子 1 . 6 に転送されて、そこに保存される。

【 0 0 5 9 】

その他、条件 $P = 1$ の場合、決定された回転方向に対応して、計数状態を 1 つの増分だけ増大又は減少する。

【 0 0 6 0 】

ここで、 $P_2 = 1$ であることが分かると、電圧パルスの次の発生事象を処理するために、表 1 から、補助磁石の遷移状態 $F 1_2$, $F 2_2$ に関するその時点の値を算出することができる（楕円で協調した部分を参照）。

【 0 0 6 1 】

$P_2 = 1$; $S 1 . 3_2 = 1$, $S 1 . 4_2 = 1$; $F 1_1 = 0$, $F 2_1 = 1$ \Rightarrow $F 1_2 = 0$, $F 2_2 = 0$

同様に、表 2 を用いて、計数磁石の遷移状態 $Z 1_2$, $Z 2_2$ のその時点の値を決定することができる（楕円で協調した部分を参照）。

【 0 0 6 2 】

$S 1 . 3_2 = 1$, $S 1 . 4_2 = 1$; $Z 1_1 = 0$, $Z 2_1 = 1$ \Rightarrow $Z 1_2 = 0$, $Z 2_2 = 1$

全体として一般的に、全ての回転位置及び回転方向に関して、A S I Cモジュール 1 . 5 において、命題論理部による制御にもとづき、次の条件を調べることによって、 $F 1_n$, $F 2_n$, $Z 1_n$, $Z 2_n$ の値の決定が行われる。

【 0 0 6 3 】

【数 1】

$$F1_n = (\text{inv}P \wedge F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (\text{inv}S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (\text{inv}P \wedge \text{inv}S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge F1_{n-1})$$

$$F2_n = (\text{inv}P \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge F2_{n-1}) \vee (\text{inv}S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (\text{inv}P \wedge \text{inv}S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge F2_{n-1})$$

$$Z1_n = (S1.3_n \wedge \text{inv} S1.4_n) \vee (\text{inv} S1.3_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv} Z2_{n-1})$$

$$Z2_n = (S1.3_n \wedge S1.4_n) \vee (\text{inv}S1.3_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \wedge Z2_{n-1})$$

10

$$\begin{aligned} \text{cw} = & (S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \wedge Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \\ & \wedge Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \wedge Z2_{n-1} \wedge F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee \\ & (S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \wedge F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (\text{inv}S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \\ & \wedge Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge \text{inv}S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge F2_{n-1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ccw} = & (S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \wedge Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \\ & \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \\ & \wedge S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \wedge F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (\text{inv}S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge Z1_{n-1} \wedge \text{inv}Z2_{n-1} \\ & \wedge \text{inv}F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \vee (S1.3_n \wedge S1.4_n \wedge \text{inv}Z1_{n-1} \wedge Z2_{n-1} \wedge F1_{n-1} \wedge \text{inv}F2_{n-1}) \end{aligned}$$

20

$$P = \text{ccw} \vee \text{cw}$$

回転子 2 が、反時計回りに更に回転すると、先ずは受動的な磁石 2 . 4 がパルスワイヤ 1 . 1 を通過する。しかし、受動的な磁石 2 . 4 は、計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 及び補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 と逆並列に磁化されているので、電圧パルスを発生させない。電圧パルスが発生しないと、論理的な照会が開始されず、F e R A M メモリ素子 1 . 6 内に既に保存されている値は変わらないままである。

【 0 0 6 4 】

30

= 180° の図 2 c による回転位置で初めて、次の電圧パルスが発生し、その結果ここで $n = 3$ となる。そこで、A S I C モジュール 1 . 5 の論理部が、磁場センサー 1 . 3 , 1 . 4 のその時点の状態を照会し、その場合 $n = 3$ において、次の通りとなる。

【 0 0 6 5 】

$$S1.3_3 = 0, S1.4_3 = 1$$

ここで、先ずは再び表 3 にもとづき、計数パルスを発生させるか否かを調べる、即ち、 P_3 に関する値を決定する。

【 0 0 6 6 】

$Z1_2 = 0$, $Z2_2 = 1$ 及び $F1_2 = 0$, $F2_2 = 0$ であるので、命題論理部の条件にもとづき、或いは表 3 から、次の通りとなる。

40

【 0 0 6 7 】

$$P_3 = 0$$

それに対応して、計数パルスは発生されず、そのためこの場合回転方向の問い合わせは無用となる。従って、F e R A M メモリ素子 1 . 6 内の計数状態は、変わらないままである。

【 0 0 6 8 】

それに続いて、表 1 にもとづき、次の通り設定される。

【 0 0 6 9 】

$$F1_3 = 0, F2_3 = 1$$

最終的に、表 2 を用いて、次の通り決定される。

50

【 0 0 7 0 】

$Z 1_3 = 0, Z 2_3 = 1$

即ち、F e R A Mメモリ素子 1 . 6 は、 $F 1_n, F 2_n, Z 1_n, Z 2_n$ 及びその時点の状態を保存していることとなる。

【 0 0 7 1 】

ここに示している実施例では、絶えず一様な動きを観測している。ロータリーエンコーダの使用開始時において、既に計数磁石の遷移状態 $Z 1_{n-1}, Z 2_{n-1}$ 及び補助磁石の遷移状態 $F 1_{n-1}, F 2_{n-1}$ に関する好適な値が利用可能であるように、F e R A Mメモリ素子 1 . 6 内には、スタート値として相応のデフォルト値が保存されている。

【 0 0 7 2 】

本発明によるロータリーエンコーダの動作方法によって、回転方向が変わるか、或いは周期的な運動が中空軸 2 . 7 に起こった場合でも、回転回数の一義的な計数を行うことができる。

【 0 0 7 3 】

ここで、ロータリーエンコーダを前述の通り構成するとともに、特殊な評価論理部を使用することによって、緊急動作時にエネルギーを自給する形で動作することができるとともに、一つのパルスワイヤ 1 . 1 だけを配備することができるロータリーエンコーダを実現することが可能である。そのようなパルスワイヤ 1 . 1 は、比較的高価であり、そのため本発明によって、安価な構造を実現することが可能となるので、そのことは大きな利点である。

【 0 0 7 4 】

図 3 a ~ 3 c には、基本的に、受動的な磁石 2 . 1, 2 . 4、計数磁石 2 . 2, 2 . 5、補助磁石 2 . 3, 2 . 6 及びパルスワイヤ 1 . 1 の互いの相対的な配置が異なるという点が第一の例と相違する第二の実施例が図示されている。この手法では、寸法公差、例えば、製造誤差に対する装置の堅牢性が向上している。以下における角度の数値内容は、それぞれ小数点以下一位に丸められている。図 3 a では、受動的な磁石 2 . 1, 2 . 4 が、それぞれ隣接する計数磁石 2 . 2, 2 . 5 に対して、円周方向に 47.4° の角度 だけずらして配置されている。角度 を決定する場合、それぞれ各磁石の中心線を基準とする。計数磁石 2 . 2, 2 . 5 は、それぞれ隣接する補助磁石 2 . 3, 2 . 6 に対して、円周方向に 66.3° の角度 だけずらして配置されている。更に、補助磁石 2 . 3, 2 . 6 も、それぞれ隣接する受動的な磁石 2 . 1, 2 . 4 に対して、円周方向に 66.3° の角度 だけずらして配置されている。

【 0 0 7 5 】

図 3 b では、パルスワイヤ 1 . 1 は、一方の M R 素子 1 . 3 に対して、円周方向に 66.3° の角度 だけずらして配置されている。当該の M R 素子 1 . 3 とパルスワイヤ 1 . 1 の間には、一方の M R 素子 1 . 3 に対して、 18.9° の角度 だけずらして配置された他方の M R 素子 1 . 4 が有る。

【 0 0 7 6 】

図 3 a と 3 c では、受動的な磁石 2 . 1, 2 . 4、計数磁石 2 . 2, 2 . 5 及び補助磁石 2 . 3, 2 . 6 が、有効幅 2 . 1, 2 . 4, 2 . 2, 2 . 5, 2 . 3, 2 . 6 を有する。ここに示している実施例では、有効幅 2 . 1, 2 . 4, 2 . 2, 2 . 5 が 18.9° である一方、補助磁石 2 . 3, 2 . 6 の有効幅 2 . 3, 2 . 6 が 37.9° である。組み上がった状態において、回転子 2 と固定子 1 の間には、大きさ G の空隙が有る。

【 0 0 7 7 】

回転子 2 の回転によって、M R 素子 1 . 3, 1 . 4 の中心線が、有効幅 2 . 1, 2 . 4, 2 . 2, 2 . 5, 2 . 3, 2 . 6 の中の一つと半径方向に一直線に並んだ場合、直ぐに当該の M R 素子 1 . 3, 1 . 4 が反応する。

【 0 0 7 8 】

パルスワイヤ 1 . 1、計数磁石 2 . 2, 2 . 5 及び補助磁石 2 . 3, 2 . 6 に関して、

10

20

30

40

50

トリガー範囲 $T_{2.2}$, $T_{2.5}$, $T_{2.3}$, $T_{2.6}$ を定義することができ (図 4) 、トリガー範囲内では、パルスワイヤ 1.1 から電圧パルスが発生させることが可能である。特に、トリガー範囲 $T_{2.2}$, $T_{2.5}$, $T_{2.3}$, $T_{2.6}$ の周縁部において、回転方向に応じて、電圧パルスが発生する。ここに示している実施例では、ロータリーエンコーダは、トリガー範囲 $T_{2.2}$, $T_{2.5}$, $T_{2.3}$, $T_{2.6}$ がそれに対応する有効幅 2.2 , 2.5 , 2.3 , 2.6 と精確に同じ大きさとなるように構成されている。

【0079】

図 3 c には、ロータリーエンコーダの断面が図示されており、回転子 2 は、時計回りに動いており、そのため計数磁石 2.2 の磁場が、ちょうど一つの電圧パルスをパルスワイヤ 1.1 に発生させている。この瞬間的な図面では、MR 素子 1.3 は、それが有効幅 2.3 内に有るため、ちょうど状態 1 となっている。それに対して、MR 素子 1.4 は、状態 0 に有る。図 4 には、MR 素子 1.3 , 1.4 の状態とトリガー状態に応じた回転子 2 の回転位置が、電圧パルスにもとづき図示されている。従って、図 3 c による回転位置を図 4 の角度値 71.1° に対応付けることができる。

【0080】

このような受動的な磁石 2.1 , 2.4 、計数磁石 2.2 , 2.5 及び補助磁石 2.3 , 2.6 の特別な配置、並びに MR 素子 1.3 , 1.4 及びパルスワイヤ 1.1 の特別な配置によって、電圧パルスの遷移点に関して、それぞれ信号 $S_{1.3}$ と $S_{1.4}$ の遷移点間の間隔がちょうど $\pm 4.7^{\circ}$ となっている。従って、ロータリーエンコーダは、それに対応して $\pm 4.7^{\circ}$ までの偏差を許容するので、回転方向の検知に関する極めて高い確度
20
が得られる。同じ考察が、回転角度の検知を行うその他の範囲に対しても当てはまる。

【0081】

この実施例では、本発明を簡単に説明するために、受動的な磁石 2.1 , 2.4 、計数磁石 2.2 , 2.5 及び補助磁石 2.3 , 2.6 がそれぞれ二つ有るロータリーエンコーダを想定した。しかし、本発明には、受動的な磁石 2.1 , 2.4 、計数磁石 2.2 , 2.5 及び補助磁石 2.3 , 2.6 がそれぞれ二つより多く有るロータリーエンコーダも含まれる。特に、受動的な磁石 2.1 , 2.4 、計数磁石 2.2 , 2.5 及び補助磁石 2.3 , 2.6 をそれぞれ四つ配置するのが有利であることが分かっている。

【0082】

10

20

30

【表 1】

表1

補助磁石の遷移状態の決定用						
P	S1.3 _n	S1.4 _n	F1 _{n-1}	F2 _{n-1}	F1 _n	F2 _n
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0	0

P 計数パルス

n パルスワイヤから発生した電圧パルスの数

S1.3 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 3の状態

S1.4 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 4の状態

F1_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第一の値F2_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第二の値F1_n n番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第一の値F2_n n番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第二の値

【 0 0 8 3 】

【表 2】

表2

計数磁石の遷移状態の決定用					
S1.3 _n	S1.4 _n	Z1 _{n-1}	Z2 _{n-1}	Z1 _n	Z2 _n
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1

10

20

n パルスワイヤから発生した電圧パルスの数

S1.3 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 3の状態

S1.4 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 4の状態

Z1_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第一の値

Z2_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第二の値

Z1_n n番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第一の値

Z2_n n番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第二の値

30

【 0 0 8 4 】

【表 3】

表3

S1.3 _n	S1.4 _n	Z1 _{n-1}	Z2 _{n-1}	F1 _{n-1}	F2 _{n-1}	R	P
0	0	0	0	0	0	/	/
0	0	0	0	0	1	/	/
0	0	0	0	1	0	/	/
0	0	0	0	1	1	/	/
0	0	0	1	0	0	CW	1
0	0	0	1	0	1	/	0
0	0	0	1	1	0	/	0
0	0	0	1	1	1	/	/
0	0	1	0	0	0	/	0
0	0	1	0	0	1	/	0
0	0	1	0	1	0	/	0
0	0	1	0	1	1	/	/
0	0	1	1	0	0	/	/
0	0	1	1	0	1	/	/
0	0	1	1	1	0	/	/
0	0	1	1	1	1	/	/
0	1	0	0	0	0	/	/
0	1	0	0	0	1	/	/
0	1	0	0	1	0	/	/
0	1	0	0	1	1	/	/
0	1	0	1	0	0	/	0
0	1	0	1	0	1	/	0
0	1	0	1	1	0	/	0
0	1	0	1	1	1	/	/
0	1	1	0	0	0	CCW	1
0	1	1	0	0	1	/	0
0	1	1	0	1	0	/	0
0	1	1	0	1	1	/	/
0	1	1	1	0	0	/	/
0	1	1	1	1	1	/	/
0	1	1	1	1	0	/	/
0	1	1	1	1	1	/	/
1	0	0	0	0	0	/	/
1	0	0	0	0	1	/	/
1	0	0	0	1	0	/	/
1	0	0	0	1	1	/	/
1	0	0	1	0	0	CW	1
1	0	0	1	0	1	CW	1
1	0	0	1	1	0	CW	1
1	0	0	1	1	1	/	/
1	0	1	0	0	0	/	0
1	0	1	0	0	1	CW	1
1	0	1	0	1	0	CW	1
1	0	1	0	1	1	/	/
1	0	1	1	0	0	/	/

10

20

30

40

S1.3 _n	S1.4 _n	Z1 _{n-1}	Z2 _{n-1}	F1 _{n-1}	F2 _{n-1}	R	P
1	0	1	1	0	1	/	/
1	0	1	1	1	0	/	/
1	0	1	1	1	1	/	/
1	1	0	0	0	0	/	/
1	1	0	0	0	1	/	/
1	1	0	0	1	0	/	/
1	1	0	0	1	1	/	/
1	1	0	1	0	0	/	0
1	1	0	1	0	1	CCW	1
1	1	0	1	1	0	CCW	1
1	1	0	1	1	1	/	/
1	1	1	0	0	0	CCW	1
1	1	1	0	0	1	CCW	1
1	1	1	0	1	0	CCW	1
1	1	1	0	1	1	/	/
1	1	1	1	0	0	/	/
1	1	1	1	0	1	/	/
1	1	1	1	1	0	/	/
1	1	1	1	1	1	/	/

10

n パルスワイヤから発生した電圧パルスの数

20

S1.3 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 3の状態

S1.4 n番目の電圧パルスにおける磁場センサー1. 4の状態

F1_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第一の値

F2_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける補助磁石の遷移状態の第二の値

Z1_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第一の値

Z2_{n-1} n-1番目の電圧パルスにおける計数磁石の遷移状態の第二の値

R 回転方向 (cw 時計回り; ccw 反時計回り)

30

P 計数パルス

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】第一の実施例によるロータリーエンコーダの部分側面図

【図2a】第一の回転位置における第一の実施例によるロータリーエンコーダの部分横断面図

【図2b】第二の回転位置における第一の実施例によるロータリーエンコーダの部分横断面図

【図2c】第三の回転位置における第一の実施例によるロータリーエンコーダの部分横断面図

40

【図3a】第二の実施例によるロータリーエンコーダの部分側面図

【図3b】第二の実施例によるロータリーエンコーダの部分側面図

【図3c】第二の実施例によるロータリーエンコーダの部分側面図

【図4】磁場センサーとパルスワイヤの信号フロー図

【符号の説明】

【0086】

1 固定子

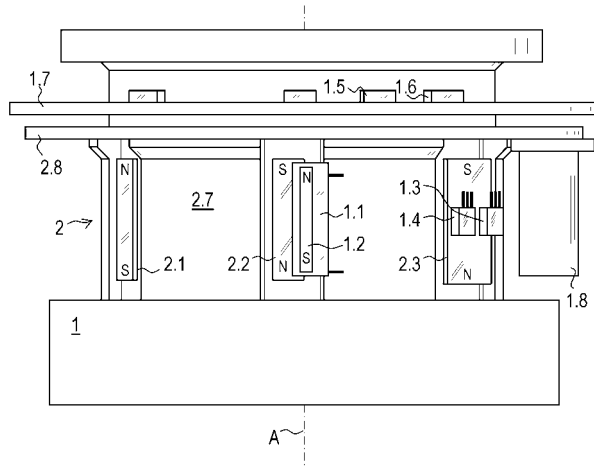
1. 1 パルスワイヤ

1. 2 リセット磁石

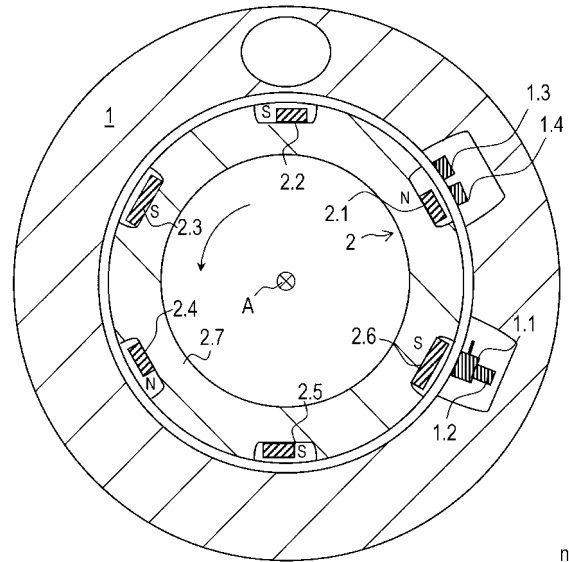
50

1 . 3 , 1 . 4	磁気抵抗 (M R) 素子	
1 . 5	A S I C モジュール	
1 . 6	F e R A M メモリ素子 (不揮発性メモリ素子)	
1 . 7	基板	
1 . 8	光電式センサーユニット	
2	回転子	
2 . 1 , 2 . 4	受動的な磁石 (第一の磁石)	
2 . 2 , 2 . 5	計数磁石 (第二の磁石)	
2 . 3 , 2 . 6	補助磁石 (第三の磁石)	
2 . 7	中空軸	10
2 . 8	目盛ディスク	
c w	時計回り	
c c w	反時計回り	
A	回転軸	
G	空隙の大きさ	
N	N 極	
S	S 極	
S 1 . 3 , S 1 . 4	M R 素子 1 . 3 , 1 . 4 の状態	
T 2 . 2 , T 2 . 5	第二の磁石 2 . 2 , 2 . 5 のトリガー範囲	
T 2 . 3 , T 2 . 6	第三の磁石 2 . 3 , 2 . 6 のトリガー範囲	20
	パルスワイヤ 1 . 1 と M R 素子 1 . 3 の間の角度	
	受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 と補助磁石 2 . 3 , 2 . 6 の間の角度	
	受動的な磁石 2 . 1 , 2 . 4 と計数磁石 2 . 2 , 2 . 5 の間の角度	
2 . 1 , 2 . 4	第一の磁石 2 . 1 , 2 . 4 の有効幅	
2 . 2 , 2 . 5	第二の磁石 2 . 2 , 2 . 5 の有効幅	
2 . 3 , 2 . 6	第三の磁石 2 . 3 , 2 . 6 の有効幅	
	M R 素子 1 . 3 と M R 素子 1 . 4 の間の角度	

【図 1】

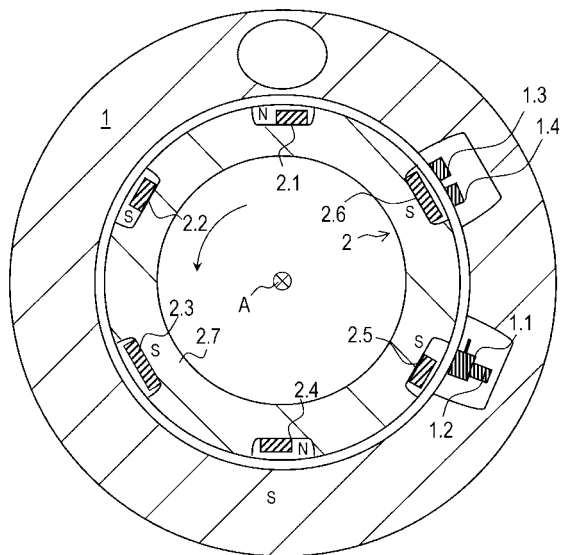


【図 2 a】



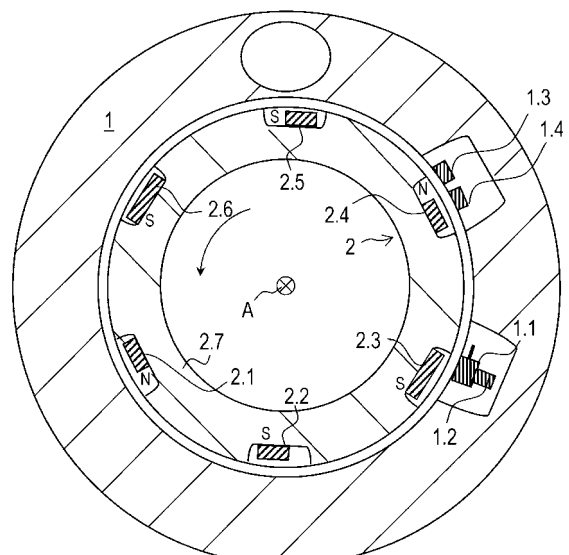
$n = 1$
 $v = 0^\circ$
 $S1.3_1 = 0$
 $S1.4_1 = 1$

【図 2 b】



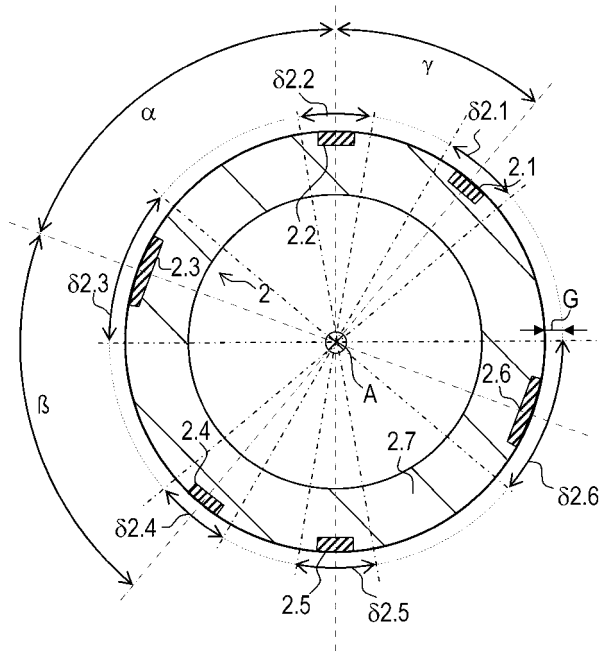
$n = 2$
 $v \approx 60^\circ$
 $S1.3_2 = 1$
 $S1.4_2 = 1$

【図 2 c】

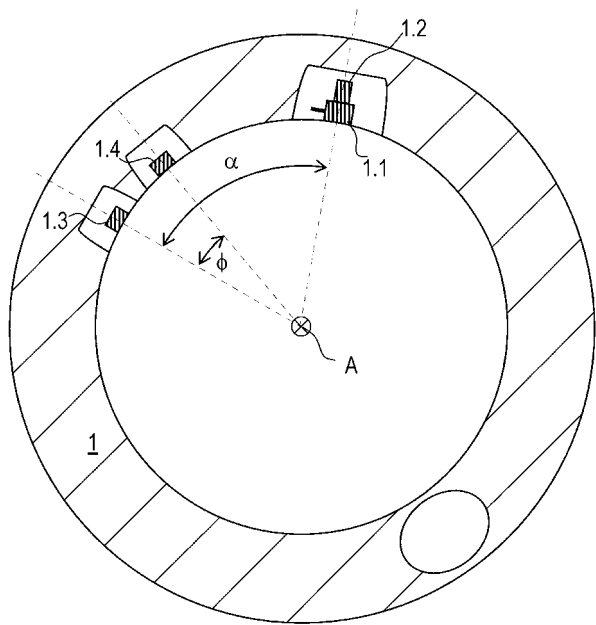


$n = 3$
 $v \approx 180^\circ$
 $S1.3_3 = 0$
 $S1.4_3 = 1$

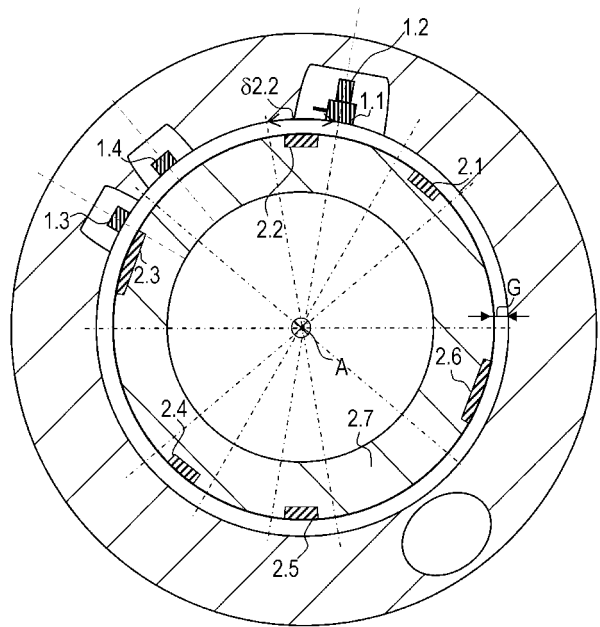
【図 3 a】



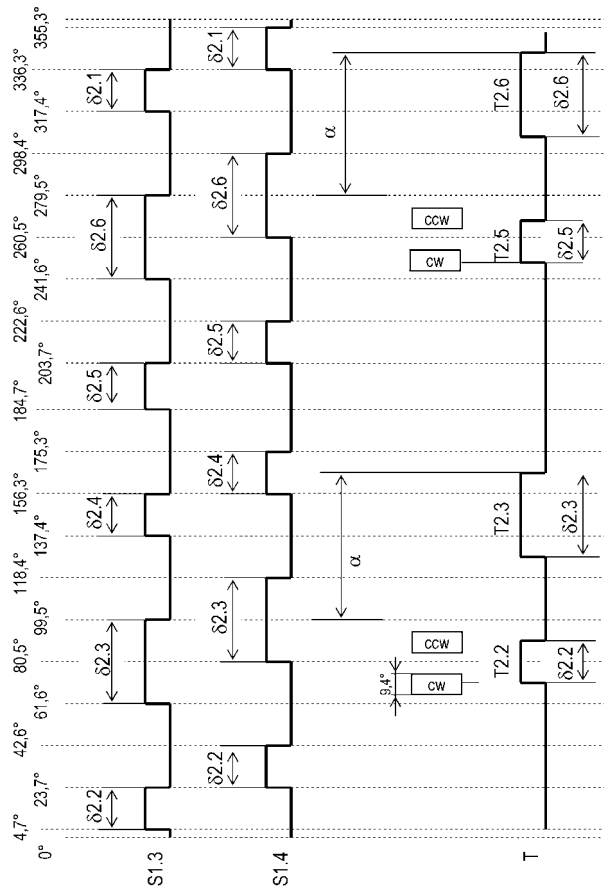
【図 3 b】



【図 3 c】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ペーター・フィッシャー

ドイツ連邦共和国、8 3 2 5 3 リムスティング、グライムハーティング、3 4

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 米国特許第6 0 8 4 4 0 0 (U S , A)

欧州特許出願公開第1 6 0 7 7 2 0 (E P , A 2)

特開平6 - 1 3 5 0 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 D 5 / 0 0 - 5 / 2 5 2

G 0 1 D 5 / 3 9 - 5 / 6 2

G 0 1 B 7 / 0 0 - 7 / 3 4