

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6301970号  
(P6301970)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/245 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/245 1 1 O L

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-560631 (P2015-560631)
(86) (22) 出願日	平成26年2月28日(2014.2.28)
(65) 公表番号	特表2016-509232 (P2016-509232A)
(43) 公表日	平成28年3月24日(2016.3.24)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2014/053962
(87) 國際公開番号	W02014/135453
(87) 國際公開日	平成26年9月12日(2014.9.12)
審査請求日	平成28年4月8日(2016.4.8)
(31) 優先権主張番号	102013102179.4
(32) 優先日	平成25年3月5日(2013.3.5)
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)
(31) 優先権主張番号	102013103445.4
(32) 優先日	平成25年4月5日(2013.4.5)
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)

(73) 特許権者	506076606 アバゴ・テクノロジーズ・ジェネラル・アイピー(シンガポール)プライベート・リミテッド シンガポール国シンガポール768923, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー1
(74) 代理人	100087642 弁理士 古谷 聰
(74) 代理人	100121061 弁理士 西山 清春
(72) 発明者	ウォルター メーナルト ドイツ国, 85521 オトブラン, グリルパルツェル ストラッセ 6

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気リニアまたはロータリエンコーダ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

可動体の移動範囲をモニタリングするための磁気リニアまたはロータリエンコーダ(1, 1')であって、

モニターされる動きを再現するための励磁ユニット(8, 8')であって、相互に直径方向に対向して配置された少なくとも2つの一次永久磁石(16, 17; 43, 44, 45, 46)を有し、前記少なくとも2つの一次永久磁石は、強磁性ヨーク体(9, 9')上に各々の磁極のそれぞれの1つが配置されて、強磁性ヨーク体(9, 9')によって磁気的に接続されており、自由な内側に向かった異なる磁極の間に、それらを接続する測定フィールドの空間を形成する、励磁ユニット(8, 8')と、

前記可動体の位置値を求める働きをする、固定して配置されている高分解能センサユニット(29; 29')と、

前記高分解能センサユニット(29)の信号を数値化する、データメモリを備えた電子処理手段とを含み、

前記励磁ユニット(8, 8)と共に移動する強磁性偏向体(18, 18')が設けられ、前記強磁性偏向体(18, 18')は、前記一次永久磁石(16, 17; 43, 44, 45, 46)が発生する磁界の磁力線の少なくとも一部を、前記一次永久磁石(16, 17; 43, 44, 45, 46)の磁化ベクトルに垂直な方向に偏向し、

前記高分解能センサユニット(29)が2つ以上の磁界センサ(25, 26, 27, 28)を含み、前記磁界センサ(25, 26, 27, 28)は、垂直成分を備えた、前記偏向体(18, 18')によって

10

20

偏向させられた磁力線が通過するように配置され、

少なくとも前記ヨーク体(9,9')が、熱処理された強磁性材料を含み、

前記偏向体(18,18')も、熱処理された強磁性材料を含み、

前記高分解能センサユニット(29;29')が、如何なる強磁性成分も含まない、磁気リニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項2】

前記高分解能センサユニット(29;29')は、少なくとも3つのホールプローブを有するIC(24)の形態である、請求項1に記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項3】

前記モニターされる動きの範囲が二または二より多い測定セグメントに分割され、横断(traversed)した測定セグメントをカウントするためのカウントセンサユニット(30)を含み、前記カウントセンサユニット(30)は、更なる永久磁石(34,35;48,49,50,51)の中央のフィールドがそれを通過できるように且つそれに応答するように固定的に配置されている、請求項1又は2に記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項4】

前記ヨーク体と前記偏向体(18,18')が、ユニットを形成するために結合されている、請求項1～3のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項5】

前記ヨーク体と前記偏向体(18,18')により形成された前記ユニットが、焼きなましされたミューメタルからなる、請求項4に記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項6】

少なくとも前記高分解能センサユニット(29;29')、前記ヨーク体、及び前記偏向体(18,18')が、固定強磁性シールド(38;38')により、外部の磁場と機械的な衝撃から保護されている、請求項1～5のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項7】

前記励磁ユニット(8,8')の前記一次永久磁石(16,17;43,44,45,46)が、焼戻しされた硬質な磁石である、請求項1～6のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

30

#### 【請求項8】

前記ヨーク体(9')が、前記モニターされる動きの方向に延びているU字型の横断面のチャンネル形状である、請求項1～7のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項9】

信号a,b,c,dを生成する4つの磁界センサ(28,25,26,27)が設けられ、前記4つの磁界センサは、a-dおよびc-bの信号差が生成されるように対の関係で接続され、

前記磁界センサ(28,27と26,25)の各一対の磁界センサ(25,26,27,28)間のそれぞれの接続線が、可動方向(R;L)に垂直に配置されている、請求項1～8のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

40

#### 【請求項10】

前記U字型の横断面のチャンネルが、直線に延びている、請求項8又は請求項8に従属する請求項9に記載のリニアエンコーダ。

#### 【請求項11】

エンコーダシャフト(3')を有する請求項8又は請求項8に従属する請求項9に記載のロータリエンコーダ(1,1')であって、前記チャンネルは、円形リング形状であり、同心円状に前記エンコーダシャフト(3)を取り囲む、ロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項12】

エンコーダシャフト(3)を有する、請求項1～9のいずれかに記載のロータリエンコーダ(1,1')であって、前記ヨーク体(9,9')が前記偏向体と共に円筒状のカップを形

50

成し、その軸が前記エンコーダシャフト(3)の軸と平行に延びている、ロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項13】

前記一次永久磁石(16,17;43,44,45,46)によって形成された測定フィールドに接触している、前記リニアまたはロータリエンコーダ(1,1')の全ての電子部品が、強磁性成分を含まない、請求項1～12のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。

#### 【請求項14】

横断した測定間隔をカウントするためのカウントユニット(30)を更に含む、請求項1～13のいずれかに記載のリニアまたはロータリエンコーダ(1,1')。 10

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、請求項1の一部に記載された磁気リニアまたはロータリエンコーダに関するものである。同種のエンコーダは、例えば、DE102007039050 A1およびDE102010022154 A1にも記載されている。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

DE 10 2009 023 515 A1およびDE 10 2010 010 560は、比較可能なエンコーダに関するものであり、着目すべき点は、高精度な測定結果を得るために、それぞれの位置の磁界特性を確認することが必要であり、例えば、4つの磁界センサによる手段で、個々の測定状態の例えは4つの測定値の2つの差異と、同じ数値割合(レシオメトリック差分処理)とを、追加的阻害要因(例えば、外来磁界と測定磁界との重畳)および相乗的阻害要因(例えば、温度制御によるドリフト現象)の両方の影響を排除するために派生させることを可能にする。この方法を実施することは、論理的に論争を超えた高精度な測定結果を獲得するのに必要な条件である。その方法の詳細な説明は、使用されるセンサの特性に依存し、誘導位置センサの場合であるが、DE 42 24 225 A1の中に見られる。 20

##### 【0003】

実際上は、レシオメトリック差分処理を用いた場合でも、環境の影響で精度の達成可能な程度が意に反して制限されることにより測定結果が変動することが発見されている。 30

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0004】

【特許文献1】ドイツ特許 DE102007039050 A1

【特許文献2】ドイツ特許 DE102010022154 A1

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0005】

そのため、本発明の目的は、明細書の冒頭に記載されているような、測定精度を大幅に向上させることができ可能な磁気リニアまたはロータリエンコーダを提供することにある。 40

##### 【0006】

本発明は、その目的を達成するために、請求項1に要約された特徴を有する発明を提供する。

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0007】

本発明は、測定フィールドのパーセント変化(変化率)が適切な状態であることを前提としており、非常に正確な測定結果を得るためにレシオメトリック差分処理の使用は、高分解能センサユニットの全ての磁界センサが、少なくとも測定サイクルの全ての可能な位置、および全ての瞬間ににおいて、同様に環境パラメータに影響されるという実感認識に基づいている。測定サイクルと言う語は、リニアまたはロータリエンコーダが所定の精度と 50

解像度の個々の測定値を発生する時間を示すために使用される。強磁性体回路の結晶構造が、環境パラメータを変化させる規定範囲内で、一般的に均質な、または、最も単純な一次近似（測定回路の磁気抵抗は $R_m$ は一定）が変化していない状態の範囲内である時に条件が満たされる。これにより、例えば、それぞれの磁界センサによって把握された励磁機の磁界と測定フィールドとの間の関係がリニアであることが確認される。

#### 【0008】

a、b、c、dが、対応する磁界センサの信号である場合、 $\gamma$ は相乗阻害要因と要素で、Dは追加的阻害要因であり、純粋な正弦波信号および余弦信号が存在する場合、理想的なケースでは（ $\gamma = 1$ ）であり、以下の固体シャフトロータリエンコーダに関連した測定値mが適用される。

10

$$(1) \quad m = \frac{\gamma[(a + \Delta) - (b + \Delta)]}{\gamma[(c + \Delta) - (d + \Delta)]} \Big|_{R_m=\text{constant}}$$

#### 【0009】

強磁性材料は大幅にその構造が変化し、特に温度によって磁気特性が変化する。本発明によれば、基本的にエンコーダの測定フィールドが接触する全ての強磁性体部分は、焼戻しされる必要があり、すなわち、熱処理を施すことにより、熱への対処について、通常の温度変動（約-50から約+150の間の温度範囲）においては、結晶構造が変化し難く、または、均質な状態となる。

20

#### 【0010】

本発明が得ようとしている目的を達成するために、少なくとも励磁機の磁界の直近に配置される強磁性素子、例えば、磁気ヨーク体と偏向体とに熱への対処がされていれば、一般には十分である。注目されるであろうことは、このケースでは、励磁磁界は同時に外部との関連で、測定結果にもはや如何なる影響も与えないような方法で、遮蔽缶のキャップのように、温度に依存して変動に晒される強磁性成分の残留磁界強度を遮蔽することが必要である。そのため、本発明の開発においては、磁気ヨーク体と偏向体は焼戻した強磁性金属から作られ、ミューメタルであることが望ましい。

30

#### 【0011】

偏向体と磁気ヨーク体のためには一体的構造が有利であるが、磁気的に分離された本体によって一体型の本体の磁気作用が得られる場合には必ずしも必要ではない。

#### 【0012】

更に、有利には、そのハウジング内にいかなる強磁性成分も含まないICやコンデンサ等の電子部品だけが使用される。もしそれが可能でない場合は、これらの電子部品は、温度変化により磁気特性の変化が実際に測定フィールドに、もはや影響を与えることがないように、励磁場からはるか遠く離れた所に配置される。

#### 【0013】

ヒステリシス効果に起因して、測定精度についての不都合な影響を避けるために、偏向体もまた励磁ユニットと一緒に動くことが望ましく、したがって、例えばロータリーエンコーダの場合もそれに伴って回転する。

40

#### 【0014】

それに加えて、励磁機から来て、測定結果を妨害する外の（磁）場を排除する必要がある。その目的のために、焼戻し磁気ヨーク体に加えてセンサは、焼戻す必要のない強磁性シールドを備えている。その目的は、その程度に外部磁場を減衰させることにあり、内部空間はミューメタルボディに包囲されており、残留磁界は、センサの派生する磁場に垂直で、ゼロまたは、只の（付加）干渉フィールドに向かう傾向にある。結晶構造はショックによって再び元の状態に復元することができるので、焼戻し部材は、衝撃に敏感であり、非焼戻しシールドは、機械的な保護と一緒に提供される。

#### 【0015】

50

多くの場合、焼戻しによって強磁性エンコーダシャフトを安定化することは不可能であり、それゆえ、外部に対して励磁機の磁界を遮蔽するために、カップ状または盆地状の磁気ヨーク体が、偏向体と共に提供されている。

**【0016】**

このように、適切な理論的基礎に依拠するレシオメトリック差分処理によって、最高精度の測定結果が導き出せるように、磁気式リニアまたはロータリエンコーダには特定の手順が提供される。

**【図面の簡単な説明】**

**【0017】**

本発明を、一例として示す実施例の図面を参照にして、以下に説明する。

10

**【0018】**

【図1】シャフトの自由端上に装着されている、発明に係るロータリエンコーダ（固体シャフトエンコーダ）の非常に概略的な断面図を示した図である。

**【0019】**

【図2】本発明に係る固体シャフトエンコーダの他の実施例を、図1に対応した断面図で示した図である。

**【0020】**

【図3】図1及び図2に対し、本発明に係る回転式エンコーダの断面図を異なる縮尺で示しており、中央に貫通孔があり（中空シャフトエンコーダ）、回転運動がモニターできようやくシャフトが、その両端を自由にアクセスできるように嵌装されている。

20

**【0021】**

【図4】矢印Lの方向で、図3の構成の右側部分の平面図を異なる縮尺で示した図である。

**【0022】**

【図5】本発明に係る固体シャフトエンコーダの更なる実施例の、図1に対応する断面図である。更に、

**【0023】**

【図6】図5の固体シャフトエンコーダの高分解能センサユニットの回転軸方向における平面図を示した図である。

**【発明を実施するための形態】**

30

**【0024】**

図面において、同一の部分または相互に対応する部分には、同じ参照番号が付されており、図3, 5, 6の一部には「'」が付されている。以下、「上」、「下」のような表現等が使用される場合、それぞれの図面の図のみに関連しており、本発明に係るリニアまたはロータリーエンコーダは、如何なる任意の空間的配置でも使用することが可能である。図面は、単に本質的な詳細を示す目的のためであり、縮尺通りではないことをここに明確に指摘するものである。

**【0025】**

図1は、両（双頭）矢印Rが示しているように、中心縦軸5の周りを両方向に回転可能なシャフト3の装備されたロータリーエンコーダ1を示している。シャフト3は、モニターされるシャフト自体、または、モニターされる実際のシャフトに連結されたエンコーダシャフトであり、機械的に、例えばトランスミッション（変速機）のように、明確にその回転運動を表わすものである。

40

**【0026】**

例えばプラスチック、アルミニウム、真鍮等々の非強磁性材料からなる回転対称構造のキャリア7が、図1の上向きにシャフト3の自由端に回転不能に取り付けられている。図1で上向きである平坦な端面はシャフト3とは離隔して、回転不能に接続された励磁ユニット8を保持しており、縦軸5に対して回転対称に強磁性材料の円柱状のカップ9が装備されている。

**【0027】**

50

カップ9の内部空洞は、軸方向に互いに隣接する、径の異なる11と12の部分とからなる。小径の部分11は、縦軸5に向かって垂直に延伸している、カップ9の底面14に直接隣接しており、一方、さらに外側に配置された大きな直径の部分12は、カップ9の上方開口部に向けて開かれている。

#### 【0028】

二つの相互に直径方向に対向して配置された一次永久磁石16、17は、それぞれの二つの極のうちの一つをカップ9の内壁に接した状態で、それらの（自由）内側に向いたN極とS極を相互に対面させながら、下部11の小径の部分の内側壁に回転軸5の軸に対して対称に配置される。一次永久磁石16、17の磁気両極は、好ましくは全て同じ方向に延び、2つの磁化ベクトルによって決定されており、それぞれの重心を通って伸延し、同じ方向に向くことになる。それにより、直接に二つの一次永久磁石16と17とを結ぶ中心空間を形成する。10

#### 【0029】

その配置より、それぞれ例えれば45度の環状の範囲にわたって周方向に延びることができる2つの永久磁石16、17は、リターンヨーク体を形成するカップ9により磁気的に接続される。

#### 【0030】

2つの磁石は、できれば同じ大きさで、ほぼ同じ磁界強度であることが望ましい。

#### 【0031】

それら極の間で発生する磁界は、縦軸5に対して同心円に配列される強磁性材料の偏向体18によって変形され、その偏向体18は、カップ9の底部14から縦軸5の方向に上方へ突出してあり、平面では円形となる。20

#### 【0032】

測定磁界の変形の結果、一方の一次永久磁石16及び17から派生するすべての磁力線が、それぞれ他方の永久磁石17及び16に、磁力線21で示すように、多かれ少なかれ直線でカップ9の底部14と平行に延びているわけではなく、一部の磁力線は2本のライン22、23に図示されているように、明らかにそれぞれ一方の両極のNまたはSからスタートするが、偏向体18に入るよう屈曲する。

#### 【0033】

キャリア（図示されていない）は、回路基板の形状で、非強磁性素材から成り、シャフト3、カップ9、一次永久磁石16、17と共に回転運動しないように、偏向体18の上表面の上部の僅かな軸空間である、変形した磁界の領域内に固定して取付けられる。30

#### 【0034】

例えば4つの高感度磁気素子25、26、27、28（図1の断面には2つの高感度磁気素子27と26だけが表示されている）を備えた集積回路（IC）24は、キャリアの下側に載置され、その活性表面は平面的に広がっており、カップ9の底部14と並行であり、また、回転軸5の回転方向に対して垂直である。図4から詳細が判るように、4つの高感度磁気素子25、26、27、28の各々は、IC24の四隅のいずれかの領域に配置され、平面図において平面的であり、それら相互の間隔は、平面における寸法よりも実質的に大きい（最大50倍まで大きい）。

4つの高感度磁気素子25、26、27、28に加えて、IC24は、出力信号の評価または正常位置値の確認のために必要なすべての電子回路を兼備しているか、または、少なくともそのような回路の一部となっている。40

#### 【0035】

垂直の要素を有する磁力線22、23は、4つの高感度磁気素子25、26、27、28の活性表面を通過し、すなわち、縦軸5と平行である言ふことであり、それにより電気信号b、c、d、aは、出力から読み取ることができ、信号の振幅は、シャフト3の回転運動の際に変化による信号の変化であり、また、シャフト3のそれぞれの瞬時の角度位置は、励磁ユニット8により確認することができる。

#### 【0036】

装備されたIC24と、その中に一緒に設けられた高感度磁気素子25、26、27、28は、例え50

ば、高い精度で各測定角度範囲内のシャフト3の瞬間的な角度位置を把握することができる高分解能センサユニット29を形成するホールプローブを含むことができる。

#### 【0037】

図1に示す固体シャフトセンサ内に正方形の形状で配置された4つのホール素子は、それぞれ2つのグループに対角線上（交差する関係）で接続されており、先行文献ではないがD E102012002204によれば、ホール素子の相互の間隔は、その直径関係で大きくなっている。

#### 【0038】

偏向体18は、励磁ユニット8によって形成される測定された磁界とともに回転するので、測定結果を改ざんするヒステリシス効果は完全に排除される。

10

#### 【0039】

最適条件として、2つだけの一次永久磁石16、17が、下部11のカップ9の内側に配置されている場合には、それは2つの測定間隔を可能にし、実施例においては、それが接続されている磁気感応素子の、28、27の正弦信号、および、26、25の余弦信号の出力を読み取ることが可能となり、それぞれ電気角を180度以上に広げることにより、360度の位相の一対の周期信号は、それぞれ、シャフト3の360度の幾何学的な回転角度に対応することになる。

#### 【0040】

360度以上の回転が発生した場合、明確な角度位置を把握するためには、実装された測定間隔をカウントする必要がある。それは、相互に直径方向でかつ対向して配置された一次永久磁石の2つ以上のペアがある場合でも適用され、二つ以上の測定間隔が、軸3のそれぞれの360度以上の回転をカバーする。

20

#### 【0041】

その目的のために、カップ9の更に外側の部分12の開口部にはカウントユニット30が設けられており、それは、カップ9の底部14に略平行に延びるウィーガンドワイヤ31、および、ワイヤ31を取囲んでいるコイル32とからなり、どちらも固定のキャリア33に載置されており、（すなわち）励磁ユニット8と共に回転運動を行わず、またIC24もまた固定されている。

#### 【0042】

前述した一次永久磁石16、17と同様に、更に2つの永久磁石34、35が大径の上部12の内壁に取り付けられており、一次永久磁石16、17と同じ厚さと強度のものも使用することもできるが、ウィーガンドワイヤ31の作動磁界強度は、ホールプローブの作動磁界強度より小さいので、それらの互いに対向するN極とS極は、一次永久磁石16、17のN極とS極の幅よりも大きい間隔となる。

30

#### 【0043】

同じ厚さの磁石16、17および34、35を取り付けた段差を有するカップの代わりに、段差のないカップに、異なる厚さの磁石、または異なる磁気特性のものを使用することも可能である。

#### 【0044】

原理的には、更に2つの永久磁石34、35を省略することができ、カウントユニット30を、2つの一次永久磁石16、17の上部漂遊磁界領域に配置することができる。しかし、このような配置は、カウントユニット30の十分な操作（動作）のために、フィールドは磁界強度の詳細な（近似した）定義を必要とするため、比較的クリティカル（重大）である。ウィーガンドワイヤ31と、一次永久磁石16、17の磁界の中心領域との軸方向の間隔は、比較的正確に実証され、保持（維持）されており、様々な状況でも使用可能である。

40

#### 【0045】

従って、図示された変形例が好ましく、それは、ウィーガンドワイヤ31を、一次永久磁石16、17のフィールドから十分な大きさの間隔をあけて配置することができ、更なる永久磁石34、35の適切な構成によって、作用する電界強度を最適に提供することができるあり、高感度磁気素子25、26、27、28の通過する磁界強度から独立している。ウィーガンドワ

50

イヤが測定フィールドを切り替える時に発生する干渉障害は、磁気ヨークボディ9により、また、ウィーガンドワイヤと測定磁界との間の、できるだけ大きな間隔によってより最小化される。

#### 【0046】

更なる永久磁石34, 35を接続している直径が、ウィーガンドワイヤ31との関係で指定された角度位置を通過すると、常に、磁化の変化が、公知の方法によりその中に生成され、コイル32の出力に、実装された測定間隔をカウントする計数パルスとして、また、更に電子処理手段（図示せず）のための電流供給パルスとしての両方の役割を果たす電圧パルスの生成をもたらすもので、如何なる強磁性成分も含まれていない場合は、キャリア33に取り付けることができる。回転方向を検出するため、如何なる強磁性成分も含まず、かつ、磁場または励磁ユニット8のフィールドの各測定間隔についてそれぞれ一度は反応する、追加のセンサ素子（図示せず）を公知の方法で提供することが可能である。10

#### 【0047】

上記詳述した幾何学的形状とマルチターン（多重）の機能との両方ともが、高度の正確性をもって各個々の測定間隔を解決し、また、回転方向を考慮しながら、遂行された測定間隔の数を数えることを可能とするものであって、本発明に係るロータリエンコーダは、実質的には、DE 10 2007 039 050 A1とDE 10 2010 022 154 A1に開示されたエンコーダを合成したものに相当する。

#### 【0048】

最先端技術との関連における本実施例に示したロータリエンコーダの実質的差異は、励磁ユニット8の強磁性ヨーク体の部材が、底端部で閉鎖されたカップ9に形成されていて、偏向体18は、モニタされる軸またはエンコーダシャフト3によって形成されていないという点にある。カップ9の不可欠な構成部分として、底部14上の上方に突出する円形リング状の突起を形成することが可能であり、また、底部14上の軸方向間隔で配置され、カップと共に回転する別体の円筒体からなる構成部分とすることも可能である。後者の場合、偏向体とカップの底部との間に形成された「エアギャップ」による追加の磁気抵抗は、2つの永久磁石のうちの一つから伸びる磁力線の少なくとも一部を、偏向体を介して直接、他の永久磁石に伸延している。磁界センサを垂直に通過するために必要とされる磁力線の変形は、このケースでは維持されている。20

#### 【0049】

磁力線を偏向させるために直接、カップ9の平坦な底部を使用することは不利とされるのは、それは、測定フィールドが弱すぎることを意味するためである。

#### 【0050】

カップ9の閉鎖底部は、磁気の変化が磁界測定上で如何なる反応も起こさないように、実質的に軸3に向かって磁場測定を本質的に遮断する。更に、シャフトを介して外部から導入される余分な磁界は、減衰するか、十分な程度に対照化される。

#### 【0051】

さらに、本発明では、温度変化が発生した場合に、測定フィールド空間に存在する磁場を不均一に歪め得る結晶構造の変化を起さないように、カップ9と偏向体18は焼戻しがれる。30

#### 【0052】

もっとも本質的なことは、条件として、高分解能センサユニット29のハウジングが、必ず励磁磁石の近傍に配置されるので、如何なる強磁性成分も含まれていないことである。例えば、温度変化が生じた場合に測定結果に発生する強磁性ハウジングへの反対の（逆）影響は適正な範囲を超える。

#### 【0053】

例えば、軟鉄からなるキャップまたはフードの形をしている静止して配置されたシールド38は、カップ9を囲み、一方では磁気に無関係なフィールドからの侵入を上方の開放面で保護し、他方では、カップ全体を衝撃から保護し、再度、元の非焼戻し（non-tempered）条件の結晶構造を回復することができる。シールド10（38）はカップ9を包含する軸40

10

20

30

40

50

方向の長さであり、これら二つの保護機能を実行することの要請によって予め決定された範囲内で変化することができる。

#### 【0054】

さらに、シールド38は、カウントユニット30のキャリア33および高分解能センサユニット29を保持することに役立つ。このようにカップ9で囲まれた内部空間は、強磁性体や温度によって変化する結晶構造が含まれていないことが不可欠である。したがって、一次および永久の磁石16、17と34、35のそれぞれ両方は、焼戻しされていることが好ましい。

#### 【0055】

図2に示す固体シャフトエンコーダ1は、図1に示したエンコーダとほぼ同一なので、以下では2つ形のいくつかの相違だけを説明すれば十分と考えられる。基本的にヨーク体は、もはや閉鎖底を持つカップ型には形成されてはおらず、偏向体18とはもはや一体的には接続されていない、焼戻した(tempered)強磁性材料からなるリング39が円形リング状にエアギャップ37によって離れて設けられている。非強磁性材料のキャリア7は、図1に比べて大きな直径であり、リング39と偏向体18の両方に回転不能に接続されている。現実のエアギャップ37は、図2に示すより実際的には小さく、この実施例でも、また、測定される磁界がある程度、磁気の変化から保護される様に保証されている。

#### 【0056】

図3に示す実施例は、シャフト3'について、その両端部を、他の構成要素への接続のために自由にしているいわゆる「中空(ホロ)シャフトエンコーダ」として使用されるロータリーエンコーダ1'である。

#### 【0057】

ここでは、強磁性ヨーク体は、円形リング形状のトレイ9'の型で、断面U字型であり、その側壁40、41は、トレイ9'の内側壁40が回転不能に接続されている同心円で囲まれたシャフト3'の底部14'から垂直に立設されている。

#### 【0058】

この実施例でもまた、強磁性材料からなる偏向体18'は、トレイ9'の底部14'の一部に接続され、そこから上向きに突設されており、設置された上部平表面が円形リングの形状になり、シャフト3'とともに、例えば両側壁40、41に対して等間隔になるように設けられている。同様に、図1と関連させて、この別の実施では、偏向体は強磁性材料の独立した要素とすることことができ、共に回転するヨーク体とは分離している。

#### 【0059】

高分解能センサユニット29は、図1及び図2に示すのと同様に上向きに開いたトレイ9'に静止固定されており、ユニット29の構成および動作のモードは、図1に示す同等のユニットの構成および動作と同一となるので、ここで再度の説明は省く。同じことがまた、カウントユニット30にも適用され、好ましくは、高分解能センサユニット29のスイッチするウィーガンドワイヤ31の実質的な反応を最小限にするために、高分解能センサユニット29と軸3に対して直角方向で対向したトレイ9'に静止的に固定される。

#### 【0060】

高分解能センサユニット29に関しては、それぞれ2つのセンサ素子を含むグループが、移動方向に垂直で互いに平行な関係で延設されており(DE 10 2009 034 744 A1参照)、それがその方向に接合されることにここで留意すべきである。

#### 【0061】

この例では、センサ素子のハウジングは、如何なる強磁性体成分も含んでいないという必要がある。ハウジングを使用する代わりに、センサチップを回路基板上に直接結合させることができる。しかしながらその場合、再度の測定システムの温度依存をもたらす機械的ストレスを計算する(当てにする)ことを必要とする。これらの配慮事項は、当然、図1の実施例にも適用される。

#### 【0062】

ここで複数すなわち、2もしくはそれ以上、のペアからなる励磁ユニット8'は、側壁の内側に配置され、図3には43,44と45,46の2つのペアだけが見られるが、相互にそれぞ

10

20

30

40

50

れ反対の極を互いに向い合わせた一次永久磁石をそれぞれ反対側に設置している。これらの一次永久磁石のペアは、周方向に等角度に離隔し、相互に反対の極性であるために、それぞれの側壁40, 41を周方向に見ると、トレイ9'の内部のN極と対面している一次永久磁石'は、次のトレイの内部のもののS極に対面し連設している。

#### 【0063】

同様の考察が永久磁石48、49、50、51にも適用され、主磁石のペアである43,44および45,46等、によって予め決定された測定間隔のオフカウントの役割を果たす。図1に示す実施例とは異なり、この例では、トレイ9'の内部空間には段は設けられていないので、側壁40,41の内面は、相互に同じ間隔になっている。上部領域に配置されたさらなる永久磁石のペア48、49および50、51は、底部14'の近くに配置されている一次永久磁石のペアである43,44および45,46よりも薄く、弱い。10

#### 【0064】

この実施例では、軟鉄からなるシールド38'が設けられており、焼成し調節されたトレイ9'を囲み込み、少なくとも機械的衝撃から保護して、問題のある外部フィールドがトレイ9'の内部に侵入することのない程度に保護している。

#### 【0065】

さらに、永久磁石48, 49は、図4の平面図では、より明確にするために省略されており、矢印Rは、中空シャフトロータリーエンコーダの移動方向を示し、矢印Lは、リニアエンコーダの移動方向を示している。一方、図3に示されていない一次永久磁石43'、44'がここでは表示されており、一次永久磁石43、44のそれぞれ矢印で示されるRおよびLの方向の後方に配置され、極性は反対極となる。IC 24は、その下面に4つの高感度磁気素子25、26、27、28が設けられたことを明確に示すために不釣り合いな大きさで表示され、その四隅の領域に大きな相互間隔で、好ましくはホールプローブを含んで配置される。4つの高感度磁気素子は、28、27の対、と26、25の対が電気回路として繋がり、それらの出力信号の差のa-dおよびc-bが形成されるように結合される。20

#### 【0066】

それぞれのペアの接続ラインは、運動Rの半径方向（放射方向）または垂直方向に伸びていることが判る。すなわち、グループ28、27とグループ26、25は、ここではそれぞれ2つのセンサ素子を形成して、それぞれ略正弦波信号を派生（提供）している。これら2つの信号の位相シフトは、任意の値とることができ、ここでは図4で示すように、約45度である。30

#### 【0067】

中空シャフトロータリーエンコーダとリニアエンコーダのmを確認（把握）することができる手段の条件は以下の通りである。（DE102010010560参照）

$$\left. \frac{\gamma[(a(x) + \Delta) - (d(x) + \Delta)]}{\gamma[(c(x) + \Delta) - (b(x) + \Delta)]} \right|_{R_m(x)=\text{constant}} = \left. \frac{a(m) - d(m)}{c(m) - b(m)} \right|_{R_m(m)=\text{constant}}$$

結果は  $x = m$  for  $R_m(x) = R_m(m)$  で、ここで、aは高感度磁気素子28の信号を表わし、bは高感度磁気素子25の信号を表わし、cは高感度磁気素子26の信号を表わし、dは高感度磁気素子27の信号を表わしており、また、 $R_m(x)$  と、 $R_m(m)$  は、測定回路の磁気抵抗を表わし、xは測定瞬時値を表わし、mはそれぞれの目標値を表わしている。固体軸ロータリーエンコーダの場合、測定値mは、式(1)信号、a,b,c,dから直接確認することができ、中空シャフトロータリーエンコーダとリニアエンコーダの場合にはアドレスが表示され、測定対象値mはメモリに格納されている。40

#### 【0068】

本発明に係るリニアエンコーダの構成は、図3及び図4に関して述べられた実施例から容易に推論することができます。トレイ9'は中心縦軸5から延びる半径（放射状）に沿って切開することができます。まっすぐ（無限の曲率半径）にされた場合は、そのことにより、リニアエンコーダとして使用することができる変形（アレンジ）を提供することになる。これは、所望によりトレイの「まっすぐ」な長さを選択することができ、自由に使用す50

るそれぞれの状況に適合させた数の一次永久磁石のペアを装備することができるようになるのは明らかである。

【0069】

図1に示す固体シャフトエンコーダと同様に、ヨーク体を配置する中空シャフトエンコーダに対しても可能で、その後、焼成し強磁性材料からなる2つの同心リングに形成され、強磁性偏向体は円形リング型のリムに形成され、構成要素が一体に連結形成されていない状態に焼成される。その場合にも、一体的に互いに接続されているそれら個別の構成要素が、8'（励磁ユニット）および18'（偏向体）と同じ磁気作用を達成していることを確認するだけは必要である。

【0070】

後者はまた、リニアエンコーダに応用され、ヨーク体の配置は、2つの互いに平行な板によって形成することができ、その間を偏向体が、直線リムの形状で伸延する。

【0071】

図5と図6に示す実施例は、再び固体シャフトロータリエンコーダ1で、励振ユニット8のヨーク体9は、図1の実施例にもあるように、底側が閉じられたカップ型に形成されている。なお、ここでは偏向体18は、非磁性体19（例えば、プラスチック、アルミニウム、真鍮等々）の中に埋め込まれることによって、ヨーク体から磁気的に分離されており、励磁ユニットに回転不能に接続されている。

【0072】

他の実施例のように、偏向体18'は近傍を通過する磁界の一部を偏向している、永久磁石16,17の間では象徴的には磁力線22,23によって示されるように、4つの高感度磁気素子25,26,27,28（その中で、図5の断面では素子27と26だけが見えている）が、縦軸5と並行の磁力線22,23の成分を通過する。この事例では、高感度磁気素子25,26,27,28は、IC 24に装備され、その活性表面が偏向体18'と対面するように配置され、小さなスペースをもつて配備される。

【0073】

この実施例では、さらに、図1の固体シャフトエンコーダの別の永久磁石34,35は省略され、カウントユニット30は、2つの一次永久磁石16,17の上部の漂遊磁界領域に配置される。

【0074】

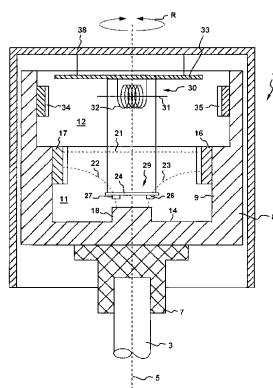
高分解能センサユニット29の4つの高感度磁気素子25と26、及び27と28は、図6に示すように、クロスワイス相互接続で、2つの湾曲両矢印で表わされるように、それぞれ2つのグループを構成する。2つのグループの接続は、図6には図示のない励磁ユニット8の移動方向に順次垂直に延び、その回転軸が、相互に垂直で図の平面に対しても垂直な2つの破線53、54の形成する配置の中心である交差点を通過し、湾曲両矢印Rはエンコーダ1の回転方向を象徴的に示している。

10

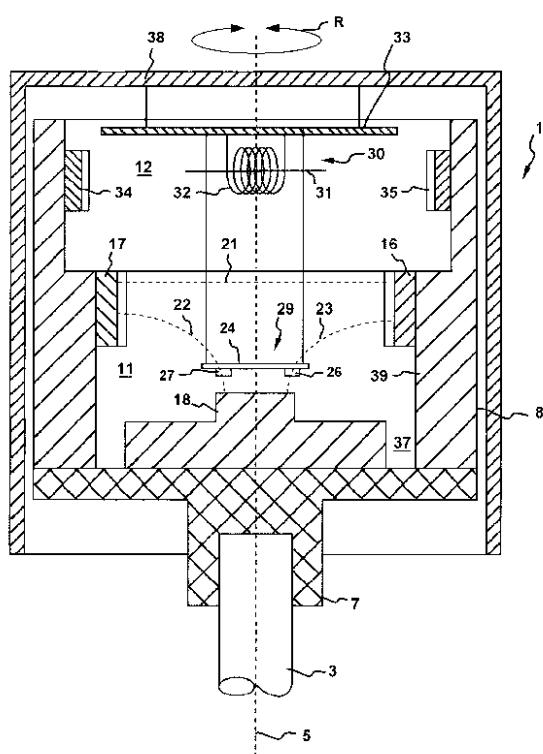
20

30

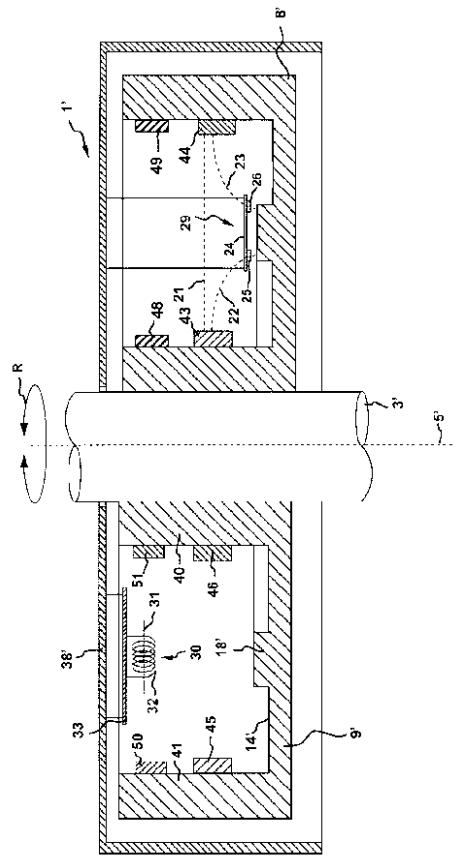
【図1】



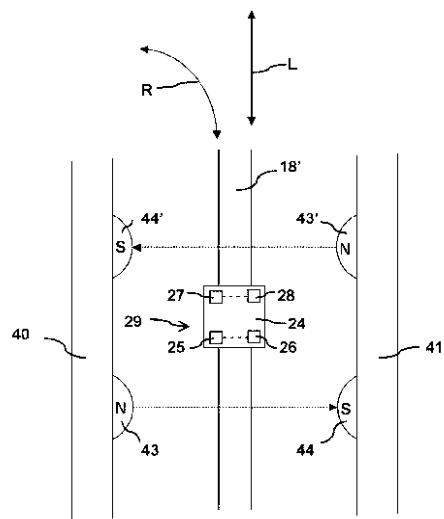
【図2】



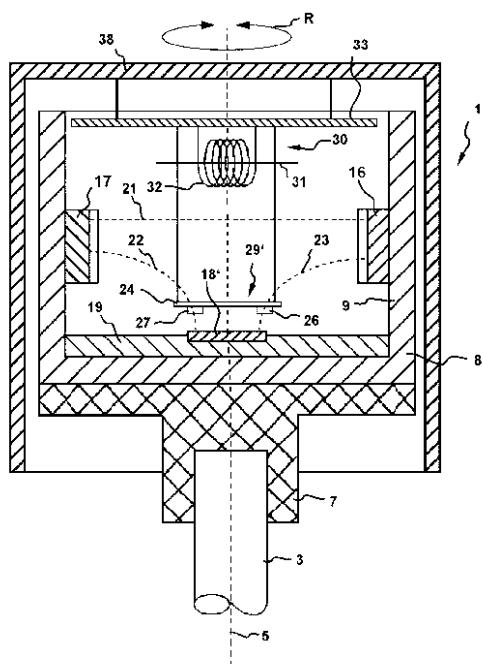
【図3】



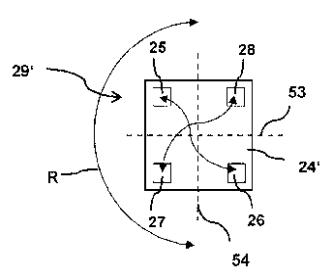
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス テイル

ドイツ国, 82340 フェルダフィング, アルトートラウビンゲル ストラッセ 5

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開2003-42709 (JP, A)

国際公開第2011/124348 (WO, A1)

特開2006-300736 (JP, A)

特開平6-309573 (JP, A)

特表2009-539075 (JP, A)

特開2002-22487 (JP, A)

特開2009-47426 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00 - 5/252

G01B 7/00 - 7/34

G01R 33/00 - 33/18