

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5759867号
(P5759867)

(45) 発行日 平成27年8月5日(2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 1 D 5/245 (2006.01)
 G 0 1 D 5/245 1 1 0 A
 G 0 1 D 5/245 1 1 0 K

請求項の数 24 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-237779 (P2011-237779)	(73) 特許権者	000180025 山洋電気株式会社 東京都豊島区南大塚三丁目3番1号
(22) 出願日	平成23年10月28日(2011.10.28)	(74) 代理人	100091443 弁理士 西浦 ▲嗣▼晴
(65) 公開番号	特開2013-96755 (P2013-96755A)	(72) 発明者	杉田 聡 東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋電気株式会社内
(43) 公開日	平成25年5月20日(2013.5.20)	(72) 発明者	唐 玉▲棋▼ 東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋電気株式会社内
審査請求日	平成26年3月7日(2014.3.7)	(72) 発明者	三澤 康司 東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山洋電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同極性の磁極が対向するように並べられるか、または一方向に同じ極性の磁極が現れるように非磁性材を介して並べられた複数の永久磁石からなる永久磁石列と、

前記永久磁石列に沿って間隔あけて並ぶように配置された複数の磁性片を有する磁性片列と、

前記永久磁石列と前記磁性片列との間に相対的な位置の変位が生じたときに発生する漏れ磁束を検出する磁気検出器とを備え、

前記複数の永久磁石のピッチ及び前記複数の磁性片のピッチは、前記永久磁石列と前記磁性片列との間に相対的な位置の変位が連続的に生じているときに、前記永久磁石列中の1つの前記永久磁石から出た磁束が該1つの永久磁石の隣の前記永久磁石または前記非磁性材と対向する1つの前記磁性片を通して前記永久磁石列中に戻る磁路が形成されるように定められていることを特徴とする磁気エンコーダ。

【請求項2】

前記磁性片のピッチ P を $P = 360^\circ$ (電気角) としたときに、前記永久磁石のピッチ p は $P/4 < p < P/2$ の値である請求項1に記載の磁気エンコーダ。

【請求項3】

前記永久磁石列は、前記複数の永久磁石のそれぞれの両側に磁性ヨークが配置された構造を有している請求項1に記載の磁気エンコーダ。

【請求項4】

前記永久磁石列の両端に位置する前記磁性ヨークどうしを磁氣的に連結して前記永久磁石列からの漏れ磁束を集める連結ヨークが設けられ、

前記磁気検出器は、前記連結ヨークを通る漏れ磁束を検出するように配置されている請求項 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 5】

前記磁気検出器が、前記磁性片列を間に介して前記永久磁石列と対向する位置に配置されている請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 6】

前記磁気検出器が、前記磁性片列及び前記永久磁石列の両方と対向する位置に配置されている請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

10

【請求項 7】

前記磁気検出器が、前記永久磁石列の延長線上で前記磁性ヨークに隣接した位置に配置されている請求項 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 8】

前記永久磁石列が前記磁性片列よりも長い請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 9】

前記磁性片列を構成する複数の磁性片は、前記磁性片よりも磁気抵抗の大きな連結部により連結された一体構造を有している請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 10】

前記磁性片列を構成する複数の磁性片は、前記永久磁石側から見た輪郭形状が、矩形、円形または長方形である請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

20

【請求項 11】

前記磁性片列を構成する複数の磁性片は、前記磁性片列が延びる方向及び前記永久磁石列に向かう方向と直交する方向から見た輪郭形状が、円形である円柱形状を有している請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 12】

前記磁性片列を構成する複数の磁性片は、前記磁性片列が延びる方向から見た輪郭形状が、円形である円柱形状を有している請求項 1 , 2 または 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 13】

前記永久磁石及び前記磁性ヨークは、前記磁性片列の周囲を囲むように形成された環状形状を有している請求項 3 に記載の磁気エンコーダ。

30

【請求項 14】

前記永久磁石及び前記磁性ヨークは、前記永久磁石列が延びる方向から見た輪郭形状が円形である円柱形状を有している磁性片列の周囲を囲むように形成された環状形状を有している請求項 3 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 15】

前記磁性片列は、回転軸の回転によって直接または間接的に回転する円板の外周面に沿って円環状の列をなすように前記円板に固定されており、前記磁性片列に対向するように円弧状に延びる 2 以上の前記永久磁石列が、前記磁性片列と対向するように配置されている請求項 1 に記載の磁気エンコーダ。

40

【請求項 16】

前記磁性片のピッチ P を $P = 360^\circ$ (電気角) としたときに、前記永久磁石のピッチ p は $P/4 < p < P$ の値である請求項 15 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 17】

前記永久磁石列は、前記複数の永久磁石のそれぞれの両側に磁性ヨークが配置された構造を有している請求項 15 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 18】

前記永久磁石列の両端に位置する前記磁性ヨークどうしを磁氣的に連結して前記永久磁石列からの漏れ磁束を集める連結ヨークが設けられ、

50

前記磁気検出器は、前記連結ヨークを通る漏れ磁束を検出するように配置されている請求項 17 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 19】

2つの前記磁性片列が機械的に180°ずれた位置に配置され、

2つの前記磁性片列に対応して設けられる2つの前記磁気検出器の一方の前記磁気検出器が検出する磁束の磁束密度と他方の前記磁気検出器が検出する磁束の磁束密度が、電気角で90°位相のずれた正弦波となるように前記2つの磁気検出器の位置と前記磁性片のピッチと前記永久磁石のピッチが定められている請求項 17 または 18 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 20】

前記永久磁石列が、同極性の磁極が対向するように並べて構成されているときに、前記永久磁石列が回転軸を中心とする円環状の永久磁石列をなすように構成され、前記磁性片列が前記回転軸を中心とする円環状の磁性片列をなすように構成され、

前記回転軸の軸線を中心とする領域に前記磁気検出器が配置されている請求項 1 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 21】

前記円環状の永久磁石列と前記円環状の磁性片列は、前記回転軸の径方向に並んで配置されている請求項 20 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 22】

前記円環状の永久磁石列と前記円環状の磁性片列は、前記回転軸の軸線方向に並んで配置されている請求項 20 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 23】

一对の前記磁気検出器が検出できる磁束の方向が機械的に180°ずれた状態になるように前記一对の磁気検出器が配置されている請求項 21 または 20 に記載の磁気エンコーダ。

【請求項 24】

前記非磁性材が空気である請求項 1 に記載の磁気エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気エンコーダに関するものである。

【背景技術】

【0002】

磁石と磁気検出素子とから構成される磁気エンコーダがある。しかし磁石だけを用いるものでは、磁石の誤差がそのまま検出されるため、誤差が大きくなる。そこで誤差を小さくするために補正機構を設けた磁気エンコーダも提案されているが、補正機構や補正回路が複雑になる。例えば、特許文献1（特許第4258376号公報）に示された多回転式エンコーダでは、磁気カップリングを利用しているが、磁気結合している面積の割合が小さく、許容伝達トルクが小さい。そのため急峻な回転時に脱調してしまう問題がある。またひとつの磁石の誤差がそのまま検出されるため、誤差が大きくなることがある。

【0003】

また特許文献2（特表2008-514906号公報）に示された永久励磁型電気同期機における速度測定で用いられているエンコーダでは、きれいな正弦波が得られず、精度が上げられない。また漏れ磁束が多く、磁気センサ部に届く磁束が弱い。そのためSN比が上がらず、精度が低いという問題がある。

【0004】

特許文献3（特開2002-62162号公報）に示された磁極位置検出器の構造でも、漏れ磁束が多く、磁気センサ部に届く磁束が弱い。そのためSN比が上がらず、精度が低いという問題がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

特許文献 4 (特開 2 0 0 8 - 1 5 1 7 7 4 号公報) に示された回転角度検出装置では、複数のホールセンサを使用して精度を上げる工夫がなされているが、それでも歪みが残り、正確な正弦波が得られない。

【 0 0 0 6 】

特許文献 5 (特開 2 0 0 8 - 6 4 5 3 7 号公報) に示されたりニアレゾルバでは、長ストロークの場合に校正が難しいことや、ピッチを細かくできないため、精度を上げられない。

【 0 0 0 7 】

特許文献 6 (特開 2 0 0 8 - 2 8 9 3 4 5 号公報) に示されたりニアモータの原点設定方法では、ピッチを細かくできないことや、正弦波状の磁束が得られにくく、精度を上げられない。

10

【 0 0 0 8 】

特許文献 7 (特開 2 0 0 9 - 2 4 7 1 0 5 号公報) に示されたシャフトモータの位置検出技術では、ピッチを細かくできないことや、正弦波状の磁束が得られにくく、精度を上げられない。

【 0 0 0 9 】

特許文献 8 (特開 2 0 0 6 - 1 0 5 7 5 7 号公報) に示された磁気検出装置、特許文献 9 (特開 2 0 0 6 - 5 8 2 5 6 号公報) に示された回転検出装置でも、正弦波状の磁束が得られにくく、精度を上げられない。

20

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 0 (特開 2 0 1 0 - 7 1 9 0 1 号公報) に示された位置検出装置は、マグネットの位置決め精度に依存した位置検出精度であり、マグネットの特性バラツキを考慮すると量産性の低いものとなる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 特許第 4 2 5 8 3 7 6 号公報

【 特許文献 2 】 特表 2 0 0 8 - 5 1 4 9 0 6 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 2 - 6 2 1 6 2 号 (特許第 3 3 9 5 1 4 7 号) 公報

30

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 8 - 1 5 1 7 7 4 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 8 - 6 4 5 3 7 号公報

【 特許文献 6 】 特開 2 0 0 8 - 2 8 9 3 4 5 号公報

【 特許文献 7 】 特開 2 0 0 9 - 2 4 7 1 0 5 号公報

【 特許文献 8 】 特開 2 0 0 6 - 1 0 5 7 5 7 号公報

【 特許文献 9 】 特開 2 0 0 6 - 5 8 2 5 6 号公報

【 特許文献 1 0 】 特開 2 0 1 0 - 7 1 9 0 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

40

従来の磁気エンコーダは、出力される正弦波状信号が完全な正弦波ではなく、高次高調波成分等の歪み成分が重畳しているために歪んでいる。このような波形歪みは、精度の低下をもたらす。また波形歪みによる精度低下回避のために複数の磁気センサを使用したり、ROMテーブルなどで校正を行うシステムを構築したりと、各メーカーが工夫していたが、どれもコスト面や応答性に問題があった。

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、簡単に正弦波状の磁束を発生できて、分解能と内挿精度の向上を図ることができる、低コストの磁気エンコーダを提供することにある。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の目的は、波形歪みが少ない正弦波状の磁束を発生できる磁気エンコーダを

50

提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の磁気エンコーダは、同極性の磁極が対向するように並べられるか、または一方に同じ極性の磁極が現れるように非磁性材を介して並べられた複数の永久磁石からなる永久磁石列と、永久磁石列に沿って間隔あけて並ぶように配置された複数の磁性片を有する磁性片列と、永久磁石列と磁性片列との間に相対的な位置の変位が生じたときに発生する漏れ磁束を検出する磁気検出器とを備えている。そして複数の永久磁石のピッチ及び複数の磁性片のピッチを、永久磁石列と磁性片列との間に相対的な位置の変位が連続的に生じているときに、永久磁石列中の1つの永久磁石から出た磁束が該1つの永久磁石の隣の永久磁石または非磁性材と対向する1つの磁性片を通して永久磁石列中に戻る磁路が形成されるように定める。

10

【0016】

本発明では、永久磁石列と磁性片列との間に相対的な変位を生じさせることにより、磁路に含まれる永久磁石から出る磁束の合成磁束が得られることになる。その結果、永久磁石の数を増やせば、1つの永久磁石の影響を小さくすることができ、ひずみが少ない正弦波状の磁束を生じさせることができる。そしてこの磁束の漏れ磁束を磁気検出器で検出することにより、特別な補正回路を必要とすることなく、正弦波状信号を得ることができる。その結果、分解能と内挿精度の向上を図ることができる。永久磁石列は、少なくとも2極以上の磁極となるように2個以上の永久磁石（物理的に分離していても、一体化されていてもよい）で構成される。磁性片列と対向する永久磁石列の永久磁石の極数が増加するほど、検出磁束は正確な正弦波に近づき、高精度となる。永久磁石が2極のように少ない場合は、低コストな磁気センサを提供できる。

20

【0017】

磁性片のピッチを $P = 360^\circ$ （電気角）としたときに、永久磁石のピッチ p （電気角）は $P/4 < p < P$ の範囲内の値とするのが好ましい。このようにすると、より正確な正弦波状の出力を得ることができ、高精度かつ高分解能な磁気エンコーダを提供することができる。

【0018】

永久磁石列は、複数の永久磁石のそれぞれの両側に磁性ヨークが配置された構造を有してもよい。このようにすれば、磁束の流れを効率よく高めることができ、また、永久磁石の同極を向かい合わせ際には、発生する反発力を小さくすることができ、永久磁石列の製造作業を容易にできる。もちろん永久磁石列は、複数の永久磁石が直接接合された構造にしてもよい。このようにすれば、永久磁石の量を増やすことができる。

30

【0019】

永久磁石列の両端に位置する磁性ヨークどうしを磁気的に連結して永久磁石列からの漏れ磁束を集める連結ヨークを設けてもよい。この場合、磁気検出器は、連結ヨークを通る漏れ磁束を検出するように配置する。連結ヨークを用いれば、磁気検出器で検出する磁束の強度が強くなるため、より高感度となり、精度及び分解能を向上できる。

【0020】

磁気検出器の配置位置は、漏れ磁束を検出できる位置であればどこでもよい。例えば、磁気検出器を磁性片列を間に介して永久磁石列と対向する位置に配置してもよい。また磁気検出器を、磁性片列と永久磁石列の両方と対向する位置に配置してもよい。さらに磁気検出器を、永久磁石列の延長線上で磁性ヨークに隣接した位置に配置してもよい。これらの位置であれば、確実に磁束を検出することができる。

40

【0021】

永久磁石列の長さや磁性片列の長さは、どちらが長くてもよい。磁性片列を構成する複数の磁性片は、磁性片よりも磁気抵抗の大きな連結部により連結された一体構造を有していてもよい。このような一体構造を有していれば、磁性片列の製造及び取付が容易になる。

50

【 0 0 2 2 】

磁性片列を構成する複数の磁性片は、正弦波磁束が得られるものであれば、何でもよく、例えば永久磁石側から見たその輪郭形状は、矩形、円形または長方形の輪郭形状でもよい。また磁性片列を構成する複数の磁性片は、磁性片列が延びる方向及び永久磁石列に向かう方向と直交する方向から見た輪郭形状が、円形である円柱形状を有していてもよい。さらに磁性片列を構成する複数の磁性片は、磁性片列が延びる方向から見た輪郭形状が、円形である円柱形状を有していてもよい。さらに永久磁石及び磁性ヨークは、磁性片列の周囲を囲むように形成された環状形状を有していてもよい。なおこの場合、磁性片列としては、永久磁石列が延びる方向から見た輪郭形状が円形である円柱形状を有していてもよい。そしてこの場合は、永久磁石及び磁性ヨークも円環状形状を有していれば、永久磁石列と磁性片列の間の間隔が一定になるため、正弦波磁束に発生する歪みが小さくなる。

10

【 0 0 2 3 】

より具体的には、磁性片列は、回転軸の回転によって直接または間接的に回転する円板の外周面に沿って円環状の列をなすように該円板に固定することができる。この場合、磁性片列に対向するように円弧状に延びる2以上の永久磁石列を、磁性片列と対向するように配置する。このように磁気エンコーダを構成すると、位相の異なる少なくとも2つの正弦波状信号を得て、回転軸の回転位置を簡単に検出することができる。この場合においても、磁性片のピッチを $P = 360^\circ$ （電気角）としたときに、永久磁石のピッチは $P/4 < p < P/2$ の値であるとするのが好ましい。また永久磁石列は、複数の永久磁石のそれぞれの両側に磁性ヨークが配置された構造を有しているのが好ましい。さらに永久磁石列の両端に位置する磁性ヨークどうしを磁氣的に連結して永久磁石列からの漏れ磁束を集める連結ヨークを設け、磁気検出器を連結ヨークを通る漏れ磁束を検出するように配置するのが好ましい。このようにすると位相の異なる2以上の正弦波磁束を発生させることができ、高精度な磁気エンコーダを提供できる。なお磁性片のピッチを $P = 360^\circ$ （電気角）としたときに、永久磁石のピッチを $P/4 < p < P$ の値とした上で、2つの磁性片列を機械的に 180° ずれた位置に配置する。そして2つの磁性片列に対応して設けられる2つの磁気検出器の一方の位置を、2つの磁性片列を結ぶ仮想線に対して回転軸の回転方向に $P/4$ ずれた位置とし、2つの磁気検出器の他方の位置をこの仮想線に対して回転軸の回転方向とは逆の方向に $P/4$ ずれた位置とする。このような配置構成を採用すると、それぞれの磁気検出器に鎖交する磁束の方向が逆転する。その結果、2つの磁気検出器の出力を差動で接続することで大きなSN比となり、また外部からの磁界の影響をキャンセルすることができて、外部磁界の外乱に強い、より高精度な磁気エンコーダを提供できる。

20

30

【 0 0 2 4 】

永久磁石列を回転軸を中心とする円環状の永久磁石列をなすように構成し、磁性片列を回転軸を中心とする円環状の磁性片列をなすように構成し、回転軸の軸線を中心とする領域に磁気検出器を配置してもよい。このようにすると、永久磁石列を同極性の磁極が対向するように並べて構成した場合には、磁性片列が1回転すると内側の磁場は磁性片の数だけ回転、永久磁石列が1回転すると内側の磁場は永久磁石の数の半分の数だけ回転することになる。そのため、高分解能な磁気センサを簡素な構造で構成できる。また、複数の永久磁石の磁気が合成されたものを検出するため、磁石1個の誤差の影響がわずかであり、高い精度が得られる。なお円環状の永久磁石列と円環状の磁性片列は、回転軸の径方向に並んで配置されていてもよい。また円環状の永久磁石列と円環状の磁性片列は、回転軸の軸線方向に並ぶように配置してもよい。そしてこの場合において、一对の磁気検出器が検出できる磁束の方向が機械的に 180° ずれた状態になるように一对の磁気検出器を配置した場合、一对の磁気検出装置の出力が差動になるように一对の磁気検出器の出力部を接続することで、得られる正弦波状信号は大きなSN比となり、また外部からの磁界の影響をキャンセルすることができ、外部磁界の外乱に強い、より高精度な磁気エンコーダを得ることができる。

40

【 0 0 2 5 】

50

一方向に同じ極性の磁極が現れるように非磁性材を介して並べられた複数の永久磁石から永久磁石列を構成する場合には、非磁性材は空気により構成することができる。このことは隣合う2つの永久磁石の間に間隔をあけて、その間隔を非磁性材とすることを意味する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明をリニア磁気エンコーダに適用した実施例の動作を説明するために用いる図である。

【図2】(A)は図1の磁気検出器が検出する磁束密度であり、(B)は磁気検出器の出力電圧波形である。

【図3】(A)は $P/2 < p < P$ の場合の永久磁石のピッチ p と磁性片のピッチ P との関係を示しており、(B)は $P/4 < p < P/2$ の場合の永久磁石のピッチ p と磁性片のピッチ P との関係を示している。

【図4】(A)乃至(D)は、磁気検出器の設置位置を示す図である。

【図5】他のリニア磁気エンコーダの実施例の概略構成を示す図である。

【図6】他のリニア磁気エンコーダの実施例の概略構成を示す図である。

【図7】他のリニア磁気エンコーダの実施例の概略構成を示す図である。

【図8】(A)及び(B)は、他のリニア磁気エンコーダの実施例の概略構成と動作を示す図である。

【図9】(A)乃至(H)は、磁性片列の変形例を示す図である。

【図10】磁性ヨークを用いない他のリニア磁気エンコーダの実施例の概略構成を示す図である。

【図11】(A)及び(B)は、図10のリニア磁気エンコーダの磁気検出器が検出する磁束密度と出力電圧波形を示す図である。

【図12】(A)及び(B)は、本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した実施例の概略正面図及び側面図を示している。

【図13】(A)及び(B)は、図12の磁気エンコーダの磁気検出器が検出する磁束密度と出力電圧波形を示す図である。

【図14】(A)及び(B)は、本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した他の実施例の概略正面図及び側面図を示している。

【図15】(A)及び(B)は、図14の磁気エンコーダの磁気検出器が検出する磁束密度と出力電圧波形を示す図である。

【図16】本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した他の実施例の概略正面図及び側面図を示している。

【図17】(A)及び(B)は、図16の磁気エンコーダの磁気検出器が検出する磁束密度と出力電圧波形を示す図である。

【図18】本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した他の実施例の概略正面図を示している。

【図19】(A)及び(B)は、本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した他の実施例の概略正面図及び側面図を示している。

【図20】本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した他の実施例の概略正面図を示している。

【図21】(A)及び(B)は図16の磁気エンコーダの磁気検出器が検出する磁束密度と出力電圧波形を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面を参照して本発明の磁気エンコーダの複数の実施の形態を詳細に説明する。なお以下の説明で参照する図面には、図示を明確にするために、一部を除いて断面であることを示すハッチングを付していない。

【0028】

10

20

30

40

50

(実施例1)

図1は、本発明の磁気エンコーダをリニア磁気エンコーダに適用した実施例の動作を説明するために用いる図である。図1には、本実施の形態のリニア磁気エンコーダの動作状態を上から下に向かって時系列で示してある。図1に示すように、リニア磁気エンコーダ1は、可動子3と、固定子5とを有しており、可動子3の固定子5に対する位置を示す信号を発生する。可動子3は、複数の磁性片7からなる1つの磁性片列9が非磁性体からなる支持体11により支持された一体構造を有している。磁性片7は、縦断面形状が台形に近似した形状を有しており、その露出表面部は平坦で支持体11の一方の面から露出している。磁性片7は、例えば珪素鋼等の磁性材料から形成されている。支持体11は、磁性片7よりも磁気抵抗の大きな材料(例えばアルミニウム等)により形成されている。このような一体構造を有していれば、磁性片列9の製造及び取付が容易になる。本実施例で、磁性片7のピッチPとは、磁性片7の磁性片列9方向の長さと、隣合う2つの磁性片7の間の支持体11を構成する部分の長さを加えた長さを意味する。本実施例では、この磁性片7のピッチPを電気角で360°と定義する。なお本実施の形態では、複数の磁性片7をインサートとしてインサート成形により一体物の磁性片列9を形成している。図示していないが、可動子3の両端は、可動子3の直線運動は許容するが、回転運動を許容しない軸受等によってスライド自在に支持されている。

【0029】

固定子5は、複数の永久磁石13を備えた第1及び第2の永久磁石列15及び17と、第1及び第2の永久磁石列15及び17に対応して設けられた第1及び第2の磁気検出器19及び21を備えている。本実施例では、第1及び第2の永久磁石列15及び17が、同極性の磁極が対向するように並べられた6個の永久磁石13とこれら6個の永久磁石13の側面に配置された7枚の磁性ヨーク14とが、所定のピッチpで可動子3の移動方向に並んで構成されている。本実施例では、永久磁石13の軸線方向の厚み寸法と1枚の磁性ヨーク14の軸線方向の厚み寸法を加えた寸法が、永久磁石列15及び17における永久磁石のピッチpとなる。磁性ヨーク14は、鉄などの磁性材料から形成されている。例えば、珪素鋼からなる複数の磁性鋼板を軸線方向に積層して磁性ヨーク14を形成してもよい。磁性ヨーク14の材料としては、炭素鋼、フェライト系ステンレス、圧粉磁心等も用いることができる。

【0030】

第1及び第2の永久磁石列15及び17と対応する第1及び第2の磁気検出器19及び21は、永久磁石列15及び17と磁性片列9との間に相対的な位置の変位が生じたときに発生する漏れ磁束を検出することができる位置関係をもって、それぞれ図示しない樹脂モールド部によって一体化されている。磁気検出器19及び21としては、ホールセンサ(N極S極の区別ができる)を用いることができ、また磁気抵抗素子(N極S極の区別ができない)を用いてもよい。

【0031】

本実施例のように、永久磁石列15及び17を、複数の永久磁石13のそれぞれの両側に磁性ヨーク14が配置された構造にすると、磁束の流れを効率よく高めることができ、また、永久磁石13の同極を向かい合わせ際には、発生する反発力を小さくすることができて、永久磁石列の製造作業を容易にできる。

【0032】

可動子3と固定子5とは、永久磁石13と磁性片7とが所定の間隔をあけて対向するように、例えばリニアモータの可動子及び固定子にそれぞれ設置することができる。図1において永久磁石13中の矢印は磁化方向を示している。また細い線の矢印は、可動子3が固定子5に対して移動したときに発生する磁束の流れ(磁路)を示している。本実施例では、複数の永久磁石13のピッチp及び複数の磁性片7のピッチPを、永久磁石列15及び17と磁性片列9との間に相対的な位置の変位が連続的に生じているときに、永久磁石列15及び17中の1つの永久磁石13から出た磁束が該1つの永久磁石13の隣の永久磁石13と対向する1つの磁性片7を通過して永久磁石列15及び17中に戻る磁路が形

10

20

30

40

50

成されるように定められている。具体的に、数値で限定すると本実施例では、磁性片 7 のピッチを $P = 360^\circ$ (電気角) としたときに、 $p = P / 2$ となるようにピッチ p を定めている。そして第 1 の永久磁石列 15 と第 2 の永久磁石列 17 とは、磁氣的に $P / 4$ ピッチずらして配置されている。すなわち第 1 の磁気検出器 19 が検出する漏れ磁束の磁束密度 B_1 と、第 2 の磁気検出器 21 が検出する漏れ磁束の磁束密度 B_2 が、図 2 (A) に示すように電気角で 90° 位相がずれるように、第 1 の永久磁石列 15 及び第 1 の磁気検出器 19 と第 2 の永久磁石列 17 及び第 2 の磁気検出器 21 の位置関係が定められている。その結果、本実施例によれば、2 相正弦波出力の磁気エンコーダが得られる。

【0033】

図 1 には、磁性片列 9 が $P / 4$ ずつ移動したときの磁束の発生状態を示している。図 1 において、1 段目の状態では、第 1 の永久磁石列 15 における隣合う 2 つの永久磁石 13 が 1 つの磁性片 7 と均等に対向して、発生する磁束は 1 つの永久磁石 13 と 1 つの磁性片 7 との間を通る小さい磁路を形成する。このとき第 2 の永久磁石列 17 では、1 つの磁性片 7 が 1 つの永久磁石 13 と完全に対向して、発生する合成磁束は、1 つの永久磁石 13 から出た磁束が該 1 つの永久磁石 13 の隣の永久磁石 13 と対向する 1 つの磁性片 7 を通って永久磁石列 17 中に戻る磁路を形成している。可動子 3 が $P / 4$ ピッチ移動すると、図 1 の 2 段目の状態となり、第 1 の永久磁石列 15 では、1 つの磁性片 7 が 1 つの永久磁石 13 と完全に対向して、発生する合成磁束は、1 つの永久磁石 13 から出た磁束が該 1 つの永久磁石 13 の隣の永久磁石 13 と対向する 1 つの磁性片 7 を通って永久磁石列 15 中に戻る磁路を形成している。そして第 2 の永久磁石列 17 における隣合う 2 つの永久磁石 13 が 1 つの磁性片 7 と均等に対向して、発生する磁束は 1 つの永久磁石 13 と 1 つの磁性片 7 との間を通る小さい磁路を形成する。更に可動子 3 が $P / 4$ ピッチ移動すると、図 1 の 3 段目の状態となり、第 2 の永久磁石列 17 を通る合成磁束が 1 段目の状態とは逆方向に流れる磁路が形成される。更に可動子 3 が $P / 4$ ピッチ移動すると、図 1 の 4 段目の状態となり、第 1 の永久磁石列 15 を通る合成磁束が 2 段目の状態とは逆方向に流れる磁路が形成される。更に可動子 3 が $P / 4$ ピッチ移動すると、図 1 の 5 段目の状態となり、1 段目の状態に戻る第 1 の永久磁石列 15 を通る合成磁束が 2 段目の状態とは逆方向に流れる磁路が形成される。

【0034】

図 2 (A) において、磁束密度 B_1 及び B_2 が 0 のときは、1 つの磁性片が 1 つの永久磁石 13 と完全に対向しているときである。そして磁束密度 B_1 及び B_2 がピークに向かい且つピークから 0 に向かう過程では、1 つの永久磁石 13 から出た磁束が該 1 つの永久磁石 13 の隣の永久磁石 13 と対向する 1 つの磁性片 7 を通って永久磁石列 15 中に戻り、複数の永久磁石の磁束が合成されて磁路を形成しているときである。図 2 (B) は、図 2 (A) の磁束が発生しているときに、第 1 及び第 2 の磁気検出器 19 及び 21 から出力される電圧波形を示している。なお永久磁石 13 の数を増やせば、1 つの永久磁石 13 の影響を小さくすることができ、ひずみが少ない正弦波状の磁束を生じさせることができる。そしてこの磁束の漏れ磁束を磁気検出器 19 及び 21 で検出することにより、特別な補正回路を必要とすることなく、正弦波状信号を得ることができる。この正弦波信号を公知技術により信号処理することにより、可動子 3 の固定子 5 に対する位置を示す信号を得ることができる。その結果、本実施例によれば、リニア磁気エンコーダの分解能と内挿精度の向上を図ることができる。永久磁石列は、少なくとも 2 極以上の磁極が含まれるように 2 個以上の永久磁石 13 (物理的に分離していても、一体化されていてもよい) で構成される。磁性片列 9 と対向する永久磁石列 15 及び 17 の永久磁石 13 の極数が増加するほど、検出磁束は正確な正弦波に近づき、高精度となる。また永久磁石 13、磁性ヨーク 14、磁性片 7 に位置や特性のバラツキがあっても、平滑化された出力を得ることができる。

【0035】

なお永久磁石 13 のピッチ p (電気角) は $P / 4 < p < P$ の値とするのが好ましい。図 3 (A) は、 $P / 2 < p < P$ の場合の永久磁石 13 のピッチ p と磁性片 7 のピ

10

20

30

40

50

ッチPとの関係を示しており、図3(B)は $P/4 < p < P/2$ の場合の永久磁石13のピッチpと磁性片7'のピッチPとの関係を示している。図3において永久磁石列16は1つだけ示してあり、磁気検出器20も1つだけ示してある。また図3においては、磁性片7'の断面形状が矩形状を呈している。

【0036】

磁気検出器20の配置位置は、漏れ磁束を検出できる位置であればどこでもよい。例えば、図4(A)に示すように、磁性片列9'を間に介して永久磁石列16と対向する位置に磁気検出器20を配置して漏れ磁束を検出するようにしてもよい。また図4(B)及び(C)に示すように、磁気検出器20を、磁性片列9'及び永久磁石列16の両方と対向する位置に配置して漏れ磁束を検出するようにしてもよい。さらに磁気検出器20を、永久磁石列16の延長線上で磁性ヨーク14に隣接した位置に配置して漏れ磁束を検出するようにしてもよい。これらの位置であっても、確実に磁束を検出することができる。

10

【0037】

永久磁石列を構成する永久磁石の数は、2以上あればよい。図5は、永久磁石列16が2つの永久磁石13によって構成されている実施例を示している。この永久磁石列16でも、2つの永久磁石13は同極性の磁極が対向するように並べられており、各永久磁石13の両端には、磁性ヨーク14が配置されている。本実施例のように、永久磁石13が2極の場合では、低コストな磁気エンコーダを提供できる。

【0038】

図6に示すように、永久磁石列16の両端に位置する2つの磁性ヨーク14どうしを磁氣的に連結して永久磁石列16からの漏れ磁束を集める連結ヨーク23及び24を設けてもよい。連結ヨーク23及び24の一端は、磁性ヨーク14に連結され、連結ヨーク23及び24の他端はギャップ25を介して対向している。そしてギャップ25内に、磁気検出器20を配置している。このような構造を使用すると、磁気検出器20は、連結ヨーク23及び24を通る漏れ磁束を検出する。連結ヨーク23及び24を用いれば、磁気検出器20で検出する磁束の強度が強くなるため、より高感度となり、精度及び分解能を向上できる。

20

【0039】

図7に示すように、永久磁石列16'は、永久磁石13だけで構成してもよい。すなわち磁性ヨーク14を用いなくても、磁気抵抗の変化が発生するため、磁気エンコーダとして十分機能する。

30

【0040】

また図8(A)及び(B)に示すように、永久磁石列116の長さを磁性片列109の長さより、長くしてもよい。この実施例では、永久磁石列116が可動子103を構成しており、磁性片列109と磁気検出器20とが固定子を構成している。この場合において、磁性片列109に含まれる磁性片107の数は、図8(A)に示すように偶数でもよく、また図8(B)に示すように奇数でもよい。また本実施例において、永久磁石列116を固定子として、磁性片列109と磁気検出器20とを可動子としてもよいのは勿論である。

40

【0041】

磁性片列を構成する複数の磁性片の永久磁石側から見た輪郭形状は、正弦波磁束が得られるものであれば、任意である。また永久磁石列を構成する永久磁石の形状も正弦波磁束が得られるものであれば、任意である。

【0042】

図9(A)乃至(H)は、磁性片の変形例及び永久磁石の変形例を示している。図9(A)は、図3及び図4に示した磁性片列9'と同じものである。この磁性片列9'では、磁性片7'が、永久磁石列16側から見た輪郭形状及び縦断面形状が共に矩形状を呈している。このような平板状の磁性片7'であれば、図1の実施例で使用する磁性片7のように、角に面取りが必要ないため、磁性片列の生産性が向上する。

50

【 0 0 4 3 】

図 9 (B) の磁性片列 2 9 は、複数の磁性片 2 7 が連結片 2 8 により連結された構造を有している。この構造の磁性片列 2 9 は、磁性片 2 7 と連結片 2 8 とを鋳造やプレス成形等により一体成形することができるので生産性が向上する。

【 0 0 4 4 】

図 9 (C) の (a) 及び (b) に示した磁性片 3 7 は、永久磁石列 1 6 側から見た輪郭形状が円形を呈している。複数の円形の磁性片 3 7 が、長尺状の支持体 1 1 ' の上に接着されて磁性片列 3 9 が構成されている。

【 0 0 4 5 】

図 9 (D) の (a) 及び (b) に示した磁性片 4 7 は、永久磁石列 1 6 側から見た輪郭形状は矩形であるが、横方向から見た形状が円形になる円柱状を呈している。そして複数の円柱状の磁性片 4 7 が支持体 1 1 ' に埋設された状態で支持されて、磁性片列 4 9 が構成されている。

【 0 0 4 6 】

図 9 (E) に示した磁性片 5 7 は、球状を呈している。そして複数の球状の磁性片 5 7 が支持体 1 1 ' に埋設された状態で支持されて、磁性片列 5 9 が構成されている

図 9 (F) の (a) 及び (b) に示した磁性片 6 7 は、永久磁石列 1 6 側から見た輪郭形状は矩形であるが、磁性片列 6 9 の長手方向から見た形状が円形になる円柱状を呈している。そして複数の円柱状の磁性片 6 7 が長手方向に並ぶようにして支持体 1 1 ' に支持されて磁性片列 6 9 が構成されている。

【 0 0 4 7 】

図 9 (G) の (a) 及び (b) に示した永久磁石 1 3 ' 及び磁性ヨーク 1 4 ' はそれぞれ円環状を呈しており、複数の永久磁石 1 3 ' 及び複数の磁性ヨーク 1 4 ' が交互に接合されて円筒状の永久磁石列 1 6 ' が構成されている。磁性片 6 7 は、永久磁石列 1 6 側から見た輪郭形状は矩形であるが、磁性片列 6 9 の長手方向から見た形状が円形になる円柱状を呈している。そして複数の円柱状の磁性片 6 7 が長手方向に並ぶようにして支持体 1 1 ' に支持されて磁性片列 6 9 が構成されている。

【 0 0 4 8 】

図 9 (H) の (a) 及び (b) に示した永久磁石 1 3 及び磁性ヨーク 1 4 はそれぞれ円柱状を呈しており、複数の永久磁石 1 3 及び複数の磁性ヨーク 1 4 が交互に接合されて円柱状の永久磁石列 1 6 が構成されている。磁性片列 9 ' は、図 9 (A) の磁性片列と同じである。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 (A) 及び (B) は、一方向に同じ極性の磁極が現れるように非磁性材 1 2 を介して並べられた複数の永久磁石 1 3 と永久磁石の両側に配置された磁性ヨーク 1 4 とからなる永久磁石列 3 0 を用いた実施例の磁気エンコーダで、磁性片列 9 を P / 2 ピッチ移動させる前と後の状態を示している。非磁性材 1 2 として例えばアルミニウムを用いることができる。永久磁石列 3 0 は、複数の永久磁石 1 3 をインサートとしてインサート成形することができる。なお非磁性材 1 2 は空気でもよい。本実施例において、使用する磁気検出器 2 0 は、ホールセンサでも、MR センサ (磁気抵抗素子) のどちらでもよい。検出される磁束の極性が一方向のみになるため、特に MR 素子を利用する場合には、精度を向上できる。図 1 1 (A) には、磁気検出器 2 0 で検出する漏れ磁束の磁束密度を示しており、図 1 1 (B) には MR 素子の出力 (検出された電気抵抗) の変化を示している。磁束密度と電気抵抗は同位相で変化する。なお本実施例において、磁性ヨークを用いずに永久磁石 1 3 と非磁性材 1 2 とにより永久磁石列 3 0 を構成してもよい。

【 0 0 5 0 】

図 1 2 (A) 及び (B) は本発明を回転型の磁気エンコーダに適用した実施例の概略正面図及び側面図を示している。本実施例では、複数の円柱状の磁性片 2 0 7 からなる磁性片列 2 0 9 は、回転軸 S の回転によって直接または間接的に回転する円板 2 1 1 の外周面に沿って円環状の列をなすように円板 2 1 1 に固定されている。円板 2 1 1 はアルミニウ

10

20

30

40

50

ーム等の非磁性材料により形成されている。本実施例では、回転軸 S の中心線から隣合う 2 つの磁性片 207 の中心に延ばした仮想線 L1 及び L2 間の角度を磁極片のピッチ P と
 言う。本実施例では、円弧状に延びる 2 つの永久磁石列 215 及び 217 を、磁性片列 2
 09 と対向するように配置している。永久磁石列 217 を例にして説明すると、回転軸 S
 の中心線から永久磁石 213 の中心に延ばした仮想線 L3 と、回転軸 S の中心線から隣合
 う 2 つの永久磁石 213 の間に位置する磁性ヨーク 214 の中心に延ばした仮想線 L4 と
 の間の角度を永久磁石のピッチ p と
 言う。本実施例では、磁性片のピッチ P と永久磁石
 のピッチ p との間に、 $p = P / 4$ の関係が成立するように、磁性片のピッチ P と永久
 磁石のピッチ p が定められている。複数の永久磁石 213 は、磁性材料からなるヨーク
 構成体 222 にインサート成形されている。ヨーク構成体 222 は、永久磁石 213 が保
 持される永久磁石保持部 222A と永久磁石保持部 222A の両端に一体に設けられた連
 結ヨーク 223 及び 224 とから構成される。連結ヨーク 223 及び 224 は、図 6 に示
 した連結ヨーク 23 及び 24 と同様に、永久磁石列 215 及び 217 からの漏れ磁束を
 磁気検出器 219 及び 221 に集める機能を果たしている。

10

【0051】

本実施例では、回転軸 S が回転すると、図 13 (A) に示すように、磁気検出器 219
 が検出する磁束の磁束密度 B1 と磁気検出器 221 が検出する磁束の磁束密度 B2 が、電
 気角で 90° 位相のずれた正弦波となるように磁気検出器 219 及び 221 の位置と磁性
 片のピッチ P と永久磁石のピッチ p が定められている。その結果、磁気検出器 219 及
 び 221 からは、電気角で 90° 位相がずれた正弦波電圧 V1 及び V2 が出力される。こ
 れらの正弦波電圧 V1 及び V2 を公知の信号技術により信号処理することにより、回転軸
 S の回転位置を示す信号を得ることができる。なお本実施例においては、ヨーク構成体 2
 22 の永久磁石保持部 222A を厚肉で構成しているが、永久磁石保持部 222A を薄肉
 で形成してもよい。

20

【0052】

図 14 (A) 及び (B) には、一对の永久磁石列 215 及び 217 に加えて別の一对の
 永久磁石 215' 及び 217' を設けている。そして一对の永久磁石列 215 及び 217
 に対応して設けた一对の磁気検出器 219 及び 221 と一对の永久磁石列 215' 及び 2
 17' に対応して設けた一对の磁気検出器 219' 及び 221' とを機械角で 180° ず
 れる配置している。これらの磁気検出器 219 及び 221 並びに 219' 及び 221' と
 しては、ホールセンサを用いている。ここでは一对の磁気検出器 (ホールセンサ) の一方
 を、検出する磁束の方向を逆転させるように配置している。この状態で磁気検出器 219
 及び 221 並びに 219' 及び 221' が検出する磁束の磁束密度 B1、B2、B'1 及
 び B'2 は図 15 (A) のようになる。このような状態で、磁気検出器 219 と磁気検出
 器 221 の出力の差 (V1 - V2) を取り、磁気検出器 219' と磁気検出器 221' の
 出力の差 (V'1 - V'2) を取ると、図 15 (B) のようになる。そこで一对の磁気検
 出器の出力の差をとるように一对の磁気検出器の出力部を接続することで、得られる電圧
 信号は大きな SN 比を有し、また外部からの磁界の影響をキャンセルできて、外部磁界の
 外乱に強い、より高精度な磁気エンコーダが得られる。この場合においても、磁性片のピ
 ッチを $P = 360^\circ$ (電気角) としたときに、永久磁石のピッチは $P / 4 < p < P$ の値
 にするのが好ましい。また永久磁石列は、複数の永久磁石のそれぞれの両側に磁性ヨーク
 が配置された構造を有しているのが好ましい。

30

40

【0053】

図 16 は、本発明のさらに他の実施例の構成を示している。この例では、同極性の磁極
 が対向するように $2 \times n$ 個 (本実施例では $n = 25$) の永久磁石 313 と $2 \times n$ 個の磁性
 ヨーク 314 が交互に並べられて円環状の永久磁石列 316 が構成されている。また $n \pm$
 m (m は n より小さい自然数: 本実施例では $m = 1$) 個の磁性片 307 がピッチ P で並べ
 られて円環状の磁性片列 309 が構成されている。具体的には、永久磁石 313 の数が 5
 0 個で、磁性片 307 の数が 26 個である。永久磁石列 316 と磁性片列 309 とは、磁
 性片列 309 が外側に位置するように同心的に配置されている。図示していないが、永久

50

磁石列 3 1 6 及び磁性片列 3 0 9 は、支持部材に支持されてそれぞれ一体化されている。そして永久磁石列 3 1 6 及び磁性片列 3 0 9 の一方が、回転位置検出の対象となる回転軸に直接または間接的に固定されている。本実施例では、磁性片列 3 0 9 が回転するものとする。永久磁石列 3 1 6 の中心領域すなわち図示しない回転軸の軸線を中心とする領域に磁気検出器 3 2 0 A および 3 2 0 B を配置してある。磁気検出器 3 2 0 A および 3 2 0 B は出力に 90° の位相差が発生する位置関係で配置されている。この例では永久磁石列 3 1 6 と磁気検出器 3 2 0 A および 3 2 0 B とは同じ支持部材に支持されている。

【 0 0 5 4 】

本実施例のように、同極性の磁極が対向するよう複数の永久磁石 3 1 3 を並べて円環状の永久磁石列 3 1 6 を構成した場合には、磁性片列 3 0 9 が 1 回転すると内側の磁場（漏れ磁束）は磁性片 3 0 7 の数だけ回転する。したがって本実施例では内側の 2 つの磁場（漏れ磁束）が図示しない回転軸の回転中心を中心にして 2 6 回転する。なお磁場が回転する原理については、出願人の先願である特願 2 0 1 0 - 2 2 0 0 7 0 号に詳しく記載してある。磁気検出器 3 2 0 A および 3 2 0 B は、回転するこの 2 つの磁場（漏れ磁束）をそれぞれ検出して信号を出力する。図 1 7 (A) は、磁性片列 3 0 9 が回転したときに、磁気検出器 3 2 0 A が検出する磁束密度及び磁気検出器 3 2 0 の出力電圧と、磁気検出器 3 2 0 B が検出する磁束密度及び磁気検出器 3 2 0 B の出力電圧を示してある。

【 0 0 5 5 】

ちなみに本実施例の構成で、永久磁石列 3 1 6 を回転させて磁性片列 3 0 9 を固定した場合には、永久磁石列 3 1 6 が 1 回転すると内側の磁場は永久磁石の数の半分の数だけ（すなわち 2 5 回転だけ）回転することになる。図 1 7 (B) には、永久磁石列 3 1 6 が回転したときに、磁気検出器 3 2 0 A が検出する磁束密度及び磁気検出器 3 2 0 A の出力電圧と、磁気検出器 3 2 0 B が検出する磁束密度及び磁気検出器 3 2 0 B の出力電圧を示してある。

【 0 0 5 6 】

本実施例によれば、高分解能な磁気センサを簡素な構造で構成できる。また、複数の永久磁石 3 1 3 の磁気が合成されたものを磁気検出器 3 2 0 A および 3 2 0 B で検出するため、磁石 1 個の誤差の影響がわずかであり、高い位置検出精度が得られる。なお図 1 8 に示すように、磁性片列 3 0 9 を永久磁石列 3 1 6 に内側に配置しても、図 1 6 の実施例と同様に動作する磁気エンコーダを得ることができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 9 (A) 及び (B) は、円環状の永久磁石列 4 1 6 と円環状の磁性片列 4 0 9 を、回転軸 S の軸線方向に並べた実施例である。本実施例では、磁性片列 4 0 9 が回転軸 S に固定された円板 4 1 1 上に固定されて回転する。本実施例では、永久磁石列 4 1 6 の中心領域すなわち回転軸 S の軸線を中心とする領域に磁気検出器 4 2 0 A 乃至 4 2 0 D を配置している。磁気検出器 4 2 0 A 乃至 4 2 0 B はそれぞれの出力に 90° の位相差が発生する位置関係で配置されている。この例では永久磁石列 4 1 6 と磁気検出器 4 2 0 A 乃至 4 2 0 D とは同じ支持部材に支持されている。この例では、磁性片列 4 0 9 の磁性片の数 ($n \pm m$) の n を 2 5 とし、 m を + 1 として磁性片 4 0 7 の数を 2 6 としている。この実施例でも、同極性の磁極が対向するよう複数の永久磁石 4 1 3 を並べて円環状の永久磁石列 4 1 6 を構成しているので、磁性片列 4 0 9 が 1 回転すると内側の 2 つの磁場（漏れ磁束）は磁性片 4 0 7 の数だけ回転する。したがって本実施例では内側の 2 つの磁場（漏れ磁束）が回転軸 S の回転中心を中心にして 2 6 回転する。磁気検出器 4 2 0 A 乃至 4 2 0 D は、回転するこの 2 つの磁場（漏れ磁束）をそれぞれ検出して位相が 90° ずれた正弦波信号を出力する。

【 0 0 5 8 】

図 2 0 は、図 1 9 の実施例と同様に円環状の永久磁石列 5 1 6 と円環状の磁性片列 5 0 9 を、回転軸 S の軸線方向に並べた実施例である。この例では、磁性片列 5 0 9 の磁性片の数 ($n \pm m$) の n を 2 5 とし、 m を + 2 として磁性片 4 0 7 の数を 2 7 としている。この実施例では、磁性片列 5 0 9 が 1 回転すると、内側に 4 つの磁場（漏れ磁束）が発生

10

20

30

40

50

し、4つの磁場（漏れ磁束）は磁性片407の数だけ回転する。本実施例では、一对の磁気検出器520A及び520Bが機械角で180°ずれた位置に配置され、一对の磁気検出器520C及び520Dも機械角で180°ずれた位置に配置されている。そして一对の磁気検出器520A及び520Bと一对の磁気検出器520C及び520Dも機械角で45°ずれた位置に配置されている。このように配置すると、図21(A)に示すように、一对の磁気検出器520A及び520Bが検出する磁束密度 B_1 及び B_2 は90°位相がずれた正弦波となる。また一对の磁気検出器520C及び520Dが検出する磁束密度 B_1 及び B_2 も、図21(A)に示すように、90°位相がずれた正弦波となる。そこで一对の磁気検出器520A及び520Bの出力の差($V_1 - V_2$)をとると、図21(BH)に示す正弦波電圧信号が得られる。また一对の磁気検出器520C及び520Dの出力の差($V_1 - V_2$)をとると、図21(B)に示す正弦波電圧信号が得られる。本実施例によれば、得られる正弦波状信号($V_1 - V_2$)及び($V_1 - V_2$)は大きなSN比となり、また外部からの磁界の影響をキャンセルすることができて、外部磁界の外乱に強い、より高精度な磁気エンコーダを得ることができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0059】

本発明によれば、簡単に正弦波状の磁束を発生できて、分解能と内挿精度の向上を図ることができる、低コストの磁気エンコーダを提供することができる。

【符号の説明】

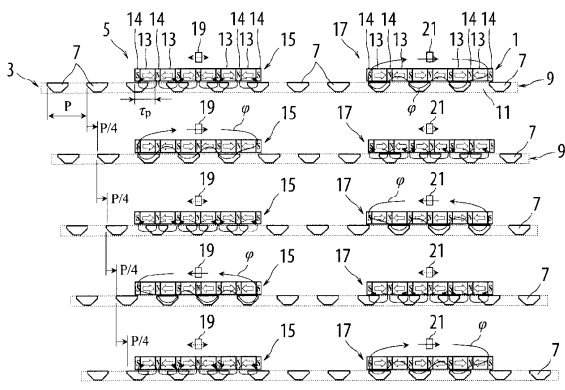
【0060】

- 1 リニア磁気エンコーダ
- 3 可動子
- 5 固定子
- 7, 107, 207, 307, 407, 507 磁性片
- 9, 109, 209, 309, 409, 509 磁性片列
- 11 支持体
- 13, 113, 213, 313, 413, 513 永久磁石
- 14, 414, 214, 314, 414, 514 磁性ヨーク
- 15, 16, 17, 116, 216, 316, 416, 516 永久磁石列
- 19, 20, 21 磁気検出器

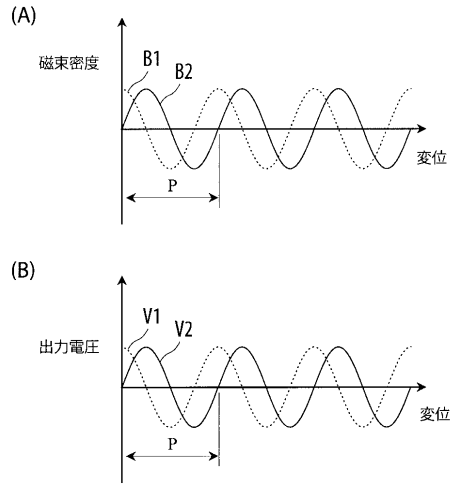
20

30

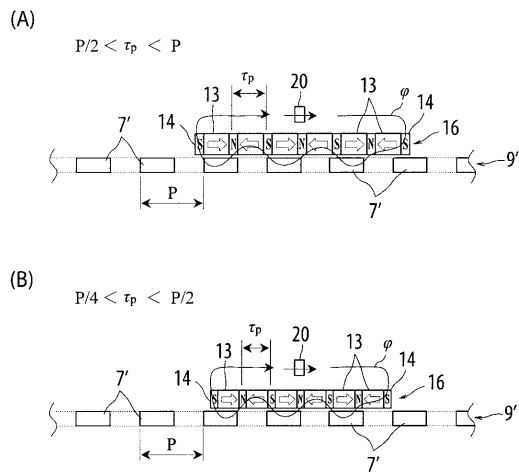
【図1】



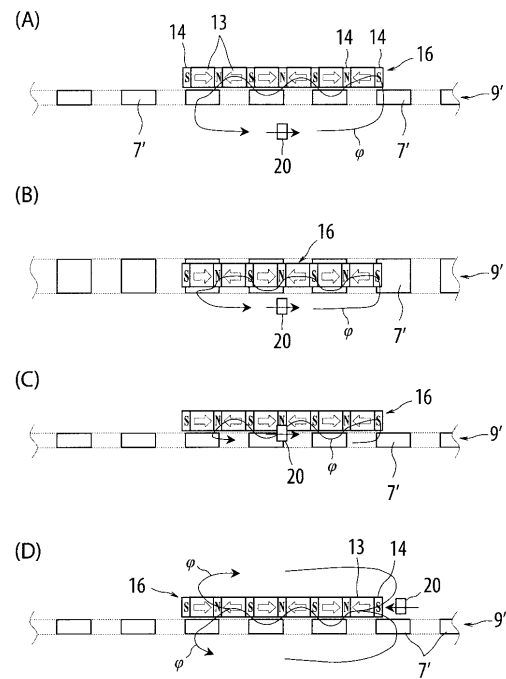
【図2】



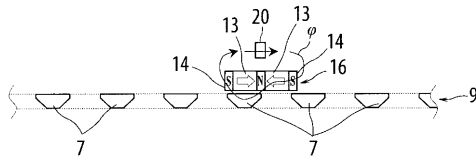
【図3】



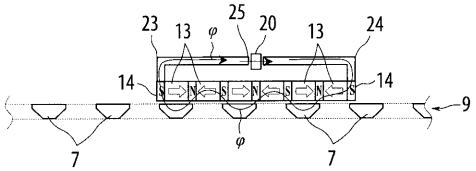
【図4】



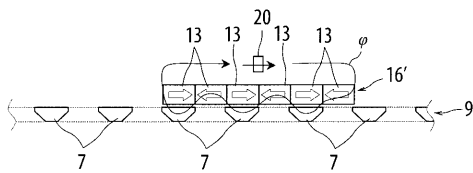
【図5】



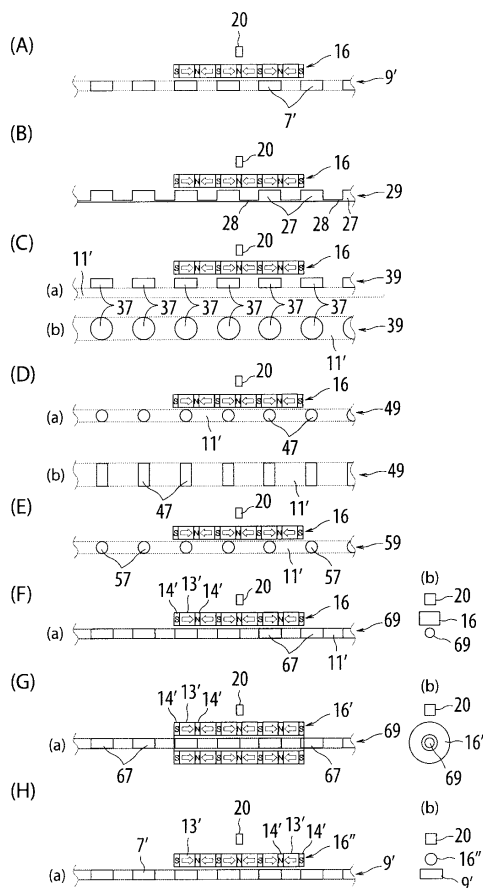
【図6】



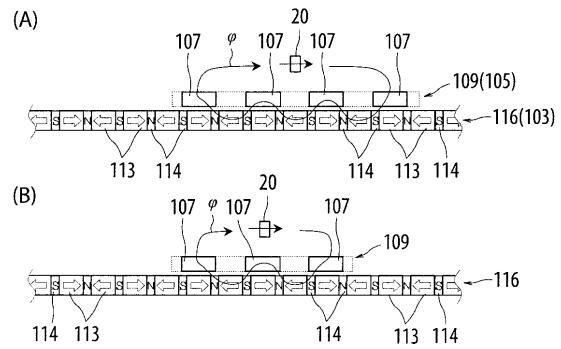
【図7】



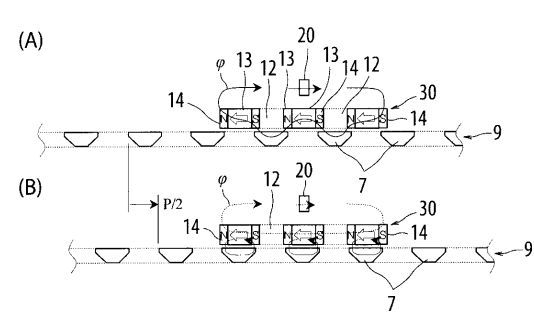
【図9】



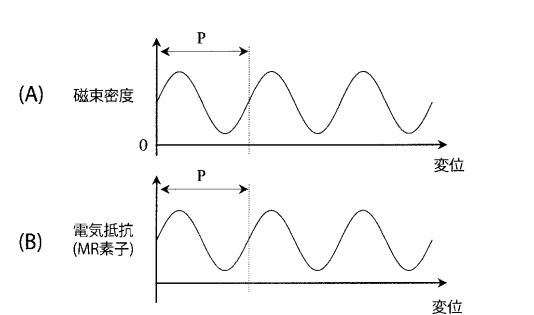
【図8】



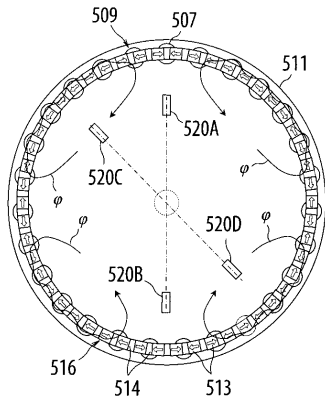
【図10】



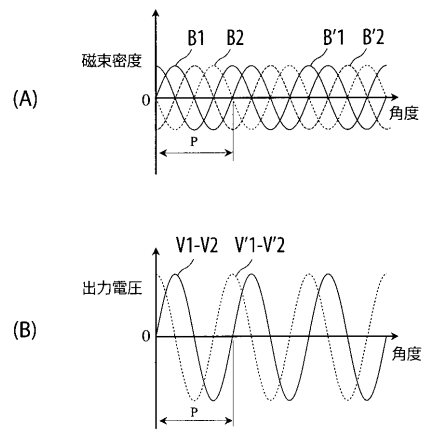
【図11】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開2012-075291(JP,A)
特許第5354687(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D5/00~5/252、5/39~5/62
G01B7/00~7/34
H02K1/00~1/34