

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5195188号
(P5195188)

(45) 発行日 平成25年5月8日 (2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月15日 (2013.2.15)

(51) Int.Cl.

F I

HO2K 11/00 (2006.01)

GO1D 5/245 (2006.01)

HO2K 11/00 C

GO1D 5/245 I I OM

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-228720 (P2008-228720)	(73) 特許権者	000006622
(22) 出願日	平成20年9月5日 (2008.9.5)		株式会社安川電機
(65) 公開番号	特開2010-63315 (P2010-63315A)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(43) 公開日	平成22年3月18日 (2010.3.18)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成23年4月4日 (2011.4.4)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	吉武 博信
			福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
			株式会社安川電機内
		(72) 発明者	鹿山 透
			福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
			株式会社安川電機内
		審査官	大山 広人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転直動位置検出装置および回転直動位置検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータ出力軸の一端に接続され、該モータ出力軸と同一の軸を中心とした円柱状に延長形成されたスケールと、

前記スケールに対向して固定配置され、前記モータ出力軸の回転方向の回転位置及び直動方向の直動位置を検出する検出器と、

を備え、

前記スケールは、前記軸に沿って、長さが同一で交互に配置された2以上の回転スケール及び2以上の直動スケールを有し、

前記検出器は、

前記回転スケールの長さと同一の間隔で前記軸に沿って配置され、それぞれ前記回転スケールから前記回転位置を検出する2組の回転検出器と、

前記直動スケールの長さと同一の間隔で前記軸に沿って配置され、それぞれ前記直動スケールから前記直動位置を検出する2組の直動検出器と

を有する、回転直動位置検出装置。

【請求項 2】

2組の前記回転検出器のそれぞれの組は、

前記回転スケールに対して、位相が90度ずれた信号を得るための回転A相検出器および回転B相検出器と、

前記回転A相検出器および前記回転B相検出器のおのものの出力信号に対して180度

位相のずれた信号を出力する回転 / A 相検出器および回転 / B 相検出器と、
を有し、

___ 2 組の前記直動検出器のそれぞれの組は、

___ 前記直動スケールに対して、位相が 90 度ずれた信号を得るための直動 A 相検出器および直動 B 相検出器と、

___ 前記直動 A 相検出器および前記直動 B 相検出器のおおのの出力信号に対して 180 度位相のずれた信号を出力する直動 / A 相検出器および直動 / B 相検出器と、

を有する、請求項 1 記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 3】

___ 前記回転検出器および前記直動検出器の B 相検出器を 1 つの素子で共用する、請求項 2 記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 4】

___ 前記回転検出器および前記直動検出器の A 相検出器を 1 つの素子で共用する、請求項 2 又は 3 に記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 5】

___ 前記回転スケールおよび前記直動スケールは、N 極と S 極が一定間隔で磁化された永久磁石により形成され、

___ 前記回転検出器および前記直動検出器は、磁気式検出器からなる、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 6】

___ 前記回転スケールおよび前記直動スケールは、凹凸の形状もしくは滑らかな山谷形状を設けた軟磁性材により形成され、

___ 前記回転検出器および前記直動検出器は、インダクタンス変化を検出するレゾルパ式検出器からなる、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 7】

___ 前記回転スケールおよび前記直動スケールは、凹凸の形状もしくは明暗の印刷パターンにより形成され、

___ 前記回転検出器および前記直動検出器は、光学式検出器からなる、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 8】

___ 交互に配置された前記回転スケールと前記直動スケールの組み合わせを 2 組備えている、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置。

【請求項 9】

___ 請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置を使用して、

___ 1 組目の前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{1a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{1/a}$ 、回転 B 相検出器の出力 V_{1b} 、回転 / B 相検出器の出力 $V_{1/b}$ を求め、

___ 2 組目の前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{2a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{2/a}$ 、回転 B 相検出器の出力 V_{2b} 、回転 / B 相検出器の出力 $V_{2/b}$ を求め、

___ これら出力信号から演算により回転方向の回転位置を求める、回転位置検出方法。

【請求項 10】

___ 請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置を使用して、

___ 1 組目の前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z1a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z1/a}$ 、直動 B 相検出器の出力 V_{Z1b} 、直動 / B 相検出器の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、

___ 2 組目の前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z2a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z2/a}$ 、直動 B 相検出器の出力 V_{Z2b} 、直動 / B 相検出器の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、

___ これら出力信号から演算により直動方向の直動位置 Z を求める、直動位置検出方法。

【請求項 11】

___ 請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載の回転直動位置検出装置を使用して、

___ 1 組目の前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{1a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{1/a}$ 、回転 B 相検出器の出力 V_{1b} 、回転 / B 相検出器の出力 $V_{1/b}$ を求め、

10

20

30

40

50

2 組目の前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{2a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{2/a}$ 、回転 B 相検出器の出力 V_{2b} 、回転 / B 相検出器の出力 $V_{2/b}$ を求め、
 これら出力信号から演算により回転方向の回転位置 を求め、
 1 組目の前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z1a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z1/a}$ 、直動 B 相検出器の出力 V_{Z1b} 、直動 / B 相検出器の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、
 2 組目の前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z2a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z2/a}$ 、直動 B 相検出器の出力 V_{Z2b} 、直動 / B 相検出器の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、
 これら出力信号から演算により直動方向の直動位置 Z を求める、回転直動位置検出方法。

【請求項 12】

10

請求項 3 記載の回転直動位置検出装置を使用して、

1 組目の、前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{1a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{1/a}$ 、前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z1a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z1/a}$ 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転 B 相検出器の出力 V_{Z1b} 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転 / B 相検出器の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、
 2 組目の、前記回転検出器の回転 A 相検出器の出力 V_{2a} 、回転 / A 相検出器の出力 $V_{2/a}$ 、前記直動検出器の直動 A 相検出器の出力 V_{Z2a} 、直動 / A 相検出器の出力 $V_{Z2/a}$ 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転 B 相検出器の出力 V_{Z2b} 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転 / B 相検出器の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、
 これら出力信号から演算により回転方向の回転位置 および直動方向の直動位置 Z を求める、回転直動位置検出方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 つのモータで、回転と移動の 2 つのモーションを精密に行う回転直動モータの回転直動位置検出装置および位置検出方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来の回転直動モータの回転直動位置検出装置は、直動軸受に設けられたモータ出力軸とともに移動する回転スケールおよび直動スケールを、それぞれ回転検出器および直動検出器で用いて読み取り位置を検出する方法が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

図 13 の A) において、1 はモータ出力軸、2 はモータフレーム、3 は検出器フレーム、4 は回転軸受、5 は直動軸受、51 は直動軸受インナーレース、52 は直動軸受アウターレース、6 は回転スケール、7 は回転検出器である。ここで、回転軸受 4 は、直動軸受 5 を介してモータ出力軸 1 と結合している。回転スケール 6 は直動軸受アウターレース 52 に設けられているため、モータ出力軸 1 および直動軸受 5 に同期回転する。この回転スケール 6 を回転検出器 7 で読み取ることで回転方向の位置を検出している。さらに、図 13 の B) において、8 は直動スケール、9 は直動検出器である。ここで、直動軸受 5 は、回転軸受 4 を介してモータ出力軸 1 と結合している。直動スケール 8 は直動軸受インナーレース 51 に設けられているため、モータ出力軸 1 および回転軸受 4 に同期直動する。この直動スケール 8 を直動検出器 9 で読み取ることで直動方向の位置を検出している。

40

【0004】

また、図 14 に例を示すようにモータ出力軸の一端に、回転スケール 6 および直動スケール 8 を取り付け、それぞれ回転検出器 7 および直動検出器 9 で用いて読み取り位置を検出する方法も開示されている。（例えば、特許文献 2 参照）。

50

【特許文献 1】特許第 3 4 3 9 9 8 8 号公報（第 6 頁、図 2、図 4）

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 4 3 3 8 5 号公報（第 1 7 頁、図 1 0）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 の場合では、回転軸受けおよび直動軸受けの外周部に回転検出器および直動検出器を配置するので、モータ外形が太くなるという問題があった。また、特許文献 2 の場合では、回転スケールおよび直動スケールを直線状に配置するので、回転スケールと直動スケールを足し合わせた長さは、モータストロークの 2 倍以上の長さが必要となり、モータ外形が長くなるという問題もあった。

10

【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、モータ外形太さを細くするとともにモータ外形長さを短くすることができ、モータ出力軸のストロークを長く取れる回転直動位置検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

— 上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

本発明の一観点による回転直動位置検出装置は、モータ出力軸 1 の一端に設けられ回転位置を検出するための回転スケール 6 と前記回転スケールの外周固定端に設けられた回転検出器 7 とモータ出力軸 1 の直動方向の直動位置を検出するための直動スケール 8 と前記

20

直動スケールの外周固定端に設けられた直動検出器 9 を備えた回転直動モータの回転直動位置検出装置において、前記回転スケール 6 と前記直動スケール 8 は円柱状で同じ長さ d を持ち、モータ出力軸の一端に直列に配置され、全体のスケールは前記回転スケール 6 と前記直動スケール 8 の組み合わせを複数組直列に備え、前記回転検出器 7 は前記回転スケール 6 の長さ d と同じ間隔で 2 組備え、前記直動検出器 9 は前記直動スケール 8 の長さ d と同じ間隔で 2 組備えたことを特徴とするものである。

また、この回転直動位置検出装置は、前記 2 組の回転検出器 7 は、前記回転スケール 6 に対して、位相が 90 度ずれた信号を得るための回転 A 相検出器 7 1 1、7 2 1 および回転 B 相検出器 7 1 2、7 2 2 と、前記回転 A 相検出器 7 1 1、7 2 1 および前記 B 相検出器 7 1 2、7 2 2 のおのおのの出力信号に対して 180 度位相のずれた信号を出力する回転 / A 相検出器 7 1 3、7 2 3 および回転 / B 相検出器 7 1 4、7 2 4 からなり、前記 2 組の直動検出器 9 は、前記直動スケール 8 に対して、位相が 90 度ずれた信号を得るための直動 A 相検出器 9 1 1、9 2 1 および直動 B 相検出器 9 1 2、9 2 2 と、前記直動 A 相検出器 9 1 1、9 2 1 および前記直動 B 相検出器 9 1 2、9 2 2 のおのおのの出力信号に対して 180 度位相のずれた信号を出力する直動 / A 相検出器 9 1 3、9 2 3 および、直動 / B 相検出器 9 1 4、9 2 4 を備えてもよい。

30

また、この回転直動位置検出装置は、交互に配置された前記回転スケール 6 と前記直動スケール 8 の組み合わせを 2 組備えてもよい。

また、この回転直動位置検出装置は、前記回転検出器 7 および前記直動検出器 9 の B 相検出器 1 0 1 1、1 0 2 1 を 1 つの素子で共用してもよい。

40

また、この回転直動位置検出装置は、前記回転検出器 7 および前記直動検出器 9 の A 相検出器を 1 つの素子で共用してもよい。

また、この回転直動位置検出装置は、前記回転スケール 6 と前記直動スケールを N 極と S 極が一定間隔で磁化された永久磁石により形成するとともに、前記回転検出器 7 および前記直動検出器 9 が磁気式検出器からなってもよい。

また、この回転直動位置検出装置は、前記回転スケール 6 と前記直動スケール 8 を凹凸の形状もしくは滑らかな山谷形状を設けた軟磁性材により形成すると共に、前記回転検出器 7 および前記直動検出器 9 がインダクタンス変化を検出するレゾルバ式検出器からなってもよい。

50

また、この回転直動位置検出装置は、前記回転スケール6と前記直動スケール8を凹凸の形状もしくは明暗の印刷パターンにより形成するとともに、前記回転検出器7および前記直動検出器9が光学式検出器からなってもよい。

また、この回転直動位置検出装置は、1組目の前記回転検出器のA相検出器711の出力 V_{1a} 、/A相検出器713の出力 $V_{1/a}$ 、B相検出器712の出力 V_{1b} 、/B相検出器714の出力 $V_{1/b}$ を求め、2組目の前記回転位置検出器のA相検出器721の出力 V_{2a} 、/A相検出器723の出力 $V_{2/a}$ 、B相検出器722の出力 V_{2b} 、/B相検出器724の出力 $V_{2/b}$ を求め、これら出力信号から演算により回転方向の回転位置を求めることもよい。

また、本発明の他の観点による回転直動位置検出方法は、上記回転直動位置検出装置を使用して、1組目の前記直動検出器の直動A相検出器911の出力 V_{Z1a} 、直動/A相検出器913の出力 $V_{Z1/a}$ 、直動B相検出器912の出力 V_{Z1b} 、直動/B相検出器914の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、2組目の前記直動検出器の直動A相検出器921の出力 V_{Z2a} 、直動/A相検出器923の出力 $V_{Z2/a}$ 、直動B相検出器922の出力 V_{Z2b} 、直動/B相検出器924の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、これら出力信号から演算により直動方向の直動位置Zを求めることを特徴とするものである。

また、本発明の更に他の観点による回転直動位置検出方法は、上記回転直動位置検出装置を使用して、1組目の前記回転検出器の回転A相検出器の出力 V_{1a} 、回転/A相検出器の出力 $V_{1/a}$ 、回転B相検出器の出力 V_{1b} 、回転/B相検出器の出力 $V_{1/b}$ を求め、2組目の前記回転検出器の回転A相検出器の出力 V_{2a} 、回転/A相検出器の出力 $V_{2/a}$ 、回転B相検出器の出力 V_{2b} 、回転/B相検出器の出力 $V_{2/b}$ を求め、前記出力信号から演算により回転位置を、次に1組目の前記直動検出器の直動A相検出器の出力 V_{Z1a} 、直動/A相検出器の出力 $V_{Z1/a}$ 、直動B相検出器の出力 V_{Z1b} 、直動/B相検出器の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、2組目の前記直動検出器の直動A相検出器の出力 V_{Z2a} 、直動/A相検出器の出力 $V_{Z2/a}$ 、直動B相検出器の出力 V_{Z2b} 、直動/B相検出器の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、これら出力信号から演算により直動方向の直動位置Zを求めることを特徴とするものである。

また、本発明の更に他の観点による回転直動位置検出方法は、上記回転直動位置検出装置を使用して、1組目の、前記回転検出器の回転A相検出器711の出力 V_{1a} 、回転/A相検出器713の出力 $V_{1/a}$ 、前記直動検出器の直動A相検出器911の出力 V_{Z1a} 、直動/A相検出器913の出力 $V_{Z1/a}$ 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転B相検出器1011の出力 V_{Z1b} 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転/B相検出器1012の出力 $V_{Z1/b}$ を求め、次に2組目の前記回転検出器の回転A相検出器721の出力 V_{2a} 、回転/A相検出器723の出力 $V_{2/a}$ 、前記直動検出器の直動A相検出器921の出力 V_{Z2a} 、直動/A相検出器923の出力 $V_{Z2/a}$ 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転B相検出器1021の出力 V_{Z2b} 、前記回転検出器および前記直動検出器で共用の直動回転/B相検出器1022の出力 $V_{Z2/b}$ を求め、これら出力信号から演算により回転方向の回転位置および直動方向の直動位置Zを求めることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明の各観点による回転直動位置検出装置及び回転直動位置検出方法によると、回転スケールと直動スケールを交互に配置しているので、モータ外形を小さくすることができ、さらにモータ出力軸のストロークを長くすることができる。

また、この回転直動位置検出装置及び回転直動位置検出方法によると、回転検出器と直動検出器のB相検出器と/B相検出器もしくはA相検出器と/A相検出器を共用するため、回転検出器と直動検出器の検出素子数を減らすことができる。

また、この回転直動位置検出装置及び回転直動位置検出方法によると、検出手段が磁気式やレゾルバであるので、周囲温度が高い用途やオイルミスト雰囲気中でも使用すること

10

20

30

40

50

ができる。

また、この回転直動位置検出装置及び回転直動位置検出方法によると、精密に刻まれた目盛を光学式検出手段を用いているので高精度な角度と位置を検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0010】

図1は、本発明の回転直動位置検出装置の断面図である。図において、1はモータ出力軸、2はモータフレーム、3は検出器フレーム、4はモータフレーム2に取り付けられた回転軸受、5はモータ出力軸1と回転軸受4に取り付けられた直動軸受、6はモータ出力軸1の端に取り付けられた回転スケール、7は固定端の検出器フレーム3に取り付けられた回転検出器、8は回転スケール6の端に取り付けられた直動スケール、9は固定端の検出器フレーム3に取り付けられた直動検出器となっている。また、回転スケール6と回転検出器7は、モータ出力軸1の長手方向に2組取り付けられている。また、2組の回転スケール6と直動スケール8は円柱状で長さは同じ長さdである。

10

【0011】

本発明が従来技術と異なる部分は、回転スケール6と直動スケール8をモータ出力軸1の長手方向に交互に2組備え、回転スケール6と直動スケール8の周囲に、回転検出器7と直動検出器9を2組備えた部分である。

20

【0012】

図2から図4を用いて、回転検出器7および直動検出器9の詳細な構成を説明する。図2は、本発明の回転直動位置検出装置の回転検出器7および直動検出器9の詳細を示す断面図、図3は、図2のA断面図およびA'断面図、図4は、本発明の回転直動位置検出装置の直動検出器9の詳細をあらわす図3のB断面図である。図2から図4に示すように、回転スケール6の外周囲に回転A相検出器1a 711を配置し、回転スケール6の外周囲に回転A相検出器1a 711を基準として90度の位置に回転B相検出器1b 712、180度の位置に回転/A相検出器1/a 713、270度の位置に回転/B相検出器1/b 714を夫々配置し1組の回転検出器7を構成する。また、回転A相検出器1aからモータ出力軸1の長手方向に長さdはなれた位置に、回転A相検出器2a 721を配置し、直動スケール8の外周囲に回転A相検出器2a 721を基準として90度の位置に回転B相検出器2b 722、180度の位置に回転/A相検出器2/a 723、270度の位置に回転/B相検出器2/b 724を夫々配置し別の回転検出器7を構成する。

30

【0013】

さらに、図4に示すように回転スケール61および直動スケール81の外周囲に直動A相検出器1a 911を配置し、回転スケール61の長手方向に長さ1/4dはなれた位置に直動B相検出器1b 912を配置する。また、回転スケール61の外周囲に直動A相検出器1a 911に対して180度対向位置に直動/A相検出器1/a 913、長さ1/4dはなれた位置に直動/B相検出器2/b 914を配置し、1組の直動検出器9を構成する。また同様に、直動A相検出器1a 911にして、モータ出力軸1の長手方向に長さdはなれた位置に、直動A相検出器2a 921を配置し、長さ1/4dはなれた位置に直動B相検出器2b 922を配置する。また、直動A相検出器2a 921に対して180度対向位置に直動/A相検出器2/a 923、長さ1/4dはなれた位置に直動/B相検出器2/b 924を夫々配置し別の直動検出器9を構成する。

40

【0014】

ここで、回転スケール6と回転検出器7および直動スケール8と直動検出器9の位置検出方法は、磁気式、光学式、レゾルバ式などが用いられる。各検出方式の構成は後ほど述べる。

【0015】

50

その位置検出動作を、図 5 を用いて説明する。ここでは磁気式による位置検出方法で説明を行う。回転スケール 6 1, 6 2 の図 5 の C 断面図で示す着磁の様子を図 6 (1)、直動スケール 8 1, 8 2 の図 5 の D 断面図で示す着磁の様子を図 6 (2) に示すようにそれぞれ 2 極着磁されている。ここでは、回転スケール 6 1, 6 2 と直動スケール 8 1, 8 2 とともに 2 極着磁としたが、多極着磁としてもかまわない。モータ出力軸 1 の端には、回転スケール a 6 1、続いて直動スケール a 8 1、回転スケール b 6 2、直動スケール b 8 2 が取り付けられている。回転検出器 7 と直動検出器 9 は磁界検出素子で構成されている。回転検出器 7 と直動検出器 9 に用いられる磁界検出素子としては、ホール素子や MR 素子などが挙げられる。

【 0 0 1 6 】

10

回転検出器 7 が検出した信号を、それぞれ V_{1a} 、 V_{1b} 、 $V_{1/a}$ 、 $V_{1/b}$ 、 V_{2a} 、 V_{2b} 、 $V_{2/a}$ 、 $V_{2/b}$ 、直動検出器 9 が検出した信号を、 VZ_{1a} 、 VZ_{1b} 、 $VZ_{1/a}$ 、 $VZ_{1/b}$ 、 VZ_{2a} 、 VZ_{2b} 、 $VZ_{2/a}$ 、 $VZ_{2/b}$ とそれぞれすると、回転方向の回転位置 θ は、

【 0 0 1 7 】

【数 1】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta_{1b} - V\theta_{1/b} + V\theta_{2b} - V\theta_{2/b}}{V\theta_{1a} - V\theta_{1/a} + V\theta_{2a} - V\theta_{2/a}} \dots \dots (1)$$

直動方向の直動位置 Z は、

20

【 0 0 1 8 】

【数 2】

$$Z = \tan^{-1} \frac{VZ_{1b} + VZ_{1/b} + VZ_{2b} + VZ_{2/b}}{VZ_{1a} + VZ_{1/a} + VZ_{2a} + VZ_{2/a}} \dots \dots (2)$$

で求められる、。以下この理由について回転位置 θ をよび直動位置 Z の検出原理を説明する。

【 0 0 1 9 】

ここで、モータ出力軸 1 が各位置にあるときの、回転検出器 7 と直動検出器 9 の検出した信号と位置の関係について述べる。まず、モータ出力軸 1 が最上点にある図 5 (1) の位置では、回転 A 相検出器 2 a 7 2 1 の出力 V_{2a} と回転 / A 相検出器 2 / a 7 2 3 の出力 $V_{2/a}$ は磁界強度は同じ強度で同極性となるので、 $V_{2a} - V_{2/a} = 0$ となる。同様の理由で、回転 B 相検出器 2 b 7 2 2 の出力 V_{2b} と回転 / B 相検出器 2 / b 7 2 4 の出力 $V_{2/b}$ は磁界強度は同じ強度で同極性となるので、 $V_{2b} - V_{2/b} = 0$ となり、図 5 (1) の位置での回転位置 θ は式 (1) より、

30

【 0 0 2 0 】

【数 3】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta_{1b} - V\theta_{1/b}}{V\theta_{1a} - V\theta_{1/a}}$$

40

となる。このように、回転位置 θ は回転スケール a 6 1 の磁界変化のみが反映されることになる。また、直動 A 相検出器 1 a 9 1 1 の出力 VZ_{1a} と直動 / A 相検出器 1 / a 9 1 3 の出力 $VZ_{1/a}$ の磁界強度は同じ強度で極性が逆となるので、 $VZ_{1a} + VZ_{1/a} = 0$ となる。同様の理由で、直動 B 相検出器 1 b 9 1 2 の出力 VZ_{1b} と直動 / B 相検出器 1 / b 9 1 4 の出力 $VZ_{1/b}$ の磁界強度は同じ強度で極性が逆となるので、 $VZ_{1b} + VZ_{1/b} = 0$ となり、図 5 (1) の位置での直動位置 Z は式 (2) より、

【 0 0 2 1 】

【数 4】

$$Z = \tan^{-1} \frac{VZ2b + VZ2/b}{VZ2a + VZ2/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール a 8 1 の磁界変化のみを検出することになる。ここで、上記式中の $VZ2a + VZ2/a$ と $VZ2b + VZ2/b$ の値は、近傍の回転スケール a 6 1 の磁界の影響を受けるが、 $VZ2a$ と $VZ2/a$ 、もしくは $VZ2b$ と $VZ2/b$ への回転スケール a 6 1 の磁界強度は、同じ強度で極性が逆となるので、キャンセルされ直動位置 Z の算出には影響をおよぼさない。

10

【0022】

つぎに、モータ出力軸 1 が図 5 (2) の位置では図 5 (1) の位置のときと同様に、回転 A 相検出器 2 a 7 2 1 の出力 V_{2a} と回転 / A 相検出器 2 / a 7 2 3 の出力 $V_{2/a}$ は磁界強度は同じ強度で同極性となるので、 $V_{2a} - V_{2/a} = 0$ と、 $V_{2b} - V_{2/b} = 0$ となり、回転位置 は式 (1) より、

【0023】

【数 5】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta1b - V\theta1/b}{V\theta1a - V\theta1/a}$$

20

となる。このように、回転位置 は回転スケール a 6 1 の磁界変化のみが反映されることになる。また、直動 B 相検出器 1 b 9 1 2 の出力 $VZ1b$ と直動 / B 相検出器 1 / b 9 1 4 の出力 $VZ1/b$ の磁界強度は同じ強度で極性が逆となるので、 $VZ1b + VZ1/b = 0$ 、 $VZ2a + VZ2/a = 0$ となり、図 5 (2) の位置での直動位置 Z は式 (2) より、

【0024】

【数 6】

$$Z = \tan^{-1} \frac{VZ2b + VZ2/b}{VZ1a + VZ1/a}$$

30

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール a 8 1 の磁界変化のみが反映されることになる。

【0025】

つぎに、モータ出力軸 1 が図 5 (3) の位置では、 $V_{1a} - V_{1/a} = 0$ と、 $V_{1b} - V_{1/b} = 0$ となり、回転位置 は式 (1) より、

【0026】

【数 7】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta2b - V\theta2/b}{V\theta2a - V\theta2/a}$$

40

となる。このように、回転位置 は回転スケール b 6 2 の磁界変化のみが反映されることになる。また、 $VZ2a + VZ2/a = 0$ 、 $VZ2b + VZ2/b = 0$ となり、直動位置 Z は式 (2) より、

【0027】

【数 8】

$$Z = \tan^{-1} \frac{VZ1b + VZ1/b}{VZ1a + VZ1/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール a 8 1 の磁界変化のみが反映されることになる。

【0028】

最後に、モータ出力軸 1 が最下点にある図 5 (4) の位置では、 $V^2a - V^2/a = 0$ と、 $V^2b - V^2/b = 0$ となり、回転位置は式 (1) より、

10

【0029】

【数 9】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta1b - V\theta1/b}{V\theta1a - V\theta1/a}$$

となる。このように、回転位置は回転スケール b 6 2 の磁界変化のみが反映されることになる。また、 $VZ1a + VZ1/a = 0$ 、 $VZ1b + VZ1/b = 0$ となり、直動位置 Z は式 (2) より、

【0030】

20

【数 10】

$$Z = \tan^{-1} \frac{VZ2b + VZ2/b}{VZ2a + VZ2/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール b 8 2 の磁界変化のみが反映されることになる。

【0031】

以上のように、モータ出力軸 1 がどこの位置にあっても、回転位置には回転スケール 6 の磁界変化のみが、直動位置 Z には直動スケール 8 の磁界変化のみが反映されることになり、回転方向および直動方向の位置を正確に検出することが出来る。また、回転スケール 6 と直動スケール 8 の 2 組分である全スケール長さ L 2 は、モータ出力軸 1 のストローク L 1 と回転検出器 7 と直動検出器 9 の長さ L 3 を加えた値となる。ここでは、全スケール長さ L 2 は、モータ出力軸 1 のストローク L 1 の約 16 / 11 倍となり、従来技術で説明したものより短いスケールを構成することが出来る。

30

【0032】

以上、モータ出力軸 1 の端に回転スケール a 6 1、続いて直動スケール a 8 1、回転スケール b 6 2、直動スケール b 8 2 が取り付けられている場合について、説明をしたが、回転スケール 6 と直動スケール 8 の順番を入れ替えた場合であっても、位置の検出が可能である。また、回転検出器 7 と直動検出器 9 の配置の関係は、モータ出力軸 1 のストロークを制限しない範囲であれば、どこでも配置可能である。

40

【実施例 2】

【0033】

図 7 は第 2 実施例の構成を示す図である。図に示すように、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせを多層に積み上げている。図 7 では回転スケール 6 1 ~ 6 6 と直動スケール 8 1 ~ 8 6 が 6 組積層されている。位置検出動作の原理は実施例 1 と同じなので、説明は割愛する。ここで、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせの 2 組分の長さ L 2 は、モータ出力軸 1 のストローク L 1 の約 48 / 43 倍となり、実施例 1 よりもさらに短いスケールを構成することが出来る。一般に、全ての回転スケール 6 と直動スケール 8

50

の長さ L_2' は、モータ出力軸 1 のストローク L_1' と回転検出器 7 と直動検出器 9 の長さ L_3 を加えた値となる。ここで、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせの積層数を p とすると、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせの 2 組分の長さ L_2' は、

【 0 0 3 4 】

【 数 1 1 】

$$L_2' = L_1' + L_3'$$

$$= L_1' + \left(\frac{1}{2p} + \frac{1}{8p} \right) \times L_2'$$

$$= \frac{8p}{8p-5} \times L_1'$$

10

となる。このように、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせの積層数を増やすことで、回転スケール 6 と直動スケール 8 の組み合わせの 2 組分の長さ L_2' を短く構成することが可能となる。

【 実施例 3 】

【 0 0 3 5 】

20

図 8 および図 9 は第 3 実施例の構成を示す図である。図に示すように、回転スケール 6 の外周に回転 A 相検出器 1 a 7 1 1 を配置し、回転スケール 6 の外周に回転 A 相検出器 1 a 7 1 1 を基準として 90 度の位置に回転直動 B 相検出器 1 b 1 0 1 1、180 度の位置に回転 / A 相検出器 1 / a 7 1 3、270 度の位置に回転直動 B 相検出器 2 / b 1 0 1 2 をそれぞれ配置し 1 組の回転検出器 7 を構成する。また同様に、回転 A 相検出器 1 a 7 1 1 を基準としてモータ出力軸 1 の長手方向に長さ d はなれた位置に、回転 A 相検出器 2 a 7 2 1 を配置し、直動スケール 8 の外周に回転 A 相検出器 2 a 7 2 1 を基準として 90 度の位置に回転直動 B 相検出器 2 b 1 0 2 1、180 度の位置に回転 / A 相検出器 2 / a 7 2 3、回転直動 / B 相検出器 2 / b 1 0 2 2 を夫々配置し別の回転検出器 7 を構成する。

30

【 0 0 3 6 】

さらに、回転スケール 6 の外周に回転直動 B 相検出器 1 b 1 0 1 1 を基準として、長さ $1/4 d$ はなれた位置に直動 A 相検出器 1 a 9 1 1 を配置する。また、回転スケール 6 の外周に回転直動 / B 相検出器 1 / b 1 0 1 2 を基準として、長さ $1/4 d$ はなれた位置に直動 / A 相検出器 1 / a 9 1 3 を配置し、直動 A 相検出器 1 a 9 1 1、直動 / A 相検出器 1 / a 9 1 3、回転直動 B 相検出器 1 b 1 0 1 1、回転直動 / B 相検出器 1 / b 1 0 1 2 により 1 組の直動検出器 9 を構成する。このように、回転検出器 7 と直動検出器 9 は、回転直動 B 相検出器 1 b 1 0 1 1 と回転直動 / B 相検出器 1 / b 1 0 1 2 を共用する。また同様に、回転スケール 6 の外周に回転直動 B 相検出器 2 b 1 0 2 1 を基準として、長さ $1/4 d$ はなれた位置に直動 A 相検出器 2 a 9 2 1 を配置する。また、回転スケール 6 の外周に回転直動 / B 相検出器 2 / b 1 0 2 2 を基準として、長さ $1/4 d$ はなれた位置に直動 / A 相検出器 2 / a 9 2 3 を配置し、直動 A 相検出器 2 a 9 2 1、直動 / A 相検出器 2 / a 9 2 3、回転直動 B 相検出器 2 b 1 0 2 1、回転直動 / B 相検出器 2 / b 1 0 2 2 により 1 組の直動検出器 9 を構成する。このように、回転検出器 7 と直動検出器 9 は、回転直動 B 相検出器 2 b 1 0 2 1 と回転直動 / B 相検出器 2 / b 1 0 2 2 を共用する。

40

【 0 0 3 7 】

その位置検出動作を、図 10 を用いて説明する。ここでは、磁気式による位置検出方法で説明を行う。モータ出力軸 1 の端には、回転スケール a 6 1、続いて直動スケール a 8 1、回転スケール b 6 2、直動スケール b 8 2 が取り付けられている。回転検出器

50

7と直動検出器9は磁界検出素子で構成されている。回転検出器7と直動検出器9に用いられる磁界検出素子としては、ホール素子やMR素子などが挙げられる。回転A相検出器1a 711、回転/A相検出器1/a 713、回転A相検出器2a 721、回転/A相検出器2/a 723が検出した信号を、それぞれ V_{1a} 、 $V_{1/a}$ 、 V_{2a} 、 $V_{2/a}$ 、直動A相検出器1a 911、直動/A相検出器1/a 913、直動A相検出器2a 921、直動/A相検出器2/a 923が検出した信号を、 V_{Z1a} 、 $V_{Z1/a}$ 、 V_{Z2a} 、 $V_{Z2/a}$ 、回転直動B相検出器1b 1011、回転直動/B相検出器1/b 1012、回転直動B相検出器2b 1021、回転直動/B相検出器2/b 1022が検出した信号を、 V_{Z1b} 、 $V_{Z1/b}$ 、 V_{Z2b} 、 $V_{Z2/b}$ とそれぞれすると、回転方向の回転位置 θ は、

【0038】

【数12】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_{\theta Z1b} - V_{\theta Z1/b} + V_{\theta Z2b} - V_{\theta Z2/b}}{V_{\theta 1a} - V_{\theta 1/a} + V_{\theta 2a} - V_{\theta 2/a}} \dots \dots (3)$$

直動方向の直動位置Zは、

【0039】

【数13】

$$Z = \tan^{-1} \frac{V_{\theta Z1b} + V_{\theta Z1/b} + V_{\theta Z2b} + V_{\theta Z2/b}}{V_{Z1a} + V_{Z1/a} + V_{Z2a} + V_{Z2/a}} \dots \dots (4)$$

で求められる。以下この理由についてに回転位置 θ をよび直動位置Zの検出原理を説明する。

【0040】

ここで、モータ出力軸1が各位置にあるときの、回転検出器7と直動検出器9および回転直動検出器10の検出した信号と位置の関係について述べる。まず、モータ出力軸1が最上点にある図10(1)の位置では、 V_{2a} と $V_{2/a}$ の磁界強度は同じ強度で同極性となるので、 $V_{2a} - V_{2/a} = 0$ となる。同様の理由で、 $V_{Z2b} - V_{Z2/b} = 0$ となり、図5(1)の位置での回転位置 θ は式(3)より、

【0041】

【数14】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V_{\theta Z1b} - V_{\theta Z1/b}}{V_{\theta 1a} - V_{\theta 1/a}}$$

となる。このように、回転位置 θ は回転スケールa 61の磁界変化のみが反映されることになる。また、 V_{Z1a} と $V_{Z1/a}$ の磁界強度は同じ強度で極性が逆となるので、 $V_{Z1a} + V_{Z1/a} = 0$ となる。同様の理由で、 $V_{Z1b} + V_{Z1/b} = 0$ となり、図5(1)の位置での直動位置Zは式(4)より、

【0042】

【数15】

$$Z = \tan^{-1} \frac{V_{\theta Z2b} + V_{\theta Z2/b}}{V_{Z2a} + V_{Z2/a}}$$

となる。このように、直動位置Zは直動スケールa 81の磁界変化のみを検出することになる。

【0043】

つぎに、モータ出力軸1が図10(2)の位置では図10(1)の位置のときと同様に、 $V_{2a} - V_{2/a} = 0$ と、 $V_{Z2b} - V_{Z2/b} = 0$ となり、回転位置 θ は式(3)

10

20

30

40

50

) より、

【 0 0 4 4 】

【 数 1 6 】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta Z1b - V\theta Z1/b}{V\theta1a - V\theta1/a}$$

となる。このように、回転位置 は回転スケール a 6 1 の磁界変化のみが反映されることになる。また、 $V Z 1 b + V Z 1 / b = 0$ 、 $V Z 2 a + V Z 2 / a = 0$ となり、図 5 (2) の位置での直動位置 Z は式 (4) より、

【 0 0 4 5 】

【 数 1 7 】

$$Z = \tan^{-1} \frac{V\theta Z2b + V\theta Z2/b}{VZ1a + VZ1/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール a 8 1 の磁界変化のみが反映されることになる。

【 0 0 4 6 】

つぎに、モータ出力軸 1 が図 1 0 (3) の位置では、 $V 1 a - V 1 / a = 0$ と、 $V Z 1 b - V Z 1 / b = 0$ となり、回転位置 は式 (3) より、

【 0 0 4 7 】

【 数 1 8 】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta Z2b - V\theta Z2/b}{V\theta2a - V\theta2/a}$$

となる。このように、回転位置 は回転スケール b 6 2 の磁界変化のみが反映されることになる。また、 $V Z 2 a + V Z 2 / a = 0$ 、 $V Z 2 b + V Z 2 / b = 0$ となり、直動位置 Z は式 (4) より、

【 0 0 4 8 】

【 数 1 9 】

$$Z = \tan^{-1} \frac{V\theta Z1b + V\theta Z1/b}{VZ1a + VZ1/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール a 8 1 の磁界変化のみが反映されることになる。

【 0 0 4 9 】

最後に、モータ出力軸 1 が最下点にある図 1 0 (4) の位置では、 $V 2 a - V 2 a = 0$ と、 $Z 2 b - Z 2 / b = 0$ となり、回転位置 は式 (3) より、

【 0 0 5 0 】

【 数 2 0 】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V\theta Z1b - V\theta Z1/b}{V\theta1a - V\theta1/a}$$

となる。このように、回転位置 は回転スケール b 6 2 の磁界変化のみが反映されることになる。また、 $V Z 1 a + V Z 1 / a = 0$ 、 $V Z 1 b + V Z 1 / b = 0$ となり、直動位置 Z は式 (4) より、

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

【 数 2 1 】

$$Z = \tan^{-1} \frac{V\theta Z2b + V\theta Z2/b}{VZ2a + VZ2/a}$$

となる。このように、直動位置 Z は直動スケール b 8 2 の磁界変化のみが反映されることになる。

【 0 0 5 2 】

以上のように、モータ出力軸 1 がどこの位置にあっても、回転位置 には回転スケール 6 10 の磁界変化のみが、直動位置 Z には直動スケール 8 の磁界変化のみが反映されることになり、正確に位置を検出することが出来る。実施例 3 が実施例 1 と異なる点は、回転検出器 7 と直動検出器 9 が、回転直動 B 相検出器 10 を共用することで、検出器の素子数を減らすことが可能となる点である。また、ここでは回転検出器 7 と直動検出器 9 の B 相検出器を共用する説明をしたが、回転検出器 7 と直動検出器 9 の A 相検出器を共用する形態をとっても同様の効果が得られる。

【 実施例 4 】

【 0 0 5 3 】

図 1 1 は第 4 実施例の構成を示す図である。実施例 4 が実施例 1 、 3 と異なる点は、回転スケール 6 a および直動スケール 8 a を凹凸の形状もしくは滑らかな山谷形状を設けた軟磁性材により構成し、回転検出器 7 a および直動検出器 9 a に励磁巻線と検出巻線を有するいわゆるレゾルバの原理で検出する手段を設けた点である。回転スケール 6 a の表面は円周方向に凹凸が一定間隔に設けられており、直動スケール 8 a の表面は長手方向に凹凸が一定間隔に設けられている。この凹凸によりできるギャップ長の変化をインダクタンス変化として検出する。このインダクタンス変化は温度変化やミストなどの影響を受けにくいいため、周囲温度が高い用途やオイルミスト雰囲気中でも使用することができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 5 4 】

図 1 2 は第 5 実施例の構成を示す図である。実施例 5 が実施例 1 と異なる点は、回転スケール 6 b および直動スケール 8 b を光学スケールにより構成し、回転検出器 7 b および直動検出器 9 b に光学検出器を設けた点である。回転スケール 6 b の表面は円周方向に一定間隔にスケールが設けられており、直動スケール 8 b の表面は長手方向に一定間隔にスケールが設けられている。このスケールを回転検出器 7 b および直動検出器 9 b を用いて光学的明暗の変化として検出する。回転スケール 6 b および直動スケール 8 b には、精密にスケールを刻むことができるので、高精度位置を検出することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 5 】

本発明は、直動動作を実現する小型回転直動アクチュエータを提供することができる。よって、直動と回転の 2 自由度動作が要求されるチップマウント装置のマウンタヘッドや各種検査装置の検査ヘッドなどの用途に適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例を示す回転直動位置検出装置の断面図

【 図 2 】 本発明の第 1 実施例を示す回転スケールおよび直動スケールの断面図

【 図 3 】 本発明の第 1 実施例を示す回転検出器および直動検出器の断面図

【 図 4 】 本発明の第 1 実施例を示す回転検出器および直動検出器の側断面図

【 図 5 】 本発明の第 1 実施例の位置検出動作を示す断面図

10

20

30

40

50

【図 6】本発明の第 1 実施例を示す回転スケールおよび直動スケールの着磁状態の断面図

【図 7】本発明の第 2 実施例の位置検出動作を示す断面図

【図 8】本発明の第 3 実施例を示す回転スケールおよび直動スケールの断面図

【図 9】本発明の第 3 実施例を示す回転検出器および直動検出器の断面図

【図 10】本発明の第 3 実施例の位置検出動作を示す断面図

【図 11】本発明の第 4 実施例を示す回転スケールおよび直動スケールの断面図

【図 12】本発明の第 5 実施例を示す回転スケールおよび直動スケールの断面図

【図 13】従来の回転直動位置検出装置の側断面図

【図 14】従来の回転直動位置検出装置の側断面図

【符号の説明】

10

【 0 0 5 7 】

1 モータ出力軸

2 モータフレーム

3 検出器フレーム

4 回転軸受

5 直動軸受

5 1 直動軸受インナーレース

5 2 直動軸受アウターレース

6 回転スケール

6 a 回転スケール

6 b 回転スケール

6 1 回転スケール a

6 2 回転スケール b

6 3 回転スケール c

6 4 回転スケール d

6 5 回転スケール e

6 6 回転スケール f

7 回転検出器

7 a 回転検出器

7 b 回転検出器

7 1 1 回転 A 相検出器 1 a

7 1 2 回転 B 相検出器 1 b

7 1 3 回転 / A 相検出器 1 / a

7 1 4 回転 / B 相検出器 1 / b

7 2 1 回転 A 相検出器 2 a

7 2 2 回転 B 相検出器 2 b

7 2 3 回転 / A 相検出器 2 / a

7 2 4 回転 / B 相検出器 2 / b

8 直動スケール

8 a 直動スケール

8 b 直動スケール

8 1 直動スケール a

8 2 直動スケール b

8 3 直動スケール c

8 4 直動スケール d

8 5 直動スケール e

8 6 直動スケール f

9 直動検出器

9 a 直動検出器

9 b 直動検出器

20

30

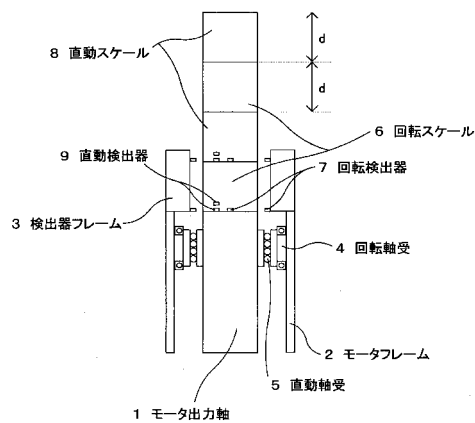
40

50

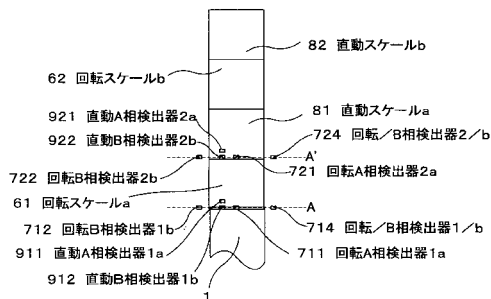
- 9 1 1 直動 A 相検出器 1 a
- 9 1 2 直動 B 相検出器 1 b
- 9 1 3 直動 / A 相検出器 1 / a
- 9 1 4 直動 / B 相検出器 1 / b
- 9 2 1 直動 A 相検出器 2 a
- 9 2 2 直動 B 相検出器 2 b
- 9 2 3 直動 / A 相検出器 2 / a
- 9 2 4 直動 / B 相検出器 2 / b
- 1 0 回転直動検出器
- 1 0 1 1 回転直動 B 相検出器 1 b
- 1 0 1 2 回転直動 B 相検出器 1 / b
- 1 0 2 1 回転直動 B 相検出器 2 b
- 1 0 2 2 回転直動 B 相検出器 2 / b

10

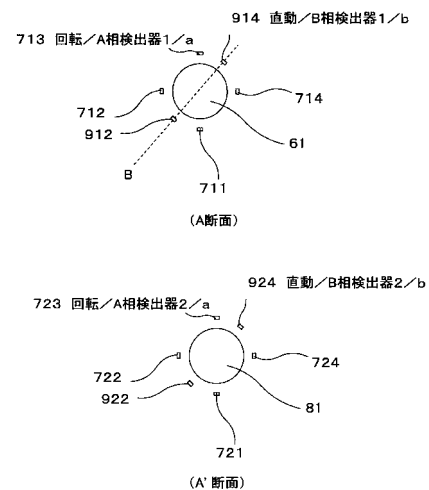
【図 1】



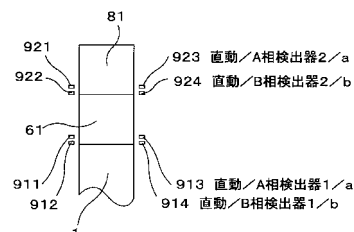
【図 2】



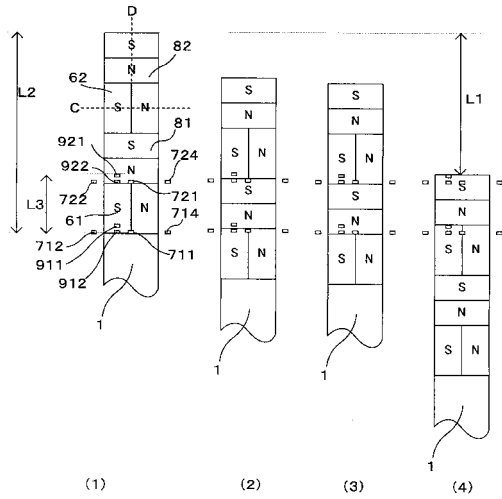
【図 3】



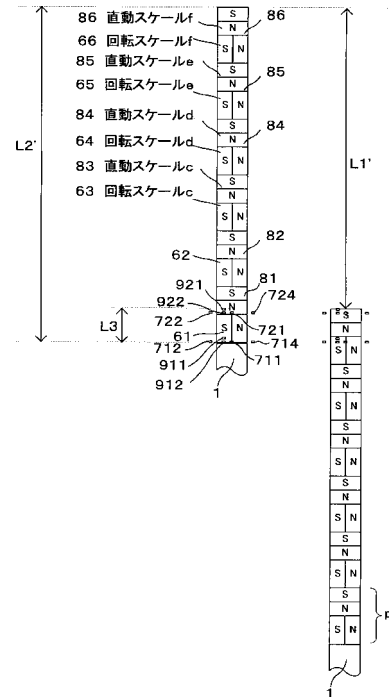
【図 4】



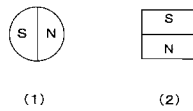
【図 5】



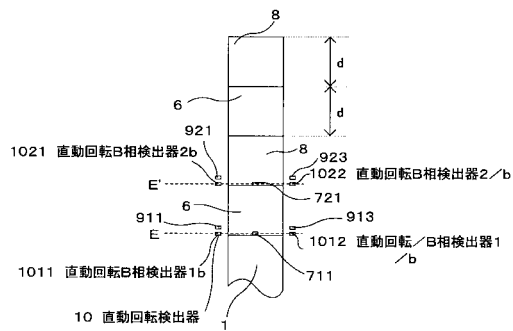
【図 7】



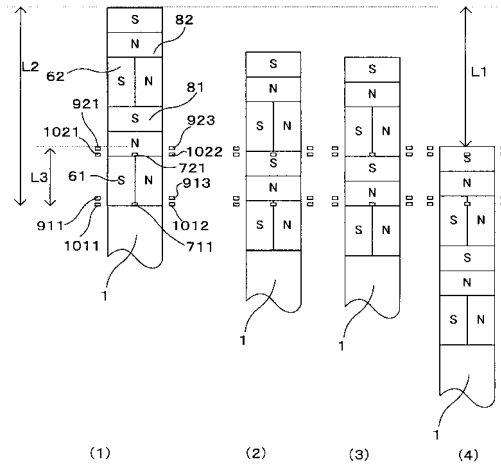
【図 6】



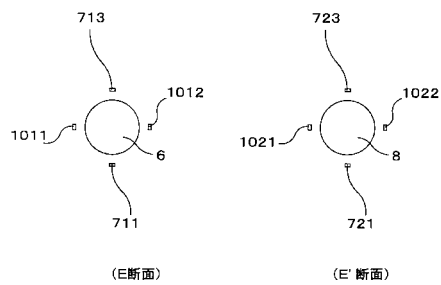
【図 8】



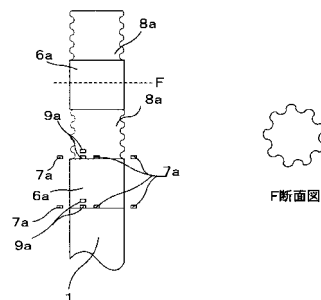
【図 10】



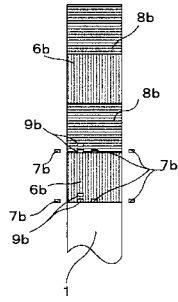
【図 9】



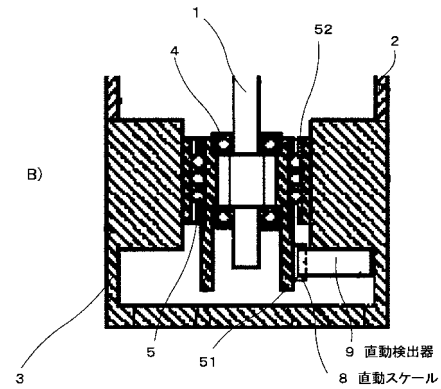
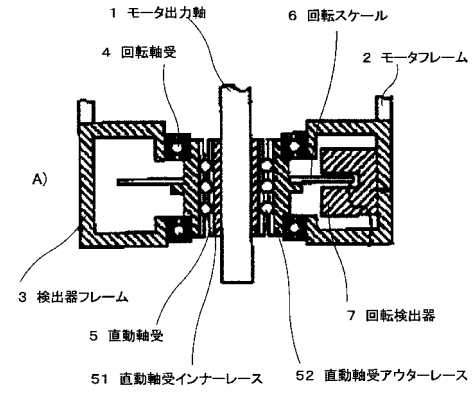
【図 11】



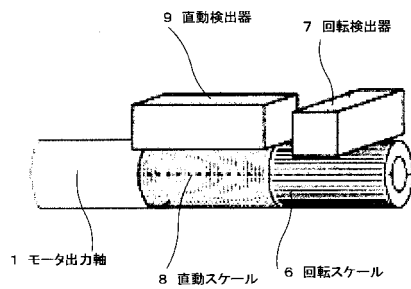
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-143385(JP,A)
特開2004-312880(JP,A)
特開平9-126811(JP,A)
特開2004-45177(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 11/00
G01D 5/245