

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4088073号
(P4088073)

(45) 発行日 平成20年5月21日 (2008. 5. 21)

(24) 登録日 平成20年2月29日 (2008. 2. 29)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 B 7/30 (2006. 01)

G O 1 B 7/30 D

G O 1 D 5/24 (2006. 01)

G O 1 D 5/24 C

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2002-4799 (P2002-4799)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成14年1月11日 (2002. 1. 11)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2003-207307 (P2003-207307A)		神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(43) 公開日	平成15年7月25日 (2003. 7. 25)	(74) 代理人	110000637
審査請求日	平成16年10月28日 (2004. 10. 28)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(74) 代理人	100079083
			弁理士 木下 實三
		(74) 代理人	100094075
			弁理士 中山 寛二
		(74) 代理人	100106390
			弁理士 石崎 剛
		(72) 発明者	佐々木 康二
			神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1
			株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 絶対位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

本体と、前記本体に対して移動可能に設けられた可動部材と、前記可動部材の移動量に応じて二以上の異なる周期の位相信号を発信する位相信号発信手段と、前記位相信号を演算処理し前記可動部材の絶対位置を求める演算処理手段と、前記絶対位置をデジタル表示する表示手段と、を備え、

前記可動部材の可動領域において、前記二以上の位相信号は、前記可動部材の異なる位置に対して異なる位相差を有し、

前記演算処理手段は、前記位相信号を比較し前記位相信号間の位相差を求める位相信号処理手段と、

前記位相信号処理手段によって求められた位相差から前記可動部材の絶対位置を算出する絶対位置算出手段とを備え、

前記可動部材は、回転によって軸方向進退自在に設けられたスピンドルであり、

前記位相信号発信手段は、前記本体に固定されたステータおよび前記ステータに対向配置され前記スピンドルの回転に応じて回転自在に設けられたロータを有するロータリーエンコーダを二組備え、

前記二つのロータは、それぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記スピンドルの可動領域において、前記スピンドルの異なる位置に対して異なる位相差を有する

ことを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の絶対位置測定装置において、

前記絶対位置算出手段は、前記位相差から、前記位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかを求め、この周期数に基づく位相変化量に対応する前記可動部材の移動量を求め、

前記位相信号のいずれか一つの位相変化量に対応する前記可動部材の移動量を求め、

前記周期数に基づく前記可動部材の移動量と前記位相信号のいずれか一つの位相変化量に対応する前記可動部材の移動量とを合成することによって前記可動部材の全移動量を算出することにより前記可動部材の絶対位置を算出することを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 3】

10

請求項 1 に記載の絶対位置測定装置において、

前記絶対位置算出手段は、前記位相差から、前記位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかを求め、この周期数に基づく位相変化量と前記位相信号のいずれか一つの位相変化量とから全位相変化量を求め、この全位相変化量を基に前記可動部材の絶対位置を算出することを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、

前記ロータの回転中心には、前記スピンドルが独立回転可能に挿通され、

前記スピンドルの外周には二つのキー溝が設けられ、

前記二つのロータには、前記キー溝に係合するキーが設けられ、

20

前記二つのキー溝は、前記二つのロータがそれぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記スピンドルの可動領域においては、前記スピンドルの異なる位置に対し、前記二つのロータが異なる位相差を有するように設けられていることを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の絶対位置測定装置において、

前記二つのキー溝は、前記スピンドルの軸方向に対して異なるリード角を有することを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の絶対位置測定装置において、

前記二つのキー溝のうち、一方のキー溝は、前記スピンドルの軸方向平行に直線状に設けられ、

30

他方のキー溝は、前記スピンドルの軸を中心とした螺旋状に設けられていることを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、

前記二組のロータリーエンコーダは、一つの共通なステータと、このステータを挟む二つのロータを備えて構成されていることを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、

前記二組のロータリーエンコーダは、二つの前記ステータの間に二つの前記ロータが配置されて構成されていることを特徴とする絶対位置測定装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、

前記二つのロータは第 1 ロータと第 2 ロータであり、その回転中心には、前記スピンドルが独立回転可能に挿通され、

前記スピンドルの外周には第 1 キーが設けられ、

前記第 1 ロータには、前記第 1 キーに係合する第 1 キー溝と、外周に第 2 キーとが設けられ、

前記第 2 ロータには、前記第 2 キーに係合する第 2 キー溝が設けられ、

前記二つのキー溝は、前記二つのロータがそれぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記

50

スピンドルの可動領域においては、前記スピンドルの異なる位置に対し、前記二つのロータが異なる位相差を有するように設けられていることを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の絶対位置測定装置において、

前記第 1 キー溝および前記第 2 キー溝は前記スピンドルの軸方向に対して異なるリード角を有していることを特徴とする絶対位置測定装置。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の絶対位置測定装置において、

前記第 1 キー溝は前記スピンドルの軸方向平行に直線状に設けられ、

前記第 2 キー溝は前記スピンドルの軸を中心とした螺旋状に設けられていることを特徴とする絶対位置測定装置。

10

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、

前記位相信号発信手段は、一定周波数の基準信号を $360/n$ (n は自然数) 度ずつずらして発信する位相変調器からの位相信号を受け、かつ、前記ステータの円周方向にそって等間隔に設けられた送信電極と、

前記ロータに設けられ対応する円周位置にある前記送信電極と静電結合する結合電極と

、

前記ステータに設けられ前記結合電極と静電結合する受信電極と、

前記受信電極からの電気信号をロータの回転位相に変換する位相信号処理手段とを備えていることを特徴とする絶対位置測定装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶対位置測定装置に関する。例えば、マイクロメータヘッド、マイクロメータ、ホールテスト等において、スピンドルの位置をアブソリュート型で測定する絶対位置測定装置に関する。

【0002】

【背景技術】

長さ、大きさまたは角度等を測定する小型測定器、例えばマイクロメータやマイクロメータヘッド等においては、固定部材に対する可動部材の相対移動量に関する情報を検出することによって、被測定対象の測定が行われる。

30

この固定部材に対する可動部材の相対移動量を測定する方法としては、本出願人が、特公平 3 - 79647 において開示したインクリメンタル型と、アブソリュート型とがある。

【0003】

前者は、固定部材と、固定部材に対して移動自在に設けられた可動部材と、可動部材の移動に応じて発信される周期信号の位相を検出する静電容量式センサとを備えて構成されている。このような構成において、可動部材が移動されると、変位センサによって、図 10 に示されるように可動部材（スピンドル）の移動量に対して周期的に変化する位相信号が検出される。この位相信号の変化量を計数すると、可動部材の移動量と位相の周期の関係から可動部材の移動量が算出される。

40

【0004】

後者は、可動部材の移動量に応じて発信される周期の異なる複数の位相信号を検出するのである。このような構成において、可動部材が移動されると、異なる周期の二以上の位相信号が検出され、これらの位相信号の位相からスピンドルの絶対位置が測定される。

例えば、周期の長い位相信号（粗な位相信号）と、周期が短い位相信号（密な位相信号）とを検出する。次に、粗な位相信号、密な位相信号とともに電気回路（位相変換回路、内挿回路等）を介して、一周期中のどの位置にいるかをそれぞれ求める。これら位相の関係から、密な位相信号の位相が、粗い位相信号の周期の中で、何周期目にあたるかを算出する。この結果より、粗い位相信号の位相からは上位の桁を算出し、密な位相信号の位相が

50

らは下位の桁を算出する。これら求められた上位桁と下位桁に重みをつけて合成する。
ここで、密な位相信号の位相が粗い位相信号の周期の中で何周期目のものであるかを特定する方法は、例えば、粗い位相信号の位相を、粗な位相信号の一周期に含まれる密な位相信号の周期（ステップ）で割るなどして求められる。

また、別の方法によれば、密な位相信号と、別に発信される基準信号との位相差を計数した計数パルスから下桁を求め、粗い信号から得た上位桁と合成する方法等がある。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、インクリメンタル型では次のような問題があった。

（１）可動部材の移動に対して発信される位相信号を計数する必要があることから、可動部材移動時は常に計数状態でなければならない。また、可動部材が高速移動されると、位相信号も高速で変化され、この高速で変化する位相信号を計数するためには、計数応答速度を高速にしなければならない。

（２）一旦ミス計数が生じて、これに使用者が気付かない場合は、測定誤差となり、正しい測定のためには、再度、可動部材の基準位置の設定（ゼロセット等）を行う必要がある。

（３）一度電源を切ると、次に使用するとき、可動部材の基準位置を設定する必要がある。

【 0 0 0 6 】

また、アブソリュート型では、次のような問題があった。

（４）粗、密といった複数の位相信号の位相差を精密に検出する必要があるが、広範囲にわたって位相検出の精度を確保することは困難である。絶対位置を算出するためには、異なる周期をもつ位相信号に対し、論理演算から密な位相信号が粗な位相信号の周期のどこに対応しているかを求め、各周期の重みづけをして合成する過程を必要とし、その演算工程は大変複雑である。

（５）その他、基準信号との計数パルスをカウントする方法では、同期変調制御等を必要とし、大変複雑である。また、測定精度を向上させるために、粗、中間、密といった三つの異なるモードの信号を利用することも可能である。しかしながら、データの処理が飛躍的に複雑となり、データの表示が可動部材の高速移動に追従できない場合がある。データの処理を高速で行おうとすると、データ処理ユニットを大型化せざるをえないため、ハンドツールタイプの測定器には不向きであるという問題が残る。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、従来の問題を解決し、装置の小型化ができるとともに、簡単な構成で、正確な絶対位置検出を行うことができる絶対位置測定装置を提供しようとするものである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

請求項１に記載の絶対位置測定装置は、本体と、前記本体に対して移動可能に設けられた可動部材と、前記可動部材の移動量に応じて二以上の異なる周期の位相信号を発信する位相信号発信手段と、前記位相信号を演算処理し前記可動部材の絶対位置を求める演算処理手段と、前記絶対位置をデジタル表示する表示手段と、を備え、前記可動部材の可動領域において、前記二以上の位相信号は、前記可動部材の異なる位置に対して異なる位相差を有し、前記演算処理手段は、前記位相信号を比較し前記位相信号間の位相差を求める位相信号処理手段と、前記位相信号処理手段によって求められた位相差から前記可動部材の絶対位置を算出する絶対位置算出手段とを備え、前記可動部材は、回転によって軸方向進退自在に設けられたスピンドルであり、前記位相信号発信手段は、前記本体に固定されたステータおよび前記ステータに対向配置され前記スピンドルの回転に応じて回転自在に設けられたロータを有するロータリーエンコーダを二組備え、前記二つのロータは、それぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記スピンドルの可動領域において、前記スピンドルの異なる位置に対して異なる位相差を有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

このような構成によれば、可動部材が移動されると、異なる周期をもつ位相信号が位相信号発信手段から発信され、この位相信号は演算処理手段によって演算処理される。このとき、位相信号発信手段によって発信された位相信号は、まず、演算処理手段の位相信号処理手段で処理され位相差が求められる。この位相差は、可動部材の異なる位置に対しては異なる位相差を有するので、逆に、位相差から可動部材の絶対位置を一義的に求めることが可能である。そこで、位相信号処理手段によって求められた位相差から絶対位置算出手段によって、可動部材の絶対位置が求められる。この絶対位置が表示手段によってデジタル表示されるので、可動部材の絶対位置を知ることができる。

【 0 0 1 0 】

従来は、粗、密の位相信号を演算処理して、密な信号が粗な信号の何周期目かを求めて、上位の桁を求めていた。さらに、密な信号から下位の桁を求め、これらを合成していた。しかし、本発明によれば、位相差から一義的に絶対値を求めることができる。よって、演算処理手段を簡便な構成とすることによって小型化することができ、迅速な演算を可能とし、また、コストを削減することができる。

本発明の絶対位置測定装置では、スピンドルが回転されると、スピンドルが軸方向に進退されるとともに、スピンドルの回転に応じて二つのロータがそれぞれ回転される。スピンドルの回転が停止されたとき、ステータに対する二つのロータの相対回転位相がステータによって検出される。このとき、スピンドルの異なる位置に対して、二つのロータは異なる位相差を有するので、この位相差からスピンドルの絶対位置が決定される。

本発明では、スピンドルの回転で、二つのロータを回転させて位相信号を得る構成をとるので、二つのロータが、スピンドルの異なる位置に対して異なる位相差を有する構成とすることに利点を持つ。つまり、スピンドルの可動領域において、一方のロータがR周期変化する場合、他方のロータの周期変化数を、例えば、 $R + 1$ 、もしくは $R - 1$ とすればよいからである。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 に記載の絶対位置測定装置は、請求項 1 に記載の絶対位置測定装置において、前記絶対位置算出手段は、前記位相差から、前記位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかを求め、この周期数に基づく位相変化量に対応する前記可動部材の移動量を求め、前記位相信号のいずれか一つの位相変化量に対応する前記可動部材の移動量を求め、前記周期数に基づく前記可動部材の移動量と前記位相信号のいずれか一つに基づく前記可動部材の移動量とを合成することによって前記可動部材の全移動量を算出することにより前記可動部材の絶対位置を算出することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

このような構成において、まず、位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかが求められる。位相信号処理手段によって求められた位相差は可動部材の異なる位置に対して異なる位相差を有するので、異なる周期数に対しては異なる位相差が一定の幅をもって存在する。よって、求められた位相差から、位相信号のいずれか一つの周期数が、例えば「N番目の周期である」と、一義的に決定される。周期数Nが決定されると、この周期数Nに至るまでにいずれか一つの位相信号が経た位相変化量が求められる。すると、周期数Nと可動部材の一周期あたりの移動ピッチから、周期数Nに至るまでに可動部材が移動した移動量が求められる。また、いずれか一つの位相信号と可動部材の一周期あたりの移動ピッチから、周期数Nからいずれか一つの位相信号までに可動部材が移動した移動量が求められる。周期数Nに至るまでに可動部材が移動した移動量と周期数Nからいずれか一つの位相信号までに可動部材が移動した移動量とを合成することにより、可動部材が基準点から移動した全移動量を求めることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、可動部材の絶対位置に直接的に反映される位相信号はいずれか一つの位相信号であるので、このいずれか一つの位相信号が精密であればよい。残りの位相信号は、いずれか一つの位相信号と比較されて、位相差から、周期数を求めるためにのみ用いら

10

20

30

40

50

れるだけなので、周期数を読み間違えない程度の誤差であれば許容される。よって、位相信号の発信と、この位相信号を検出する構成は精密加工を要求されないので、加工工程を削減し、コストを低減させることができる。

【0014】

請求項3に記載の絶対位置測定装置は、請求項1に記載の絶対位置測定装置において、前記絶対位置算出手段は、前記位相差から、前記位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかを求め、この周期数に基づく位相変化量と前記位相信号のいずれか一つの位相信号に基づく位相変化量とから全位相変化量を求め、この全位相変化量を基に前記可動部材の絶対位置を算出することを特徴とする。

【0015】

このような構成によれば、位相信号のいずれか一つが基準点から何周期目に該当するかが求められる。位相信号処理手段によって求められた位相差は可動部材の異なる位置に対して異なる位相差を有するので、異なる周期数に対しては異なる位相差が一定の幅をもって存在する。よって、求められた位相差から、位相信号のいずれか一つの周期数が、例えば「N番目の周期である」と、一義的に決定される。周期数Nが決定されると、この周期数Nに至るまでにいずれか一つの位相信号が経た位相変化量が求められる。さらに、この位相変化量といずれか一つの位相信号から、いずれか一つの位相信号が基準点から経た全位相が求まる。この全位相と、いずれか一つの位相信号の一周期に対応する可動部材のピッチから可動部材の絶対位置が決定される。

【0016】

従来は、粗な信号、密な信号のすべてから求められた可動部材の位置データを合成することで、可動部材の絶対位置を求めていた。そのため、粗、密の位相信号のすべてが精密で、かつ、この位相信号処理も精密であることが要求されていたため、部品加工の困難さや、コスト高の原因ともなっていた。

しかしながら、本発明によれば、可動部材の絶対位置に直接的に反映される位相信号はいずれか一つの位相信号であるので、このいずれか一つの位相信号が精密であればよい。残りの位相信号は、いずれか一つの位相信号と比較されて、位相差から、周期数を求めるためにのみ用いられるだけなので、周期数を読み間違えない程度の誤差であれば許容される。よって、位相信号の発信と、この位相信号を検出する構成は精密加工を要求されないので、加工工程を削減し、コストを低減させることができる。

【0020】

請求項4に記載の絶対位置測定装置は、請求項1～3のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、前記ロータの回転中心には、前記スピンドルが独立回転可能に挿通され、前記スピンドルの外周には二つのキー溝が設けられ、前記二つのロータには、前記キー溝に係合するキーが設けられ、前記二つのキー溝は、前記ロータがそれぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記スピンドルの可動領域においては、前記スピンドルの異なる位置に対し、前記二つのロータが異なる位相差を有するように設けられていることを特徴とする。

【0021】

このような構成によれば、スピンドルが回転すると、スピンドルのキー溝に係合されたキーによって各ロータが回転される。このとき、二つのロータはそれぞれ異なる回転周期で回転され、スピンドルの可動領域では、スピンドルの異なる位置に対して、異なる位相差を有するので、このロータの位相差からスピンドルの絶対位置が決定される。

【0022】

請求項5に記載の絶対位置測定装置は、請求項4に記載の絶対位置測定装置において、前記二つのキー溝は、前記スピンドルの軸方向に対して異なるリード角を有することを特徴とする。

【0023】

このような構成によれば、二つのキー溝は異なるリード角を有しているので、スピンドルが回転されると、二つのロータはそれぞれ異なる回転周期で回転される。よって、スピンドルの異なる位置に対して二つのロータが異なる位相差を有するので、この位相差からス

10

20

30

40

50

スピンドルの絶対位置が決定される。

【0024】

請求項6に記載の絶対位置測定装置は、請求項4または5に記載の絶対位置測定装置において、前記二つのキー溝のうち、一方のキー溝は、前記スピンドルの軸方向平行に直線状に設けられ、他方のキー溝は、前記スピンドルの軸を中心とした螺旋状に設けられていることを特徴とする。

【0025】

このような構成によれば、直線状に設けられたキー溝によって回転されるロータと、螺旋状に設けられたキー溝によって回転されるロータの回転周期は異なるようにできる。

ここで、スピンドルに対して、直線状に設けられたキー溝は、精密に加工することは容易であるが、螺旋状のキー溝は精密に加工することには多少の困難を要する。従来は複数の位相信号を精密にとる必要があったため、このように、加工が困難な溝を設けてロータを回転させることには無理があった。しかしながら、本発明の絶対位置測定装置においては、いずれか一つの位相信号が正確にスピンドルの回転に対応していればよく、その他の位相信号は、位相差からいずれか一つのロータの周期数を導ける程度の精度でよい。よって、スピンドルに直線状に設けられたキー溝を精密に加工するという簡便な加工によって測定精度を向上させることができる。

【0026】

請求項7に記載の絶対位置測定装置は、請求項1～6のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、前記二組のロータリーエンコーダは、一つの共通なステータと、このステータを挟む二つのロータを備えて構成されていることを特徴とする。

【0027】

このような構成によれば、共通なステータの一方面に対向した一方のロータから一方の位相信号を得て、共通なステータの他方面に対向した他方のロータから他方の位相信号を得ることができる。よって、一の共通なステータと二つのロータから二の異なる位相信号を得ることができ、位相差を求めることができる。その結果、スピンドルの絶対位置を決定することができる。

本発明によれば、ステータは一つで良いので、部品点数の削減ができるとともに小型化をすることができ、コストダウンを図ることができる。

【0028】

請求項8に記載の絶対位置測定装置は、請求項1～6のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、前記二組のロータリーエンコーダは、二つの前記ステータの間に二つの前記ロータが配置されて構成されていることを特徴とする。

【0029】

このような構成によれば、二つのステータに挟まれた二つのロータは接近して配置されることができる。すると、スピンドル上でキー溝が刻まれる範囲を狭くすることができる。スピンドルには、送りねじも刻まれるが、この送りねじとキー溝を同じ範囲に刻むことは困難である。また、測定器自体を小型化するためには、送りねじ以外の部分はできるかぎり短くしたい。本発明によれば、キー溝を刻む範囲を最小にできるので、測定器自体の小型化に資することができる。

【0030】

請求項9に記載の絶対位置測定装置は、請求項1～3のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、前記二つのロータは第1ロータと第2ロータであり、その回転中心には、前記スピンドルが独立回転可能に挿通され、前記スピンドルの外周には第1キーが設けられ、前記第1ロータには、前記第1キーに係合する第1キー溝と、外周に第2キーとが設けられ、前記第2ロータには、前記第2キーに係合する第2キー溝が設けられ、前記二つのキー溝は、前記二つロータがそれぞれ異なる回転周期を有し、かつ、前記スピンドルの可動領域においては、前記スピンドルの異なる位置に対し、前記二つのロータが異なる位相差を有するように設けられていることを特徴とする。

【0031】

このような構成によれば、スピンドルが回転されると、第1キーと第1キー溝との係合によって第1ロータが回転される。第1ロータが回転されると、第2キーと第2キー溝との係合によって第2ロータが回転される。このとき、スピンドルの可動領域において、二つのロータはスピンドルの異なる位置に対して、異なる位相差を有するので、この二つのロータの位相差からスピンドルの絶対位置が決定される。

【0032】

請求項10に記載の絶対位置測定装置は、請求項9に記載の絶対位置測定装置において、前記第1キー溝および前記第2キー溝は前記スピンドルの軸方向に対して異なるリード角を有していることを特徴とする。

【0033】

このような構成によれば、スピンドルが回転されると、二つのロータはそれぞれ異なる回転周期で回転される。つまり、第1ロータのスピンドルに対する回転位相は第1キー溝のリード角によって規定され、第2ロータの第1ロータに対する回転位相は第2キー溝によって規定される。よって、二つのキー溝は異なるリード角を有しているので、スピンドルの異なる位置に対して二つのロータが異なる位相差を有し、この位相差からスピンドルの絶対位置が決定される。

【0034】

請求項11に記載の絶対位置測定装置は、請求項9または10に記載の絶対位置測定装置において、前記第1キー溝は前記スピンドルの軸方向平行に直線状に設けられ、前記第2キー溝は前記スピンドルの軸を中心とした螺旋状に設けられていることを特徴とする。

【0035】

このような構成によれば、直線状に設けられたキー溝によって回転される第1ロータと、螺旋状に設けられたキー溝によって回転される第2ロータの回転周期は異なるようにできる。つまり、第1ロータはスピンドルと同周期で回転されるのに対し、第2ロータは第1ロータとは異なる回転周期で回転される。

ここで、第1キー溝は直線状に設けられ、第2キー溝は螺旋状に設けられることから、請求項6と同様の作用効果を奏することができる。つまり、直線状に設けられた第1キー溝を精密に加工するという簡便な加工によって測定精度を向上させることができる。

【0036】

請求項12に記載の絶対位置測定装置は、請求項1～11のいずれかに記載の絶対位置測定装置において、前記位相信号発信手段は、一定周波数の基準信号を $360/n$ (n は自然数)度ずつずらして発信する位相変調器からの位相信号を受け、かつ、前記ステータの円周方向にそって等間隔に設けられた送信電極と、前記ロータに設けられ対応する円周位置にある前記送信電極と静電結合する結合電極と、前記ステータに設けられ前記結合電極と静電結合する受信電極と、前記受信電極からの電気信号をロータの回転位相に変換する位相信号処理手段とを備えていることを特徴とする。

【0037】

このような構成によれば、位相変調器によって、一定周波数の基準信号は $360/n$ 度ずつずらして発信され、この位相変調された信号は、ステータの送信電極に送られる。すると、この送信電極は、ロータの結合電極と対応する円周位置で静電結合しているので、ロータの回転位相によって、結合電極に現れる電位は基準信号に対して位相変調される。このとき、結合電極に現れる電位は、送信電極とのカップリングに依存する。結合電極は、ステータ上の受信電極とも静電結合しているので、結合電極における電位の変化は受信電極で受信される。受信電極で受信された電位の変化は位相信号処理手段に送られ、信号処理されると同時に基準信号に対する位相ずれを検出することにより、ステータに対するロータの相対回転量を相対位相として検出する。よって、この相対位相を比較して位相差を求めることにより、スピンドルの絶対位置を求めることができる。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。

10

20

30

40

50

(第1実施形態)

図1には、本発明の絶対位置測定装置に係る一実施形態としてマイクロメータヘッドが示されている。

このマイクロメータヘッドは、本体1と、可動部材としてのスピンドル2と、位相信号発信手段としてのロータリーエンコーダ3A、3Bおよび位相変調器を含む発振回路6と、演算処理手段7と、表示手段10とを備えている。

【0039】

本体1は、貫通孔11を有する円筒状で、貫通孔11の一端側の内周には雌ねじ12が設けられている。貫通孔11内には、貫通孔11内の他端側を一室として画する中仕切り板13が設けられている。

10

スピンドル2は、本体1の雌ねじ12に螺合する送りねじ21を有し、一端には、つまみ部22が設けられている。このつまみ部22を回転させると、本体1の雌ねじ12と送りねじ21の螺合によって、スピンドル2は軸方向に進退される。スピンドル2は全ストローク50回転で25mm進退するように設けられている。つまり、ねじピッチ当たり0.5mm進退する。

【0040】

スピンドル2には、2本のキー溝23A、23Bが設けられていて、第1キー溝23Aはスピンドル2の軸と平行に直線状に設けられ、第2キー溝23Bはスピンドル2に対して螺旋状に設けられている。

ここで、第2キー溝23Bは、第1キー溝23Aに対して異なるリード角を有し、スピンドル2の一回転当たりにつき、第1キー溝23Aに対して7.272度の回転位相差を有するように設けられるが、これについては後述する。

20

【0041】

ロータリーエンコーダ3A、3Bは、第1ロータリーエンコーダ3Aと第2ロータリーエンコーダ3Bの二組設けられている。第1、第2ロータリーエンコーダ3A、3Bの構成は同様であり、次のようになる。

ロータリーエンコーダ3A、3Bは、本体1に固定されたステータ4と、このステータ4と対向配置されて、スピンドル2と独立回転可能に設けられた二枚のロータ5A、5Bとを備えている。

ステータ4は、図2(A)に示されるように、円板の中央にスピンドル2が挿通される挿通孔41を有し、円周方向に沿って、等間隔に配列された送信電極42と、この送信電極42と同心円状に配置されたリング状の受信電極43とを備える。送信電極42は、八個ずつ二組設けられている。送信電極42には、後述するパルス変調発生器6から位相が変調された信号が送信され、受信電極43は演算処理手段7に信号を送る。

30

【0042】

ロータ5A、5Bは、図2(B)に示されるように、円板の中央にスピンドル2が挿通される挿通孔51を有し、ステータ4の送信電極42と受信電極43にまたがって対向配置され、対応する四つの送信電極42と静電結合される結合電極52を備えている。

ロータ5A、5Bはそれぞれ、図1に示されるように、スピンドル2に対して独立回転可能な回転円筒54A、54Bの外側に設けられ、この回転円筒54A、54Bは、スピンドル2が挿入される挿通孔541を有している。回転円筒54A、54Bの挿通孔541の内周には、スピンドル2のキー溝23A、23Bにそれぞれ係合するキー55A、55Bが設けられている。回転円筒54A、54Bは、本体1の一室の他方側内壁と仕切り板13によってステータ4の側に付勢されている。

40

よって、スピンドル2が回転されると、キー55A、55Bとキー溝23A、23Bの係合によって回転円筒54A、54Bが回転され、同時にロータ5A、5Bも回転される。

【0043】

本実施形態においては、図1に示されるように、第1ロータリーエンコーダ3Aと、第2ロータリーエンコーダ3Bは、一枚のステータ4を中央に挟み、このステータ4の両側に二枚のロータ5A、5Bが配置されている。ステータ4は本体の一室の略中央に固定され

50

て設けられる。

つまり、一枚のステータ 4 の両面それぞれに送信電極 4 2 と受信電極 4 3 が設けられ、第 1 ロータリーエンコーダ 3 A は、ステータ 4 の一端面 4 A と第 1 ロータ 5 A で構成され、第 2 ロータリーエンコーダ 3 B は、ステータ 4 の他端面 4 B と第 2 ロータ 5 B によって構成されている。

さらに、第 1 ロータ 5 A は、第 1 回転円筒 5 4 A に設けられ、この第 1 回転円筒 5 4 A の第 1 キー 5 5 A は、第 1 キー溝 2 3 A に係合している。また、第 2 ロータ 5 B は、第 2 回転円筒 5 4 B に設けられ、この第 2 回転円筒 5 4 B の第 2 キー 5 5 B は第 2 キー溝 2 3 B に係合されている。

【 0 0 4 4 】

本実施形態においては、ロータ 5 A、5 B が半回転 (1 8 0 度) すると 1 周期の位相変化が得られる構成である。よって、前述の通り、スピンドル 2 が 5 0 回転であれば、第 1 ロータ 5 A は 1 0 0 周期の変化が得られる。よって、第 1 ロータ 5 A と第 2 ロータ 5 B が常に異なる位相差を有するためには、第 2 ロータ 5 B は、第 1 ロータ 5 A が 1 0 0 周期の変化の間で、1 0 0 周期から 9 9 周期の間の周期変化をすればよい。よって、第 2 ロータ 5 B が 9 9 周期 (つまり第 2 ロータが 4 9 . 5 回転) につき 3 6 0 度の位相のずれが生じれば良い。以上より、第 2 キー溝 2 3 B は、スピンドル 2 の 2 分の 1 回転当たり、第 1 キー溝 2 3 A に対して、

$$360 \text{ (度)} \div 99 \text{ (周期)} = 3.6363 \text{ (度/周期)}$$

の周期差を有するように設けられる。

このように、第 1 キー溝 2 3 A、第 2 キー溝 2 3 B が設けられることにより、図 3 に示されるように、ロータ 5 A、5 B のステータ 4 に対する相対回転量としての位相 φ_1 、 φ_2 (ロータ 5 A の回転位相 φ_1 、ロータ 5 B の回転位相 φ_2) が変化される。そして、このロータ 5 A とロータ 5 B 間の位相差は、スピンドル 2 の可動領域においては常に異なる位相差を有し、例えば、図 4 のような関係を有する。

【 0 0 4 5 】

発振回路 6 は、図 5 に示されるように、一定周期の基準信号を発振する基準信号発振器 6 1 と、基準信号発振器 6 1 からの基準信号をパルス変調する位相変調器としてのパルス変調発生器 6 2 を備えて構成されている。

パルス変調発生器 6 2 は、基準信号発振器 6 1 からの基準信号を、4 5 度ずつ位相の異なる 8 相の交流電流に変調して送信電極 4 3 のそれぞれ対応する電極に送信する。

【 0 0 4 6 】

このような構成において、スピンドル 2 が回転されると、スピンドル 2 が軸方向に進退するとともに、ロータ 5 A、5 B が回転される。このとき、ステータ 4 に配置された送信電極 4 2 の電位はそれぞれパルス変調発生器 6 2 によって変調されているので、ロータ 5 A、5 B に配置された結合電極 5 2 の電位は、送信電極 4 2 との静電結合の組み合わせによって変化される。この結合電極 5 2 の電位変化は、受信電極 4 3 の電位変化となって現れる。

【 0 0 4 7 】

次に、ロータリーエンコーダ 3 A、3 B からの位相信号を処理し、スピンドル 2 の絶対位置を算出する演算処理手段 7 について説明する。

演算処理手段 7 は、図 5 に示されるように、位相信号処理手段 8 と、絶対位置算出手段 9 とを備えて構成されている。

【 0 0 4 8 】

位相信号処理手段 8 は、第 1、第 2 ロータリーエンコーダ 3 A、3 B から発信される位相信号を処理して、位相差を求める手段であり、第 1 ロータリーエンコーダ 3 A からの位相信号が入力される第 1 積分回路 8 1 A と、第 2 ロータリーエンコーダ 3 B からの位相信号が入力される第 2 積分回路 8 1 B と、位相比較手段 8 2 と、位相差算出手段 8 3 とを備えて構成される。

【 0 0 4 9 】

位相比較手段 8 2 は、積分回路 8 1 A、8 1 B によって復調された信号を、基準信号発振器 6 1 からの基準信号と比較することによって、ロータ 5 A、5 B のステータ 4 に対する相対回転量を基準信号からのずれとして検出し、第 1 ロータ 5 A の位相 θ_1 と第 2 ロータ 5 B の位相 θ_2 を算出する。

位相差算出手段 8 3 は、位相比較手段 8 2 によって求められた位相 θ_1 と位相 θ_2 の位相差を求め、絶対位置算出手段 9 に送る。

【0050】

絶対位置算出手段 9 は、周期位相算出手段 9 1 と、周期移動量算出手段 9 2 と、位相移動量算出手段 9 3 と、移動量合成手段 9 4 とを備えて構成される。

周期位相算出手段 9 1 は、図 4 に示されるように、第 1 ロータ 5 A と第 2 ロータ 5 B の位相が一致する基準点から、第 1 ロータ 5 A の位相が 1 周期増えるごとに周期数 N を割り当て、この周期数 N と位相差 $\Delta\theta$ の関係をあらわす位相差周期数表 9 1 1 を備えている。位相差 $\Delta\theta$ は、スピンドル 2 の異なる位置に対しては異なる位相差 $\Delta\theta$ を有しているため、異なる周期数に対しては、異なる位相差 $\Delta\theta$ の幅が存在する。つまり、位相差周期数表 9 1 1 は、位相差 $\Delta\theta$ が k 度 \sim l 度に対する周期数は N 、位相差 $\Delta\theta$ が m 度 \sim n 度であれば周期数は $(N + 1)$ 、 \dots というように位相差 $\Delta\theta$ に対して予め求められた周期数を記憶している。

よって、周期位相差算出手段 9 1 において、位相差周期数表 9 1 1 を参照することにより、位相差 $\Delta\theta$ から第 1 ロータ 5 A の周期数 N が一義的に決定される。すると、この決定された周期数 N からは、この周期数 N に至るまでに第 1 ロータ 5 A が経た基準点からの位相変化量 θ_{1N} が求められる。つまり、 $\theta_{1N} = N \times 360^\circ$ である。

【0051】

周期数移動量算出手段 9 2 は、周期位相算出手段 9 1 によって求められた θ_{1N} までにスピンドル 2 が移動した移動量 D_{1N} を求める。スピンドル 2 の一周あたりでの移動ピッチは 0.25 mm なので、

$$(\text{基準点から周期数 } N \text{ までのスピンドル移動量 } D_{1N}) = 0.25 \times (\theta_{1N} \div 360)$$

によってスピンドル 2 が基準点から周期数 N に至るまでの移動量 D_{1N} が求められる。

【0052】

位相移動量算出手段 9 3 は、位相比較手段 8 2 において求められた第 1 ロータ 5 A の位相 θ_1 を用いて、スピンドル 2 が周期数 N に達したのち位相 θ_1 に至るまでのスピンドル移動量 D_1 を求める。つまり、スピンドル 2 が位相 θ_1 回転したときのスピンドル移動量 D_1 を求める。

$$(\text{位相 } \theta_1 \text{ 回転したときのスピンドル移動量 } D_1) = 0.25 \times (\theta_1 \div 360)$$

によって、位相 θ_1 回転したときのスピンドル移動量 D_1 が求められる。

【0053】

移動量合成手段 9 4 は、周期移動量算出手段 9 2 および位相移動量算出手段 9 3 によって求められた基準点から周期数 N までのスピンドル移動量 D_{1N} と位相 θ_1 回転したときのスピンドル移動量 D_1 とを合成して、基準点からのスピンドル 2 の全移動量 D_{1A} を求める。

$$(\text{基準点からのスピンドルの全移動量 } D_{1A}) = D_{1N} + D_1$$

によって基準点からのスピンドル 2 の全移動量 D_{1A} が求められる。

移動量合成手段 9 4 は、ゼロセットデータ 9 4 1 を備え、予めスピンドル 2 のゼロセット位置と基準点との差を記憶している。

よって、スピンドル 2 の絶対位置は、基準点からのスピンドル 2 の移動量からゼロセット位置を引いて求められる。

この絶対位置の信号は表示手段 1 0 に送られて表示される。

【0054】

従って、このような構成からなる第 1 実施形態の絶対位置測定装置によれば、次の効果を奏することができる。

本実施形態においては、周期数 N までの第 1 ロータ 5 A の位相変化量 θ_{1N} から、 θ_{1N} に至るまでのスピンドル 2 の移動量 D_{1N} を求め、第 1 ロータ 5 A の位相信号 θ_1 から、第 1 ロ

10

20

30

40

50

ータ5 Aの一周期内でのスピンドル2の移動量 D_1 を求め、この両者を足し合わせることで、スピンドル2の全移動量 D_{1A} を求めることができる。

【0055】

スピンドル2の絶対位置に反映される位相は第1ロータ5 Aによる位相信号であり、位相差は、第1ロータ5 Aの周期数を算出するためにのみ用いられる。よって、第2ロータ5 Bの位相検出精度は、周期数を読み間違えない幅の誤差は許容される。これは、第2キー溝23 Bを螺旋状に設けることの困難さを補完する利点を有する。

従来は、粗な信号、密な信号のすべてから求められたデータを合成することで、可動部材の絶対位置を求めていた。そのため、粗、密の信号を精密に発信し、かつ、位相検出手段も精密に加工する必要があるが、部品加工に困難を有し、コスト高の原因ともなっていた。しかしながら、本実施形態においては、スピンドル2の絶対位置に反映される信号は第1ロータ5 Aの位相信号であるので、この第1ロータ5 Aが精密に位相信号を発信できればよい。よって、第2ロータ5 Bの位相信号の発信と、この位相信号を検出する構成には精密加工を要求されないため、加工工程を削減し、コストを低減させることができる。

【0056】

本実施形態においては、一のステータ4の両面に送信電極42と受信電極43を設け、この一のステータ4の両面に第1ロータ5 Aと第2ロータ5 Bを対向させてロータリーエンコーダ3を構成している。よって、ステータ4は一つで良いので、部品点数の削減ができ、コストダウンを図ることができる。

【0057】

(第2実施形態)

図6には、本発明にかかる第2実施形態としてマイクロメータヘッドが示されている。

第2実施形態において、基本的構成要素は第1実施形態と同様であるので、同一構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

第2実施形態において、第1実施形態と異なるのは、ステータ4を二枚用いる点である。つまり、第1ステータ4 Aが本体1の一室の他方側内壁に固定して設けられ、第2ステータ4 Bが本体1の仕切り板に固定して設けられている。第1ステータ4 Aと対向して第1ロータ5 Aが設けられ、第2ステータ4 Bに対向して第2ロータ5 Bが設けられている。よって、第1、第2ロータ5 A、5 Bは第1、第2ステータ4 A、4 Bに挟まれたように設けられている。さらに、回転円筒54 A、54 Bのキー55 A、55 Bは、互いに接近して設けられている。

【0058】

このような構成によれば、二つのロータ5 A、5 Bは接近して並べられる。すると、スピンドル2上でキー溝23 A、23 Bが刻まれる範囲を狭くすることができる。スピンドル2には、送りねじ21も刻まれるが、この送りねじ21とキー溝23 A、23 Bを同じ領域に刻むことは困難である。また、マイクロメータヘッド自体を小型化するためには、送りねじ21以外の部分はできるかぎり短くしたい。本実施形態によれば、キー溝23 A、23 Bを刻む範囲を最小にできるので、マイクロメータヘッド自体の小型化に資することができる。

【0059】

尚、本発明の絶対位置測定装置は、上述の実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

例えば、2本のキー溝23 A、23 Bの形状は、図7に示されるパターンが考えられる。図7(A)は、スピンドル2の送りねじ12が右ねじであって、第2キー溝23 Bも右ねじに構成した場合である。ここで、第2キー溝23 Bの実線と破線は、スピンドル2が回転によって進んだ(または戻った)状態を示している。以下、(B)(C)(D)は、送りねじ12が右ねじ、左ねじ、第2キー溝23 Bが右螺旋、左螺旋である場合の組み合わせである。

また、上記実施形態においては、第1キー溝23 Aは直線で、第2キー溝23 Bは螺旋状であったが、どちらも螺旋状に設けてもよいことはもちろんである。

【0060】

前記実施形態においては、位相信号処理手段8において、積分回路を第1積分回路81Aと第2積分回路81Bの二つ設けたが、積分回路は一つでもよい。スピンドル2の移動が停止されたところで、例えば、まず第1ロータリーエンコーダ3Aからの信号を受信し、続いて第2ロータリーエンコーダ3Bからの信号を受信するようにすればよい。積分回路を一つにすることで、部品点数の削減を図り、小型化することができる。

【0061】

前記実施形態においては、スピンドル2にキー溝23A、23Bが設けられ、ロータ5A、5Bの回転円筒54A、54Bにキー55A、55Bが設けられているが、逆に、例えば、図8に示されるように、スピンドル2にキーを設け、回転円筒54A、54Bにキー溝を設けるようにしてもよい。

10

図8においては、スピンドル2に対して第1ロータ5Aが独立回転可能に設けられるとともに、第1ロータ5Aに対して独立回転可能に第2ロータ5Bが第1ロータ5Aの外側に設けられている。第1ロータ5Aは第1回転円筒57Aを備え、第2ロータ5Bは第2回転円筒57Bを備えている。

スピンドル2には、スピンドル2の軸に直交した第1キー24Aが設けられている。第1ロータ5Aには、スピンドル2の軸に平行に直線状の第1キー溝56Aが設けられるとともに、外側に第2キー24Bが設けられる。第2回転円筒57Bには、第1キー溝56Aに対して異なるリード角を有する第2キー溝56Bが設けられている。このような構成で、第1キー24Aは第1キー溝56Aと係合され、第2キー24Bは第2キー溝56Bと係合される。また、第2キー溝56Bは、スピンドル2の一回転あたりにつき第1キー溝56Aに対して7.272度の回転位相差を有するように設けられている。

20

【0062】

このような構成においても、スピンドル2の回転に応じて、第1ロータ5Aと第2ロータ5Bを回転させ、両ロータ5A、5Bから位相差を得ることができる。なお、第1キー溝56Aは必ずしも直線状でなくともよく、第2キー溝56Bと異なるリード角を有し、かつ、スピンドル2の可動領域で異なる位相差を有していればよい。

【0063】

上記実施形態において、ロータリーエンコーダは二組であったが、三つ以上使用してもよい。三つ以上のロータリーエンコーダを用いることで、三つの異なる周期の位相信号を得ることができる。この三つの位相信号の位相差が異なる値をとるならば、本発明よりスピンドル2の絶対位置を求めることができるので、スピンドル2の可動領域を、ロータリーエンコーダを二つ用いる場合に比べて、長くすることができる。

30

スピンドル2の送りねじ12のピッチおよびロータ5A、5Bの周期は、前記実施形態に限られず、種々の値に設定できることはもちろんである。

【0064】

上記実施形態においては、周期数までの第1ロータ5Aの位相変化量 θ_{1N} から、 θ_{1N} に至るまでのスピンドル2の移動量 D_{1N} を求め、第1ロータ5Aの位相信号 θ_1 から、第1ロータ5Aの一周期内でのスピンドル2の移動量 D_1 を求め、この両者を足し合わせることで、基準点からのスピンドル2の全移動量 D_{1A} をもとめたが、スピンドル2の絶対位置の算出方法はこれに限られない。例えば、図9に示されるように、周期数までの第1ロータ5Aの位相変化量 θ_{1N} と、第1ロータ5Aの位相信号 θ_1 とを位相合成手段95によって加えて、第1ロータ5Aの基準点からの全位相変化量 θ_{1A} を求めてから、位相位置変換手段96によってスピンドル2の絶対位置を求めてもよい。

40

【0065】

周期数Nを求める方法は上記実施形態に限られず種々の方法を取り得ることはもちろんである。例えば、周期位相算出手段91において、位相差 θ から所定の関係式を用いて周期数Nを求めてもよい。さらには、周期数を求めることなく、位相差 θ から所定の関係式を用いて直接に全位相 θ_{1A} を求めてもよい。

【0066】

50

本発明の絶対位置測定装置において、位相を検出する手段は、静電容量式に限られず、例えば、光電式や磁気式でも適用できることはもちろんである。

【 0 0 6 7 】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明の絶対位置測定装置によれば、装置の小型化ができるとともに、簡単な構成で、正確な絶対位置検出を行うことができるという優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態にかかる絶対位置測定装置の断面図である。

【図 2】前記実施形態におけるステータおよびロータを示す図である。

10

【図 3】前記実施形態における第 1 ロータと第 2 ロータの位相変化を示す図である。

【図 4】前記実施形態における第 1 ロータと第 2 ロータの位相変化と、第 1 ロータの周期数の変化を示す図である。

【図 5】前記実施形態に用いられる位相信号から絶対位置を求めるブロック図を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態にかかる絶対位置測定装置の断面図である

【図 7】本発明に用いられる第 1 キー溝と第 2 キー溝の例を示す図である。

【図 8】本発明の絶対位置測定装置において、回転円筒に溝が設けられた場合を示す図である。

【図 9】本発明の絶対位置測定装置において、位相信号から絶対位置を求めるブロック図の変形例を示す図である。

20

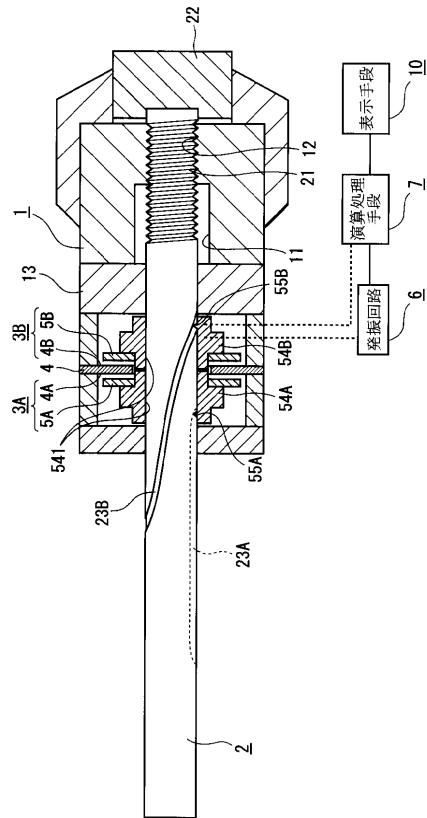
【図 10】従来技術における位相信号の変化を示す図である。

【符号の説明】

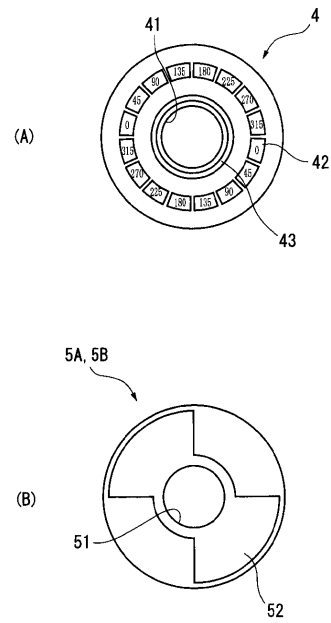
- 1 本体
- 2 スピンドル
- 3 A、3 B ロータリーエンコーダ（位相信号発信手段）
- 4、4 A、4 B ステータ
- 5 A、5 B ロータ
- 7 演算処理手段
- 8 位相信号処理手段
- 9 絶対位置算出手段
- 10 表示手段
- 23 A、23 B キー溝
- 42 送信電極
- 43 受信電極
- 52 結合電極
- 55 A、55 B キー
- 62 パルス変調発生器（位相変調器）
- N 周期数

30

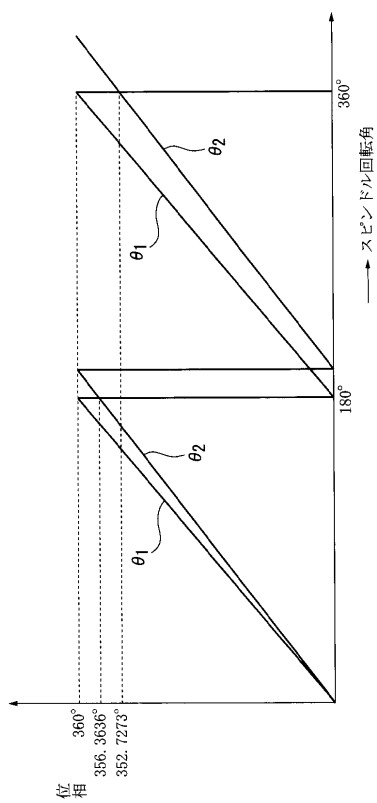
【 図 1 】



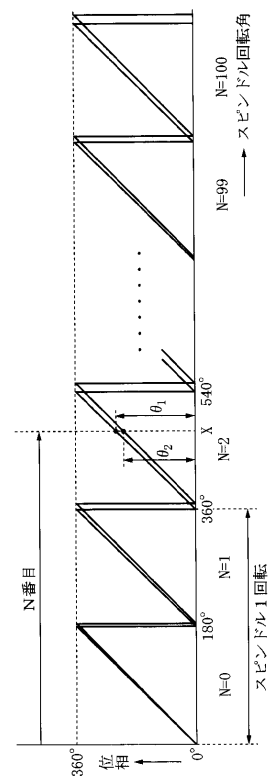
【 図 2 】



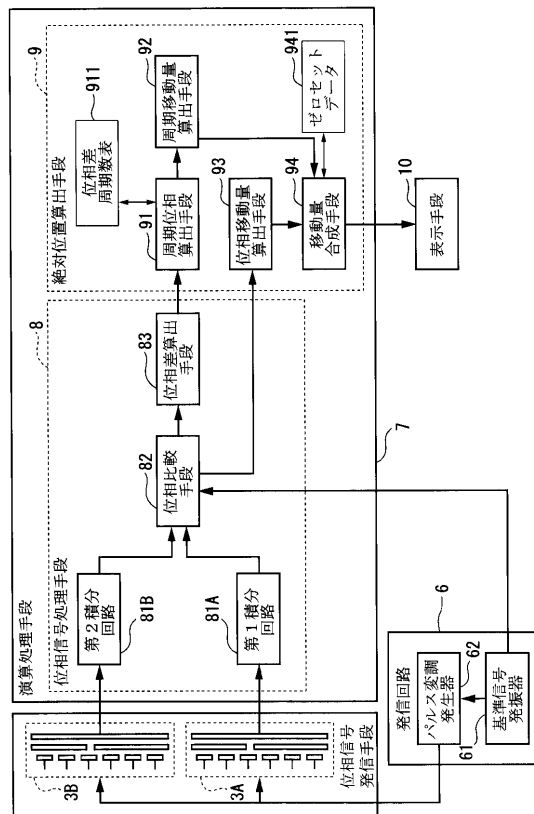
【 図 3 】



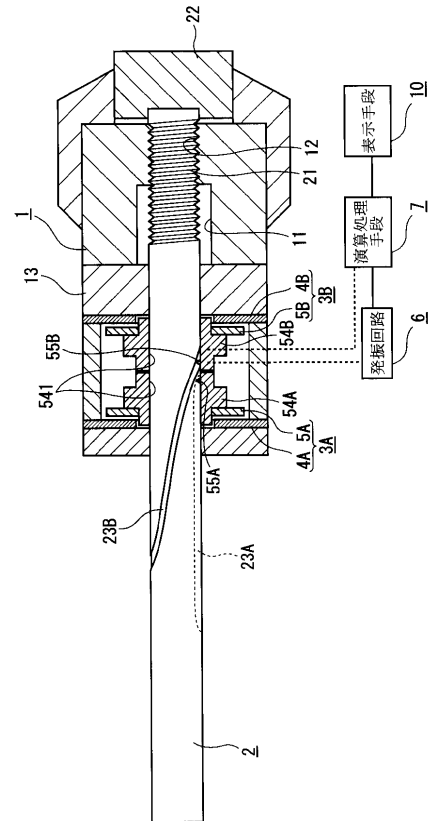
【 図 4 】



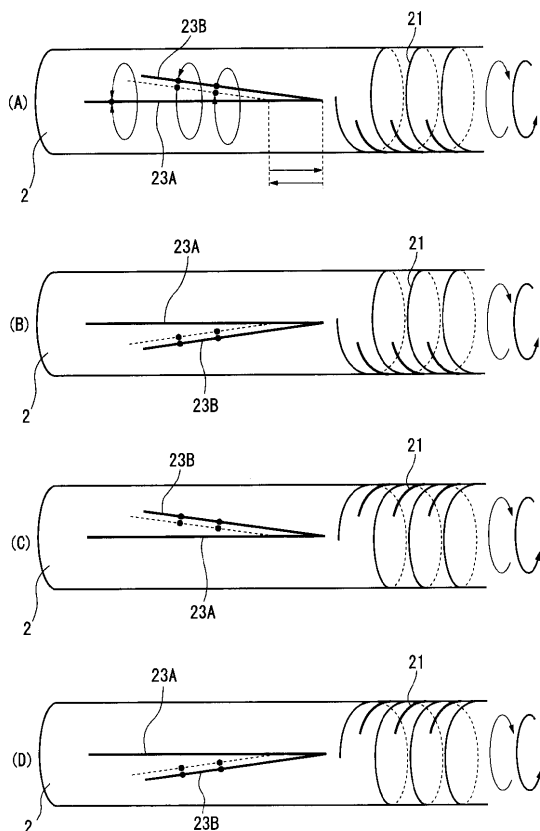
【 図 5 】



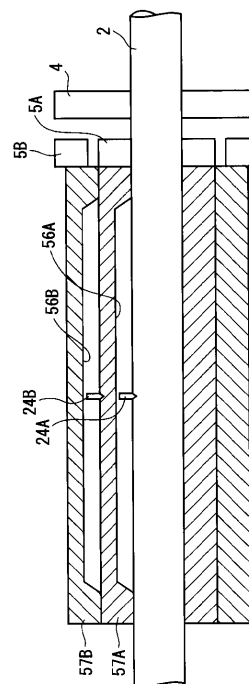
【 図 6 】



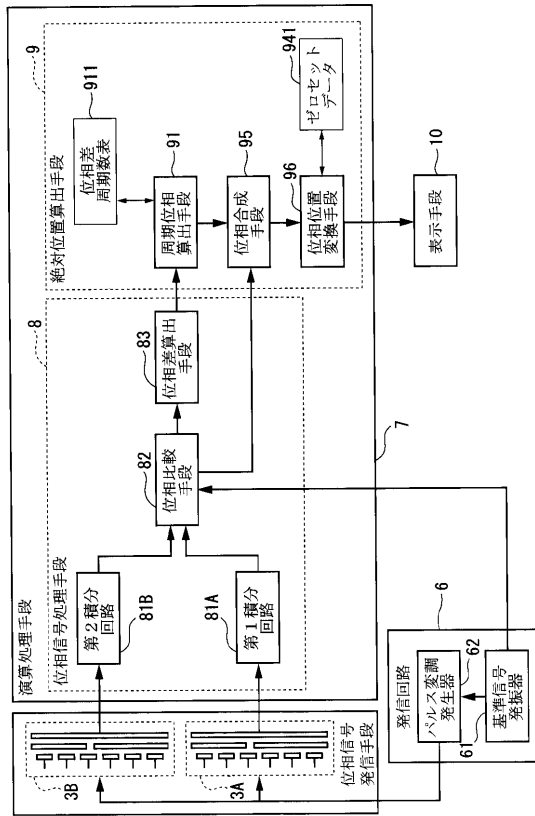
【圖 7】



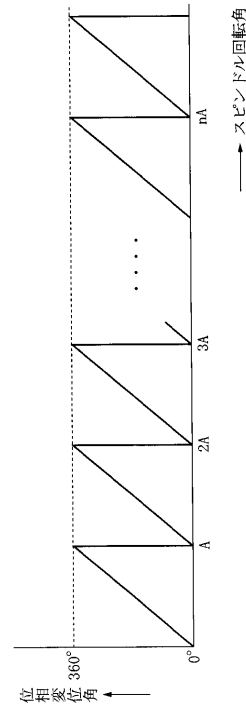
【圖 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 横林 秀治郎

- (56)参考文献 特開平 0 4 - 1 3 0 2 1 8 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 3 0 2 1 9 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 5 3 1 1 3 (J P , A)
特開昭 6 2 - 0 3 5 2 0 2 (J P , A)
特開昭 6 1 - 1 0 5 4 2 1 (J P , A)
特開昭 6 1 - 2 6 9 0 1 6 (J P , A)
特開昭 5 9 - 1 8 3 3 2 9 (J P , A)
特開昭 6 1 - 2 6 9 0 1 7 (J P , A)
特開昭 6 1 - 2 8 1 9 0 2 (J P , A)
特開昭 6 2 - 0 4 4 6 0 3 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 7 9 6 4 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01B 7/00 ~ 7/34

G01D 5/00 ~ 5/252