

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7674993号
(P7674993)

(45)発行日 令和7年5月12日(2025.5.12)

(24)登録日 令和7年4月30日(2025.4.30)

(51)国際特許分類

FI

G 0 1 D 5/347(2006.01)

G 0 1 D 5/347 1 1 0 V

G 0 1 B 11/00 (2006.01)

G 0 1 B 11/00 G

請求項の数 14 外国語出願 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-175254(P2021-175254)	(73)特許権者	390014281
(22)出願日	令和3年10月27日(2021.10.27)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・
(65)公開番号	特開2022-83979(P2022-83979A)		ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンク
(43)公開日	令和4年6月6日(2022.6.6)		テル・ハフツング
審査請求日	令和6年5月17日(2024.5.17)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31)優先権主張番号	10 2020 214 778.7		HAIN GESELLSCHAFT M
(32)優先日	令和2年11月25日(2020.11.25)		IT BESCHRANKTER HAF
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		TUNG
			ドイツ連邦共和国、8 3 3 0 1 トラウ
			ンロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデ
			ンハイン・ストラッセ、5
		(74)代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史
		(74)代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学式位置測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一の物体の位置を、少なくとも一つの測定方向（x）に沿って当該物体に相対的に移動可能な第二の物体に対して特定する光学式位置測定装置であって、

測定方向（x）に沿って延在して第一の物体に接続されている基準尺であって、

測定目盛り周期性（PINC）による周期で交互に測定方向（x）に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなり、その測定目盛り周期性（PINC）が、隣接する異なる目盛り部の幅の合計を与えるインクリメンタル式測定目盛りを備えた第一のトラックを有するとともに、

絶対位置を特定するための符号化部を備え且つ非周期的に測定方向（x）に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなるアブソリュート式測定目盛りを備えた第二のトラックを有する

基準尺を備え、さらに、

第二の物体に接続されている走査ユニットであって、

少なくとも一つの光源と、

アブソリュート式測定目盛りから検出面に伝送される非周期的な光パターンを検出するアブソリュート式検出器配列構造体と、インクリメンタル式測定目盛りから検出面に伝送される周期的な光パターンを検出するインクリメンタル式検出器配列構造体とを備えた検出器と、

隣同士接し合うように配置された多数の光ファイバからなり、それら光ファイバの

像入射面が基準尺に面しているとともに、それら光ファイバの像出射面が検出器に面しているファイバオプティックプレートと、を備えた

走査ユニットを備えた

光学式位置測定装置において、

ファイバオプティックプレート（２３）は、アブソリュート式検出器配列構造体（２７）およびインクリメンタル式検出器配列構造体（２６）の前側に一体部品として配置されていることで、当該ファイバオプティックプレート（２３）を介して、アブソリュート式トラック情報とインクリメンタル式トラック情報の両方が、それぞれの検出面に伝送されることを特徴とする光学式位置測定装置。

【請求項２】

ファイバオプティックプレート（２３）は、インクリメンタル式検出器配列構造体（２６）の前方領域に走査グリッド（２４）を備えていることを特徴とする請求項１に記載の光学式位置測定装置。

【請求項３】

走査グリッド（２４）は、振幅格子として形成され、測定方向（ x ）に沿って交互に配置された透明および不透明の線状の複数の格子部からなり、走査グリッド（２４）のこれらの格子部は、走査グリッド周期性（ P_{AG} ）による周期で配置され、走査グリッド周期性（ P_{AG} ）は、隣接する透明および不透明な格子部の幅の合計を与えることを特徴とする請求項２に記載の光学式位置測定装置。

【請求項４】

ファイバオプティックプレート（２３）内の光ファイバは、平均的なファイバ周期性（ P_{Fx} ）による網目で測定方向（ x ）に沿って配置され、当該平均的なファイバ周期性（ P_{Fx} ）に関して、

$$P_{AG} / 2 > P_{Fx}$$

が、

P_{Fx} ：＝測定方向 x に沿った平均的なファイバ周期性

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

として成り立つことを特徴とする請求項３に記載の光学式位置測定装置。

【請求項５】

基準尺（１０）に面したファイバオプティックプレート（２３）の像入射側の面上に走査グリッド（２４）が配置されていることを特徴とする請求項２に記載の光学式位置測定装置。

【請求項６】

基準尺（１０）に面したファイバオプティックプレート（２４）の像入射側の面上に、少なくとも部分的に、インクリメンタル式走査ウィンドウ（３２）およびアブソリュート式走査ウィンドウ（２５）を備えた平坦で不透明な被覆層（３１）が配置され、インクリメンタル式走査ウィンドウ（３２）には、走査グリッド（２４）が配置されていることを特徴とする請求項２に記載の光学式位置測定装置。

【請求項７】

走査グリッド周期性（ P_{AG} ）は、インクリメンタル式測定目盛り（１１）の測定目盛り周期性（ P_{INC} ）とは異なるように選択されていることを特徴とする請求項３に記載の光学式位置測定装置。

【請求項８】

走査グリッド周期性（ P_{AG} ）は、

$$P_{AG} = (k \cdot P_{DET} \cdot P_{INC}) / (k \cdot P_{DET} + P_{INC})$$

に従って、

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

P_{INC} ：＝インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

k ：＝３，４

10

20

30

40

50

として選択されていることを特徴とする請求項 7 に記載の光学式位置測定装置。

【請求項 9】

さらに、

$$n \cdot P_{AG} = P_{DET}$$

が、

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

n ：＝1, 2, 3, ...

として成り立つことを特徴とする請求項 8 に記載の光学式位置測定装置。

【請求項 10】

走査グリッド周期性 (P_{AG}) は、少なくとも走査グリッド領域内においてインクリメンタル式測定目盛り (11) の測定目盛り周期性 (P_{INC}) に等しく選択されていることを特徴とする請求項 3 に記載の光学式位置測定装置。

【請求項 11】

インクリメンタル式検出器配列構造体 (26) は、測定方向 (x) に沿って検出器周期性 (P_{DET}) による周期で配置されている光感知式の複数の検出素子 (26.1-26.4; 126.1-126.4) を有し、検出器周期性 (P_{DET}) は、測定方向 (x) に沿った検出素子 (26.1-26.4; 126.1-126.4) の幅を与えることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかに記載の光学式位置測定装置。

【請求項 12】

インクリメンタル式測定目盛り (11) から検出面に伝送される周期的な光パターンの一周期 (P_{LM}) 内に三つないし四つの検出素子 (26.1-26.4; 126.1-126.4) が測定方向 (x) に沿って配置されていることを特徴とする請求項 11 に記載の光学式位置測定装置。

【請求項 13】

インクリメンタル式検出器配列構造体 (26) およびアブソリュート式検出器配列構造体 (27) は、保持部材 (29) の凹部に配置された $Opt-ASIC$ に統合され、 $Opt-ASIC$ の上面は、保持部材 (29) の上面から突出していることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれかに記載の光学式位置測定装置。

【請求項 14】

$Opt-ASIC$ の上面にファイバオプティックプレート (23) が配置され、少なくとも、ファイバオプティックプレート (23) の像出射面と検出器配列構造体 (26, 27) との間に隙間媒質 (30) が存在していることを特徴とする請求項 13 に記載の光学式位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学式位置測定装置に関する。この装置は、第一の物体の位置を第二の物体に対して特定するのに適している。

【背景技術】

【0002】

同類の位置測定装置は、例えば特許文献 1 から公知である。この装置は、第一の物体の位置を第二の物体に対して特定するのに用いられ、これらの物体は、少なくとも一つの測定方向に沿って互いに相対的に移動可能に配置されている。この場合、一方では、測定方向に沿って延在して第一の物体に接続されている基準尺が設けられている。基準尺は、光学特性の異なる複数の目盛り部からなるインクリメンタル式測定目盛りを備えた第一のトラックを有している。複数の目盛り部は、測定目盛り周期性 P_{INC} による周期で交互に測定方向に沿って配置され、その測定目盛り周期性 P_{INC} が、隣接する異なる目盛り部の幅の合計を与える。さらに、基準尺は、絶対位置を特定するための符号化部を備え且つ非周期的に測定方向に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなるアブソ

10

20

30

40

50

リユート式測定目盛りを備えた第二のトラックを有している。さらに、位置測定装置は、第二の物体に接続されている走査ユニットを備えている。走査ユニットは、アブソリュート式測定目盛りから検出面に伝送される非周期的な光パターンを検出するアブソリュート式検出器配列構造体と、インクリメンタル式測定目盛りから検出面に伝送される周期的な光パターンを検出するインクリメンタル式検出器配列構造体とを備えた検出器と、光源とを少なくとも有している。さらに、走査ユニットは、隣同士接し合うように配置された多数の光ファイバからなり、それらの像入射面が基準尺に面しているとともに、それらの像出射面が検出器に面しているファイバオプティックプレートを備えている。

【0003】

このような位置測定装置により、例えば、機械内で移動可能な機械要素の位置を、これに対向する定置の機械フレームに対して特定することが可能になる。ここでは従って、一方では移動可能な機械要素が、そして他方では定置の機械フレームが、互いに移動可能な二つの物体として機能する。後続の電子機器として上位の機械制御部が用いられ、この機械制御部が、例えば移動可能な機械要素の位置決めを行なう等のために、生成された位置に応じた信号を使用する。

【0004】

走査ユニットで使用されるファイバオプティックプレートは、説明した上記文献の実施例では、符号化されたアブソリュート式測定目盛りを走査するために使用される。つまり、計測動作中、光源から放射された光線束がアブソリュート式測定目盛りと相互作用することで生じた光パターンがファイバオプティックプレートを介して検出器の検出面に伝送される。基準尺上のインクリメンタル式測定目盛りを走査するために、走査ユニット内には、ファイバオプティックプレートに隣接させて、適した走査グリッドを備えた別体の走査プレートが配置されている。そのような構造では、ファイバオプティックプレートと走査プレートを用いることで、走査ユニットの組立時に、二つのコンポーネントを極めて正確に各検出器配列構造体に対して位置調整ないし取り付けしなくななくなる。製造条件、ファイバオプティックプレート及び走査プレートの異なる厚さによりさらに、隣接させて配置したコンポーネント同士の間にはエッジが形成されることにもなる。このエッジに計測動作中に汚れが集積し、それにより位置測定装置の機能を危うくする可能性もある。

【0005】

光学式位置測定装置の走査ユニットにファイバオプティックプレートを使用することは、さらに特許文献2からも公知である。ただ、この文献に記載されている位置測定装置は、インクリメンタル式目盛りとアブソリュート式測定目盛りのための異なるトラックを備えた基準尺は備えていない。従って、この位置測定装置では上述の問題が生じないので、この文献においても、冒頭で議論した位置測定装置を最適化したり或いは先に述べた問題を解決したりする示唆は得ることができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】独国特許出願公開第102016211150号明細書

【文献】欧州特許出願公開第3633323号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、走査ユニットのコンポーネントの簡素化された組み立てが可能になると同時に、起こり得る汚染に対してきりだけ耐性のある冒頭で説明した類の光学的位置測定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】

【0008】

この課題は、本発明により、請求項1の特徴を備えた光学式位置測定装置により解決される。

10

20

30

40

50

【0009】

本発明による光学式位置測定装置の有利な実施形態は、従属請求項に示されている手段によりもたらされる。

【0010】

本発明による光学式位置測定装置は、第一の物体の位置を、少なくとも一つの測定方向に沿って当該物体に相対的に移動可能な第二の物体に対して特定するために用いられる。この装置は、測定方向に沿って延在して第一の物体に接続されている基準尺を有している。この基準尺は、測定目盛り周期性による周期で交互に測定方向に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなり、その測定目盛り周期性が、隣接する異なる目盛り部の幅の合計を与えるインクリメンタル式測定目盛りを備えた第一のトラックを備えている。さらに、基準尺は、絶対位置を特定するための符号化部を持ち且つ非周期に測定方向に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなるアブソリュート式測定目盛りを備えた第二のトラックを備えている。位置測定装置はさらに、第二の物体に接続されている走査ユニットを有している。この走査ユニット側には、少なくとも一つの光源が設けられているとともに、アブソリュート式測定目盛りから検出面に伝送される非周期的な光パターンを検出するアブソリュート式検出器配列構造体と、インクリメンタル式測定目盛りから検出面に伝送される周期的な光パターンを検出するインクリメンタル式検出器配列構造体とを備えた検出器が設けられている。さらに、走査ユニットは、ファイバオプティックプレートに有し、当該ファイバオプティックプレートは、隣同士接し合うように配置された多数の光ファイバからなり、それら光ファイバの像入射面が基準尺に面しているとともに、それら光ファイバの像出射面が検出器に面している。このファイバオプティックプレートは、アブソリュート式検出器配列構造体およびインクリメンタル式検出器配列構造体の前側に一体部品として配置されていることで、当該ファイバオプティックプレートを介してアブソリュート式トラック情報とインクリメンタル式トラック情報の両方がそれぞれの検出面に伝送される。

【0011】

ファイバオプティックプレートは、好ましくは、インクリメンタル式検出器配列構造体の前方領域に走査グリッドを備えている。

【0012】

ここで、走査グリッドは、振幅格子として形成され、測定方向に沿って交互に配置された透明および不透明の線状の複数の格子部からなるのでよく、走査グリッドのこれらの格子部は、走査グリッド周期性による周期で配置され、走査グリッド周期性は、隣接する透明および不透明な格子部の幅の合計を与える。

【0013】

有利にもここで、ファイバオプティックプレート内の光ファイバは、平均的なファイバ周期性による網目で測定方向に沿って配置され、当該平均的なファイバ周期性に関して、

$$P_{AG}/2 > P_{Fx}$$

が、

P_{Fx} ：＝測定方向 x に沿った平均的なファイバ周期性

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

として成り立つ。

【0014】

さらに、基準尺に面したファイバオプティックプレートの像入射側の面上に走査グリッドが配置されていることも可能である。

【0015】

加えて、基準尺に面したファイバオプティックプレートの像入射側の面上に、少なくとも部分的に、インクリメンタル式走査ウィンドウおよびアブソリュート式走査ウィンドウを備えた平坦で不透明な被覆層が配置され、インクリメンタル式走査ウィンドウには、走査グリッドが配置されているようにしてもよい。

【0016】

さらに、走査グリッド周期性は、インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性とは異なるように選択されているのでもよい。

【0017】

例えば、走査グリッド周期性は、

$$P_{AG} = (k \cdot P_{DET} \cdot P_{INC}) / (k \cdot P_{DET} + \dots - P_{INC})$$

に従って、

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

P_{INC} ：＝インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

k ：＝3, 4

として選択されていてもよい。

【0018】

さらにこのとき、

$$n \cdot P_{AG} = P_{DET}$$

が、

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

n ：＝1, 2, 3, ...

として成り立つのでもよい。

【0019】

或いは、走査グリッド周期性は、少なくとも走査グリッド領域内においてインクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性に等しく選択されることも可能である。

【0020】

有利にも、インクリメンタル式検出器配列構造体は、光感知式の複数の検出素子を有し、測定方向に沿って検出器周期性による周期で配置され、検出器周期性は、測定方向に沿った検出素子の幅を与えるものとされている。

【0021】

ここで、インクリメンタル式測定目盛りから検出面に伝送される周期的な光パターンの一周内に三つないし四つの検出素子が測定方向に沿って配置されていてもよい。

【0022】

さらに、インクリメンタル式検出器配列構造体およびアブソリュート式検出器配列構造体は、保持部材の凹部に配置されたOpt-ASICに統合され、Opt-ASICの上面は、保持部材の上面から突出しているようにされていてもよい。

【0023】

ここで、Opt-ASICの上面にファイバオプティックプレートが配置され、少なくとも、ファイバオプティックプレートの像出射面と検出器配列構造体との間に隙間媒質が存在しているのでもよい。

【0024】

本発明による解決手段の重要な長所は、走査ユニットを組み立てる際に、いまや検出器に対して単一の部品だけを位置調整して取り付けさえすればよいようにできることである。これは、二つの検出器配列構造体の前側に一体のファイバオプティックプレートが設けられるからである。一体部品として形成されたファイバオプティックプレートは、出っ張りやエッジのない表面を備えている。こういった出っ張りやエッジは、それが存在することで、場合によってはそこに不純物がたまる可能性がある。

【0025】

図に関連した本発明による装置の実施例の以下の記載に基づいて、本発明のさらなる詳細および長所を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明による光学式位置測定装置の実施例をかなり簡略化して断面で示す図であ

10

20

30

40

50

る。

【図２】図１の位置測定装置のファイバオプティックプレートを立体的に示す図である。

【図３】図１の位置測定装置をインクリメンタル式検出器配列構造体の領域において拡大して示す断面図である。

【図４】本発明による光学式位置測定装置のさらに他の変形例におけるインクリメンタル式検出器配列構造体と走査グリッドの一部により表した図である。

【発明を実施するための形態】

【００２７】

本発明による位置測定装置の一実施例の概略断面図が図１に示されており、この装置のさらなる詳細が図２及び図３に示されている。以下に、その実施例を様々な図に基づいて説明する。

10

【００２８】

本発明による位置測定装置は、第一の物体０１の位置を、少なくとも一つの測定方向 x に沿って当該第一の物体に相対的に移動可能な第二の物体０２に対して特定するのに用いられる。一方の物体０１、例えば第一の機械要素（機械コンポーネント）はここで、測定方向 x に沿って延在する、位置測定装置の基準尺１０に接続されている。第二の機械要素（機械コンポーネント）といった他方の物体０２は、第一の機械要素に対して測定方向 x に沿って移動可能であり、位置測定装置の走査ユニット２０に接続されている。本実施例では、両方の物体０１、０２は、直線的な測定方向 x に沿って相対移動するものとされ、その測定方向 x は、図１において紙面に垂直に向いている。

20

【００２９】

本発明による位置測定装置を用いることで、基準尺１０の光学的な走査により、互いに移動可能な二つの物体０１、０２または対応する機械要素の位置に関して、位置に応じた信号が生成され、後続の不図示の電子機器に伝送される。後続の電子機器として例えば、当該位置に応じた信号を機械要素の位置決めに使用する上位の機械制御部が設けられていてもよい。

【００３０】

基準尺１０は、例えばガラス製の透明な支持基板からなり、本実施例では、その上面に、インクリメンタル式測定目盛り１１を備えて測定方向 x に沿って延在する第一のトラックと、アブソリュート式測定目盛り１２を備えてこれに平行な第二のトラックとが配置されている。

30

インクリメンタル式測定目盛り１１は、測定目盛り周期性 P_{INC} による周期で交互に測定方向 x に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなり、このとき、測定目盛り周期性 P_{INC} が、隣接する異なる二つの目盛り部の幅の合計を与える。図示された例において、インクリメンタル式測定目盛り１１は、振幅格子として形成されている。つまり、異なる目盛り部は、それぞれ異なる光透過率を持ち、一方では、不透明な目盛り部（例えばクロム製）が設けられ、他方では、透明な目盛り部が設けられている。

アブソリュート式測定目盛り１２は、絶対位置を特定するための符号化部を備え、非周期に測定方向 x に沿って配置されている光学特性の異なる複数の目盛り部からなる。インクリメンタル式測定目盛り１１と同様に、アブソリュート式測定目盛り１２の異なる目盛り部は、異なる光透過率を持っている。アブソリュート式測定目盛り１２の非周期の符号化部は例えば、擬似ランダムコード（ PRC ）として形成されていてもよい。

40

【００３１】

本発明による位置測定装置において、大まかな絶対位置情報は、アブソリュート式測定目盛り１２を光学的に走査することにより得られ、この情報が、インクリメンタル式測定目盛り１１を光学的に走査することにより生成される高解像度のインクリメンタル位置情報を用いて正確に計算し直される。その結果、出力側では、二つの物体０１、０２の高解像度の絶対位置情報が利用可能となり、例えば後置された機械制御部によりこの情報をさらに処理することができる。

【００３２】

50

走査ユニット２０側には、本発明による位置測定装置において、基準尺１０或いは二つの目盛り１１，１２を光学的に走査して位置に応じた信号を生成するのに必要なさらに他のコンポーネントが配置されている。これには、例えばＬＥＤ（発光ダイオード）として形成されて例えば８５０ｎｍの波長の光を放出する基準尺１０の一方の側に配置された光源２１が含まれる。光源２１には、放出された光源２１の光線束を基準尺１０の方向にコリメートするために、コリメーション光学系２２が光線進行方向に前置されている。

【００３３】

走査ユニット２０において、基準尺１０の反対側には、二つの目盛り１１，１２を光学的に走査して位置に応じた信号を生成するのに用いられるさらに他のコンポーネントが配置されている。そのため、そこには、隣同士接し合うように配置された多数の光ファイバからなるファイバオプティックプレート２３が設けられており、それら光ファイバの像入射面が基準尺１０に面しているとともに、それら光ファイバの像出射面が、インクリメンタル式検出器配列構造体２６とアブソリュート式検出器配列構造体２７とを備えた後置の検出器に面している。インクリメンタル式検出器配列構造体２６はここで、インクリメンタル式測定目盛り１１から検出面に伝送された周期的な光パターンを検出するのに用いられるが；アブソリュート式検出器配列構造体２７を用いると、アブソリュート式測定目盛り１２から検出面に伝送された非周期の光パターンが検出される。ファイバオプティックプレート２３を介して、二つの目盛り１１，１２からの情報が、対応する検出器配列構造体２６，２７の検出面に伝送される。

【００３４】

インクリメンタル式検出器配列構造体２６およびアブソリュート式検出器配列構造体２７は、図示された実施例では、Ｏｐｔ－ＡＳＩＣ２８に統合され、そのＯｐｔ－ＡＳＩＣは、走査ユニット２０において、例えば適した回路基板または配線基板等の保持部材２９の凹部の中に配置されている。Ｏｐｔ－ＡＳＩＣ２８では、検出された信号が後続の不図示の電子機器に伝送される前に、予めその最初の処理が行なわれる。図１から分かるように、Ｏｐｔ－ＡＳＩＣ２８の上面は、保持部材２９の上面から突出している。

【００３５】

ファイバオプティックプレート２３の像出射面と、Ｏｐｔ－ＡＳＩＣ２９に統合された検出器配列構造体２６，２７の光感知面との間には、さらに隙間媒質３０が配置されている。これは、ファイバオプティックプレート２３の像出射面から出射した光線束がそれぞれの検出器配列構造体２６，２７に向かう途中で、隙間媒質がない場合に比べて屈折をあまり受けなくなるように選択される。屈折率ジャンプとそれに伴う境界面での反射を最小限に抑えることに加えて、それにより特に、インクリメンタル式検出器配列構造体２６とアブソリュート式検出器配列構造体２７の検出面に可能な限り高コントラストの光パターンがもたらされることが保証される。隙間媒質３０に関してさらに挙げるとすると、ファイバオプティックプレート２３とＯｐｔ－ＡＳＩＣ２９との間の領域が汚れるのを防ぐことができる。例えば、適切に選択された屈折率を備えた接着剤は、隙間媒質３０の材料として考えられる。隙間媒質３０のさらなる詳細については、前に述べた特許文献１を参照されたい。

【００３６】

最初に論じた問題を回避するために、本発明による光学式位置測定装置では、かくして走査ユニット２０内に配置されたファイバオプティックプレート２３が、アブソリュート式検出器配列構造体２７およびインクリメンタル式検出器配列構造体２６の前側に或いはそれらの光感知面の前側に一体部品として配置されているような構成とされている。このようにして、ファイバオプティックプレート２３を介してアブソリュート式トラック情報とインクリメンタル式トラック情報の両方が、対応して設けられた検出器配列構造体２６，２７のそれぞれの検出面に伝送される。これとは対照的に、特許文献１では、ファイバオプティックプレートは、符号化されたアブソリュート式測定目盛りからアブソリュート式検出器配列構造体の検出面への光パターンの伝送にのみ用いられる。この文献では、インクリメンタル式の信号を生じさせるための走査光路内に、別体の走査プレートが、その

内部に統合された走査グリッドとともにインクリメンタル式測定目盛りとインクリメンタル式検出器配列構造体の間に設けられている。

【0037】

それ故に、本発明による位置測定装置を組み立てる場合、既知の解決手段と比較して、検出器配列構造体26, 27またはOpt-ASICに関して一つの部品だけが正しく位置調整され取り付けられさえすればよく、組み立て作業が大幅に軽減されることになる。基準尺10に面したファイバオプティックプレート23の表面は、全体に亘って平坦であり、なかんずく、インクリメンタル式走査のための付け足し的な走査プレートがある場合に不可避となるエッジが無い。その結果、この表面上には、計測動作中に一切汚れが溜まり得ない。その上、適切な位置決め装置を真空引きするためにこの表面を使用することができれば、組み立て工程中のファイバオプティックプレート23のより簡易な取り扱いも可能である。また、ファイバオプティックプレート23の厚さは、基本的に任意に選択できる。このようにして、ファイバオプティックプレート23の寸法を決めることにより、光路に後置された繊細なコンポーネントを確実に機械的に保護することが可能である。

【0038】

使用されるファイバオプティックプレート23は、隣同士接し合うように配置された多数の光ファイバからなり、これらのファイバは、互いに融合され、平行平面プレートになるように切断されて研磨される。この種のファイバオプティックプレートは、“光ファイバ・フェイスプレート (Fiber Optic Faceplates)” の名称で市販されている。

【0039】

アブソリュート式測定目盛り12を走査してアブソリュート式トラック情報をアブソリュート式検出器配列構造体27の検出面に伝送するファイバオプティックプレート23の機能に関しては特許文献1を参照されたい。

【0040】

インクリメンタル式トラック情報をもファイバオプティックプレート23を介してインクリメンタル式検出器配列構造体の検出面に伝送できるようにするために、本発明による位置測定装置においてさらなる構成が有利であることが明らかになる。ファイバオプティックプレート23上にはかくして、インクリメンタル式検出器配列構造体26の前方領域に走査グリッド24が配置されている。本実施例では、走査グリッド24は、基準尺10に面したファイバオプティックプレート23の像入射側の面上に配置されるものとされている。この走査グリッド24はここで、振幅格子として形成されている。それは、測定方向xに周期的に配列された、透明および不透明の線状の複数の格子部からなり、それらの長手方向は、測定方向xに対して垂直方向を向いている。走査グリッド周期性 P_{AG} はここで、以下において、走査グリッド24において隣接する透明および不透明の格子部の幅を表すものとする。

【0041】

本発明による光学式位置測定装置の可能な実施例において、走査グリッド周期性 P_{AG} は、平均的なファイバ周期性 P_{Fx} よりもかなり大きくなるように選択される。この周期性は、ファイバオプティックプレート23における測定方向xに沿った光ファイバの網目の平均的な周期性の尺度を与える。このとき、これら二つの周期性が以下の関係を満たすように設けられていることが好ましい：

$$P_{AG} / 2 > P_{Fx} \quad (\text{式1})$$

ここで、

P_{Fx} : = 測定方向xに沿った平均的なファイバ周期性

P_{AG} : = 走査グリッド周期性

【0042】

二つの周期性 P_{AG} , P_{Fx} の大きさをこのように決めることにより、走査グリッド24の透明な格子部の部分においてできるだけ多くの光ファイバが信号の伝送に寄与することが保証される。

【0043】

然るべきファイバオプティックプレート23が図2に斜視図で示されている。ファイバオプティックプレート23の上面はここで、本発明による位置測定装置では基準尺に面している像入射側を表している。図から分かるように、ファイバオプティックプレート23の上面には、二つの長方形の走査ウィンドウ32, 25を備えた平坦で不透明な被覆層31が配置されている。一方ではこのとき、インクリメンタル式走査ウィンドウ32が被覆層31に設けられ、その中に走査グリッド24が配置されている。他方、被覆層31は、ほぼ透明に形成されているアブソリュート式走査ウィンドウ25を備えている。インクリメンタル式走査ウィンドウ32は、インクリメンタル式検出器配列構造体26の前側のファイバ光学系走査プレート23の領域に配置され、アブソリュート式走査ウィンドウ25は、アブソリュート式検出器配列構造体27の前側のファイバ光学系走査プレート23の領域に配置されている。

10

【0044】

このファイバオプティックプレート23には、本発明による位置測定装置では、アブソリュート式検出器配列構造体27およびインクリメンタル式検出器配列構造体26を備えた検出器が後置されている。

【0045】

アブソリュート式検出器配列構造体27はこのとき、光感知式の個々の検出素子、例えば適したCCD列の、測定方向xに沿った周期的な配列からなる。

【0046】

インクリメンタル式検出器配列構造体26は、測定方向xに沿って検出器周期性 P_{DET} による周期で配置されている光感知式の複数の検出素子を有している。検出器周期性 P_{DET} はこのとき、測定方向xに沿った検出素子の幅を与える。これに関連して、インクリメンタル式検出器配列構造体26と走査グリッド24の間の領域における本発明の位置測定装置の概略化されて拡大された側面図を示す図3の記載を参照されたい。

20

【0047】

図示された図3の実施例では、基準尺10上において、インクリメンタル式測定目盛り11に対して測定目盛り周期性 $P_{INC} = 20 \mu m$ が設けられている。ファイバオプティックプレート23の像入射側の面上における走査グリッド24は、走査グリッド周期性 $P_{AG} = 19.512 \mu m$ を有し、その結果、測定目盛り周期性 P_{INC} とは僅かに異なっている。インクリメンタル式測定目盛り11および走査グリッド24との光線束の相互作用から生じてくる周期的な光パターンは、ファイバオプティックプレート23を介してインクリメンタル式検出器配列構造体26の検出面に伝送され、そのパターンが光パターン周期性 $P_{LM} = 800 \mu m$ を有している。図3から分かるように、光パターンの一周期の中に、四つの検出素子26.1-26.4が測定方向xに沿って配置されており、そこに、基準尺10と走査ユニット20が相対運動する場合に、図示の相対位相 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ を持つ位相シフトされたインクリメンタル信号が生じてくることになるが；検出器周期性 P_{DET} は、本実施例では $P_{DET} = 200 \mu m$ である。

30

【0048】

以下に、基本的に、選択された走査グリッド周期性 P_{AG} で異なる本発明の光学式位置測定装置の変形例を詳細に検討する。

40

【0049】

第一の変形例では、走査グリッド周期性 P_{AG} は、説明した図3の例と同様に選択され、つまり、インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性 P_{INC} とは違う走査グリッド周期性 P_{AG} 、つまり $P_{AG} \neq P_{INC}$ が選択される。

【0050】

この場合、光源から放射された光線束がインクリメンタル式測定目盛り及び走査グリッドと相互作用することにより、検出面に光パターン周期性 P_{LM} を有する周期的な（バーニヤの）光パターンが生じる。この場合、光パターン周期性 P_{LM} は、以下の関係式により得られる：

50

$$P_{LM} = + / - P_{AG} \cdot P_{INC} / (P_{AG} - P_{INC}) \quad (\text{式 } 2)$$

ここで、

P_{LM} ：＝光パターン周期性
 P_{AG} ：＝走査グリッド周期性
 P_{INC} ：＝測定目盛り周期性
 【0051】

一つの光パターン周期内において、インクリメンタル式検出器配列構造体には通常、三つ又は四つの検出素子が均等に分散配置される。これらは、基準尺と走査ユニットが相對運動する際、 120° で三つまたは 90° で四つの位相シフトされたインクリメンタル信号を出す。通常は、インクリメンタル式検出器配列構造体を用いて、複數（ N ）の光パターン周期が走査される。インクリメンタル式信号の位相ごとに、並列に接続された複數（ N ）の検出素子が信号の生成に寄与する。従って、光パターン周期ごとに、 k （ $3, 4$ ）の検出素子が使用されると、次が成り立つ：

$$k \cdot P_{DET} = + / - P_{AG} \cdot P_{INC} / (P_{AG} - P_{INC}) \quad (\text{式 } 3)$$

ここで：

k ：＝ $3, 4$
 P_{DET} ：＝検出器周期性
 P_{LM} ：＝光パターン周期性
 P_{AG} ：＝走査グリッド周期性
 P_{INC} ：＝測定目盛り周期性
 【0052】

必要な走査グリッド周期性 P_{AG} は、所与の測定目盛り周期性 P_{INC} と検出器周期性 P_{DET} において、これらの関係から次の

$$P_{AG} = (k \cdot P_{DET} \cdot P_{INC}) / (k \cdot P_{DET} + / - P_{INC}) \quad (\text{式 } 4)$$

ここで：

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性
 P_{INC} ：＝インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性
 P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性
 k ：＝ $3, 4$

により得られる。

【0053】

検討を行なった $P_{AG} \neq P_{INC}$ の第一の変形例の場合、走査グリッド周期性 P_{AG} と測定目盛り周期性 P_{INC} が互いにどの程度異なるかにも注意する必要がある。検出素子ごとにどれだけの不透明な格子部が信号の生成に寄与するかがこれに左右される。

【0054】

図3の先の例におけるように、走査グリッド周期性 P_{AG} と測定目盛り周期性 P_{INC} との間に僅かな違いしかない場合、位相の異なる検出素子に対し、信号を捕らえる検出素子ごとにそれぞれ走査グリッドの似た数の不透明な格子部が寄与することになるが；生じてくる位相シフトされたインクリメンタル信号は、この場合には、それらのオフセットに関しておよび振幅の関係および位相の関係に関して実質的にはさして違いがない。

【0055】

これに対して、走査グリッド周期性 P_{AG} と測定目盛り周期性 P_{INC} が大幅に異なる場合、信号を捕らえる検出素子ごとに、走査グリッドの異なる数の不透明な格子部が寄与することが起こり得る。その結果、生じてくる位相シフトされたインクリメンタル信号は、そのオフセットに関して、振幅の関係および位相の関係に関して明らかな違いを有し、位置の特定に誤差を生じる場合がある。この問題に対処するために、走査グリッドの設計に対するさらなる条件として、各検出素子に対して、走査グリッドの同じ n 個の数の不透明な格子部が信号の捕捉に必ず寄与することになるように設けられるようにでき、つまり、その場合にはさらに、以下の条件が満たされていなければならない：

$$n \cdot P_{AG} = P_{DET} \quad (\text{式 } 5)$$

ここで：

P_{AG} ：＝走査グリッド周期性

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

n ：＝1, 2, 3, ...

【0056】

この追加条件の帰結として、対応する位置測定装置では、検出器周期性 P_{DET} または光パターン周期性 P_{LM} に対して以下の条件から得られる特定の許された値のみが可能になることになる：

$$P_{DET} = + / - P_{INC} / k + n \cdot P_{INC} \quad (\text{式6})$$

ここで

P_{DET} ：＝インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性

P_{INC} ：＝インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性

k ＝3, 4

n ＝1, 2, 3, ...

【0057】

理想的なケースでは、インクリメンタル式検出器配列構造体の検出器周期性 P_{DET} もまた、測定目盛り周期性 P_{INC} の自然数倍として選択されるべきである。というのも、その場合には、ファイバオプティックプレートを通じて転送されたスケール構造の像がフィルタリングされるであろうからである。式6)によれば、この条件をさらに実現することはできない。

【0058】

k ＝4で測定目盛り周期性 $P_{INC} = 20 \mu\text{m}$ の場合、検出器周期性 P_{DET} または光パターン周期性 P_{LM} に対して、例えば以下の可能な値が得られる：

【0059】

【表1】

n	$P_{DET} - / \mu\text{m}$	$P_{LM} - / \mu\text{m}$	$P_{DET} + / \mu\text{m}$	$P_{LM} + / \mu\text{m}$
1	15	60	25	100
2	35	140	45	180

等々。

【0060】

上述したように、 $P_{DET} = n \cdot P_{AG}$ および $P_{DET} = i \cdot P_{INC}$ (n, i は自然数 >0)による理想的な解は、バーニヤ走査の範囲内では不可能であるため、最適な妥協点を見つける試みが可能である。これは、例えば、 n と i が自然数として選ばれるのではなく、代わりに、できるだけ自然数に近い実数値の因子 f_n と f_i によって置き換えられるのもよい。

【0061】

条件式

$$P_{AG} = f_n \cdot P_{DET} \quad (\text{式7a})$$

および

$$P_{INC} = f_i \cdot P_{DET} \quad (\text{式7b})$$

を用いると、式3)により：

$$k \cdot P_{DET} = + / - f_n \cdot f_i \cdot P_{DET} / (f_n - f_i) \quad (\text{式8})$$

ここで： k ＝3, 4,

が得られ、従って

$$k = f_i / (1 - f_i / f_n) \quad (\text{式9})$$

となる。

【0062】

これにより、 P_{DET} と P_{AG} または P_{INC} の間にそれぞれ喰りが生じ、その周期性はそれぞれ次のように記述することができる：

$$S_{AG} = a b s (P_{DET} \cdot P_{AG} / (P_{DET} - P_{AG})) \quad (\text{式 } 10 a)$$

または

$$S_{INC} = a b s (P_{DET} \cdot P_{AG} / ((P_{DET} - P_{INC}))) \quad (\text{式 } 10 b)$$

【0063】

有利であるのはさらに、インクリメンタル式検出器配列構造体の全長 L_{INC} が、

$$L_{INC} = N \cdot k \cdot P_{DET} \quad (\text{式 } 11)$$

(N : 走査されるバーニヤ周期の数)

により与えられ、二つの喰り周期性 S_{AG} および S_{INC} に、自然数因子 $M1$ および $M2$ による違いがある場合である:

$$L_{INC} = M1 \cdot S_{AG} \quad (\text{式 } 12 a)$$

$$L_{INC} = M2 \cdot S_{INC} \quad (\text{式 } 12 b)$$

【0064】

以下に、本発明による位置測定装置の第二の変形例を考察するが; この変形例では、今度は走査グリッド周期性 P_{AG} が少なくとも走査グリッド領域内においてインクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性 P_{INC} に等しくなるように、つまり、そこで $P_{AG} = P_{INC}$ が成り立つように選択される。図4は、本発明による光学式位置測定装置のこの種の変形例の走査グリッドとインクリメンタル式検出器配列構造体126の一部による図を示し、この変形例では、 $k=4$ で 90° ほど位相シフトされるインクリメンタル信号を生成する構成とされている。図から分かるように、インクリメンタル式検出器配列構造体126のそれぞれの検出素子126.1-126.4に対して、 $n=2$ の不透明な格子部124.1-124.8が割り当てられている。測定方向 x に沿ってインクリメンタル式検出器配列構造体126の幅または周期性 P_{DET} に対応する走査グリッド領域内には、インクリメンタル式測定目盛りの測定目盛り周期性 P_{INC} に対応する走査グリッド周期性 P_{AG} がある。隣接する検出素子126.1-126.4に対して設けられている不透明な格子部124.1-124.8の間には、 $P_{AG} + 1/4 P_{AG}$ の間隔がある。これと同様に、 $k=3$ で 120° ほど位相シフトされたインクリメンタル信号の場合には、この間隔は $P_{AG} + 1/3 P_{AG}$ となる。

【0065】

この種の変形例において、走査グリッド周期性 P_{AG} が検出器周期性 P_{DET} と同程度の大きさに選択されると、つまり、そのときには $P_{AG} = P_{INC} = P_{DET}$ が成り立つが、その結果、インクリメンタル式検出器配列構造体の検出素子に対して、走査グリッドの単一 ($n=1$) の不透明な格子部だけが設けられることになる。隣接する検出素子に対して設けられている不透明な格子部の間には、この場合もまた、 $P_{AG} + 1/4 P_{AG}$ の間隔が存在する。

【0066】

具体的に記載された実施例に加えて、本発明の範囲には、もちろんまだ他の可能な態様が存在する。

【0067】

こうして、直線的な測定方向に沿った相対運動を検出するためだけでない本発明の位置測定装置を形成することができる。当然ながら、回転軸線周りの回転の相対運動も捉えることができる。

【0068】

説明した例の代わりに、走査した目盛りを位相格子等々としても形成することができる。

10

20

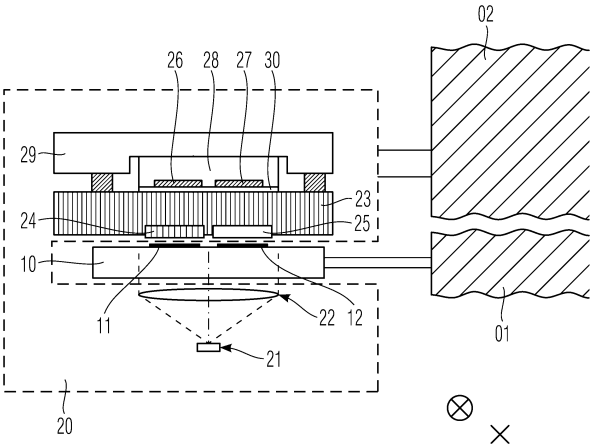
30

40

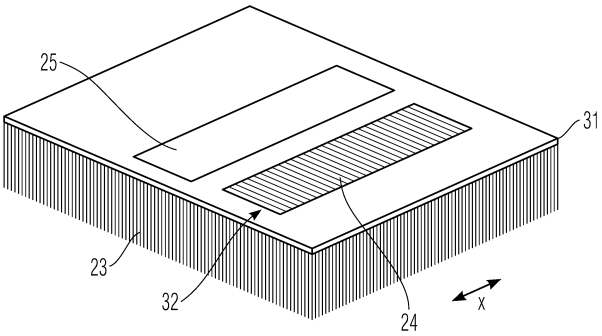
50

【図面】

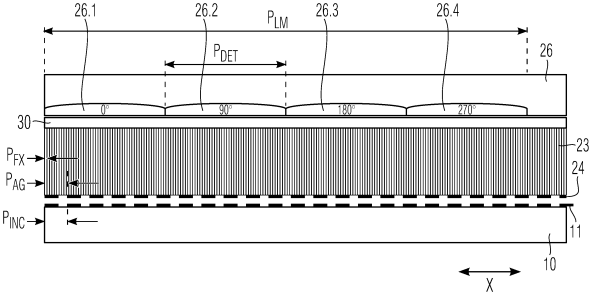
【図 1】



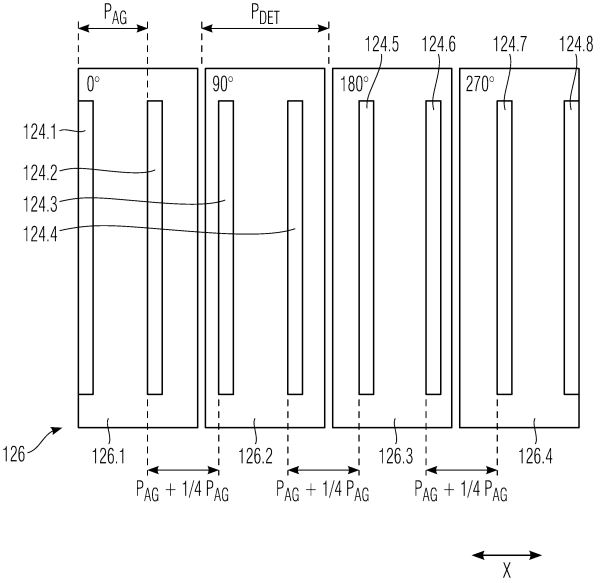
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100191835
弁理士 中村 真介
- (74)代理人 100221981
弁理士 石田 大成
- (72)発明者 ウルリヒ・ベンナー
ドイツ連邦共和国、83308 トローストベルク、ブーヘンストラーセ、29アー
- (72)発明者 タレク・ヌツツィンガー
ドイツ連邦共和国、83377 ヴァヘンドルフ、アム・アンガー、2
- (72)発明者 ダーニエル・クレムプケ
ドイツ連邦共和国、83317 タイゼンドルフ、メーリング、22・1／2
- (72)発明者 ヨハネス・ハウンライター
ドイツ連邦共和国、84489 ブルクハウゼン、メッサーツァイレ、7
- 審査官 榮永 雅夫
- (56)参考文献 特開2018-25543 (JP, A)
特開2019-211360 (JP, A)
実開昭48-43654 (JP, U)
実開平2-5022 (JP, U)
特開2018-205020 (JP, A)
特開平1-43721 (JP, A)
米国特許出願公開第2002／0195551 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01D5／00-5／62
G01B11／00-11／30