

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6246460号
(P6246460)

(45) 発行日 平成29年12月13日(2017.12.13)

(24) 登録日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O S

G O 1 D 5/347 1 1 O C

G O 1 D 5/347 1 1 O U

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-195723 (P2012-195723)
 (22) 出願日 平成24年9月6日(2012.9.6)
 (65) 公開番号 特開2013-61330 (P2013-61330A)
 (43) 公開日 平成25年4月4日(2013.4.4)
 審査請求日 平成27年9月4日(2015.9.4)
 (31) 優先権主張番号 10 2011 082 570.3
 (32) 優先日 平成23年9月13日(2011.9.13)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390014281
 ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
 ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
 ・ハフツング
 DR. JOHANNES HEIDEN
 HAIN GESELLSCHAFT M
 IT BESCHRANKTER HAF
 TUNG
 ドイツ連邦共和国、83301 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】 回転式位置検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源(10; 100; 1000)と、

回転対称かつ反射性を有する測定目盛板(20; 200; 2000)を備えたインデックスディスク(210)と、

電光式の検出装置(30; 300; 3000)と

を備えて成る回転式位置測定装置であって、

前記インデックスディスク(210)を前記光源(10; 100; 1000)及び前記検出装置に対して回転軸(R)を中心として回転可能とし、相対回転時に回転角度に応じた位置信号を前記検出装置(30; 300; 3000)によって検出可能であり、

前記回転軸(R)上の前記光源(10; 100; 1000)を前記測定目盛板(20; 200; 2000)から第1の距離(u)だけ離間させて配置し、

前記検出装置(30; 300; 3000)を、前記第1の距離(u)とは異なる第2の距離(v)だけ前記測定目盛板(20; 200; 2000)から離間させて配置し、

前記インデックスディスクを、光学手段を含むよう構成し、該光学手段を、前記光源(10; 100; 1000)の結像が前記第1の距離(u)とは異なる第3の距離(u')だけ前記測定目盛板(20; 200; 2000)から離間した位置に形成される光学的効果を有するよう構成し、

前記測定目盛板(20; 200; 2000)を径方向目盛として形成し、該径方向目盛を、異なる反射特性を有し、かつ、円環状に配置された複数の目盛領域(220a, 22

10

20

0 b) で構成した

ことを特徴とする回転式位置測定装置。

【請求項 2】

光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) と、

回転対称かつ反射性を有する測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) を備えたインデックスディスク (2 1 0) と、

電光式の検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) と

を備えて成る回転式位置測定装置であって、

前記インデックスディスク (2 1 0) を前記光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) 及び前記検出装置に対して回転軸 (R) を中心として回転可能とし、相対回転時に回転角度に応じた位置信号を前記検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) によって検出可能であり、

前記回転軸 (R) 上の前記光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) を前記測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) から第 1 の距離 (u) だけ離間させて配置し、

前記検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) を、前記第 1 の距離 (u) とは異なる第 2 の距離 (v) だけ前記測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) から離間させて配置し、

前記インデックスディスクを、光学手段を含むよう構成し、該光学手段を、前記光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) の結像が前記第 1 の距離 (u) とは異なる第 3 の距離 (u ') だけ前記測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) から離間した位置に形成される光学的効果を有するよう構成し、

前記光学手段を、回転対称の段状構造として前記インデックスディスク (2 1 0) の支持基板上に形成した

ことを特徴とする回転式位置測定装置。

【請求項 3】

前記第 3 の距離 (u ') を前記第 2 の距離 (v) と同一としたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 4】

前記インデックスディスク (2 1 0) 上の光学手段を、所定の焦点距離 (f) を有する凹面鏡の光学的効果に対応する光学的効果を有するよう構成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 5】

前記インデックスディスク (2 1 0) 上の光学手段により前記光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) の実像を任意の位置に形成し、該位置から照射される照射ビーム束が、まず前記検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) を通過して前記測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) に到達し、ここで反射された後、前記検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) 方向へ集束して伝播するよう構成したことを特徴とする請求項 4 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 6】

前記インデックスディスク (2 1 0) 上の光学手段を、所定の焦点距離 (f) を有する凸面鏡の光学的効果に対応する光学的効果を有するよう構成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 7】

前記インデックスディスク (2 1 0) 上のより高い反射率を有する前記目盛領域 (2 2 0 b) を、該目盛領域に入射される照射ビーム束に対する光学的効果を有するよう構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 8】

前記光源 (1 0 ; 1 0 0 ; 1 0 0 0) を、中間配置された光学要素を介することなく前記測定目盛板 (2 0 ; 2 0 0 ; 2 0 0 0) を完全に照射するよう構成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転式位置測定装置。

【請求項 9】

前記検出装置 (3 0 ; 3 0 0 ; 3 0 0 0) を円環状の検出装置アセンブリ (3 1 0) を含んで構成するとともに、該検出装置アセンブリ (3 1 0) を前記回転軸 (R) を中心と

10

20

30

40

50

して円環状に配置された複数の検出要素で構成したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転式位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転式位置検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 1 には中心射影方式の検査原理に基づく光学式位置測定装置の部分概要図が示されており、ここでは、光源 1 が反射式の測定目盛板 2 を照射するようになっている。この測定目盛板 2 は、位置測定装置が回転状の相対運動をするか、線形の相対運動をするかに応じて、線状及び回転目盛として形成されることができる。また、測定目盛板 2 に入射してくる照射光束束は、該測定目盛板 2 によって光源 1 方向へ反射され、検査面において光電的な検出装置 3 へ到達する。ここで、測定目盛板 2 は、光源 1 及び検出装置 3 に対して相対変位可能に配置されている。すなわち、測定目盛板は、線形の軸に沿って変位可能であるか、又は回転軸を中心として回転可能となっている。

【0003】

測定目盛板 2 が光源 1 及び検出装置 3 に対して相対回転する場合には、検査面において、変調された縞模様を得られ、この縞模様は、検出装置 3 によって、変位に応じた位置信号に変換可能である。

【0004】

このような位置測定装置によって、互いに変位（線形又は回転）する 2 つの物体の相対位置又は絶対位置を決定することが可能である。ここで、2 つの物体のうちいずれかは測定目盛板 2 に接続され、他方は光源 1 及び検出装置 3 に接続されている。

【0005】

図 1 から分かるように、光源 1 は測定目盛板 2 から距離 u だけ離間して配置されており、以下、この距離 u を第 1 の距離という。また、検出装置 3 は測定目盛板 2 から距離 v だけ離間して配置されており、以下、この距離 v を第 2 の距離という。図 1 においては、第 2 の距離 v は第 1 の距離 u と異なっている。

【0006】

モデル的に、上述の検査用光路を、実際の光源 1 の代わりに測定目盛板 2 から第 1 の距離 u だけ離間した仮想光源 1' によって反対側から距離 $u' = u$ 離間した位置から測定目盛板 2 を照射することが考えられる。この仮想光源 1' から照射される照射光束束は、測定目盛板 2 の検査される目盛の検出面への中心射影を引き起こすものとなっている。

【0007】

光学的な中心射影方式の検査原理に基づく回転式位置測定装置が例えば特許文献 1 に開示されている。この位置測定装置は光源、回転対称かつ反射性の測定目盛板を備えたインデックスディスク及び光電式の検出装置を含んで構成されており、インデックスディスクは、回転軸を中心として、光源及び検出装置に対して回転可能となっている。そのため、相対回転する際に、回転角度に応じた位置信号が検出装置によって検出可能となっている。

【0008】

ここで位置信号を生成するために使用されている中心射影方式の検査原理は、いわゆる 3 格子システムと呼ばれ、例えば非特許文献 1 に開示されている。

【0009】

理想的な場合には、このような中心射影方式による検査においては、第 1 の距離 u 及び第 2 の距離 v は同一のものとして選択される。ここで、位置測定装置の適当な構成要素は、光路中に適切に配置される。また、第 1 の距離 u 及び第 2 の距離 v を同一に選択した場合には、生じ得る物体間あるいは測定目盛板 2 間の間隔すなわち検査距離の変化が検査面に生じた照射による結像の大きさに影響を及ぼさない。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開平9-133552号公報

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】R. Pettigrew著、"Analysis of Grating Imaging and its Application to Displacement Metrology"、SPIE Vol. 36, 1st European Congress on Optics applied to Metrology、1977、第325～332ページ

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、実際には、第1の距離 u 及び第2の距離 v が常に同一であることは保証されていない。すなわち、図1に示されているように、第1の距離 u が第2の距離 v と相違する、具体的には、 $u < v$ の関係となることがある。このような場合には、検査距離の変動が照射による結像の大きさの変化を生じさせてしまい、その結果、位置測定における誤差を招くことになってしまう。

【0013】

上記のような位置測定装置における他の問題は、測定目盛板上の汚れによる影響度に基づく問題である。

20

【0014】

本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、中心射影方式に基づく回転式位置測定装置について、検査光路上における個々の構成部材間の最適でない間隔についてより影響度を抑え、及び/又は検査すべき測定目盛板の汚れの影響を極力受けないようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的は、請求項1又は2に記載の特徴を備えた回転式位置測定装置によって達成される。また、本発明による回転式位置測定装置の他の実施形態は、各従属請求項に記載されている。

30

【0016】

本発明による回転式位置測定装置は、光源と、回転対称かつ反射性を有する測定目盛板を備えたインデックスディスクと、電光式の検出装置とを含んで成る回転式位置測定装置であって、前記インデックスディスクを前記光源及び前記検出装置に対して回転軸を中心として回転可能とし、相対回転時に回転角度に応じた位置信号を前記検出装置によって検出可能であり、前記回転軸上の前記光源を前記測定目盛板から第1の距離だけ離間させて配置し、前記検出装置を、前記第1の距離とは異なる第2の距離だけ前記測定目盛板から離間させて配置し、前記インデックスディスクを、光学手段を含むよう構成し、該光学手段を、前記光源の結像が前記第1の距離とは異なる第3の距離だけ前記測定目盛板から離間した位置に形成される光学的效果を有するよう構成したことを特徴としている。なお、このとき、第3の距離を第2の距離と同一にすることも可能である。

40

【0017】

本発明による回転式位置測定装置の他の実施形態は、前記インデックスディスク上の光学手段を、所定の焦点距離を有する凹面鏡の光学的效果に対応する光学的效果を有するよう構成したことを特徴としている。

【0018】

このとき、前記インデックスディスク上の光学手段により前記光源の実像を任意の位置に形成し、該位置から照射される照射ビーム束が、まず前記検出装置を通過して前記測定目盛板に到達し、ここで反射された後、前記検出装置方向へ収束して伝播するよう構成することも可能である。

50

【 0 0 1 9 】

また、本発明の他の実施形態は、前記インデックスディスク上の光学手段を、所定の焦点距離を有する凸面鏡の光学的効果に対応する光学的効果を有するよう構成したことを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

さらに、前記測定目盛板を径方向目盛として形成し、該径方向目盛を、異なる反射特性を有し、かつ、円環状に配置された複数の目盛領域で構成することも考えられる。

【 0 0 2 1 】

また、前記インデックスディスク上の比較的高い反射率を有する前記目盛領域を、該目盛領域に入射される照射ビーム束に対する光学的効果を有するよう構成することもできる。

10

【 0 0 2 2 】

また、前記光学手段を、回転対称の段状構造として前記インデックスディスクの支持基板上に形成することも可能である。

【 0 0 2 3 】

本発明による回転式位置検出装置の他の実施形態は、前記光源を、中間配置された光学要素を介することなく前記測定目盛板を完全に照射するよう構成したことを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

さらに、前記検出装置を円環状の検出装置アセンブリを含んで構成するとともに、該検出装置アセンブリを前記回転軸を中心として円環状に配置された複数の検出要素で構成することも可能である。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、検査光路中における構成部材の距離の変化に対する影響度を大きく低減することが可能である。また、本発明によれば、例えば位置測定装置の誤った取付により生じ得る理想的な間隔からのずれが生じた場合であっても、十分なクオリティの位置信号を得ることが可能である。

【 0 0 2 6 】

また、他の利点は、測定目盛板と検出装置の間で軸方向へ拡径する照射ビーム束により、回転角度に応じた位置信号を生成するために、非常に小さな検査面を検出装置において得ることが可能である。これにより、検出装置に対するコスト削減も図ることができる。さらに、このような光路により、測定目盛板に照射される領域が検出装置へ結像される範囲よりも大きい場合、測定目盛板に生じ得る汚れによる影響度を大幅に低減することも可能である。

30

【 0 0 2 7 】

本発明による他の利点は、以下の図面を用いた説明において明らかにする。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 中心射影方式の検査原理に基づく光学式位置測定装置の部分概要図である。

40

【 図 2 】 本発明による回転式位置測定装置の第 1 の実施形態による部分概要図である。

【 図 3 a 】 本発明による回転式位置測定装置の第 1 の実施形態による検出装置の部分側面図である。

【 図 3 b 】 本発明による回転式位置測定装置の第 1 の実施形態による検出装置の平面図である。

【 図 4 a 】 本発明による回転式位置測定装置の第 1 の実施形態によるインデックスディスクの平面図である。

【 図 4 b 】 図 4 a にしめすインデックスディスクの部分断面図である。

【 図 5 】 本発明による回転式位置測定装置の第 2 の実施形態による部分概要図である。

【 発明を実施するための形態 】

50

【 0 0 2 9 】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

【 0 0 3 0 】

< 実施の形態 1 >

図 2 には、本発明による回転式位置測定装置の第 1 の実施形態が図 1 と同様に部分的かつ概略的に示されている。

【 0 0 3 1 】

回転式位置測定装置の図示の実施形態においては光源 1 0 が設けられており、この光源 1 0 は、回転対称で反射性を有する測定目盛板 2 0 を備えたインデックスディスクを照射するものとなっている。光源 1 0 と測定目盛板 2 0 の間には他の光学要素が配置されておらず、本発明による回転式位置測定装置のコンパクト化を図ることが可能となっている。インデックスディスク上の測定目盛板 2 0 は径方向目盛として形成されており、この径方向目盛は、回転軸 R の周囲に環状に配置されつつ様々な反射特性を有する目盛領域で構成されている。

10

【 0 0 3 2 】

ここで、測定目盛板 2 0 としては、周期的に配置されつつ様々な反射率を有する目盛領域を備えたインクリメンタル目盛や、非周期的に配置されつつ異なる周期性を有するアブソリュート目盛などが考えられる。また、照射される照射ビーム束は、回転対称であり完全に照射される測定目盛板 2 0 によって光源 1 0 へ向けて反射され、検出面において、回転対称の光電式の検出装置 3 0 へ至る。測定目盛板 2 0 を備えたインデックスディスクは、光源 1 0 及び検出装置 3 0 に対して、回転軸 R を中心に回転可能となっている。測定目盛板 2 0 を備えたインデックスディスクの光源 1 0 及び検出装置 3 0 に対する相対回転時には、検出面において、環状かつ変調された縞模様が生じる。そして、この縞模様は、検出装置 3 0 によって、回転角度に応じた位置信号に変換される。

20

【 0 0 3 3 】

このような回転式位置測定装置によって、回転軸 R を中心に回転可能な 2 つの物体の互いの相対位置又は絶対位置を検出することが可能である。これら 2 つの物体のうちいずれかがここではインデックスディスクあるいは測定目盛板 2 0 に接続されている一方、他方は光源 1 0 及び検出装置 3 0 に接続されている。なお、これら 2 つの物体としては、互いに相対回転する機械部品が考えられる。また、位置測定装置により生成される位置信号は機械制御に用いられ、この機械制御は、例えば対応する機械部品の位置決め用いられる。

30

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、光源 1 0 は、回転軸 R 上において測定目盛板 2 0 との間に第 1 の距離 u をもって配置されている。また、検出装置 3 0 は、測定目盛板 2 0 から第 2 の距離 v をもって配置されている。ここで、第 2 の距離 v は、第 1 の距離 u と異なるように設定されている。

【 0 0 3 5 】

本発明においてはインデックスディスクに複数の光学手段が設けられているか、又は統合されており、これら光学手段は、光源 1 0 の像を回転軸 R 上のある位置に形成するものとなっている。また、この像は測定目盛板 2 0 から第 3 の距離 u' だけ離間しており、この第 3 の距離 u' も第 1 の距離 u とは異なるものとなっている。図 2 には、この位置に結像された光源すなわち光源の像が符号 1 0' を付して示されているとともに、この位置から照射される光路が破線で示されている。

40

【 0 0 3 6 】

図示の実施形態においては、適当な光学手段が、第 3 の距離 u' が第 2 の距離 v と同一となるようインデックスディスクにおいて寸法設定されている。しかしながら、後述するように、第 2 の距離 v と同一となるよう第 3 の距離 u' を設定することは、本発明において必須のものではない。すなわち、本発明における回転式位置測定装置において、第 3 の距離 u' を他の方法で選択してもよい。

50

【 0 0 3 7 】

インデックスディスクに統合された光学手段は、それぞれ所定の焦点距離 f を有する凹面鏡又は凸面鏡の光学的効果を有している。図 2 に示す実施例においては、インデックスディスク上の適当な光学手段を介して凹面鏡の光学的効果が得られるようになっており、この凹面鏡の焦点距離は、凹面鏡による結像時の対物距離よりも大きくなるよう設定されている。これにより、光源 10 の結像が回転軸 R 上のある位置に仮想の光源 10' となされる。なお、回転軸 R 上のある位置は、測定目盛板 20 から第 3 の距離 u' だけ離間している。

【 0 0 3 8 】

以下に、本実施の形態についてのインデックスディスクにおける凹面鏡あるいは適当な光学手段の焦点距離 f をどのように算出するか説明する。なお、焦点距離 f は、第 3 の距離 u' において仮想光源 10' を得るために必要である。

第 1 の距離及び第 2 の距離をそれぞれ u 、 v とすると、拡大係数 ($A b b i l d u n g s m a s s s t a b$) $m_{1, 2}$ は、

$$m_{1, 2} = u / (2 v) \pm S q r t ((u / (2 v)) ^ 2 - 1) \quad (式 1)$$

という関係となる。

【 0 0 3 9 】

必要な第 3 の距離 u' は、

$$u' = m_{1, 2} \cdot u \quad (式 2)$$

となる。

【 0 0 4 0 】

そして、凹面鏡に対して必要な焦点距離は、

$$1 / u + 1 / u' = 1 / f \quad (式 3)$$

から算出される。

【 0 0 4 1 】

インデックスディスクにおける適当な光学手段によって、結果的に、上記のように算出される焦点距離 f を有する凹面鏡の光学的効果が保証されることになる。そのため、光源 10 の仮想の結像が所望の位置に形成されることになる。

【 0 0 4 2 】

本発明による回転式位置測定装置の図 2 に示す第 1 の実施形態の具体的な構成を、図 3 a、図 3 b、図 4 a 及び図 4 b に基づいて説明する。ここで、図 3 a 及び図 3 b には位置測定装置全体の異なる一部を示されており、図 4 a 及び図 4 b には測定目盛板を含むインデックスディスクの異なる角度から見た図が示されている。

【 0 0 4 3 】

位置測定装置のケーシング 700 内における固定された回路ボード 500 上には検出装置 300 が配置されており、この検出装置 300 上の中心部には光源 100 が配置されている。検出装置 300 と光源 100 は、ボンディングワイヤ 400 を介して、回路ボード 500 における不図示の信号伝達ケーブルに接続されている。また、回路ボード 500 は、ケーブル 600 を介して不図示の後続の電子機器に結合されている。また、ケーブル 600 によって、生成された位置信号が伝達されるとともに、位置測定装置内の電子部品に電力供給がなされるようになっている。

【 0 0 4 4 】

特に図 3 b に示すように、検出装置 300 は円環状の検出装置アセンブリ 310 を含んで構成されており、この検出装置アセンブリ 310 は、回転軸 R を中心として一定間隔に配置された各検出要素で構成されている。

【 0 0 4 5 】

また、ケーシング 700 内においてインデックスディスク 210 が回転軸 R を中心として回転可能に配置されており、このインデックスディスク 210 は、その検出装置 300 と対向する側において反射性の測定目盛板 200 を支持している。このインデックスディスク 210 には光学手段が統合されており、この光学手段は、上述のような光学的効果す

10

20

30

40

50

なわち光源 100 がある位置に結像されるという効果を有している。また、この結像は、測定目盛板 200 から第 3 の距離 u' だけ離間している。具体的な本実施の形態において、光学手段は、インデックスディスク 210 において、このインデックスディスク 210 が図 2 に示す実施例に基づく凹面鏡のような光学的效果を有するよう、すなわち得られる第 3 の距離 u' が第 2 の距離 v と同一となるよう形成されている。

【0046】

本実施の形態におけるインデックスディスク 210 の平面図が図 4 a に示されており、このインデックスディスク 210 の部分断面図が図 4 b に示されている。図 4 a に示すように、例えばガラス、金属、合成樹脂などで形成された支持基板上のインデックスディスク 210 上には反射性の測定目盛板 200 がインクリメンタル目盛として配置されており、このインクリメンタル目盛は、回転軸 R を中心として円環状に配置され、かつ、異なる反射特性を有する複数の目盛領域 220 a, 220 b で構成されている。測定目盛板 200 において暗色で示された目盛領域 220 a は、本実施の形態において、これらの間に配置された目盛領域 220 b よりも小さな反射率を有している。ここで、目盛領域 220 a を、これにおいて反射された光が検出装置に到達しないように形成することが考えられる。

10

【0047】

図 4 a に示すインデックスディスク 210 上の同心円は、比較的高い反射率を有する目盛領域 220 b における回転対称の構造あるいは径方向への段状構造の境界部を示している。なお、この目盛領域 220 b は、図 4 b における部分断面図に示されている。また、インデックスディスク 210 におけるこの径方向への段状構造により、本実施の形態においては、光源 100 の所定の結像を得るための光学手段が形成されている。この段状構造の具体的な形成、すなわち、回転対称の段状構造の段の高さ、段の幅及び段の同心性の選択によって、インデックスディスク 210 が回折性の凹面鏡に対して所定の焦点距離を有することになる。そして、この凹面鏡によって、上述のように、光源 100 の結像が得られることになる。ここで、段状構造の重要なパラメータの選択は、二点間結像に対する回折要素に対する公知の原理に基づいている。

20

【0048】

目盛 210 の製造は、例えば、まず、反射性の支持基板上で回転対称の段状構造を適当な層及び石版上の構造の分離によって形成することによってなされる。次に、例えば適当な吸収性の材料を分離することで、その上に比較的小さな反射率を有する径方向目盛の目盛領域が形成される。

30

【0049】

これに代えて、例えば CD の製造において知られている技術によってインデックスディスク 210 を形成してもよい。この場合、比較的小さな反射率を有する目盛領域には回折性の微細構造が設けられ、この微細構造によって、この微細構造に入射する光が検出装置に到達せずに空間方向へ回折されることが保証される。このような微細構造は、回転対称の段状構造としても、例えばまず透明な合成樹脂に成形され、次に良好な反射性を有する例えばアルミニウムや金などの金属層を取り付けられる。

【0050】

ところで、本発明による回転式位置測定装置の本実施の形態において、インデックスディスクにおける凹面鏡として形成された光学手段の代わりに、インデックスディスクにおける適当な段状構造によって光学的效果を得るようにしてもよい。この光学的效果は凸面鏡に相当し、この凸面鏡の焦点距離は、凹面鏡による結像時の対物距離よりも大きくなるよう設定されている。

40

【0051】

<実施の形態 2>

本発明による回転式位置測定装置の第 2 の実施形態を図 5 に基づいて説明する。この図 5 は、本実施の形態における光路を示す図 2 と同様な図である。

【0052】

50

ここでも、測定目盛板 2 0 0 0 に対して第 1 の距離 u だけ離間した光源 1 0 0 0 が回転軸 R 上に配置されている。第 1 の実施形態と同様に、測定目盛板 2 0 0 0 から第 2 の距離 v だけ離間して検出装置 3 0 0 0 が配置されている。測定目盛板 2 0 0 0 は、ここでも反射性の径方向目盛として形成されている。

【 0 0 5 3 】

上述の実施形態と異なり、本実施形態においては光学手段がインデックスディスク内に形成されており、この光学手段は、光源 1 0 0 0 の結像を所定の位置に形成するようになっている。そして、この光源 1 0 0 0 は、測定目盛板 2 0 0 0 から第 3 の距離 u' だけ離間した位置に配置されている。また、第 1 の実施形態においては凹面鏡として機能する光学手段によって仮想光源が形成されている一方、本実施の形態においてはインデックスディスク内に形成された光学手段によって光源の実像 1 0 0 0' が形成される。このとき、光源の実像 1 0 0 0' の検出装置 3 0 0 0 からの距離は、第 4 の距離 w に相当する。この第 4 の距離 w は、測定目盛板 2 0 0 0 と検出装置 3 0 0 0 との間の第 2 の距離 v と同一となっている。また、得られる第 3 の距離 u' は、ここでは上述の実施形態と同様に、第 2 の距離 v と同一となっていない。光学手段は、本実施の形態においても凹面鏡として形成されているが、上述の実施形態と異なり、この凹面鏡の焦点距離は対物距離よりも小さく設定されている。

【 0 0 5 4 】

光源の実像 1 0 0 0' の位置に起因して、この実像 1 0 0 0' から照射される照射ビーム束は図 5 に示すようにまず検出装置 3 0 0 0 を通過して測定目盛板 2 0 0 0 へ至り、ここで反射されて検出装置 3 0 0 0 方向へ収束して伝播する。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態においては第 1 の距離 u と第 2 の距離 v の一致は保証されておらず、これにより、中心射影方式の検査原理に基づき、起こり得る測定目盛板 2 0 0 0 と検出装置 3 0 0 0 の間の変化の際に、検査面において生じる照射による結像の大きさに変化が生じる。照射による結像の直径が変化してもこの照射による結像における暗部と明部の移行領域の位置は変化しないため、このような変化は、本発明による回転対称な検査面への結像時において大きな問題とはならない。

【 0 0 5 6 】

また、本実施の形態の利点は、検査距離の変動に依存しないことではなく、測定目盛板 2 0 0 0 と検出装置の間に収束する光路が存在するという事実にある。すなわち、測定目盛板の構造は、検査面に縮小されて結像され、従来のこのようなシステムに比して検出装置 3 0 0 0 における検査面の大きさを小さくすることができる。さらに、これにより、検査すべき測定目盛板 2 0 0 0 に生じ得る汚れの影響をより受けにくくすることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明は上述の実施の形態に限られず、本発明の範囲を逸脱しない限り他の実施の形態も考えられる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

1	光源
1'	仮想光源
2	測定目盛板
3	検出装置
1 0	光源
1 0'	仮想光源
2 0	測定目盛板
3 0	検出装置
1 0 0	光源
2 0 0	測定目盛板
2 1 0	インデックスディスク

10

20

30

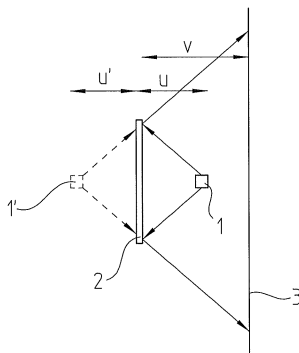
40

50

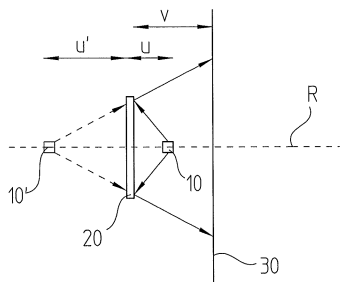
2 2 0 a , 2 2 0 b	目盛領域
3 0 0	検出装置
3 1 0	検出装置アセンブリ
4 0 0	ボンディングワイヤ
5 0 0	回路ボード
6 0 0	ケーブル
7 0 0	ケーシング
1 0 0 0	光源
1 0 0 0 ' ,	仮想光源
2 0 0 0	測定目盛板
3 0 0 0	検出装置
f	焦点距離
R	回転軸
u	第 1 の距離
v	第 2 の距離
u ' ,	第 3 の距離
w	第 4 の距離

10

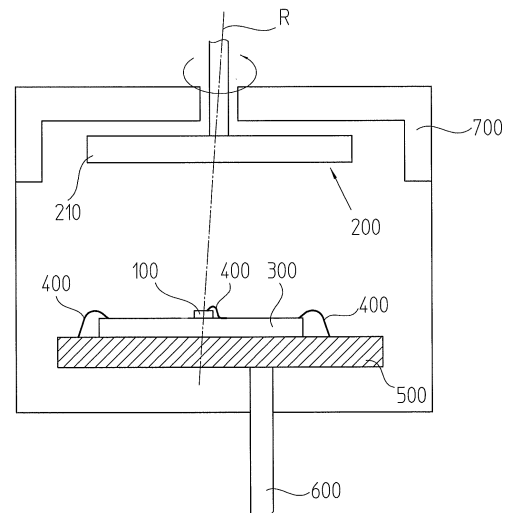
【図 1】



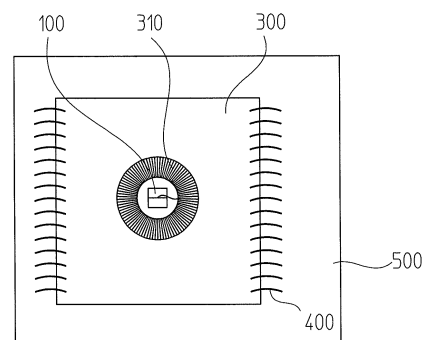
【図 2】



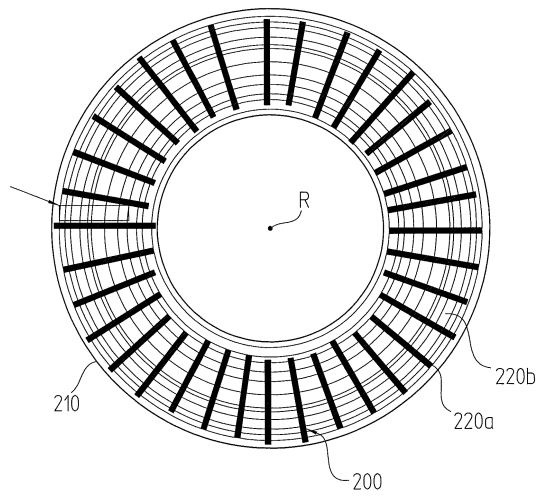
【図 3 a】



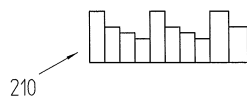
【図 3 b】



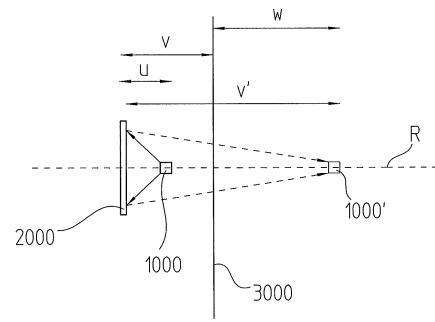
【図 4 a】



【図 4 b】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100153419

弁理士 清田 栄章

(72)発明者 ウルリヒ・ベンナー

ドイツ連邦共和国、8 3 3 0 8 トローストベルク、ブーヘンストラーセ、2 9 アー

審査官 吉田 久

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 1 0 3 7 4 (J P , A)

特開平 3 - 9 6 8 0 2 (J P , A)

特表 2 0 0 4 - 5 2 0 5 9 1 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 2 9 2 3 5 2 (J P , A)

特開平 8 - 1 8 4 4 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 D 5 / 2 6 - 5 / 3 8