

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5005969号  
(P5005969)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl. F I  
GO 1 D 5/38 (2006.01) GO 1 D 5/38 A

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-176321 (P2006-176321)  
(22) 出願日 平成18年6月27日(2006.6.27)  
(65) 公開番号 特開2007-10659 (P2007-10659A)  
(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)  
審査請求日 平成21年2月10日(2009.2.10)  
(31) 優先権主張番号 102005029917.2  
(32) 優先日 平成17年6月28日(2005.6.28)  
(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  
ゼルシャフト・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】 位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査ユニットが複数の格子構造と少なくとも1つのリフレクタ要素とを有する、走査ユニットと走査ユニットに対して少なくとも1つの測定方向に可動の寸法現示体との相対位置を検出するための位置測定装置において、

- 寸法現示体(10; 110)によって回折された光束が走査ユニット(20; 120)の方向に伝播し、ここで光束が第1の格子構造(24.1, 24.2; 124.1, 124.2)を通過し、次いでリフレクタ要素(26.1, 26.2; 126.1, 126.2)に到達し、このリフレクタ要素によって寸法現示体(10; 110)の方向への逆反射が行なわれ、次に部分光束が第2の格子構造(24.3, 24.4; 124.3, 124.4)を通過し、次いで新たに寸法現示体(10; 110)に到達するように、走査ユニット(20; 120)内の要素が配設されており、

- 部分光束がそれぞれ通過する際に、部分光束に対して一定のレンズ作用が生じるように、第1と第2の格子構造(24.1, 24.2, 24.3, 24.4; 124.1, 124.2, 124.3, 124.4)が形成されており、この場合、第1の格子構造(24.1, 24.2; 124.1, 124.2)を通過する際に、レンズ作用として、測定方向に対して垂直にリフレクタ要素(26.1, 26.2; 126.1, 126.2)に向かう集束作用が生じ、第2の格子構造(24.3, 24.4; 124.3, 124.4)を通過する際に、レンズ作用として、測定方向に対して垂直なコリメート作用が生じ、これにより、寸法現示体(10; 110)に最初に到達するコリメートされた部分光束が、

10

20

寸法現示体（１０；１１０）に次に到達した後、コリメートされて走査ユニット（２０；１２０）の方向に伝播するように、第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が形成されていることを特徴とする位置測定装置。

【請求項２】

- 第１の格子構造（２４．１，２４．２；１２４．１，１２４．２）を通過する際に、レンズ作用として、更に、入射方向に対して対平行に整向された測定方向（ $\times$ ）への偏向作用が生じ、

- 第２の格子構造（２４．３，２４．４；１２４．３，１２４．４）を通過する際に、レンズ作用として、更に、測定方向（ $\times$ ）への偏向作用が生じるように、

第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が形成されていることを特徴とする請求項１に記載の位置測定装置。

【請求項３】

最初と次の通過の際に生じる偏向作用によって、第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）への部分光束の到達点間で光線のズレが生じるように、第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が更に形成されていることを特徴とする請求項２に記載の位置測定装置。

【請求項４】

第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が、０次の回折を抑制する位相格子として形成されていることを特徴とする請求項１～３のいずれか１つに記載の位置測定装置。

【請求項５】

第１と第２の格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が、測定方向（ $\times$ ）に等間隔に配設されている湾曲した格子線を備えることを特徴とする請求項１～４のいずれか１つに記載の位置測定装置。

【請求項６】

少なくとも１つのリフレクタ要素（２６．１，２６．２；１２６．１，１２６．２）が、平面鏡リフレクタとして形成されていることを特徴とする請求項１～５のいずれか１つに記載の位置測定装置。

【請求項７】

平面鏡リフレクタが、走査ユニット（２０；１２０）内に寸法現示体（１０；１１０）に対して平行に配設されていることを特徴とする請求項６に記載の位置測定装置。

【請求項８】

走査ユニットが、透明の担体サブストレート（４０；５０）を有し、この担体サブストレートの寸法現示体に面した側に、第１と第２の格子構造（４４．１，４４．２；５４．１，５４．２）が配設されており、平面鏡リフレクタ（４６．１，５６．１）が、

- 担体サブストレート（４０）の第１と第２の格子構造とは反対側に配設されており、平面鏡リフレクタ（４６．１）の反射側が、寸法現示体の方向に整向されているか、

- 担体サブストレート（５０）の同じ側に配設されており、平面鏡リフレクタ（５６．１）の反射側が、寸法現示体とは反対に整向されているか、

のいずれかであることを特徴とする請求項６に記載の位置測定装置。

【請求項９】

格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）が、格子構造（２４．１，２４．２，２４．３，２４．４；１２４．１，１２４．２，１２４．３，１２４．４）とリフレクタ要素（２６．１，２６．２；１２６．１，１２６．２）間の光学的な間隔に相当する焦点距離を備えていることを特徴とする請求項１～８のいずれか１つに記載の位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、請求項1の上位概念による位置測定装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

このような位置測定装置は、例えば特許文献1から公知である。この位置測定装置は、例えば入射光式直線スケールとして形成された寸法現示体の他、少なくとも1つの測定方向に寸法現示体に対して相対的に移動可能な走査ユニットを有する。走査ユニットの側には、1つの走査格子、複数の光電式の検出器要素等の他、リフレックスリフレクタの形態の少なくとも1つの光学リフレクタ要素も配設されている。このリフレックスリフレクタを介して、寸法現示体によって最初に反射された部分光束の寸法現示体の方向への逆反射が行なわれる。そこで、部分光束は、その場合には引き続き、最終的に干渉する部分光束が検出器に達し、そこで変位に依存して変調された走査信号を発生させる前に、2回目の反射がなされる。リフレクタ要素は、この種の位置測定装置では、光学的なリフレックスリフレクタの機能性を有するリッジプリズムとして形成されている。プリズム状のリフレックスリフレクタとして形成された光学的なリフレクタ要素を有する別の位置測定装置は、例えば特許文献2又は特許文献3から公知である。

10

## 【0003】

位置測定装置のための従来技術から公知の、種々のプリズムの変形例に基づいたリフレクタ要素は、製造に比較的費用のかかる構造要素である。このため、この構造要素は、比較的大きく構成され、これにより好ましくない走査ユニットの拡大が生じることになる。

20

【特許文献1】国際公開第02/23131号パンフレット

【特許文献2】欧州特許第387 520号明細書

【特許文献3】欧州特許出願公開第1 347 271号明細書

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従って、本発明の基本にある課題は、できるだけコンパクトな走査ユニットの構造を保証する位置測定装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

30

## 【0005】

この課題は、本発明によれば、請求項1の特徴を有する位置測定装置によって解決される。

## 【0006】

本発明による位置測定装置の有利な構成は、従属請求項の特徴から得られる。

## 【0007】

本発明によれば、今や、寸法現示体に到達する光束が回折されて走査ユニットの方向に伝播し、ここで光束が第1の格子構造を通過するように、走査ユニット内の要素が配設されている。次いで、部分光束は、リフレクタ要素に到達し、このリフレクタ要素によって、部分光束が次に第2の格子構造を通過し、新たに寸法現示体に到達するまで、寸法現示体の方向への逆反射が行なわれる。この場合、格子構造は、部分光束が最初と次に通過する際に、部分光束に対して一定のレンズ作用が生じるように形成されている。

40

## 【0008】

プリズムに基づいて複雑かつ多容積に構成されたリフレクタ要素の代わりに、今や走査ユニットには、本発明により、1つ又は複数の簡単なリフレクタ要素と、一定の光学レンズ作用を有する第1及び第2の格子構造とから成る構造ユニットが使用される。この場合、これら格子構造は、リフレクタの機能性も走査格子の機能性も担う。このようにして、更にまた簡単で安価な組立を可能にするこの構造ユニットの平坦な構造を実現することができる。

## 【0009】

50

この場合、格子構造と少なくとも1つのリフレクタ要素は、例えばリフレクタプレート及び走査プレートのような異なった要素上に配設することができる。しかしながらまた、同様に、格子構造と少なくとも1つのリフレクタ要素が唯一の担持サブストレート上に配設されるモノリシック構造も可能である。

【0010】

好ましくは、第1の格子構造を通過する際に、レンズ作用として、入射方向に対して対平行に整向された測定方向への偏向作用と、測定方向に対して垂直にリフレクタ要素に向かう集束作用とが生じる。第2の格子構造を通過する際に、レンズ作用として、測定方向への偏向作用と、少なくとも測定方向に対して垂直なコリメート作用とが生じる。

【0011】

好ましくは、第1と第2の格子構造は、更に、最初と次の通過の際に生じる偏向作用によって、第1と第2の格子構造への部分光束の到達点間で光線のズレが生じるように形成されている。

【0012】

可能な実施形では、第1と第2の格子構造が、0次の回折を抑制する位相格子として形成されている。

【0013】

特に有利であることには、第1と第2の格子構造が、+1次の回折又は-1次の回折の高い効果を有するブレード位相格子として形成されている。

【0014】

この場合、第1と第2の格子構造は、測定方向に等間隔に配設されている湾曲した格子線を備えることができる。

【0015】

可能な実施形では、少なくとも1つのリフレクタ要素が、平面鏡リフレクタとして形成されている。

【0016】

平面鏡リフレクタは、好ましくは走査ユニット内に寸法現示体に対して平行に配設されている。

【0017】

有利な実施形では、走査ユニットが、透明な担体サブストレートを有し、この担体サブストレートの寸法現示体に面した側に、第1と第2の格子構造が配設されている。少なくとも1つの平面鏡リフレクタは、担体サブストレートの第1と第2に格子構造とは反対側に配設されており、平面鏡リフレクタの反射側は、寸法現示体の方向に整向されている。選択的に、少なくとも1つの平面鏡リフレクタは、担体サブストレートの同じ側に配設されており、平面鏡リフレクタの反射側は、寸法現示体とは反対に整向されている。

【0018】

好ましくは、第1と第2の格子構造は、寸法現示体に最初に到達するコリメートされた部分光束が、寸法現示体に次に到達した後、コリメートされて走査ユニットの方向に伝播するように形成されている。

【0019】

種々の格子構造は、好ましくは、格子構造とリフレクタ要素間の光学的な間隔に相当する焦点距離を備えている。

【0020】

本発明による位置測定装置の可能な実施形では、光源によって放出された光束が、最初に、入射光式回折格子として形成されている寸法現示体に到達し、ここで、異なった2つの回折次数に相当する、走査ユニットへと逆反射される2つの部分光束への分割が行なわれるように、走査ユニットが形成されている。逆反射された2つの部分光束は、走査ユニット内で、2つの第1の格子構造を2つのリフレクタ要素の方向に通過し、この場合、入射方向に対して対平行に整向された偏向作用と、単に測定方向に対して垂直な集束作用とを受ける。このように偏向及び集束された部分光束は、次にリフレクタ要素に到達し、寸

10

20

30

40

50

法現示体の方向への逆反射を受ける。逆反射された2つの部分光束は、次に2つの第2の格子構造を寸法現示体の方向に通過し、この場合、測定方向への偏向作用と、単に測定方向に対して垂直なコリメート作用とを受ける。両部分光束は、次に再び寸法現示体に到達し、ここで、新たな回折と、走査ユニットの方向への部分光束の逆反射とが生じる。

#### 【0021】

本発明による位置測定装置の選択的な実施形では、光源によって放出された光束が、最初に、入射光式回折格子として形成されている寸法現示体に到達し、ここで、異なった2つの回折次数に相当する、走査ユニットへと逆反射される2つの部分光束への分割が行なわれるように、走査ユニットが形成されている。逆反射された2つの部分光束は、走査ユニット内で、2つの第1の格子構造を2つのリフレクタ要素の方向に通過し、この場合、入射方向に対して対平行に整向された偏向作用と、測定方向と測定方向に対して垂直な集束作用とを受ける。このように偏向及び集束された部分光束は、次にリフレクタ要素に到達し、寸法現示体の方向への逆反射を受ける。逆反射された2つの部分光束は、次に第2の格子構造を寸法現示体の方向に通過し、この場合、測定方向への偏向作用と、測定方向と測定方向に対して垂直なコリメート作用とを受ける。両部分光束は、次に再び寸法現示体に到達し、ここで、新たな回折と、走査ユニットの方向への部分光束の逆反射とが生じる。

#### 【0022】

本発明による位置測定装置の可能な変形例では、第2の逆反射の後、寸法現示体から垂直に走査ユニットの方向に逆反射された部分光束は、重複して分割格子に到達し、ここで、複数の空間方向への分割が行なわれ、異なった空間方向に分割された部分光束は、光電式の検出器装置の複数の検出器に到達する。そこで、走査ユニットと寸法現示体に相対運動が生じた場合に、それぞれ1つの変位両に依存して変調された走査信号が生じる。

#### 【0023】

このような変形例では、リフレクタ要素と第2の格子構造間か、第2の格子構造と寸法現示体間かのいずれかで、偏光光学要素が光路内に配設されており、これら要素を、リフレクタ要素の逆反射の後に部分光束が通り、直線偏光された部分光束が円偏光された部分光束に変換される。

#### 【0024】

選択的に、位相のずれた走査信号を発生させるために、2つの第1の格子構造と2つの第2の格子構造の平均格子定数が、寸法現示体の格子定数から極僅か異なるように選択されているか、2つの第1の格子構造と2つの第2の格子構造の格子線が、寸法現示体の格子線に対して0°以外の角度で配設されているか、のいずれかである。

#### 【0025】

更に、本発明による位置測定装置の光路内に光学的に有効な窓領域を設けることができ、この窓領域を、光源から放出された光束が、寸法現示体に最初に到達する前に通過し、光学的に有効な窓領域に偏光格子が配設されており、この偏光格子の格子線が、測定方向に対して平行に延在する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0026】

本発明の更なる詳細及び利点を、図と関連させた実施例を基にして以下で説明する。

#### 【0027】

図1～5を基にして、以下で入射光式システムとして形成された、本発明による位置測定装置の第1の実施形を説明する。この場合、図1及び2は、それぞれ概略化した形態でx-z平面内の側面図で部分走査光路を示し、一方、図3は、y-z平面内の走査光路の図を示す。図1には、光源21からリフレクタ要素26.1もしくは26.2への走査光路が図示されており、図2には、リフレクタ要素26.1もしくは26.2から光電式の検出器装置の検出器要素29.1, 29.2, 29.3への走査光路が図示されている。図4及び5は、それぞれ走査プレート25もしくは光学要素が設けられたリフレクタプレート23の平面図を示す。

## 【 0 0 2 8 】

本発明による位置測定装置は、寸法現示体 10 と、寸法現示体に対して相対的に少なくとも 1 つの測定方向 x に可動の走査ユニット 20 とを有する。寸法現示体 10 と走査ユニット 20 には、公知の方法で、その相対位置を位置測定装置によって設定することができる対象が連結されている。この対象は、例えば、その相対位置を正確に検出しなければならない機械部分であり、位置測定装置によって発生された走査信号もしくは位置データは、図示されてない付随の電子機器又は評価ユニットによって、例えば機械を制御するために次の処理が行なわれる。

## 【 0 0 2 9 】

この実施例では、直線的に延在する寸法現示体により直線運動を検出するための位置測定装置が図示されているが、当然、本発明による考察に基づいて回転式の位置測定装置を実現することもできる。

## 【 0 0 3 0 】

以下で、図 1 ~ 5 を基にして本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の基本的な走査光路を説明する。

## 【 0 0 3 1 】

光源 21、例えばレーザダイオード、によって放出された直線偏光された光束は、図示した例では、先ずコリメータレンズ 22 を介してコリメート、即ち平行な光束に変換される。次いで、この光束は、リフレクタプレート 23 及び走査プレート 25 の光学的に無効な窓領域 28.1, 27 を通過する。リフレクタプレート 23 及び走査プレート 25 は、この例ではプレート状の透明な担体サブストレート、例えばガラス、から成り、その上に、リフレクタ要素 26.1, 26.2 及び格子構造 24.1 ~ 24.4, 32 のような一列の光学要素が配設されている。走査光路内の種々の光学要素の具体的な機能を、以下で更に詳細に説明する。

## 【 0 0 3 2 】

コリメートされた光束は、次いで初めて、この例では入射光式直線スケールとして形成されている寸法現示体 10 に到達する。寸法現示体 10 は、異なった光学特性を有する目盛領域の測定方向 x に延在する周期的な配設を有する。この実施例では、寸法現示体 10 は、反射回折格子であり、その格子線は、寸法現示体平面内で記載した y 方向に延在する。この場合は特にまた、以下では、いわゆる線方向 y を話題にする。

## 【 0 0 3 3 】

寸法現示体 10 に入射する光束が到達した場合、+ / - 1 次の回折として走査ユニット 20 の方向に逆反射される 2 つの部分光束への分割が行なわれる。走査ユニット 20 内で、部分光束は、次にそれぞれ走査プレート 25 上に配設されている第 1 の格子構造 24.1, 24.2 を通過する。第 1 の走査格子 24.1, 24.2 は、本発明によれば、一定の光学的なレンズ作用を通過する部分光束に加える。これは、一方では、部分光束に対する一定の偏向作用であり、この場合、部分光束は、入射方向に対して対平行に測定方向 x に偏向される。他方では、測定方向に対して垂直な、即ち y 方向もしくは寸法現示体 10 の線方向の、それぞれ後に配設されたリフレクタ要素 26.1, 26.2 に向かう部分光束に対する集束作用である。図 3 の図では、特に線方向 y への最後に述べた集束作用が明らかにされるが、図 1 では、両部分光束の主伝播方向に関する最初に述べた偏向作用が分かる。

## 【 0 0 3 4 】

第 1 の格子構造 24.1, 24.2 のこのようなレンズ作用を得るため、第 1 の格子構造 24.1, 24.2 は、いわゆるオフアクシスシリンドラレンズとして走査プレート 25 上に形成されている。その焦点距離は、リフレクタプレート 23 に対する光学的な間隔に相当する。第 1 の格子構造 24.1, 24.2 の光学特性のこのような形成は、集束された部分光束の主光線が、線方向 y に一定の角度でリフレクタプレート 23 に到達し、これにより、リフレクタプレート 23 に出入りする部分光束の空間的な分離が生じるように作用するが、これについては、例えば図 3 を参照のこと。

## 【 0 0 3 5 】

その上に第 1 の格子構造 2 4 . 1 , 2 4 . 2 が配設された走査プレート 2 5 の平面図は、図 4 に図示されている。この場合、格子構造 2 4 . 1 , 2 4 . 2 が、それぞれ湾曲した格子線を備え、この格子線が、測定方向 x に等間隔に配設されていることが分かる。好ましくは、第 1 の格子構造 2 4 . 1 , 2 4 . 2 は、0 次の回折を抑制する位相格子として形成されており、この場合、特に有利であるのは、+ 1 次の回折又は - 1 次の回折の高い効果を備えているブレード位相格子である。

## 【 0 0 3 6 】

このように偏向及び集束された部分光束は、次いで、この例ではリフレクタプレート 2 3 の上面に配設され、平面鏡リフレクタとして形成されているリフレクタ要素 2 6 . 1 , 2 6 . 2 に達する。

10

## 【 0 0 3 7 】

リフレクタ要素 2 6 . 1 , 2 6 . 2 によって、寸法現示体 1 0 の方向への部分光束の逆反射が行なわれる。部分光束が次に寸法現示体 1 0 に到達するまで、部分光束は、走査ユニット 2 0 内で、図示した例では先ず、 $\pi/4$  のプレートの形態のそれぞれ 1 つの偏光光学要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 を通過し、次いで同様に走査プレート 2 5 上に配設されている第 2 の格子構造 2 4 . 3 , 2 4 . 4 を通過する。これについては、更にまた図 3 の図を参照のこと。

## 【 0 0 3 8 】

偏光光学要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 を介して、直線偏光された部分光束から、それぞれ反対に円偏光された部分光束が発生される。第 2 の格子構造 2 4 . 3 , 2 4 . 4 は、同様に、通過する部分光束のために一定のレンズ作用を備えている。この場合、円偏光された部分光束は、測定方向 x への偏向作用と、少なくとも測定方向 x に垂直な、即ち線方向 y へのコリメート作用とを受ける。好ましくは、この例の第 2 の格子構造 2 4 . 3 , 2 4 . 4 は、いわゆるオフアクシスレンズとして形成されているが、その他のその形成に関しては、第 1 の格子構造 2 4 . 1 , 2 4 . 2 ついて前に述べたことを参照のこと。

20

## 【 0 0 3 9 】

格子構造 2 4 . 1 ~ 2 4 . 4 を最初と次に通過する際に生じる説明した偏向作用に基づいて、第 1 と第 2 の格子構造 2 4 . 1 ~ 2 4 . 4 への部分光束の最初と次の到達点間に光線のズレが生じる。

30

## 【 0 0 4 0 】

次いで、第 2 の格子構造 2 4 . 3 , 2 4 . 4 によってこのように偏光され、少なくとも y 方向に（部分）コリメートされた部分光束は、2 度目に寸法現示体 1 0 に達し、ここで、走査ユニット 2 0 の方向への + / - 1 次の回折の形態の部分光束の新たな回折及び逆反射が生じる。寸法現示体 1 0 での逆反射の後、垂直に走査ユニット 2 0 の方向に逆反射される部分光束は、重複した、今や再び直線偏光された光束として、走査プレート 2 5 上に配設されている分割格子 3 2 に到達する。分割格子 3 2 に到達する光束の偏光方向は、走査ユニット 2 0 に対する寸法現示体 1 0 の相対位置に依存する。例えば、寸法現示体 1 0 が、その格子定数の 4 分の 1 だけ測定方向 x にずれた場合、+ / - 1 次の回折へと寸法現示体 1 0 で 2 度目の回折が行なわれることに基づいて、重複させられた部分光束間で 3 6 0 ° の位相のズレが生じる。生じる直線偏光された光束の偏光方向は、1 8 0 ° だけ変化し、これは、生じる走査信号の信号周期に相当する。

40

## 【 0 0 4 1 】

この例の分割格子 3 2 は、測定方向 x に周期的な目盛構造を備えており、この目盛構造の目盛周期は、y 方向に延在する。分割格子 3 2 において、図示したように異なった 3 つの空間方向への入射する光束の分割が生じる。異なった空間方向に、それぞれ光電式の検出器装置の検出器要素 2 9 . 1 ~ 2 9 . 3 が配置されており、この検出器要素に、分割された光束が、リフレクタプレート 2 3 上の光学的に無効な窓領域 2 8 . 2 を通過した後に到達する。検出器要素 2 9 . 1 ~ 2 9 . 3 では、寸法現示体 1 0 と走査ユニット 2 0 の相対運動が生じた場合に、変位に依存して変調された走査信号が生じ、これら走査信号は、

50

公知の方法で次処理可能である。検出器要素 29.1 ~ 29.3 の前には、この方法で + / - 120° だけ位相のずれた 3 つの走査信号を発生させるために、偏光子の形態のそれぞれ 1 つの別の偏光光学要素 30.1 ~ 30.3 が配設されている。

【0042】

説明した位置測定装置の決定的な利点としては、偏向の機能性及び走査格子の機能性を実現するための複雑なプリズムの代わりに、走査ユニット内の走査光路内に、今や第 1 と第 2 の格子構造の形態の - 好ましくは回折的な - 格子構造が、簡単な平面鏡リフレクタと関連させて使用することができることを挙げることができる。

【0043】

説明した第 1 の実施例は、本発明の枠内で更に変更もしくは補足することができ、以下

10

【0044】

反対に円偏光された部分光束への直線偏光された部分光束の変換を行なう偏光光学要素 31.1, 31.2 を、リフレクタ要素 26.1, 26.2 と第 2 の格子構造 24.3, 24.4 間ではなく、後続の第 2 の格子構造 24.3, 24.4 と寸法現示体 10 間の光路内に初めて配設することも可能である。

【0045】

更に、リフレクタ要素 26.1, 26.2 は、基本的にリフレクタプレート 23 の下面に配設することもできる。

【0046】

20

位相のずれた走査信号を発生させるための説明した偏光光学上の変形例の代わりに、この走査信号の選択的な発生を本発明の枠内で行なうこともできる。このため、公知のいわゆる副尺又はモアレの走査原理が考慮される。この走査原理では、寸法現示体と第 1 及び第 2 の格子構造の格子定数が、極僅か異なる（副尺システム）か、角度の向きが若干異なる（モアレシステム）ように選択することができる。その場合には、検出平面内に、変位に依存して変調され、公知の方法で走査可能である周期的な縞模様が生じる。

【0047】

このような実施形では、説明した第 1 の実施例の全ての偏光光学部品、即ち上記の / 4 のプレート 31.1, 31.2 と、偏光子 30.1, 30.2, 30.3 と、分割格子 32 が省略される。このような場合、検出平面には、この実施形では、例えばいわゆる構

30

【0048】

本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の変更された別の変形例では、走査ユニット内で、分離された走査及びリフレクタプレートの代わりに、その上に種々の格子構造及びリフレクタ要素が配設されている唯一の透明な担体サブストレータだけを設けたモノリシックな構造を選択することも可能である。相応の実施例が、図 6 a 及び 6 b に概略的に図

40

【0049】

図 6 a の例には、前の図 3 の図と同様に、走査光路内の y - z 平面にある相応の構造要素の部分図が示されている。走査及びリフレクタプレートのための独立した要素の代わりに、今や、唯一の透明な担体サブストレータ 40 が設けられており、その下面もしくは図示されてない寸法現示体に面した側には、第 1 と第 2 の格子構造 44.1, 44.2 が配設されている。担体サブストレータ 40 の反対側もしくは上面には、更にまた簡単な平面鏡リフレクタとして形成されたリフレクタ要素 46.1 が配設されている。

【0050】

図 6 b は、モノリシックな構造の同様の変形例を示す。更にまた、唯一の透明な担体サ

50



ブストレート 50 だけが設けられており、この担体サブストレートの場合、第 1 と第 2 の格子構造の形態の光学的に重要な要素 54 . 1 , 54 . 2 もしくはリフレクタ要素 56 . 1 は、今や全てが担体サブストレートの下面に配設されている。担体サブストレート 50 の反対の上面での部分光束の必要な転向は、例えばそこに配置された別のリフレクタ要素もしくは反射層を介して行なうことができる。

【 0 0 5 1 】

図 6 a 又は図 6 b の図によるモノリシックな構造の場合、担体サブストレート 50 内の光線の傾斜が相応に微細な格子構造 44 . 1 , 44 . 2 , 54 . 1 , 54 . 2 に基づいて十分に大きくて、このように全反射が生じる場合には、反射層の装着は、完全に省略することができる。この場合、微細な格子構造 44 . 1 , 44 . 2 , 54 . 1 , 54 . 2 は、基本的に、僅かな次数の回折しか生じず、従って多くの光量が所望の回折次数で残っているという利点を提供する。

10

【 0 0 5 2 】

更に、選択的な実施形に関しては、光源が、必ずしも上の例で説明したように走査ユニットに統合されている必要がないとも言及しておく。従って、例えば、光源をここから離して配設し、照明の光束をライトガイドによって走査ユニットに供給する等も可能である。

【 0 0 5 3 】

その他に、同じことが、光電式の検出器装置の検出器要素に対しても当て嵌まる。即ち、これらの検出器要素は、同様に本来の走査ユニットから空間的に分離して配設することもできる。その場合には、検出すべき部分光束は、例えばライトガイドを介して検出器要素に供給される。

20

【 0 0 5 4 】

第 1 の実施例の別の変形例は、図 7 ~ 9 に図示されている。この場合、この実施例の機能的に同等の要素は、上で説明した例におけるのと同じ符号を有している。以下では、上で説明した例に対する相違点だけを説明する。その他は、前に述べたことを参照のこと。

【 0 0 5 5 】

この変形例では、前の例では光路内に走査及びリフレクタプレート 25 , 23 の光学的に無効な窓領域 27 , 28 . 1 , 28 . 2 に、今やそれぞれ偏向格子 27 . 1 , 28 . 3 を配設する。偏向格子 27 . 1 , 28 . 3 は、それぞれ目盛線を備えており、これら目盛線は、y 方向に周期的に配設され、測定方向に延在する。今や光学的に有効な窓領域内での両偏向格子 27 . 1 , 28 . 3 の周期性は、同一に選択されている。

30

【 0 0 5 6 】

光路内の走査及びリフレクタプレート 23 , 25 の相応の窓領域にこのような偏向格子 27 . 1 , 28 . 3 を設けることは、場合によっては生じ得る光源の波長変化を補償することができるという効果を有する。回折的に形成された第 1 と第 2 の格子構造 24 . 1 ~ 24 . 4 に基づいて、その他の場合には場合によっては生じ得る波長変化は、最初と次の到達点が第 1 と第 2 の格子構造内で移動され、これが、いわば効果的な測定点の移動を意味する場合に、y 方向への光線のズレの望ましくない移動を生じさせる。偏向格子 27 . 1 , 28 . 3 の配設 - 今や行なわれているような - は、結果として、場合によっては生じ得る波長変化が、逆方向に最初と次の到達点に作用し、これにより効果的な光線のズレもしくは効果的な測定点が変わらないままであるということを伴う。

40

【 0 0 5 7 】

当然、この変形例と関連させて上で議論した種々の選択的な実施形を実現することもできる。

【 0 0 5 8 】

本発明による位置測定装置の第 2 の実施形を、以下で図 10 ~ 12 を基にして説明する。本発明による位置測定装置のこの実施形の基本的な構造と走査光路の経過とは、本質的に説明した第 1 の例と同一である。従って、以下では、決定的な相違点のみを新たに説明する。

50

## 【 0 0 5 9 】

第 1 の格子構造 1 2 4 . 1 , 1 2 4 . 2 は、今やレンズ作用として図 1 ~ 5 の第 1 の例による光学的な機能性に加えて、走破する部分光束に対する測定方向 x への付加的な集束作用を備えている。これは、例えば図 1 0 の図に明らかである。このため、第 1 の格子構造は、相応に寸法設定されたオフアクシスレンズとして形成されており、このオフアクシスレンズの焦点距離は、リフレクタプレート 1 2 3 に対する光学的な間隔に相当する。第 1 の格子構造 1 2 4 . 1 , 1 2 4 . 2 の光学特性のこのような設定は、集束された部分光束の主光線が、測定方向 x には垂直にリフレクタプレート 1 2 3 に到達し、これに対して線方向 y には一定の角度で到達する。この角度は、更にまたリフレクタプレート 1 2 3 に出入りする部分光束の y 方向の空間的な分離が生じるように選択される。リフレクタ要素 1 2 6 . 1 , 1 2 6 . 2 での反射の後に第 2 の格子構造 1 2 4 . 3 , 1 2 4 . 4 の通過が行なわれる際に、部分光束は、更にまた、既に上記の例で説明したような光学的なレンズ作用を受ける。即ち、部分光束の入射方向に対して対平行な偏向とコリメートが行なわれる。

10

## 【 0 0 6 0 】

この実施例でオフアクシスレンズとして形成された第 1 の格子構造 1 2 4 . 1 , 1 2 4 . 2 は、この場合、それぞれの部分光束を 2 つの横方向 x , y に集束させ、従って、その光学的なレンズ作用は、従来の円筒対称性のレンズに相当する。これとは異なり、第 1 の例のオフアクシスシリンドラレンズは、y 方向の集束作用の形態のレンズ作用を備えているに過ぎない。

20

## 【 0 0 6 1 】

加えて、本発明による位置測定装置の正確な機能にとって重要であるのは、リフレクタプレート 2 3 が、できるだけ寸法現示体に対して平行に配設されていることである。

## 【 0 0 6 2 】

その結果、第 1 の格子構造の付加的な光学作用を介して、この実施例では、走査光路内の格子構造 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 4 とリフレクタ要素 1 2 6 . 1 , 1 2 6 . 2 との協働から光学的なリフレックスリフレクタの機能性が生じる。このようなリフレックスリフレクタの機能性をこれまでのように費用のかかるトリプルプリズム等により実現する代わりに、今や明らかに簡単に構成された回折要素によって同じ光学作用を得ることができる。

## 【 0 0 6 3 】

その他、この実施例の場合でも、既に上で説明した全ての選択措置を実現することができる。即ち、本発明による位置測定装置のこの実施例にとっても、本発明の枠内で種々の変形例が使用可能である。

30

## 【 0 0 6 4 】

最後に、上で説明した入射光式位置測定装置に対して選択的に、当然透過光式位置測定装置も本発明により形成することができることも述べておく。従って、例えば第 1 の格子構造と、リフレクタプレートと、第 2 の格子構造とから成る走査側の装置は、透過光式寸法現示体から来る部分光束を、この部分光束がこの透過光式寸法現示体を通過した後で再び逆に透過光式寸法現示体へと転向させる等のために使用することもできる。その場合、相応の走査ユニットは、公知の方法で寸法現示体の周囲を取り囲まなければならない。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 6 5 】

【図 1】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の走査光路の第 1 の部分を示す。

【図 2】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の走査光路の第 2 の部分を示す。

【図 3】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の走査光路の他の図を示す。

【図 4】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の走査プレートの平面図を示す。

【図 5】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形のリフレクタプレートの平面図を示す。

。

【図 6】図 6 a 及び 6 b に、第 1 の実施例の走査ユニット内にリフレクタ要素と格子構造とを形成するための選択的な変形例を示す。

50

【図 7】本発明による位置測定装置の第 1 の実施形の別の变形例の走査光路の図を示す。

【図 8】図 7 の位置測定装置の走査プレートの平面図を示す。

【図 9】図 7 の位置測定装置のリフレクタプレートの平面図を示す。

【図 10】本発明による位置測定装置の第 2 の実施形の走査光路の第 1 の部分を示す。

【図 11】本発明による位置測定装置の第 2 の実施形の走査光路の第 2 の部分を示す。

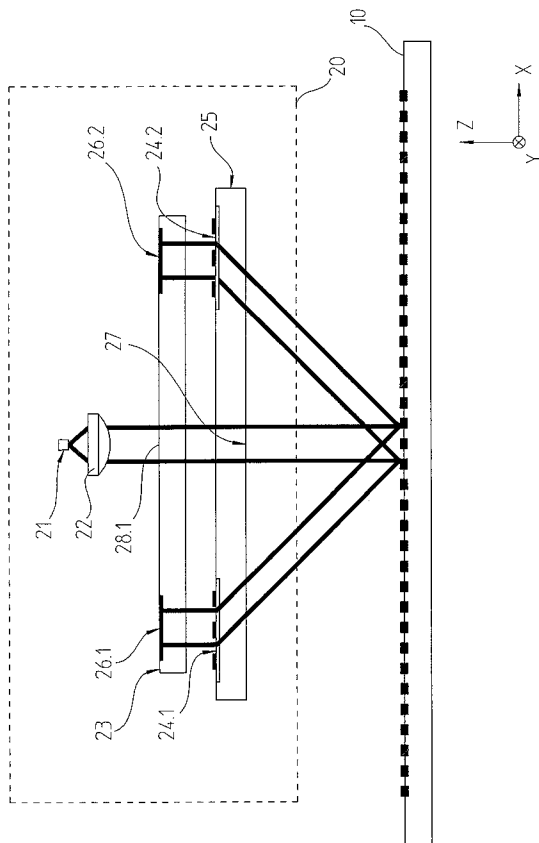
【図 12】本発明による位置測定装置の第 2 の実施形の走査光路の別の図を示す。

【符号の説明】

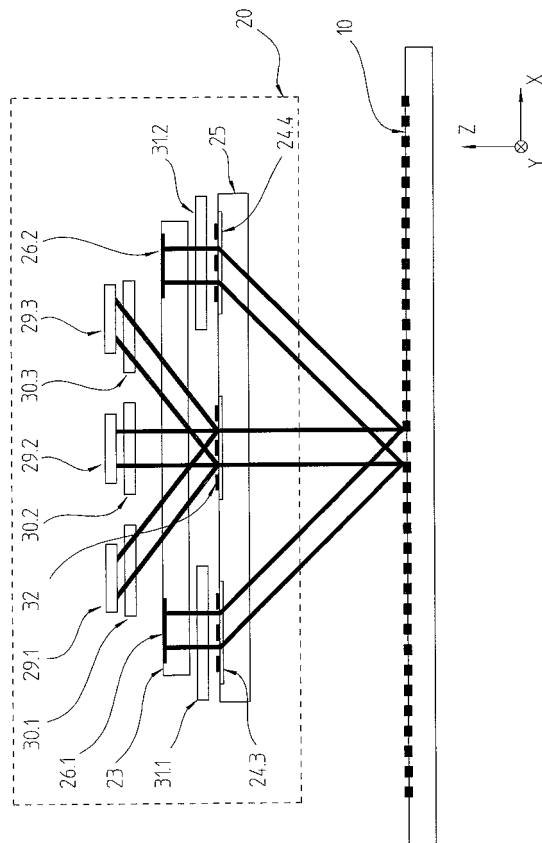
【 0 0 6 6 】

1 0	寸法現示体	
2 0	走査ユニット	10
2 1	光源	
2 2	コリメータレンズ	
2 3	リフレクタプレート	
2 4 . 1 , 2 4 . 2	第 1 の格子構造	
2 4 . 3 , 2 4 . 4	第 2 の格子構造	
2 5	走査プレート	
2 6 . 1 , 2 6 . 2	リフレクタ要素	
2 7	光学的に無効な窓領域	
2 8 . 1 , 2 8 . 2	光学的に無効な窓領域	
2 9 . 1 ~ 2 9 . 3	検出器装置	20
3 0 . 1 ~ 3 0 . 3	偏光光学要素 ( 偏光子 )	
3 1 . 1 , 3 1 . 2	偏光光学要素 ( $\lambda/4$ のプレート )	
3 2	分割格子	
x	測定方向	

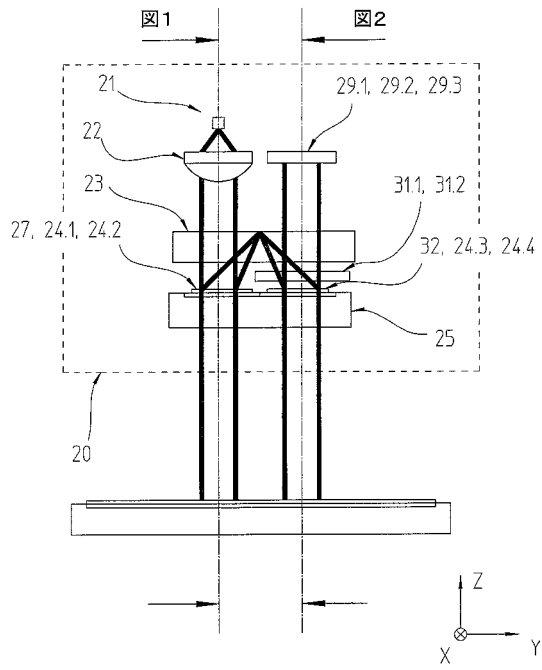
【図 1】



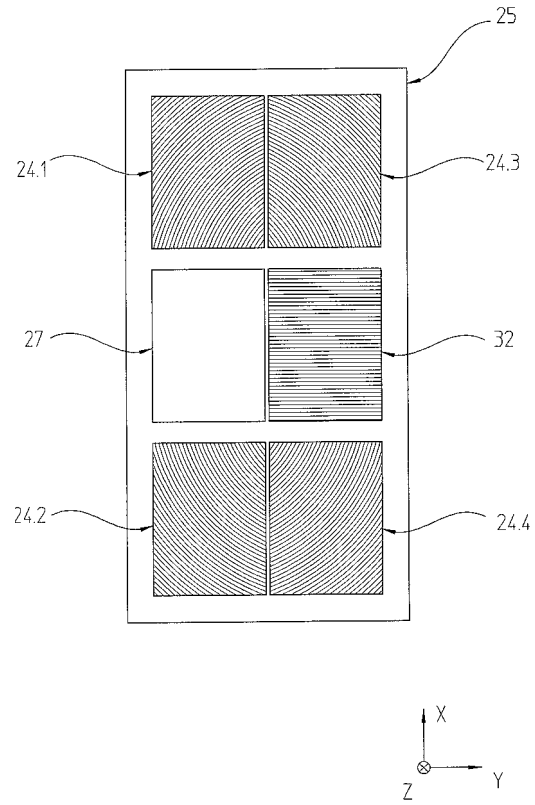
【図 2】



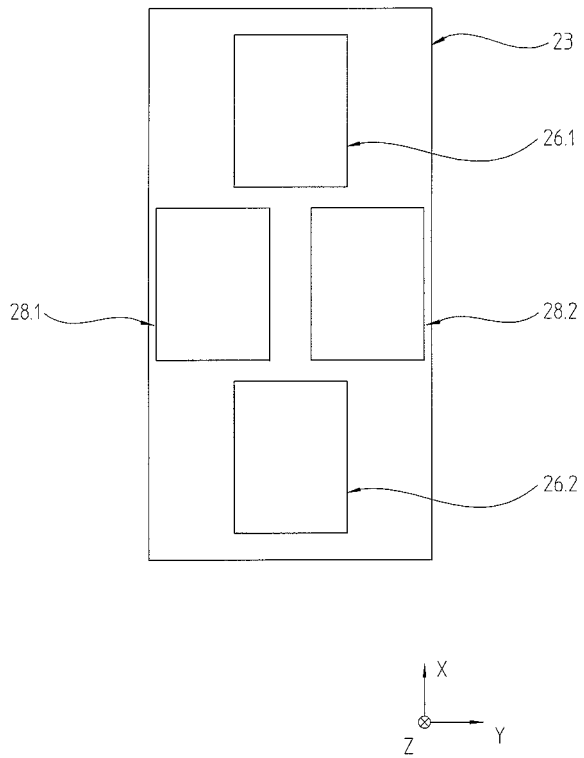
【図 3】



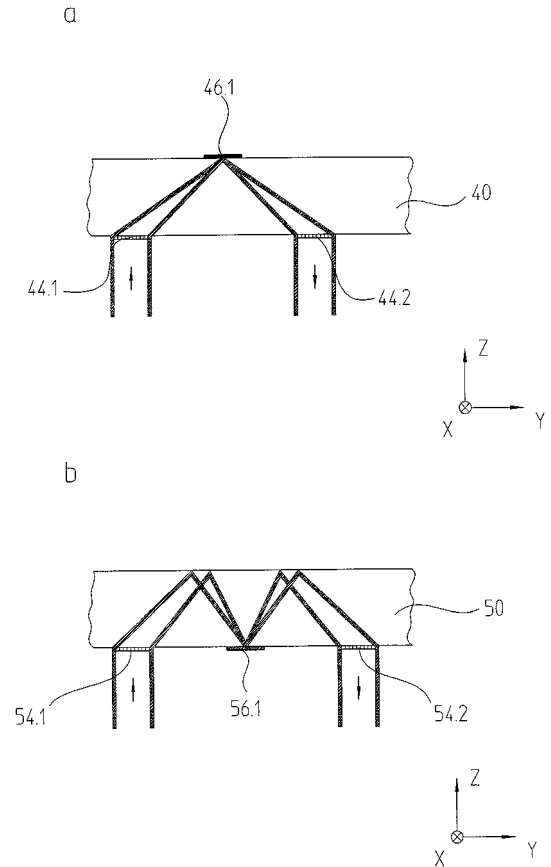
【図 4】



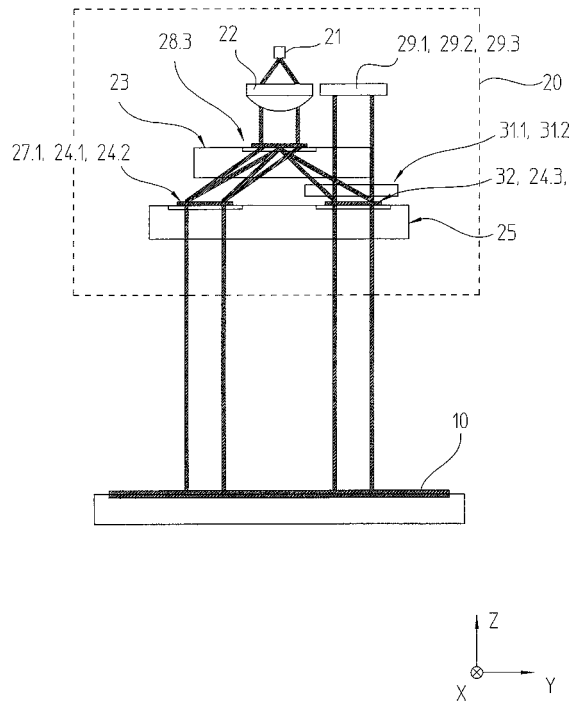
【図 5】



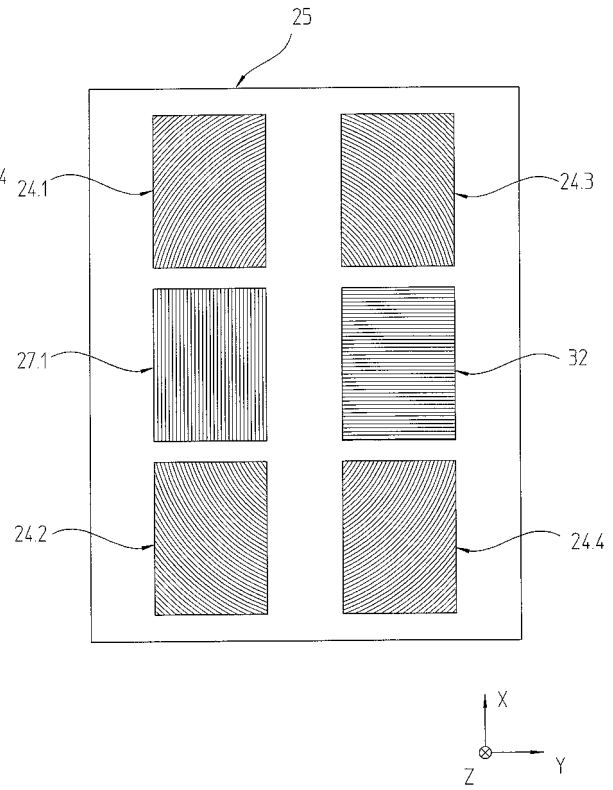
【図 6】



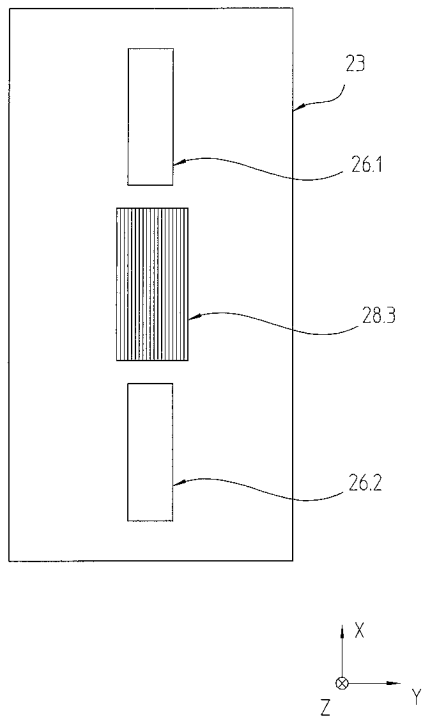
【図 7】



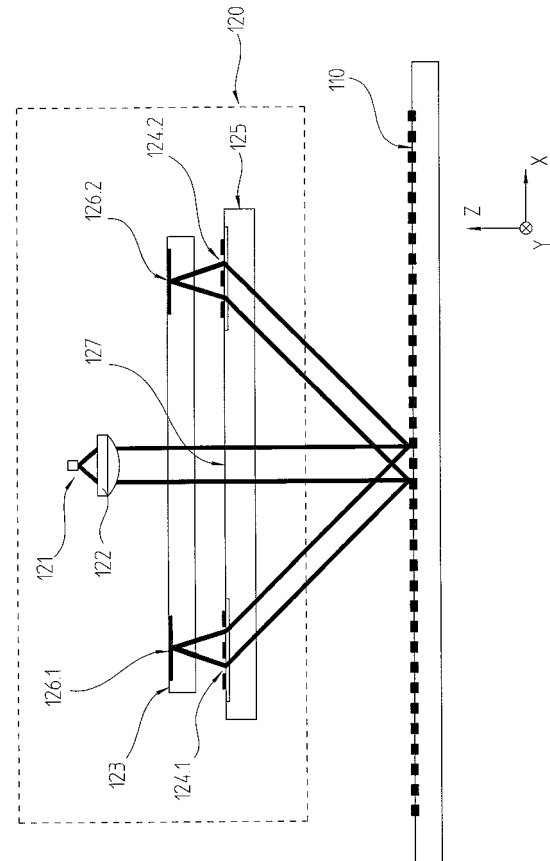
【図 8】



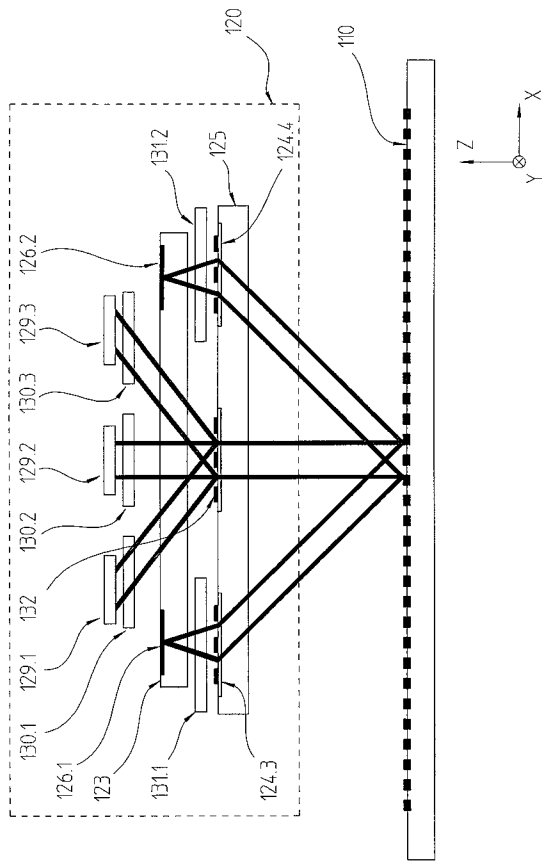
【図 9】



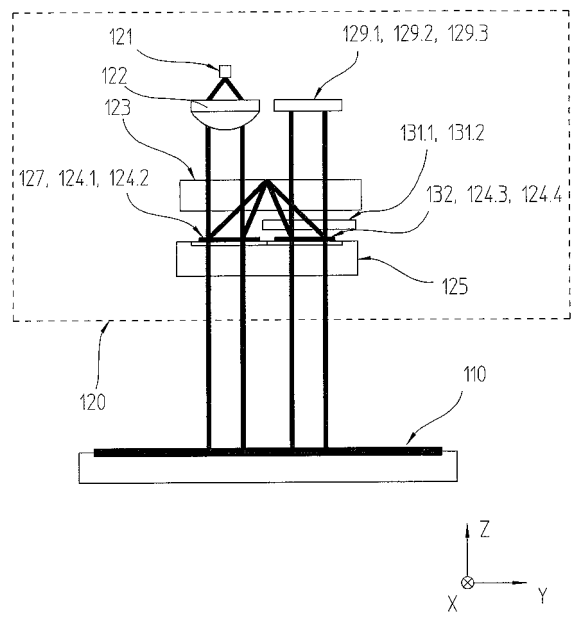
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ヴォルフガング・ホルツアプフェル  
ドイツ連邦共和国、オーピング、グロッテンヴェーク、2

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開平2 - 266224 (JP, A)  
特開平6 - 194144 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01D 5/26 - 5/38