

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4722474号  
(P4722474)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

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

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-373411 (P2004-373411)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成16年12月24日(2004.12.24)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2006-177876 (P2006-177876A)		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18年7月6日(2006.7.6)	(74) 代理人	110000637
審査請求日	平成19年11月7日(2007.11.7)		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	▲高▼橋 知隆
			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】 変位検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回折格子を有するスケールと、前記スケールに対して相対移動可能に設けられ前記スケールに向けて可干渉光を発射するとともに前記スケールからの回折光を受光する検出ヘッド部と、を具備し、

前記検出ヘッド部は、

可干渉光を発射する光源と、

前記光源からの光を二光束に分波する分波手段と、

前記分波手段からの二光束のそれぞれに対して設けられ、前記分波手段からの光束を反射して前記スケールに入射光として入射させる光学素子と、

前記スケールに入射した二光束が前記回折格子で回折されて生じる回折光のそれぞれに設けられ、前記回折光を再帰反射して前記スケールに再帰光として入射させる再帰反射手段と、を備え、

前記入射光および前記再帰光は回折格子溝に対して垂直な方向から入射され、かつ、前記入射光と前記スケールの法線ベクトルとのなす角は、前記再帰光と前記スケールの法線ベクトルとのなす角よりも大きい

ことを特徴とする変位検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の変位検出装置において、

前記スケールは、反射型の回折格子を有し、

前記光学素子および前記再帰反射手段は、前記回折格子溝に垂直な面内に配置され、前記光学素子は前記再帰反射手段よりも前記スケールの側に配設されていることを特徴とする変位検出装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の変位検出装置において、

前記分波手段は、偏光ビームスプリッタであってこの偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して 45 度の偏光である入射光の一部を透過させかつ一部を反射させて互いに直交する偏光方向を有する二光束に分波し、

前記検出ヘッド部は、前記光源から発射されて前記偏光ビームスプリッタにて反射された光の偏光方向を回転させた状態で前記反射型回折格子に入射させるとともにこの入射光が前記反射型回折格子にて反射回折された光の偏光方向を再度回転させて前記偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して略直角の偏光にする位相差板を備え、

前記反射型の回折格子は、偏光方向を維持した状態で入射光を反射回折する偏光特性を有する金属薄膜で形成されている

ことを特徴とする変位検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の変位検出装置において、

前記検出ヘッド部は、前記反射型回折格子の反射面側に前記入射光に対してブルースター

一角に配置されたガラス部材を備えている

ことを特徴とする変位検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変位検出装置に関する。例えば、レーザー干渉式の変位検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、レーザー干渉式の変位検出装置が知られている（例えば、特許文献 1）。

従来のレーザー干渉式変位検出装置 200 は、図 11 に示されるように、スケール 210 と、このスケール 210 の測長方向に沿って相対移動可能であるとともにスケール 210 に対する変位を検出する検出ヘッド部 220 と、を備えている。

スケール 210 は、測長方向である長手方向に沿って反射型の回折格子 211 を有する

検出ヘッド部 220 は、発光受光部 230 と、光学デバイスユニット部 260 と、を備えている。

【0003】

発光受光部 230 は、レーザー光 (L31) を発射する光源 240 と、スケール 210 で反射回折されてきた光の干渉光を受光する受光部 250 と、を備える。

光学デバイスユニット部 260 は、光源 240 からの光 (L31) を分波するビームスプリッタ 270 と、ビームスプリッタ 270 で分波された一方の光 (L32) をスケール 210 に向けて反射 (L34) する第 1 ミラー 281 と、ビームスプリッタ 270 で分波された他方の光 (L33) をスケール 210 に向けて反射 (L35) する第 2 ミラー 282 と、スケール 210 からの一方の反射回折光 (L36) をスケール 210 に向けて再帰反射 (L38) する第 1 コーナーキューブ 291 と、スケール 210 からの他方の反射回折光 (L37) をスケール 210 に向けて再帰反射 (L39) する第 2 コーナーキューブ 292 と、を備えている。

【0004】

以後の説明のため、スケール 210 の測長方向を x 軸方向とし、回折格子溝方向を y 軸方向とし、スケール 210 の法線方向を z 方向とする（図 12 参照）。

【0005】

ここで、変位検出装置 200 をコンパクトに構成するために、スケール 210 の測長方

10

20

30

40

50

向に沿った中心線（x軸）を挟んで、片側に発光受光部230、第1ミラー281および第2ミラー282が配置され、反対側に第1および第2コーナークューブ291、292が配置される。

すなわち、第1ミラー281および第2ミラー282を介してスケール210に入射される光が回折格子溝に対して斜めの方向から入射することになるいわゆる円錐回折の構成がとられる。

#### 【0006】

この構成において、光源240から発射された光L31は、ビームスプリッタ270で分波された後（図11中のL32、L33）、第1および第2ミラー281、282で反射されて（図11中のL34、L35）、スケール210に入射して反射回折される。スケール210からの反射回折光（図11中のL36、L37）は、第1および第2コーナークューブ291、292により再帰反射されて（図11中のL38、L39）、スケール210にて再び反射回折される（L40、L41）。この反射回折光L40、L41は、第1および第2ミラー281、282で反射されて（L42、L43）ビームスプリッタ270で合波されて、受光部250で受光される。

受光部250から出力される受光信号が所定の信号処理されることにより、スケール210と検出ヘッド部220との相対変位量が検出される。

このように、スケール210からの反射回折光を再帰反射させることで光学4通倍干渉信号を得ることができ、検出分解能が高くなる。

#### 【0007】

【特許文献1】特開平4-270920号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

しかしながら、前述の構成では、スケール210に入射する光（L34、L35）が回折格子溝方向に対して斜め方向から入射され、回折光（L36、L37）が回折格子溝方向に対して斜め方向に射出されるいわゆる円錐回折の構成となっている。

ここで、一般に円錐回折の条件は次の式で表される。

#### 【0009】

【数1】

$$P \cdot \cos \varepsilon \cdot (\sin \alpha \pm \sin \beta) = m \cdot \lambda$$

$$\beta = \sin^{-1} \{ (m\lambda / \cos \varepsilon \cdot P) - \sin \alpha \}$$

#### 【0010】

ここで、 $\lambda$ は光の波長（例えば635nm）、 $m$ は回折次数であり、 $P$ は格子ピッチである。また、入射光（L34）をxz面に投影したときの法線からの角度 $\alpha$ 、回折光（L36）をxz面に投影したときの法線からの角度 $\beta$ 、入射光（L34）がxz面に対してなす角（円錐角） $\varepsilon$ については、図12を参照。

#### 【0011】

上式より、スケール210が垂直軸（z軸）まわりに揺動（ヨーイング）したり、x軸まわりに揺動（ローリング）したりするなどにより、スケール210と検出ヘッド部220との相対姿勢が変動した場合には、入射角 $\alpha$ および円錐角 $\varepsilon$ が変動するので、回折角 $\beta$ が変動する。

図13は、変位検出装置200の構成の一部とともに、スケール210が揺動した場合における光路を表した図である。

図13に示されるように、第2反射ミラー282からの入射光L35が回折されて生じる回折光L37の回折角 $\beta$ がずれると、光の光路がずれてきてしまう。すると、再帰光学光路長（L37+L39）が変動することにより、位置情報のずれが生じる。また、再帰回折光がビームスプリッタに入射する位置のずれ（L43がビームスプリッタ270に入

10

20

30

40

50

射する位置のずれ)により、干渉信号が弱くなり、検出精度が低下するなどの問題が生じる。

【0012】

本発明の目的は、スケールと検出ヘッド部との相対姿勢変動に対してロバスト性を有し、高分解能で、かつ、安定した変位検出が可能な変位検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の変位検出装置は、回折格子を有するスケールと、前記スケールに対して相対移動可能に設けられ前記スケールに向けて可干渉光を発射するとともに前記スケールからの回折光を受光する検出ヘッド部と、を具備し、前記検出ヘッド部は、可干渉光を発射する光源と、前記光源からの光を二光束に分波する分波手段と、前記分波手段からの二光束のそれぞれに対して設けられ、前記分波手段からの光束を反射して前記スケールに入射光として入射させる光学素子と、前記スケールに入射した二光束が前記回折格子で回折されて生じる回折光のそれぞれに設けられ、前記回折光を再帰反射して前記スケールに再帰光として入射させる再帰反射手段と、を備え、前記入射光および前記再帰光は回折格子溝に対して垂直な方向から入射され、かつ、前記入射光と前記スケールの法線ベクトルとのなす角は、前記再帰光と前記スケールの法線ベクトルとのなす角よりも大きいことを特徴とする。

10

【0014】

この構成において、検出ヘッド部からスケールに向けて可干渉光が発射される。この光がスケールの回折格子で回折されて生じた回折光が検出ヘッド部で受光され、受光信号からスケールと検出ヘッド部との相対変位が検出される。

20

このとき、光源から発せられた光が分波手段で二光束に分波され、これら二光束のそれぞれがスケールの回折格子で回折される。すると、各回折光が再帰反射手段によってスケールに再帰光として再帰される。再帰光がスケールにて再び回折され、再帰光が回折格子で回折されて生じた光が合波されて、干渉光が検出ヘッド部にて受光される。これにより、光学的4逓倍の干渉信号が受光され、スケールと検出ヘッド部との相対変位が高分解能で検出される。

【0015】

ここで、入射光と再帰光とを回折格子溝に対して垂直な方向からスケールに入射させるので、例えば円錐回折の場合に比べて、スケールの揺動による回折光の出射方向の変動を小さくすることができる。その結果、スケールの揺動に伴う二光束の光路長変動が少なくなるので、例えばスケールの揺動に対して検出精度を安定させることができる。

30

さらに、スケールの揺動による回折光の出射方向の変動が小さくなれば、二つの干渉光を精度よく合波させることができるので、干渉光の信号効率を確保でき、検出精度を保つことができる。

入射光と再帰光とを回折格子溝に対して垂直な方向から入射させると、円錐回折の場合に比べて回折効率を高くすることができる。すると、受光できる干渉光の光量が多くなるので、検出精度を向上させることができる。

【0016】

また、入射光の入射角(入射光とスケールの法線ベクトルとがなす角)の方が、再帰光の入射角より大きくなるようにし、入射光の入射角を大きくとるので、スケールの揺動による回折角変動を小さくすることができる(詳細については後述する)。すなわち、スケールの揺動に伴う二光束の光路長変動が少なくなるので、スケールの揺動に対して検出精度を安定させることができる。

40

このように、スケールの揺動などスケールと検出ヘッド部との相対姿勢の変動に対して回折光の出射方向変動を抑えることにより検出精度が安定し、スケールと検出ヘッドとの相対変位を正確に検出できる変位検出装置とすることができる。

【0017】

なお、スケールの回折格子は、透過型の回折格子でも反射型の回折格子であってもよい

50

## 【0018】

本発明では、前記スケールは、反射型の回折格子を有し、前記光学素子および前記再帰反射手段は、前記回折格子溝に垂直な面内に配置され、前記光学素子は前記再帰反射手段よりも前記スケールの側に配設されていることが好ましい。

## 【0019】

このような構成において、反射型の回折格子であるので、スケールの反射面側に光学素子も再帰反射手段も配置しなければならないところ、光学素子をスケール側に配置し、再帰反射手段をスケールから離間する側に配設することにより、光学素子および再帰反射手段をともし互いに障害となることなくスケールの反射面側に配置することができる。

10

光学素子がスケール側に配置されることにより、入射光の入射角を自ずと大きくすることができ、その結果、スケールの揺動による回折角変動を小さくすることができる。すると、スケールの揺動に伴う二光束の光路長変動が少なくなるので、スケールの揺動に対して検出精度を安定させることができる。

光学素子および再帰反射手段が回折格子溝に垂直な面内に配置されることにより、光学素子と再帰反射手段とが同一面内に配置されることになるので、検出ヘッド部の幅を狭くでき、例えばスケールの幅内に収めることができる。その結果、変位検出装置を薄型でコンパクトな構成とすることができる。

## 【0020】

ここで、光学素子が再帰反射手段よりもスケールの側に配置されているとは、スケールから光学素子までの距離が、スケールから再帰反射手段までの距離よりも短いことをいう。

20

なお、構成上可能な限り、再帰光の光路長は短い方がいいので、再帰反射手段をできる限りスケールに近づけるようにしてもよく、この場合には、再帰反射手段が反射ミラーよりもスケールに近くなることになってもちろよい。ただし、スケールの揺動等による回折角変動を抑えるために入射光の入射角を大きくとる都合上、光学素子をスケール側に配置すれば、レイアウトが容易である。

## 【0021】

本発明では、前記分波手段は、偏光ビームスプリッタであってこの偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して45度の偏光である入射光の一部を透過させかつ一部を反射させて互いに直交する偏光方向を有する二光束に分波し、前記検出ヘッド部は、前記光源から発射されて前記偏光ビームスプリッタにて反射された光の偏光方向を回転させた状態で前記反射型回折格子に入射させるとともにこの入射光が前記反射型回折格子にて反射回折された光の偏光方向を再度回転させて前記偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して略直角の偏光にする位相差板を備え、前記反射型の回折格子は、偏光方向を維持した状態で入射光を反射回折する偏光特性を有する金属薄膜で形成されていることが好ましい。

30

## 【0022】

この構成において、光源からの光が偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して45度偏光で偏光ビームスプリッタに入射する。

すると、偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して平行な偏光方向の光（以下、P波という）と、偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して直交する偏光方向の光（以下、S波という）に分波される。

40

分波された光のうちS波は位相差板によってその偏光方向が回転されて例えばP波となる。

そして、分波された二光束が反射型回折格子に入射して反射回折される場所、反射型回折格子は偏光特性を有する金属膜で形成されているので、偏光方向を維持した状態で反射回折され、すなわち二光束はP波の状態での反射回折される。

反射型回折格子にて反射回折された光のうち一方はそのままP波で偏光ビームスプリッタに入射し、他方は位相差板にて偏光方向が回転され、偏光ビームスプリッタの偏光方向に対して直角の偏光となって偏光ビームスプリッタに入射する。

50

すると、一方はそのまま偏光ビームスプリッタを透過し、他方は偏光ビームスプリッタで反射されるので、二つの光束は同じ方向へ進行することになる。

このように偏光ビームスプリッタで分波されて反射型回折格子で反射回折された二光束がすべて最終的に同じ方向に進行することとなるので、光の利用効率がよく、干渉光の受光強度を高められるので、検出精度を最大限に高めることができる。

【0023】

ここで、前記反射型回折格子を形成する金属薄膜としては、例えば、アルミ、クロム、金などが例として挙げられる。

【0024】

本発明では、前記検出ヘッド部は、前記反射型回折格子の反射面側に前記入射光に対してブルースター角に配置されたガラス部材を備えていることが好ましい。

10

【0025】

この構成では、反射型回折格子の反射面側に入射光に対してブルースター角に配置されたガラス部材を備えているので、このガラス部材がブルースター窓として機能するので、反射型回折格子に入射する光の偏向方向を高精度に揃えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態を図示するとともに図中の各要素に付した符号を参照して説明する。

(第1実施形態)

20

本発明の変位検出装置に係る第1実施形態について説明する。

図1は、本発明の変位検出装置に係る第1実施形態の構成を示す図である。

変位検出装置100は、スケール110と、検出ヘッド部120と、を備える。

スケール110は、水平に配設されており、測長方向となる長手方向に沿ってスライド移動可能に設けられている。ここで、説明の都合上、スケール110の長手方向(測長方向)をx軸とし、スケール110の法線方向をz軸とし、スケール110の短手方向(図1の紙面に垂直方向)をy軸とする。

【0027】

スケール110において検出ヘッド部120に対向する面には、長手方向(x軸方向)に沿って反射型の回折格子111が設けられている。

30

回折格子111の表面には偏光特性を有する金属薄膜が蒸着されており、入射光の偏光方向をそのまま維持した状態で光を反射回折する。なお、このような金属薄膜としては、アルミニウム、クロム、金の薄膜が例として挙げられる。

回折格子111のピッチPは、ブラッグの回折条件を満たす格子周期であり、使用する光の波長が可視域から近赤外域であれば、格子ピッチPは $0.4\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ とすることが例として挙げられる。そして、このようにブラッグの回折条件を満たす回折格子111は、xz面内に振動方向を有する偏光(以下、P波と称する)に対して高い回折効率を示す。

【0028】

検出ヘッド部120は、発光受光部130と、光学デバイスユニット部160と、を備える。

40

発光受光部130は、光学デバイスユニット部160を介してスケール110に向けてレーザー光(可干渉光)L1を発射する光源部140と、スケール110の回折格子111で回折されて光学デバイスユニット部160を介して合波された光L15を受光する受光部150と、を備える。

光源部140は、レーザーダイオードである光源141およびレンズ142によって構成され、光源部140の光発射方向はスケール110の測長方向と平行(すなわち水平方向)であり、光源部140からの光(L1)は45度偏光である。

レーザー光源141からの光(L1)は、可視域から近赤外域の可干渉光とし、例えば赤色レーザー光(波長650nm近傍)とすることが例として挙げられる。

50

## 【0029】

受光部150は、回折格子111で回折されたのち光学デバイスユニット部160で合波された光(L15)を四光波(L19~L22)に分波する分波部151と、分波された4つの光(L19~L22)を受光する四つのフォトダイオード156A~156Dと、を備えている。

## 【0030】

分波部151は、光学デバイスユニット部160で合波された光(L15)を二光束(L17、L18)に分波する無偏光ビームスプリッタ152と、無偏光ビームスプリッタ152からの一方の光(L17)をさらに二光束(L19、L20)に分波する偏光ビームスプリッタ153と、無偏光ビームスプリッタ152からの他方の光(L18)を二光束(L21、L22)に分波する偏光ビームスプリッタ154と、無偏光ビームスプリッタ152と偏光ビームスプリッタ154との間に配置された位相差板155と、を備えている。

10

## 【0031】

この位相差板155は、無偏光ビームスプリッタ152で分波された二光束(L17、L18)に90°位相差をつけるものである。

そして、フォトダイオードとしては、偏光ビームスプリッタ153で分波された一方の光(L19)を受光するフォトダイオード156Aと、偏光ビームスプリッタ153で分波された他方の光(L20)を受光するフォトダイオード156Bと、偏光ビームスプリッタ154で分波された一方の光(L21)を受光するフォトダイオード156Cと、偏光ビームスプリッタ154で分波された他方の光(L22)を受光するフォトダイオード156Dと、を備える。

20

## 【0032】

光学デバイスユニット部160は、発光受光部130とスケール110との間に配置され、発光受光部130に対してはその位置が固定的であり、発光受光部130と一体的にスケール110に対して相対移動する。

光学デバイスユニット部160は、導波ミラー161と、偏光ビームスプリッタ(分波手段)170と、二枚の位相板175A、175Bと、反射ミラー部180と、再帰反射部190と、カバーガラス162と、1/2波長板163と、を備えている。

全体の配置として、導波ミラー161、ビームスプリッタ170、反射ミラー部180および再帰反射部190は、スケール110の長手方向に沿った垂直面(xz面)内に配置されている。

30

## 【0033】

導波ミラー161は、三角柱状のプリズムであり、光源部140から水平に発射された光(L1)を斜め45°下方に向けて反射(L2)するとともにスケール110からの反射回折光(L15)を反射して受光部150に導く。

偏光ビームスプリッタ170は、P波のみを透過させて、光源部140からのレーザー光(L1)を二光束(L3、L4)に分波する。光源部140からのレーザー光(L1)は45度偏光で偏光ビームスプリッタ170に入射するところ、偏光ビームスプリッタ170にて反射されるS波(-x方向への光L3)と、ビームスプリッタ170を透過するP波(+x方向への光L4)と、に分波される。

40

## 【0034】

二枚の位相板としては、1/2波長板175Aと、1/2波長板175Aと同じ屈折率を有し二光束の光路長を一致させるための透明媒体175Bと、が設けられ、1/2波長板175Aは、偏光ビームスプリッタ170で反射されたS波を回転させてP波(L3)とし、また、スケール110からの反射回折光(P波)L13を回転させてS波とする。

## 【0035】

反射ミラー部180は、偏光ビームスプリッタ170で分波された一方の光(-x方向への光L3)をスケール110に向けて反射(L5)する第1ミラー(光学素子)181と、偏光ビームスプリッタ170で分波された他方の光(+x方向への光L4)をスケー

50

ル 1 1 0 に向けて反射 ( L 6 ) する第 2 ミラー ( 光学素子 ) 1 8 2 と、を備える。

第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 にて反射された光 ( L 5 、 L 6 ) は、スケール 1 1 0 上の同一点に入射する。ただし、図 1 中では説明の都合上、多少ずらして描いている。

また、本実施形態においては、例えば波長  $\lambda$  と格子周期 P とが  $\lambda = 1.59P$  を満たす条件の下で第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 で反射された光 ( L 5 、 L 6 ) がスケール 1 1 0 に入射する入射角  $\theta$  が 6 2 度になるように第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 の配置角度を調整している。

【 0 0 3 6 】

再帰反射部 1 9 0 は、第 1 ミラー 1 8 1 からの入射光 ( L 5 ) がスケール 1 1 0 で反射回折された回折光 ( L 7 ) を再帰反射 ( L 9 ) する第 1 コーナーキューブ ( 再帰反射手段 ) 1 9 1 と、第 2 ミラー 1 8 2 からの入射光 ( L 6 ) がスケール 1 1 0 で反射回折された回折光 ( L 8 ) を再帰反射 ( L 1 0 ) する第 2 コーナーキューブ ( 再帰反射手段 ) 1 9 2 と、を備える。

10

第 1 コーナーキューブ 1 9 1 および第 2 コーナーキューブ 1 9 2 は、第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 よりもスケール 1 1 0 から離間した位置であって、かつ、偏光ビームスプリッタ 1 7 0 と第 1 ミラー 1 8 1 、第 2 ミラー 1 8 2 のそれぞれとを結ぶ線よりもスケール 1 1 0 から離間した位置に配置されている。

【 0 0 3 7 】

第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 からスケール 1 1 0 に入射した入射光 ( L 5 、 L 6 ) が回折格子 1 1 1 で回折されて生じる回折光のうち、- 1 次の回折光 ( L 7 、 L 8 ) を再帰反射 ( L 9 、 L 1 0 ) するように第 1 コーナーキューブ 1 9 1 および第 2 コーナーキューブ 1 9 2 が配置されている。

20

また、第 1 コーナーキューブ 1 9 1 および第 2 コーナーキューブ 1 9 2 の内面には、偏光特性を有する金属の膜、例えば、銀、アルミニウム等の金属膜が蒸着されており、第 1 、第 2 コーナーキューブ 1 9 1 、1 9 2 からの再帰反射光の偏光方向は入射光の偏光方向と一致する。

【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態では、- 1 次の回折光 ( L 7 、 L 8 ) が出射される角度は 4 5 ° であり、すなわち、第 1 コーナーキューブ 1 9 1 および第 2 コーナーキューブ 1 9 2 から再帰される再帰光 ( L 9 、 L 1 0 ) の入射角  $\theta$  は 4 5 度である。つまり、第 1 および第 2 反射ミラー 1 8 1 、1 8 2 からスケール 1 1 0 に入射する光 ( L 5 、 L 6 ) の入射角  $\theta$  の方が第 1 および第 2 コーナーキューブ 1 9 1 、1 9 2 からスケール 1 1 0 に再帰する光 ( L 9 、 L 1 0 ) の角度  $\theta$  よりも大きくとられている。

30

【 0 0 3 9 】

ここで、図 2 は第 1 実施形態の一部の斜視図であって、図 2 に示されるように、コーナーキューブ ( 1 9 1 、1 9 2 ) によって光 ( L 9 ) が再帰されるとき、再帰光 ( L 9 ) の光路は、- 1 次の回折光 ( L 7 ) に対してスケール 1 1 0 の短手方向 ( y 方向 ) にシフトされる。なお、図 2 中では、説明の都合上、カバーガラスも省略している。

【 0 0 4 0 】

カバーガラス 1 6 2 は、入射光 ( L 5 、 L 6 ) に対してブルースター角に配置されており、ブルースター窓として機能する。

40

1 / 2 波長板 1 6 3 は、偏光ビームスプリッタ 1 7 0 を通過して導波ミラー 1 6 1 で反射された光の偏光方向を 4 5 度回転させて受光部 1 5 0 に光 ( L 1 6 ) を入射させる。

【 0 0 4 1 】

このような構成において、光源部 1 4 0 から発射された光が受光部 1 5 0 で受光されるまでの光路について簡単に説明する。

光源部 1 4 0 から発射されたレーザー光 L 1 は、導波ミラー 1 6 1 で反射 ( L 2 ) されたのち、偏光ビームスプリッタ 1 7 0 で分波され ( L 3 、 L 4 ) 、第 1 ミラー 1 8 1 および第 2 ミラー 1 8 2 で反射されてスケール 1 1 0 に入射される ( L 5 、 L 6 ) 。

50



ここで、光源部140から発射される光(L1)は45度の偏光で導波ミラー161に入射し、導波ミラー161からの反射光(L2)が偏光ビームスプリッタ170で分波されるとき、P波(L4)が透過し、S波が反射される。さらに、このS波は1/2波長板175AによってP波(L3)となる。そして、カバーガラス162はP波だけを透過させるので、偏光ビームスプリッタ170からの二光波(L3、L4)がフィルタリングされて、P波のみがスケール110に照射される。

【0042】

この入射光(L5、L6)がスケール110で反射回折されて生じる-1次の回折光(L7、L8)が第1および第2コーナーキューブ191、192により再帰反射されてスケール110に再度入射する(L9、L10)。この再帰光(L9、L10)がスケール110で反射回折された光(L11、L12)が、第1および第2ミラー181、182で反射(L13、L14)されて偏光ビームスプリッタ170で合波される。

10

【0043】

ここで、スケール110の回折格子111には偏光特性を有する金属薄膜(例えば、アルミニウム薄膜)が蒸着されており、第1および第2コーナーキューブ191、192の内面には偏光特性を有する金属膜(例えば、銀)が蒸着されているので、スケール110およびコーナーキューブ191、192での反射では光の偏光方向は変化せずに保たれ、スケール110に入射する二光波(L5、L6)がP波ならば、偏光ビームスプリッタに戻る光(L13、L14)もP波のままである。

また、反射ミラー181、182で反射されて偏光ビームスプリッタ170へ向かう光(L13、L14)のうち一方(L13)は1/2波長板175Aによって偏光方向が回転されてP波からS波になるので、偏光ビームスプリッタ170で総て反射されることになり、他方の光(L14)は、透明媒体175Bを介して光路長の調整は受けるが偏光方向は変化せずにP波のまま偏光ビームスプリッタ170に入射してそのまま偏光ビームスプリッタ170を透過する。すなわち、スケール110で反射回折された二光束は偏光ビームスプリッタ170で合波されて総て同じ方向に進行する光(L15)となる。

20

【0044】

偏光ビームスプリッタ170で合波された光(L15)は、一方がS波であり他方がP波であるところ、導波ミラー161で反射され、さらに1/2波長板163にて偏光方向が回転されることで二光束の振動方向がそれぞれ45回転されて45度偏光と135度偏光とからなる光(L16)になって受光部150に入射する。

30

【0045】

受光部150では、導波ミラー161からの光束(L16)がまず無偏光ビームスプリッタ152で分波される(L17、L18)。分波された光のうち一方(L17)は偏光ビームスプリッタ153によってさらに分波される(L19、L20)。このとき、導波ミラー161から受光部150に入射する光束は45度偏光と135度偏光とが合波された光であるので、偏光ビームスプリッタ153で透過光(L19)と反射光(L20)とに分波されるときに互いに干渉して透過光(L19)と反射光(L20)とでは180度の位相差を有する光となる。

この180度位相差の二光束がそれぞれフォトダイオード156A、156Bで受光されるので、例えば、フォトダイオード156Aで正弦信号(Sin)が得られるとすると、フォトダイオード156Bではマイナスの正弦信号(-Sin)が得られる。

40

【0046】

また、無偏光ビームスプリッタ152で分波された他方の光(L18)は、位相差板(1/2波長板)155で振動方向が90度回転されたのち偏光ビームスプリッタ154で分波されて(L21、L22)、それぞれの光束がフォトダイオード156C、156Dで受光される。そして、偏光ビームスプリッタ154で透過光(L21)と反射光(L22)とに分波されるときに互いに干渉して透過光と反射光とでは180度の位相差を有し、フォトダイオード156Cで余弦信号(Cos)が得られるとすると、フォトダイオード156Dではマイナスの余弦信号(-Cos)が得られる。

50

## 【 0 0 4 7 】

そして、フォトダイオード 1 5 6 A とフォトダイオード 1 5 6 B とからの信号が差動増幅され、フォトダイオード 1 5 6 C とフォトダイオード 1 5 6 D とからの信号が差動増幅され、これら差動増幅された二つの信号からリサージュ図形が描かれる。このリサージュ図形の変化からスケール 1 1 0 と検出ヘッド部 1 2 0 との相対変位量が検出される。

## 【 0 0 4 8 】

次に、このような構成による作用について説明する。

第 1 および第 2 ミラー 1 8 1、1 8 2 で反射されてスケール 1 1 0 に入射する入射光 ( L 5、L 6 ) の入射角 を  $62^\circ$  として、- 1 次回折光 ( L 7、L 8 ) の回折角 (  $45^\circ$  ) よりも大きくしているため、スケール 1 1 0 の揺動による回折角変動が小さくなる。

10

また、スケール 1 1 0 への入射光 ( L 5、L 6 ) の入射角 を  $62^\circ$  としているため、回折格子 1 1 1 による回折において十分な回折強度をもった回折光 ( L 7、L 8 ) を得ることができる。

## 【 0 0 4 9 】

これらの点について、図 3、図 4 を参照して説明する。

図 3 は、スケール 1 1 0 への入射角 ( ) を横軸にとり、ある入射角 ( ) で光を入射させる状態でスケールが揺動 ( 揺動角  $2$  ) した場合の回折角変動量 ( diff ) を縦軸にとった図である。

図 3 より、入射角を大きくとれば、スケール 1 1 0 の揺動に伴う回折角変動が小さくなることわかる。

20

例えば、図 1 中において、スケール 1 1 0 が正規の姿勢にあるときの入射光 L 6 からの回折光を L 8 とし、スケール 1 1 0 が揺動したときの回折光を L 8 ' とすると、入射角を大きくとることによって L 8 と L 8 ' とのずれを小さくすることができる。なお、図 1 中では、説明の都合上、L 8 ' を大きくずらして表現している。

## 【 0 0 5 0 】

また、図 4 は、スケール 1 1 0 への入射角 ( ) を横軸にとり、ある入射角における回折効率を縦軸にとった図である。

図 4 より、入射角が  $45^\circ$  から  $70^\circ$  の範囲であれば十分な回折効率であるため、強い回折光が得られるが、入射角が  $70^\circ$  を超えてくると、回折効率が小さくなるため回折光が弱くなることわかる。

30

これら図 3 および図 4 のデータより、入射角が  $70^\circ$  前後であれば、スケール 1 1 0 の揺動に伴う回折角変動を抑え、かつ、十分に強い回折光が得られることわかる。この点、本実施形態では、入射角 を  $62^\circ$  としているため、スケール 1 1 0 の揺動に伴う回折角変動が十分に小さくなり、かつ、回折光の回折強度は十分に大きくなる。

## 【 0 0 5 1 】

このように、スケール 1 1 0 の揺動に伴う回折角変動が小さくなる結果、スケール 1 1 0 の揺動が多少あった場合でも、+ x 方向の光路長と - x 方向の光路長とのずれが小さくなる。すなわち、スケール 1 1 0 の多少の揺動だけでは干渉光が変化しないため、スケール 1 1 0 と検出ヘッド部 1 2 0 との相対変位が高精度に検出される。

また、スケール 1 1 0 の揺動に伴う回折角変動が小さくなる結果、ビームスプリッタ 1 7 0 における回折光の合波が精密に行われ、十分な強度の干渉光が受光部 1 5 0 で受光される。すると、スケール 1 1 0 の揺動があっても干渉光による受光信号のレベルが保たれるため、高精度な解析が可能になり、検出精度が維持される。

40

そして、回折格子 1 1 1 での回折光の回折効率が十分に高いため、干渉光による受光信号レベルが高くなり、検出精度が向上される。

## 【 0 0 5 2 】

このような変位検出装置によれば、次の効果を奏することができる。

( 1 ) 反射ミラー 1 8 1、1 8 2 がスケール 1 1 0 側に配置されることにより、入射光 L 5、L 6 の入射角 を自ずと大きくすることができ、その結果、スケール 1 1 0 の揺動による回折角変動を小さくすることができる。すなわち、スケール 1 1 0 の揺動に伴う光路

50

長変動が少なくなるので、スケール 110 の揺動に対して検出精度を安定させることができる。

【0053】

(2) 反射ミラー 181、182 およびコーナーキューブ 191、192 が回折格子溝に垂直な面内に配置されることにより、反射ミラー 181、とコーナーキューブ 191、192 とが同一面内に配置されることになるので、検出ヘッド部 120 の幅を狭くして、例えばスケール 110 の幅内に収めることができる。すると、変位検出装置 100 を薄型でコンパクトな構成とすることができる。

【0054】

(3) 1/2波長板 175A、回折格子 111 の金属薄膜およびコーナーキューブ 191、192 の金属膜によって光の振動方向が適切にコントロールされているので、スケール 110 で反射回折された二光束が偏光ビームスプリッタ 170 で合波される際には光束が総て同じ方向に進行する。その結果、光量損失がほとんどないので、フォトダイオード 156A ~ 156D における受光光量を最大限に多くして、検出精度を向上させることができる。また、光量損失が無いのでその分だけレーザー光源 141 の出力を低減させることができ、その結果、消費電力の削減を図ることができる。また、ブルースター窓として機能するカバーガラス 162 が設けられているので、スケール 110 に入射する光の偏光方向を揃えることができ、その結果、検出精度を向上させることができる。

【0055】

(第2実施形態)

次に、本発明の変位検出装置に係る第2実施形態について、図5、6を参照して説明する。

第2実施形態の基本的構成は、第1実施形態と同様であるが、光の偏光方向のコントロールに多少の違いがあるので、この点を中心に説明する。

【0056】

図5は第2実施形態の側面図である。

図5において、光源部 140 からは斜め 45度で直接に偏光ビームスプリッタ 170 に向けて45度偏光が発射されている。

そして、偏光ビームスプリッタ 170 と反射ミラー部 180 (第1反射ミラー 181 および第2反射ミラー 182) との間に1/2波長板 175C、175D が配置されている。

【0057】

ここで、偏光ビームスプリッタ 170 と1/2波長板 175C、175D との配置関係を図6の斜視図に示す。

1/2波長板 175C は、光源部 140 からの光が偏光ビームスプリッタ 170 で分波されて生成される二光波のうちの偏光ビームスプリッタ 170 で反射されたS波について、その振動方向を90度回転させてP波として射出させる。ただし、1/2波長板 175C の幅(奥行き長さ)は短く形成されており、スケール 110 からの反射回折光は1/2波長板 175C を通過しない。

【0058】

また、光源部 140 からの光が偏光ビームスプリッタ 170 で分波されて生成される二光波のうちの偏光ビームスプリッタ 170 を透過したP波は、1/2波長板 175D を通らずに射出されていくが、スケール 110 で反射回折されて戻ってくる経路では1/2波長板 175D を通ってS波となる。

【0059】

また、図5において、偏光ビームスプリッタ 170 と受光部 150 との間には1/2波長板 176 が挿入されている。

受光部 150 は、偏光ビームスプリッタ 170 で合波された光を二光波に分波する偏光ビームスプリッタ 153 と、偏光ビームスプリッタ 153 で分波されたそれぞれの光を受光して受光信号を出力するフォトダイオード 156E、156F と、を備えている。

偏光ビームスプリッタ 153 とフォトダイオード 156E との間には偏光板 157A が

10

20

30

40

50

配設され、偏光ビームスプリッタ153とフォトダイオード156Fとの間には1/2波長板157Bおよび偏光板157Cが配設されている。

【0060】

このような構成において、光源部140から45度偏光が射出され、この光は偏光ビームスプリッタ170により透過光であるP波と反射光であるS波とに分波され、さらに、反射光であるS波については1/2波長板175Cによって偏光方向が回転されてP波となる。

二つのP波が、反射ミラー181、182、スケール110およびコーナーキューブ191、192で反射あるいは反射回折される点は、上記第1実施形態と同様である。

【0061】

反射ミラー181、182から偏光ビームスプリッタ170に戻る光のうち、一方は、1/2波長板175Cを通らずにP波のまま偏光ビームスプリッタ170を透過し、他方は、1/2波長板175Dでその偏光方向が回転されてS波となり偏光ビームスプリッタ170で反射される(図6参照)。

すなわち、反射ミラー181、182から戻る二光束は、偏光ビームスプリッタ170によって進行方向が同じになる。

そして、偏光ビームスプリッタ170からの光はP波とS波とであるところ、1/2波長板176によって回転され、45度偏光と135度偏光とが受光部150に入射する。

【0062】

受光部150において、まず、偏光ビームスプリッタ153によって入射光が分波される際に、45度偏光と135度偏光とが干渉して透過光と反射光とで180度位相差の二光束に分波される。

そして、偏光ビームスプリッタ153からの反射光は偏光板157Aを介してフォトダイオード156Eで受光され、偏光ビームスプリッタ153からの透過光は1/2波長板157Bおよび偏光板157Cを介してフォトダイオード156Fで受光される。このとき、フォトダイオード156Eとフォトダイオード156Fとでは90度位相差の光を受光することになり、フォトダイオード156Eでは、正弦(サイン)の受光信号が得られるとすると、フォトダイオード156Fでは余弦(コサイン)の受光信号が得られる。そして、所定の信号解析部において、フォトダイオード156Eおよび156Fからの受光信号からリサージュ図形を生成し、リサージュ図形の変化からスケール110と検出ヘッド部120との相対変位量が検出される。

【0063】

このような第2実施形態によれば、上記第1実施形態と同様の作用効果を奏することができる。

ここで、図5に示される第2実施形態では、受光部150としては90度位相差の二相信号を得る構成であるが、たとえば、図7に示されるように4相信号を得るようにしてもよい。なお、図7に示される受光部150の構成は、ミラー158を備える点を除いては第1実施形態の受光部150と基本的に同様である。

【0064】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について図8を参照して説明する。

第3実施形態の基本的構成は第2実施形態と同様であるが、ビームスプリッタを無偏光ビームスプリッタ171とする点に違いがある。

図8において、光源部140からは、斜め45度で直接に無偏光ビームスプリッタ171にP波(L23)が発射されている。

そして、無偏光ビームスプリッタ171と反射ミラー(第1反射ミラー181および第2反射ミラー182)との間に二枚の位相差板(175E、175F)が設けられている。

【0065】

位相差板としては、1/2波長板175Eと、1/2波長板175Eと同じ屈折率を有し二光

10

20

30

40

50

束の光路長を一致させるための透明媒体 175F と、が設けられている。

ここで、無偏光ビームスプリッタ 171 と位相差板 175E、175F との配置関係を図 9 の斜視図に示す。

光源部 140 から無偏光ビームスプリッタ 171 に入射した光 (L23) は二光束に分波 (L24、L25) されるところ、無偏光ビームスプリッタ 171 からの二光束 (L24、L25) はどちらも 1/2 波長板 175E、175F を通過しないで射出されて、反射ミラー 181、182 およびスケール 110 に向かう。

【0066】

反射ミラー 181、182 から無偏光ビームスプリッタ 171 に戻ってくる二光束 (L34、L35) のうち一方 (L34) は、1/2 波長板 175E で回転されて S 波とされる。なお、反射ミラー 181、182 から無偏光ビームスプリッタ 171 に戻ってくる二光束 (L34、L35) のうち他方 (L35) が透明媒体 175F を透過することにより、二光束の光路長が等しくなるように調整される。

10

【0067】

無偏光ビームスプリッタ 171 と受光部 150 との間には 1/2 波長板 176 が配設されている。

なお、受光部 150 の構成については、第 1 実施形態あるいは第 2 実施形態の受光部 150 と同様の構成であればよい。

【0068】

この構成において、光源部 140 からの光 (L23) は P 波であって無偏光ビームスプリッタ 171 で二光束 (L24、L25) に分割されるので、無偏光ビームスプリッタ 171 からは P 波である二光波が射出される。そして、二つの P 波 (L24、L25) が、反射ミラー 181、182、スケール 110、コーナーキューブ 191、192 で反射あるいは反射回折される点は、第 1 実施形態と同様である。

20

反射ミラー 181、182 から無偏光ビームスプリッタ 171 に戻る光 (L34、L35) のうち、一方 (L34) は 1/2 波長板 175E によって 90 度回転されて S 波となる。

【0069】

無偏光ビームスプリッタ 171 に戻る P 波および S 波はそれぞれ無偏光ビームスプリッタ 171 により分波される。無偏光ビームスプリッタ 171 で分波されて得られる二光束の一方 (L36) が 1/2 波長板 176 を通って 45 度偏光および 135 度偏光となって受光部 150 に入射する。受光部 150 における光の受光は第 1 実施形態あるいは第 2 実施形態で説明したのと同様であり、光を受光して得られる信号からスケール 110 と検出ヘッド部 120 との相対変位量が検出される。

30

このような第 3 実施形態によっても、第 1 実施形態と同様の作用効果を奏することができる。

【0070】

(変形例 1)

次に、本発明の変位検出装置に係る変形例 1 について図 10 を参照して説明する。

変形例 1 の基本的構成は第 3 実施形態と同様であるが、変形例 1 は、コーナーキューブ (再帰反射手段) をスケール 110 により近づけて配置する点に特徴を有する。

40

図 10 において、コーナーキューブ 191、192 は、第 1 実施形態～第 3 実施形態に比べて、スケール 110 に近づけて配設されている。具体的には、コーナーキューブ 191、192 は、ビームスプリッタ 171 と反射ミラー部 180 (第 1 反射ミラー 181、第 2 反射ミラー 182) とを結ぶラインよりもスケール 110 側に配置されている。

このように、コーナーキューブ 191、192 をスケール 110 に近づけて配置することにより、光路長を短くすることができる。すると、スケール 110 の揺動に伴う回折角変動がわずかにあったとしても二光束の光路長差が少なくなる。その結果、スケール 110 の揺動等があっても、スケール 110 と検出ヘッド部 120 との相対変位量を高精度に検出することができる。

50

## 【0071】

なお、本発明は前述の実施形態に限定されず、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれる。

上記実施形態においては、スケールが反射型回折格子を備える場合について説明したが、スケールは透過型の回折格子を備えていてもよい。透過型回折格子を用いる場合、反射ミラーとコーナーキューブとがスケールのおもて面とうら面とで互いに反対側に配置されることになるが、その他の点については基本的に同じである。そして、透過型回折格子の場合であっても回折格子溝に対して垂直な方向から入射光を入射させるとともに、入射光の入射角を大きくとることで、スケールの揺動に伴う回折角変動を小さくすることができ、スケールの揺動等があっても、スケールと検出ヘッド部との相対変位量を高精度に検出

10

することができる。

また、反射ミラーとコーナーキューブとを、スケールのおもて面側とうら面側とに配置すればよいので、反射ミラーとコーナーキューブとが互いに邪魔とならず、構造上のレイアウトが容易となる利点がある。

## 【0072】

上記実施形態においては、入射光が回折された回折光をコーナーキューブで再帰させる構成について説明したが、コーナーキューブで光を再帰させずに、入射光が回折されて生じた回折光を干渉させて受光してもよい。この場合でも、入射光の入射角を大きくすることにより、回折光の回折角変動を小さくすることができ、スケールの揺動に関わりなく変位検出精度を向上させることができる。

20

## 【0073】

回折格子のピッチやレーザー光の波長は上記実施形態の例に限定されず、適宜変更されもよいのはもちろんであり、反射ミラー181、182からスケール110に入射する入射光の入射角も適宜変更されてもよいことはもちろんである。上記実施形態においては、入射角は62°とし、回折角を45°として説明したが、これに限らず、入射角の方が回折角よりも大きければよく、入射角を60~75度し、回折角を40~45°としてもよい。例えば、波長と格子周期Pとが1.63Pを満たすとき、入射角は60~75度でよく、回折角は40~45度とすることができる。これにより、スケール110の揺動に伴う回折角変動を抑え、かつ、回折効率を維持することができる。

## 【0074】

再帰反射手段としては、コーナーキューブを利用する場合を例にして説明したが、反射ミラーであってもよいことはもちろんである。

30

また、光学素子としては、反射ミラーに限らず、回折格子を用いてもよい。

## 【0075】

上記実施形態では、検出ヘッド部に対してスケールがスライド移動する場合を例にして説明したが、スケールが固定され、検出ヘッド部がスケールに対してスライド移動してもよいことはもちろんである。

## 【0076】

上記第1実施形態では、偏光ビームスプリッタ170からの光を受光部150に入射させる前に1/2波長板163を通過させることで偏光方向を回転させる場合を例に説明したが、受光部150の配置を導波ミラー161に対して紙面(図1)直交方向とする立体構成をとることで、1/2波長板163を備えなくても導波ミラー161からの反射光の偏光方向を45度回転させることができる。これにより、部品点数を削減して、部品コストおよび組立てコストを削減することができる。

40

## 【産業上の利用可能性】

## 【0077】

本発明は、光学式の変位検出装置に利用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0078】

【図1】本発明の変位検出装置に係る第1実施形態の構成を示す図。

50

【図 2】前記第 1 実施形態において、一部の斜視図。

【図 3】スケールへの入射角を横軸にとり、ある入射角で光を入射させる状態でスケールが揺動（揺動角  $2\theta$ ）した場合の回折角変動量（ $\Delta\theta$ ）を縦軸にとった図。

【図 4】スケールへの入射角を横軸にとり、ある入射角における回折光の回折効率を縦軸にとった図。

【図 5】本発明の変位検出装置に係る第 2 実施形態の構成を示す図。

【図 6】前記第 2 実施形態において、偏光ビームスプリッタと 2 枚の位相差板との配置関係を示す斜視図。

【図 7】前記第 2 実施形態の受光部の構成を変更した変形例を示す図。

【図 8】本発明の変位検出装置に係る第 3 実施形態の構成を示す図。

10

【図 9】前記第 3 実施形態において、偏光ビームスプリッタと 2 枚の位相差板との配置関係を示す斜視図。

【図 10】本発明の変位検出装置に係る変形例 1 の構成を示す図。

【図 11】従来の変位検出装置の構成を示す図。

【図 12】従来の変位検出装置において、入射角、円錐角、回折角の関係を示す図。

【図 13】従来の変位検出装置において、スケールの揺動に伴って光路がずれる様子を表す図。

【符号の説明】

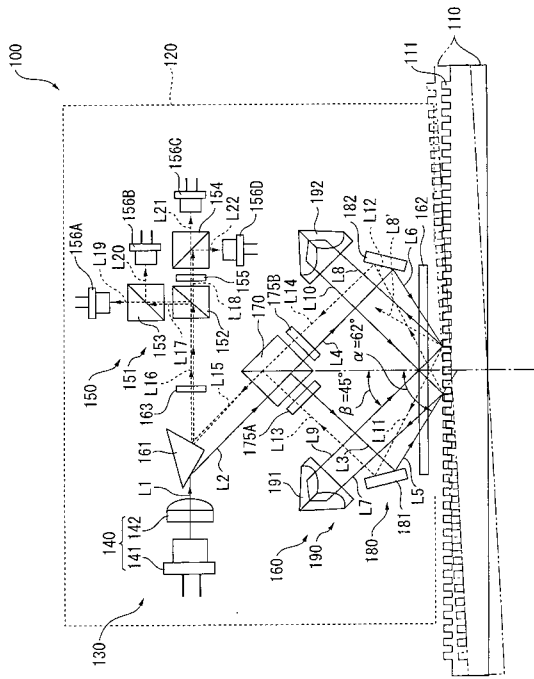
【0079】

100 ... 変位検出装置、110 ... スケール、111 ... 回折格子、120 ... 検出ヘッド部、  
 130 ... 発光受光部、140 ... 光源部、141 ... 光源、142 ... レンズ、150 ... 受光部、  
 151 ... 分波部、152 ... 無偏光ビームスプリッタ、153 ... 偏光ビームスプリッタ、  
 154 ... 偏光ビームスプリッタ、155 ... 位相差板、156A ... フォトダイオード、15  
 6B ... フォトダイオード、156C ... フォトダイオード、156D ... フォトダイオード、  
 156E ... フォトダイオード、156F ... フォトダイオード、157A ... 偏光板、157  
 B ... 1/2波長板、157C ... 偏光板、158 ... ミラー、160 ... 光学デバイスユニット部  
 、161 ... 導波ミラー、162 ... カバーガラス、163 ... 1/2波長板、170 ... 偏光ビ  
 ームスプリッタ、171 ... 無偏光ビームスプリッタ、175A ... 1/2波長板、175B ...  
 透明媒体、175C ... 1/2波長板、175D ... 1/2波長板、175E ... 1/2波長板、175  
 F ... 透明媒体、176 ... 1/2波長板、180 ... 反射ミラー部、181 ... 第 1 反射ミラー、  
 182 ... 第 2 反射ミラー、190 ... 再帰反射部、191 ... 第 1 コーナーキューブ、192  
 ... 第 1 コーナーキューブ、200 ... 変位検出装置、210 ... スケール、211 ... 回折格子  
 、220 ... 検出ヘッド部、230 ... 発光受光部、240 ... 光源、250 ... 受光部、260  
 ... 光学デバイスユニット部、270 ... ビームスプリッタ、281 ... 第 1 ミラー、282 ...  
 第 2 ミラー、291 ... 第 1 コーナーキューブ、292 ... 第 2 コーナーキューブ。

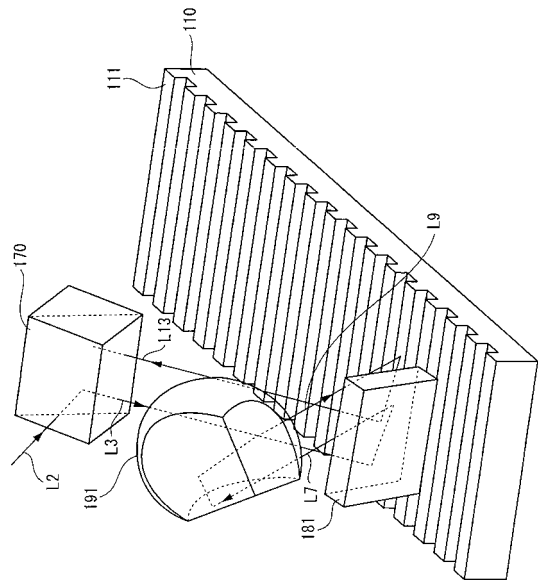
20

30

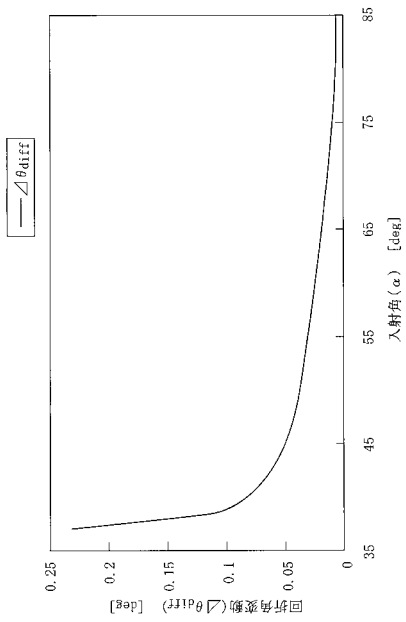
【 図 1 】



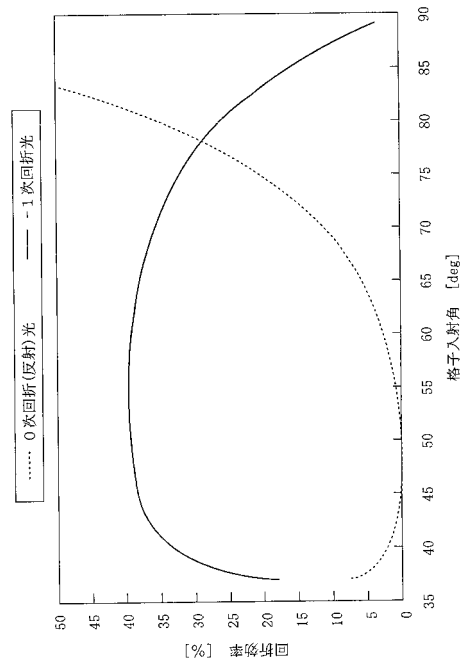
【 図 2 】



【 図 3 】

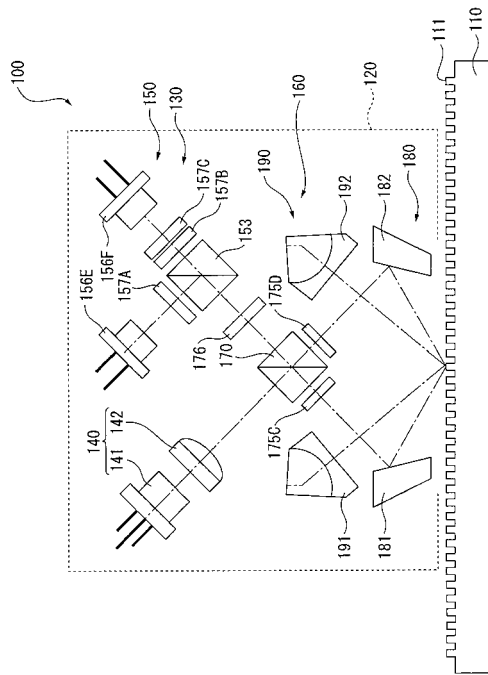


【 図 4 】

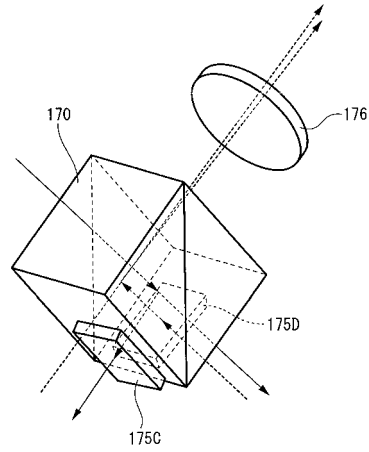




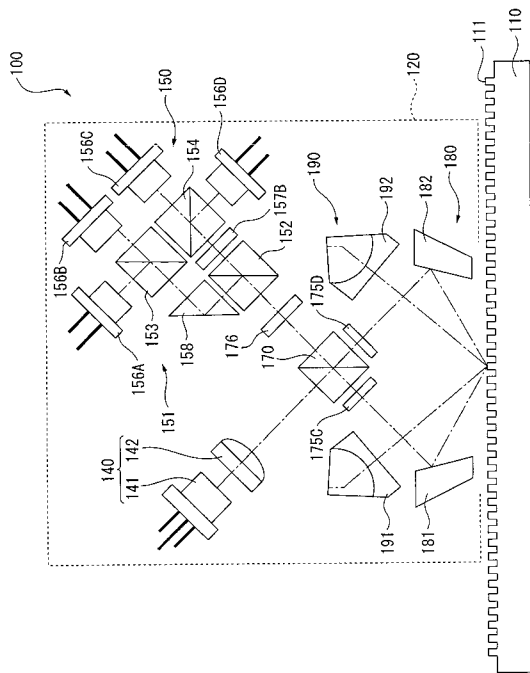
【図5】



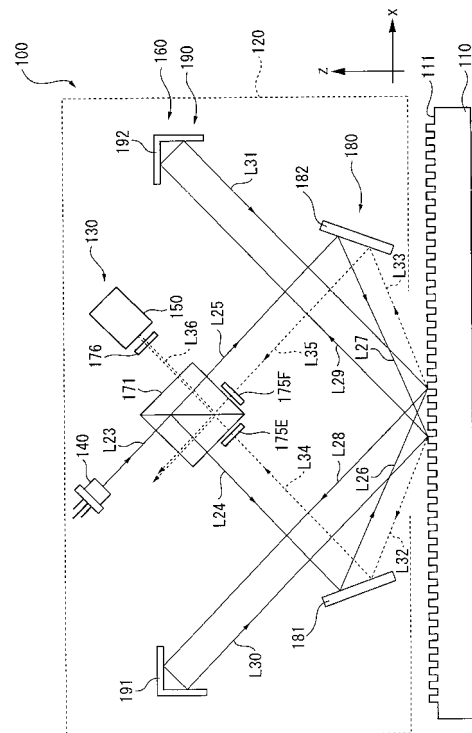
【図6】



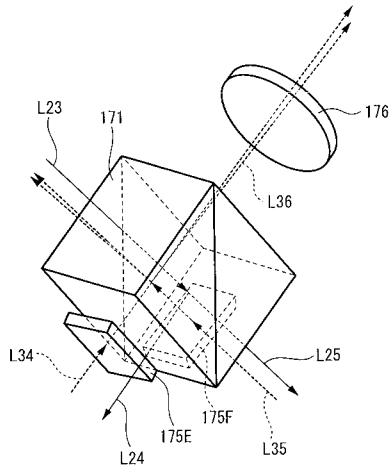
【図7】



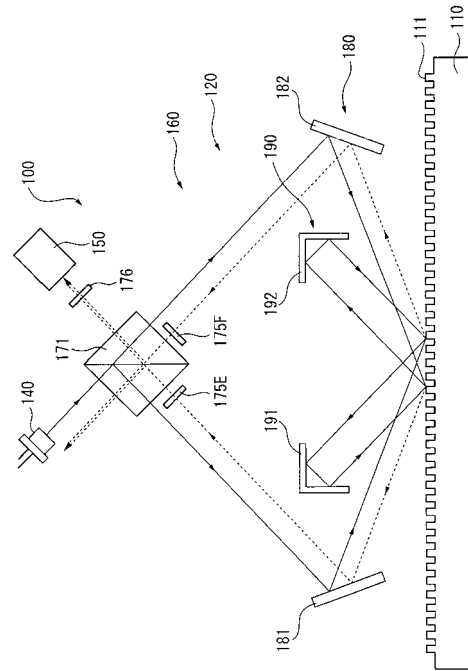
【図8】



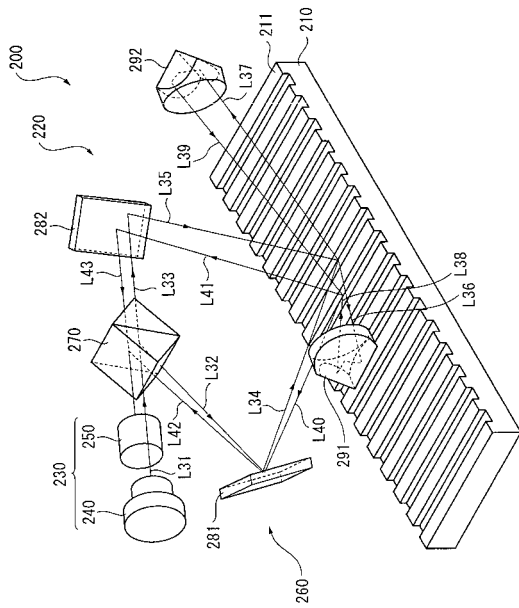
【 図 9 】



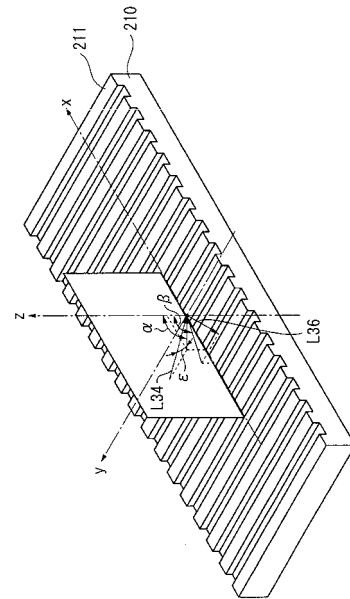
【 図 10 】



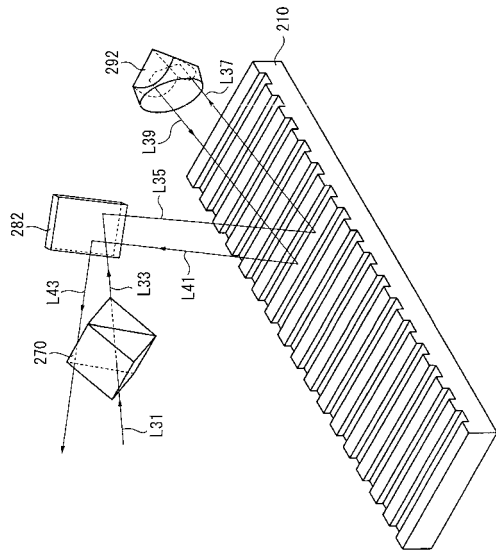
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 二本森 辰悟  
神奈川県川崎市高津区坂戸1 - 20 - 1 株式会社ミットヨ内

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開2003 - 279385 (JP, A)  
特開2003 - 247867 (JP, A)

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