

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-91769
(P2018-91769A)

(43) 公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1D 5/347 (2006.01)	GO1D 5/347 110B	2F065
GO1B 11/00 (2006.01)	GO1B 11/00 G	2F103

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-236367 (P2016-236367)
(22) 出願日 平成28年12月6日 (2016.12.6)

(71) 出願人 000146847
DMG森精機株式会社
奈良県大和郡山市北郡山町106番地
(74) 代理人 110000925
特許業務法人信友国際特許事務所
(72) 発明者 吉弘 貢
神奈川県伊勢原市鈴川45 株式会社マグ
ネスケール内
Fターム(参考) 2F065 AA02 AA09 AA20 BB15 DD03
FF41 FF48 GG05 GG06 GG07
HH04 JJ01 JJ05 JJ15 LL04
LL10 LL12 LL17 LL42 LL51
QQ03 QQ13

最終頁に続く

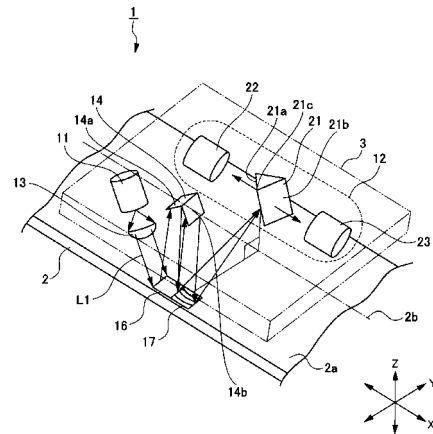
(54) 【発明の名称】 変位検出装置

(57) 【要約】

【課題】原点位置の検出精度を高めることができる変位検出装置を提供することにある。

【解決手段】変位検出装置1は、光源11と、ホログラムレンズ17と、受光部12と、を備えている。ホログラムレンズ17は、スケール2に設けられ、光源11から出射された光L1を集光させる。受光部12は、ヘッド3に設けられ、ホログラムレンズ17によって集光された光L1を受光する。そして、ホログラムレンズ17の焦点位置は、受光部12が配置された位置となる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

スケールと、前記スケールと対向して配置されるヘッドと、を備え、前記ヘッドにおける前記スケールに対する測定方向の原点位置を検出可能な変位検出装置において、前記ヘッドに設けられ、前記スケールに向けて光を照射する光源と、前記スケールに設けられ、前記光源から出射された光を集光させるホログラムレンズと

、前記ヘッドに設けられ、前記ホログラムレンズによって集光された光を受光する受光部と、を備え、

前記ホログラムレンズの焦点位置は、前記受光部が配置された位置となる変位検出装置。

10

【請求項 2】

スケールと、前記スケールと対向して配置されるヘッドと、を備え、前記ヘッドにおける前記スケールに対する測定方向の原点位置を検出可能な変位検出装置において、

前記ヘッドに設けられ、前記スケールに向けて光を照射する光源と、

前記スケールに設けられ、前記光源から出射された光を反射する反射ミラー又は回折格子と、

前記ヘッドに設けられ、前記反射ミラー又は前記回折格子により反射された光を再び前記スケールに向けて反射させるコーナーキューブと、

前記スケールに設けられ、前記コーナーキューブにより反射された光を集光させるホログラムレンズと、

20

前記ヘッドに設けられ、前記ホログラムレンズによって集光された光を受光する受光部と、を備え、

前記ホログラムレンズの焦点位置は、前記受光部が配置された位置となる変位検出装置。

【請求項 3】

スケールと、前記スケールと対向して配置されるヘッドと、を備え、前記ヘッドにおける前記スケールに対する測定方向の原点位置を検出可能な変位検出装置において、

前記ヘッドに設けられ、前記スケールに向けて光を照射する光源と、

前記スケールに設けられ、前記光源から出射された光を集光させるホログラムレンズと

30

、前記ヘッドに設けられ、前記ホログラムレンズによって集光された光を受光する受光部と、を備え、

前記ヘッドには、前記スケールに対する前記測定方向の相対位置を検出する際に用いられる相対位置用受光部が設けられ、

前記受光部は、前記スケールに対して、前記スケールの測定面と平行でかつ前記測定方向と直交する幅方向の位置が、前記相対位置用受光部における前記スケールに対する前記幅方向の位置と同じになる位置に配置され、

前記ホログラムレンズの焦点位置は、前記受光部が配置された位置となる変位検出装置。

40

【請求項 4】

前記スケールには、前記光源から出射された光を反射する反射ミラー又は回折格子が設けられ、

前記ヘッドには、前記反射ミラー又は前記回折格子により反射された光を再び前記スケールに向けて反射させるコーナーキューブと、前記スケールに対する前記測定方向の相対位置を検出する際に用いられる相対位置用受光部が設けられ、

前記ホログラムレンズには、前記コーナーキューブにより反射された光が入射し、

前記受光部は、前記スケールに対して、前記スケールの測定面と平行でかつ前記測定方向と直交する幅方向の位置が、前記相対位置用受光部における前記スケールに対する前記幅方向の位置と同じになる位置に配置される

50

請求項 1 に記載の変位検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源から出射された光を用いた非接触センサによってヘッドとスケールの相対的な変位量を検出する変位検出装置に関し、特に原点位置を検出可能な変位検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、直線変位や回転変位等の精密な測定を行う測定器として、スケールと検出ヘッドを備えた変位検出装置が広く利用されている。近年では、発光ダイオードやレーザの光を用いた変位検出装置が用いられている。そして、1nm以下の変位の測定が行える高分解能化された変位検出装置が求められている。

【0003】

従来、この種の変位検出装置としては、例えば、特許文献 1 に記載されているようなものがある。この特許文献 1 に記載された変位検出装置では、原点位置である基準位置を検出するために、第 1 パターン領域と第 2 パターン領域からなる定点検出用回折格子をスケールに設けている。また、ヘッドには、第 1 パターン領域により回折された光を受光する第 1 センサと、第 2 パターン領域により回折された光を受光する第 2 センサが設けられている。

【0004】

そして、特許文献 1 に記載された変位検出装置では、第 1 センサの出力波形と第 2 センサの出力波形の差動波形を取得し、この差動波形の中点を原点位置として認識している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 256655 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の特許文献 1 に記載された変位検出装置では、光を第 1 パターン領域と第 2 パターン領域の境界において第 1 パターン領域と第 2 パターン領域の両方に跨って照射させる必要があった。その結果、特許文献 1 に記載された変位検出装置では、光のスポット径が大きくなり、原点位置の検出精度を高めることが困難である、という問題を有していた。

【0007】

本発明の目的は、原点位置の検出精度を高めることができる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】

【0008】

上記課題を解決し、本発明の目的を達成するため、本発明の変位検出装置は、スケールと、スケールと対向して配置されるヘッドと、を備え、ヘッドにおけるスケールに対する測定方向の原点位置を検出可能な変位検出装置である。変位検出装置は、光源と、ホログラムレンズと、受光部と、を備えている。光源は、ヘッドに設けられ、スケールに向けて光を照射する。ホログラムレンズは、スケールに設けられ、光源から出射された光を集光させる。受光部は、ヘッドに設けられ、ホログラムレンズによって集光された光を受光する。そして、ホログラムレンズの焦点位置は、受光部が配置された位置となる。

【0009】

また、本発明の他の変位検出装置は、スケールと、ヘッドとを備えている。そして、変位検出装置は、光源と、反射ミラー又は回折格子と、コーナーキューブと、ホログラムレ

10

20

30

40

50

レンズと、受光部と、を備えている。光源は、ヘッドに設けられ、スケールに向けて光を照射する。反射ミラー又は回折格子は、スケールに設けられ、光源から出射された光を反射する。コーナーキューブは、ヘッドに設けられ、反射ミラー又は回折格子により反射された光を再びスケールに向けて反射させる。ホログラムレンズは、スケールに設けられ、コーナーキューブにより反射された光を集光させる。受光部は、ヘッドに設けられ、ホログラムレンズによって集光された光を受光する。そして、ホログラムレンズの焦点位置は、受光部が配置された位置となる。

【0010】

さらに、本発明の他の変位検出装置は、スケールと、ヘッドとを備えている。変位検出装置は、光源と、ホログラムレンズと、受光部と、を備えている。光源は、ヘッドに設けられ、スケールに向けて光を照射する。ホログラムレンズは、スケールに設けられ、光源から出射された光を集光させる。受光部は、ヘッドに設けられ、ホログラムレンズによって集光された光を受光する。また、ヘッドには、スケールに対する測定方向の相対位置を検出する際に用いられる相対位置用受光部が設けられている。そして、受光部は、スケールに対して、スケールの測定面と平行でかつ測定方向と直交する幅方向の位置が、相対位置用受光部におけるスケールに対する幅方向の位置と同じになる位置に配置されている。また、ホログラムレンズの焦点位置は、受光部が配置された位置となる。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明の変位検出装置によれば、原点位置の検出精度を高めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置の構成を示す概略構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置のホログラムレンズの格子の間隔を示す説明図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置のホログラムレンズによって反射された光の強度を示すグラフである。

【図4】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置のホログラムレンズ及びスケールを示す平面図である。

30

【図5】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置のホログラムレンズと受光部の位置関係を示す説明図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置における原点検出用の制御部の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置における受光部によって出力される信号の波形と、受光部に反射された光の強度を示す説明図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置におけるスケールがピッチ方向に傾いた場合を示す説明図である。

【図9】従来の変位検出装置におけるスケールがピッチ方向に傾いた場合を示す説明図である。

40

【図10】本発明の第1の実施の形態例にかかる変位検出装置におけるスケールがヨー方向に傾いた場合を示す説明図である。

【図11】受光部が原点検出用の回折格子に配置された変位検出装置におけるスケールがヨー方向に傾いた場合を示す説明図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態例にかかる変位検出装置の構成を示す概略構成図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態例にかかる変位検出装置におけるスケールがピッチ方向に傾いた場合を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

50

以下、本発明の変位検出装置の実施の形態例について、図1～図13を参照して説明する。なお、各図において共通の部材には、同一の符号を付している。また、本発明は、以下の形態に限定されるものではない。

また、以下の説明において記載される各種のレンズは、単レンズであってもよいし、レンズ群であってもよい。

【0014】

1. 第1の実施の形態例

1-1. 変位検出装置の構成例

まず、第1の実施の形態例（以下、「本例」という。）にかかる変位検出装置の構成を図1～図6を参照して説明する。

10

図1は、変位検出装置の構成を示す概略構成図である。

【0015】

本例の変位検出装置1は、ヘッドとスケールを測定方向（以下、「第1の方向X」という）に相対的に移動させた際に原点位置からの第1の方向Xの変位量を検出する装置である。図1に示すように、変位検出装置1は、スケール2と、このスケール2と対向するヘッド3とを有している。

【0016】

スケール2は、ヘッド3から照射された光を反射させる反射型のスケールである。スケール2は、平板状に形成されている。スケール2におけるヘッド3と対向する測定面2aには、図示しない相対位置検出用のトラックが設けられている。また、スケール2における測定面2aと平行をなし、第1の方向Xと直交する幅方向（以下、「第2の方向Y」という）の一端部には、後述する原点位置検出用の反射ミラー16と、ホログラムレンズ17が配置されている。なお、第1の方向X及び第2の方向Yと直交する方向、すなわちスケール2とヘッド3が対向する方向を第3の方向Zとする。

20

【0017】

ヘッド3には、スケール2に設けた相対位置検出用のトラックを用いて、第1の方向Xの変位量を検出する相対位置検出部が設けられている。さらに、ヘッド3は、原点位置検出用の光源11と、受光部12と、レンズ13と、コーナーキューブ14が設けられている。

【0018】

30

光源11としては、例えば、半導体レーザダイオードや、スーパーluminescenceダイオード、ガスレーザ、固体レーザ、発光ダイオード等を用いることができる。そして、光源11は、スケール2におけるY方向の一端部に向けて光L1を出射する。光源11における光L1が出射される側には、レンズ13が配置されている。

【0019】

このレンズ13は、光源11とスケール2の測定面2aの間に配置される。レンズ13は、光源11から出射された光L1を平行光にコリメートする。そして、レンズ13によって平行光にコリメートされた光L1は、スケール2の測定面2aに入射する。

【0020】

40

反射ミラー16には、レンズ13によって平行光にコリメートされた光L1が入射する。そして、反射ミラー16は、入射した光L1を再びヘッド3に設けたコーナーキューブ14に向けて反射させる。

【0021】

なお、本例では、反射ミラー16を用いた例を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、コーナーキューブ14に向けて光L1を反射させる際に、レンズ13から入射する角度と、コーナーキューブ14に向かう角度が異なる場合には、反射ミラー16の代わりに回折格子を用いてもよい。これにより、レンズ13から入射した光L1を所定の角度で回折させると共に反射させることができ、ヘッド3に設けたコーナーキューブ14に所定の角度で光L1を入射させることができる。

【0022】

50

コーナーキューブ 14 は、第 1 反射部 14 a と、第 2 反射部 14 b とを有する光学部品である。第 1 反射部 14 a と第 2 反射部 14 b は、略直角に組み合わさっている。第 1 反射部 14 a と第 2 反射部 14 b は、入射した光 L 1 を反射させる。そして、コーナーキューブ 14 は、光 L 1 が入射した方向に向けて反射光を出射する。なお、コーナーキューブ 14 に入射した光 L 1 の入射角と、コーナーキューブ 14 によって反射された光 L 1 の反射角は、等しくなる。

【 0 0 2 3 】

コーナーキューブ 14 としては、2 つの反射ミラーによって構成されてもよく、あるいはプリズム等を用いてもよい。

【 0 0 2 4 】

コーナーキューブ 14 により反射された光 L 1 は、スケール 2 の測定面 2 a に設けたホログラムレンズ 17 に入射する。ホログラムレンズ 17 は、入射した光 L 1 を回折させて受光部 12 に向けて反射させる。また、ホログラムレンズ 17 は、複数の格子を有する反射型の回折格子である。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、ホログラムレンズ 17 を第 1 の方向 X に沿って切断した場合のホログラムレンズ 17 の格子の間隔を示す説明図、なお、図 2 における横軸は、第 1 の方向 X を示し、縦軸は、ホログラムレンズ 17 の格子の高さを示している。

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、格子の間隔は、ホログラムレンズ 17 における第 1 の方向 X の中心が広く設定されている。そして、格子の間隔は、中心から第 1 の方向 X の両側に離れるにつれて狭まっている。すなわち、ホログラムレンズ 17 における格子は、中心に向かうにつれて疎になり、中心から離れるにつれて密になっている。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、ホログラムレンズ 17 によって反射された光 L 1 における第 1 の方向 X の強度を示すグラフである。また、図 3 における横軸は、スケール 2 とヘッド 3 における第 1 の方向 X の相対位置を示し、縦軸は、ホログラムレンズ 17 によって反射された光の強度を示している。この図 3 では、第 1 の方向 X の長さが、1 mm であるホログラムレンズ 17 にスポット径が 1 mm の平行光を入射させた例を示している。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示すように、ホログラムレンズ 17 は、第 1 の方向 X の中心においてその反射させた光の強度が最も高くなる。すなわち、ホログラムレンズ 17 は、入射した光 L 1 を回折し、反射させることで第 1 の方向 X の中心に集光させている。図 3 に示す例では、焦点距離 10 mm の位置に、スポット径が約 4 μ m まで絞られた反射光を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、光 L 1 がスケール 2 の測定面 2 a に垂直に入射する場合のホログラムレンズ 17 の焦点 G の位置を示す平面図である。

図 4 に示すように、ホログラムレンズ 17 は、スケール 2 の測定面 2 a 上を覆う点線で示す仮想のホログラムレンズ 17 a (以下、「仮想ホログラムレンズ」という)の一部を切り取ったものである。ここで、仮想ホログラムレンズ 17 a によって集光された光 L 1 の焦点 G は、スケール 2 における第 1 の方向 X の原点位置 X 1 上に配置される。また、仮想ホログラムレンズ 17 a によって集光された光 L 1 の焦点 G は、スケール 2 の測定面 2 a における第 2 の方向 Y の中心線 2 b 上に配置される。すなわち、仮想ホログラムレンズ 17 a によって集光された光 L 1 の焦点 G は、相対位置検出用の目盛が配置されるトラックの中心線 2 b を通る。

【 0 0 3 0 】

ここで、ホログラムレンズ 17 は、仮想ホログラムレンズ 17 a の一部を切り取ったものであるため、ホログラムレンズ 17 によって集光された光 L 1 の焦点 G は、仮想ホログラムレンズ 17 a と一致する。そのため、ホログラムレンズ 17 によって集光された光 L

10

20

30

40

50

1の焦点Gは、スケール2における第1の方向Xの原点位置X1上、かつ測定面2aにおける第2の方向Yの中心線2b上に配置される。また、ホログラムレンズ17は、入射した光L1を受光部12に向けて反射させる。

【0031】

図5は、受光部12とホログラムレンズの位置関係を示す説明図である。

図1及び図5に示すように、受光部12は、反射部材21と、第1の受光素子22と、第2の受光素子23とを有している。反射部材21は、三角柱状に形成されている。反射部材21は、第1反射面21aと、第2反射面21bとを有している。そして、反射部材21は、第1反射面21aと第2反射面21bが交わる頂点21cをスケール2に向けて配置される。また、第1反射面21aは、第1の方向Xの一侧を向いており、第2反射面21bは、第1の方向Xの他側を向いている。

10

【0032】

また、図4及び図5に示すように、反射部材21は、反射部材21の頂点21cがスケール2における第1の方向Xの原点位置X1上を通るように配置されている。さらに、反射部材21の頂点21cは、スケール2の測定面2aにおける第2の方向Yの中心線2b上に配置される。そのため、ホログラムレンズ17によって集光された光L1の焦点G(焦点位置)は、第2の方向Yと第3の方向Zで形成される面内において、反射部材21の頂点21cと一致する。したがって、ヘッド3が原点位置X1上に移動した場合、ホログラムレンズ17によって集光された光L1の焦点Gは、受光部12の反射部材21の頂点21cと一致する。そして、反射部材21には、ホログラムレンズ17によって反射された光L1が入射する。

20

【0033】

なお、スケール2の中心線2b上には、相対位置検出用の受光部31(図10参照)が配置される。そのため、受光部12の反射部材21における第2の方向Yの位置は、相対位置検出用の受光部31における第2の方向Yの位置と一致する。

【0034】

また、図1及び図5に示すように、反射部材21における第1の方向Xの一侧には、第1の受光素子22が配置され、反射部材21における第1の方向Xの他側には、第2の受光素子23が配置される。したがって、第1の受光素子22と第2の受光素子23は、反射部材21を間に挟んで対向して配置される。

30

【0035】

さらに、反射部材21は、第1反射面21aに入射した光L1を第1の受光素子22に向けて反射させる。また、反射部材21は、第2反射面21bに入射した光L1を第2の受光素子23に向けて反射させる。なお、反射部材21の頂点21cに光L1が入射した場合、反射部材21は、光L1を均等に2つに分割して、第1の受光素子22と、第2の受光素子23に向けて反射させる。

【0036】

第1の受光素子22と第2の受光素子23は、受光した光を電気に変換する例えば、フォトディテクタである。

【0037】

図6は、変位検出装置1における原点検出用の制御部の構成を示すブロック図である。

図6に示すように、変位検出装置1は、第1の受光素子22及び第2の受光素子23に接続された差動増幅器24と、A/D変換部25と、波形補正処理部26と、絶対位置演算部27とを有している。

40

【0038】

第1の受光素子22と第2の受光素子23によって光源変換された信号は、差動増幅器24に出力される。差動増幅器24は、第1の受光素子22と第2の受光素子23から受信した信号を差動増幅する。そして、差動増幅器24で差動増幅された信号は、A/D変換部25によってA/D変換され、波形補正処理部26により補正される。波形補正処理部26で補正された信号は、絶対位置演算部27に出力され、この絶対位置演算部27に

50

よって原点位置 X 1 が検出される。

【 0 0 3 9 】

1 - 2 . 変位検出装置における原点位置の検出動作

次に、上述した構成を有する変位検出装置 1 の原点位置の検出動作について図 1 ~ 図 7 を参照して説明する。

図 7 は、受光部 1 2 によって出力される信号の波形と、受光部 1 2 に反射された光 L 1 の強度を示す説明図である。図 7 に示す実線は、受光部 1 2 に反射された光 L 1 の強度を示し、一点鎖線は、第 1 の受光素子 2 2 の信号波形を示し、点線は、第 2 の受光素子 2 3 の信号波形を示している。また、二点鎖線は、第 1 の受光素子 2 2 と第 2 の受光素子 2 3 の出力の差である差動増幅器 2 4 で出力される信号を示している。なお、図 7 では、横軸にスケール 2 とヘッド 3 の第 1 の方向 X の相対位置を示し、縦軸に光及び信号の出力強度を示している。

10

【 0 0 4 0 】

図 1 に示すように、光源 1 1 から出射された光 L 1 は、レンズ 1 3 によりコリメートされて平行光となる。このときの光 L 1 のスポット径は、例えば、1 mm である。そして、レンズ 1 3 により平行光にコリメートされた光 L 1 は、反射ミラー 1 6 に入射する。反射ミラー 1 6 は、入射した光 L 1 をコーナーキューブ 1 4 に向けて反射させる。

【 0 0 4 1 】

また、コーナーキューブ 1 4 は、入射した光 L 1 を再びスケール 2 の測定面 2 a に向けて反射させる。コーナーキューブ 1 4 によって反射された光 L 1 は、ホログラムレンズ 1 7 に入射する。ホログラムレンズ 1 7 は、入射した光 L 1 を集光させる。これにより、ホログラムレンズ 1 7 の焦点 G での光 L 1 のスポット径は、40 μm まで細く絞られる。

20

【 0 0 4 2 】

ここで、スケール 2 に対してヘッド 3 が原点位置 X 1 よりも第 1 の方向 X の一側に位置している場合、ホログラムレンズ 1 7 によって反射された光 L 1 は、図 5 に示すように、反射部材 2 1 の第 1 反射面 2 1 a に入射する。そして、光 L 1 は、第 1 反射面 2 1 a によって反射されて第 1 の受光素子 2 2 に受光される。

【 0 0 4 3 】

そのため、図 7 に示すように、スケール 2 に対してヘッド 3 が原点位置 X 1 よりも第 1 の方向 X の一側に位置している場合、第 1 の受光素子 2 2 によって出力される信号の値が大きくなり、第 2 の受光素子 2 3 によって出力される信号の値は、小さくなる。

30

【 0 0 4 4 】

また、スケール 2 に対してヘッド 3 が原点位置 X 1 よりも第 1 の方向 X の他側に位置している場合、ホログラムレンズ 1 7 によって反射された光 L 1 は、図 5 に示すように、反射部材 2 1 の第 2 反射面 2 1 b に入射する。そして、光 L 1 は、第 2 反射面 2 1 b によって反射された第 2 の受光素子 2 3 に受光される。

【 0 0 4 5 】

そのため、図 7 に示すように、スケール 2 に対してヘッド 3 が原点位置 X 1 よりも第 1 の方向 X の他側に位置している場合、第 2 の受光素子 2 3 によって出力される信号の値が大きくなり、第 1 の受光素子 2 2 によって出力される信号の値は、小さくなる。

40

【 0 0 4 6 】

さらに、スケール 2 に対してヘッド 3 が原点位置 X 1 に位置している場合、ホログラムレンズ 1 7 によって反射された光 L 1 は、図 5 に示すように、反射部材 2 1 の頂点 2 1 c に入射する。光 L 1 は、反射部材 2 1 により、均等に 2 つに分割されると共に第 1 の受光素子 2 2 と、第 2 の受光素子 2 3 に向けて反射される。このため、第 1 の受光素子 2 2 と第 2 の受光素子 2 3 には、光 L 1 が略均等に入射する。

【 0 0 4 7 】

そのため、図 7 に示すように、第 1 の受光素子 2 2 と第 2 の受光素子 2 3 の出力信号の差は、0 となる。したがって、差動増幅器 2 4 で差動増幅された信号が 0 V を交差する点が、原点位置 X 1 であると検出される。

50

【 0 0 4 8 】

本例の変位検出装置 1 によれば、ホログラムレンズ 1 7 によって光 L 1 を細く絞り、その焦点を受光部 1 2 が配置された位置を同じ位置になるように設定している。これにより、差動増幅器 2 4 で差動増幅された信号が 0 V を交差する点の間隔を狭めることができ、変位検出装置 1 における原点位置 X 1 の検出精度を高めることができる。

【 0 0 4 9 】

なお、本例の変位検出装置 1 では、フォトディテクタである 2 つの受光素子 2 2、2 3 と反射部材 2 1 で受光部 1 2 を構成した例を説明したが、これに限定されるものではない。受光部 1 2 としては、光位置センサ (Position Sensitive Detector、PSD) を用いてもよい。そして、光位置センサの特定の位置の電圧の変化によって変位検出装置 1 における原点位置 X 1 を検出するようにしてもよい。この場合、ホログラムレンズ 1 7 の焦点 G は、光位置センサの受光面となる。このときの、光位置センサの出力は、上述した差動増幅器 2 4 の出力に相当する。

10

【 0 0 5 0 】

1 - 3 . 変位検出装置の傾き補正動作

次に、上述した構成を有する変位検出装置 1 の傾き補正動作について図 8 ~ 図 1 1 を参照して説明する。

【 0 0 5 1 】

まず、スケール 2 がピッチ方向に傾いた場合、すなわちスケール 2 が第 3 の方向 Z に角度 で傾いた場合について図 8 及び図 9 を参照して説明する。

20

図 8 は、本例の変位検出装置 1 におけるスケール 2 が第 3 の方向 Z に角度 で傾いた場合を示す説明図、図 9 は、コーナーキューブ 1 4 及び反射ミラー 1 6 を有さない従来の変位検出装置のスケール 2 0 0 が第 3 の方向 Z に角度 で傾いた場合を示す説明図である。

【 0 0 5 2 】

図 9 に示すように、従来の変位検出装置の場合、光源 1 1 0 から光 L 1 が、第 3 の方向 Z と平行にスケール 2 0 0 の測定面 2 0 0 a に向けて出射される。光 L 1 は、レンズ 1 3 0 で平行光にコリメートされてホログラムレンズ 1 6 0 に入射される。このホログラムレンズ 1 6 0 は、本例の変位検出装置 1 と同様に、スケール 2 0 0 の測定面 2 0 0 a に配置され、光 L 1 を集光させる。

30

【 0 0 5 3 】

従来の変位検出装置では、スケール 2 0 0 が第 3 の方向 Z に角度 で傾いた場合、ホログラムレンズ 1 6 0 に入射された光 L 1 は、第 3 の方向 Z に対して角度 2 で傾いた状態で反射される。そのため、ホログラムレンズ 1 6 0 から反射された光 L 1 は、受光部 1 2 0 に受光されない。そして、この受光部 1 2 0 とホログラムレンズ 1 6 0 の焦点位置の差が、原点位置 X 1 の検出誤差となる。

【 0 0 5 4 】

これに対して、本例の変位検出装置 1 は、図 8 に示すように、スケール 2 に入射された光 L 1 を反射ミラー 1 6 で一度反射させると共に、コーナーキューブ 1 4 によって再びスケール 2 のホログラムレンズ 1 7 に向けて入射させている。光源 1 1 から光 L 1 が第 3 の方向 Z と平行に出射された場合、光 L 1 は、第 3 の方向 Z に対して角度 + 2 で傾いた状態で反射ミラー 1 6 により反射される。すなわち、光 L 1 は、コーナーキューブ 1 4 に対して角度 + 2 で傾いた状態で入射する。

40

【 0 0 5 5 】

ここで、光 L 1 は、コーナーキューブ 1 4 に入射した角度と同じ角度で出射される。そのため、コーナーキューブ 1 4 によって反射された光 L 1 は、3 の方向 Z に対して角度 - 2 で傾いた状態でコーナーキューブ 1 4 から出射される。これにより、コーナーキューブ 1 4 によってスケール 2 の傾きを補正することができる。その結果、ホログラムレンズ 1 7 によって集光された光 L 1 を確実に受光部 1 2 に入射させることができ、原点位置 X 1 の検出誤差を解消することができる。

【 0 0 5 6 】

50

次に、スケール 2 がヘッド 3 に対してヨー方向に傾いた場合、すなわちアジマスずれが生じた場合について図 10 及び図 11 を参照して説明する。

図 10 は、本例の変位検出装置 1 においてスケール 2 がヘッド 3 に対してヨー方向に角度 θ で傾いた場合を示す説明図である。図 11 は、従来の変位検出装置のスケール 2 がヘッド 3 に対してヨー方向に角度 θ で傾いた場合を示す説明図である。

【0057】

図 11 に示すように、従来の変位検出装置では、受光部 12 が原点位置を示す回折格子上に配置される。すなわち、図 11 に示す例では、ホログラムレンズ 17 上に受光部 12 が配置され、受光部 12 は、相対位置検出用の受光部 31 に対して第 2 の方向 Y に Y 離れた位置に配置される。また、受光部 12 と相対位置検出用の受光部 31 は、第 1 の方向 X に長さ T_1 離れている。

10

【0058】

スケール 2 がヘッド 3 に対してヨー方向に角度 θ で傾いた場合、受光部 12 が検出する原点位置 X_1 と相対位置検出用の受光部 31 が検出した相対位置 X_0 の間隔は、長さ T_1 に対して、長さ $Y \cdot \sin \theta$ のずれが発生する。

【0059】

これに対して、図 10 に示すように、本例の変位検出装置 1 では、受光部 12 が、スケール 2 の中心線 2b 上に配置され、受光部 12 の第 2 の方向 Y の位置は、相対位置検出用の受光部 31 における第 2 の方向 Y の位置と一致している。そのため、本例の変位検出装置 1 では、受光部 12 と相対位置検出用の受光部 31 の第 2 の方向 Y の差 Y が 0 である ($Y = 0$)。これにより、スケール 2 がヘッド 3 に対してヨー方向に角度 θ で傾いても、受光部 12 が検出する原点位置 X_1 にずれが生じることがない。その結果、受光部 12 が検出する原点位置 X_1 と相対位置検出用の受光部 31 が検出した相対位置 X_0 の間隔は、常に一定の間隔 T_1 となる。

20

【0060】

2. 第 2 の実施の形態例

次に、図 12 及び図 13 を参照して第 3 の実施の形態例にかかる変位検出装置について説明する。

図 12 は、第 2 の実施の形態例にかかる変位検出装置を示す概略構成図である。

【0061】

この第 2 の実施の形態例にかかる変位検出装置 71 が第 1 の実施の形態例にかかる変位検出装置 1 と異なる点は、透過型のスケールを用いた点である。そのため、第 1 の実施の形態例にかかる変位検出装置 1 と共通する部分には同一の符号を付して重複した説明を省略する。

30

【0062】

図 12 に示すように、変位検出装置 71 は、スケール 72 と、ヘッド 73 とを有している。スケール 72 は、入射された光を透過させる透過型のスケールである。また、スケール 72 には、第 1 の実施の形態例にかかるスケール 2 と同様に、相対位置検出用の目盛が設けられている。また、ヘッド 73 には、相対位置検出用の目盛を用いて相対位置を検出するための相対位置用検出部を有している。

40

【0063】

ヘッド 73 は、スケール 72 における第 3 の方向 Z の一方と他方を覆うように配置される。ヘッド 73 は、光源 81 と、レンズ 83 と、反射ミラー 86 と、受光部 82 とを有している。

【0064】

光源 81、レンズ 83 及び受光部 82 は、スケール 72 における第 3 の方向 Z の一方に配置されている。光源 81 から出射された光 L1 は、レンズ 83 を介して平行光にコリメートされたスケール 72 に入射する。スケール 72 に入射した光 L1 は、スケール 72 を透過し、スケール 72 における第 3 の方向 Z の他方に出射される。

【0065】

50

反射ミラー 86 は、スケール 72 における第 3 の方向 Z の他方に配置されている。反射ミラー 86 は、スケール 72 を透過した光 L1 を再びスケール 72 に向けて反射させる。なお、反射ミラー 86 を用いた例を説明したが、反射型の回折格子を用いてもよい。これにより、回折角度を調整することでスケール 72 に反射させる角度を任意に設定することができる。

【0066】

また、スケール 72 には、ホログラムレンズ 87 が配置されている。ホログラムレンズ 87 は、透過型のホログラムレンズであり、透過した光を回折させて、集光する。また、ホログラムレンズ 87 の焦点 G は、受光部 82 が配置された位置に設定されている。このホログラムレンズ 87 には、反射ミラー 86 によって反射され、かつスケール 72 を透過した光 L1 が入射する。そして、ホログラムレンズ 87 は、受光部 82 に光 L1 を回折させて集光させる。

10

【0067】

図 13 は、スケール 72 がピッチ方向に傾いた場合、すなわちスケール 72 が第 3 の方向 Z に角度 θ で傾いた場合を示す説明図である。

図 13 に示すように、反射ミラー 86 と受光部 82 がヘッド 73 に設けられており、スケール 72 が傾いても、反射ミラー 86 と受光部 82 の位置関係は、変化しない。そのため、スケール 72 が第 3 の方向 Z に角度 θ で傾いても、反射ミラー 86 によって反射された光 L1 は、スケール 72 及びホログラムレンズ 87 を透過して受光部 82 に入射される。その結果、この第 2 の実施の形態例にかかる変位検出装置 71 では、コーナーキューブを設けなくてもよい。

20

【0068】

その他の構成は、第 1 の実施の形態にかかる変位検出装置 1 と同様であるため、それらの説明は省略する。このような構成を有する変位検出装置 71 によっても、上述した第 1 の実施の形態例にかかる変位検出装置 1 と同様の作用効果を得ることができる。

【0069】

なお、本発明は上述しかつ図面に示した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。上述した実施の形態例では、光源から照射される光は、気体中だけでなく、液体中又は真空中の空間を飛ばして光を供給するようにしてもよい。

30

【0070】

また、上述した実施の形態例にかかる変位検出装置は、回折格子がその平面と平行をなして回転するロータリーエンコーダや、高さ方向の変位を検出する変位検出装置と組み合わせることで 3 次元の測定を行う変位検出装置等その他各種の変位検出装置に適用できるものである。

【0071】

なお、本明細書において、「平行」及び「直交」等の単語を使用したか、これらは厳密な「平行」及び「直交」のみを意味するものではなく、「平行」及び「直交」を含み、さらにその機能を発揮し得る範囲にある、「略平行」や「略直交」の状態であってもよい。

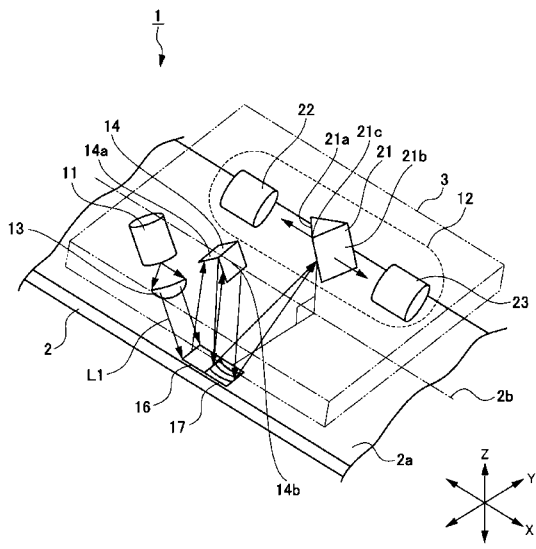
【符号の説明】

40

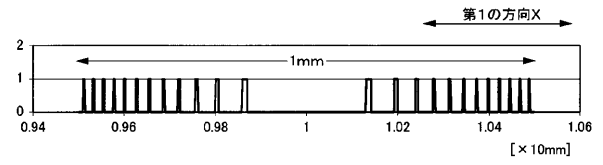
【0072】

1、71 ... 変位検出装置、 2、72 ... スケール、 2a ... 測定面、 2b ... 中心線、 3、73 ... ヘッド、 11、81 ... 光源、 12、82 ... 受光部、 13、83 ... レンズ、 14 ... コーナーキューブ、 14a ... 第 1 反射部、 14b ... 第 2 反射部、 16、86 ... 反射ミラー、 17、87 ... ホログラムレンズ、 17a ... 仮想ホログラムレンズ、 21 ... 反射部材、 21a ... 第 1 反射面、 21b ... 第 2 反射面、 21c ... 頂点、 22 ... 第 1 の受光素子、 23 ... 第 2 の受光素子、 24 ... 差動増幅器、 27 ... 絶対位置演算部、 31 ... 受光部 (相対位置検出用)、 G ... 焦点、 X1 ... 原点位置

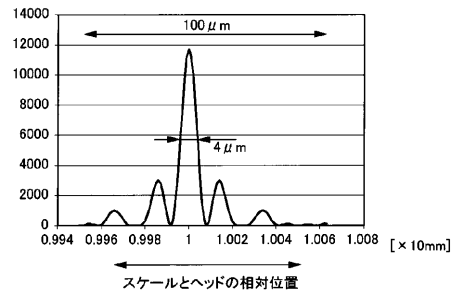
【 図 1 】



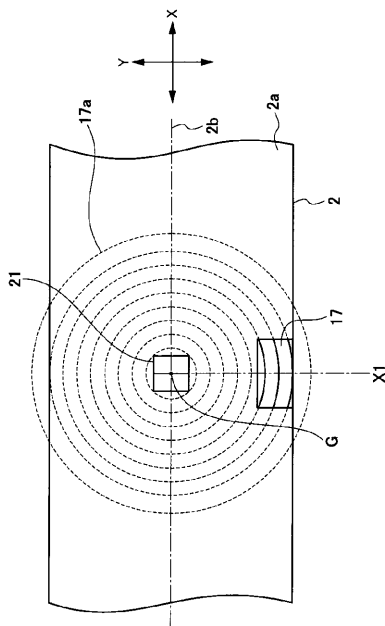
【 図 2 】



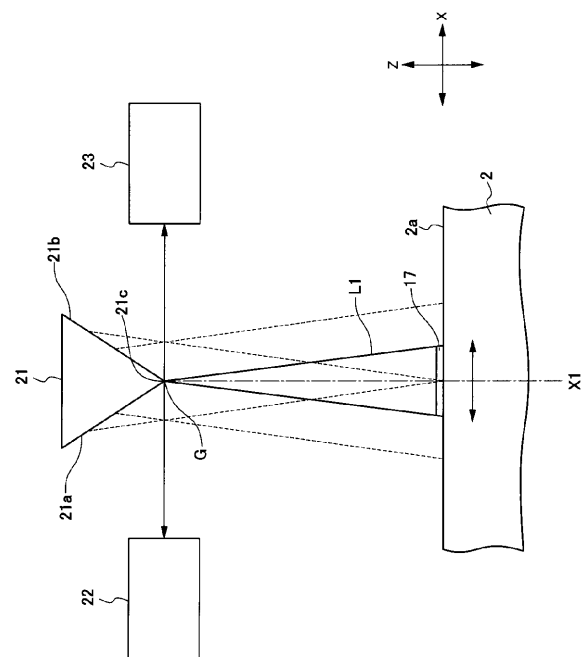
【 図 3 】



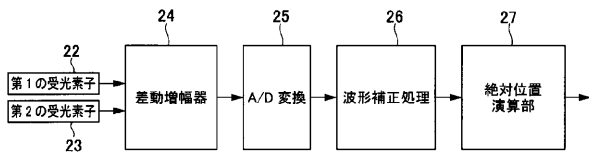
【 図 4 】



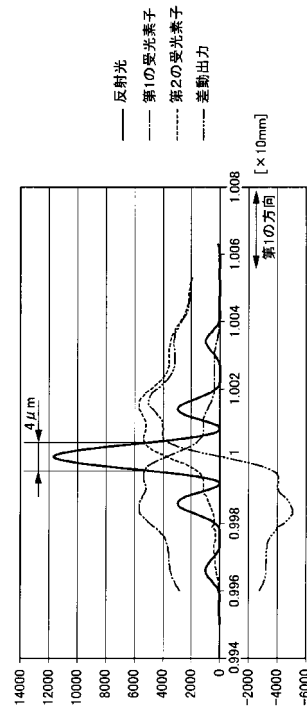
【 図 5 】



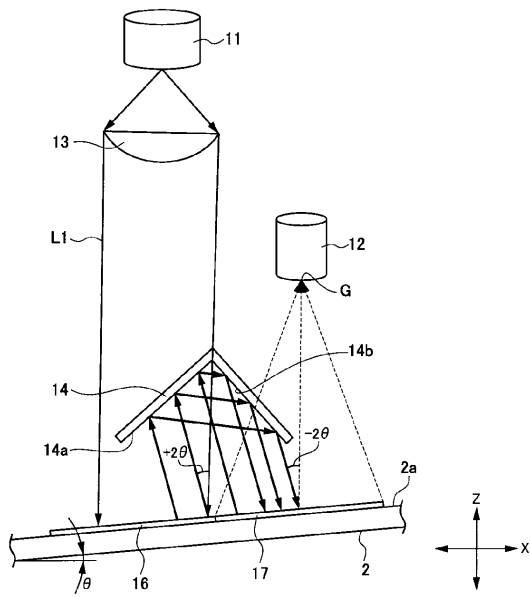
【 図 6 】



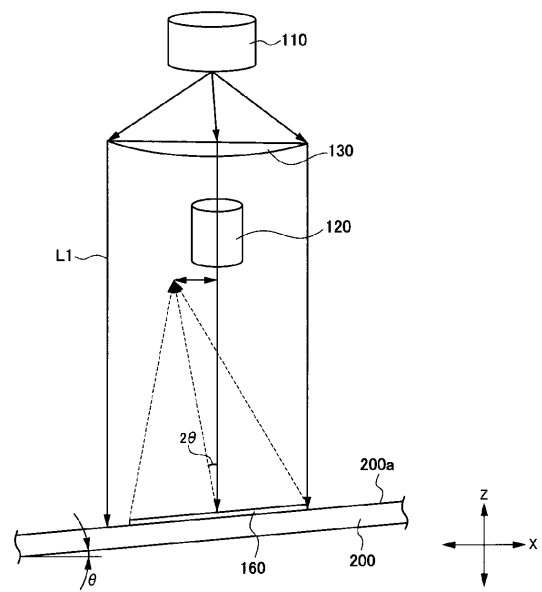
【 図 7 】



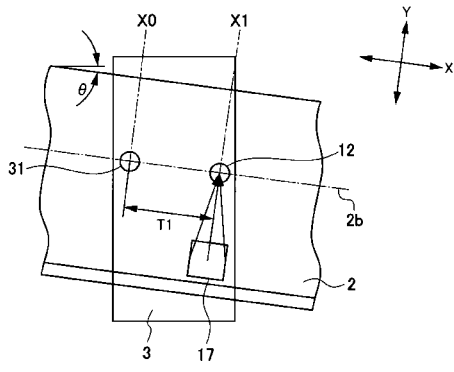
【 図 8 】



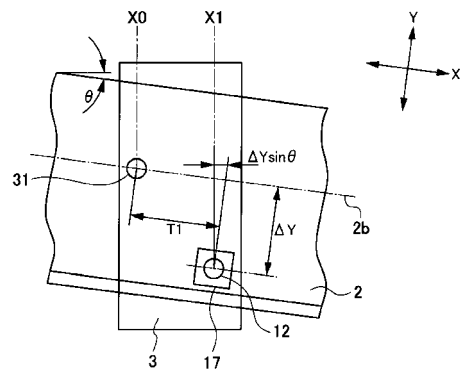
【 図 9 】



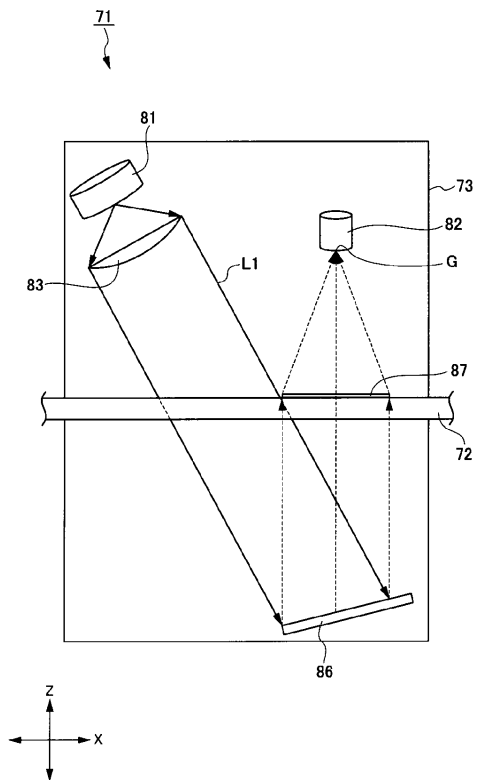
【図 10】



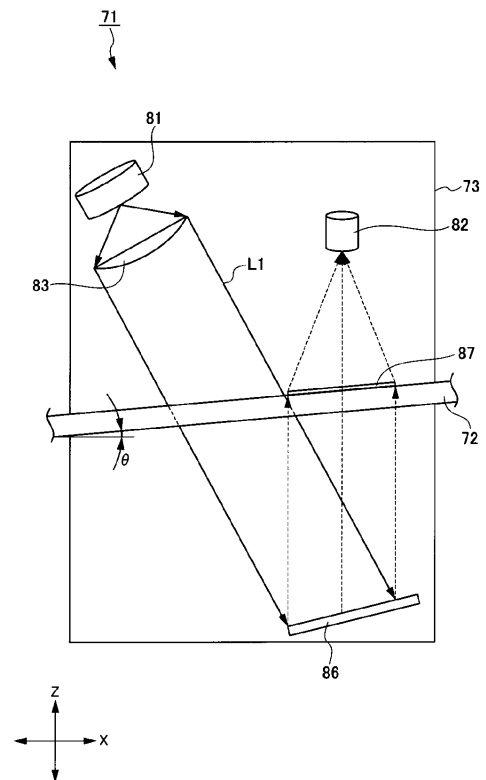
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F103 BA32 CA01 CA03 CA04 DA12 DA13 EA02 EA12 EA15 EB02
EB06 EB12 EB13 EB32 EC01 ED02 ED27