

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5850710号  
(P5850710)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.

GO1D 5/347 (2006.01)

F I

GO1D 5/347 110C

請求項の数 10 (全 15 頁)

|           |                               |           |                   |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-243971 (P2011-243971)  | (73) 特許権者 | 000001007         |
| (22) 出願日  | 平成23年11月7日 (2011.11.7)        |           | キヤノン株式会社          |
| (65) 公開番号 | 特開2013-101007 (P2013-101007A) |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43) 公開日  | 平成25年5月23日 (2013.5.23)        | (74) 代理人  | 100076428         |
| 審査請求日     | 平成26年9月26日 (2014.9.26)        |           | 弁理士 大塚 康德         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100112508         |
|           |                               |           | 弁理士 高柳 司郎         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100115071         |
|           |                               |           | 弁理士 大塚 康弘         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100116894         |
|           |                               |           | 弁理士 木村 秀二         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100130409         |
|           |                               |           | 弁理士 下山 治          |
|           |                               | (74) 代理人  | 100134175         |
|           |                               |           | 弁理士 永川 行光         |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンコーダ用反射型光学式スケール及び反射型光学式エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下地部材に第 1 領域と第 2 領域とが交互に配置されたエンコーダ用反射型光学式スケールであって、

前記第 1 領域は、前記下地部材の上に配され波長 の光を反射する反射部材と、前記反射部材の上に配された第 1 材料で構成された第 1 層と、前記第 1 層の上に配された第 2 材料で構成された第 2 層と、を有し、

前記第 2 領域は、前記下地部材の上に、前記第 1 材料で構成された層を介することなく配された前記第 2 材料で構成された層を有し、

前記第 1 材料および前記第 2 材料は、波長 の光について透過性を有し、  
前記第 1 材料は、前記反射部材および前記第 2 材料よりも波長 の光の屈折率が低く、  
前記第 2 材料は、前記下地部材よりも波長 の光の屈折率が低く、  
前記第 1 層および前記第 2 層の光学膜厚は、前記第 1 領域の方が前記第 2 領域よりも波長 の光の反射率が大きくなるように設けられている、

ことを特徴とするエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 2】

波長 は、赤外光の波長である、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 3】

前記第 1 層の光学膜厚は、 $2 \leq t_1 \leq 9$  の範囲内であり、

前記第 2 層の光学膜厚は、 $\lambda/4 \pm \lambda/4$  の範囲内である、  
 ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 4】

前記下地部材は、シリコン基板、又は、前記光について透過性を有する基板の上にクロム、チタン、ニッケル、鉄、及び白金のうち少なくともいずれか一つを含む膜が形成された部材である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 5】

前記第 1 材料は、酸化シリコンまたはフッ化マグネシウムであり、

前記第 2 材料は、酸化チタン、五酸化タンタル、酸化ジルコニウム、五酸化ニオブ、酸化アルミニウム、または、酸化ランタンと酸化チタンとの混合材料である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 6】

前記反射部材は、アルミニウムまたはアルミニウム合金である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 7】

前記下地部材はシリコン基板であり、

前記第 1 材料は、酸化シリコンであり、

前記第 2 材料は、酸化チタンである、

ことを特徴とする請求項 6 に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 8】

前記反射部材の側面および前記第 1 層の側面は、同一面を形成している、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 9】

前記反射部材の側面、前記第 1 層の側面および前記第 1 領域を構成する前記第 2 層の側面は、同一面を形成している、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケール。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載のエンコーダ用反射型光学式スケールと、

前記スケールに波長  $\lambda$  の光を照射する光源と、

前記光源の前記スケールからの反射光を検出する光検出器と、を備える、

ことを特徴とする反射型光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンコーダ用反射型光学式スケール及び反射型光学式エンコーダに関する。

【背景技術】

【0002】

位置情報を取得するために使用される反射型光学式エンコーダは、反射型光学式スケール、このスケールに光を照射する LED 等の光源、及びこのスケールからの反射光を検出する光検出器を含む。反射型光学式スケールは、反射領域と非反射領域が交互に配置され、反射領域における光の反射率は、非反射領域における光の反射率よりも高い。これにより、スケールからの反射光は、このスケールと対向して配された光検出器において縞状の像を生成する。光検出器は、このスケールの位置が測長方向に移動することによって生じ

10

20

30

40

50

るこの縞の位相変化を検出する。反射型光学式エンコーダは、検出された縞の位相変化にしたがって、このスケールの位置の変位情報を処理し、位置情報を取得しうる。

【 0 0 0 3 】

このスケールからの反射光による縞の検出を高精度化する方法の一つは、この縞のコントラスト（濃淡）を高くすることである。これにより、光検出器による誤検出を防ぎ、検出精度が向上しうる。特許文献 1 には、シリコン基板と、該シリコン基板の上に周期的に形成された凸部とを有し、該凸部はシリコン酸化膜と、該シリコン酸化膜の上に形成された単結晶シリコン層と、を有するスケールが開示されている。特許文献 1 によれば、凹部と凸部のそれぞれにおいて反射された光により形成される縞を検出することが可能である。また、特許文献 2 には、金属膜（反射領域）と黒下地層（非反射領域）と、が格子状に配され、その上をこれらの中間の光の屈折率を有する反射防止膜によって覆ったスケールが開示されている。特許文献 2 によれば、この反射防止膜は、反射領域に対しては光の反射防止として機能しない一方で、非反射領域に対しては光を吸収し、反射光による縞のコントラストが高くなる。また、特許文献 3 には、透明基板の上に設けられた反射防止膜の上に、反射領域と非反射領域のうち反射領域に反射格子を設けたスケールが開示されている。特許文献 3 によれば、検出器の受光量のうち、反射格子以外からの反射光量、特に透明基板から反射した不要な光量を低減し、精度の高い検出信号を生成することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 0 2 8 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 1 7 0 2 8 6 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 2 8 8 6 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献 1 に開示されたスケールでは、凹部はシリコン基板、凸部は単結晶シリコンであるため、光源として L E D を用いた場合の光の波長帯域においては、光検出器が検出しうる程度の光の反射率を確保することが容易ではない。特許文献 2 に開示されたスケールでは、金属膜（反射領域）をも反射防止膜によって覆うため、この領域における光の反射率の低下を完全に防ぐことは難しい。また、特許文献 3 に開示されたスケールでは、反射領域および非反射領域における光の反射率が如何なるものかが開示されていない。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、スケールからの反射光による像のコントラストを高くすることにより、光検出器の誤検出を防ぐことにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の一つの側面は、下地部材に第 1 領域と第 2 領域とが交互に配置されたエンコーダ用反射型光学式スケールであって、前記第 1 領域は、前記下地部材の上に配され波長の光を反射する反射部材と、前記反射部材の上に配された第 1 材料で構成された第 1 層と、前記第 1 層の上に配された第 2 材料で構成された第 2 層と、を有し、前記第 2 領域は、前記下地部材の上に、前記第 1 材料で構成された層を介することなく配された前記第 2 材料で構成された層を有し、前記第 1 材料および前記第 2 材料は、波長の光について透過性を有し、前記第 1 材料は、前記反射部材および前記第 2 材料よりも波長の光の屈折率が低く、前記第 2 材料は、前記下地部材よりも前記波長の光の屈折率が低く、前記第 1 層および前記第 2 層の光学膜厚は、前記第 1 領域の方が前記第 2 領域よりも波長の光の反射率が大きくなるように設けられている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、スケールからの反射光による像のコントラストを高くすることができ、光検出器の誤検出を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】反射型光学式エンコーダの構成を説明する概略図。

【図2】反射型光学式エンコーダの構成の説明を補足する図。

【図3】本発明の反射型光学式スケールの構成の例を説明する図。

【図4】反射型光学式スケールにおいて反射した光の像を説明する図。

【図5】第1材料の光学膜厚と第1領域の光の反射率の関係をプロットした図。

【図6】本発明の反射型光学式スケールによる効果を比較した図。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

<第1実施形態>

図1～6を参照しながら、本発明の第1実施形態のエンコーダ用反射型光学式スケール1を説明する。図1は、反射型光学式エンコーダ100を説明する概略図である。反射型光学式エンコーダ100は、反射型光学式スケール1と、検出ヘッド90と、を含む。反射型光学式スケール1と検出ヘッド90は、互いに対向するように配されうる。図1(a)では、反射型光学式スケール1が下に描かれ、検出ヘッド90が上に描かれている。図1(b)では、反射型光学式スケール1が上に描かれ、検出ヘッド90が下に描かれている。検出ヘッド90は、光源91および光検出器92、並びにこれらを含む検出基板93を備える。光源91は、例えば、発光面が小さく単一波長の光を照射しうる点光源LEDである。以下の実施形態においては、光源91が波長 $\lambda = 850\text{nm}$ 程度の赤外LEDの場合を考える。また、光源91は、発光光を平行光としうるコリメータレンズを含んでもよい。光検出器92は、例えば、複数のフォトダイオードが所定の間隔で配置されて構成されうる。また、光検出器92は、複数のフォトダイオードの出力信号を変換し又は増幅する周辺回路を含んでもよい。図2には、反射型光学式エンコーダ100を他の角度からみた平面図を示す。

20

【0011】

図3(a)は、本発明の第1実施形態の反射型光学式スケール1を示す。反射型光学式スケール1は、下地部材30に第1領域10と第2領域20とが交互に配置されて構成されうる。第1領域10は、波長 $\lambda$ の光の反射率が第2領域20よりも高い。これにより、光源91から照射され反射型光学式スケール1において反射された光は、反射型光学式スケール1と対向して配された検出ヘッド90において、具体的には光検出器92において、図4に例示されるような縞状の像110を生成する。図4では、像110に対応する光量を模式的に示したグラフを示している。ここで、反射型光学式スケール1が検出ヘッド90に対して相対的にx軸方向に(測長方向に)移動したときは、この縞状の像110はその2倍の距離だけシフトしうる。したがって、反射型光学式スケール1に含まれる第1領域10および第2領域20がPの間隔で配置された場合は、光検出器92に含まれる複数のフォトダイオードは、例えば、2Pの間隔で配置されればよい。これによって、反射光の像110の光量(図4)は、光検出器92によって検出されうる。なお、第1領域10と第2領域20の間隔と、縞状の像の間隔との関係は、光源91等の距離に対応して変化するため、フォトダイオードの配置間隔は2Pに限るものではない。

30

40

【0012】

下地部材30の表面は、波長 $\lambda$ の光源91の波長帯域において、光吸収性を有することが望ましい。下地部材30には、例えば、単結晶シリコン基板が用いられうる。半導体デバイス製造プロセスで用いられうるウエハの厚さは $600 \sim 750\mu\text{m}$ が標準的であり、光源91から照射された光がこのシリコン基板を透過することではなく、エンコーダ100の誤動作等の原因とはならない。また、シリコン基板の光 $\lambda = 850\text{nm}$ 程度。以下、同様とする。)の屈折率は3.83程度である。

【0013】

50

反射部材 40 には、例えば、アルミニウムやアルミニウム合金のような、反射性を有する金属材料が用いられうる。アルミニウム合金は、例えば、アルミニウムにシリコンや銅などがドーピングされたものが挙げられる。反射部材 40 は、下地部材 30 の上にスパッタリング法などによりアルミニウムまたはアルミニウム合金の層を形成し、第 1 領域 10 と第 2 領域 20 のうち第 2 領域 20 をエッチングすることにより下地部材 30 を露出させることにより形成される。本実施形態においては、反射部材 40 として、アルミニウムにシリコンを約 1 % ドーピングしたアルミニウム - シリコン部材を用いた。アルミニウム - シリコン部材の光の屈折率は 2 . 08 程度である。また、反射部材 40 は、下地部材 30 よりも光の屈折率が小さいことが望ましい。

#### 【0014】

10

第 1 領域 10 は、下地部材 30 の上に配された反射部材 40 と、反射部材 40 の上に配された第 1 材料で構成された層 50 と、第 1 材料で構成された層 50 の上に配された第 2 材料で構成された層 60 と、で構成される。第 2 領域 20 は、下地部材 30 の上に配された第 2 材料で構成された層 60 で構成される。また、第 1 材料および第 2 材料は、波長の光について透過性を有する。また、第 1 材料の光の屈折率は、反射部材 40 や第 2 材料の光の屈折率よりも小さいことを要し、第 2 材料の光の屈折率は、下地部材 30 の光の屈折率よりも小さいことを要する。

#### 【0015】

第 1 材料としては、例えば、酸化シリコン、フッ化マグネシウムが用いられうる。本実施形態においては、酸化シリコンを用いた。酸化シリコンの層（第 1 材料で構成された層 50）は、下地部材 30 の上の第 1 領域 10 に反射部材 40 を形成した後、反射部材 40 の上に形成される。この形成方法としては、例えば、スパッタリング法などにより酸化シリコンの層を形成し、第 1 領域 10 と第 2 領域 20 のうち第 2 領域 20 をエッチングすることにより、反射部材 40 の上に酸化シリコンの層（第 1 材料で構成された層 50）が形成されうる。また、別の形成方法としては、反射部材となるアルミニウムまたはアルミニウム合金の層の上に酸化シリコンの層を形成してから、それらをエッチングして、反射部材 40 と酸化シリコンの層 50 を形成してもよい。酸化シリコンの光の屈折率は 1 . 45 程度である。

20

#### 【0016】

第 2 材料としては、例えば、酸化チタン、五酸化タンタル、酸化ジルコニウム、五酸化ニオブ、または酸化アルミニウムのような材料、もしくは酸化ランタンと酸化チタンの混合材料が用いられうる。本実施形態においては、酸化チタンを用いた。酸化チタンの層（第 2 材料で構成された層 60）は、下地部材 30 の上に反射部材 40 が形成された後、第 1 領域 10 および第 2 領域 20 に、例えば、スパッタリング法などを経ることにより形成されうる。酸化チタンの光の屈折率は 2 . 25 程度である。

30

#### 【0017】

また、第 1 領域 10 の方が第 2 領域 20 よりも波長の光の反射率が大きくなるように、第 1 材料および第 2 材料の光学膜厚（屈折率と膜厚の積）を設けることができる。図 5 は、横軸を第 1 材料の光学膜厚とし、縦軸を第 1 領域の反射率とした、第 1 材料の光学膜厚と第 1 領域の反射率の関係をプロットしたシミュレーション結果である。図中には、後述の第 2 実施形態、第 3 実施形態、および比較例についてもプロットされている。このプロット図によると、第 1 材料で構成された層 50 は、その光学膜厚が  $2 / 9 \pm 1 / 9$  の範囲であるときに、第 1 領域 10 において、入射光を最も効果的に反射しうる。したがって、第 1 材料である酸化シリコンで構成された層 50 の厚みの最適値は 130 nm である。一方で、第 2 材料で構成された層 60 は、その光学膜厚が  $1 / 4 \pm 1 / 4$  の範囲であるときに、第 2 領域 20 において、入射光の反射を効果的に防止しうる。特に、第 2 材料の光学膜厚が  $1 / 4 \pm 1 / 8$  の範囲であるときは、光の反射がより効果的に防止されうる。これは、第 2 領域 20 において、第 2 材料で構成された層 60 の表面で反射される光と、下地部材 30 と第 2 材料で構成された層 60 の界面で反射される光と、が逆位相となって互いに打ち消しあうことにより得られる効果である。したがって、第 2 材料である酸化チ

40

50

タンで構成された層 6 0 の厚みの最適値は 9 4 n m である。第 1 材料及び第 2 材料、並びにこれらの光学膜厚は、例えば、まず、第 2 領域 6 0 において光の反射を効果的に防止しうる条件から第 2 材料とその光学膜厚を定めることができる。その後、この定めた結果に基づいて、第 1 領域 5 0 において光を反射する条件から第 1 材料とその光学膜厚を定めることができる。

#### 【 0 0 1 8 】

このように、第 1 領域 1 0 の反射部材 4 0 の上には 2 種類の無機誘電体で構成される層が形成され、第 2 領域 2 0 の下地部材 3 0 の上には 1 種類の無機誘電体で構成される層が形成されうる。1 種類の無機誘電体で構成される層では、光を反射する層または光の反射を防止する層のいずれか一方が実現されうる。そこで本発明は、第 1 材料と第 2 材料を用意し、第 1 領域 1 0 と第 2 領域 2 0 のそれぞれに無機誘電体で構成される層を形成することにより、光を反射する層及び光の反射を防止する層の両方を実現している。即ち、第 1 領域 1 0 においては光を反射する層として機能するように 2 種類の無機誘電体で構成される層を設けた。また、第 2 領域 2 0 においては光の反射を防止する層として機能するように 1 種類の無機誘電体で構成される層を設けた。これにより、第 1 領域 1 0 の光の反射率を高く、第 2 領域 2 0 の光の反射率を低くすることが可能となる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 6 ( a ) は、本実施形態の反射型光学式スケール 1 を、第 1 比較例と第 2 比較例と比較した結果を表にしたものである。図中には、スケールの構成 ( 下地部材、反射部材など ) 、第 1 領域および第 2 領域の反射率、および反射率の比 ( 第 1 領域の反射率 / 第 2 領域の反射率 ) を、本実施形態、第 1 比較例、および第 2 比較例について、それぞれ示す。第 1 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、第 1 材料で構成された層 5 0 及び第 2 材料で構成された層 6 0 を設けない場合である。第 2 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、これらを含むスケールの表面の全体にわたって、第 2 材料である酸化チタンで構成される層 ( 光学膜厚 / 4 、厚さ 9 4 n m ) を形成した場合である。

#### 【 0 0 2 0 】

本実施形態は、第 1 材料で構成された層 5 0 及び第 2 材料で構成された層 6 0 を設けない第 1 比較例と比べて、第 1 領域 1 0 の反射率は上昇し、第 2 領域 2 0 の反射率は減少し、反射率の比において 2 0 倍ほど高い値を示している。また、第 2 材料である酸化チタンの層を用いて第 2 領域に対して反射を防止する構成を採用する第 2 比較例では、第 1 領域における反射率が損なわれている。そのため、本実施形態は、第 2 比較例と比べて反射率の比において 1 . 6 倍ほど高い値を示している。即ち、本実施形態の反射型光学式スケール 1 を用いることにより、スケール 1 からの反射光により光検出器 9 2 に生成されうる像のコントラストは高くなる。

#### 【 0 0 2 1 】

##### < 第 2 実施形態 >

下地部材 3 0 の他の例として、光について透過性を有する基板の上にクロム、チタン、ニッケル、鉄、及び白金のうち少なくともいずれか一つを含む膜が形成された部材を用いてもよい。この場合は、光源 9 1 からの入射光が透過しない程度の厚さの金属膜を形成することを要する。図 3 ( b ) は、本発明の第 2 実施形態の反射型光学式スケール 2 である。本実施形態においては、下地部材 3 0 として、ガラス基板 7 0 の上にクロムの金属膜 8 0 を形成した部材を用いた。クロムの金属膜 8 0 の厚さは 1 0 0 n m 以上で形成した。したがって、光源 9 1 から照射された光がこの金属膜 8 0 を透過することはなく、エンコーダ 1 0 0 の誤動作等の原因とはならない。クロムの金属膜 8 0 の光の屈折率は 4 . 3 1 程度である。

#### 【 0 0 2 2 】

図 6 ( b ) は、前述の第 1 実施形態と同様にして、本実施形態のエンコーダ用反射型光学式スケール 2 を、第 3 比較例と第 4 比較例と比較した結果を表にしたものである。

第 3 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、第 1 材料

10

20

30

40

50

で構成された層 5 0 及び第 2 材料で構成された層 6 0 を設けない場合である。第 4 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、これらを含むスケールの表面の全体にわたって、第 2 材料である酸化チタンで構成される層（光学膜厚 / 4、厚さ 9 4 n m）を形成した場合である。

#### 【 0 0 2 3 】

本実施形態は、第 1 材料で構成された層 5 0 及び第 2 材料で構成された層 6 0 を設けない第 3 比較例と比べて、第 1 領域 1 0 の反射率は上昇し、第 2 領域 2 0 の反射率は減少し、反射率の比において 3 . 8 倍ほど高い値を示している。また、第 2 材料である酸化チタンの層を用いて第 2 領域に対して反射を防止する構成を採用する第 4 比較例では、第 1 領域における反射率が損なわれている。そのため、本実施形態は、第 4 比較例と比べて反射率の比において 1 . 6 倍ほど高い値を示している。即ち、本実施形態の反射型光学式スケール 2 を用いることにより、スケール 2 からの反射光により光検出器 9 2 に生成されうる像のコントラストは高くなる。

#### 【 0 0 2 4 】

##### < 第 3 実施形態 >

第 2 実施形態のように、下地部材 3 0 の他の例として、ガラス等の基板の上に金属膜を形成した部材を用いる場合は、金属膜の材料に、例えば、ニッケル、鉄、白金のような、安価で高い屈折率を有する材料を選ぶことも可能である。図 3 ( c ) は、本発明の第 3 実施形態のエンコーダ用反射型光学式スケール 3 である。本実施形態においては、下地部材 3 0 として、ガラス基板 7 0 の上にチタンの金属膜 8 1 を形成した部材を用いた。チタンの金属膜 8 1 の厚さは 1 0 0 n m 以上で形成した。クロムの金属膜を形成した第 2 実施形態と比べて、光の透過率を 0 . 1 % 以下に抑えることが可能である。したがって、光源 9 1 から照射された光がこの金属膜 8 1 を透過することはなく、エンコーダ 1 0 0 の誤動作等の原因とはならない。チタンの金属膜 8 1 の光の屈折率は 3 . 2 4 程度である。

#### 【 0 0 2 5 】

また、本実施形態においては、第 1 材料としてフッ化マグネシウムを、第 2 材料として酸化アルミニウムを用いた。第 1 材料であるフッ化マグネシウムの層 5 1 は、下地部材 3 0 の上にアルミニウム合金で反射部材 4 0 を形成した後、反射部材 4 0 の上に形成される。この形成方法としては、例えば、スパッタリング法などによりフッ化マグネシウムの層を形成し、第 1 領域 1 0 と第 2 領域 2 0 のうち第 2 領域 2 0 をエッチングすることにより、反射部材 4 0 の上にフッ化マグネシウムの層 5 1 が形成される。酸化シリコンの屈折率はほぼ 1 . 3 7 である。従って、第 1 材料であるフッ化マグネシウムの層 5 1 の厚みの最適値は 1 3 6 n m である。第 2 材料である酸化アルミニウムの層 6 1 は、反射部材 4 0 を形成した下地部材 3 0 の上に、例えば、スパッタリング法などにより形成される。酸化アルミニウムの屈折率はほぼ 1 . 6 6 である。従って、第 2 材料である酸化アルミニウムの層 6 1 の厚みの最適値は 1 2 8 n m である。

#### 【 0 0 2 6 】

図 6 ( c ) は、前述の第 1 実施形態および第 2 実施形態と同様にして、本実施形態の反射型光学式スケール 3 を、第 5 比較例と第 6 比較例と比較した結果を表にしたものである。

第 5 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、第 1 材料で構成された層 5 1 及び第 2 材料で構成された層 6 1 を設けない場合である。第 6 比較例は、下地部材 3 0 と反射部材 4 0 については本実施形態と同じとし、これらを含むスケールの表面の全体にわたって、第 2 材料である酸化アルミニウムで構成される層（光学膜厚 / 4、厚さ 1 2 8 n m）を形成した場合である。

#### 【 0 0 2 7 】

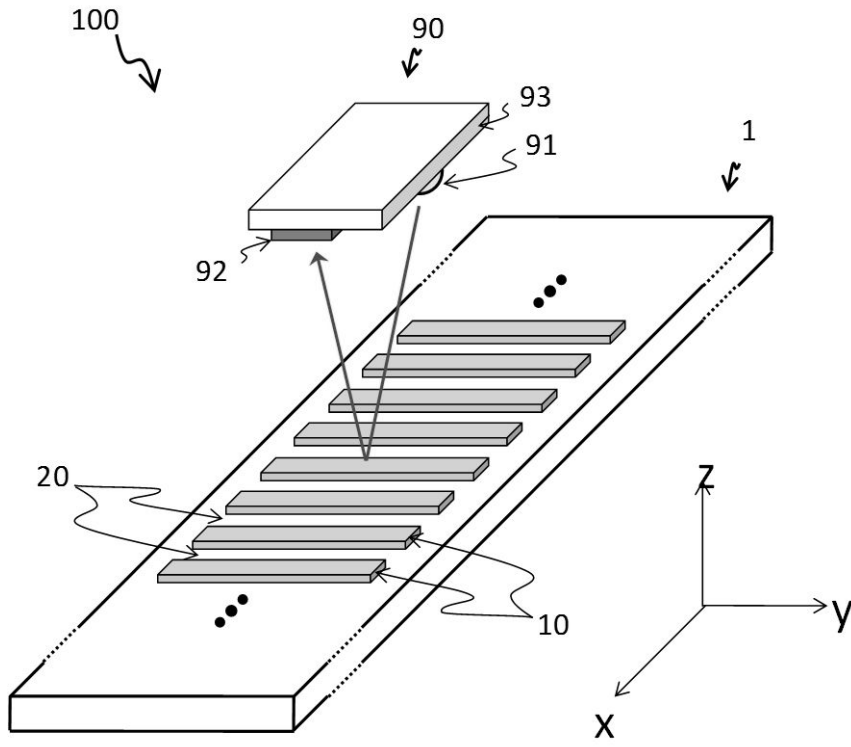
本実施形態は、第 1 材料で構成された層 5 1 及び第 2 材料で構成された層 6 1 を設けない第 5 比較例と比べて、第 1 領域 1 0 の反射率は上昇し、第 2 領域 2 0 の反射率は減少し、反射率の比において 2 . 1 倍ほど高い値を示している。また、第 2 材料である酸化チタンの層を用いて第 2 領域に対して反射を防止する構成を採用する第 6 比較例では、第 1 領

域における反射率が損なわれている。そのため、本実施形態は、第 6 比較例と比べて反射率の比において 1 . 3 倍ほど高い値を示している。即ち、本実施形態の反射型光学式スケール 3 を用いることにより、スケール 3 からの反射光により光検出器 9 2 に生成されうる縞状の像のコントラストは高くなる。

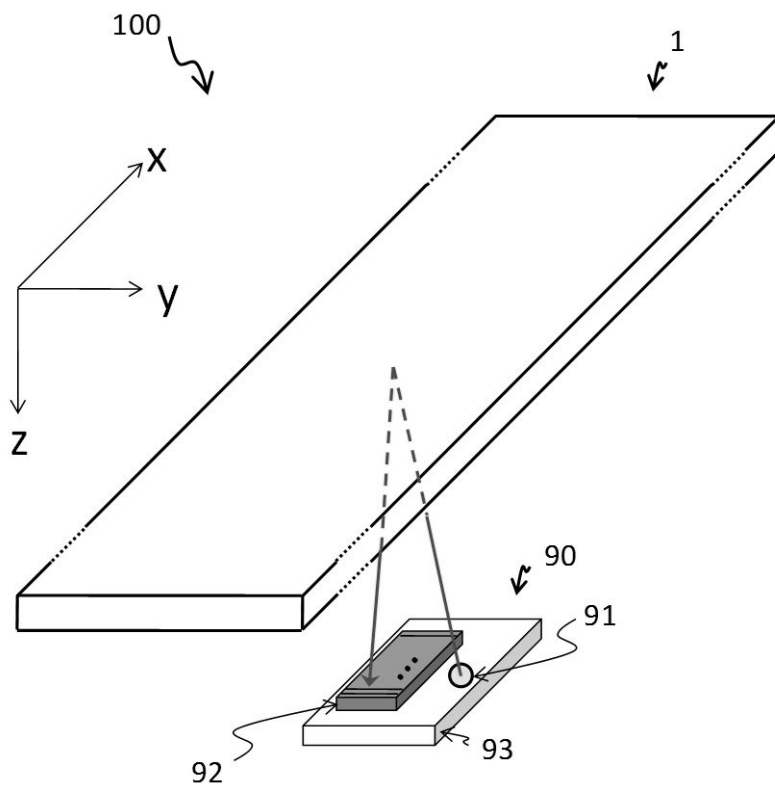
【 0 0 2 8 】

以上の 3 つの実施形態を述べたが、本発明はこれらに限られるものではなく、目的、状態、用途、機能、およびその他の仕様の変更が適宜可能であり、他の実施形態によっても実施されうることは言うまでもない。

【図1】

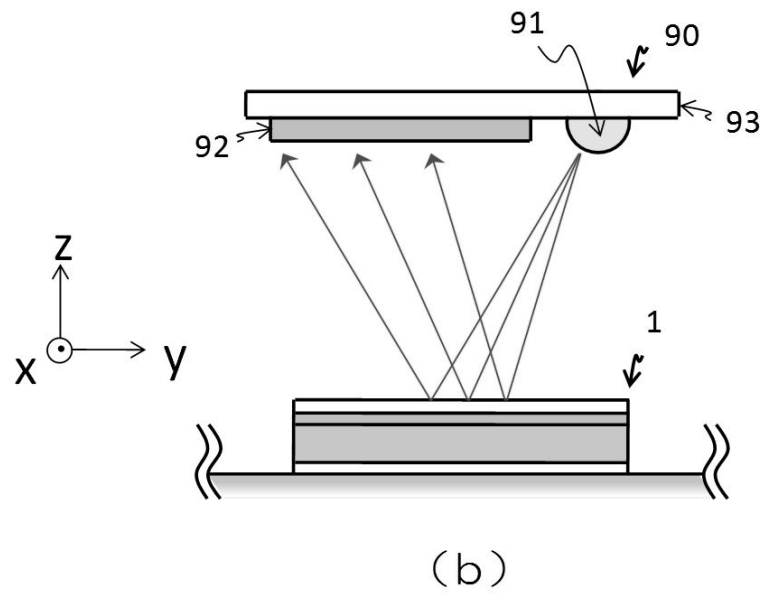
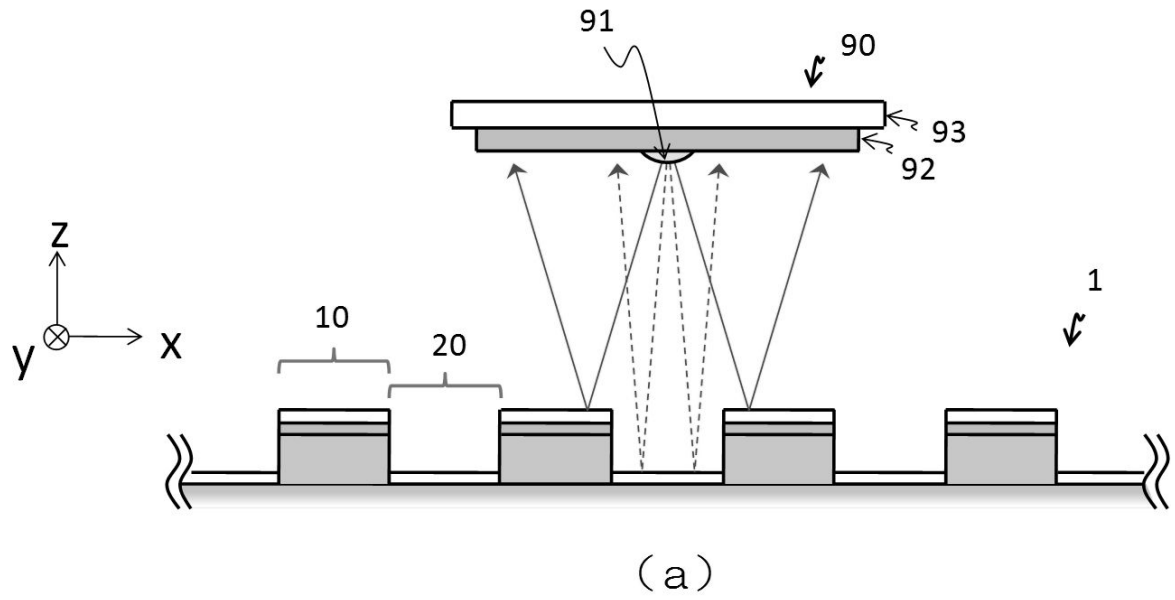


(a)

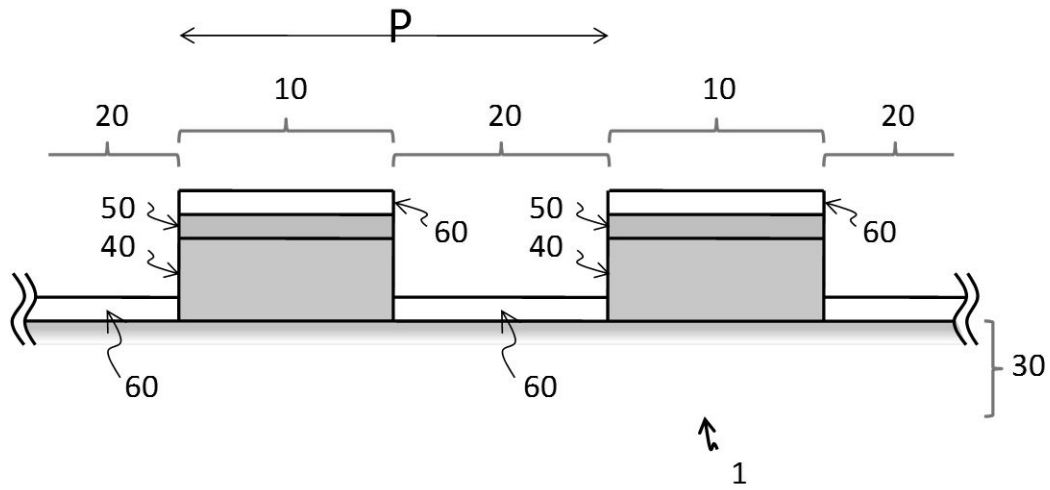


(b)

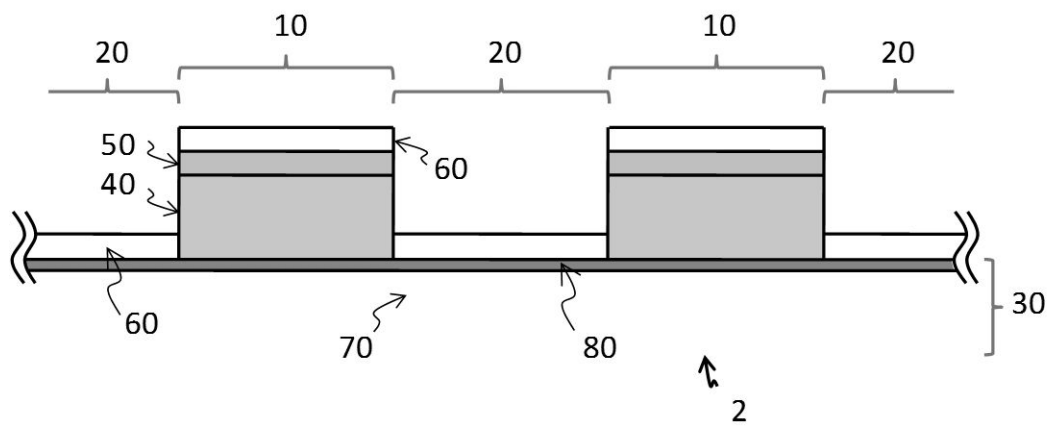
【図2】



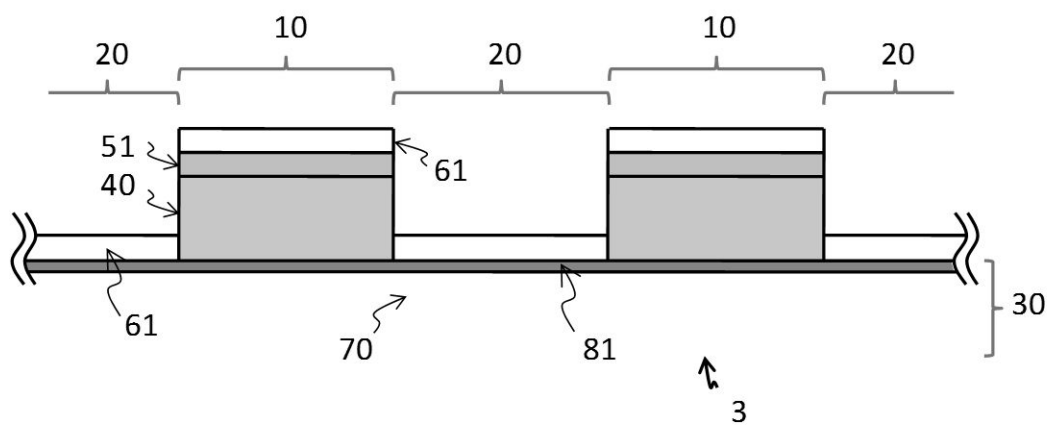
【図 3】



(a)

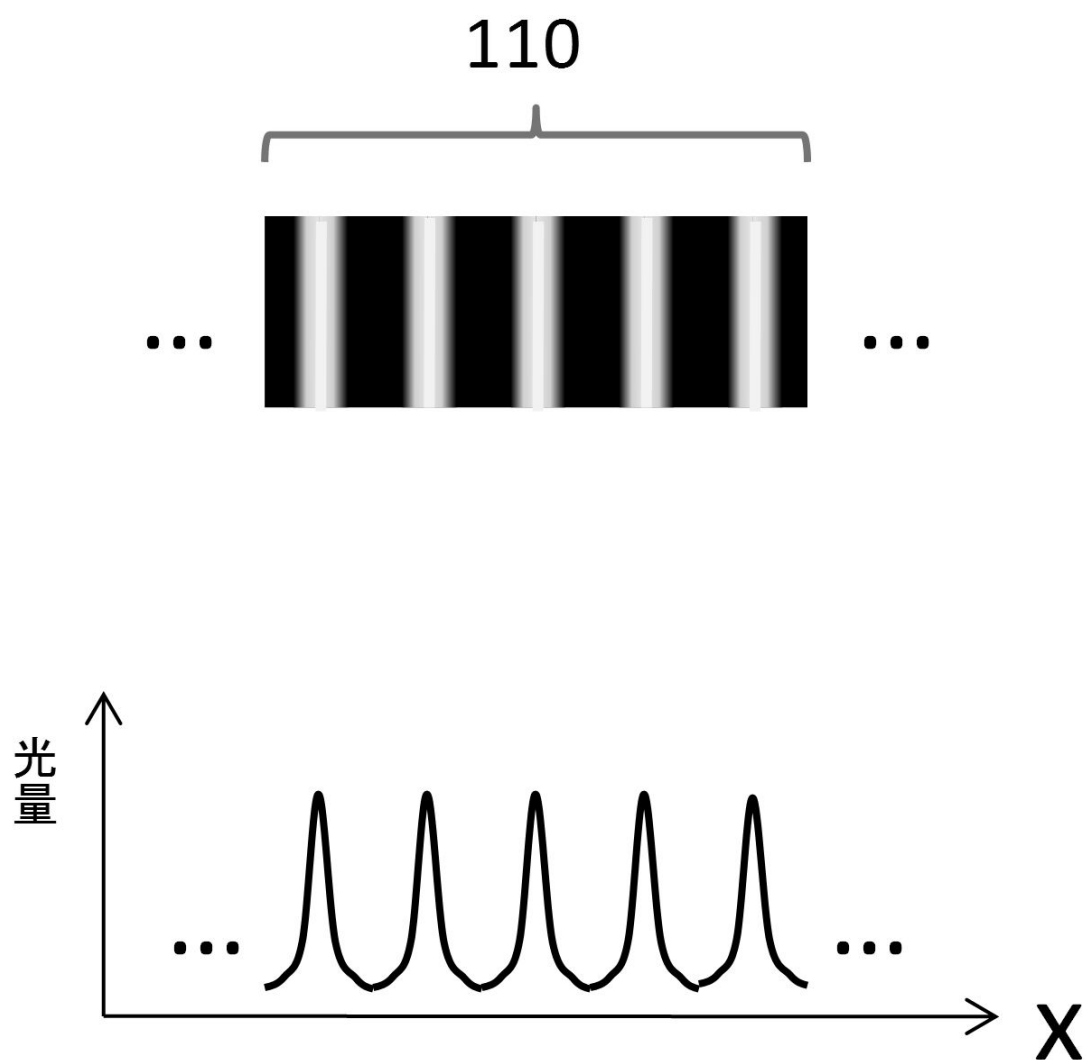


(b)



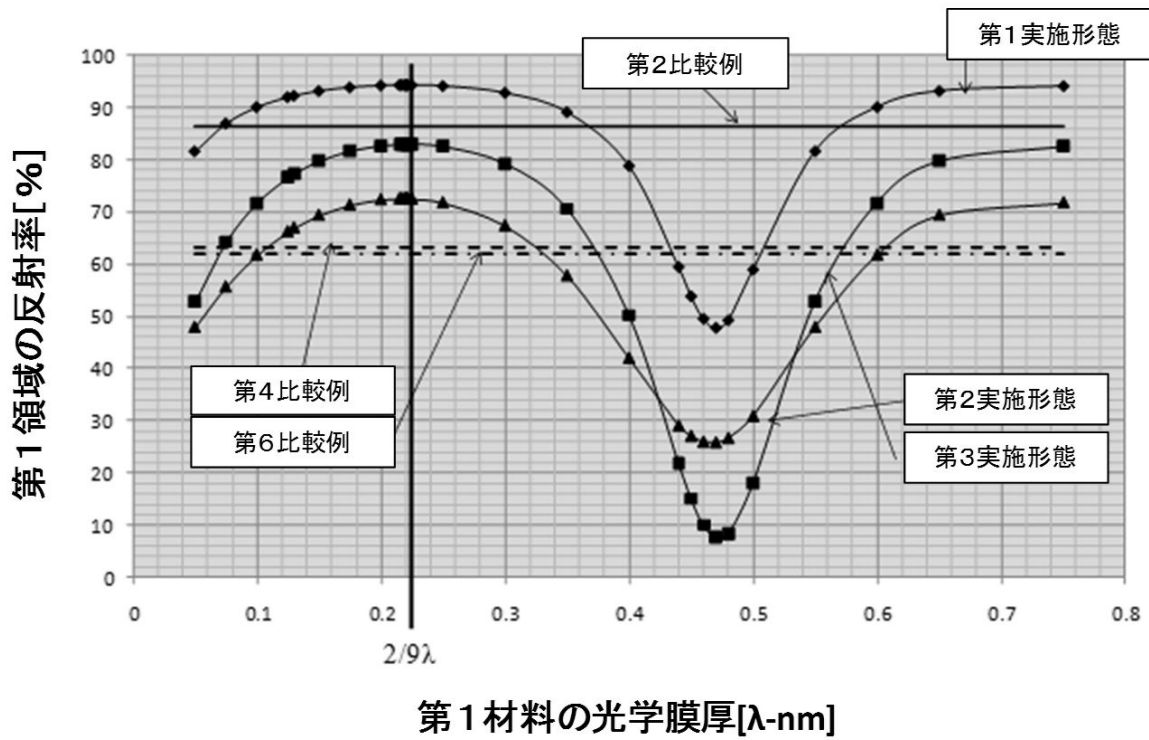
(c)

【図4】



【図5】

## 第1材料の光学膜厚と第1領域の反射率の関係



【図6】

|         |             | 第1実施形態             | 第1比較例    | 第2比較例                   |
|---------|-------------|--------------------|----------|-------------------------|
| スケールの構成 | 下地部材        | シリコン基板             | シリコン基板   | シリコン基板                  |
|         | 反射部材        | アルミニウム合金           | アルミニウム合金 | アルミニウム合金                |
|         | 第1材料で構成された層 | 酸化シリコン<br>厚さ:129nm | なし       | 全面に<br>酸化チタン<br>厚さ:94nm |
|         | 第2材料で構成された層 | 酸化チタン<br>厚さ:94nm   | なし       |                         |
| 反射率[%]  | 第1領域        | 94.1               | 86.3     | 58.8                    |
|         | 第2領域        | 1.93               | 34.3     | 1.93                    |
| 反射率の比   | 第1領域／第2領域   | 48.8               | 2.52     | 30.5                    |

(a)

|         |             | 第2実施形態             | 第3比較例            | 第4比較例                   |
|---------|-------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| スケールの構成 | 下地部材        | クロム生膜<br>(ガラス基板)   | クロム生膜<br>(ガラス基板) | クロム生膜<br>(ガラス基板)        |
|         | 反射部材        | アルミニウム合金           | アルミニウム合金         | アルミニウム合金                |
|         | 第1材料で構成された層 | 酸化シリコン<br>厚さ:129nm | なし               | 全面に<br>酸化チタン<br>厚さ:94nm |
|         | 第2材料で構成された層 | 酸化チタン<br>厚さ:94nm   | なし               |                         |
| 反射率[%]  | 第1領域        | 94.1               | 86.3             | 58.8                    |
|         | 第2領域        | 18.0               | 63.2             | 18.0                    |
| 反射率の比   | 第1領域／第2領域   | 5.23               | 1.37             | 3.27                    |

(b)

|         |             | 第3実施形態                | 第5比較例            | 第6比較例                       |
|---------|-------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|
| スケールの構成 | 下地部材        | チタン生膜<br>(ガラス基板)      | チタン生膜<br>(ガラス基板) | チタン生膜<br>(ガラス基板)            |
|         | 反射部材        | アルミニウム合金              | アルミニウム合金         | アルミニウム合金                    |
|         | 第1材料で構成された層 | フッ化マグネシウム<br>厚さ:136nm | なし               | 全面に<br>酸化アルミニウム<br>厚さ:128nm |
|         | 第2材料で構成された層 | 酸化アルミニウム<br>厚さ:128nm  | なし               |                             |
| 反射率[%]  | 第1領域        | 90.5                  | 86.3             | 69.1                        |
|         | 第2領域        | 31.0                  | 61.8             | 31.0                        |
| 反射率の比   | 第1領域／第2領域   | 2.92                  | 1.40             | 2.23                        |

(c)

---

フロントページの続き

(72)発明者 水野 祐  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開2008-170286(JP,A)  
再公表特許第2004/074887(JP,A1)  
特表2004-514794(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01D 5/347