

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4726168号  
(P4726168)

(45) 発行日 平成23年7月20日 (2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月22日 (2011.4.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O A

請求項の数 3 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-104997 (P2001-104997)  
 (22) 出願日 平成13年4月3日 (2001.4.3)  
 (65) 公開番号 特開2002-5694 (P2002-5694A)  
 (43) 公開日 平成14年1月9日 (2002.1.9)  
 審査請求日 平成20年4月1日 (2008.4.1)  
 (31) 優先権主張番号 特願2000-115514 (P2000-115514)  
 (32) 優先日 平成12年4月17日 (2000.4.17)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 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  
 (72) 発明者 井垣 正彦  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学スケール及び光学式エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定型と可動型により成形される光学スケールであって、  
発光素子から発光される光束を反射し、反射光束を受光手段に導くための反射部と、  
軸を保持し、スケールを回転させるための軸保持部と、を有し、  
前記反射部は前記軸保持部と同一面側に配置され、前記軸保持部は前記固定型または可  
動型の一方により一体的に成形され、他方面側に型のスケールの中央部に対応する位置に  
注入ゲートを有し、透明樹脂を前記注入ゲートから注入することにより成形されることを  
特徴とする光学スケール。

【請求項 2】

前記軸保持部は前記光学スケールを回転させるための前記軸に取り付けるための有底凹  
形状部を有し、前記有底形状部の反対面に前記注入ゲートを設けたことを特徴とする請求  
項 1 に記載の光学スケール。

【請求項 3】

発光素子と、  
受光素子とを有し、  
前記発光素子から投光された光束を請求項 1 または 2 に記載の光学スケールにて反射さ  
せ、前記受光素子にて受光した光束の変化に基いて前記スケールの移動量を検出すること  
を特徴とする光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【 0 0 0 1 】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は高精度に移動情報を検出する光学式エンコーダ、及びそれに用いる光学スケール、及びこれを成形するための成形用金型に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

従来より知られている移動体の位置や速度を検出する方法としては、大別すると磁気式エンコーダによる方法と、光学式エンコーダによる方法がある。このうち、光学式エンコーダは、主として投光部と受光部とスケールとで構成される。スケールは、薄いSUS（ステンレス）材が使用され、精密プレス打抜き、あるいはエッチングによって製作されるのが一般的であり、実開昭63-33409号公報記載のものもこれに相当する。

10

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術によって製作されたスケールは、モーターシャフトに固定するために必要なハブ部が別部品で構成されるために、スケールスリット部とハブ部の同軸度を保証するため、スケールとハブを接着する際に調整を行う必要があり、製作に手間がかかるという問題点があった。

## 【 0 0 0 4 】

また、従来より光学式ロータリエンコーダ用スケールとしては、板厚0.05mm～0.2mm程度の金属板をエッチング等の手法で、スリット部を形成した金属スケール、あるいは、厚み0.2mm程度の写真製版用フィルムに光透過部と光吸収部を写真現像等の手段でスリットを形成したフィルムスケール、精度を要求される分野で用いられる高精度なスケールとしては、ガラス基板に金属薄膜を蒸着してスリット部をフォトリソエッチング等の手法で形成したガラス製のスケール等が知られている。

20

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述のいずれのスケールも回転軸との結合部分はハブ部材を介して間接的に結合されるため、スケールに形成されたスリット部の中心と回転軸との間の偏芯精度を高精度に保ちながら固定することが困難で、高度の調整を要していた。また、同様に上述の構成のため、回転に伴うスケールの面振れについても回転軸との直角度を高精度に保つことが困難である。さらには、金属スケールやフィルムスケールではスケールの厚みが0.2mm以下であるため、その平面度が劣り、面の振れ（ばたつき）が大きく、角度検知精度の劣化要因となっている。平面度が比較的高精度に得られるガラス製スケールでは直角精度を高めることは比較的容易であるが、衝撃に弱く、また高価であるという欠点を有していた。

30

## 【 0 0 0 6 】

また、こうした精度劣化要因を回避しようとした試みが結果的に、エンコーダユニットの小型化、ローコスト化の妨げになるという問題点を招いている。たとえば、エンコーダの厚み方向（軸スラスト方向）の寸法に関しては、面の振れを極力抑えるためにスケール取り付けハブの寸法を長くすることが求められ、エンコーダユニット全体のスラスト方向の寸法が増大し、エンコーダの薄型化の妨げとなったり、同軸度、直角度を高精度に維持しながら結合組立を行うため、高度な調整工程が必要となりコストが増大していた。

40

## 【 0 0 0 7 】

従って、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、製作が容易でありながら、高精度な移動信号の出力を可能とする光学スケール及びその成形用金型及び光学式エンコーダを提供することである。

## 【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係わる光学スケールは、固定型と可動型により成形される光学スケールであって、発光素子から発光される光束を反射し、反射光束を受光手段に導くための反射部と、軸を保持し、スケールを回転させるため

50

の軸保持部と、を有し、前記反射部は前記軸保持部と同一面側に配置され、前記軸保持部は前記固定型または可動型の一方により一体的に成形され、他方面側に型のスケールの中央部に対応する位置に注入ゲートを有し、透明樹脂を前記注入ゲートから注入することにより成形されることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、この発明に係わる光学スケールにおいて、前記軸保持部は前記光学スケールを回転させるための前記軸に取り付けるための有底凹形状部を有し、前記有底形状部の反対面に前記注入ゲートを設けたことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係わる光学式エンコーダは、発光素子と、受光素子とを有し、前記発光素子から投光された光束を上記の光学スケールにて反射させ、前記受光素子にて受光した光束の変化に基いて前記スケールの移動量を検出することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態の光学スケールを製造するための金型の断面図であり、図2は従来例を示す図である。

【 0 0 2 6 】

図2のように、光学スケール3のスリット部11を形成する金型部12とシャフト取り付け穴3fを形成する金型部13が可動側の型7と固定側の型8のそれぞれに配置されている場合、可動型7と固定型8の合わせによりスリット部11とシャフト取り付け穴3fの位置関係は変動する。これにより図2の金型構成によって製作された光学スケールを光学式エンコーダに用いた際、その出力信号における累積精度は、ばらつきを大きく持つこととなり、高精度な速度制御や位置決め制御を行うことが困難となる。

【 0 0 2 7 】

これに対して、図1に示すようなスリット部11を形成する金型部12とシャフト取り付け穴3fを形成する金型部13の両金型部が固定型8のみに配置されている場合は、これら2つの金型部の位置関係は加工時の嵌合精度に依存するため、安定した同軸度を得ることが可能となる。このことにより、光学スケールの出力信号における累積精度ばらつきを低減させることが可能となり、さらにその累積精度からスリット部11とシャフト取り付け穴3fの偏芯を算出し、その値をもとに偏芯を補正することにより、さらに高精度の出力信号を検出することが可能となる。なお、図1において、10は樹脂材料を金型内に射出するためのゲートであり、9は可動型7と固定型8を分離するパーティションラインである。

【 0 0 2 8 】

次に、図1に示した金型構造によって製作された光学スケールを光学式ロータリーエンコーダに用いた場合の出力信号における累積精度について説明する。

【 0 0 2 9 】

図3は光学系の要部斜視図、図4は光学系の要部断面図、図5は光学スケールの説明と、光学スケールの格子部と受光部からの信号の説明のための図、図6は光学スケールの要部断面図である。

【 0 0 3 0 】

図中、1は光源であり、例えばLEDや半導体レーザで構成し、波長(632.8nm)の可干渉性光束を発している。2はレンズ系であり、球面レンズ又は非球面レンズより成り、光源1からの光束を集光して、後述する光学スケール3に導光している。

【 0 0 3 1 】

光源1とレンズ系2は、光照射部LRの一要素を構成している。3は位相差検出機能と振幅型の回折格子機能とを有する光学スケールであり、図3に示すように円板状の基板の表

10

20

30

40

50

面上に一定周期の複数の放射状格子より成る格子部 3 d を設けて構成されている。光学スケール 3 の基板は透光性の光学材料（樹脂材料）より成り、回転体（不図示）の一部に取り付けられており、その回転体と一体的に回転軸 3 e を中心に矢印 6 方向に回転する。

#### 【0032】

図 5 (A), (B) は光学スケール 3 の格子部 3 d の詳細図であり、V 溝部を構成する 2 つの傾斜面 30 b - 1, 30 b - 2 と 1 つの平面部 30 a が所定のピッチ P で交互に配列されて格子部 3 d を形成している。V 溝幅は  $(1/2)P$  であり、また V 溝を形成する 2 つの傾斜面 30 b - 1, 30 b - 2 は各々  $(1/4)P$  の幅を有し、各々の傾斜面 30 b - 1, 30 b - 2 は、平坦部 30 a に対し各々臨界角以上、本実施形態では  $\theta = 45^\circ$  で傾いている。

10

#### 【0033】

本実施形態では、光学スケール 3 の材質をポリカーボネイトとし、射出成形もしくは圧縮成形等の製法によって作成している。この時、光学スケールを成形する金型は、図 1 のような固定型 8 と可動型 7 からなる成形金型であり、光学スケール 3 のシャフト取り付け穴 3 f を形成する金型部 13 とスリット部 11 を形成する金型部 12 の両金型部が可動型 7 もしくは固定型 8 のどちらか一方に構成され、両金型部の位置関係が高精度に保たれている。

#### 【0034】

図 6 にその光学スケール 3 の断面図を示す。この光学スケール 3 は、モーターのシャフトに組付けるためのボス 3 g とフランジ 3 h が一体成形されている。このボス 3 g の軸中心から図 1 のようにピンゲート 10 で樹脂を流入させ、樹脂の流れを軸中心から放射状にすることにより素材内の配向や内部歪みが均一になり高精度の光学スケールを得ている。これは、光学スケール 3 の V 溝の形状を忠実に成形で再現しなければ S/N の良い信号を得ることができないため、V 溝の溝方向と平行に樹脂が流れるようにするものである。4 は凹面ミラーであり、球面ミラー、楕円ミラー、放物ミラー、非球面ミラー等から成っている。凹面ミラー 4 は格子部 3 d のフーリエ変換面に一致している。

20

#### 【0035】

本実施形態では図 3, 図 4 に示すように、レンズ系 2 で集光され、光学スケール 3 の第 1 領域 3 a に入射した光束が光学スケール 3 の格子部で回折し、このとき n 次の回折光（0 次と ±1 次の回折光）が凹面ミラー 4 の面又はその近傍（凹面ミラー 4 の瞳位置又はその近傍）に集光するように各要素を設定している。

30

#### 【0036】

凹面ミラー 4 の光軸と入射光束の中心光線（主光線）は図 4 に示すように偏心量 だけ偏心している。凹面ミラー 4 は、光学スケール 3 で回折し、集光してきた収束光束（3 つの回折光束）を反射させ、光学スケール 3 の面上の第 2 領域 3 b に 3 つの回折光に基づく干渉パターン像（像）を再結像させている。このとき光学スケール 3 が回転方向 6 に移動すると再結像した像は回転方向 6 とは反対の方向に移動する。即ち、格子部と干渉パターン像は相対的に光学スケール 3 の移動量の 2 倍の値で相対変位する。本実施形態では、これにより光学スケール 3 に構成されている格子部の 2 倍の分解能の回転情報を得ている。

40

#### 【0037】

5 は受光部であり、光学スケール 3 の格子部 3 d の第 2 領域 3 b 近傍に形成した干渉パターンと格子部の V 溝との位相関係に基づく光束が第 2 領域 3 b で幾何学的に屈折され、射出した 3 つの光束を各々受光するための 3 つのフォトディテクタ（受光素子）5 a, 5 b, 5 c を有している。この受光部 5 からの信号をパルスカウント回路や回転方向の判別回路を有する信号処理回路によって処理し、これより回転情報を得ている。なお、光源 1、レンズ系 2、そして受光部 5 は筐体 P K 内に固定保持されている。

#### 【0038】

次に本実施形態における光学スケール（回転体）3 の回転情報の検出方法について説明する。

#### 【0039】

50

光照射部の一要素であるLED 1からの光束をレンズ系2により凹面ミラー面上4の反射面又はその近傍に集光するようにしている。この収束光を図3に示すように光学スケール3の格子部3d上の第1領域3aに入射させる。第1領域3aに入射した収束光のうち図5に示す格子部3dの平面部30aに到達した光線は該平面部30aを通過して凹面ミラー4に進み、その面上に結像する。またV溝を構成する傾斜面30b-1に到達した光線は、傾斜面30b-1の傾斜角が臨界角以上に設定されているため、図に示すように全反射してV溝を構成する他方の傾斜面30b-2に向けられ、傾斜面30b-2においても全反射する。

【0040】

このように最終的に格子部3dの傾斜面30b-1へ到達した光線は、光学スケール3の内部に進入することなく、入射方向に戻されることになる。同様にV溝を構成する他方の傾斜面30b-2に到達した光線も全反射を繰り返して戻される。従って第1領域3aにおいてV溝を形成する2つの傾斜面30b-1, 30b-2の範囲に到達する光束は、光学スケール3内に進入することなく反射され、平面部30aに到達した光線のみが光学スケール3を進むことになる。

10

【0041】

即ち、第1領域3aにおいて、V溝型の格子部3dは透過型の振幅回折格子と同様の光学作用を有する。この第1領域3aの格子部3dで光束は回折され、格子部の作用により0次、±1次、±2次の回折光が生じ、凹面ミラー4の面上にその回折光が集光する。集光した回折光は、主光線101aに対して偏芯している凹面ミラー4によって反射し、光学スケール3の第2領域3b部で再結像し、光学スケール3の面上に像(放射状の溝の像)を再結像する。

20

【0042】

ここで第1領域3aと第2領域3bは光学スケール3の面の放射状格子の格子部3dに対して半径方向に異なった(一部が重複していても良い)領域である。このとき、光学スケール3は放射状の格子部3dを有するため、第1領域3aと第2領域3bの格子ピッチが異なる。さらに、第2領域3bの照射領域においても光学スケール3の内周側と外周側のピッチが異なっている。

【0043】

そこで本実施形態では、格子部3d上の第2領域3bに第1領域3aの格子部を拡大投影し、光学スケール3の放射状の格子部3dのピッチと同様の像(反転像)を形成するようにしている。そのために本実施形態では凹面ミラー4を所望の曲率半径Rに設定し、入射光束の主光線に対して偏心配置するとともに入射光軸に対するずれ量も最適な値にしている。

30

【0044】

これによって第1領域3aの格子部の像が凹面ミラー4によって第2領域3b面上に再結像するとき放射状格子の一部のピッチが合致するようにしてS/N比の良い検出信号を得ている。

【0045】

本実施形態では凹面ミラー4で反射し、格子部3dの第2領域3b上に再結像した3つの光束のうち、今度は格子部3dで幾何学的に屈折する光束のみを用いている。

40

【0046】

第2領域3bにおいて平面部30aに入射した光束は、図5(B)に示すように直線透過し、受光部5の中央部のフォトディテクタ5cに到着する。また、V溝面を形成する2つの傾斜面30b-1及び30b-2に到達した光線は、各々の面に45°の入射角を持って入射するため、それぞれ異なる方向に大きく屈折して受光部5の両側のフォトディテクタ5a及び5bに到達する。

【0047】

このように第2領域3bにおいて、入射光束に対して異なる方向に傾斜した2つの傾斜面30b-1, 30b-2及びV溝の間の平面部30aの合計3種の傾き方向の異なる面に

50

より、光束は3つの方向に別れて進み、各々の面に対応した位置に設けられた各フォトディテクタ5a, 5b, 5cに到達する。即ち第2領域3bにおいてV溝の格子部3dは光波波面分割素子として機能する。

【0048】

即ち第2領域3bの格子部と、その面上に結像した干渉パターン像との位相関係に基づく光束が3方向に偏向され、各フォトディテクタ5a, 5b, 5cに入射している。

【0049】

ここで光学スケール3が回転すると、各フォトディテクタ5a, 5b, 5cで検出される光量が変化する。格子部3dの位置と像の位置の相対的変位に応じ、各フォトディテクタに入射する光量バランスが変化し、その結果、光学スケール3が反時計廻りに回転したとすると、図5(C)に示すような光学スケール3の回転に伴う光量変化が得られる。ここで横軸は光学スケール3の回転量、縦軸は受光光量である。

10

【0050】

信号a, b, cはそれぞれフォトディテクタ5a, 5b, 5cに対応している。なお、逆に光学スケール3が時計廻りに回転した場合は、信号aはフォトディテクタ5b、信号bはフォトディテクタ5a、信号cはフォトディテクタ5cの出力となる。これらの信号を基に光学スケール3の回転角度や回転量あるいは回転速度や回転加速度等の回転情報を得ている。

【0051】

なお、図5(C)は第2領域3bに形成される像のコントラストが非常に高く理想に近い場合の理論的な光量変化の様子を示している。

20

【0052】

図7は本光学系における累積精度で、横軸は光学スケール3の回転量、縦軸はスケールピッチの読み取り誤差の累積値である。図7の累積精度において、本実施形態の光学スケールを5個測定した結果、累積精度の個体差が非常に小さく、スリット部とシャフト取り付け穴との位置関係が成形時に保たれていることが分かる。更に光学スケール3内に不均一な樹脂の流れが無くV溝の転写性も良好であるため、光学スケール一周に対する1次の偏芯成分以外の高次成分がほとんど存在していない。

【0053】

(第2の実施形態)

30

次に、第2の実施形態について説明する。図8は、第2の実施形態の金型構成を示す図である。

【0054】

図8のようにスリット部11を形成する金型部12とシャフト取り付け穴3fを形成する金型部13の両金型部が可動型7のみに配置されているため、これら2つの金型部の位置関係は加工時の嵌合精度に依存しており、安定した同軸度を得ている。この場合、ゲート10は輪体状に構成されている。効果は、第1の実施形態と同等である。

【0055】

(第3の実施形態)

40

次に、第3の実施形態について説明する。図9は、第3の実施形態の金型構成を示す図である。

【0056】

図9のようにスリット部11を形成する金型部12とシャフト取り付け穴3fを形成する金型部12が一体で構成されており、その金型部が固定型8に配置されているため、スリット部11とシャフト取り付け穴3fは安定した同軸度を得ている。効果は、第1の実施形態と同等である。

【0057】

(第4の実施形態)

次に、第4の実施形態について説明する。図10は、第4の実施形態の金型構成を示す図である。

50

## 【 0 0 5 8 】

図 1 0 のようにスリット部 1 1 を形成する金型部 1 2 とシャフト取り付け穴 3 f を形成する金型部 1 2 が一体で構成されており、その金型部が可動型 7 に配置されているため、スリット部 1 1 とシャフト取り付け穴 3 f は安定した同軸度を得ている。効果は、第 1 の実施形態と同等である。

## 【 0 0 5 9 】

( 第 5 乃至第 8 の実施形態 )

図 1 1 乃至図 1 4 の金型構成図は、スケール 3 がディスク形状の場合であり、効果は第 1 の実施形態と同等である。

## 【 0 0 6 0 】

( 第 9 乃至第 1 3 の実施形態 )

図 1 5 乃至図 1 9 は、スリット部の形状図である。図 1 5 乃至図 1 9 の形状は、全て波面分割機能を有しており、第 1 の実施形態と同様に複数の受光素子に波面を分割し、その光強度から移動体の位置もしくは速度を検出する。このようなスリット部をスケール面上に形成させる際、図 1、図 8 乃至図 1 4 の金型構成にて製作する。これに対する効果は、第 1 の実施形態と同等である。

## 【 0 0 6 1 】

以上説明したように、上記の実施形態によれば、光学スケールをプラスチック製とし、さらに光学スケールのシャフト取り付け穴を形成する金型部とスリット部を形成する金型部の両金型部が可動型もしくは固定型のどちらか一方に構成され、シャフト取り付け穴とスリット部の同軸度が安定して得られているため、高精度の移動情報を出力することが可能な光学スケールとその成形に直接使用される成形金型とを提供することができる。

## 【 0 0 6 2 】

( 第 1 4 の実施形態 )

上記の第 1 乃至第 1 3 の実施形態では、光透過型の光学スケール ( エンコーダ ) について説明したが、この第 1 4 の実施形態では、光反射型の光学スケール ( エンコーダ ) について説明する。

## 【 0 0 6 3 】

図 2 0 は、光学式反射型エンコーダスケールのスケール反射部の斜視図である。

## 【 0 0 6 4 】

図中、1 0 3 は反射部 O E が含まれる反射体 ( 反射スケール ) である。本実施形態において反射部 O E は斜視図のほぼ中央に位置する複数の V 字型溝群を指す。1 0 3 a , 1 0 3 b は V 字型溝を構成する 2 つの傾斜面である。この反射部 O E が形成された反射体 1 0 3 の基板は、透過性部材 T T 1 からなり、ポリメチルメタクリレート ( P M M A )、ポリカーボネート ( P C )、ノルボルネン ( P C P D ) 系の透明耐熱樹脂「アートン」( 熱変形温度 1 7 0 の耐熱性 ) 等の透過製樹脂からなる。

## 【 0 0 6 5 】

本実施形態の反射体は、2 つの反射面 1 0 3 a , 1 0 3 b を所定の角度 ( 8 5 ° ~ 9 5 ° ) で対向配置したルーフミラーを複数個、一次元方向に配列した反射部 ( マイクロルーフミラーアレイ ) を透明基板 ( 透光性樹脂 ) の面に設けて構成されている。

## 【 0 0 6 6 】

ここで、ルーフミラー面は、透光性樹脂の内部全反射による反射作用を用いるか、又は金属鏡面反射面を用いる。

## 【 0 0 6 7 】

まず本実施形態の反射体の光学作用を従来の反射体と対比して説明する。

## 【 0 0 6 8 】

図 2 6 は従来の反射体 2 0 3 の説明図である。

## 【 0 0 6 9 】

図 2 6 は光源 2 0 1 からの発散光束が反射体 2 0 3 の入射面 2 0 3 F より入射し、平面より成る反射面 2 0 3 R で反射して、光束の広がり角度が維持されたまま受光部 2 0 2 側へ

10

20

30

40

50

導かれる様子を示している。

【0070】

図27(A)、(B)、(C)は反射体3に1つのルーフミラーを用いた場合の光路図である。

【0071】

図27は、2つの反射面303a, 303bを所定の角度で対向配置したルーフミラーの1個で光束を反射させるように配置した場合を示している。

【0072】

図27(A)では光源1から全方向に反射された光束が先の図26で示したのとほぼ同等の広がり角度をもって受光部302側へ導かれる。

10

【0073】

2つの反射面303a, 303bで分割された光源301からの発散光束は重なり合うことなく受光部2側へ進行する。

【0074】

図27(B), (C)は光源301からの反射された発散光束が2つの光束に分割されることを示している。

【0075】

図27(B), (C)では、光源301から片方に放射された光束がルーフミラーを構成する2つの傾斜303a, 303bで分割分離されている。

【0076】

20

例えば図27(B)では光源301から右側に放射された光束が受光部302側で左方に導光されている。ルーフミラーにより分割、分離後の光束は重なることなく受光部302側へ進んでいる。

【0077】

図28は本実施形態の反射体103の光学作用の説明図である。

【0078】

2つの反射面103a, 103bを所定の角度で対向配置したルーフミラーを複数個、一次元方向に配列した反射部OEを透明基板103eの一面に設けている。

【0079】

光源101からの発散光束は反射体103の反射部OEで反射した後、任意の位置(受光部102又はその近傍)で互いに重なっている。

30

【0080】

光源101からの発散光束は受光部103の面内に略収まり、光源101から広がり角度を持って発光した光束は受光面102に略収まり、受光部102面上の光束の光線密度が上がっている。

【0081】

図29(A)~(D)は、光源101から種々の方向に発散した光束が反射体103に入射し、複数のルーフミラーによって複数の光束に分割されルーフミラーで反射した後に、各ルーフミラーで反射した光束が任意の位置(受光部102又はその近傍)で互いに重なり合う状態を示している。

40

【0082】

いずれの場合も反射体103からの反射光は受光部102又はその近傍で光束が互いに重なり合っている。

【0083】

各ルーフミラーの傾斜面ごとの光束が分割分離するが、図29(A)と(D)の反射光束は受光面102上で重なり合い、又、図29(B)と(C)の反射光束は受光面102上の同じ領域で重なり合っている。

【0084】

図30(A), (B)は反射体103の基板となる透過性部材の材質の屈折率の違いによる光線作用の違いを説明するための図である。

50



## 【 0 0 8 5 】

図 3 0 ( A ) は透過性部材 1 0 3 e の材質の屈折率が 1 . 6 9 の場合、図 3 0 ( B ) は屈折率が 1 . 5 3 の場合である。

## 【 0 0 8 6 】

材質の屈折率が高いと臨界角が小さくなり、全反射するための光線入射角度が緩和される。本実施形態の反射体では、高屈折率の透過性部材を用いており（屈折率 1 . 6 5 以上）これにより光の利用効率を高めている。

## 【 0 0 8 7 】

図 3 1、図 3 2 は、反射部を構成するルーフミラーの数による反射光束の集光状態を示した図である。

10

## 【 0 0 8 8 】

図 3 1 ( A ) ~ ( C ) において、ルーフミラーの数が増すごとに傾斜面 1 面当りの反射面が光源 1 0 1 を見込む角度：  $\theta_r$  は小さくなり、同時に、分割された光束の 1 光束の光量は減少するが、受光面 1 0 2 へ導かれる反射光束の受光面上の照射領域も小さくなる。

## 【 0 0 8 9 】

ルーフミラーの数が増えることで光量の減少分は打ち消され、トータル光量は変わらず、受光面 1 0 2 への照射面積が小さくなる効果のみが有効となる。

## 【 0 0 9 0 】

図 3 2 ( A ) ~ ( C ) は、同一の発散角度を持って光源 1 0 1 から出射した光束が反射体 1 0 3 に入射して、しかも光源との距離を同一にした時を示している。図 3 2 ( A ) ~ ( C ) において受光面 1 0 2 上へ導かれる光束の光線密度はルーフミラーのピッチが小さくなるほど高くなっている。

20

## 【 0 0 9 1 】

本実施形態における反射部位は以上の構成を基本としている。

## 【 0 0 9 2 】

図 3 3 は、この反射部位を有したロータリスケールを含むロータリエンコーダの構成の概要を示す斜視図である。

## 【 0 0 9 3 】

図 3 4 は放射状に配置された反射部位の構成を示す斜視図である。

## 【 0 0 9 4 】

30

図 3 5、および図 3 6 は図 3 4 における矢視 A、B から見た図である。

## 【 0 0 9 5 】

次に図 2 0 を用いて、本実施形態の反射素子（反射体）の光学作用を説明する。

## 【 0 0 9 6 】

フォトセンサを構成するセンサ光源からの光束（不図示）は、図 2 0 の反射体 1 0 3 の下方（V字型溝を設けた面と対向する面）より反射体 1 0 3 に照射され、透光性部材 T T 1 の内部を光束が進行する。そのうち、V字型溝部へ到達した光束は、内部全反射の作用により 2 回の全反射を繰り返して、再びフォトセンサの光源 1 0 1 側の空間へ戻され、フォトセンサを構成するセンサ受光部へ導かれる。なお、図中、S a は反射体 1 0 3 の変位方向を示している。

40

## 【 0 0 9 7 】

反射体 1 0 3 の反射部分は、複数の連続した V 字型溝よりなり、この複数の V 字型溝が連続して配列された、「V字型溝群」O E を一体的な光学エレメントとしての反射部としている。

## 【 0 0 9 8 】

本実施形態において、図中 L a は不図示の反射式エンコーダにおける光源の発光面に立てた法線で、この法線 L a は光源から反射体 1 0 3 に照射される光束の主光線と一致し、その主光線と反射スケール（反射体 1 0 3）はほぼ垂直に交わっている。

## 【 0 0 9 9 】

図 2 1 は、第 1 4 の実施形態の反射式リニアエンコーダ用スケールとしての反射体 1 0 3

50

を上面（Z軸方向）から見た図である。

【0100】

本実施形態の反射素子OEは、変位測定方向Saに沿って図中、P1で示される間隔（ピッチ）で配列されている。このピッチP1は、反射式エンコーダ用スケールのスケールピッチに相当し、センサによる変位測定の際の測定分解能を決定する。

【0101】

さらに図21中のA-A断面図、B-B断面図にてこの反射体103の特徴を説明する。

【0102】

図22、図23は、それぞれ図21のA-A断面およびB-B断面を表している。以下、図22、図23での図中記号を説明する。

【0103】

103a, 103b: V字型溝OEを構成する2つの傾斜面

Ra: 2つの傾斜面103a (103a1, 103a2...), 103b (103b1, 103b2...) のなす角度 (V字型溝の開き角)

Pm: V字型溝の配列ピッチ

d: V字型の溝深さ

P1: 反射素子OEの配列周期 (= エンコーダスケールピッチ)

上記の形状パラメータに対して、本実施形態での具体的な設計値例としては、

P1 169 μm

Pm 100 ~ 200 μm

Ra 95°

Wрма 85 μm

d2 Pm / 2 + 10 μm

d Pm / 2 (50 ~ 100 μm)

また、図22中、nは、光源からの主光線Laと平行な直線をあらわし、本実施形態ではV字型溝のなす角を2等分する。

【0104】

図23において、面103cは平面平坦部で、V字型溝群の間に存在しており、この部分への裏面TT1bから照射された光束は、全反射せず透過して、エンコーダ側の受光素子部へ入射しない。

【0105】

図23において、面103cと面103cとの間の凹部の斜面310dと、面103cの法線103eとのなす角度Rbは射出成形技術で反射スケール103を製造する際に必要な金型の抜き勾配としての角度を設けており、具体的にはRb 3° ~ 5°程度である。

【0106】

以上、第14及び15の実施形態では、複数の連続したV字型溝群による透光性部材の内部全反射の作用を利用している。このため反射体103は、その基板の表面にアルミ反射膜などを施さずに、実質的な光束の反射機能を果たしている。

【0107】

本実施形態の反射体103は内部全反射の作用を利用した透光性部材である。

Ra = 90度の設定でしかもピッチPmを問題ない寸法に設定した場合に、実現可能なフォトセンサ側の構成例として、図24の構成が適用できる。

【0108】

図24において、反射スケール103は透光性部材からなり角度Ra = 90度の設定である。

【0109】

この場合には、受光素子102のシリコンフォトダイオードのチップ上にLED101のチップを載せて実装し、上述の問題を回避することが可能である。実装密度が高い点では好ましい構成ともいえるがLED101の発熱を考慮する必要がある。

【0110】

10

20

30

40

50

実装面から考えると角度オフセットを与え（90度よりも大きな角度に設定し）図25のように同一の実装面にシリコンフォトダイオード102と、LEDチップ101を並べて実装するのが好ましい。

【0111】

そこで有効な手段としては、この角度Raを90度より大きい角度に設定することが良い。

【0112】

これまでスケールの光学的な作用について説明してきたが、このような溝形状を施すことにより、光学式反射型エンコーダスケールとしての機能が実現可能となる。

【0113】

次に、このスケールを高精度に成形するための成形金型の構造、および、このスケールをエンコーダユニットとして被回転角度検出軸に組み付けた場合の検出ヘッドとの関係について説明する。

【0114】

図37は、本実施形態のスケールを成形するための金型構造を示す図である。

【0115】

軸取付け部103fと光線反射機能部（V字型溝）111を同一の金型部材から形成し、可動側型112と、1点ピンディスクゲート110を有する固定側型107とを用いて、本実施形態のスケール103は成形される。このことにより、溶融樹脂はセンターに位置するピンゲートを中心に放射方向に均一に流動し、応力分布や寸法精度の面で周方向において均一な特性、精度が得られる。さらに、反射部位と軸嵌合部が同一駒型に配置されることで、得られる成形品形状は図38のような形状となる。そのため、モータ等の回転軸に装着する場合に、図39に示したように、反射部が軸受け近傍に位置することとなり、軸受けガタ、遊びに起因する軸の旋回（振れまわり）が発生した場合においても、偏芯誤差及び反射面の軸方向の上下動を小さく抑えることが可能となるとともに、検出ヘッドの配置もスケールの嵌合長を確保するための凸形状部の高さhの寸法内に収めることが可能となり、ユニットの薄型化への効果が大きい。

【0116】

図40は他の実施例のスケール形状を示す図で、図37と同様の金型構造をとるが、図41に示したカッティングラインCLにて切断して、貫通穴としている。この場合には、エンコーダユニットとしては、図42のように、スケール103およびヘッドが配置される。先の実施例に対して、ユニットとして占有する体積は膨らむが、検出ヘッド101、102と軸受け部材とが同一部材上に配置されヘッド101、102、スケール103間の位置決め精度の面で有利なレイアウトが実現可能となる。この場合においても先の例と同様に、軸嵌合部103fと反射部111が同一の金型駒で成形されるため、部品単体での反射部パターンセンターと軸嵌合穴との関係は高精度に保たれる。

【0117】

図43は、先の例と異なり、ピンディスクゲート10のゲート位置をディスクのセンターにレイアウトせずに、たとえば図のようなハブ部位端部に配置している。このようにすることで先の実施例での軸の貫通穴をあけるための2次加工をなくすことが可能で成形品形状としては、図44のように軸保持部として貫通した穴形状103fが得られる。ここでも先の例と同様に、軸嵌合部103fと反射部111が同一の金型駒で成形されるため、部品単体での反射部パターンセンターと軸嵌合穴との関係は高精度に保たれる。

【0118】

図45は、さらに先の例と異なり、回転角度検出軸との結合部分が凸形状、軸側が凹形状として結合された構成となっている。ピンディスクゲートのゲート位置は図の上側のディスクのセンターにレイアウトさせている（不図示）。

【0119】

ここでも先の例と同様に、軸嵌合部103fと反射部111が同一の金型駒で成形されるため、部品単体での反射部パターンセンターと軸嵌合穴との関係は高精度に保たれる。

## 【 0 1 2 0 】

また、ヘッド、スケールの配置に関しても最小のスペースに収まっており薄型化の効果が大きい。

## 【 0 1 2 1 】

図 4 6 もほぼ同様の構成であるが先程のスケールの軸結合部凸形状部分が回転軸と結合せず、ベアリングの内輪に結合された構成となっている。

## 【 0 1 2 2 】

この場合の効果も図 4 5 と同様である。

## 【 0 1 2 3 】

以上のように、第 1 4 の実施形態によれば、測定、観測対象となる反射体に設ける反射素子を適切に構成することにより、フォトセンサにレンズを用いなくても高い光伝達効率を得られ、又、反射体とフォトセンサ間の相対的な位置ずれに対しても感度の鈍い特性となり、反射体の有無や移動状態を高精度に検出することができる反射体及びそれを用いたエンコーダ等の光学装置を達成することができる。

10

## 【 0 1 2 4 】

また、反射体を光学センサ用の標識部材、光学スケールとして用いることで、発光、受光間で高い光伝達効率を得られ、また、反射体、センサ間の相対的な位置ずれに対しても感度の鈍い特性にすることができ、レンズが不要なためセンサの小型化、薄型化が可能となる。又、反射膜等を施すことなくインジェクションモールドやプレス技術で製造可能なため、加工コストもかからずローコスト化に有効となる。

20

## 【 0 1 2 5 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、製作が容易でありながら、高精度な移動信号の出力を可能とする光学スケールを提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態の光学スケールを製造するための金型の断面図である。

【 図 2 】 従来の金型構造を示す断面図である。

【 図 3 】 ロータリーエンコーダの光学系の要部斜視図である。

【 図 4 】 ロータリーエンコーダの光学系の要部断面図である。

【 図 5 】 光学スケールの説明と、光学スケールの格子部と受光部からの信号の説明のための図である。

30

【 図 6 】 光学スケールの断面図である。

【 図 7 】 ロータリーエンコーダの累積精度を示す図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 9 】 本発明の第 3 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 4 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 5 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 6 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 7 の実施形態の金型の断面図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 8 の実施形態の金型の断面図である。

40

【 図 1 5 】 本発明の第 9 の実施形態のスケールの断面図である。

【 図 1 6 】 本発明の第 1 0 の実施形態のスケールの断面図である。

【 図 1 7 】 本発明の第 1 1 の実施形態のスケールの断面図である。

【 図 1 8 】 本発明の第 1 2 の実施形態のスケールの断面図である。

【 図 1 9 】 本発明の第 1 3 の実施形態のスケールの断面図である。

【 図 2 0 】 1 次元収束性反射素子で、リニアエンコーダ用スケールとして用いたときの斜視図である。

【 図 2 1 】 図 2 0 のリニアエンコーダ用スケールを光源光軸方向からみた上面図である。

【 図 2 2 】 図 2 0 のリニアエンコーダ用スケールの Y - Z 断面図 ( 図 2 1 の矢視 A - A 図 ) である。

50

【図 2 3】図 2 0 のリニアエンコーダ用スケールの X - Z 断面図（図 2 1 の矢視 B - B 図）である。

【図 2 4】第 1 4 の実施形態の反射スケールの反射光路を表すオフセットなしでの図である。

【図 2 5】第 1 4 の実施形態の反射スケールの反射光路を表すオフセットありでの図である。

【図 2 6】従来の反射体の光路を示す概略図である。

【図 2 7】2 つの V 溝を有する反射体の光路を示す概略図である。

【図 2 8】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 2 9】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

10

【図 3 0】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 3 1】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 3 2】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 3 3】第 1 4 の実施形態のロータリエンコーダの構成を示す概略図である。

【図 3 4】第 1 4 の実施形態のロータリエンコーダスケールの構成を示す概略図である。

【図 3 5】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 3 6】第 1 4 の実施形態の反射体の光路を示す概略図である。

【図 3 7】第 1 4 の実施形態のスケール用金型断面図である。

【図 3 8】第 1 4 の実施形態のロータリエンコーダスケールの製品断面図である。

【図 3 9】第 1 4 の実施形態のロータリエンコーダの構成を示す概略図である。

20

【図 4 0】第 1 4 の実施形態の他の例のスケール用金型断面図である。

【図 4 1】第 1 4 の実施形態の他の例のロータリエンコーダスケールの製品断面図である。

【図 4 2】第 1 4 の実施形態の他の例のロータリエンコーダの構成を示す概略図である。

【図 4 3】第 1 4 の実施形態のさらに他の例のスケール用金型断面図である。

【図 4 4】第 1 4 の実施形態のさらに他の例のロータリエンコーダスケールの製品断面図である。

【図 4 5】第 1 4 の実施形態のさらに他の例のロータリエンコーダの構成を示す概略図である。

【図 4 6】第 1 4 の実施形態のさらに他の例のロータリエンコーダの構成を示す概略図である。

30

#### 【符号の説明】

- 1 光照射部
- 2 レンズ
- 3 光学スケール
- 3 a 第 1 領域
- 3 b 第 2 領域
- 3 d 格子部
- 3 e 回転中心
- 4 凹面ミラー
- 5 受光素子
- 5 a , 5 b , 4 c 受光素子
- 6 回転方向
- 7 可動型
- 8 固定型
- 9 パーテーションライン
- 1 0 ゲート
- 1 1 スリット部
- 1 2 スリット駒
- 1 3 スケール勘合穴用ピン

40

50

1 4   ロータリースケール

3 0 a   平坦部

3 0 b - 1 , 3 0 b - 2   V溝

1 0 3   信号処理回路

a   受光素子 4 a で得られる信号

b   受光素子 4 a で得られる信号

c   受光素子 4 a で得られる信号

1 0 1   光源

1 0 2   受光素子

1 0 3   反射スケール

1 0 3 a , 1 0 3 b   V溝を形成する斜面

1 0 3 c 1 , 1 0 3 c 2   平坦面

P 1   スケールピッチ

P m   V溝のピッチ

R a   V溝の角度

d   V溝の深さ

L   光源ポイント

P   受光ポイント

L a   光源から立てた法線

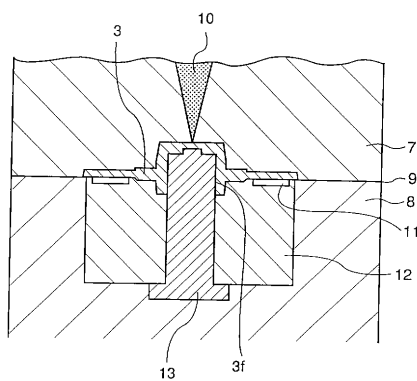
S a   センサと反射体の相対変位方向

W r m a   V溝群の相対変位方向 ( X 軸方向 ) の幅

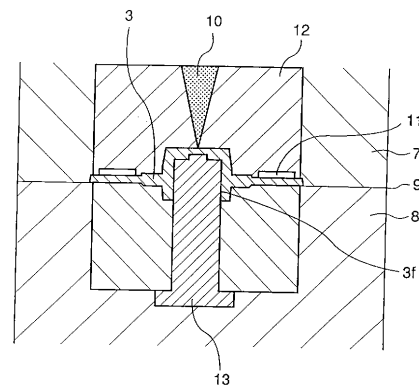
10

20

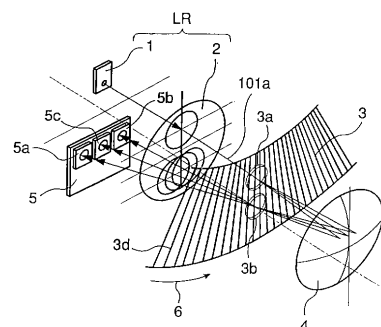
【図 1】



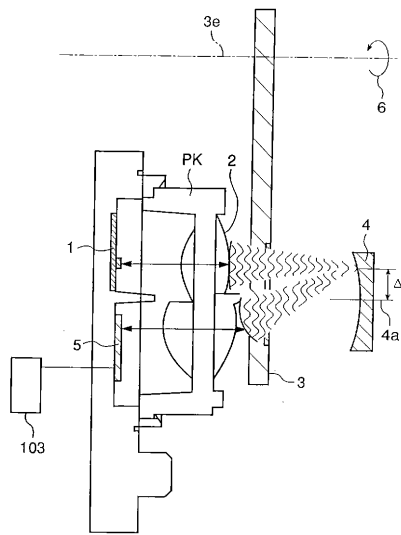
【図 2】



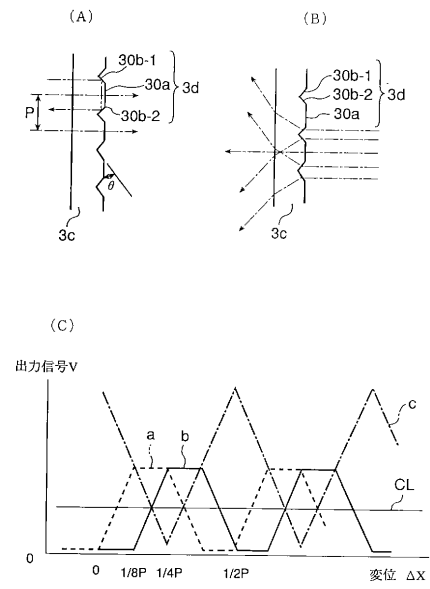
【図 3】



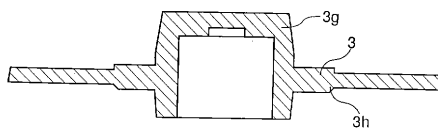
【図 4】



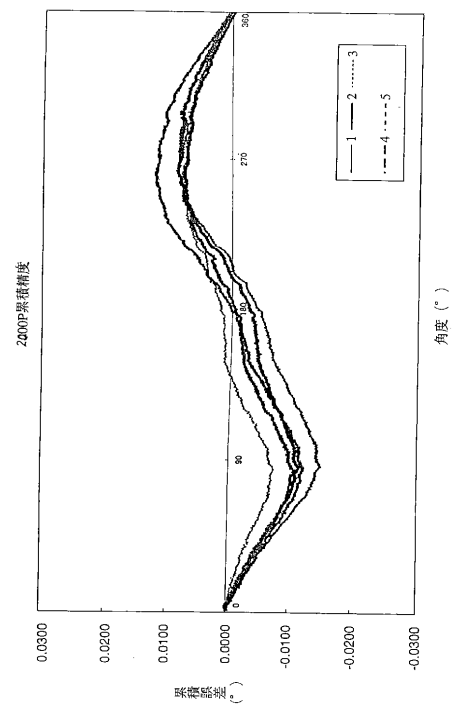
【図 5】



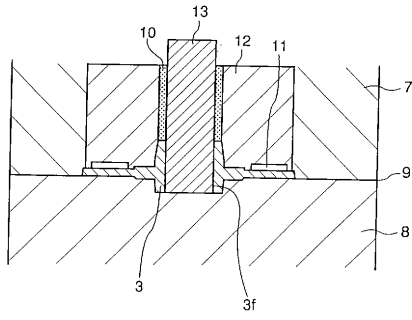
【図 6】



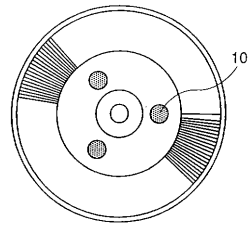
【図 7】



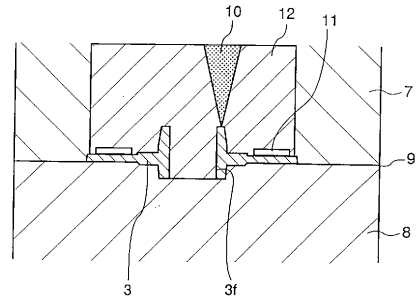
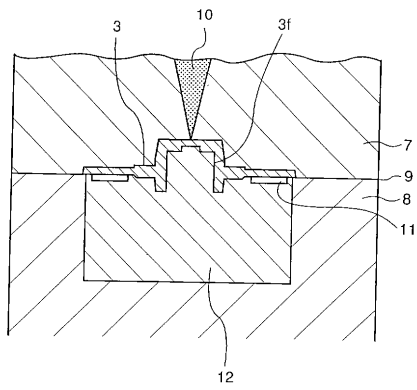
【図 8】



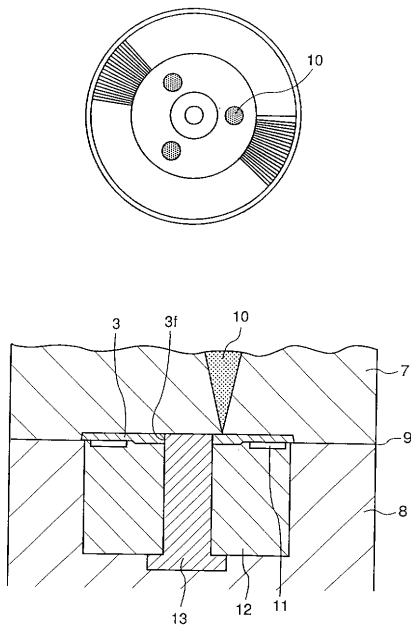
【図 10】



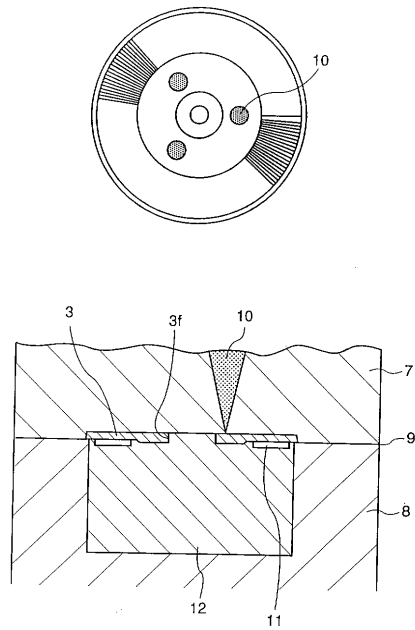
【図 9】



【図 11】

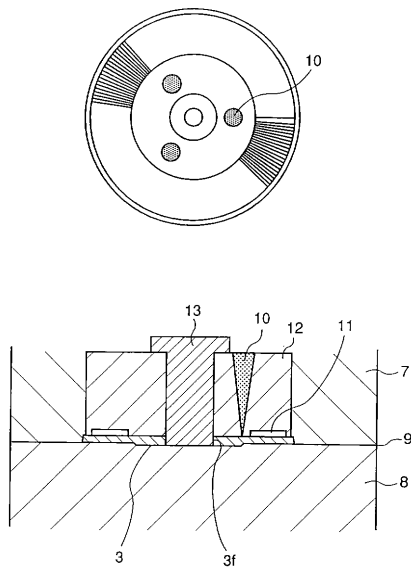


【図 12】

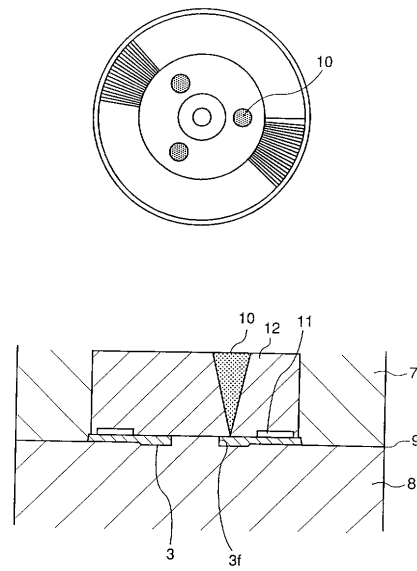




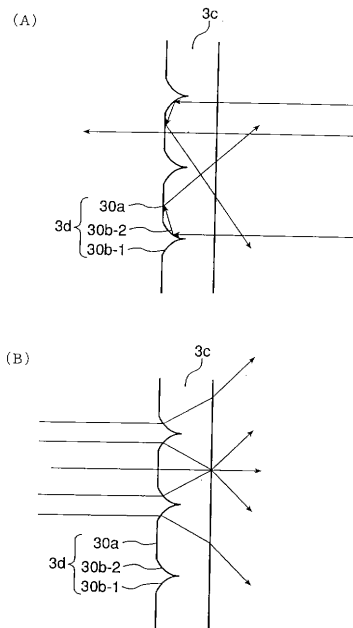
【図 13】



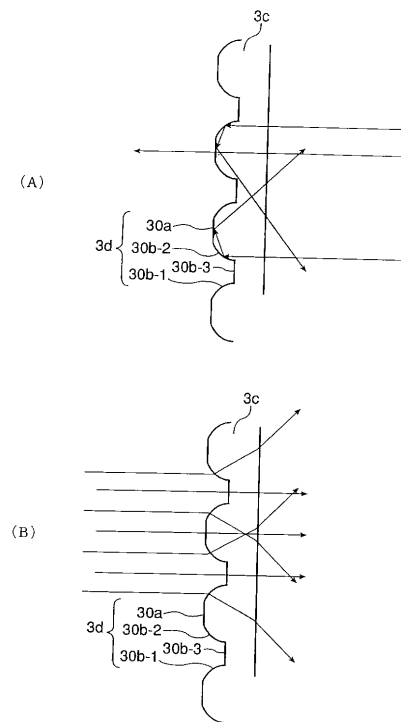
【図 14】



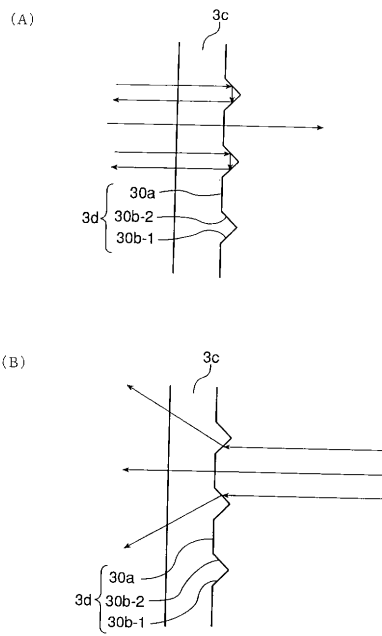
【図 15】



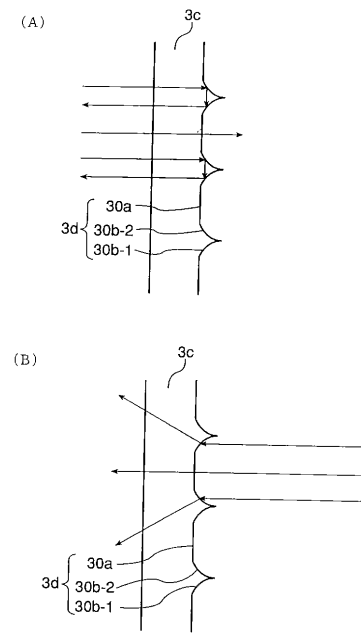
【図 16】



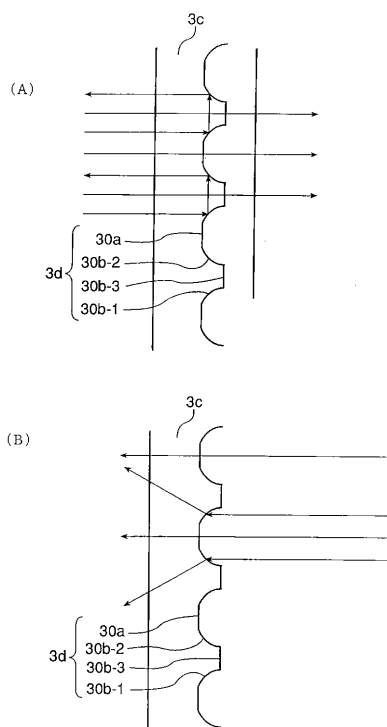
【図 17】



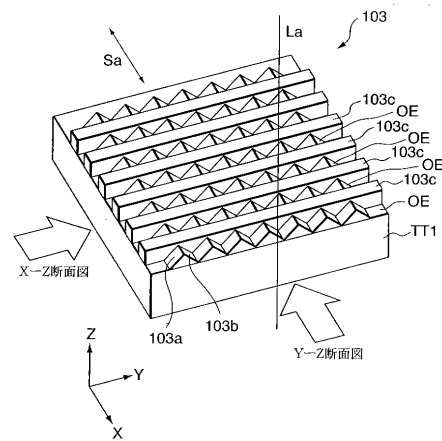
【図 18】



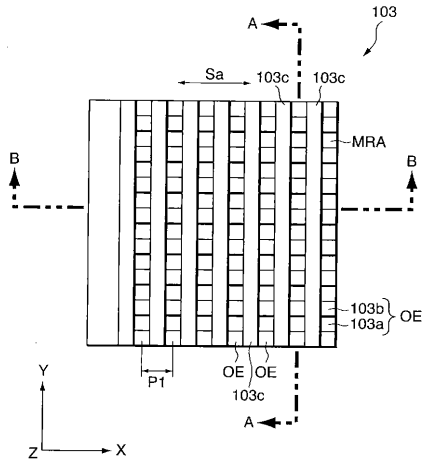
【図 19】



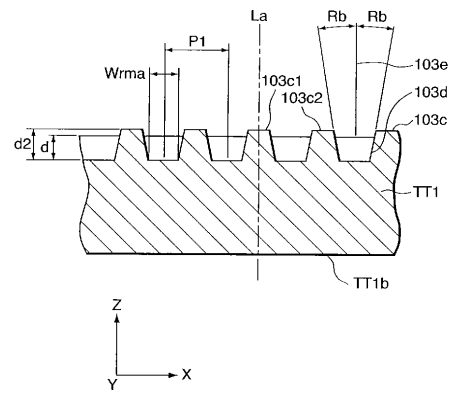
【図 20】



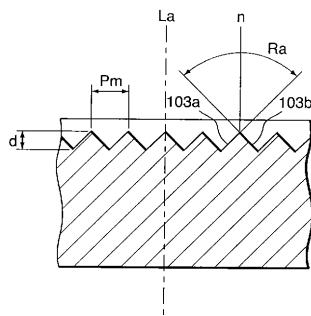
【図 2 1】



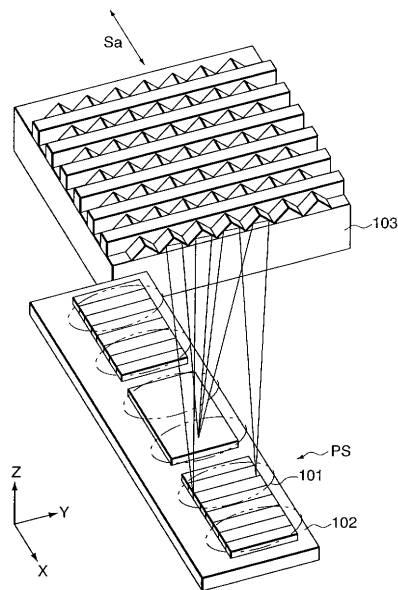
【図 2 3】



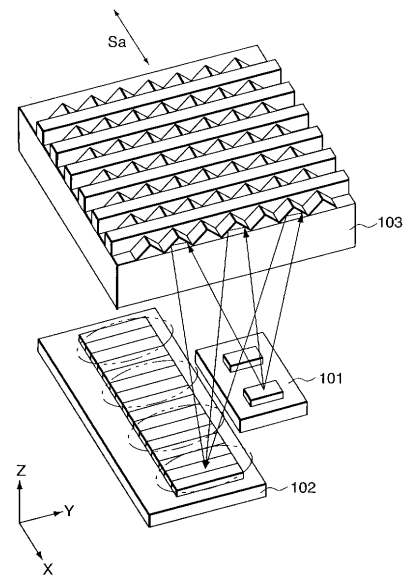
【図 2 2】



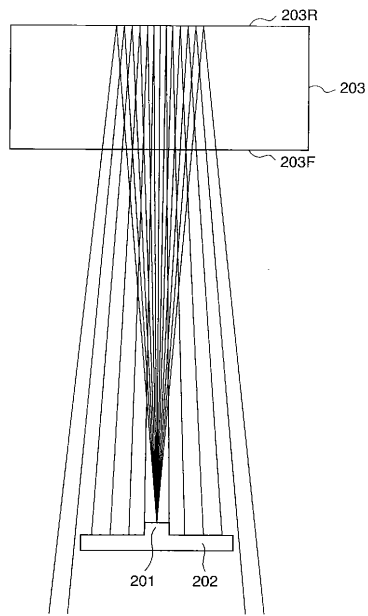
【図 2 4】



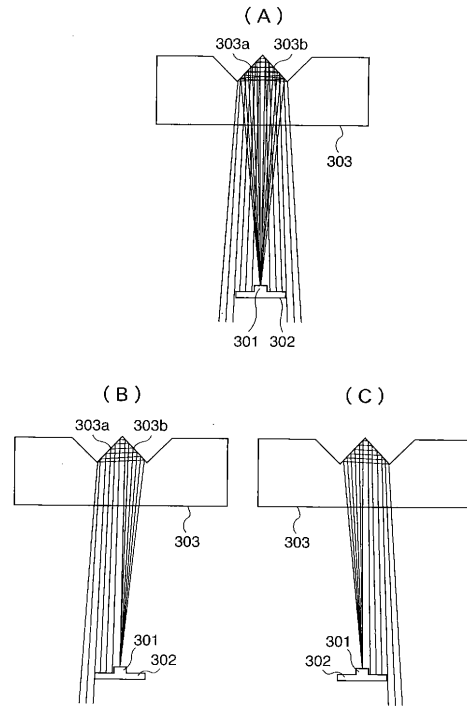
【図 2 5】



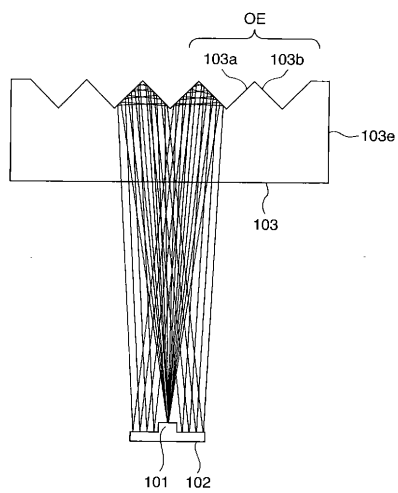
【図 26】



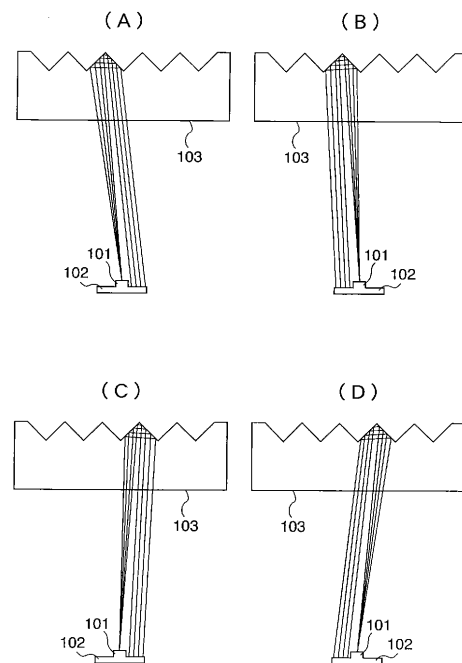
【図 27】



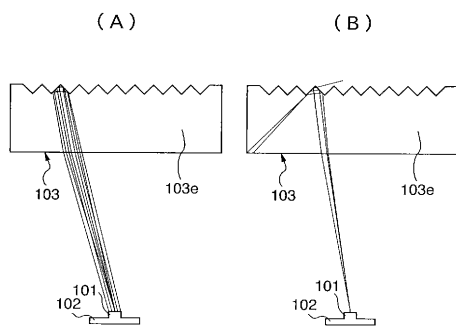
【図 28】



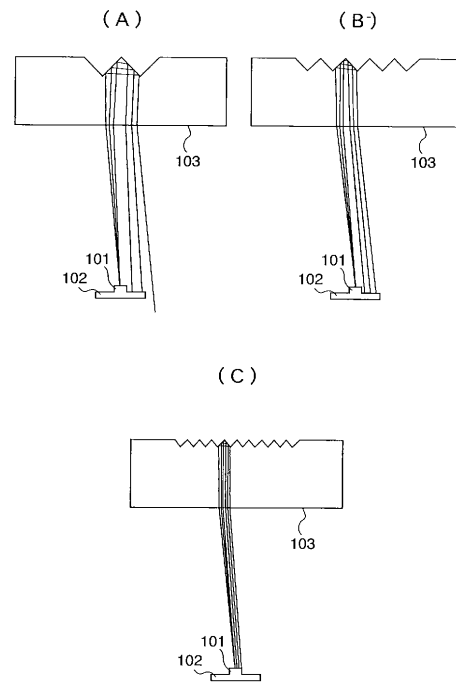
【図 29】



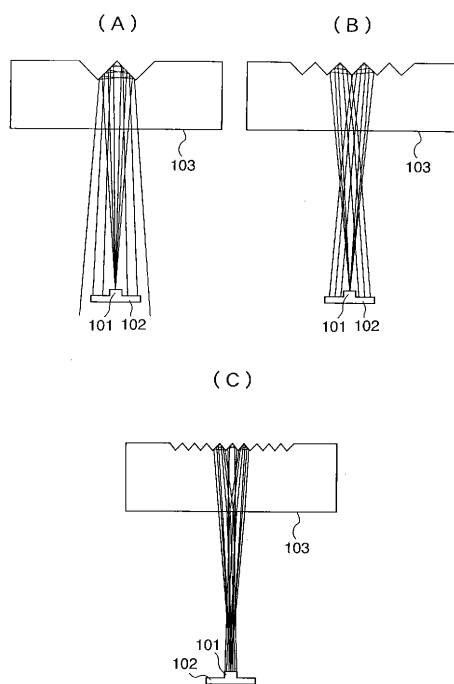
【図 30】



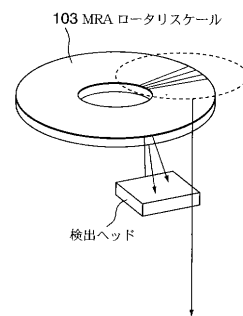
【図 31】



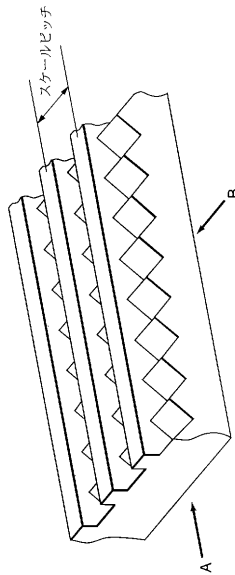
【図 32】



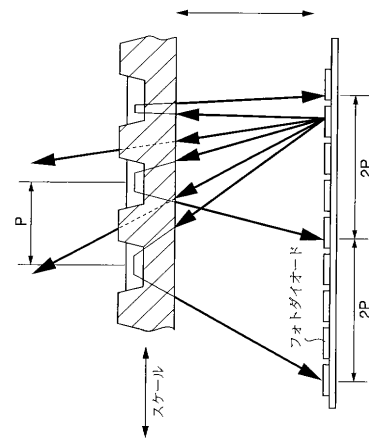
【図 33】



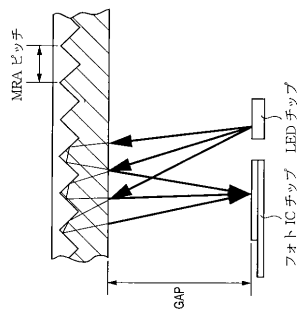
【図 34】



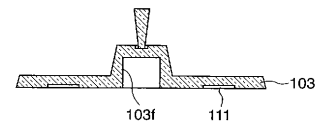
【図 35】



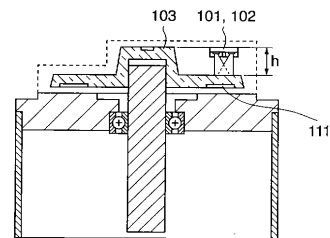
【図 36】



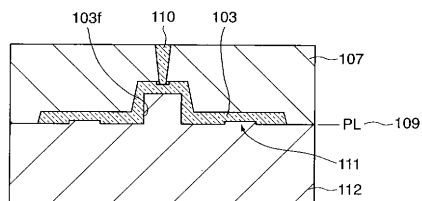
【図 38】



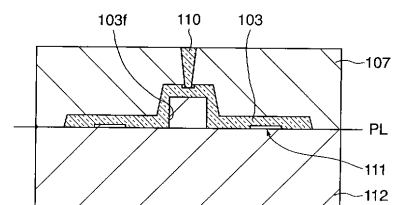
【図 39】



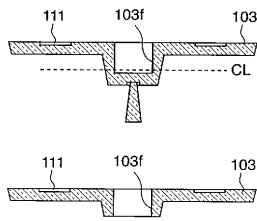
【図 37】



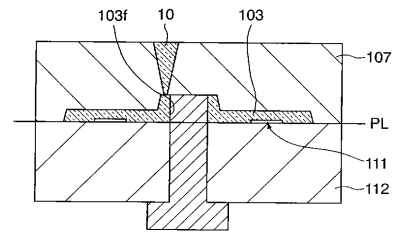
【図 40】



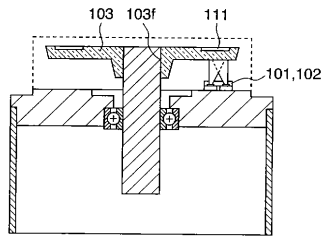
【図 4 1】



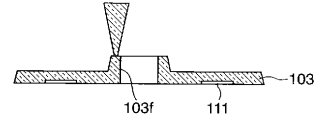
【図 4 3】



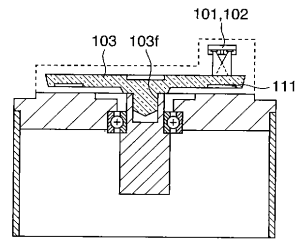
【図 4 2】



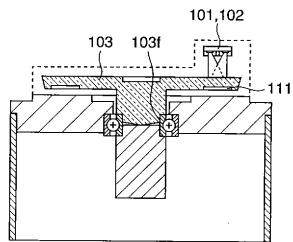
【図 4 4】



【図 4 5】



【図 4 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高山 学  
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 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開平10-170308(JP,A)  
特開平3-137516(JP,A)  
実開平5-84818(JP,U)  
実開昭59-104013(JP,U)

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