

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7475973号  
(P7475973)

(45)発行日 令和6年4月30日(2024.4.30)

(24)登録日 令和6年4月19日(2024.4.19)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 D 5/347(2006.01) G 0 1 D 5/347 1 1 0 B

G 0 1 D 5/36 (2006.01) G 0 1 D 5/36 U

G 0 1 D 5/36 X

請求項の数 13 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-99491(P2020-99491)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和2年6月8日(2020.6.8)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2021-193354(P2021-193354 A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和3年12月23日(2021.12.23)	(74)代理人	100126240
審査請求日	令和5年5月31日(2023.5.31)		弁理士 阿部 琢磨
		(74)代理人	100223941
			弁理士 高橋 佳子
		(74)代理人	100159695
			弁理士 中辻 七朗
		(74)代理人	100172476
			弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974
			弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	名倉 千裕
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学式エンコーダ及び制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源と、スケールと、前記スケールからの光を受光する受光素子と、前記受光素子からの信号を処理する処理部と、を有する光学式エンコーダにおいて、

前記スケールは、基準位置を検出するための、格子の周期方向に回折光を集光する回折格子を有し、

前記受光素子は、前記回折格子からの光を受光する受光素子アレイを有し、

前記受光素子アレイは、位相が互いに異なる信号を出力する、第1受光素子と第2受光素子と第3受光素子と第4受光素子を有し、

前記第1受光素子と前記第2受光素子が隣接し、前記第3受光素子と前記第4受光素子の間に前記第1受光素子と前記第2受光素子が配置され、

前記処理部は、前記第1受光素子からの信号と前記第3受光素子からの信号の差分である第1差分信号、及び、前記第2受光素子からの信号と前記第4受光素子からの信号の差分である第2差分信号を取得し、前記第1差分信号と前記第2差分信号の差分の信号と加算の信号、に基づいて、前記基準位置を表す信号を生成し、

前記回折格子は、中心から離れるほど格子周期が小さくなる第1回折格子と、前記第1回折格子の周辺に形成された、前記第1回折格子とは異なる第2回折格子と、を有することを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項2】

前記回折格子は、前記第1回折格子の周辺に形成された反射部を有することを特徴とす

る請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 3】

前記反射部には回折格子が形成されていないことを特徴とする請求項 2 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 4】

前記受光素子アレイは、前記第 1 受光素子の出力と足し合わされる第 5 受光素子を有し、  
前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子との隣接部からの距離が、前記第 3 受光素子よりも遠い位置に前記第 5 受光素子が配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 5】

前記回折格子は、前記第 1 回折格子の周辺において、前記第 2 回折格子が複数、所定の間隔で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 6】

光源と、スケールと、前記スケールからの光を受光する受光素子と、前記受光素子からの信号を処理する処理部と、を有する光学式エンコーダにおいて、

前記スケールは、基準位置を検出するための、格子の周期方向に回折光を集光する回折格子を有し、

前記受光素子は、前記回折格子からの光を受光する受光素子アレイを有し、

前記受光素子アレイは、位相が互いに異なる信号を出力する、第 1 受光素子と第 2 受光素子と第 3 受光素子と第 4 受光素子を有し、

前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が隣接し、前記第 3 受光素子と前記第 4 受光素子の間に前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が配置され、

前記処理部は、前記第 1 受光素子からの信号と前記第 3 受光素子からの信号の差分である第 1 差分信号、及び、前記第 2 受光素子からの信号と前記第 4 受光素子からの信号の差分である第 2 差分信号を取得し、前記第 1 差分信号と前記第 2 差分信号の差分の信号と加算の信号、に基づいて、前記基準位置を表す信号を生成し、

前記回折格子は、中心から離れるほど格子周期が小さくなる第 1 回折格子を有し、

前記光源から前記スケールまでの距離を  $Z_1$ 、前記スケールから前記受光素子アレイの面までの距離を  $Z_2$ 、前記第 1 回折格子の幅を  $w$ 、とし、

前記第 3 受光素子及び前記第 4 受光素子は、前記受光素子アレイの中心からの距離  $X$  が、 $X < (Z_1 + Z_2) / Z_1 \times (w / 2)$  を満たす位置に配置されていることを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 7】

前記光源から前記スケールまでの距離を  $Z_1$ 、前記スケールから前記受光素子アレイの面までの距離  $Z_2$ 、前記光源の波長を、前記第 2 回折格子の周期を  $d$ 、

前記回折格子の幅を  $w$ 、とし、

前記第 3 受光素子及び前記第 4 受光素子は、前記受光素子アレイの中心からの距離  $X$  が、 $X < (Z_1 + Z_2) / Z_1 \times (w / 2 + Z_2 \times \tan(\arcsin(\quad / d)))$  を満たす位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 8】

光源と、スケールと、前記スケールからの光を受光する受光素子と、前記受光素子からの信号を処理する処理部と、を有する光学式エンコーダにおいて、

前記スケールは、基準位置を検出するための、格子の周期方向に回折光を集光する回折格子を有し、

前記受光素子は、前記回折格子からの光を受光する受光素子アレイを有し、

前記受光素子アレイは、位相が互いに異なる信号を出力する、第 1 受光素子と第 2 受光素子と第 3 受光素子と第 4 受光素子を有し、

前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が隣接し、前記第 3 受光素子と前記第 4 受光素子の間に前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が配置され、

前記処理部は、前記第 1 受光素子からの信号と前記第 3 受光素子からの信号の差分である

10

20

30

40

50

第 1 差分信号、及び、前記第 2 受光素子からの信号と前記第 4 受光素子からの信号の差分である第 2 差分信号を取得し、前記第 1 差分信号と前記第 2 差分信号の差分の信号と加算の信号、に基づいて、前記基準位置を表す信号を生成し、

前記光源と前記スケールの間に配置された回折格子を有し、前記光源からの発散光束が前記受光素子アレイの面より遠い側に収束することを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 9】

前記スケールと前記受光素子アレイの間に配置された回折格子を有する請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 10】

前記第 1 受光素子からの信号と前記第 3 受光素子からの信号との位相は 180 度異なり、前記第 2 受光素子からの信号と前記第 4 受光素子からの信号との位相は 180 度異なることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

10

【請求項 11】

互いに隣接する複数の前記第 1 受光素子と、互いに隣接する複数の前記第 2 受光素子と、互いに隣接する複数の前記第 3 受光素子と、互いに隣接する複数の前記第 4 受光素子を有することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 12】

光源と、スケールと、前記スケールからの光を受光する受光素子と、前記受光素子からの信号を処理する処理部と、を有する光学式エンコーダにおいて、

前記スケールは、基準位置を検出するための、格子の周期方向に回折光を集光する回折格子を有し、

20

前記受光素子は、前記回折格子からの光を受光する受光素子アレイを有し、

前記受光素子アレイは、位相が互いに異なる信号を出力する、第 1 受光素子と第 2 受光素子と第 3 受光素子と第 4 受光素子を有し、

前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が隣接し、前記第 3 受光素子と前記第 4 受光素子の間に前記第 1 受光素子と前記第 2 受光素子が配置され、

前記処理部は、前記第 1 受光素子からの信号と前記第 3 受光素子からの信号の差分である第 1 差分信号、及び、前記第 2 受光素子からの信号と前記第 4 受光素子からの信号の差分である第 2 差分信号を取得し、前記第 1 差分信号と前記第 2 差分信号の差分の信号と加算の信号、に基づいて、前記基準位置を表す信号を生成し、

30

前記回折格子は、中心から離れるほど格子周期が小さくなる第 1 回折格子と、前記第 1 回折格子の隣に、所定の間隔をおいて形成された複数の第 2 回折格子と、を有し、

前記複数の第 2 回折格子の間は回折格子の無い領域であることを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 の何れか 1 項に記載の光学式エンコーダと、

前記光学式エンコーダによる検出結果に基づいて物体の変位を制御する制御部と、を有することを特徴とする制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、光学式エンコーダ及び制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、工作機や F A 装置などにおける位置検出装置として、エンコーダが用いられている。インクリメント方式のエンコーダでは、スケール上の特定位置に設けられた基準マークを利用して、原点などの基準位置を検出し、その基準位置からの相対移動量に基づいてストローク内の位置を検出する。

【0003】

特許文献 1 には、スケール上の基準位置を検出するエンコーダが開示されている。当該

50

エンコーダでは、回折レンズ構造を用い、分割フォトダイオードで差動信号を得ることで、ノイズに強く、再現性の高いエッジ検出を可能にしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2000-304574号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載のエンコーダでは、回折レンズ構造によって集光するスポット位置に光量が集中することで、その周辺は逆に光量が低下する。スポット位置付近の光強度分布から基準位置を検出する場合、周辺の光量低下により検出精度が低下する問題がある。

【0006】

そこで本発明は、高精度に基準位置を検出する光学式エンコーダを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する本発明の一側面としての光学式エンコーダは、光源と、スケールと、前記スケールからの光を受光する受光素子と、前記受光素子からの信号を処理する処理部と、を有する光学式エンコーダにおいて、前記スケールは、基準位置を検出するための、格子の周期方向に回折光を集光する回折格子を有し、前記受光素子は、前記回折格子からの光を受光する受光素子アレイを有し、前記受光素子アレイは、位相が互いに異なる信号を出力する、第1受光素子と第2受光素子と第3受光素子と第4受光素子を有し、前記第1受光素子と前記第2受光素子が隣接し、前記第3受光素子と前記第4受光素子の間に前記第1受光素子と前記第2受光素子が配置され、前記処理部は、前記第1受光素子からの信号と前記第3受光素子からの信号の差分である第1差分信号、及び、前記第2受光素子からの信号と前記第4受光素子からの信号の差分である第2差分信号を取得し、前記第1差分信号と前記第2差分信号の差分の信号と加算の信号、に基づいて、前記基準位置を表す信号を生成し、前記回折格子は、中心から離れるほど格子周期が小さくなる第1回折格子と、前記第1回折格子の周辺に形成された、前記第1回折格子とは異なる第2回折格子と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、高精度に基準位置を検出する光学式エンコーダを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態における位置検出装置の概略構成図である。

【図2】第1実施形態におけるスケールの平面図である。

【図3】第1実施形態におけるセンサユニットの平面図である。

【図4】第1実施形態における光路の展開図である。

【図5】第1実施形態における受光素子アレイ12aの平面図である。

【図6】第1実施形態における受光素子アレイ12bの平面図である。

【図7】第1実施形態における信号処理部と受光ICを含むブロック図である。

【図8】第1実施形態における基準マーク近傍の信号波形図である。

【図9】比較例における基準マーク近傍の信号波形図である。

【図10】第2実施形態における位置検出装置の概略構成図である。

【図11】第2実施形態における光路の展開図である。

【図12】第3実施形態における位置検出装置の概略構成図である。

【図13】第3実施形態におけるスケールの平面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】第 3 実施形態におけるセンサユニットの平面図である。  
【図 1 5】第 3 実施形態における受光素子アレイ 1 2 a の平面図である。  
【図 1 6】第 3 実施形態における受光素子アレイ 1 2 b の平面図である。  
【図 1 7】第 3 実施形態における基準マーク近傍の信号波形図である。  
【図 1 8】第 4 実施形態におけるスケールの平面図である。  
【図 1 9】第 4 実施形態における基準マーク近傍の信号波形図である。  
【図 2 0】第 5 実施形態における露光装置の構成図である。  
【図 2 1】第 6 実施形態におけるレーザー加工装置の構成を示す図である。  
【発明を実施するための形態】

【0 0 1 0】

10

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0 0 1 1】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態における光学式位置検出装置（光学式エンコーダ）1 0 0 の概略構成図である。位置検出装置 1 0 0 は、可動部（被測定物）に取り付けられるスケール 2 0、固定部に取り付けられる検出器としてのセンサユニット 1 0（検出器）、および、信号処理回路 1 0 1（信号処理部）を有する。本実施形態では、スケール 2 0 が X 方向に直線移動するリニアエンコーダを例に説明する。なお、固定部と可動部の関係は逆でもよく、センサユニット 1 0 を可動部に取り付け、スケール 2 0 を固定部に取り付けることができる。すなわち、センサユニット 1 0 とスケール 2 0 とが相対的に移動可能であればよい。

20

【0 0 1 2】

信号処理回路 1 0 1 は、インクリメント処理部 1 0 2、基準位置検出処理部 1 0 3 を有し、センサユニット 1 0 から出力される信号を処理する。インクリメント処理部 1 0 2 は、センサユニット 1 0 から得られたエンコーダ信号（位置検出信号）の内挿処理、累積処理を行う。基準位置検出処理部 1 0 3 は、スケール 2 0 上における基準位置の検出処理を行う。また信号処理回路 1 0 1 は、後述のように、基準マーク 2 2 を介して得られた光強度分布（エネルギー分布）を利用して、スケール 2 0 とセンサユニット 1 0 との間の相対的な基準位置を取得する。

【0 0 1 3】

センサユニット 1 0 は、例えば L E D（発光素子）を有する光源 1 1 と、受光素子アレイ 1 2 a を有する受光 I C 1 3 a と、受光素子アレイ 1 2 b を有する受光 I C 1 3 b と、が同一パッケージ内に実装された受発光一体型のセンサユニットである。スケール 2 0 は、石英基板上に加工された段差部がスケールトラック 2 1 a、2 1 b としてパターンニングされている。段差部は、エッチングによって光源波長の 1 / 4 程度の深さで形成され、表面には反射膜としてのアルミ膜と誘電体膜が積層されている。

30

【0 0 1 4】

センサユニット 1 0 内の光源 1 1 からスケールトラック 2 1 a に向かう光路中には、X 方向に交互に配列された透過部と遮光部とにより構成された透過型回折格子としての光源格子 1 4 が設けられている。スケールトラック 2 1 a から受光素子アレイ 1 2 a に向かう光路中には、インクリメント検出格子 1 5 が設けられている。インクリメント検出格子 1 5 は、X 方向に交互に配列された透過部と遮光部とにより構成された透過型回折格子である。

40

【0 0 1 5】

センサユニット 1 0 内の光源 1 1 から、スケールトラック 2 1 b に向かう光束は、スケールトラック 2 1 b で反射され、受光素子アレイ 1 2 b によって受光される。

【0 0 1 6】

光源格子 1 4、インクリメント検出格子 1 5 は、それぞれ、カバーガラス 1 6 の一方の面上に透過部となるクロム膜を形成することにより設けられている。カバーガラス 1 6 は、光源 1 1 および受光 I C 1 3 a、1 3 b を封止する透光性樹脂 1 7 に貼り合わされており、光源 1 1 および受光 I C 1 3 a、1 3 b と一体化されて固定されている。

50

## 【 0 0 1 7 】

次に、図 2 を参照して、スケール 2 0 におけるスケールトラック 2 1 a、2 1 b の構成について説明する。図 2 は、スケール 2 0 (スケールトラック 2 1 a、2 1 b) の一部を拡大した平面図である。図 2 において、ドットで塗られた部分は段差 (凹凸) パターンの凹部を示す。スケールトラック 2 1 a は、移動方向 (X 方向) において、周期すなわちピッチ  $4 \mu\text{m}$  ごとに、周期方向  $2 \mu\text{m}$  幅の凹部が配置されたパターン列からなる。また、スケールトラック 2 1 a と並行して配置されているスケールトラック 2 1 b には、スケール 2 0 上の特定の位置 (基準位置) において、凹部が X 方向 (周期方向) において不等間隔で配置された基準マーク 2 2 (基準格子、第 1 回折格子) が形成されている。凹部同士の間隔は基準マーク 2 2 の中心から離れるに従って小さくなっており、凹部の幅は中心から離れるに従って小さくなっている。そのため、光源 1 1 からの発散光束が、格子の周期方向において、回折によって所定の距離で線状に収束 (集光) する回折レンズ構造となっている。基準マーク 2 2 は、基準位置、例えば原点を検出するための回折格子である。なお、スケールトラック 2 1 b の基準マーク 2 2 以外の領域には、一様な反射膜を用いて反射部 2 3 が形成されている。

10

## 【 0 0 1 8 】

次に、図 3 を参照して、センサユニット 1 0 の構成について説明する。図 3 は、センサユニット 1 0 の平面図であり、センサユニット 1 0 をスケール 2 0 側から見た図を示している。光源格子 1 4 の格子パターン 1 4 a のピッチ (パターン周期) は、 $4 \mu\text{m}$  である。インクリメント検出格子 1 5 には、X 方向において所定のピッチ ( $= 4.069952 \mu\text{m}$ ) を有する格子パターン 1 5 が設けられている。

20

## 【 0 0 1 9 】

次に、図 4 を参照して、位置検出装置 1 0 0 における光路について説明する。図 4 は、位置検出装置 1 0 0 における光路の展開図であり、反射を透過のように展開した光路を示している。光源 1 1 から基準マーク 2 2 までの実効光路長としての距離  $L_1$  は、 $1 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$  の範囲に設定される。実効光路長とは、物理長を屈折率で除した値 (またはその近似値) である。基準マーク 2 2 から受光素子アレイ 1 2 b までの実効光路長としての距離  $L_2$  は、 $L_2 = L_1$  に設定される。

## 【 0 0 2 0 】

基準マーク 2 2 には、基準マーク 2 2 の中心から数えて  $n$  番目の境界位置が、以下の式 (1) で表される  $X_n$  の位置に形成されている。

30

## 【 0 0 2 1 】

## 【 数 1 】

$$X(n) = \sqrt{n \cdot f \cdot \lambda} \quad \cdots (1)$$

ここで、 $f$  は回折レンズの焦点距離、 $\lambda$  は光源 1 1 の中心波長である。

## 【 0 0 2 2 】

本実施形態では、 $f = 0.5 \text{ mm}$ 、 $\lambda = 650 \text{ nm}$  である。また、基準マーク 2 2 の幅は、中心から  $\pm 128 \mu\text{m}$  の領域である。

40

## 【 0 0 2 3 】

或いは、別の設計例として以下の式のようにしても効果は同様である。

## 【 0 0 2 4 】

## 【 数 2 】

$$X(n) = \sqrt{\frac{2n-1}{2} \cdot f \cdot \lambda} \quad \cdots (2)$$

50

次に、図 5 を参照して、受光 IC 13 a における受光素子アレイ 12 a (受光部) の配列について説明する。図 5 は、受光素子アレイ 12 a の平面図であり、受光素子アレイ 12 a の受光面の配列をそれぞれ示している。受光素子アレイ 12 a において、複数 (32 個) の受光素子が X 方向に沿って一列に配列されている。1 個の受光素子に関し、X 方向の幅  $X_{pd}$  は  $64\ \mu\text{m}$ 、X 方向に対して直交する方向 (Y 方向) の幅  $Y_{pd}$  は  $450\ \mu\text{m}$  である。受光素子アレイ 12 a の X 方向の全体幅  $W_{pd}$  は  $2048\ \mu\text{m}$  である。

#### 【0025】

32 個の受光素子は、A + 相、B + 相、A - 相、および、B - 相の順に循環的に割り当てられており、これら 4 つの相における各相に割り当てられた 8 個の受光素子が 1 つの受光素子群を構成する。A + 相の受光素子 (第 1 受光素子) が 8 個あり、これらが 1 つの群を構成する。B + 相の受光素子 (第 2 受光素子) が 8 個あり、これらが 1 つの群を構成する。A - 相の受光素子 (第 3 受光素子) が 8 個あり、これらが 1 つの群を構成する。B - 相の受光素子 (第 4 受光素子) が 8 個あり、これらが 1 つの群を構成する。A + 相の受光素子 (第 1 受光素子) と B + 相の受光素子 (第 2 受光素子) が互いに隣接している。A - 相の受光素子 (第 3 受光素子) と B - 相の受光素子 (第 4 受光素子) の間に、A + 相の受光素子 (第 1 受光素子) と B + 相の受光素子 (第 2 受光素子) が配置されている。同一相における受光素子の周期  $P_{pd}$  (循環周期) は、受光素子 4 個分の幅に相当する  $256\ \mu\text{m}$  であり、受光素子面上の光強度分布の検出周期に相当する。

#### 【0026】

各受光素子群を構成する 8 つの受光素子は、互いに電氣的に接続されており、これらの出力 (電流) は互いに足し合わされて後段に相ごとに設けられた I V 変換アンプ (不図示) に入力される。4 つの I V 変換アンプは、互いに位相が異なる 4 相の信号  $S1(A+)$ 、 $S1(B+)$ 、 $S1(A-)$ 、および、 $S1(B-)$  をそれぞれ出力する。信号  $S1(A+)$ 、 $S1(B+)$ 、 $S1(A-)$ 、 $S1(B-)$  は、スケール 20 の移動に応じてその値が正弦波状に変化する電圧信号 (正弦波信号) となる。4 つの相に対して設けられた 4 つの I V アンプの出力信号は、信号位相の 0 度、90 度、180 度、および、270 度にそれぞれ対応している。つまり、第 1 受光素子からの信号と第 3 受光素子からの信号との位相は 180 度異なり、第 2 の受光素子からの信号と第 4 受光素子からの信号との位相は 180 度異なる。

#### 【0027】

さらに、4 相の信号  $S1(A+)$ 、 $S1(B+)$ 、 $S1(A-)$ 、 $S1(B-)$  に対して、以下の式 (3)、(4) で表される演算を行い、4 相の信号から直流成分が除去された 2 相の正弦波信号  $S1(A)$ 、 $S1(B)$  に変換する。

#### 【0028】

$$S1(A) = S1(A+) - S1(A-) \quad \dots (3)$$

$$S1(B) = S1(B+) - S1(B-) \quad \dots (4)$$

受光 IC 13 a から出力された 2 相の正弦波信号  $S1(A)$ 、 $S1(B)$  は、信号処理回路 101 に送られる。信号処理回路 101 のインクリメント処理部 102 は、以下の式 (5) で表される演算により、位置信号の元となる位相信号 1 を取得する。

#### 【0029】

$$1 = \text{ATAN2}[S1(A), S1(B)] \quad \dots (5)$$

式 (5) において、 $\text{ATAN2}[Y, X]$  は、象限を判別して 0 ~ 2 位相に変換する逆正接演算関数である。さらに、インクリメント処理部 102 は位相信号 1 の変化量を累積することで位置情報を生成する。

#### 【0030】

次に、図 6 を参照して、受光 IC 13 b における受光素子アレイ 12 b (受光部) の配列について説明する。図 6 は、受光素子アレイ 12 b の平面図であり、受光素子アレイ 12 b の受光面の配列をそれぞれ示している。受光素子アレイ 12 b において、複数 (32 個) の受光素子が X 方向に沿って一列に配列されている。受光素子アレイ 12 b は、B - 相の信号を出力する第 1 受光素子と、A + 相の信号を出力する第 2 受光素子と、B + 相の

10

20

30

40

50

信号を出力する第3受光素子と、A - 相の信号を出力する第4受光素子と、を有する。受光素子アレイ12bでは、第1受光素子、第2受光素子、第3受光素子、第4受光素子の順に配列されている。1個の受光素子に関し、X方向の幅 $X_{pd}$ は $64\mu m$ 、X方向に対して直交する方向(Y方向)の幅 $Y_{pd}$ は $450\mu m$ である。受光素子アレイ12bのX方向の全体幅 $W_{pd}$ は $2048\mu m$ である。

【0031】

32個の受光素子のうち、中央の8つの受光素子がB - 相、B - 相、A + 相、A + 相、B + 相、B + 相、A - 相、A - 相の順に割り当てられている。互いに隣接する2つの同一相の受光素子が1つの受光素子群を構成する。各受光素子群を構成する2つの受光素子は、互いに電氣的に接続されており、これらの出力(電流)は互いに足し合わされて後段に相ごとに設けられたI/V変換アンプ(不図示)に入力される。4つのI/V変換アンプは、互いに位相が異なる4相の信号 $S2(A+)$ 、 $S2(B+)$ 、 $S2(A-)$ 、および、 $S2(B-)$ をそれぞれ出力する。

10

【0032】

さらに、受光IC13bでは、4相の信号 $S2(A+)$ 、 $S2(B+)$ 、 $S2(A-)$ 、 $S2(B-)$ に対して、以下の式(6)、(7)で表される減算を行い、2相の、差分の信号 $S2(A)$ 、 $S2(B)$ に変換する。受光IC13bから出力された2相の信号 $S2(A)$ 、 $S2(B)$ は、信号処理回路101の基準位置検出処理部103に送られる。

【0033】

$$S2(A) = S2(A+) - S2(A-) \quad \dots (6)$$

20

$$S2(B) = S2(B+) - S2(B-) \quad \dots (7)$$

基準位置マーク22の回折によって生じる影の中心からの距離Dは、以下の式8で計算できる。ここで、距離Z1は光源11から前記スケール20までの距離(本実施例ではL1)、距離Z2はスケール20から受光素子アレイ12bの面までの距離(本実施形態ではL2)である。wは基準位置マーク22の幅、である。

【0034】

$$D = (Z1 + Z2) / Z1 \times (w / 2) \quad \dots (8)$$

本実施例における、基準マーク22の回折によって生じる影の幅は、基準マーク22の2倍拡大像となり、中心から $\pm 256\mu m$ となる。一方、減算に用いられる受光素子(図6のA - およびB - )は、中心から $- 256 \sim - 128\mu m$ の範囲と $+ 128 \sim + 256\mu m$ となる。つまり、A - 相の受光素子とB - 相の受光素子は、受光素子の中心からの距離Xが、 $X < (Z1 + Z2) / Z1 \times (w / 2)$ を満たす位置に配置されている。このように、回折レンズ構造の影となる領域を含む位置に配置された受光素子を減算に用いることで、基準マーク22付近の信号振幅を増大させることが可能となる。それにより、誤検出しにくい基準位置検出が実現できる。

30

【0035】

次に、図7を参照して、信号処理回路101の基準位置検出処理部103を説明する。図7は、基準位置検出処理部103と受光IC13bのブロック図である。基準位置検出処理部103は、2相の信号 $S2(A)$ 、 $S2(B)$ に対して、以下の式(9)、(10)で表される演算を行い、差動信号Zsubと加算信号Zaddを取得する。

40

【0036】

$$Zsub = S2(A) - S2(B) \quad \dots (9)$$

$$Zadd = S2(A) + S2(B) \quad \dots (10)$$

差動信号Zsub、加算信号Zaddは、ともに基準電圧Vrefを基準に出力するようにオフセットを加えている。加算信号Zaddは、比較器に入力され、下記式(11)の条件にてハイレベルとなる2値化出力をゲート信号Zgateとして生成する。

【0037】

$$Zadd > Th2 \quad \dots (11)$$

ここでTh2は、比較器の2値化閾値レベルであり、基準マーク22の近傍でのみハイレベルを出力するように、あらかじめ設定されている。Zsubは、比較器に入力され、

50



下記式 ( 1 2 ) の条件にてハイレベルとなる 2 値化出力をエッジ信号として生成する。

【 0 0 3 8 】

$$Z_{sub} > Th_1 \quad \dots ( 1 2 )$$

ここで、 $Th_1$  は、比較器の 2 値化閾値レベルであり、例えば基準電圧  $V_{ref}$  と同じ値を用いることができる。エッジ信号はさらに微分回路に入力し、エッジ信号の立ち上がりで所定の時間幅を持つパルス信号として、立ち上がりエッジ信号  $Prise$  を出力させる。さらに、ゲート信号  $Z_{gate}$  と立ち上がりエッジ信号  $Prise$  を論理積回路 (  $AND$  回路 ) に入力し、原点信号  $Z_{pulse}$  として出力する。

【 0 0 3 9 】

次に、図 8 を参照して、基準マーク 2 2 近傍での各信号波形について説明する。図 8 は、基準マーク 2 2 からの光を受光素子アレイ 1 2 b で検出した場合の基準マーク 2 2 近傍における信号波形図である。図 8 ( a ) は、基準マーク 2 2 の近傍での 2 相の信号  $S_2 ( A )$ 、 $S_2 ( B )$  の波形を示している。図 8 ( b ) は、基準マーク 2 2 の近傍での加算信号  $Z_{add}$  および閾値  $Th_2$  の波形を示している。

【 0 0 4 0 】

図 8 ( c ) は、基準マーク 2 2 の近傍での差動信号  $Z_{sub}$ 、閾値  $Th_1$  の波形を示している。閾値  $Th_1$  はヒステリシスを持たせてあり、比較器出力がハイになったら閾値  $Th_1$  がマイナス側にオフセットするようになっている。このようにすることで、信号変化が急峻な基準マーク 2 2 の中心付近でのエッジ検出を行うとともに、それ以外の場所での不要なエッジ検出を抑えることができる。不要なエッジ検出を抑えることで、インクリメント信号へのクロストークが低減される。

【 0 0 4 1 】

図 8 ( d ) は、基準マーク 2 2 の近傍でのゲート信号  $Z_{gate}$ 、立ち上がりエッジ信号  $Prise$ 、原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形を示している。原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形は、基準マークの中心位置 ( 基準位置 ) を示しているのが分かる。本実施形態によれば、基準マークが回折レンズ構造である場合でも、基準位置を高精度に検出することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

次に、比較例として、2 相の信号出力のみを用いて原点パルスを得る場合を示す。4 つの  $IV$  変換アンプから出力される 4 相の信号  $S_2 ( A + )$ 、 $S_2 ( B + )$ 、 $S_2 ( A - )$ 、 $S_2 ( B - )$  のうち、 $S_2 ( A + )$ 、 $S_2 ( B + )$  だけを用いた例を説明する。比較例では、 $S_2 ( A + )$ 、 $S_2 ( B + )$  を用いて、以下の式 ( 1 3 ) の演算を行う。

【 0 0 4 3 】

$$Z_{add}' = S_2 ( A + ) + S_2 ( B + ) \quad \dots ( 1 3 )$$

図 9 を参照して、比較例における基準マーク 2 2 の近傍での各信号波形について説明する。図 9 は、比較例における、基準マーク 2 2 からの光を受光素子アレイ 1 2 b で検出した場合の基準マーク 2 2 近傍における信号波形図である。図 9 ( a ) は、基準マーク 2 2 の近傍での 2 相の信号  $S_2 ( A + )$ 、 $S_2 ( B + )$  の波形を示している。図 9 ( b ) は、基準マーク 2 2 の近傍での加算信号  $Z_{add}'$  および閾値  $Th_2$  の波形を示している。

【 0 0 4 4 】

図 9 ( c ) は、基準マーク 2 2 の近傍におけるゲート信号  $Z_{gate}$  の波形を示している。加算信号  $Z_{add}'$  における基準マーク 2 2 の中心位置付近の信号 9 0 1 の値は、基準マーク 2 2 から離れた反射部 2 3 の位置における信号 9 0 2 の値と同等程度となっている。そのため、ゲート信号  $Z_{gate}$  から基準マークの中心位置を高精度に求めることはできない。これは、基準マーク 2 2 の回折レンズ構造によって、集光位置以外の周辺部で光量が低下していることが原因であり、信号  $S_2 ( A + )$ 、 $S_2 ( B + )$  のみを用いるだけでは不十分であることが分かる。

【 0 0 4 5 】

基準マーク 2 2 の回折によって生じる影の幅は、基準マーク 2 2 の 2 倍拡大像となっているため、本実施形態では、 $A -$  および  $B -$  の受光素子からの信号  $S_2 ( A - )$ 、 $S_2 ($

10

20

30

40

50

B - )を用いる。これにより、基準マークの基準位置を高精度に検出することが可能となる。つまり、回折レンズ構造の影となる領域を含む位置に配置された受光素子を減算に用いることで、基準マーク 2 2 付近の信号振幅を増大させることが可能となる。それにより、誤検出しにくい基準位置検出が実現できる。基準位置が高精度に検出されると、スケールトラック 2 1 a を用いて式 5 より求められる相対位置と組み合わせて、高精度にスケール ( 物体 ) の位置を求めることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

( 第 2 実施形態 )

図 1 0 は、第 2 実施形態における位置検出装置 2 0 0 の構成図である。第 1 実施形態と異なる点は、センサユニット 1 0 内の光源 1 1 からの光が光源格子 1 4 を透過したのち、スケールトラック 2 1 b に照射される点である。

10

#### 【 0 0 4 7 】

図 1 1 を参照して、位置検出装置 2 0 0 における光路について説明する。図 1 1 は、位置検出装置 2 0 0 における光路の展開図であり、反射を透過のように展開した光路を示している。光源 1 1 から光源格子 1 4 までの実効光路長としての距離  $L_0$  は  $0.3\text{ mm}$  である。光源格子 1 4 から基準マーク 2 2 までの実効光路長としての距離  $L_3$  は、 $0.7\text{ mm} \pm 0.3\text{ mm}$  の範囲に設定される。基準マーク 2 2 から受光素子アレイ 1 2 b までの実効光路長としての距離  $L_4$  は、 $L_4 = L_0 + L_2$  に設定される。

#### 【 0 0 4 8 】

基準マーク 2 2 には、基準マーク 2 2 の中心から数えて  $n$  番目の境界位置が、式 ( 1 ) で表される  $X_n$  の位置に形成されている。本実施形態における回折レンズの焦点距離は、 $f = 0.7\text{ mm}$  である。すなわち、光源 1 1 からの発散光束は、受光素子アレイ面よりも遠い位置に収束するようになっている。こうすることで、光源格子 1 4 の周期像を受光面上に形成し、信号が不安定になるのを防ぐ効果が得られる。

20

#### 【 0 0 4 9 】

( 第 3 実施形態 )

図 1 2 は、第 3 実施形態における位置検出装置 3 0 0 の構成図である。第 2 の実施形態とは、スケールトラック 2 1 b から受光素子アレイ 1 2 b に至る光路中に原点検出格子 1 9 が設けられている点と、スケールトラック 2 1 b 及び受光 IC の構成、が異なる。原点検出格子 1 9 は、X 方向に垂直な方向に交互に配列された透過部と遮光部とにより構成された透過型回折格子である。

30

#### 【 0 0 5 0 】

次に、図 1 3 を参照して、本実施形態におけるスケール 2 0 におけるスケールトラック 2 1 a、2 1 b の構成について説明する。図 1 3 は、スケール 2 0 ( スケールトラック 2 1 a、2 1 b ) の一部を拡大した平面図である。図 1 3 において、ドットで塗られた部分は段差パターンの凹部を示す。スケールトラック 2 1 a は、移動方向 ( X 方向 ) において、周期すなわちピッチ (  $= 4\text{ }\mu\text{ m}$  ) ごとに、 $2\text{ }\mu\text{ m}$  幅の段差パターンが配置されたパターン列からなる。

#### 【 0 0 5 1 】

スケールトラック 2 1 a と並行して配置されているスケールトラック 2 1 b には、スケール 2 0 上の特定の位置 ( 基準位置 ) で、凹部が移動方向 ( X 方向 ) において不等間隔で配置された基準マーク 2 2 ( 基準位置格子 ) が形成されている。格子間隔は基準マーク 2 2 の中心から離れるに従って小さくなっており、光源 1 1 からの発散光束が、回折によって所定の距離で線状に収束する回折レンズ構造となっている。スケールトラック 2 1 b の基準マーク 2 2 以外の領域には、移動方向 ( X 方向 ) において、周期すなわちピッチ (  $= 4.9\text{ }\mu\text{ m}$  ) ごとに、 $2.45\text{ }\mu\text{ m}$  幅の段差パターンが配置されたパターン列からなる格子領域 2 4 ( 第 2 回折格子 ) が形成されている。格子領域 2 4 の格子周期は、同じ点からの + 1 次回折光と - 1 次回折光が、概略逆相 (  $256\text{ }\mu\text{ m}$  ) の位置に分かれて入射するように設定されている。このようにすることで、スケール上に付着するゴミや、パターン欠陥の影響が、以下の演算によってキャンセルされ、誤検出しにくくなる。

40

50

## 【0052】

次に、図14を参照して、センサユニット10の構成について説明する。図14は、センサユニット10の平面図であり、センサユニット10をスケール20側から見た図を示している。光源格子14の格子パターン14aのピッチ（パターン周期）は $4\mu\text{m}$ である。インクリメント検出格子15には、X方向において所定のピッチ（ $=4.069952\mu\text{m}$ ）を有する格子パターン15が設けられている。原点検出格子19には、X方向に対して垂直な方向（Y方向）において、 $18\mu\text{m}$ 幅の遮光部と $2\mu\text{m}$ 幅の開口部が交互に並べられている。この格子構造により、受光素子アレイ12bで受光する光量を減衰し、インクリメント信号との光量比を調整することができる。格子周期方向を位置検出方向に対して垂直な方向にすることで、移動方向の光量プロファイルには影響を与えないようにできる。

10

## 【0053】

光源11から光源格子14までの実効光路長としての距離 $L_0$ は $0.3\text{mm}$ である。光源格子14から基準マーク22までの実効光路長としての距離 $L_3$ は、 $1.6\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ の範囲に設定される。基準マーク22から受光素子アレイ12bまでの実効光路長としての距離 $L_4$ は、 $L_4 = L_0 + L_3$ に設定される。

## 【0054】

次に、図15を参照して、本実施形態の受光IC13aにおける受光素子アレイ12aの配列について説明する。図15は、本実施形態の受光素子アレイ12aの平面図であり、受光素子アレイ12aの受光面の配列をそれぞれ示している。受光素子アレイ12aは、複数（64個）の受光素子がX方向に沿って一列に配列されている。1個の受光素子に関し、X方向の幅 $X_{pd}$ は $32\mu\text{m}$ 、Y方向の幅 $Y_{pd}$ は $450\mu\text{m}$ である。受光素子アレイ12aのX方向の全体幅 $W_{pd}$ は $2048\mu\text{m}$ である。

20

## 【0055】

64個の受光素子は、A+相、B+相、A-相、および、B-相の順に、一部、間をとばして循環的に割り当てられており、これら4つの相のそれぞれにおいて、12個の受光素子が1つの受光素子群を構成する。同一相の受光素子の周期 $P_{pd}$ （循環周期）は、受光素子8個分の幅に相当する $256\mu\text{m}$ であり、受光素子面上の光強度分布の検出周期に相当する。各受光素子群を構成する12個の受光素子は、互いに電氣的に接続されており、これらの出力（電流）は互いに足し合わされて後段に相ごとに設けられたIV変換アンプ（不図示）に入力される。4つのIV変換アンプは、4相の信号 $S_1(A+)$ 、 $S_1(B+)$ 、 $S_1(A-)$ 、および、 $S_1(B-)$ をそれぞれ出力する。

30

## 【0056】

信号 $S_1(A+)$ 、 $S_1(B+)$ 、 $S_1(A-)$ 、 $S_1(B-)$ は、スケール20の移動に応じてその値が正弦波状に変化する電圧信号（正弦波信号）となる。4つの相に対して設けられた4つのIVアンプの出力信号は、信号位相の0度、90度、180度、および、270度にそれぞれ対応している。さらに、4相の信号 $S_1(A+)$ 、 $S_1(B+)$ 、 $S_1(A-)$ 、 $S_1(B-)$ に対して、式(3)、(4)で表される演算を行い、4相の信号から直流成分が除去された2相の正弦波信号 $S_1(A)$ 、 $S_1(B)$ に変換する。

## 【0057】

センサユニット10から出力された2相の正弦波信号 $S_1(A)$ 、 $S_1(B)$ は、信号処理回路101に送られる。信号処理回路101のインクリメント処理部102は、式(5)で表される演算により、位置信号の元となる位相信号1を取得する。さらに、インクリメント処理部102は位相信号1の変化量を累積することで位置情報を生成する。

40

## 【0058】

受光IC13bにおける受光素子アレイ12bの配列を図16に示す。受光素子アレイ12bでは、複数（32個）の受光素子がX方向に沿って一列に配列されている。1個の受光素子に関し、X方向の幅 $X_{pd}$ は $32\mu\text{m}$ 、Y方向の幅 $Y_{pd}$ は $450\mu\text{m}$ である。受光素子アレイ12bのX方向の全体幅 $W_{pd}$ は $2048\mu\text{m}$ である。

## 【0059】

50

6 4 個の受光素子は、A + 相、B + 相、A - 相、および、B - 相の順に、一部間をとばして循環的に割り当てられており、これら 4 つの相のそれぞれにおいて、1 2 個の受光素子が 1 つの受光素子群を構成する。A + 相の受光素子は、中央部に 8 個、周辺部の左側に 4 個あり、これらが 1 つの群を構成する。B + 相の受光素子は中央部に 8 個、周辺部の右側に 4 個あり、これらが 1 つの群を構成する。A - 相の受光素子は、中央部に 8 個、周辺部の右側に 4 個あり、これらが 1 つの群を構成する。B - 相の受光素子は中央部に 8 個、周辺部の左側に 4 個あり、これらが 1 つの群を構成する。中央部において、A + 相の受光素子と B + 相の受光素子が互いに隣接している。A - 相の受光素子と B - 相の受光素子の間に、A + 相の受光素子と B + 相の受光素子が配置されている。この周期  $P_{pd}$  ( 循環周期 ) は、受光素子 3 2 個分の幅に相当する  $1024 \mu m$  である。

10

#### 【 0 0 6 0 】

受光素子アレイ 1 2 b は、中央部の各 8 個の受光素子 4 群と、その両側に、中央部の受光素子と出力を足し合わせる複数の受光素子 9 1 を有している。各受光素子群を構成する 1 2 個の受光素子は、互いに電氣的に接続されており、これらの出力 ( 電流 ) は互いに足し合わされて後段に相ごとに設けられた I V 変換アンプ ( 不図示 ) に入力される。4 つの I V 変換アンプは、4 相の信号  $S2(A+)$ 、 $S2(B+)$ 、 $S2(A-)$ 、および、 $S2(B-)$  をそれぞれ出力する。中央部の A + 相の受光素子 ( 第 1 受光素子 ) の出力と足し合わされる、受光素子アレイ 1 2 b は周辺部の A + 相の受光素子 ( 第 5 受光素子 ) を有する。周辺部の A + 相の受光素子は、中央部の A + 相の受光素子と B + 相の受光素子との隣接部 ( 中心 ) からの距離が、中央部の A - 相の受光素子 ( 第 3 受光素子 ) よりも遠い位置に配置されている。

20

#### 【 0 0 6 1 】

さらに、4 相の信号  $S2(A+)$ 、 $S2(B+)$ 、 $S2(A-)$ 、 $S2(B-)$  に対して、式 ( 6 )、( 7 ) で表される演算を行い、2 相の信号  $S2(A)$ 、 $S2(B)$  に変換する。受光 IC 1 3 b から出力された 2 相の信号  $S2(A)$ 、 $S2(B)$  は、信号処理回路 1 0 1 の基準位置検出処理部 1 0 3 に送られる。

#### 【 0 0 6 2 】

基準マーク 2 2 の回折によって生じる影の中心からの距離  $D$  は、以下の式 1 4 で計算できる。

#### 【 0 0 6 3 】

$$D = (Z1 + Z2) / Z1 \times (w / 2 + Z2 \times \tan(\arcsin(w / d))) \quad \dots (14)$$

30

ここで、 $Z1$  は光源 1 1 からスケール 2 0 までの距離 ( 本実施形態では  $L0 + L3$  )、 $Z2$  はスケール 2 0 から受光素子アレイ 1 2 b の面までの距離 ( 本実施形態では  $L4$  ) である。 $\lambda$  は光源 1 1 の波長、 $d$  は格子領域 2 4 の格子間隔、 $w$  は基準マーク 2 2 の幅である。

#### 【 0 0 6 4 】

本実施形態では、減算に用いられる受光素子 ( 図 1 6 の A - および B - ) の少なくとも一部が、距離  $D$  の範囲の内側に配置されている。つまり、A - 相の受光素子と B - 相の受光素子は、受光素子の中心からの距離  $X$  が、 $X < (Z1 + Z2) / Z1 \times (w / 2 + Z2 \times \tan(\arcsin(w / d)))$  を満たす位置に配置されている。このように、回折レンズ構造の影となる領域を含む位置に配置された受光素子を減算に用いることで、基準マーク 2 2 付近の信号振幅を増大させることが可能となる。それにより、誤検出しにくい基準位置検出が実現できる。

40

#### 【 0 0 6 5 】

次に、図 1 7 を参照して、基準マーク 2 2 の近傍での各信号波形について説明する。図 1 7 は、基準マーク 2 2 からの光を受光素子アレイ 1 2 b で検出した場合の基準マーク 2 2 近傍における信号波形図である。図 1 7 ( a ) は、基準マーク 2 2 の近傍での 2 相の信号  $S2(A)$ 、 $S2(B)$  の波形を示している。図 1 7 ( b ) は、基準マーク 2 2 の近傍での加算信号  $Zadd$  および閾値  $Th2$  の波形を示している。図 1 7 ( c ) は、基準マ

50

ク 2 2 の近傍での差動信号  $Z_{sub}$ 、閾値  $Th_1$  の波形を示している。図 1 7 ( d ) は、基準マーク 2 2 の近傍でのゲート信号  $Z_{gate}$ 、立ち上がりエッジ信号  $Prise$ 、原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形を示している。原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形は、基準マークの中心位置を示しているのが分かる。本実施形態によれば、基準マークが回折レンズ構造である場合でも、基準位置を高精度に検出することが可能となる。

#### 【 0 0 6 6 】

( 第 4 実施形態 )

図 1 8 を参照して、第 4 実施形態におけるスケール 2 0 におけるスケールトラック 2 1 a、2 1 b の構成について説明する。図 1 8 は、スケール 2 0 ( スケールトラック 2 1 a、2 1 b ) の一部を拡大した平面図である。図 1 7 において、ドットで塗られた部分は段差パターンの凹部を示す。スケールトラック 2 1 a は、移動方向 ( X 方向 ) において、周期  $4\ \mu\text{m}$  ごとに、 $2\ \mu\text{m}$  幅の段差パターンが配置されたパターン列からなる。また、スケールトラック 2 1 a と並行して配置されているスケールトラック 2 1 b には、スケール 2 0 上の特定の位置 ( 基準位置 ) で、凹部が X 方向において不等間隔で配置された基準マーク 2 2 ( 基準格子 ) が形成されている。格子間隔は基準マーク 2 2 の中心から離れるに従って小さくなっており、光源 1 1 からの発散光束が、回折によって所定の距離で線状に収束する回折レンズ構造となっている。スケールトラック 2 1 b の基準マーク 2 2 以外の領域には、X 方向において、周期  $4.9\ \mu\text{m}$  ごとに、 $2.45\ \mu\text{m}$  幅の段差パターンが配置されたパターン列からなる格子領域 2 4 ( 第 2 回折格子 ) が形成されている。パターン列からなる格子領域 2 4 は、間隔を置いて複数配列されている。基準マーク 2 2 の中心から両側に  $384 \sim 512\ \mu\text{m}$  の範囲、および、 $640 \sim 768\ \mu\text{m}$  の範囲には、格子の無い領域 2 5 ( 反射部 ) がある。

#### 【 0 0 6 7 】

受光素子 1 2 b の配置は第 3 実施形態のものと同じである。基準マーク 2 2 の中心から  $384 \sim 512\ \mu\text{m}$  の範囲からの反射光は、複数の受光素子 9 1 のプラス側 ( 図 1 6 の受光素子 9 1 の A +、B + ) に入射する。このようにすることで、原点位置での  $Z_{add}$  信号を増大することができ、誤検出を防止することができる。

#### 【 0 0 6 8 】

次に、図 1 9 を参照して、基準マーク 2 2 の近傍での各信号波形について説明する。図 1 9 は、基準マーク 2 2 の近傍での信号波形図である。図 1 9 ( a ) は、基準マーク 2 2 の近傍での 2 相の信号  $S_2(A)$ 、 $S_2(B)$  の波形を示している。図 1 9 ( b ) は、基準マーク 2 2 の近傍での加算信号  $Z_{add}$  および閾値  $Th_2$  の波形を示している。図 1 9 ( c ) は、基準マーク 2 2 の近傍での差動信号  $Z_{sub}$ 、閾値  $Th_1$  の波形を示している。図 1 9 ( d ) は、基準マーク 2 2 の近傍でのゲート信号  $Z_{gate}$ 、立ち上がりエッジ信号  $Prise$ 、原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形を示している。原点信号  $Z_{pulse}$  ( 原点パルス ) の波形は、基準マークの中心位置を示しているのが分かる。本実施形態によれば、基準マークが回折レンズ構造である場合でも、基準位置を高精度に検出することが可能となる。

#### 【 0 0 6 9 】

なお、上述の実施形態では、光源からの光を反射型スケール ( スケール格子 ) にて反射して受光素子アレイで受光する反射型の位置検出装置について説明したが、これに限定されるものではない。各実施形態は、例えば、光源からの光に対して透過型スケールを透過させて受光素子アレイで受光する透過型の位置検出装置にも適用可能である。また、各実施形態において、リニアスケールを用いた位置検出装置 ( リニアエンコーダ ) について説明したが、これに限定されるものではない。各実施形態は、例えばロータリースケールを用いたロータリーエンコーダにも適用可能である。ロータリーエンコーダの場合、スケールパターンを放射状に構成すればよい。なお、上述の実施形態では、スケール 2 0 のパターンを段差による位相パターンとしているが、それに限るものではない。同一の設計で、凹部、凸部の代わりに、反射、非反射によるパターンとしても同様の効果が得られる。

## 【 0 0 7 0 】

## ( 第 5 実施形態 )

次に、図 2 0 を参照して、第 5 実施形態における露光装置について説明する。図 2 0 は、本実施形態における露光装置 4 0 0 の概略構成図である。露光装置 4 0 0 は、半導体ウエハに電子回路を露光するように構成され、例えば第 1 実施形態にて説明した位置検出装置 1 0 0 を搭載している。露光装置 4 0 0 は、位置検出装置 1 0 0 を用いて、半導体ウエハが搭載されて 2 次元方向に駆動可能なステージの位置を検出する。

## 【 0 0 7 1 】

図 2 0 において、露光装置 4 0 0 は、動作可能な可動部としてのステージ 5 0 と、ウエハ 5 3 に対して不図示のマスクの光学像である電子回路像を投影（露光）する投影光学系 5 1 を有する。ステージ 5 0 上にはウエハ 5 3 が搭載されている。ステージ 5 0 は、駆動機構 5 5 によって、投影光学系 5 1 に対して X 方向および Y 方向に駆動される。これにより、ウエハ 5 3 上における電子回路像の投影位置が制御される。

10

## 【 0 0 7 2 】

露光装置 4 0 0 は位置検出装置 1 0 0 を有する。位置検出装置 1 0 0 のスケール 2 0 は、ステージ 5 0（可動部）に取り付けられている。位置検出装置 1 0 0 のセンサユニット 1 0 は、露光装置 4 0 0 の固定部である筐体 5 4 に取り付けられている。なお、本実施形態において、固定部と可動部の関係は逆でもよく、センサユニット 1 0 を可動部に取り付け、スケール 2 0 を固定部に取り付けることができる。すなわち、センサユニット 1 0 とスケール 2 0 とが相対的に移動可能であればよい。また、本実施形態において、位置検出装置 1 0 0（センサユニット 1 0）に代えて、第 2 ～ 4 の実施形態における位置検出装置を用いてもよい。

20

## 【 0 0 7 3 】

露光装置 4 0 0 は位置検出装置 1 0 0 の検出結果、つまり、センサユニット 1 0 の受光素子アレイ 1 2 a、1 2 b からの出力信号に基づいてステージ 5 0 の位置を演算し、駆動機構 5 5 を制御する制御部 5 6 を有する。

## 【 0 0 7 4 】

位置検出装置によって高精度に基準位置を検出することにより、露光装置 2 0 0 のステージ 5 0 の位置を高分解能かつ安定的に検出し、ステージ 5 0 の移動（動作）を高精度に制御することができる。

30

## 【 0 0 7 5 】

## ( 第 6 実施形態 )

図 2 1 は、ガルバノ走査装置（ガルバノスキャナ）を含むレーザー加工装置の例を示す図である。レーザー加工装置は、レーザー光源 6 1 0 と、ガルバノ走査装置 6 2 0、6 3 0 と、レンズ 6 4 0 を有する。レーザー光源 6 1 0 からのレーザー光を、ガルバノ走査装置 6 2 0、6 3 0 で、直交する 2 軸方向に偏向させる。レンズ 6 4 0 で集光されたレーザー光は、加工対象物 6 5 0 に照射される。

## 【 0 0 7 6 】

ガルバノ走査装置 6 2 0、6 3 0 は回転可動部にミラーを備え、モータにより駆動される。ガルバノ走査装置 6 2 0、6 3 0 は、モータ及びミラーの回転軸に取り付けられた、上述の光学式エンコーダ（ロータリーエンコーダ）を有する。光学式エンコーダの出力を、CPU 等の演算装置を内蔵した不図示の制御部に入力し、制御部はモータの回転角度制御を行う。上述のエンコーダを用いることで高精度に位置（回転角）を検出することができ、モータの回転角を高精度に制御することができる。

40

## 【 0 0 7 7 】

なお、駆動制御装置における可動部としては第 5 実施形態や第 6 実施形態のようなステージやミラーに限られず、駆動変位可能なものであれば適用可能である。即ち、上述の光学式エンコーダを用いて可動部の変位量を測定し、測定された変位量に基づき前記可動部の動作を制御する駆動制御装置全般に適用できる。例えば、ロボットアームまたは組み立て対象物を搬送する搬送体を備えた工作機器と、この工作機器の位置または姿勢を検出す

50

る各実施形態のエンコーダとを有する工作装置を構成することにより、搬送体の位置を高精度に検出することができる。

【 0 0 7 8 】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

10

20

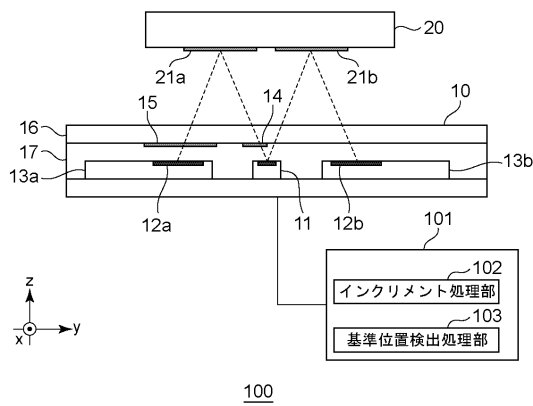
30

40

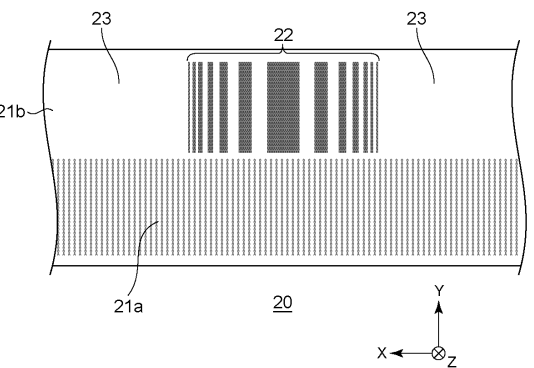
50

【図面】

【図 1】



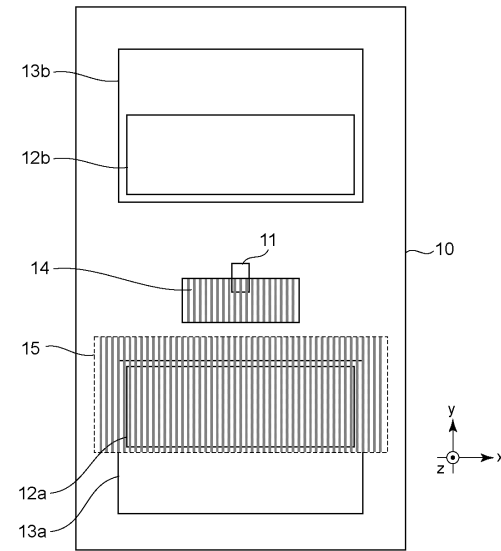
【図 2】



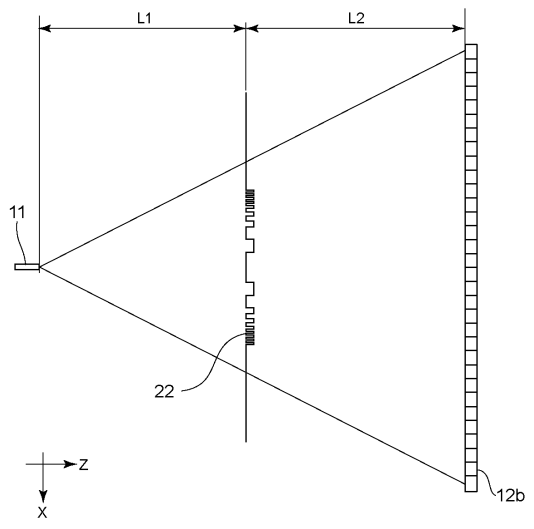
10

20

【図 3】



【図 4】



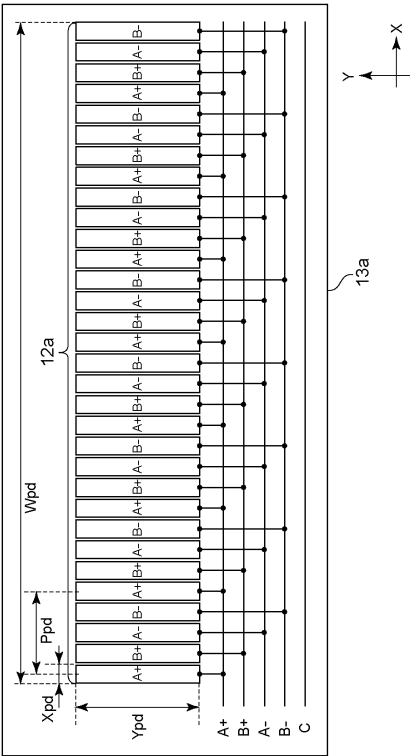
30

40

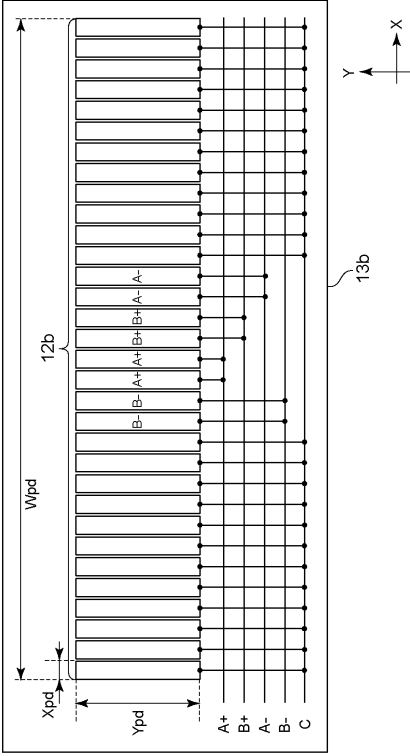
50



【図 5】



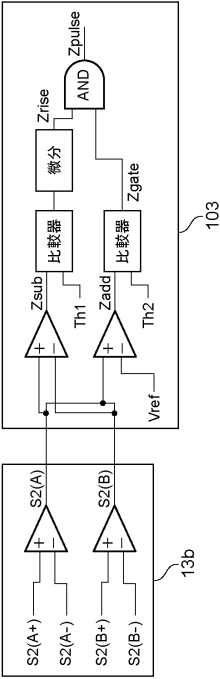
【図 6】



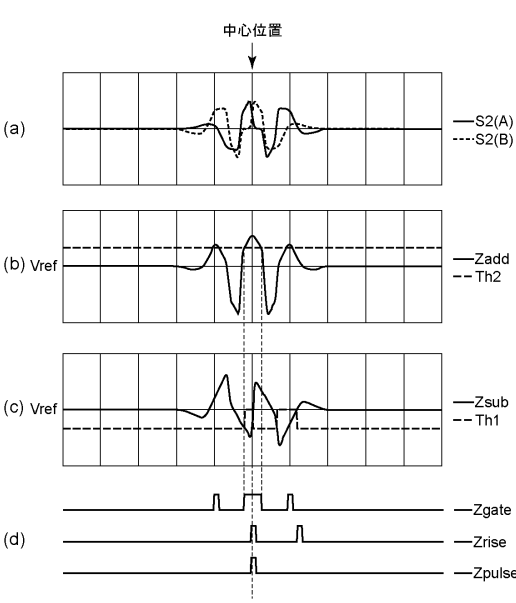
10

20

【図 7】



【図 8】

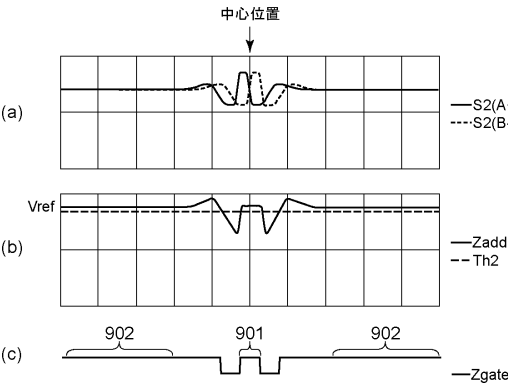


30

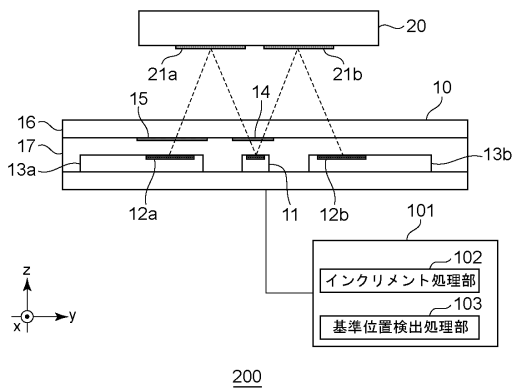
40

50

【図 9】



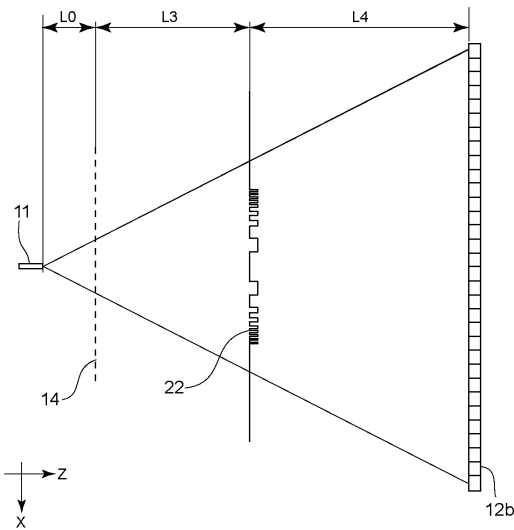
【図 1 0】



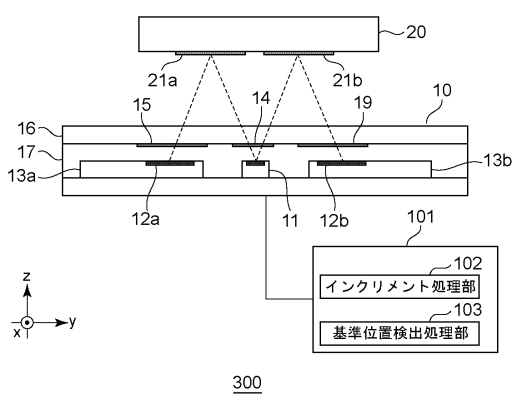
10

20

【図 1 1】



【図 1 2】

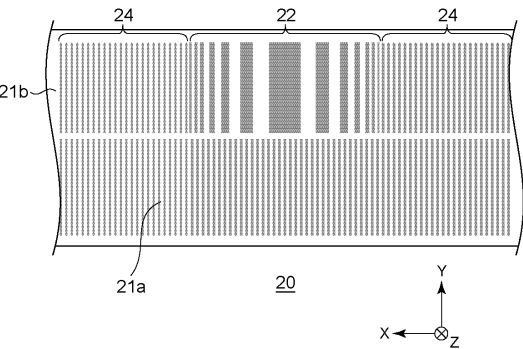


30

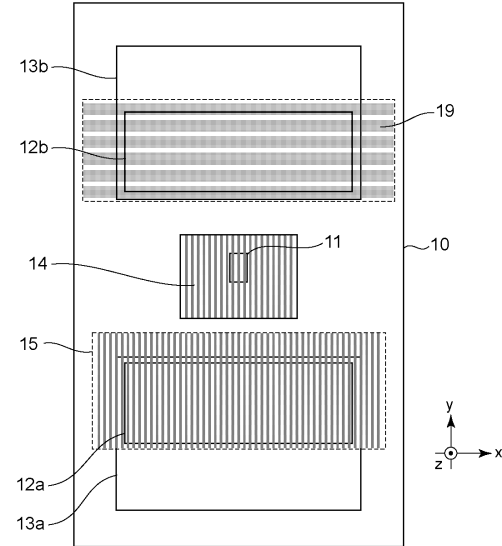
40

50

【図 1 3】



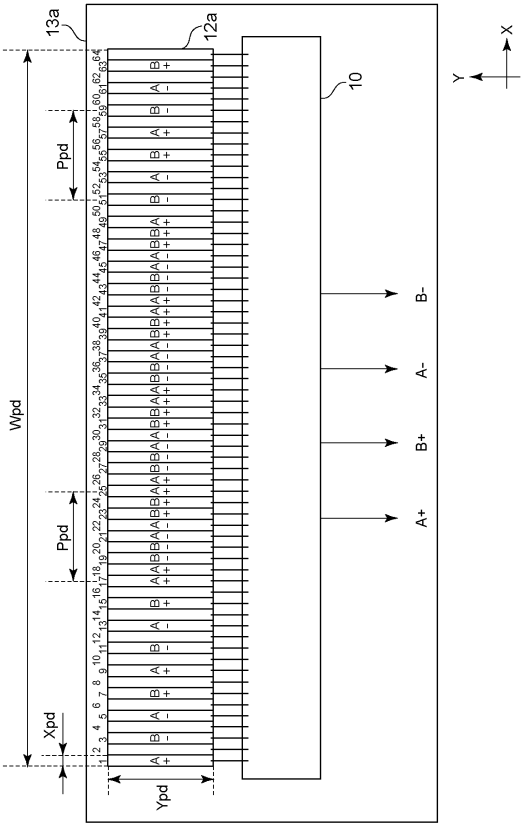
【図 1 4】



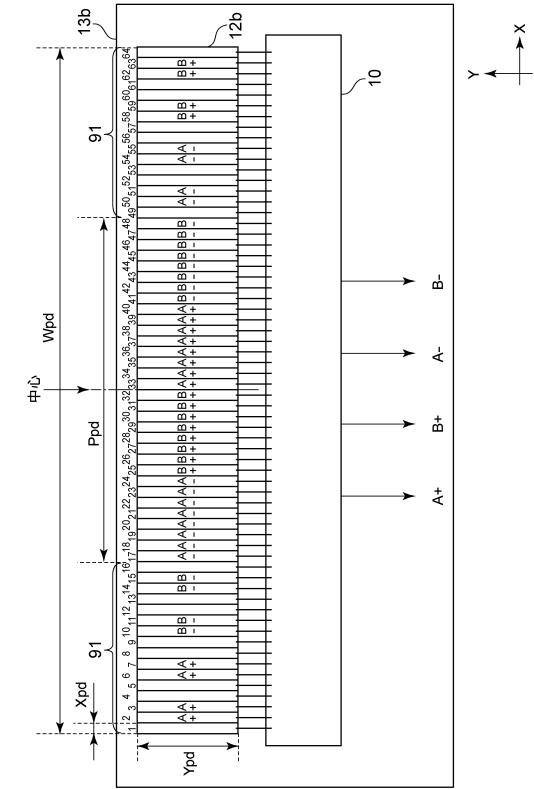
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

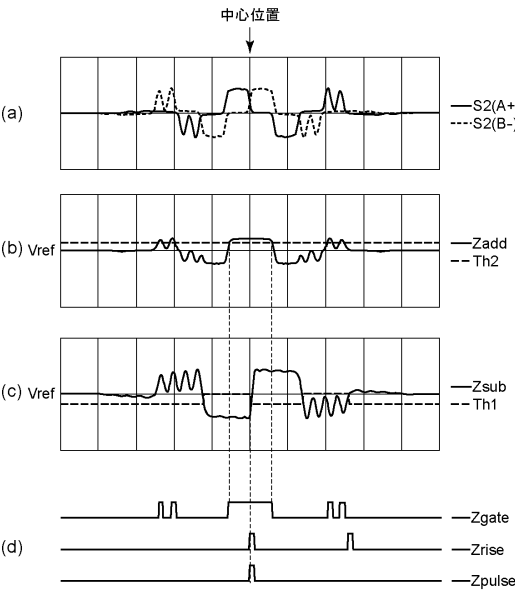


30

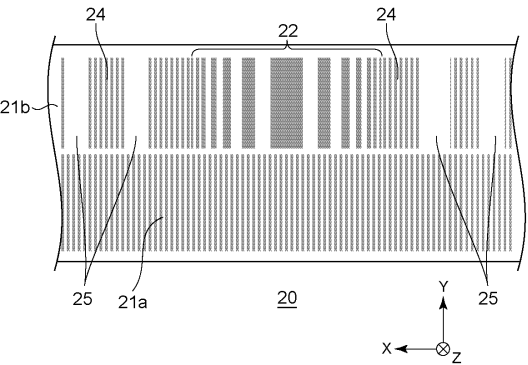
40

50

【 図 1 7 】



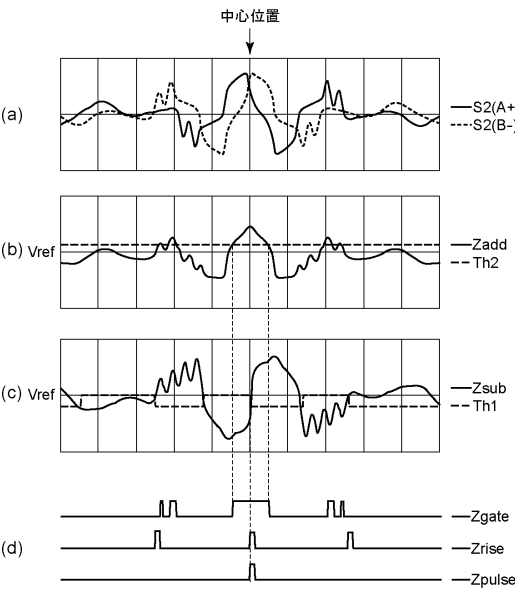
【 図 1 8 】



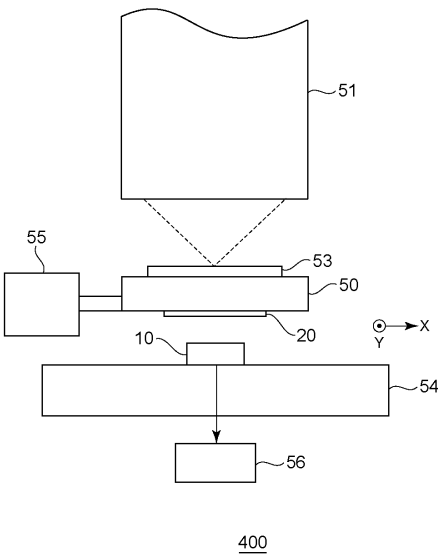
10

20

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

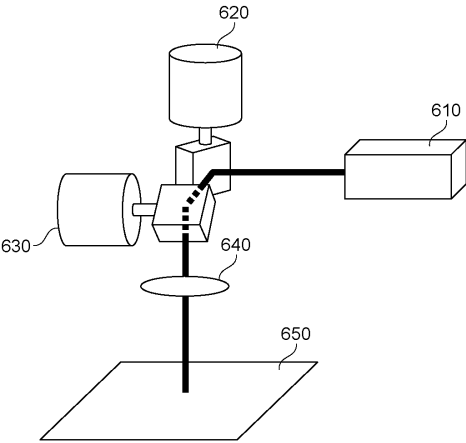


30

40

50

【 図 2 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

キヤノン株式会社内  
(72)発明者 植村 卓典  
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 吉田 久  
(56)参考文献 特開2015-187605(JP,A)  
特開2016-8965(JP,A)  
特表2004-520591(JP,A)  
特開2016-102708(JP,A)  
特開2004-212243(JP,A)  
特開昭57-178101(JP,A)  
特開2002-48602(JP,A)  
実開平5-8427(JP,U)  
特開2016-136131(JP,A)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G01D 5/26-5/38