

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4497988号  
(P4497988)

(45) 発行日 平成22年7月7日(2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日(2010.4.23)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/027 (2006.01)

GO 1 B 11/00 (2006.01)

GO 3 F 7/20 (2006.01)

HO 1 L 21/30 5 2 6 B

GO 1 B 11/00 B

GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 10 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2004-112535 (P2004-112535)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年4月6日 (2004.4.6)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-302791 (P2005-302791A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年10月27日 (2005.10.27)	(74) 代理人	100110412
審査請求日	平成19年4月4日 (2007.4.4)		弁理士 藤元 亮輔
		(72) 発明者	松本 隆宏
			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	渡戸 正義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及び方法、並びに、波長選択方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レチクルに形成されたパターンを投影光学系を介して被処理体上の複数のショットに露光する露光装置であって、

前記複数のショットの各々において同じ位置にある第1計測点のそれぞれに対して複数の波長の光を照射し、前記複数のショットの各々において同じ位置にあり、前記第1計測点とは異なる第2計測点のそれぞれに対して前記複数の波長の光を照射する照射手段と、

前記第1及び第2計測点からの反射光を検出する検出手段と、

前記検出手段の検出結果を基に、前記複数の波長から、複数の第1計測点に共通である最適波長と、複数の第2計測点に共通である最適波長と、をそれぞれ選択する選択手段と

10

、  
前記選択手段が選択した最適波長の光を用いて各計測点の光軸方向の位置を計測する計測手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記照射手段は、複数のエレメントから構成される格子パターンを有するパターン板と、

前記格子パターンの像を各計測点に投影する投影手段とを有し、

前記選択手段は、前記複数の波長から、前記複数の第1計測点における前記格子パターンの像の前記複数のエレメントの間隔の標準偏差が最小となる波長と、前記複数の第2計測点における前記格子パターンの像の前記複数のエレメントの間隔の標準偏差が最小とな

20

る波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

前記照射手段は、所定のパターンの像を各計測点に投影する投影手段を有し、

前記選択手段は、前記複数の波長から、前記複数の第1計測点における前記所定のパターンの像の信号コントラストの平均が最大となる波長と、前記複数の第2計測点における前記所定のパターンの像の信号コントラストの平均が最大となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項4】

前記照射手段は、光を透過する透過部と、前記光を遮光する遮光部とから構成される格子パターンを有するパターン板と、

前記格子パターンの像を各計測点に投影する投影手段を有し、

前記選択手段は、前記複数の波長から、前記複数の第1計測点における前記格子パターンの前記透過部を通過した光の反射率の平均が最大となる波長と、前記複数の第2計測点における前記格子パターンの前記透過部を通過した光の反射率の平均が最大となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項5】

前記計測手段は、前記複数の波長毎に各計測点の光軸方向の位置を計測し、前記複数の第1計測点のそれぞれにおいて前記複数の波長の光で計測した光軸方向の位置の計測値を平均し、前記複数の第2計測点のそれぞれにおいて前記複数の波長の光で計測した光軸方向の位置の計測値を平均し、それらの平均値を用いて、前記被処理体の表面形状の近似曲線を求め、前記近似曲線からの前記計測値のずれ量を算出し、

前記選択手段は、前記複数の波長から、前記複数の第1計測点における前記近似曲線からの前記計測値のずれ量の標準偏差が最小となる波長と、前記複数の第2計測点における前記近似曲線からの前記計測値のずれ量の標準偏差が最小となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項6】

レチクルに形成されたパターンを投影光学系を介して被処理体上の複数のショットに露光する露光方法であって、

前記複数のショットの各々において同じ位置にある第1計測点のそれぞれに対して複数の波長の光を照射し、前記複数のショットの各々において同じ位置にあり、前記第1計測点とは異なる第2計測点のそれぞれに対して前記複数の波長の光を照射する照射ステップと、

前記第1及び第2計測点からの反射光を検出する検出ステップと、

前記検出ステップの検出結果を基に、前記複数の波長から、複数の第1計測点に共通である最適波長と、複数の第2計測点に共通である最適波長と、をそれぞれ選択する選択ステップと、

前記選択ステップで選択した最適波長の光を用いて各計測点の光軸方向の位置を計測する計測ステップと、

前記計測ステップで計測した各計測点の光軸方向の位置に基づいて、前記被処理体を前記レチクルと同期させて走査するステップと、を有することを特徴とする露光方法。

【請求項7】

前記照射ステップは、前記複数の波長の光を用いて複数のエレメントから構成されるパターンの像を各計測点に投影し、

前記検出ステップは、該各計測点からの信号波形を検出し、

前記検出ステップで検出した前記信号波形を基に、前記複数の波長毎に前記複数のエレメントの間隔を求めるステップと、

前記複数のエレメントの間隔を基に、前記複数の第1計測点における前記複数のエレメントの間隔の標準偏差と、前記複数の第2計測点における前記複数のエレメントの間隔の標準偏差を算出するステップと、を更に有し、

10

20

30

40

50

前記選択ステップは、前記複数の波長から、前記複数の第 1 計測点における前記算出ステップで算出された前記標準偏差が最小となる波長と、前記複数の第 2 計測点における前記算出ステップで算出された前記標準偏差が最小となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項 6 記載の露光方法。

【請求項 8】

前記照射ステップは、前記複数の波長の光を用いて一のエレメントから構成されるパターンの像を各計測点に投影し、

前記検出ステップは、該各計測点からの信号波形を検出し、

前記検出ステップで検出した前記信号波形を基に、前記複数の波長毎に前記信号波形の信号コントラストを求めるステップを更に有し、

前記選択ステップは、前記複数の波長から、前記複数の第 1 計測点における前記信号コントラストの平均が最大となる波長と、前記複数の第 2 計測点における前記信号コントラストの平均が最大となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項 6 記載の露光方法。

【請求項 9】

前記照射ステップは、前記複数の波長の光を用いて一のエレメントから構成されるパターンの像を各計測点に投影し、

前記検出ステップは、該各計測点からの信号波形を検出し、

前記検出ステップで検出した前記信号波形を基に、前記複数の波長毎に前記エレメントを通過した光の各計測点での反射率を算出するステップを更に有し、

前記選択ステップは、前記複数の波長から、前記複数の第 1 計測点における前記反射率の平均が最大となる波長と、前記第 2 計測点における前記反射率の平均が最大となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項 6 記載の露光方法。

【請求項 10】

前記検出ステップにおいて、前記照射ステップによって照射された前記複数の波長毎に各計測点の光軸方向の位置を計測し、

前記複数の第 1 計測点のそれぞれにおいて前記検出ステップで計測した光軸方向の位置の計測値を平均し、前記複数の第 2 計測点のそれぞれにおいて前記検出ステップで計測した光軸方向の位置の計測値を平均し、それらの平均値を用いて、前記被処理体の表面形状の近似曲線を求めるステップと、

前記近似曲線からの前記計測値のずれ量を算出するステップと、を更に有し、

前記選択ステップは、前記複数の波長から、前記複数の第 1 計測点における前記近似曲線からの前記計測値のずれ量の標準偏差が最小となる波長と、前記複数の第 2 計測点における前記近似曲線からの前記計測値のずれ量の標準偏差が最小となる波長と、を前記最適波長としてそれぞれ選択することを特徴とする請求項 6 記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には、露光装置及び方法に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（LCD）用のガラス基板などの被処理体を投影露光する露光装置及び方法に関する。本発明は、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式によって露光する露光装置及び方法に好適である。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子又は液晶表示素子を製造する際に、レチクル（マスク）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する投影露光装置が使用されている。

【0003】

投影露光装置においては、半導体素子の高集積化に伴い、より高い解像力でレチクルの

10

20

30

40

50

回路パターンをウェハに投影露光することが要求されている。投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（NA）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど解像力はよくなる。このため、近年の光源は、超高压水銀ランプ（g線（波長約436nm）、i線（波長約365nm））から波長の短いKrFエキシマレーザー（波長約248nm）やArFエキシマレーザー（波長約193nm）になり、F<sub>2</sub>レーザー（波長約157nm）の実用化も進んでいる。更に、露光領域の一層の拡大も要求されている。

#### 【0004】

これらの要求を達成するために、略正方形形状の露光領域をウェハに縮小して一括露光するステップ・アンド・リピート方式の露光装置（「ステッパー」とも呼ばれる。）から、露光領域を矩形のスリット形状としてレチクルとウェハを相対的に高速走査し、大画面を精度よく露光するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置（「スキャナー」とも呼ばれる。）が主流になりつつある。

10

#### 【0005】

スキャナーでは、露光中において、ウェハの所定の位置が露光スリット領域に差し掛かる前に、光斜入射系の表面位置検出手段によってそのウェハの所定の位置における表面位置を計測し、その所定の位置を露光する際にウェハ表面を最適な露光結像位置に合わせ込む補正を行っている。

#### 【0006】

特に、露光スリットの長手方向（即ち、走査方向と垂直方向）には、ウェハの表面位置の高さ（フォーカス）だけではなく、表面の傾き（チルト）を計測するために、露光スリット領域に複数点の計測点を有している。かかるフォーカス及チルトの計測方法は、数々提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

20

【特許文献1】特開平6-260391号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

しかし、近年では露光光の短波長化及び投影光学系の高NA化が進み、焦点深度が極めて小さくなり、露光すべきウェハ表面を最良結像面に合わせ込む精度、所謂、フォーカス精度もますます厳しくなっている。特に、ウェハ上のパターンの影響やウェハに塗布されたレジストの厚さむらに起因する表面位置検出手段の計測誤差が無視することができなくなっている。

30

#### 【0008】

例えば、レジストの厚さむらによって、周辺回路パターンやスクライブライン近傍には、焦点深度と比べれば小さいものの、フォーカス計測にとっては大きな段差が発生している。このため、レジスト表面の傾斜角度が大きくなり、表面位置検出手段の検出する反射光が反射や屈折によって正反射角度からずれを生じてしまう。また、ウェハ上のパターンの粗密の違いによって、パターンが密な領域と粗な領域とでは、反射率に差が生じてしまう。このように、表面位置検出手段が検出する反射光の反射角や反射強度が変化するため、かかる反射光を検出した検出波形に非対称性が発生して計測誤差を生じたり、検出波形のコントラストが著しく低下することでウェハの表面位置を検出できない場合を生じてしまうことになる。

40

#### 【0009】

なお、一般に、ウェハプロセスによってウェハ面内でのパターン段差の不均一性やレジストの厚さむらが生じるため、ウェハ内又はウェハ間での再現性も乏しく、オフセット処理も困難である。従って、露光中にウェハの表面位置を計測できずに露光がストップしたり、大きなデフォーカスを生じ、その結果、チップ不良を発生させてしまったりして、歩留まりを低下させることになる。

#### 【0010】

そこで、本発明は、小さな焦点深度に対して高いフォーカス精度を実現し、歩留まりの

50

向上を達成する露光装置及び方法を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一側面としての露光装置は、レチクルに形成されたパターンを投影光学系を介して被処理体上の複数のショットに露光する露光装置であって、前記複数のショットの各々において同じ位置にある第1計測点のそれぞれに対して複数の波長の光を照射し、前記複数のショットの各々において同じ位置にあり、前記第1計測点とは異なる第2計測点のそれぞれに対して前記複数の波長の光を照射する照射手段と、前記第1及び第2計測点からの反射光を検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果を基に、前記複数の波長から、複数の第1計測点に共通である最適波長と、複数の第2計測点に共通である最適波長と、をそれぞれ選択する選択手段と、前記選択手段が選択した最適波長の光を用いて各計測点の光軸方向の位置を計測する計測手段とを有することを特徴とする。

10

【0020】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、小さな焦点深度に対して高いフォーカス精度を実現し、歩留まりの向上を達成する露光装置及び方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0022】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。図1は、本発明の一側面としての露光装置1の構成を示す概略ブロック図である。

【0023】

露光装置1は、ステップ・アンド・スキャン方式でレチクル20に形成された回路パターンをウェハ40に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ工程に好適である。露光装置1は、図1に示すように、照明装置10と、レチクル20を載置するレチクルステージ25と、投影光学系30と、ウェハ40を載置するウェハステージ45と、フォーカスチルト検出系50と、制御部60とを有する。制御部60は、CPUやメモリを有し、照明装置10、レチクルステージ25、ウェハステージ45、フォーカスチルト検出系50と電氣的に接続され、露光装置1の動作を制御する。制御部60は、本実施形態では、後述するフォーカスチルト検出系50がウェハ40の表面位置を検出する際に用いる光の波長を最適に設定するための演算及び制御も行う。

30

【0024】

照明装置10は、転写用の回路パターンが形成されたレチクル20を照明し、光源部12と、照明光学系14とを有する。

【0025】

光源部12は、例えば、レーザーを使用する。レーザーは、波長約193nmのArFエキシマレーザー、波長約248nmのKrFエキシマレーザーなどを使用することができるが、光源の種類はエキシマレーザーに限定されず、例えば、波長約157nmのF<sub>2</sub>レーザーや波長20nm以下のEUV(Extreme ultraviolet)光を使用してもよい。

40

【0026】

照明光学系14は、光源部12から射出した光束を用いて被照明面を照明する光学系であり、本実施形態では、光束を露光に最適な所定の形状の露光スリットに成形し、レチクル20を照明する。照明光学系14は、レンズ、ミラー、オプティカルインテグレーター、絞り等を含み、例えば、コンデンサーレンズ、ハエの目レンズ、開口絞り、コンデンサーレンズ、スリット、結像光学系の順で配置する。照明光学系14は、軸上光、軸外光を

50

問わずに使用することができる。オプティカルインテグレーターは、ハエの目レンズや２組のシリンドリカルレンズアレイ（又はレンチキュラーレンズ）板を重ねることによって構成されるインテグレーターを含むが、光学ロッドや回折素子に置換される場合もある。

【００２７】

レチクル２０は、例えば、石英製で、その上には転写されるべき回路パターンが形成され、レチクルステージ２５に支持及び駆動されている。レチクル２０から発せられた回折光は、投影光学系３０を通り、ウェハ４０上に投影される。レチクル２０とウェハ４０とは、光学的に共役の関係に配置される。レチクル２０とウェハ４０を縮小倍率比の速度比で走査することによりレチクル２０のパターンをウェハ４０上に転写する。なお、露光装置１には、光斜入射系のレチクル検出手段７０が設けられており、レチクル２０は、レチクル検出手段７０によって位置が検出され、所定の位置に配置される。

10

【００２８】

レチクルステージ２５は、図示しないレチクルチャックを介してレチクル２０を支持し、図示しない移動機構に接続されている。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向及び各軸の回転方向にレチクルステージ２５を駆動することでレチクル２０を移動させることができる。

【００２９】

投影光学系３０は、物体面からの光束を像面に結像する機能を有し、本実施形態では、レチクル２０に形成されたパターンを経た回折光をウェハ４０上に結像する。投影光学系３０は、複数のレンズ素子のみからなる光学系、複数のレンズ素子と少なくとも一枚の凹面鏡とを有する光学系（カタディオプトリック光学系）、複数のレンズ素子と少なくとも一枚のキノフォームなどの回折光学素子とを有する光学系等を使用することができる。色収差の補正が必要な場合には、互いに分散値（アッベ値）の異なるガラス材からなる複数のレンズ素子を使用したり、回折光学素子をレンズ素子と逆方向の分散が生じるように構成したりする。

20

【００３０】

ウェハ４０は、被処理体であり、フォトリソが基板上に塗布されている。なお、本実施形態では、ウェハ４０は、フォーカスチルト検出系５０が位置を検出する被検出体でもある。ウェハ４０は、別の実施形態では、液晶基板やその他の被処理体に置換される。

【００３１】

ウェハステージ４５は、図示しないウェハチャックによってウェハ４０を支持する。ウェハステージ４５は、レチクルステージ２５と同様に、リニアモーターを利用して、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向及び各軸の回転方向にウェハ４０を移動させる。また、レチクルステージ２５の位置とウェハステージ４５の位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。ウェハステージ４５は、例えば、ダンパを介して床等の上に支持されるステージ定盤上に設けられ、レチクルステージ２５及び投影光学系３０は、例えば、床等に載置されたベースフレーム上にダンパを介して支持される図示しない鏡筒定盤上に設けられる。

30

【００３２】

フォーカスチルト検出系５０は、本実施形態では、光学的な計測システムを用いて、露光中のウェハ４０の表面位置（Ｚ軸方向）の位置情報を検出する。フォーカスチルト検出系５０は、ウェハ４０上の複数の計測すべき計測点に光束を入射し、各々の光束を個別のセンサに導き、異なる位置の位置情報（計測結果）から露光する面のチルトを検出する。

40

【００３３】

フォーカスチルト検出系５０は、図２に示すように、ウェハ４０の表面に対して高入射角度で光束を入射させる照明部５２と、ウェハ４０の表面で反射した反射光の像ずれを検出する検出部５４と、演算部５６とを有する。照明部５２は、光源５２１と、光合成手段５２２と、パターン板５２３と、結像レンズ５２４と、ミラー５２５とを有する。検出部５４は、ミラー５４１と、レンズ５４２と、光分波手段５４３と、受光器５４４とを有する。ここで、図２は、フォーカスチルト検出系５０の構成を示す拡大ブロック図である。

50

なお、図2では、照明部52において、パターン板523を均一な照度分布で照明するために必要なレンズ類や、検出部54において、色収差を補正するレンズ類は図示を省略している。

【0034】

図2を参照するに、LEDやハロゲンランプ等の光源521a、521b及び521cから射出された波長1、2及び3の光は、ミラー522aやダイクロイックミラー522b及び522cから構成される光合成手段522を通過して、スリット等のパターンが形成されたパターン板523を照明する。パターン板15を経た光は、結像レンズ524及びミラー525を介してウェハ40上に投影結像する。

【0035】

更に、ウェハ40で反射した光は、ミラー541及びレンズ542を介して、CCD素子やラインセンサ等の受光素子544a、544b及び544cで構成する受光器544で受光される。なお、受光器544の前段には、ミラー543a、ダイクロイックミラー543b及び543cで構成される光分波手段543が配置される。光分波手段543は、光源521aからの光を受光素子544aで、光源521bからの光を受光素子544bで、光源521cからの光を受光素子544cで受光するように、各々異なる波長の光を分割する機能を有する。パターン板523のウェハ40面上へのパターン像は、レンズ542により、受光素子544a乃至544c上に再結像する。

【0036】

ウェハステージ45を介してウェハ40が上下方向（即ち、Z軸方向）に移動すると、パターン板523のパターン像は、受光器544上で左右方向（即ち、X軸方向）に移動する。従って、フォーカスチルト検出系50は、かかるパターン像の位置を演算部56で算出することにより、ウェハ40の表面位置を計測点毎に検出している。

【0037】

ここで、パターン板523上のパターンと検出部54で検出される信号波形について説明する。図3は、パターン板523の一例を示す平面図である。図3を参照するに、パターン板523は、透過領域523aに4つの矩形形状の遮光パターン523cが等間隔で配列された格子パターン523bを有する。パターン板523（の格子パターン523b）を用いた際に、検出部54で検出される信号波形を図4に示す。なお、受光素子544a乃至544cとして2次元センサを用いる場合には、遮光パターン523cの配列方向と垂直な方向に光量を積分（又は平均化）して信号波形を得る。また、受光素子544a乃至544cとして1次元ラインセンサを用いる場合には、遮光パターン523cの配列方向と垂直な方向にパワーを有するシリンドリカルレンズを用いて光学的に積分して信号波形を得る方が、信号波形のS/N（信号雑音比）を向上させるため有利である。

【0038】

図4を参照するに、図4(a)は、波長1の光から得られる信号波形の例を、図4(b)は、波長3の光から得られる信号波形の例を示している。図4(a)に示す波形信号は、格子パターン523bの像の対称性がよいのに対して、図4(b)に示す波形信号は、一部に非対称性が生じており、同一計測点における波形信号であっても照明する光の波長に対して依存性を有することがわかる。

【0039】

図5乃至図7を参照して、照明する光の波長に対する検出部54で検出される波形信号の依存性について説明する。図5は、ウェハ40上のパターン段差41によるレジスト42の膜厚不均一性に起因する反射率の差を説明するための図である。レジスト42の塗布されたウェハ40の反射率は、レジスト表面42aの反射光とレジスト裏面（即ち、ウェハ40とレジスト42との界面）42bの反射光との干渉によって決まる。ウェハ40上において、パターン段差41が無い領域E1のレジスト42の膜厚 $R_t$ に比べて、パターン段差41がある領域E2のレジスト42の膜厚 $R_{t'}$ は厚くなるため、領域E1に照射された光のレジスト表面42aの反射光 $k_{a1}$ とレジスト裏面42bの反射光 $k_{a2}$ の光路長差 $d_A$ と、領域E2に照射された光のレジスト表面42aの反射光 $k_{b1}$ とレジスト

10

20

30

40

50

裏面 4 2 b の反射光  $k b 2$  の光路長差  $d B$  が異なる。この結果、領域 E 1 と領域 E 2 の反射率に差が生じる。このような反射率の差がある領域に光が照射された場合、図 4 ( b ) に示すように、非対称な信号波形が生じることになる。

#### 【 0 0 4 0 】

ウェハ 4 0 上に生じる反射率の差は、図 5 に示したような単純なレジスト 4 2 の膜厚の不均一性に限らず、他の原因でも生じる。図 6 は、ウェハ 4 0 上のパターン段差 4 1 の密度が小さい領域 ( 又は無い領域 ) E 3 とパターン段差 4 1 の密度が大きい領域 E 4 との反射率の差を説明するための図である。

#### 【 0 0 4 1 】

図 6 を参照するに、領域 E 3 と領域 E 4 とのレジスト 4 2 の膜厚は等しく、レジスト表面 4 2 a での反射光  $k c 1$  及び  $k d 1$  の反射率は略等しい。しかし、領域 E 3 と領域 E 4 では、ウェハ 4 0 上のパターン段差 4 1 の密度が異なるため、レジスト裏面 ( 即ち、ウェハ 4 0 とレジスト 4 2 との界面 ) 4 2 b での反射光  $k c 2$  及び  $k d 2$  の反射率が異なる。更に、ウェハ 4 0 上のパターン段差 4 1 が照明する光の波長以下になると、構造複屈折と呼ばれる反射で位相飛びの現象が発生し、レジスト裏面 4 2 b での反射光  $k c 2$  及び  $k d 2$  の間の位相差が生じるために反射率に差がでてしまう。

#### 【 0 0 4 2 】

このように、ウェハ 4 0 上のパターン段差 4 1 ( レジスト 4 2 の膜厚 ) により反射率に差が生じるが、照明する光の波長の違いによっても反射率に差が生じる。

図 7 は、レジスト 4 2 の膜厚に対するウェハ 4 0 の反射率の波長依存性を示すグラフである。レジスト 4 2 の膜厚が  $R t 1$  から  $\pm d R$  だけ変化する際を考えると、照明する光の波長が 1 の場合、反射率は  $d 1$  しか変化しないが、照明する光の波長が 3 の場合、反射率は  $d 3$  だけ変化する。つまり、レジスト 4 2 の膜厚が等しく変化した場合にも、波長 3 の反射率の変化に比べて、波長 1 の反射率の変化の方が少ないため、信号波形の変形量も少なくなり、その結果、計測精度が向上する。換言すれば、照明する光の波長により、フォーカスチルト検出系 5 0 の計測精度に差が生じることになる。

#### 【 0 0 4 3 】

ウェハ 4 0 の表面位置 ( フォーカス ) の計測点について説明する。本実施形態では、図 8 に示すように、1 ショットの露光領域 E E 1 に対して、スキャン方向に 7 点、スキャン方向と垂直な方向 ( スリット長手方向 ) に 3 点の合計 2 1 点の計測点 K P を有している。図 2 に示すフォーカスチルト検出系 5 0 をスリット長手方向 ( X 軸方向 ) に 3 つ配置してスリット長手方向の 3 点の計測点 K P の計測を行い、ウェハステージ 4 5 を Y 軸方向にスキャンしてスキャン方向 ( Y 軸方向 ) の 7 点の計測点の計測を行えるように構成する。ここで、図 8 は、ウェハ 4 0 上の計測点 K P の配置の一例を示す平面図である。

#### 【 0 0 4 4 】

また、図 9 に示すように、ウェハ 4 0 上に複数のショットを露光するため、ショット毎にウェハステージ 4 5 をステップ又はスキャンして、図 8 に示した 2 1 点の計測点 K P について計測を行う。図 1 0 に示すように、スリット長手方向の計測点 K P は、スリット長手方向のウェハ 4 0 のチルト量  $y$  を求めることが最低限必要であるため、2 点以上の計測点 K P が必要となる。更に、スリット内でスキャン方向のウェハ 4 0 のチルト量  $x$  の計測が必要な場合には、図 1 1 に示すように、スリット内でスキャン方向に異なる位置の計測点 K P と、対応するフォーカスチルト検出系 5 0 を設ける必要がある。ここで、図 9 は、ウェハ 4 0 上のショットレイアウトを示す平面図である。図 1 0 及び図 1 1 は、ウェハ 4 0 上のスリット内における計測点 K P の配置の一例を示す平面図である。

#### 【 0 0 4 5 】

以下、フォーカスチルト検出系 5 0 が計測点 K P を照明する光の最適な波長の選択方法について説明する。図 1 2 は、フォーカスチルト検出系 5 0 が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。

#### 【 0 0 4 6 】

図 1 2 を参照するに、まず、図 9 に示すウェハ 4 0 上のショットレイアウトにおいて、

10

20

30

40

50



14ショットのサンプルショットの表面位置を、フォーカスチルト検出系50の有する全ての波長の光に対して計測を行う(ステップS602)。次に、フォーカスチルト検出系50で計測された信号波形を基に、パターン板523の4つの遮光パターン523cの像の位置 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 及び $x_4$ (図4(a)参照。)を求め(ステップS604)、更に、遮光パターン523cの格子間隔 $L_1$ 、 $L_2$ 及び $L_3$ (図4(a)参照。)を求める(ステップS606)。なお、格子間隔 $L_{seij}()$ は、全ての波長の光及び全ての計測点KPについて算出する。ここで、添え字の $s$ はサンプルショット番号で $s=1$ 乃至14、 $e$ は遮光パターン523cの間隔番号で $e=1$ 乃至3、 $i$ はスリット長手方向のショット内計測位置番号で $i=1$ 乃至3、 $j$ はスキャン方向のショット内計測位置番号で $j=1$ 乃至7、 $\lambda$ は照明する光の波長で $\lambda=1$ 乃至3である。

10

#### 【0047】

次に、格子間隔 $L_{seij}()$ を基に、ショット内の計測位置( $i$ 、 $j$ )における格子間隔の標準偏差 $L_{ij}()$ を算出する(ステップS608)。算出した標準偏差 $L_{ij}()$ が最も小さい波長 $\lambda$ を求め、かかる波長 $\lambda$ をショット内での各計測位置( $i$ 、 $j$ )の最適波長 $opt(i, j)$ とする(ステップS610)。

#### 【0048】

ショット内の計測位置( $i$ 、 $j$ )における格子間隔 $L_{seij}()$ の標準偏差 $L_{ij}()$ が最も小さくなる波長 $\lambda$ を最適波長 $opt(i, j)$ とするのは、ウェハ40のショット間では、パターン段差41やレジスト42の塗布むらによって、レジスト42の膜厚変化が発生するため、ショット間で格子間隔 $L_{seij}()$ の再現性がよいほど計測の「確からしさ」が優れているからである。

20

#### 【0049】

最適波長 $opt(i, j)$ を選択した後は、最適波長 $opt(i, j)$ で照明されたパターン板523の信号波形から4つの遮光パターン523cの像の位置 $x_1$ 乃至 $x_4$ の平均値 $X_a(i, j)$ を求めて、ウェハ40の表面位置を計測する。

#### 【0050】

なお、最適波長を選択するために用いるサンプルショットの数は14ショットに限らず、例えば、ウェハ上の全てのショットを計測してもよい。更には、計測するウェハについても1枚に限らず、数枚のウェハを計測して格子間隔 $L_{seij}()$ の分母を増やすことにより、波長の最適化の精度を向上させることが可能である。また、本実施形態では、パターン板523は、格子パターン523bを光が透過しないように構成しているが、パターン板523の全面を遮光部として格子パターン523bのみを光が透過する構成としてもよい。

30

#### 【0051】

次に、スキャン露光時のフォーカス及びチルトの計測によるウェハ40の表面位置補正の概略について説明する。図13に示すように、スキャン方向に凹凸形状を有したウェハ40が露光位置EPに差し掛かる前に露光スリット前方に平面を形成するように複数点配置された計測点KP(計測位置FP)でウェハ40の表面位置のフォーカス、露光スリット領域長手方向(即ち、スキャン方向に垂直な方向)のチルト(以下、「チルトX」と称する。)の計測を行う。そして、フォーカスチルト検出系50で検出された位置情報に基づいて、ウェハステージ45を駆動させ露光位置EPへの補正駆動を行う。例えば、図2において、ウェハ40上の $j=6$ の位置を露光中に、 $j=7$ の位置の表面位置の計測を行う。そして、 $j=6$ の位置の露光が終了した後に、 $j=7$ の位置の表面位置の計測結果を基にしてフォーカス及びチルトXの補正駆動を行いながら $j=7$ の位置の露光を行う。ここで、図13は、露光位置EPとウェハ40上のフォーカス及びチルトの計測位置FPを示す概略斜視図である。

40

#### 【0052】

図14は、露光装置1を用いた露光方法を説明するためのフローチャートである。図14を参照するに、まず、露光装置1にウェハ40を搬入し(ステップS1002)、フォーカスチルト検出系50が計測点KPを照明する光の波長の最適化を行うかどうかを判断

50

する（ステップS 1 0 0 4）。なお、波長の最適化を行うかどうかは、予め露光装置 1 に登録しておく。

【 0 0 5 3 】

波長の最適化が必要な場合には、図 9 に示すようなサンプルショットで、フォーカスチルト検出系 5 0 が用いることができる光の波長の全てに対して、表面位置の計測を行い（ステップS 1 0 0 6）、かかる表面位置情報を格納する（ステップS 1 0 0 8）。そして、計測していないサンプルショット（未計測サンプルショット）があるかどうかを判断し（ステップS 1 0 1 0）、未計測サンプルショットがある場合には、かかる未計測ショットの表面位置の計測及び表面位置情報の格納を、未計測サンプルショットが無くなるまで繰り返す。

10

【 0 0 5 4 】

サンプルショットの表面位置の計測及び表面位置情報の格納が終了すると（即ち、未測定サンプルショットが無くなると）、ステップS 1 0 0 8 で格納した各サンプルショットの表面位置情報を基に、ショット内の計測点 K P 毎に最適波長  $opt(i, j)$  を算出する（ステップS 1 0 1 2）。

【 0 0 5 5 】

一方、波長の最適化が不要の場合には、フォーカスチルト検出系 5 0 が計測点 K P を照明する光の最適波長が算出されているかどうかを判断する（ステップS）。ここでは、例えば、先行ウェハによって最適波長  $opt(i, j)$  が算出されているかどうかで判断する。最適波長  $opt(i, j)$  が算出されている場合には、ステップS 1 0 1 8 に進む。最適波長  $opt(i, j)$  が算出されていない場合には、全ての計測点 K P に対して同一のデフォルト波長（例えば、1）を選択し（ステップS 1 0 1 6）、ステップS 1 0 1 8 に進む。

20

【 0 0 5 6 】

ステップS 1 0 1 8 では、フォーカスチルト検出系 5 0 が計測点 K P を照明する光の波長を最適波長  $opt(i, j)$  又はデフォルト波長に設定する。その後、ウェハステージ 4 5 を駆動して露光ショットを露光位置にセットし（ステップS 1 0 2 0）、露光ショットに対して、最適波長  $opt(i, j)$  又はデフォルト波長の光を用いてフォーカスチルト検出系 5 0 による表面位置の計測を行う（ステップS 1 0 2 2）。

【 0 0 5 7 】

次いで、ステップS 1 0 2 2 で計測した表面位置を基に、ウェハ 4 0 を駆動してフォーカス及びチルトの補正を行い（ステップS 1 0 2 4）、レチクル 2 0 上のパターンをウェハ 4 0 に露光する（ステップS 1 0 2 6）。そして、露光すべきショット（即ち、未露光ショット）がないかどうかを判断し（ステップS 1 0 2 8）、未露光ショットがなくなるまでステップS 1 0 2 0 以下を繰り返す。全ての露光ショットの露光が終了したら、ウェハ 4 0 を回収し（ステップS 1 0 3 0）、終了する。

30

【 0 0 5 8 】

露光装置 1 及び露光装置 1 を用いた露光方法によれば、縮小される焦点深度に対して高いフォーカス補正精度を達成し、優れた解像度及び歩留まりを実現することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、フォーカスチルト検出系 5 0 が計測点 K P を照明する光の波長の最適化に関して、フォーカスチルト検出系 5 0 が検出した信号波形の対称性のよい波長を最適波長としても効果がある場合がある。例えば、図 3 に示すパターン板 5 2 3 の格子パターン 5 2 3 b と同様なパターンがウェハ 4 0 上に繰り返して存在するデバイスパターンを照射する場合には、全ての格子パターン 5 2 3 b の信号波形が同じ様に歪んでしまうため、格子間隔 L 1、L 2 及び L 3 が何れの波長に対してもばらつかないことになる。このような場合に、信号波形の対称性のよい波長を最適波長に選択することで本発明の効果を得ることができる。

40

【 0 0 6 0 】

また、図 1 5 に示すように、光源 5 2 1 をハロゲンランプなどのブロードバンド光源 5

50

2 1 Aに置換することもできる。ブロードバンド光源 5 2 1 Aを用いる場合には、検出部 5 4のダイクロイックミラー 5 4 3 b及び 5 4 3 cによって、中心波長が 1、 2 及び 3の光を受光素子 5 4 4 a、 5 4 4 b及び 5 4 4 cに受光させることで、各波長の波形信号を検出することができる。ここで、図 1 5は、フォーカスチルト検出系 5 0の変形例の構成を示すブロック図である。

#### 【 0 0 6 1 】

次に、フォーカスチルト検出系 5 0のパターン板 5 2 3の代わりに、図 1 6に示すような、パターン板 5 2 3 Aを用いた際に、計測点 K Pを照明する光の最適な波長の選択方法について説明する。図 1 6は、パターン板 5 2 3の変形例であるパターン板 5 2 3 Aを示す平面図である。

10

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 6を参照するに、パターン板 5 2 3 Aは、光透過部としての透過領域 5 2 3 A aに光不透過部である 1つの矩形パターン 5 2 3 A bを有する。パターン板 5 2 3 Aは、パターン板 5 2 3に比べて、ウェハ 4 0上への投影像の面積が小さくなるため、より細かいピッチでウェハ 4 0の表面位置を計測することが可能である。一方、矩形パターン 5 2 3 A bの格子間隔を求めることはできないため、計測点 K Pを照明する光の最適な波長の選択方法としては、上述した方法とは別の方法が必要となる。

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 7は、パターン板 5 2 3 Aを用いた場合において、フォーカスチルト検出系 5 0が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。まず、図 9に示すウェハ 4 0上のショットレイアウトにおいて、14ショットのサンプルショットの表面位置を、フォーカスチルト検出系 5 0の有する全ての波長の光に対して計測を行い、信号波形を得る(ステップ S 7 0 2)。なお、パターン板 5 2 3 A(の矩形パターン 5 2 3 A b)を用いた際に、検出部 5 4で検出される信号波形の一例を図 1 8に示す。

20

#### 【 0 0 6 4 】

次に、フォーカスチルト検出系 5 0で計測された信号波形を基に、パターン板 5 2 3 Aの透過領域 5 2 3 A aの光強度  $I_t$ と矩形パターン 5 2 3 A bの信号強度から信号コントラスト  $C = (I_t - I_e) / (I_t + I_e)$ を求める(ステップ S 7 0 4)。なお、信号コントラスト  $C_{sij}()$ は、全ての光の波長及び全ての計測点 K Pについて算出する。ここで、添え字の s はサンプルショット番号で  $s = 1$  乃至 14、i はスリット長手方向のショット内計測位置番号で  $i = 1$  乃至 3、j はスキャン方向のショット内計測位置番号で  $j = 1$  乃至 7、 $\lambda$  は照明する光の波長で  $\lambda = 1$  乃至 3である。

30

#### 【 0 0 6 5 】

次に、信号コントラスト  $C_{sij}()$ を基に、全てのサンプルショットの信号コントラストの平均を求めて、ショット内の計測位置(i、j)における信号コントラストが最大となる波長  $\lambda_{opt}(i, j)$ をショット内での各計測位置(i、j)の最適波長  $\lambda_{opt}(i, j)$ とする(ステップ S 7 0 6)。パターン板 5 2 3 Aの透過領域 5 2 3 A aに相当する光強度  $I_t$ は、ウェハ 4 0面での反射率に依存するため、反射率が高いほど信号コントラスト C が大きくなる。図 7に示したように、ウェハ 4 0での反射率が高い信号波形ほど、レジスト 4 2の膜厚変化に対する反射率の変動が少なく、信号波形の歪みの影響が低減されて計測再現性がよいと判断できる。

40

#### 【 0 0 6 6 】

最適波長  $\lambda_{opt}(i, j)$ を選択した後は、最適波長  $\lambda_{opt}(i, j)$ で照明されたパターン板 5 2 3 Aの信号波形から、矩形パターン 5 2 3 A bの像の位置 X 1を求めて、ウェハ 4 0の表面位置を計測する。

#### 【 0 0 6 7 】

なお、信号コントラストの比の最大値を最適波長とする代わりに、パターン板 5 2 3 Aの透過領域 5 2 3 A aを通過した光の反射率が最大となる波長を最適波長としてもよい。かかる場合には、反射率を求めるために、照明する光の波長の入射強度が必要となる。従って、照明する光の波長に対する分光反射率  $R_{ref}()$ が既知の基準マーク台をウェ

50

ハステージ上に設置し、かかる基準マーク台のパターンの無い領域をフォーカスチルト検出系 50 で計測し、パターン板 523A の透過領域 523Aa の信号強度  $I_{ref}(\quad)$  を予め計測しておく。

#### 【0068】

各計測点 KP における反射率  $R(\quad)$  は、ウェハ 40 の表面位置の計測時の透過領域 523Aa の信号強度を  $I_{sig}(\quad)$  とすると、 $R(\quad) = I_{sin}(\quad) \times R_{ref}(\quad) / I_{ref}(\quad)$  から求めることができる。

#### 【0069】

そして、反射率  $R_{sij}(\quad)$  を全ての光の波長及び全ての計測点 KP について算出する。ここで、添え字の s はサンプルショット番号で  $s = 1$  乃至 14、i はスリット長手方向のショット内計測位置番号で  $i = 1$  乃至 3、j はスキャン方向のショット内計測位置番号で  $j = 1$  乃至 7、 $\lambda$  は照明する光の波長で  $\lambda = 1$  乃至 3 である。

10

#### 【0070】

反射率  $R_{sij}(\quad)$  を基に、全てのサンプルショットの平均を求め、ショット内の計測位置 (i、j) における最適波長  $\lambda_{opt}(i、j)$  を算出すればよい。

#### 【0071】

また、パターン板 523A を、図 19 に示すような、光を遮光する遮光領域 523Ba に円形の開口部 523Bb を有するパターン板 523B としてもよい。パターン板 523B (の開口部 523Bb) を用いた際に、フォーカスチルト検出系 50 の検出部 54 で検出される信号波形を図 20 に示す。なお、図 20 (a) は、対称性がよい信号波形の例を、図 20 (b) は、非対称性が生じた信号波形の例を示している。ここで、図 19 は、パターン板 523A の変形例であるパターン板 523B を示す平面図である。

20

#### 【0072】

更に、パターン板 523A 又は 523B を用いる代わりに、ウェハ 40 と共役な位置に LED の射出部を配置し、かかる LED の射出部から射出される光をウェハ 40 に投影すると共に、投影像をセンサで受光する構成としてもよい。

#### 【0073】

次に、図 21 を参照して、図 12 に示した最適な波長の選択方法とは異なる選択方法について説明する。図 21 は、フォーカスチルト検出系 50 が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。

30

#### 【0074】

まず、図 9 に示すウェハ 40 上のショットレイアウトにおいて、14 ショットのサンプルショットの表面位置を、フォーカスチルト検出系 50 の有する全ての波長の光に対して計測を行い (ステップ S802)、各サンプルショット、ショット内の計測位置及び計測に用いた光の波長毎に表面位置計測値  $Z_{sij}(\quad)$  を得る (ステップ S804)。ここで、添え字の s はサンプルショット番号で  $s = 1$  乃至 14、i はスリット長手方向のショット内計測位置番号で  $i = 1$  乃至 3、j はスキャン方向のショット内計測位置番号で  $j = 1$  乃至 7、 $\lambda$  は照明する光の波長で  $\lambda = 1$  乃至 3 である。

#### 【0075】

40

次に、表面位置計測値  $Z_{sij}(\quad)$  の波長間の平均値  $Z_{asij}$  を求める (ステップ S806)。そして、平均値  $Z_{asij}$  を用いて、曲面フィッティングによりウェハ 40 の表面形状 (即ち、表面形状の近似曲面) を求める (ステップ S808)。図 22 に、図 9 に示すウェハ 40 の A-A' 面の表面形状の近似曲線と、サンプルショット L、D 及び R に対する各波長の表面位置計測値をプロットしたグラフを示す。

#### 【0076】

次いで、ステップ S808 で求めたウェハ 40 の近似曲面からの表面位置計測値  $Z_{sij}(\quad)$  のずれ量  $dZ_{sij}(\quad)$  を算出し (ステップ S810)、ショット内の各計測点 KP について、サンプルショット間のばらつき量 (標準偏差値)  $dZ_{ij}(\quad)$  を算出する (ステップ S812)。そして、ばらつき量  $dZ_{ij}(\quad)$  が最も小さくなる波

50

長をショット内での各計測位置( $i$ 、 $j$ )の最適波長  $opt(i, j)$  とする(ステップS814)。即ち、信号波形の特徴からではなく、各波長でのウェハ40の表面位置の計測値そのものを用いて最適な波長の選択も可能である。

【0077】

以上、してきたように、露光装置1は、露光において、フォーカスチルト検出系50などによって、露光すべきウェハ40の表面を最良結像面に合わせ込むことができるため、高いスループットで経済性よくデバイス(半導体素子、LCD素子、撮像素子(CCDなど)、薄膜磁気ヘッドなど)を提供することができる。

【0078】

以下、図23及び図24を参照して、上述の露光装置1を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図23は、デバイス(ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等)の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1(回路設計)では、デバイスの回路設計を行う。ステップ2(マスク製作)では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3(ウェハ製造)では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4(ウェハプロセス)は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5(組み立て)は、後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する行程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0079】

図24は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11(酸化)では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では、露光装置1によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17(現像)では、露光したウェハを現像する。ステップ18(エッチング)では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置1を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【0080】

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ないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本発明は、レチクルの位置を検出するレチクル検出手段にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の一側面としての露光装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図2】図1に示すフォーカスチルト検出系の構成を示す拡大ブロック図である。

【図3】図2に示すパターン板の一例を示す平面図である。

【図4】図3に示すパターン板を用いた際に、図2に示す検出部で検出される信号波形を示す図である。

【図5】ウェハ上のパターン段差によるレジストの膜厚不均一性に起因する反射率の差を説明するための図である。

【図6】ウェハ上の段差パターンの密度が小さい領域とパターン段差の密度が大きい領域との反射率の差を説明するための図である。

【図 7】レジストの膜厚に対するウェハの反射率の波長依存性を示すグラフである。

【図 8】ウェハ上の計測点の配置の一例を示す平面図である。

【図 9】ウェハ上のショットレイアウトを示す平面図である。

【図 10】ウェハ上のスリット内における計測点の配置の一例を示す平面図である。

【図 11】ウェハ上のスリット内における計測点の配置の一例を示す平面図である。

【図 12】フォーカスチルト検出系が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。

【図 13】露光領域とウェハ上のフォーカス及びチルトの計測位置を示す概略斜視図である。

【図 14】図 1 に示す露光装置を用いた露光方法を説明するためのフローチャートである 10

【図 15】図 2 に示すフォーカスチルト検出系の変形例の構成を示すブロック図である。

【図 16】図 3 に示すパターン板の変形例であるパターン板を示す平面図である。

【図 17】図 16 に示すパターン板を用いた場合において、フォーカスチルト検出系が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。

【図 18】図 16 に示すパターン板を用いた際に、図 2 に示す検出部で検出される信号波形を示す図である。

【図 19】図 16 に示すパターン板の変形例であるパターン板を示す平面図である。

【図 20】図 19 に示すパターン板を用いた際に、図 2 に示す検出部で検出される信号波形を示す図である。 20

【図 21】フォーカスチルト検出系が照射する光の最適な波長の選択方法を説明するためのフローチャートである。

【図 22】図 9 に示すウェハの A - A' 面の表面形状の近似曲線と、サンプルショットに対する各波長の表面位置計測値をプロットしたグラフを示す図である。

【図 23】デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 24】図 23 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

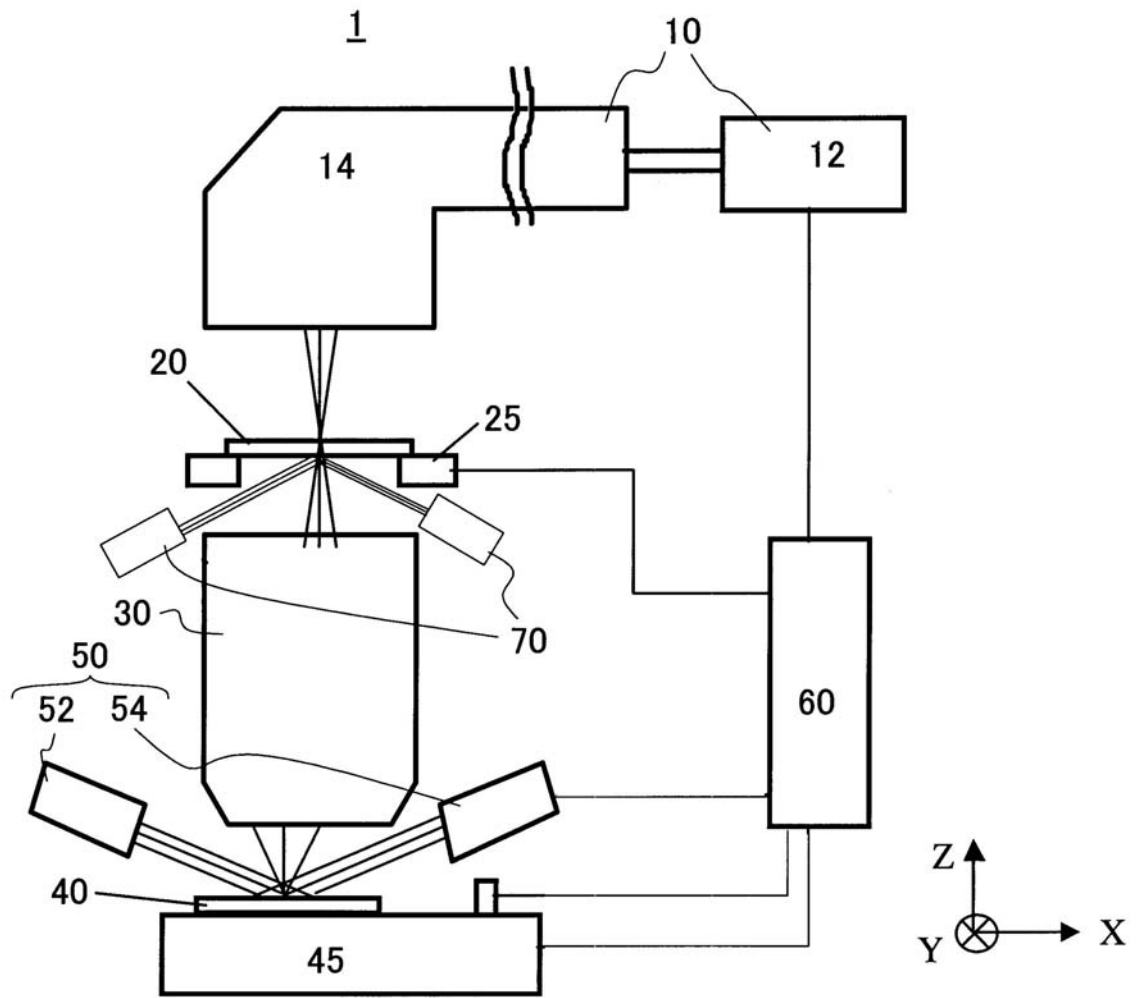
【符号の説明】

【0082】

1	露光装置	30
10	照明装置	
20	レチクル	
30	投影光学系	
40	ウェハ	
50	フォーカスチルト検出系	
52	照明部	
521	光源	
522	光合成手段	
522a	ミラー	
522b 及び 522c	ダイクロイックミラー	40
523	パターン板	
523a	透過領域	
523b	格子パターン	
523c	遮光パターン	
524	結像レンズ	
525	ミラー	
54	検出部	
541	ミラー	
542	レンズ	
543	光分波手段	50

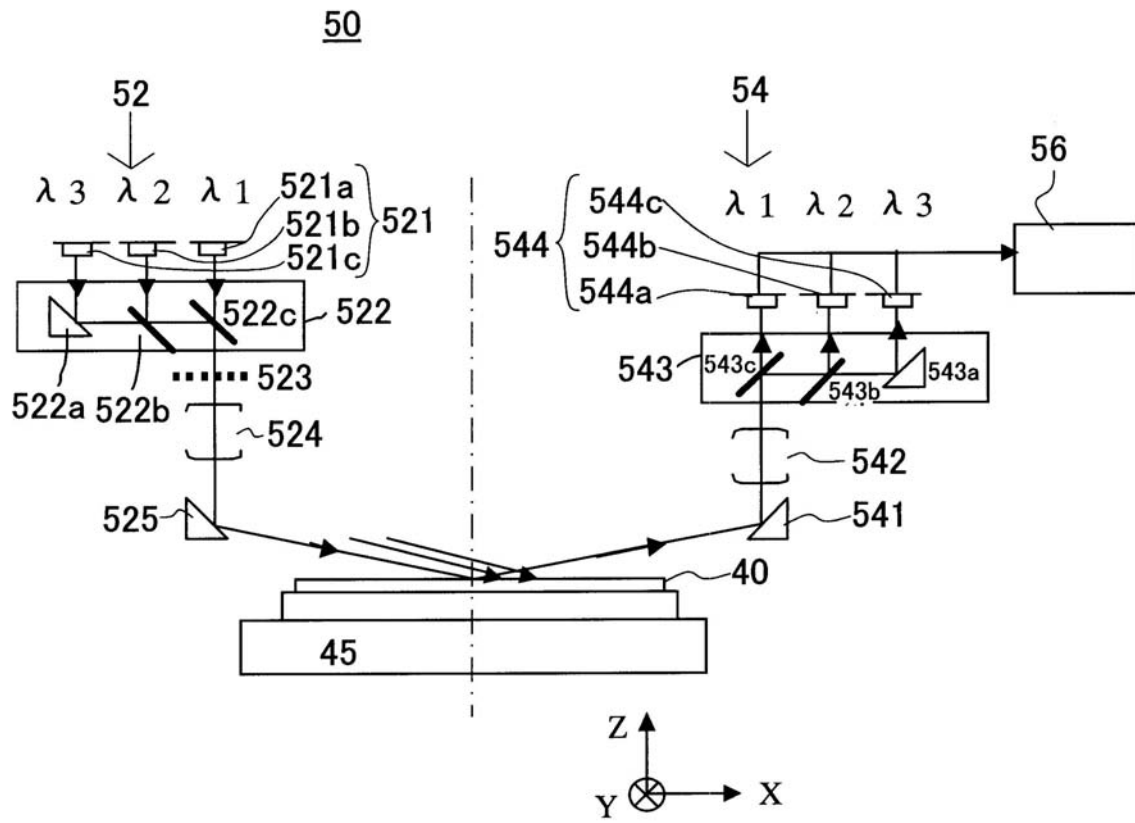
5 4 3 a	ミラー
5 4 3 b 及び 5 4 3 c	ダイクロイックミラー
5 4 4	受光器
5 4 4 a 乃至 5 4 4 c	受光素子
5 6	演算部
6 0	制御部
7 0	レチクル検出手段

【図 1】

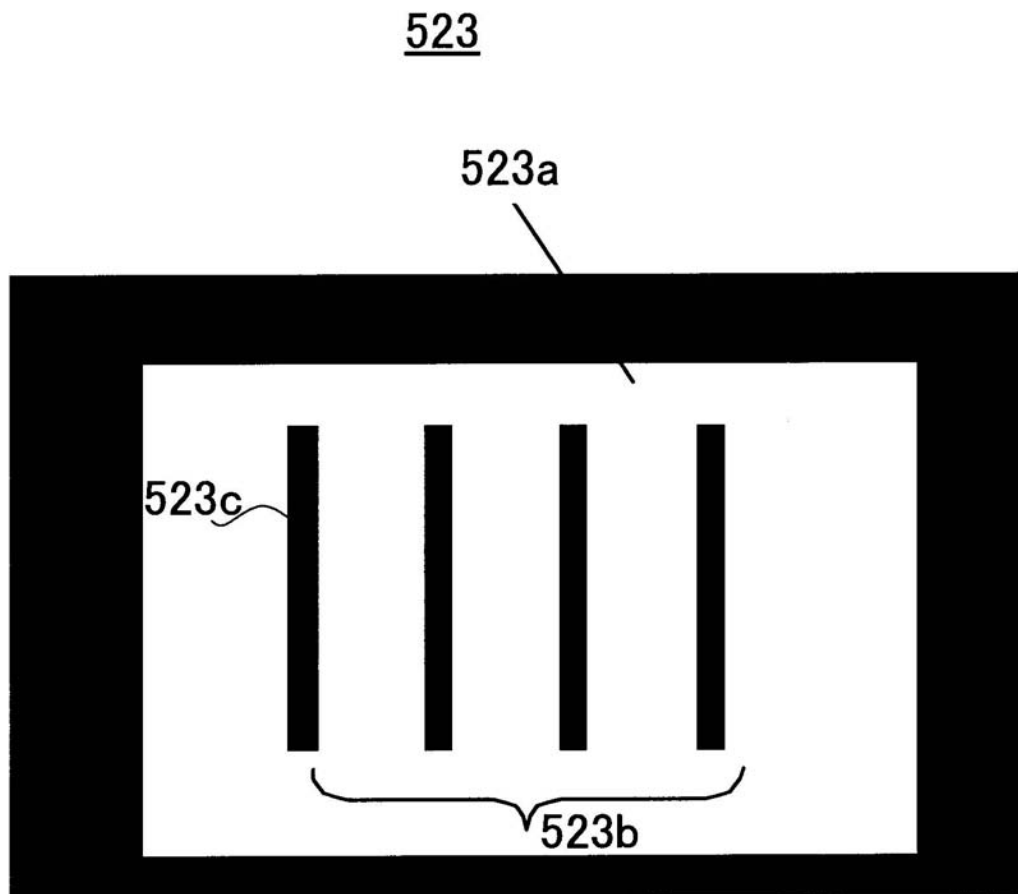




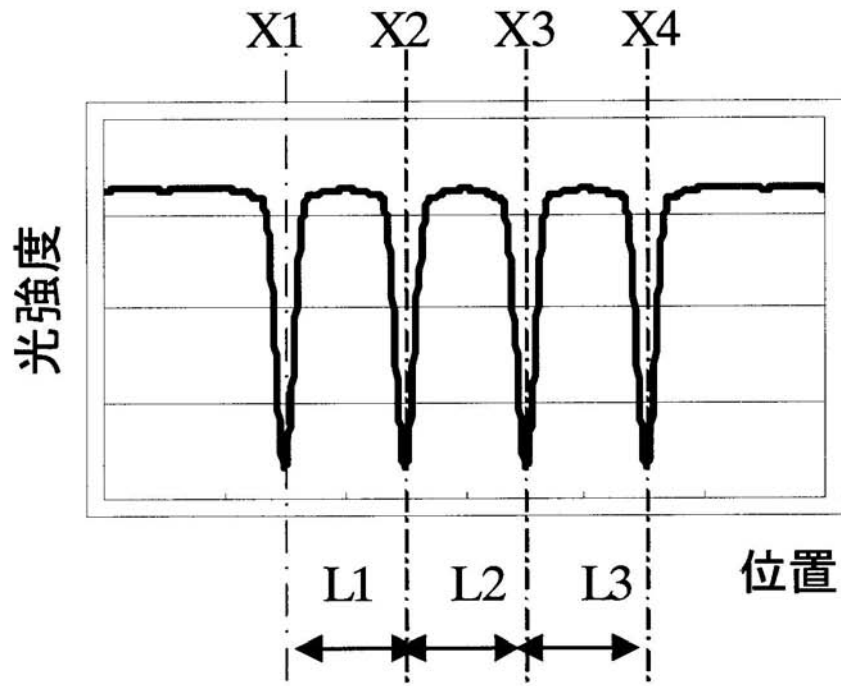
【図2】



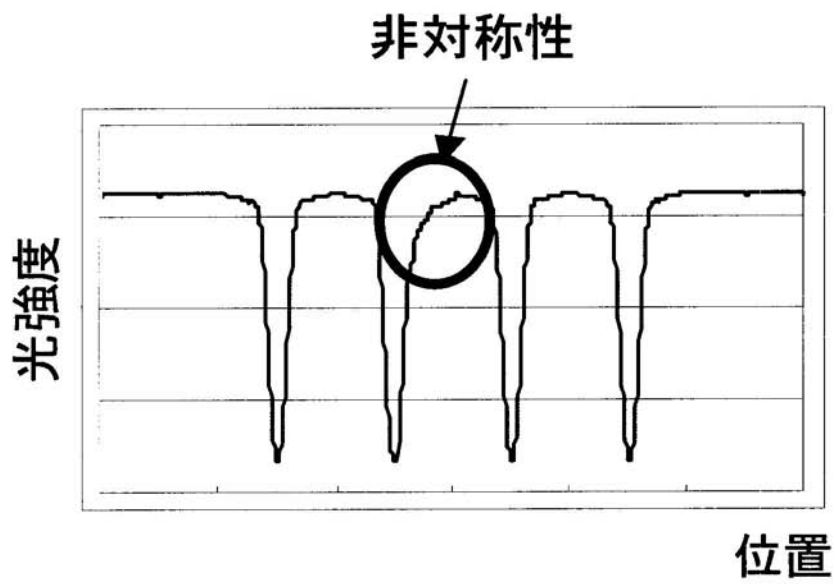
【図3】



【図 4】

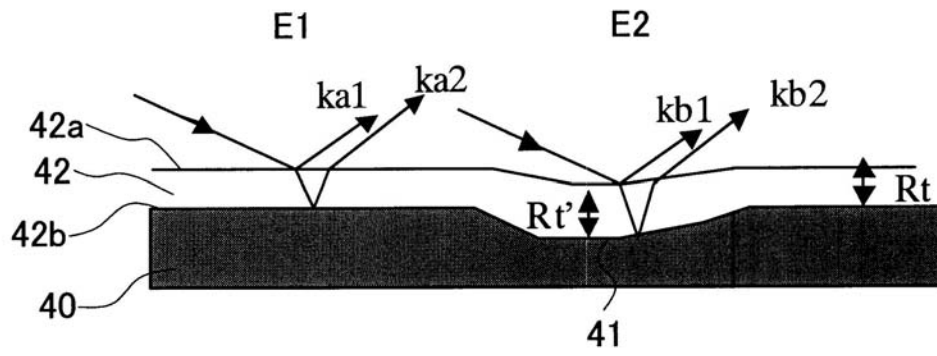


(a)

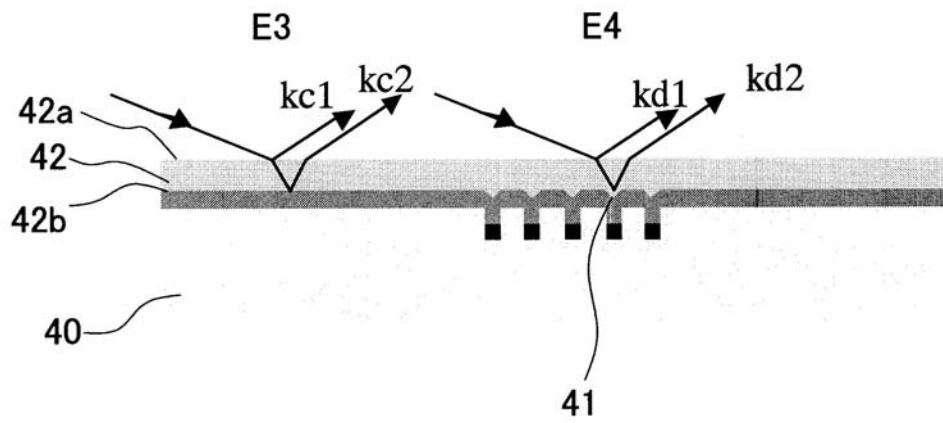


(b)

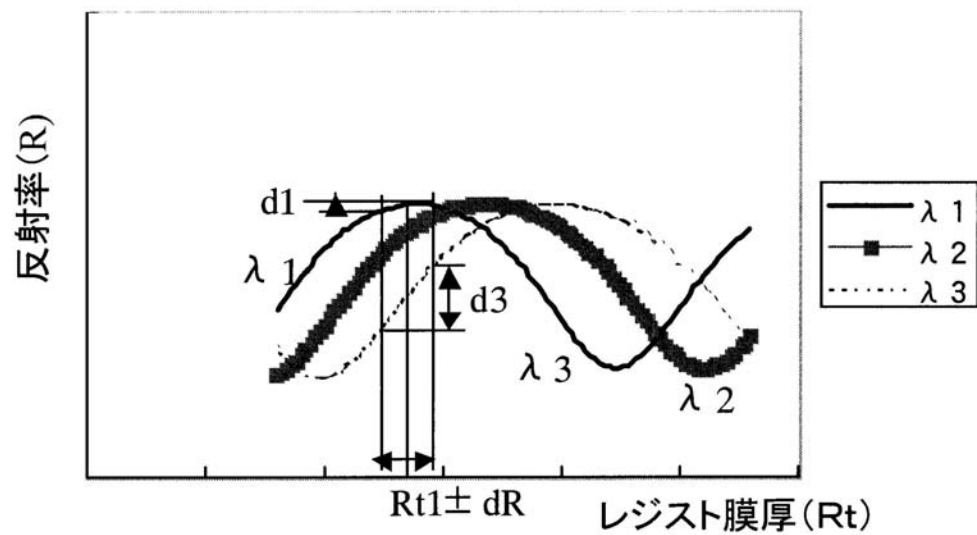
【図5】



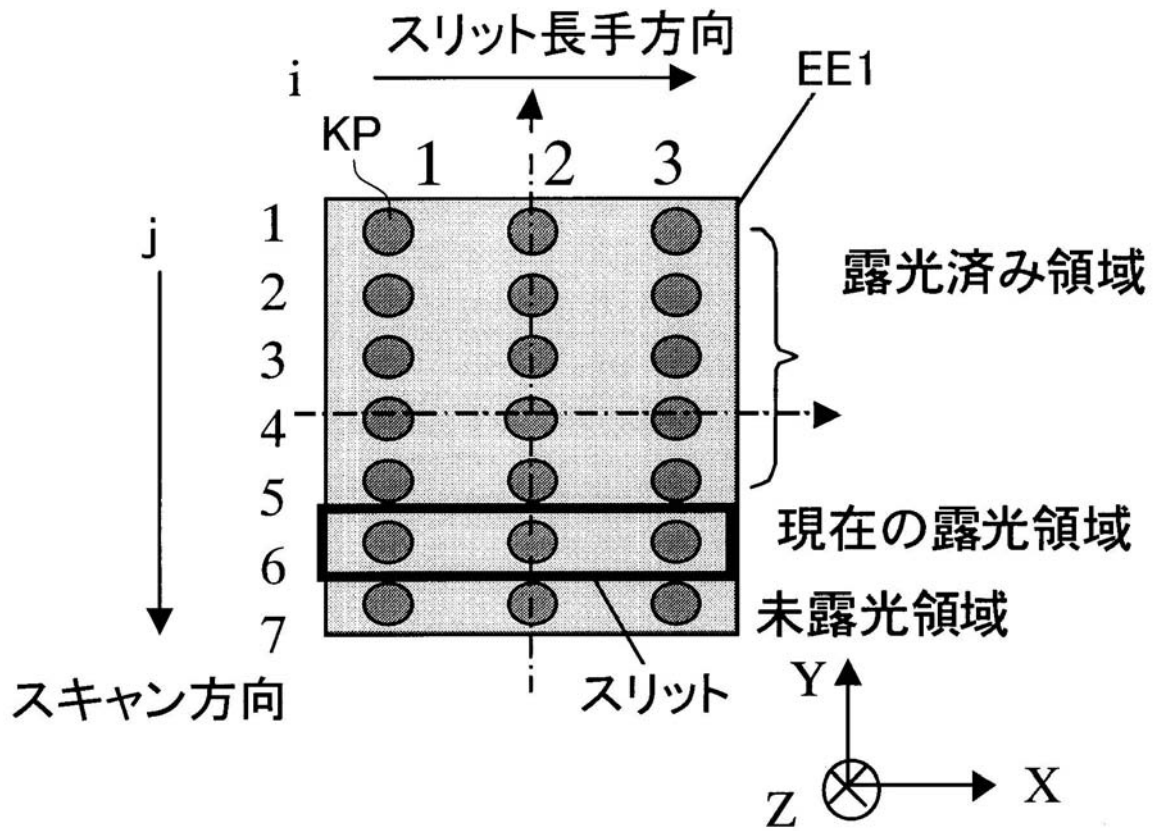
【図6】



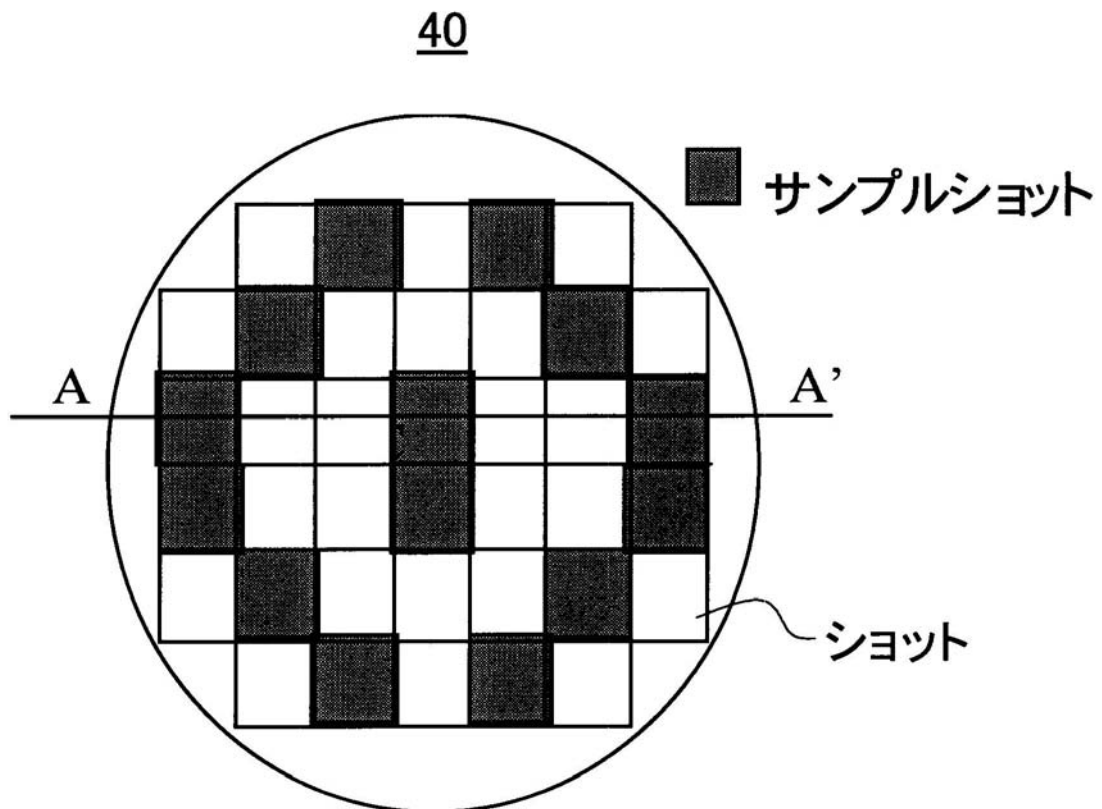
【図7】



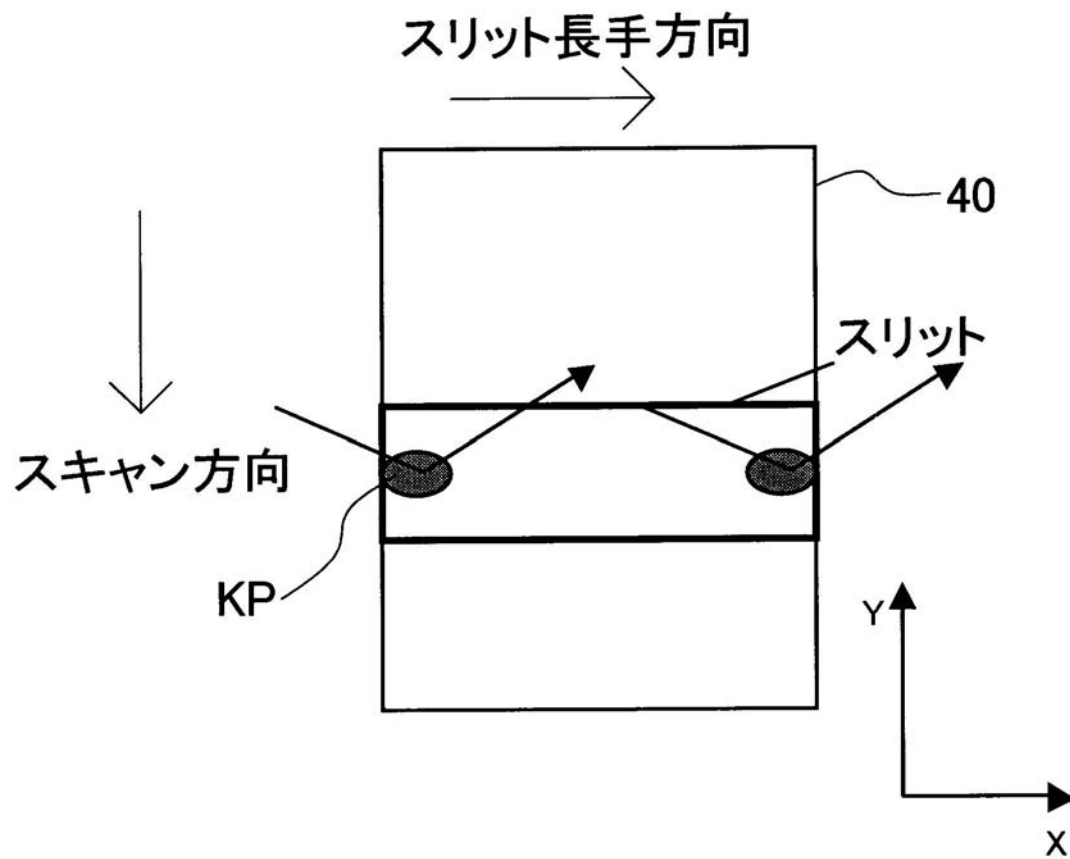
【図 8】



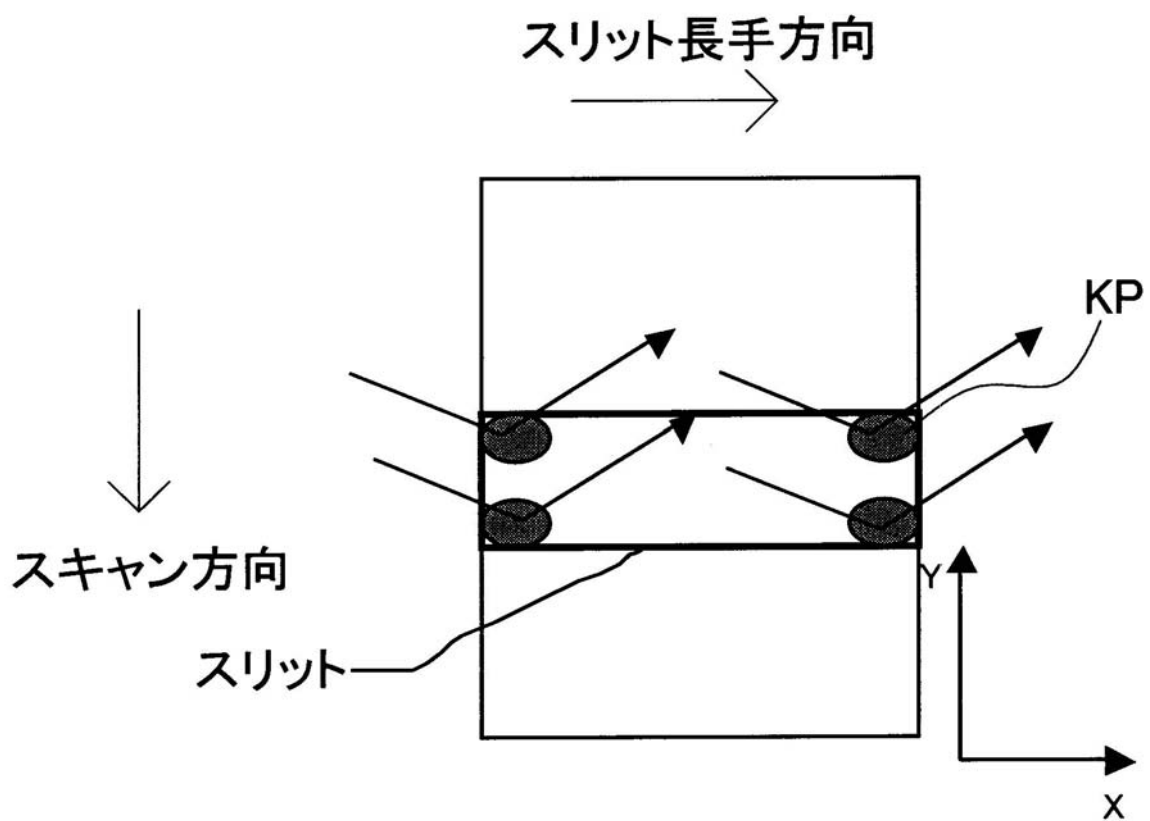
【図 9】



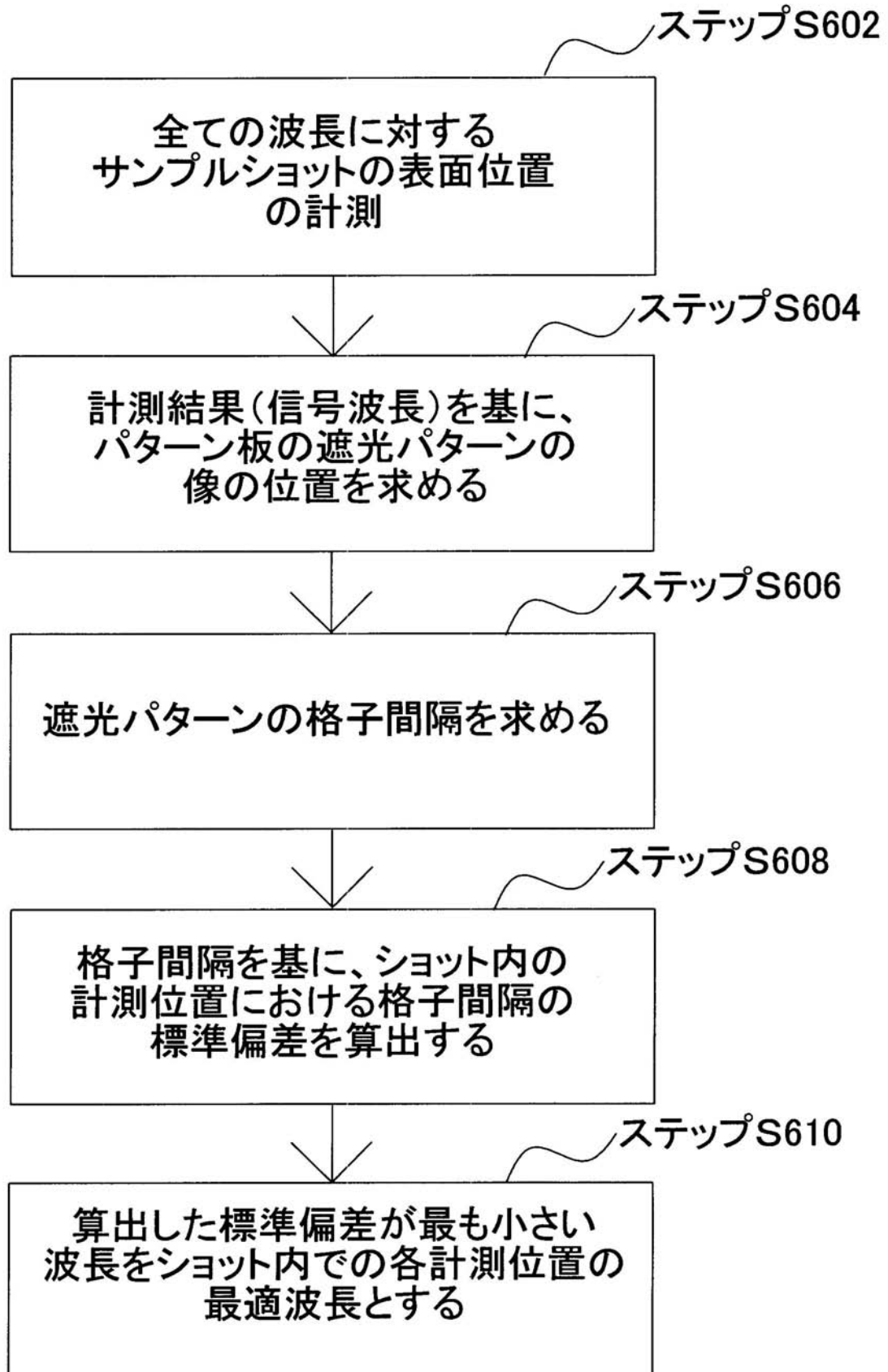
【図10】



【図11】

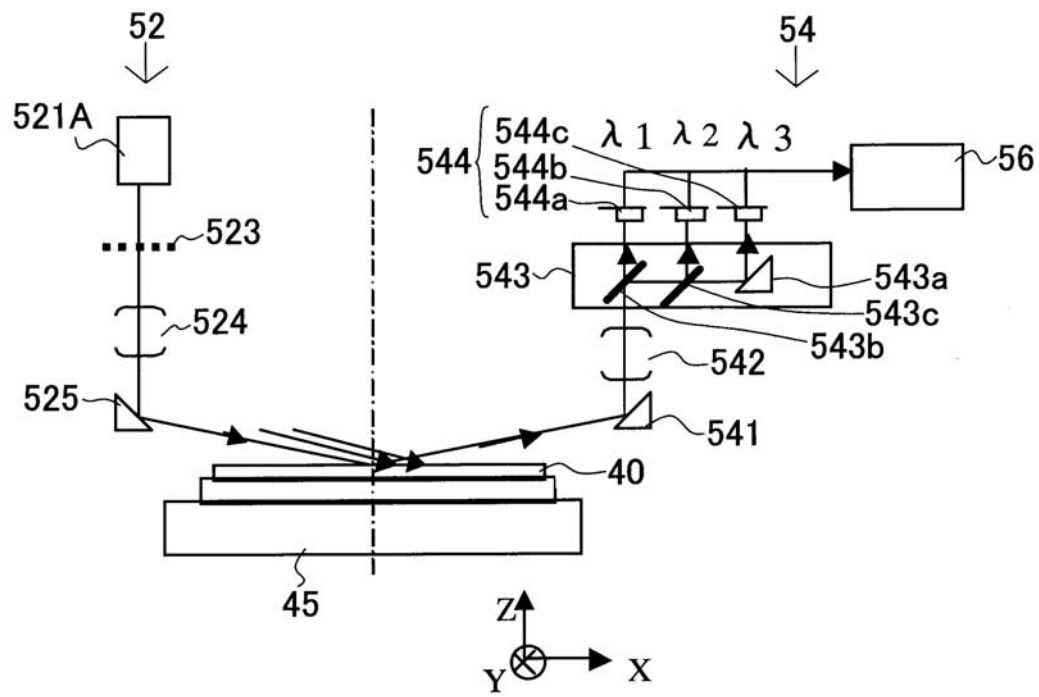


【図 12】





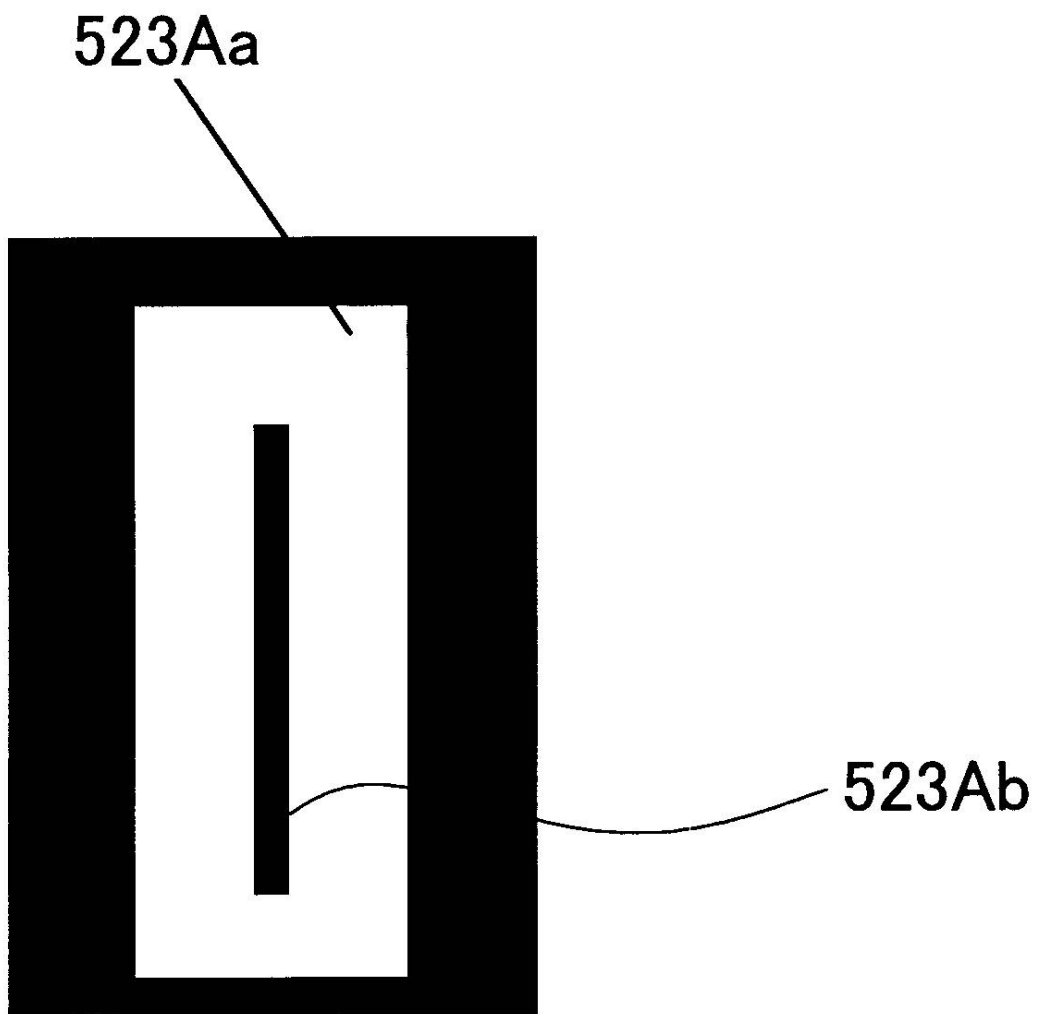
【図15】

50

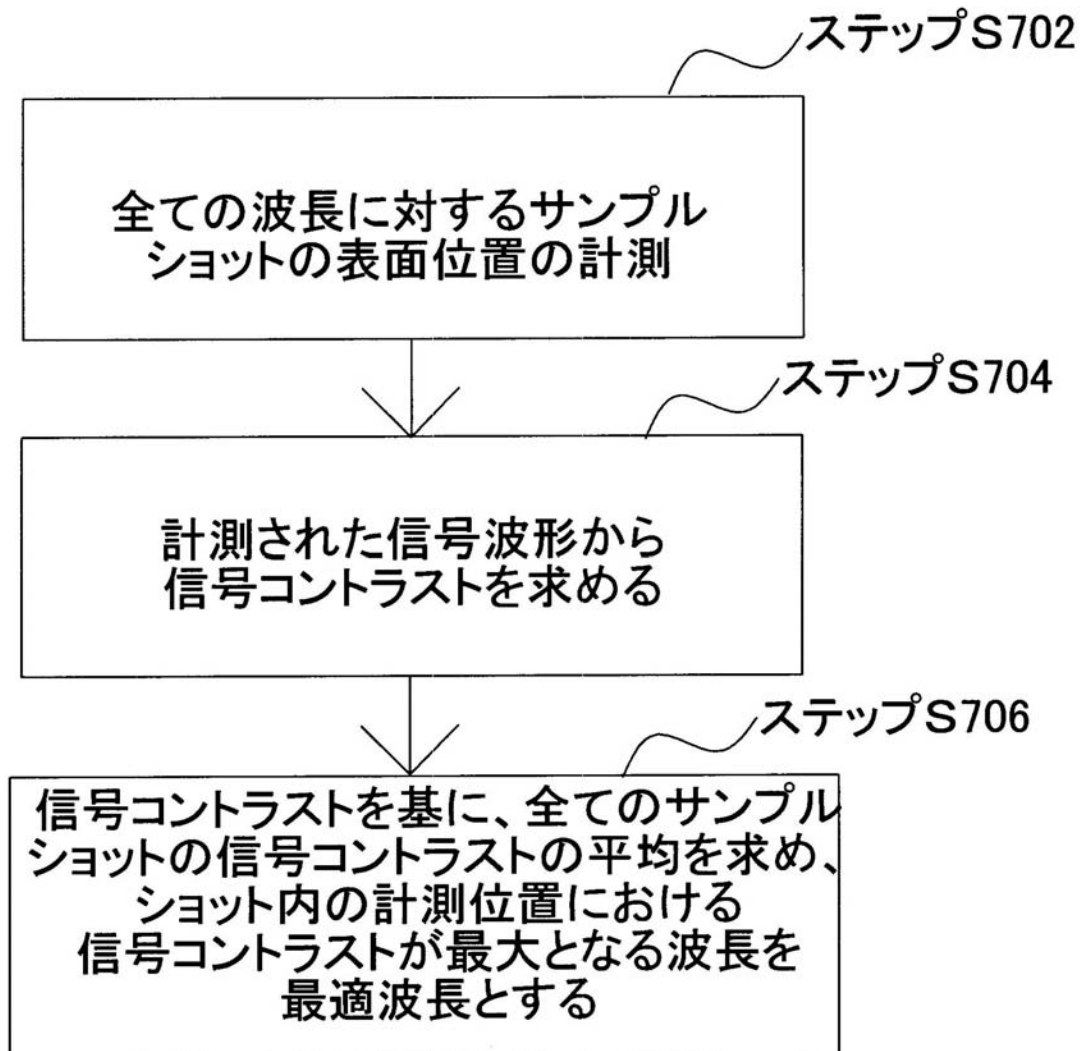


【図 16】

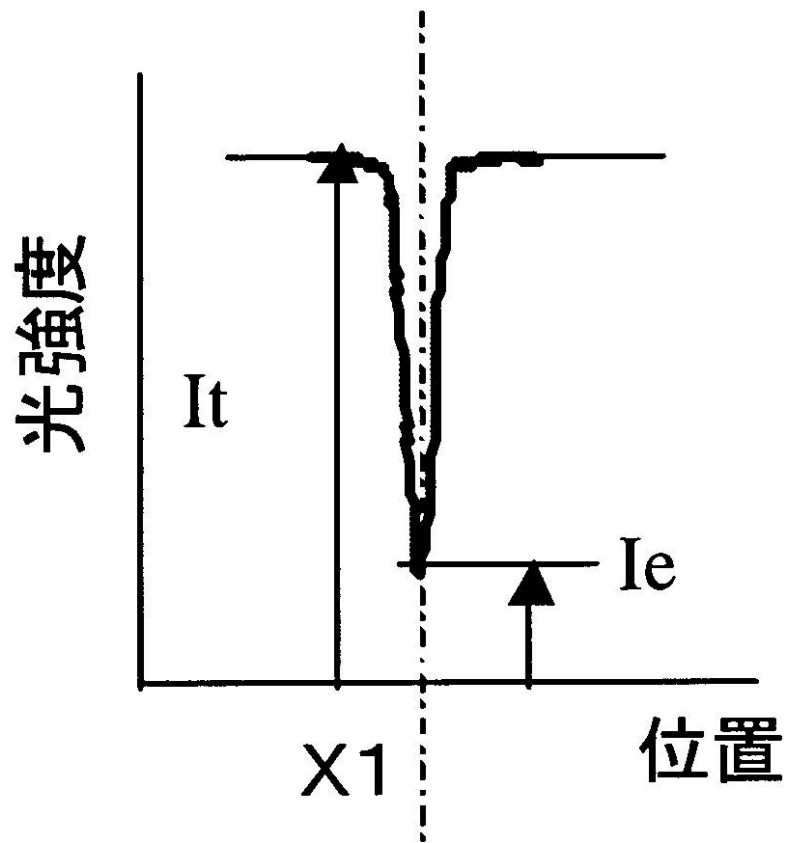
## 523A



【図 17】

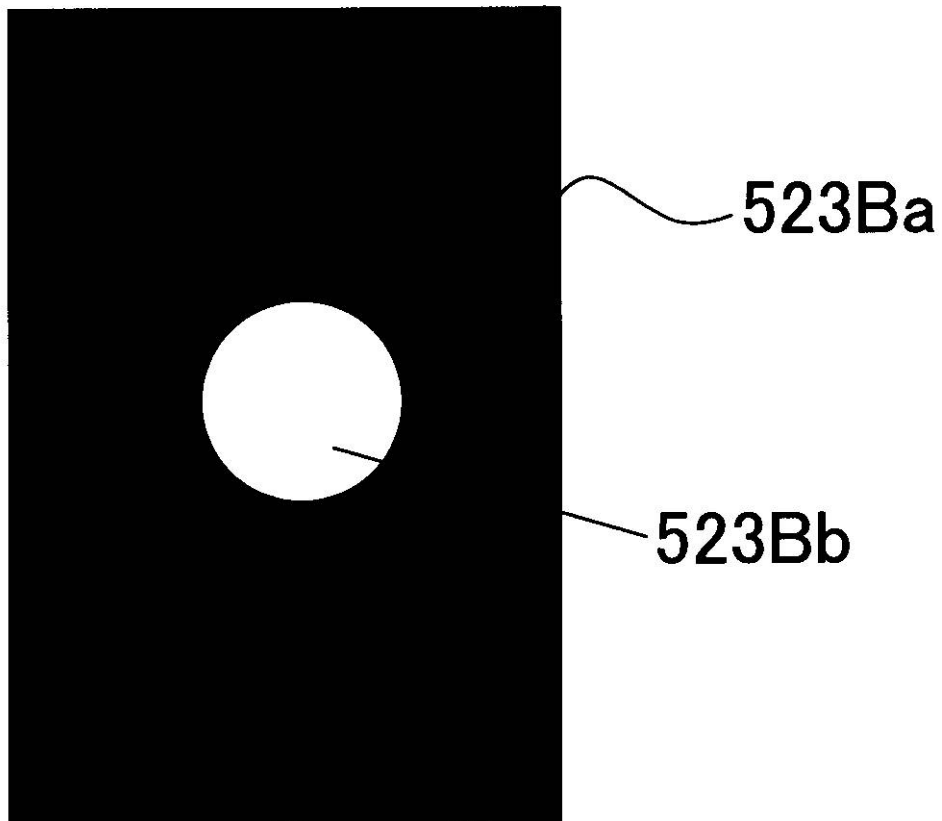


【図 18】

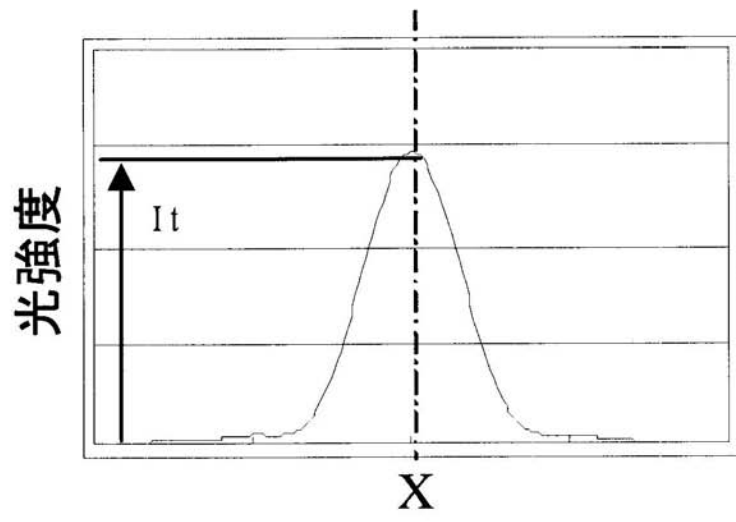


【図 19】

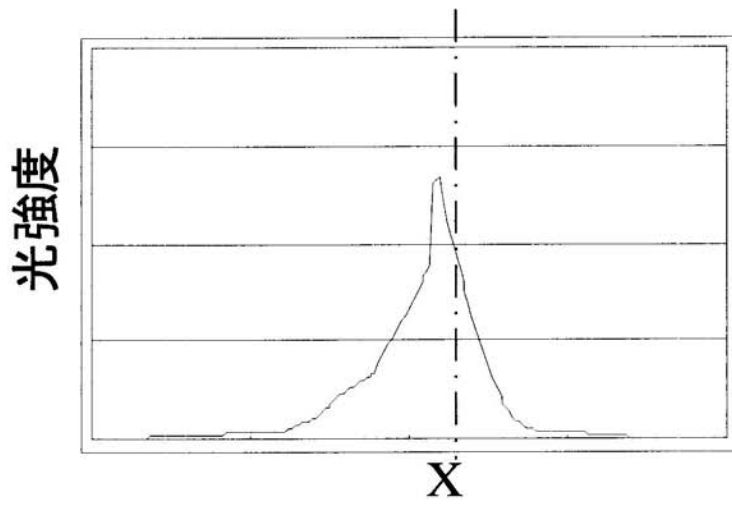
523B



【図 20】

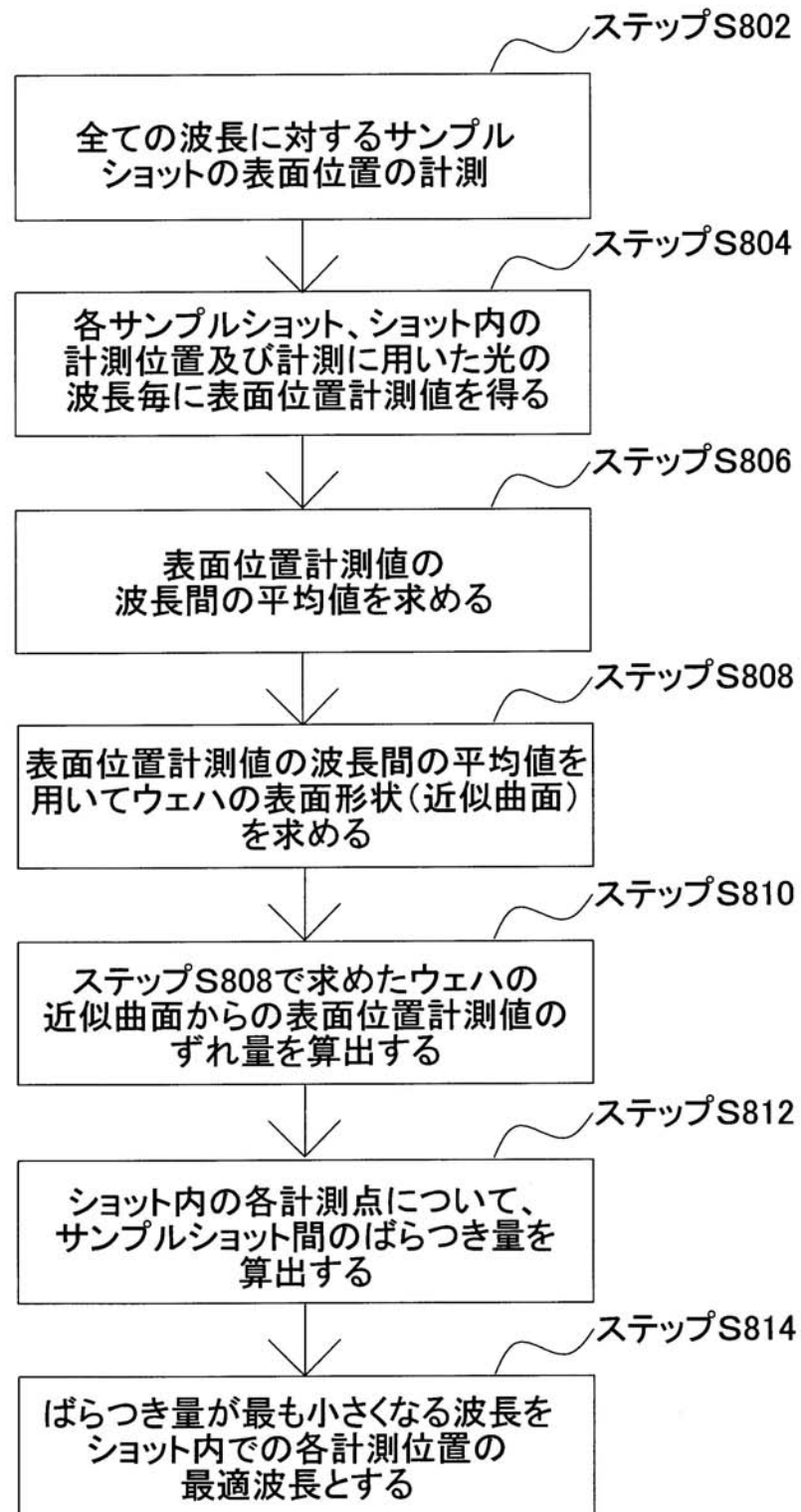


(a)

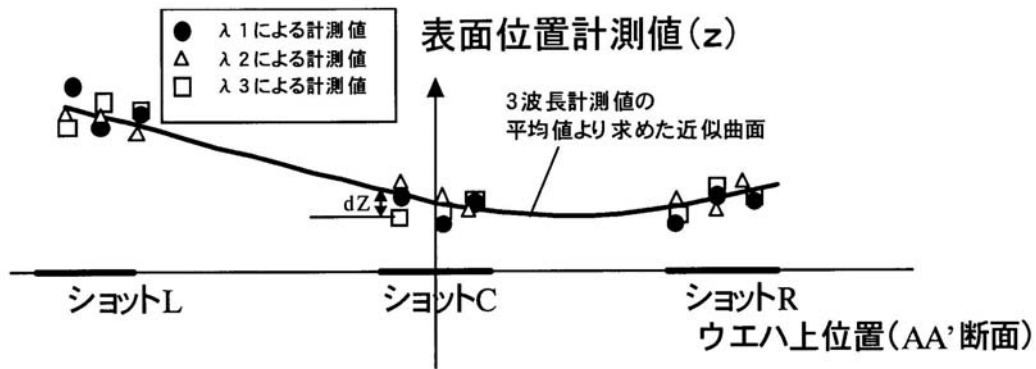


(b)

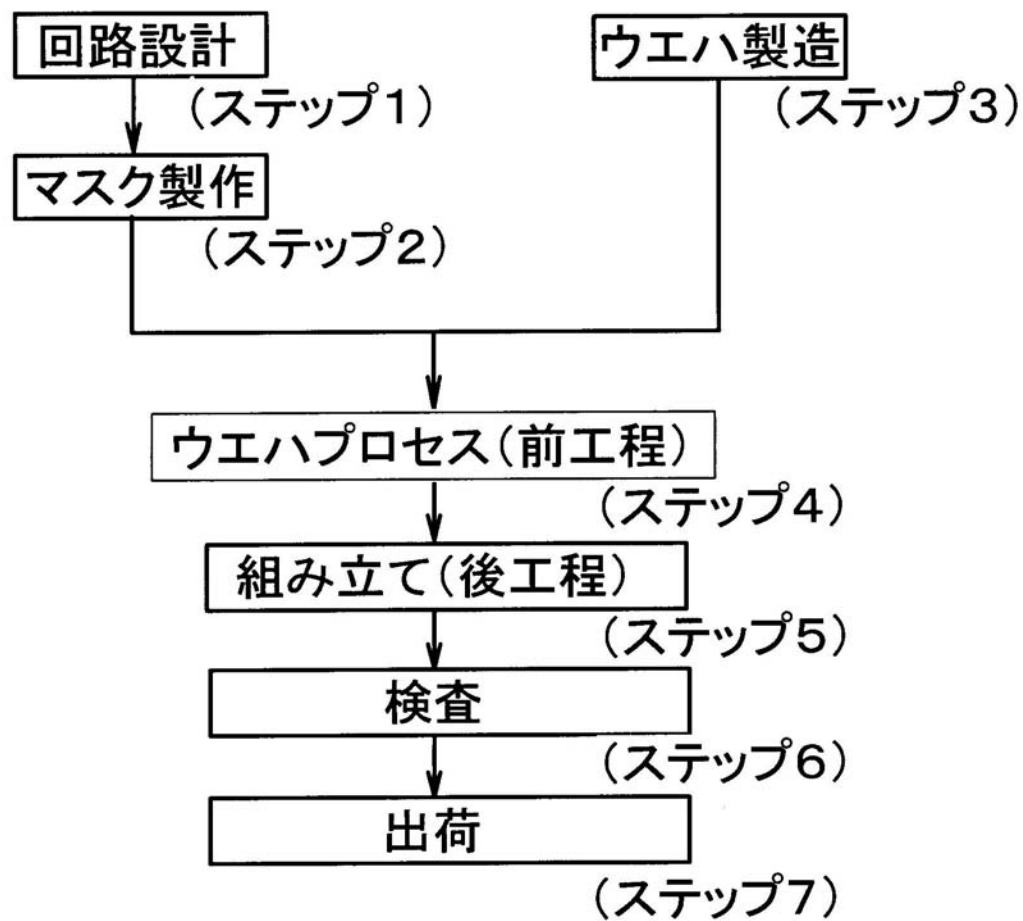
【図 21】



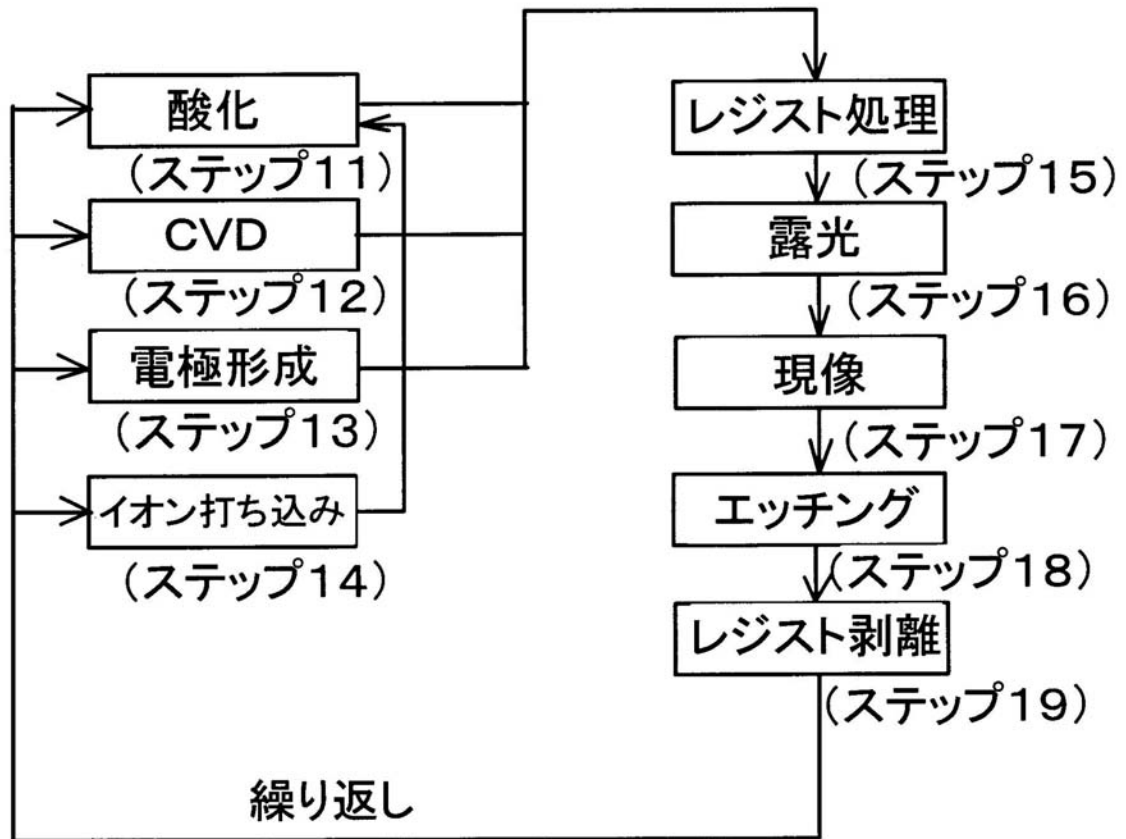
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 24】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03-111713(JP,A)  
特開2003-282420(JP,A)  
特開平08-111361(JP,A)  
特開昭61-128522(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/027		
G03F	7/20	-	7/24
G03F	9/00	-	9/02