

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6150490号
(P6150490)

(45) 発行日 平成29年6月21日 (2017. 6. 21)

(24) 登録日 平成29年6月2日 (2017. 6. 2)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 21/08 (2006. 01)	GO 1 B 21/08
GO 1 B 11/06 (2006. 01)	GO 1 B 11/06 H
HO 1 L 21/027 (2006. 01)	HO 1 L 21/30 5 2 5 R
GO 3 F 7/22 (2006. 01)	HO 1 L 21/30 5 2 5 W
GO 1 B 11/00 (2006. 01)	GO 3 F 7/22 H
請求項の数 13 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2012-231653 (P2012-231653)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年10月19日 (2012. 10. 19)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-85123 (P2014-85123A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年5月12日 (2014. 5. 12)	(74) 代理人	100114775
審査請求日	平成27年10月19日 (2015. 10. 19)		弁理士 高岡 亮一
		(72) 発明者	前田 普教
			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
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 検出装置、露光装置、それを用いたデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被測定物の裏面に設けられたマークを検出する検出装置であって、
 前記被測定物を透過する光で前記被測定物の表面側から前記マークを照明し、該照明されたマークの像を検出する第1検出系と、
 前記被測定物の表面の位置を検出する第2検出系と、
 処理部と、を備え、
 前記第1検出系は、前記マークの像を複数回検出し、前記処理部は、前記第1検出系による複数回の像検出結果に基づいて第1位置を求め、かつ、求めた第1位置と、前記被測定物の表面に対して前記第1検出系のフォーカスを合わせたときに前記第2検出系により
 検出された前記表面の位置を参照して得られた第2位置とに基づいて前記被測定物の厚みを求めることを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記第1検出系は、前記第1検出系からの光の光軸方向における前記第1検出系に対する前記被測定物の位置が、前記被測定物の予め設定されている厚みと前記被測定物の屈折率とにより決定されたオフセット量に基づいて調整された後で、前記マークの像を複数回検出することを特徴とする請求項1に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記被測定物の厚みは、前記第1位置と前記第2位置との差分に前記被測定物の屈折率をかけることで求められる幾何学的厚みであることを特徴とする請求項2に記載の検出装

置。

【請求項 4】

前記オフセット量は、予め設定されている前記被測定物の厚みを、前記被測定物の屈折率で割ることで取得した量であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 検出系は、赤外光で前記マークを照明することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記第 2 検出系は、前記被測定物に照明し、前記被測定物の表面で反射された可視光を受光することで前記表面の位置を検出することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

10

【請求項 7】

前記処理部は、前記被測定物の複数の位置にて取得された前記第 1 位置と前記第 2 位置とに基づいて、前記複数の位置での前記厚みを求め、

前記複数の厚みに基づいて前記被測定物の 3 次元情報を求める、ことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記被測定物の屈折率に関する情報は、前記処理部に予め入力されていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の検出装置。

20

【請求項 9】

基板を露光する露光装置であって、

前記基板を保持する保持部と、

前記保持部を移動させる駆動機構と、を有し、

被測定物としての前記基板の厚みを検出する、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の検出装置を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 10】

前記処理部が求める前記厚みに変動が生じた場合は、露光処理後の前記基板に薄化処理を実施する装置、または露光処理後の前記基板にエッチング処理を実施する装置の少なくともいずれかに前記厚みをフィードバックすることを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

30

【請求項 11】

被測定物を透過する光で前記被測定物の表面側から前記被測定物の裏面に設けられたマークを照明し、該照明されたマークの像を検出する第 1 検出系と、

前記被測定物の表面の位置を検出する第 2 検出系と、を用いた、被測定物の厚みの検出方法であって、

前記第 1 検出系からの光の光軸方向における前記第 1 検出系に対する前記被測定物の位置を、前記被測定物の予め設定されている厚みと前記被測定物の屈折率とにより決定されたオフセット量に基づいて調整する工程と、

前記光軸方向における前記第 1 検出系に対する前記被測定物の位置を複数回変えた場合のそれぞれで前記第 1 検出系を用いて前記マークの像を検出する工程と、

40

前記第 1 検出系による複数回の像検出結果に基づいて第 1 位置を求め、さらに、求めた第 1 位置と前記第 2 検出系により検出された前記表面の位置を参照して得られた第 2 位置とに基づいて前記被測定物の厚みを取得する工程と、を有することを特徴とする検出方法。

【請求項 12】

前記第 1 位置と前記第 2 位置との差に基づいて前記被測定物の厚みを求める工程とを有することを特徴とする請求項 11 に記載の検出方法。

【請求項 13】

請求項 9 又は 10 に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

50

前記工程で露光した基板を現像する工程と、
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、露光装置、およびそれを用いたデバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ技術を用いてデバイス（例えば、半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド）を製造する装置として、レチクルに描画されたパターンを投影光学系を介してウエハ等に投影し転写する投影露光装置（露光装置）がある。このとき、投影露光装置は、その内部に設置されたアライメント検出系（検出装置）を用いて、ウエハ上に存在するパターン転写領域をレチクルのパターンの像形成位置に位置合わせした後に露光を行う。

【0003】

近年、従来のメモリーやロジックと言ったICチップ以外に、MEMSやCMOSイメージセンサー（CIS）等、貫通VIAを使った積層デバイス等の特殊な素子が、露光装置を用いて使用され、製造されるようになってきている。MEMSやCIS等の素子は、ICチップと幾つか異なる点がある。MEMSやCIS等の素子では、ICチップで必要な線幅解像度や重ね合わせ精度に対して要求が緩い一方で、深い焦点深度が必要である。又、MEMSやCIS等の素子を製造するための特殊工程として、Siウエハの裏面側にアライメントマークを形成し、この裏面側のマークの位置に合わせて表面側に露光する工程がある。Siウエハを薄化した後、表面側から貫通VIAを形成し、裏面側の回路と導通させることがその代表的な適用例となる。特許文献1は、裏面側（ウエハチャック側）に構成されたアライメント検出系を用いて、裏面側に形成されたアライメントマークの像を表面側に形成し、アライメントマークの位置を表面側で検出するリソグラフィ装置を開示している。しかし、こうした裏面側にアライメント検出系を構成する方法では、ウエハチャックの特定位置に穴を構成しているため、その位置にあるアライメントマークしか検出することができない。従って、特許文献1の手法では、ウエハ上の裏面の任意の位置に配置されるアライメントマークを観察することができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-280299号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、Siウエハは、赤外光（波長1000nm以上）に対して透過性を有する。そこで、近年、特許文献1に記載の構成とは異なり、赤外光を光源とした位置検出系を用いて裏面側のアライメントマークを表面側から観察する方法が提唱されている。この場合、通常のアライメントシーケンスでは、アライメントマークのベストフォーカス位置を計測するために、ウエハステージをアライメント検出系の光軸方向に駆動しながらアライメントマークの画像を取得し、最もコントラストの高い位置を算出する。以下、この計測手法をイメージオートフォーカス計測と呼ぶ。このイメージオートフォーカス計測では、基準プレートの高さから計測を開始することで、Siウエハの表面側のアライメントマークについては迅速かつ容易に検出することができる。しかし、Siウエハの裏面側にアライメントマークがある場合には、通常時、アライメント検出系のフォーカスが基準プレートに合っているため、以下のような不具合が生じる。例えば、アライメント検出系のデフォルトのフォーカス位置である基準プレートからウエハステージを駆動しては、Siウエハの裏面にあるアライメントマークを検出するには、模索範囲が大きく必要となる。この

とき、模索範囲を大きくするという事は、それだけ計測に時間がかかることを意味し、スループットが低下する。さらに、イメージオートフォーカス計測の計測ピッチを大きくすると、アライメントマークのベストフォーカス位置の算出誤差が大きくなり、高精度なアライメントができない。

【0006】

一方、S i ウェハの表面側から貫通V I Aを形成し、裏面側の回路と導通させるためには、ウェハ薄化装置により、予めS i ウェハを薄化する必要がある。このとき、薄化装置は、まず条件出しを行い、所望のウェハ厚になるように加工条件を固定した上でS i ウェハの薄化を実施する。しかし、薄化装置の経時変化などに起因して、薄化されたS i ウェハの厚みには、バラツキが生じやすい。例えば、フォトセンサーを裏面照射（B S I）プロセスを介して製造する場合、ウェハの厚みのバラツキがフォトセンサーの特性に影響を与えるため、厚みの管理は、特に重要となる。また、厚みのバラツキは、S i ウェハの裏面側に形成されているアライメントマークの検出に影響を及ぼすだけでなく、ウェハハンドリングにも影響を及ぼす可能性がある。例えば、薄化されたS i ウェハは、機械的強度が下がるため、ハンドリングの際に割れやすくなる傾向がある。さらに、貫通V I A工程では、S i ウェハを薄化した後にエッチングすることで貫通V I Aを形成するが、S i ウェハの厚みにバラツキがあると、エッチングで形成されたV I AがS i ウェハを正常に貫通しない場合がある。これに対して、確実にV I Aを貫通させるために、エッチング装置によるエッチング時間を長くし過ぎると、V I Aがエッチングストップ層をも貫いてしまい、このエッチングストップ層の下層にあるデバイス自体を破壊する場合もある。結果的に、S i ウェハの厚みのバラツキは、製造されるデバイスの歩留まりに影響を及ぼす可能性がある。そこで、露光装置内のアライメント検出系でS i ウェハの厚みを検出することができれば、S i ウェハの厚みを自動で定期モニターすることで、厚みに変動が生じた場合には、薄化装置へフィードバックし得る。その上で、さらに、検出されたウェハ厚みをエッチング装置にフィードバックすれば、最適なエッチング時間で貫通V I Aを形成することができ、デバイスの歩留まり向上が望まれる。

【0007】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、被測定物の厚みを高精度に求めるのに有利な検出装置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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、被測定物の裏面に設けられたマークを検出する検出装置であって、被測定物を透過する光で被測定物の表面側からマークを照明し、照明されたマークの像を検出する第1検出系と、被測定物の表面の位置を検出する第2検出系と、処理部と、を備え、第1検出系は、マークの像を複数回検出し、処理部は、第1検出系による複数回の像検出結果に基づいて第1位置を求め、かつ、求めた第1位置と、被測定物の表面に対して第1検出系のフォーカスを合わせたときに第2検出系により検出された表面の位置を参照して得られた第2位置とに基づいて被測定物の厚みを求めることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、被測定物の厚みを高精度に求めるのに有利な検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】ウェハアライメント検出系とA F検出系との構成を示す図である。

【図2】図1に示す検出系の開口絞りと照明光源とでの各ビーム径を示す図である。

【図3】露光装置の構成を示す図である。

- 【図 4】ウエハステージ上の基準マークの形状及び配置を示す図である。
【図 5】A F 検出系による A F 光のウエハへの照射を示す図である。
【図 6】A F 検出系によるウエハからの反射光の受光を示す図である。
【図 7】A F 検出系内の基準計測を説明する図である。
【図 8】A F 検出系が表面側マークを計測する状態図である。
【図 9】ウエハアライメント検出系が表面側マークを計測する状態図である。
【図 10】イメージオートフォーカス計測で得たカーブを示すグラフである。
【図 11】A F 検出系が裏面側マークがあるウエハの表面を計測する状態図である。
【図 12】ウエハアライメント検出系が裏面側マークを計測する状態図である。
【図 13】従来のイメージオートフォーカス計測で得たカーブを示すグラフである。
【図 14】オフセットを補正する際のウエハステージの駆動を示す図である。
【図 15】コントラストカーブとオフセットとの関係を示すグラフである。
【図 16】レジストの裏面に設けられたマークを計測する状態図である。
【図 17】ウエハの厚み計測を説明する図である。
【図 18】貼り合わせウエハを構成する S i 板の厚み計測を説明する図である。
【図 19】マーク設置部分での S i 板の厚みの計測結果を示すグラフである。
【図 20】ウエハアライメント検出系と A F 検出系とその他の配置例を示す図である。
【図 21】ワイドピッチでのコントラストカーブを示すグラフである。
【図 22】ファインピッチでのコントラストカーブを示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

20

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面などを参照して説明する。

【0012】

(第 1 実施形態)

まず、本発明の第 1 実施形態に係る検出装置と、この検出装置を備えた露光装置の構成について説明する。図 3 は、本実施形態に係る露光装置 E の構成を示す概略図である。露光装置 E は、図 1 に示されるウエハアライメント検出系（第 1 検出系）16 とウエハ 3 の表面位置を検出してウエハアライメント検出系 16 のベストフォーカス位置を検出する支援を行うフォーカス検出系（第 2 検出系）41 とを含む検出装置 D を備えている。以下、フォーカス検出系 41 を「A F 検出系」と呼ぶ。露光装置 E は、レチクルステージ 2 と、ウエハステージ(基板ステージ) 4 と、照明光学系 5 と、投影光学系 6 と、制御部 C とをさらに備えている。レチクルステージ 2 は、レチクル(原版) 1 を支持する。ウエハステージ 4 は、ウエハ(基板、被測定物) 3 を支持する。照明光学系 5 は、レチクル 1 を露光光で照明する。投影光学系 6 は、露光光で照明されたレチクル 1 のパターン像をウエハステージ 4 に支持されたウエハ 3 に投影する。制御部 C は、露光装置 E 全体の動作を統括制御する。

30

【0013】

本実施形態では、露光装置 E としてレチクル 1 とウエハ 3 とを走査方向に互いに同期移動しつつレチクル 1 に形成されたパターンをウエハ 3 に投影して露光する走査型露光装置(スキャニングステッパー)を使用する。露光装置 E は、レチクル 1 を固定しレチクル 1 のパターンをウエハ 3 に投影して露光する露光装置(ステッパー)であってもよい。投影光学系 6 の光軸と平行な方向を Z 方向、光軸に垂直な平面内でレチクル 1 とウエハ 3 との同期移動方向(走査方向)を Y 方向、この平面内で Y 方向に垂直な方向(非走査方向)を X 方向とする。また、各方向に延びる軸である X 軸、Y 軸及び Z 軸の各軸まわり方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

40

【0014】

レチクル 1 上の所定の照明領域は、照明光学系 5 により均一な照度分布の露光光で照明される。照明光学系 5 から射出される露光光としては、水銀ランプ K r F エキシマレーザー、さらに短波長の A r F エキシマレーザーからの光が用いられる。

【0015】

50

レチクルステージ 2 は、投影光学系 6 の光軸に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内での 2 次元移動及び θ Z 方向の微小回転が可能である。レチクルステージ 2 は、最低 1 軸に駆動可能であるが、6 軸に駆動可能でも良い。レチクルステージ 2 は、リニアモーター等の駆動部（不図示）により駆動され、この駆動部は、制御部 C により制御される。レチクルステージ 2 にはミラー 7 が設けられ、ミラー 7 に対向する位置には X Y 方向用のレーザー干渉計 9 が設けられている。レチクル 1 の 2 次元方向の位置及び回転角は、レーザー干渉計 9 によりリアルタイムで計測され、計測結果は、制御部 C に出力される。制御部 C は、レーザー干渉計 9 の計測結果に基づいてレチクルステージ 2 の駆動部を駆動することでレチクルステージ 2 に支持されているレチクル 1 の位置決めを実施させる。

【0016】

投影光学系 6 は、レチクル 1 のパターンを所定の投影倍率 β でウエハ 3 に投影露光するものであって、複数の光学素子で構成されている。投影光学系 6 は、投影倍率 β が例えば $1/2 \sim 1/5$ の縮小投影系である。ウエハステージ（基板保持部、保持部）4 は、ウエハチャックを介してウエハ 3 を保持する Z ステージと、Z ステージを支持する X Y ステージと、X Y ステージを支持するベースとを備えている。ウエハステージ 4 は、リニアモーター等の駆動部（不図示）により駆動される。ウエハステージ 4 の駆動部は、制御部 C により制御される。

【0017】

ウエハステージ 4 にはミラー 8 が設けられている。ミラー 8 に対向する位置には、X Y 方向用のレーザー干渉計 10 と Z 方向用のレーザー干渉計 12 とが設けられている。ウエハステージ 4 の X Y 方向の位置及び θ Z は、レーザー干渉計 10 によりリアルタイムで計測され、計測結果は、制御部 C に出力される。また、ウエハステージ 4 の Z 方向の位置及び θ X、 θ Y については、レーザー干渉計 12 によりリアルタイムで計測され、計測結果は、制御部 C に出力される。制御部 C は、レーザー干渉計 10、12 の計測結果に基づいてウエハステージ 4 の駆動部を通して X Y Z ステージを駆動することで、ウエハ 3 の X Y Z 方向における位置を調整し、ウエハステージ 4 に支持されているウエハ 3 の位置決めを実施させる。

【0018】

レチクル 1 上の基準マーク（不図示）と投影光学系 6 とを通してウエハステージ 4 上の基準プレート 11 に設けられた基準マーク 39（図 4）とを検出するレチクルアライメント検出系 13 が、レチクルステージ 2 の近傍に設けられている。レチクルアライメント検出系 13 は、ウエハ 3 を露光する光源と同一の光源を用い、投影光学系 6 を通してレチクル 1 上の基準マークと基準マーク 39 とを照射し、その反射光を検出するための光電変換素子（例えば CCD カメラなど）を搭載している。レチクルアライメント検出系 13 は、レチクル 1 上の基準マークと基準プレート 11 上の基準マーク 39 の位置、フォーカスを合わせることで、レチクル 1 とウエハ 3 との相対位置関係（X, Y, Z）を合わせることができる。

【0019】

レチクルアライメント検出系 13 により検出される基準マーク 39 は、反射型のマークでも良いし、透過型のレチクルアライメント検出系 14 を用いて、透過型の基準マーク 39 を検出することもできる。透過型のレチクルアライメント検出系 14 は、ウエハ 3 を露光する光源と同一の光源と照明光学系 5 を用い、投影光学系 6 を通してレチクル 1 上の基準マークと基準マーク 39 とを照射し、その透過光を検出するための光量センサーを搭載している。ウエハステージ 4 を X 方向（又は Y 方向）及び Z 方向に駆動させながら透過光の光量を測定することで、レチクル 1 上の基準マークと基準プレート 11 上の基準マーク 39 との位置及びフォーカスを合わせることができる。このように、レチクルアライメント検出系 13、透過型のレチクルアライメント検出系 14 のどちらを用いても、レチクル 1 とウエハ 3 との相対位置関係（X, Y, Z）を合わせることができる。

【0020】

図 4 は、ウエハステージ 4 上に設置されている各基準マークの形状及び配置を示す平面

10

20

30

40

50

図である。ウエハステージ4のコーナーには、基準プレート11がウエハ3表面とほぼ同じ高さで設置されている。基準プレート11には、ウエハアライメント検出系16が検出する基準マーク40とレチクルアライメント検出系13又は透過型のレチクルアライメント検出系14が検出する基準マーク39とを備えている。基準プレート11は、ウエハステージ4の複数のコーナーに配置されていても良い。また、基準プレート11は、複数の基準マーク39、複数の基準マーク40を設けていても良い。レチクルアライメント用の基準マーク39とウエハアライメント用の基準マーク40との位置関係(XY方向)は既知であるとする。また、ウエハアライメント検出用の基準マーク40とレチクルアライメント用の基準マーク39とは、共通のマークであっても良い。

【0021】

フォーカス検出系15は、検出光をウエハ3表面に投射する投射系と、そのウエハ3からの反射光を受光する受光系とを備えており、フォーカス検出系15の検出結果は、制御部Cに出力される。制御部Cは、フォーカス検出系15の検出結果に基づいてZステージを駆動させ、Zステージに保持されているウエハ3のZ方向における位置(フォーカス位置)及び傾斜角を許容範囲に収めるように調整する。

【0022】

ウエハアライメント検出系16は、検出光をウエハ3上のマーク19や基準プレート11上のウエハアライメント検出用の基準マーク40に投射する投射系と、該マークからの反射光を受光する受光系とを備えている。ウエハアライメント検出系16の検出結果は、制御部Cに出力される。制御部Cは、ウエハアライメント検出系16の検出結果に基づいてウエハステージ4をXY方向に駆動させることで、ウエハステージ4に保持されているウエハ3のXY方向における位置を調整することが可能である。露光装置Eは、ウエハアライメント検出系16のベストフォーカス位置を迅速に取得するためにウエハ3の表面位置を検出するAF検出系(フォーカス検出系)41を備える。AF検出系41は、フォーカス検出系15と同じく検出光をウエハ3表面に投射する投射系と、そのウエハ3からの反射光を受光する受光系とを備えている。フォーカス検出系15は、投影光学系6のベストフォーカス位置を取得するために用いられるのに対して、AF検出系41は、ウエハアライメント検出系16のベストフォーカス位置を取得するために用いられる。

【0023】

ウエハアライメント検出系16の形態としては、大きく2つの方式が存在する。1つ目の方式は、投影光学系6を介さず個別に構成されていて、ウエハ3上のマーク19、基準マーク40を光学的に検出するオフアクシスアライメント検出系(Off-axis AA、OA検出方式)である。2つ目の方式は、特にi線露光装置で使用する、投影光学系6を介して非露光光のアライメント波長を用いてマーク19、基準マーク40を検出するTTL-AA(Through The Lens アライメント)方式である。本実施形態ではOA検出方式のウエハアライメント検出系16を用いて説明するが、TTL-AA方式でも構わない。

【0024】

図1は、検出装置Dのうちウエハアライメント検出系16とAF検出系41との構成を示す概略図である。ウエハアライメント検出系16の照明光源20は、赤外光(例えば、1000~1500nm)及び可視光(例えば、400~800nm)を発生する。照明光源20で発生された光は、第1リレー光学系21、波長フィルター板22、及び第2リレー光学系23を通り、ウエハアライメント検出系16の瞳面(物体面に対する光学的なフーリエ変換面)に配置された開口絞り24に到達する。図2は、照明光源20と開口絞り24とでの各ビーム径を比較する図である。図2に示すように、開口絞り24でのビーム径37は、照明光源20でのビーム径36よりも十分に小さい。

【0025】

波長フィルター板22は、透過波長帯の異なる複数のフィルターを含み、制御部Cからの命令でフィルターの切換を行う。開口絞り24は、照明σの異なる複数の絞りを含み、制御部Cからの命令で絞りの切換を行うことで、照明σを変更することができる。本実施形態では、波長フィルター板22と開口絞り24とがそれぞれ複数のフィルターと複数の

10

20

30

40

50

絞りを備えているが、波長フィルター板 22 と開口絞り 24 とは別に、フィルターと絞りとを追加してもよい。本実施形態の波長フィルター板 22 は、可視光を透過するフィルターと赤外光を透過するフィルターとを備えており、これらのフィルターを切り替えることによりマークの検出に使用する光の波長を選択できる。赤外光に対して透過性を有する Si ウエハの裏面に置かれたマークを計測する際には、赤外光を透過するフィルターが使用される。

【0026】

開口絞り 24 まで到達した光は、第 1 照明光学系 25、第 2 照明光学系 27 を通って偏光ビームスプリッター 28 に導かれる。偏光ビームスプリッター 28 により反射された紙面に垂直な S 偏光は、NA 絞り 26、プリズム 63、 $\lambda/4$ 板 29 を透過して円偏光に変換され、対物レンズ 30 を通ってウエハ 3 に形成されたマーク 19 を照明する（照明光は図 1 中の実線で示す）。NA 絞り 26 は、絞り量を変えることで、NA を変えることができる。NA 絞り 26 の絞り量は、制御部 C からの命令で変更できる。プリズム 63 については、図 5 の説明で後述するが、アライメント光を透過する特性を持っている。

【0027】

マーク 19 からの反射光（図 1 中の 1 点波線で示す）は、再度対物レンズ 30 及び $\lambda/4$ 板 29 を通って、今度は紙面に平行な P 偏光に変換される。P 偏光は、プリズム 63、偏光ビームスプリッター 28 を透過し、リレーレンズ 31、第 1 結像光学系 32、コマ収差を調整する光学部材 35、第 2 結像光学系 33、波長シフト差を調整する光学部材 38 を通過する。光学部材 38 を通過した P 偏光は、マーク 19 の検出信号を光電変換素子 34（例えば、CCD カメラ）上に形成する。

【0028】

通常、ウエハアライメント検出系 16 により、マーク 19 を観察してマーク 19 の位置を検出する場合、マーク 19 上に塗布又は形成された透明層のため、単色光や狭い波長帯域の光では干渉縞が発生してしまう。そのため、アライメント信号に干渉縞の信号が加算された状態で検出され、マーク 19 を高精度に検出できなくなる。従って、一般的にウエハアライメント検出系 16 の照明光源 20 としては、マーク 19 を干渉縞の少ない信号として検出するために、広帯域の波長を持つものが使用される。

【0029】

図 5 及び図 6 は、AF 検出系 41 がフォーカス計測している状態を示す図である。図 5 は、AF 検出系 41 がウエハ 3 にフォーカス計測光（AF 光）を照射している様子を示している。光源 55 から照射された AF 光は、レンズ 56 を通してパターン板 57 を照明する。光源 55 は、可視光帯域（Si を透過しない 400～800 nm の波長）の光を発生する。ウエハ 3 に照射される AF 光は、ウエハ 3 を透過しない。パターン板 57 は、ガラス基板にスリットパターンが描画されており、パターン板 57 の中心部に描画されたスリットパターンを照明された AF 光は、レンズ 58 を通りミラー 59 で反射されてレンズ 60 に到達する。パターン板 57 以降の AF 光は、説明の都合上、主光線のみを書くが、実際には NA を持った光線である。AF 光は、レンズ 60 の中心ではなく、レンズ 60 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 60 で屈折することによって、基準ミラー 61 を通過し、レンズ 62 に到達する。レンズ 62 に到達した光も、レンズ 62 の中心ではなく、レンズ 62 の中心から偏心した部分に到達する。レンズ 62 で屈折した AF 光は、プリズム 63 に到達する。プリズム 63 は、AF 光を反射し、アライメントに使う光が透過する特性を有する。プリズム 63 で反射した AF 光は、 $\lambda/4$ 板 29 を透過し、レンズ 30 に到達する。AF 光はレンズ 30 の中心ではなく、レンズ 30 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 30 で屈折することによって、図 5 に示すようにウエハ 3 に入射角度 θ で斜入射する。

【0030】

図 6 は、照射された AF 光がウエハ 3 で反射され、反射光が AF 検出系 41 により受光される様子を示している。ウエハ 3 で反射された AF 光は、照明した時と同じ角度 θ でウエハ 3 から反射され、レンズ 30 に到達する。このとき、AF 光は、レンズ 30 の中心で

はなく、レンズ 30 の中心から偏心した部分に到達して、レンズ 30 で屈折することによって、 $\lambda/4$ 板 29 を透過し、プリズム 63 に到達する。プリズム 63 で反射した A F 光は、レンズ 62 に到達する。このとき、A F 光はレンズ 62 の中心ではなく、レンズ 62 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 62 で屈折することによって、基準ミラー 61 を通過し、レンズ 60 に到達する。このとき、A F 光はレンズ 60 の中心ではなく、レンズ 60 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 60 で屈折することによって、レンズ 64 の中心に到達し、レンズ 64 を透過し、A F 検出センサー 65 で受光される。

【0031】

上記図 5 及び図 6 を用いた説明から、ウェハ 3 がフォーカス方向（Z 方向）に移動すると、それに応じて A F 検出センサー 65 における A F 光を受光する位置がずれることが分かる。このように、A F 検出系 41 は、ウェハ 3 の面位置を計測することが可能である。

10

【0032】

図 7 は、A F 検出系 41 内の基準計測を説明する図である。パターン板 57 の周辺部に照明された A F 光は、レンズ 58 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 58 で屈折しミラー 59 で反射される。ミラー 59 で反射した A F 光は、レンズ 60 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 60 で屈折して基準ミラー 61 で反射され、今度はレンズ 60 の中心に到達する。レンズ 60 の中心を透過した A F 光は、レンズ 64 の中心から偏心した部分に到達し、レンズ 64 で屈折して A F 検出センサー 65 で受光される。A F 検出系 41 内の基準計測では、A F 光は、ウェハ 3 に到達することなく、A F 光が直接 A F 検出センサー 65 で受光された位置が、A F 検出系 41 によるフォーカス計測の基準となる。A F 検出系 41 内の基準とウェハ 3 に対するフォーカス計測結果との差分から、ウェハ 3 のフォーカス位置を求めることが可能となる。

20

【0033】

図 5～図 7 に示した A F 検出系 41 によるフォーカス計測は、ウェハアライメント検出系 16 がマーク 19 を検出するためのベストフォーカス位置を計測するものではなく、ウェハ 3 の表面位置を検出するためのものである。すなわち、A F 検出系 41 によるフォーカス計測は、ウェハアライメント検出系 16 におけるマーク 19 の像のフォーカス状態を許容範囲に収めるようにするものである。従って、A F 検出系 41 は、ウェハ 3 の表面で反射された A F 光を検出するため、ウェハ 3 の裏面に設けられたマークのフォーカス位置を直接検出することはできない。

30

【0034】

次に、図 8 及び図 9 を用いて、ウェハ 3 の表面にマーク 19 が配置されている場合に、ウェハアライメント検出系 16 がマーク 19 を検出するベストフォーカス位置を求める手法について説明する。イメージオートフォーカス計測では、図 8 に示すように、A F 検出系 41 は、まず A F 光 42 をウェハ 3 の表面のマーク 19 に投射し、反射光を受光する。なお、図 8 では、ウェハアライメント検出系 16 の外部に A F 検出系 41 を配置した構成を図示しているが、ウェハアライメント検出系 16 の内部に A F 検出系 41 を配置される構成でも良い。制御部 C は、受光した反射光の位置が A F 検出系 41 の A F 検出センサー 65 の中心に来るようにウェハステージ 4 を駆動することで、ウェハ 3 表面のマーク 19 のフォーカス位置を取得することができる。そして、制御部 C は、その取得したフォーカス位置を用いてウェハアライメント検出系 16 のフォーカス位置をマーク 19 に概ね合わせることができる。図 9 は、ウェハ 3 の表面にウェハアライメント検出系 16 のフォーカスが概ね合った状態で、マーク 19 にウェハアライメント検出系 16 からの計測光 43 が照射されている様子を示す図である。A F 検出系 41 は、ウェハ 3 表面のマーク 19 にフォーカスが合っているが、ウェハアライメント検出系 16 が画像処理したマーク 19 のコントラストが最も高くなるフォーカス位置を求める必要がある。図 9 に示す状態から Z 方向にウェハステージ 4 を駆動させ、ウェハアライメント検出系 16 が各フォーカス位置でアライメント計測を行うことで、マーク 19 のコントラストが最も高くなるフォーカス位置を見つけることができる（イメージオートフォーカス計測）。つまり、A F 検出系 41 がウェハ 3 の表面を計測し、それによりウェハ 3 の表面にウェハアライメント検出系 16

40

50

のフォーカスが概ね合っている状態を基準として、ウエハアライメント検出系16は、+Z方向と-Z方向とでアライメント計測する。

【0035】

図10は、ウエハアライメント検出系16が図9に示す状態からイメージオートフォーカス計測を行って得られたコントラストカーブ47を示すグラフである。このフォーカス位置とコントラストとの関係から、ウエハアライメント検出系16の最もコントラストの高いベストフォーカス位置を求めることができる。例えば、最もコントラストの高いフォーカス位置は、図10に示すグラフから2次フィッティングや重心計算を実施することで求めることができる。また、図10では、簡単のためにイメージオートフォーカス計測による3つのフォーカス位置44、45、46を示しているが、計測点は、10点や20点などもっと増やしても良い。但し、計測点を増やしすぎると、計測に時間がかかり、スループット低下の原因となる。また、イメージオートフォーカス計測の手法の説明として、ウエハ3の表面にマーク19が設けられた図8を用いて説明したが、マーク19がウエハ3の表面の近傍にあれば、ウエハ3の表面にレジストが被覆されていてもかまわない。

【0036】

次に、図11及び図12を用いて、ウエハ3の裏面にマーク19が配置されている場合に、イメージオートフォーカス計測の手法を適用した場合について説明する。ウエハ3の裏面にマーク19がある場合も、AF検出系41は、まずAF光42をウエハ3の表面に投射し、反射光を受光する。このとき、制御部Cは、受光した反射光の位置がAF検出系41のAF検出センサー65の中心に来るようにウエハステージ4を駆動することで、ウエハ3の表面のフォーカス位置を取得することができる。そして、制御部Cは、その取得したフォーカス位置を用いてウエハアライメント検出系16のフォーカス位置をウエハ3の表面に概ね合わせることができる。図12は、ウエハ3の表面にウエハアライメント検出系16のフォーカスが概ね合った状態で、ウエハアライメント検出系16からの計測光43が照射されている様子を示す図である。図12に示す状態では、ウエハ3の裏面に設けられたマーク19に照射された赤外光（計測光）43は、ウエハアライメント検出系16の光電変換素子34に結像していない。

【0037】

図13は、ウエハアライメント検出系16が図12に示す状態からイメージオートフォーカス計測を行って得られたコントラストカーブ48を示すグラフである。各フォーカス位置44、45、46でのコントラストは低く、ウエハ3の裏面側のマーク19を検出できていない。ウエハ3の裏面にマーク19が置かれている場合、ウエハ3の厚みが数100 μm 程度のこともあり、AF検出系41で検出したウエハ3の表面を基準とするイメージオートフォーカス計測では、ウエハ3の裏面側のマーク19を迅速に検出することはできない。ウエハ3の表面を基準とするイメージオートフォーカス計測の計測レンジを大幅に広げれば、ウエハ3の厚みが数100 μm でも、ウエハ3の裏面側のマーク19をウエハアライメント検出系16により検出することは可能である。しかし、その場合、計測点数が大幅に増えてしまい、計測時間が増え、スループットが低下する。

【0038】

次に、図14を用いて、ウエハ3の裏面にマーク19が設けられた場合でも、ウエハアライメント検出系16のベストフォーカス位置を迅速に求める手法について説明する。この手法では、ウエハ3の厚みと屈折率とを利用して、イメージオートフォーカス計測の開始点を決定する。図3の入力器18に入力されたウエハ3の厚みと屈折率とを基に、計算器17は、ウエハ3の裏面側のマーク19にウエハアライメント検出系16のフォーカスが合うためのオフセット量を計算し、ウエハステージ4にオフセット量だけ駆動するように指示する。図14中の(1)は、裏面にマーク19が設けられたウエハ3の表面をAF検出系41が検出している様子を示す図である。AF検出系41は、図14中の(1)に示すようなウエハ3の表面を検出した状態のままでは、ウエハ3の表面にフォーカスが概ね合っているウエハアライメント検出系16ではマーク19を検出することはできない。図14中の(2)は、このときの、ウエハ3の裏面に設けられたマーク19に照射された

計測光 4 3 がウエハアライメント検出系 1 6 の光電変換素子 3 4 に結像していない様子を
示す図である。ウエハ 3 の厚み 4 9 は、数 1 0 0 μm 程度の量であり、図 1 4 中の (2)
では、ウエハアライメント検出系 1 6 は、この厚みに対応する量 (オフセット量 5 0) だけ
デフォーカスしている。

【0039】

オフセット量 5 0 は、入力器 1 8 に入力されたウエハ 3 の厚み 4 9 と屈折率とを基に計
算器 1 7 によって算出される。制御部 C は、ウエハ 3 の表面を A F 検出系 4 1 が計測した
図 1 4 中の (1) の状態から、計算器 1 7 により算出されたオフセット量 5 0 の分だけウ
エハステージ 4 を Z 方向に駆動させる。そうすると、図 1 4 中の (3) に示すように、ウ
エハ 3 の裏面側のマーク 1 9 にウエハアライメント検出系 1 6 のフォーカスを合わせるこ
とができる。オフセット量 5 0 は、(ウエハ 3 の厚み 4 9) / (ウエハ 3 の屈折率) で算
出することができ、ウエハ 3 が例えば 2 0 0 μm 厚の S i 基板の場合、2 0 0 μm / 3 .
5 (S i の屈折率) でおおよそ 5 7 μm となる。このように、ウエハ 3 の厚み 4 9 と屈折
率から算出されたオフセット量 5 0 を使えば、ウエハ 3 の裏面側のマーク 1 9 に対しても
迅速にイメージオートフォーカス計測を行うことが可能となる。

【0040】

図 1 5 (特に図 1 5 中の右側部分) は、ウエハアライメント検出系 1 6 が図 1 4 中の (3)
の状態からイメージオートフォーカス計測を行って得られたコントラストカーブ 5 4
を示すグラフである。図 1 5 の各フォーカス位置 5 1、5 2、5 3 でのコントラストは高
く、ウエハ 3 の裏面側のマーク 1 9 をウエハアライメント検出系 1 6 が検出できているこ
とを示している。図 1 2 (及び図 1 4 中の (2)) の状態、すなわちウエハ 3 の表面から
イメージオートフォーカス計測したときのコントラストカーブを図 1 3 に示した。従って
、図 1 3 に示すコントラストカーブは、フォーカス位置 4 4 ~ 4 6 を含む図 1 5 中の左側
部分のコントラストカーブに対応する。図 1 5 に示すコントラストカーブ 5 4 におけるフ
ォーカス位置 5 2 と 4 5 との差分がオフセット量 5 0 を意味している。この図 1 5 に示す
ようなフォーカス位置とコントラストとの関係のデータから、ウエハ 3 の裏面側のマーク
1 9 に対しても、その位置をウエハアライメント検出系 1 6 が迅速にかつ高精度に求める
ことができる。

【0041】

上記の説明では、ウエハ 3 の厚みと屈折率とを入力器 1 8 に入力し、(ウエハ 3 の厚み
4 9) / (ウエハ 3 の屈折率) を計算器 1 7 が計算してオフセット量 5 0 を算出するとし
ている。しかし、入力器 1 8 にオフセット量 5 0 を直接入力しても構わない。入力器 1 8
にオフセット量 5 0 を直接入力すると、(ウエハ 3 の厚み) / (ウエハ 3 の屈折率) の計
算を手動で行う手間が生じるが、計算器 1 7 を削除できるというコスト上のメリットがあ
る。入力器 1 8 及び計算器 1 7 は、オフセット量 5 0 すなわちウエハアライメント検出系
1 6 におけるマーク 1 9 の像のフォーカス状態を示す情報を求める処理部 P を構成してい
る。

【0042】

本実施形態では、可視光を斜入射させる A F 検出系 4 1 と、赤外光を用いるウエハアラ
イメント検出系 1 6 とを用いて、ウエハ 3 の裏面に設けられたマーク 1 9 に対するイメ
ージオートフォーカス計測を行った。これに対して、さらに、A F 検出系 4 1 とウエハアラ
イメント検出系 1 6 とを用いて、ウエハ 3 の上に塗布されたレジスト 6 6 の裏面に設けら
れたマーク 1 9 の位置を検出することができる。図 1 6 は、レジスト 6 6 の裏面にあるマ
ーク 1 9 に対するイメージオートフォーカス計測の様子を示す図である。この場合、上述
の A F 検出系 4 1 では可視光がレジスト 6 6 を透過してしまい、レジスト 6 6 の表面の位
置を検出できないため、レジスト 6 6 の表面の位置を検出するために検出系 6 7を使用す
る。検出系 6 7は、ウエハアライメント検出系 1 6 の中に構成されており、エアー (気体)
6 8 をレジスト 6 6 の表面に向けて噴射し、レジスト 6 6 から跳ね返るエアーの強度 (圧
力) によりレジスト 6 6 の表面高さを検出する。検出系 6 7が検出したレジスト 6 6 の
表面高さと、レジスト 6 6 の厚み 4 9 と、屈折率とに基づいて、レジスト 6 6 の裏面側の

マーク 19 に対するイメージオートフォーカス計測が可能となる。

【0043】

制御部 C は、レジスト 66 の表面位置を 検出系 67 が計測した図 16 中の (1) の状態から、オフセット量 50 の分だけウエハステージ 4 を駆動させる。そうすると、図 16 中の (2) のようにレジスト 66 の裏面側のマーク 19 にウエハアライメント検出系 16 のフォーカスを概ね合わせることができる。オフセット量 50 は、(レジスト 66 の厚み 49) / (レジスト 66 の屈折率) で算出することができる。例えば 200 μm 厚のレジスト 66 の場合、オフセット量 50 は、200 μm / 1.5 (レジスト 66 の屈折率) でおよそ 133 μm となる。図 16 中の (2) の状態からイメージオートフォーカス計測を開始することで、レジスト 66 の裏面にあるマーク 19 のベストフォーカス位置を迅速に求めることができる。このように、マーク 19 を裏面に有する被測定物の厚みと屈折率とから算出されたオフセット量 50 を使えば、ウエハ 3 以外の被測定物の裏面に設けられたマーク 19 に対してもイメージオートフォーカス計測を行うことが可能となる。

10

【0044】

レジスト 66 の表面を計測するセンサーは、検出系 67 の代わりに、静電容量センサー等を適用しても良い。静電容量センサーは、レジスト 66 の表面に電圧を印加したときに発生する電荷量を検出することによって、静電容量センサーからレジスト 66 の表面までの高さを検出する。静電容量センサーからレジスト 66 の表面までの距離が近ければ、電圧を加えたときに発生する電荷量は大きくなり、静電容量センサーからレジスト 66 の表面までの距離が遠ければ、電圧を加えたときに発生する電荷量は小さくなる。このように静電容量センサーは、一定の電圧を静電容量センサーとレジスト 66 の表面にかけた際に発生する電荷量を検出することで、静電容量センサーからレジスト 66 の表面までの距離を算出する。

20

【0045】

露光装置 E が 1 ロット 25 枚のウエハ 3 を露光する場合、1 枚目のウエハ 3 のマーク (第 1 マーク) 19 に対してのみイメージオートフォーカス計測を実施する。そして、2 枚目以降のウエハ 3 のマーク (第 2 マーク) 19 に対しては A F 検出系 41 による計測結果のみでウエハ 3 の裏面側のマーク 19 に対するフォーカスを合わせることが可能である。ロット内の 1 枚目のウエハ 3 に対しては、図 14 中の (3) に示すように、制御部 C は、A F 検出系 41 の計測値からオフセット量 50 だけウエハステージ 4 を駆動させてから裏面側のマーク 19 に対してイメージオートフォーカス計測を行う。このとき、イメージオートフォーカス計測で算出された裏面側のマーク 19 に対するウエハアライメント検出系 16 のベストフォーカス位置と、A F 検出系 41 がウエハ 3 の表面を計測したフォーカス位置との差分 69 を求める。制御部 C は、2 枚目以降のウエハ 3 に対しては、ウエハ 3 の表面位置を A F 検出系 41 が計測した状態から、1 枚目のウエハ 3 のイメージオートフォーカス計測から求めた差分 69 だけウエハステージ 4 を駆動させる。そして、その状態で裏面側のマーク 19 をウエハアライメント検出系 16 により計測する。こうすることで、1 枚目のウエハ 3 に対してのみイメージオートフォーカス計測するだけで、他の 24 枚のウエハ 3 に対しても高精度にアライメント計測することが可能になる。

30

【0046】

次に、ウエハアライメント検出系 16 と A F 検出系 41 とを用いた S i ウエハ 3 の厚みの計測について説明する。図 17 は、ウエハアライメント検出系 16 と A F 検出系 41 とを用いて、ウエハ 3 の厚みを計測している様子を示す図である。A F 検出系 41 は、ウエハ 3 の表面の第 2 フォーカス位置を計測 (検出) しており、一方、ウエハアライメント検出系 16 は、ウエハ 3 の裏面にあるマーク 19 の第 1 フォーカス位置を計測 (検出) している。計算器 17 は、A F 検出系 41 が計測するウエハ 3 の表面のフォーカス位置と、ウエハアライメント検出系 16 が検出するウエハ 3 の裏面のフォーカス位置との差分に基づいてウエハ 3 の厚みを算出することができる。これに対して、計算器 17 は、上記差分にウエハ 3 の材質である S i の屈折率をかけることで、ウエハ 3 の幾何学的厚みとしての厚みを算出することができる。なお、S i の屈折率は、入力器 18 に予め入力されている値

40

50

を使用することが望ましいが、本実施形態のように検出装置Dを露光装置E内に設置している場合には、露光装置E内の制御部Cに予め入力されている値を使用しても良い。

【0047】

また、上記のような厚み計測を応用することで、貼り合わせウエハの一部であるSi板の厚みのみを計測することができる。以下、説明の簡単化のために、Si板には上記Siウエハと同一の符号を付す。図18は、貼り合わせウエハのSi板3の厚みのみを計測している様子を示す図である。ここで、一例としての貼り合わせウエハは、基材75とSi板3とが接着剤76を介して貼り合わされたものである。また、この場合のSi板3は、表面側と裏面側とが平行ではなく、たわみを持ったまま薄化されている。制御部Cは、このようなSi板3の厚みも、上記と同様に算出することができる。特に、図18に示すように、複数のアライメントマーク19a~19cがそれぞれ異なる像高として配置されている場合でも、上記のような厚み計測をそれぞれ実施することで、制御部Cは、ウエハ全面の厚みのバラツキを特定することができる。

10

【0048】

図19は、図18に示した3つのアライメントマーク19a~19cの設置部分におけるSi板3の厚みをそれぞれ計測した結果を示すグラフである。この図19において、横軸は、中心像高（アライメントマーク19bの配置位置）を基準としたX方向の距離である。一方、縦軸は、AF検出系41が検出したSi板3の表面を0 μ mとし、ウエハアライメント検出系16が検出したアライメントマーク19a~19cのフォーカス位置にSiの屈折率をかけて得られたSi板3の厚みであり、マイナス方向で表示している。図19によれば、Si板3の厚みは、設定値として200 μ mに薄化され、中心像高では210 μ mとなるが、周辺像高では240 μ mおよび250 μ mとなる。すなわち、Si板3の厚みには、中心部と周辺部とで差があり、かつ周辺部のみで比較しても左右差があることがわかる。なお、制御部Cは、計測点数をウエハ全面に広げて計測させることで、ウエハの3次元情報を算出することができる。このように、本実施形態に係るウエハアライメント検出系16とAF検出系41とによれば、露光装置E内で簡易的にSiウエハや貼り合わせウエハのSi板の厚みを計測することができる。

20

【0049】

さらに、ウエハアライメント検出系16とAF検出系41とを用いたフォーカス補正について説明する。この場合、例えば図3に示すステージ基準プレート11をAF検出系41とウエハアライメント検出系16とが計測することでフォーカス補正を行う。具体的には、まずAF検出系41がステージ基準プレート11をフォーカス計測する。次に、ウエハアライメント検出系16がステージ基準プレート11上のマークをイメージオートフォーカス計測する。そして、制御部Cがそれぞれで得られたフォーカス計測値を合わせることで補正を行う。これにより、ステージ基準プレート11上のマークに対して、AF検出系41のフォーカス計測値と、ウエハアライメント検出系16のイメージオートフォーカス計測で得られるフォーカス計測値とは、同一の値となる。なお、ここではステージ基準プレート11上のマークを基準としたが、AF検出系41とウエハアライメント検出系16とのフォーカス計測値を取得できるならば、例えばウエハ3上のマークを基準としても良い。

30

40

【0050】

このように、ウエハアライメント検出系16とAF検出系41とから構成される検出装置は、まず、ウエハ3、またはウエハ3以外の被測定物の裏面に設けられたマーク19に対してイメージオートフォーカス計測を好適に実施することができる。また、この検出装置は、露光装置E内にて、ウエハ3、またはウエハ3以外の被測定物の厚み（SiウエハまたはSi板の厚み）を検出することができる。これにより、制御部Cは、計算器17から取得した厚みを自動で定期的にモニターすることで、厚みに変動が生じたと判定した場合には、露光処理後にウエハ3に薄化処理を実施する薄化装置へフィードバックすることができる。また、検出された厚みを、薄化装置に限らず、例えば露光処理後にウエハ3にエッチング処理を実施するエッチング装置にフィードバックすることで、最適なエッチ

50

ング時間で所望の貫通V I Aを形成することができ、デバイスの歩留まり向上を実現し得る。さらに、この検出装置は、ウエハ面内の局所的な厚みのバラツキも特定できるため、エッチング装置に対して、ウエハ面内でエッチング時間に差を付けさせることも可能となり、さらに歩留まりの向上を期待できる。

【0051】

以上のように、本実施形態によれば、S i ウエハなどの被測定物の裏面に設けられたマークの位置に加え、被測定物の厚みを迅速かつ高精度に検出するのに有利な検出装置を提供することができる。

【0052】

なお、上記の説明では、A F 検出系41としてウエハアライメント検出系16の外（外周領域）に配置されているA F 検出系41を用いたが、本発明は、このようなA F 検出系のみに限定するものではない。図20は、ウエハアライメント検出系16とA F 検出系41との他の配置例を示す図である。図20（a）は、比較のために、ウエハアライメント検出系16とA F 検出系41とをともにウエハ3の表面側に配置した第1実施形態の配置を示す図である。これに対して、ウエハ3の裏面側にウエハアライメント検出系16またはA F 検出系41を配置することが可能な場合には、以下に示すように、ウエハアライメント検出系16とA F 検出系41とをウエハ3の表面側と裏面側とに分離して配置することもできる。まず、図20（b）は、ウエハ3の裏面側のマーク19を検出するために、赤外光を光源とするウエハアライメント検出系16をウエハ3の表面側に配置し、可視光を光源とするA F 検出系41をウエハ3の裏面側に配置した例を示す図である。次に、図20（c）は、ウエハ3の裏面側のマーク19を検出するために、可視光を光源とするウエハアライメント検出系16をウエハ3の裏面側に配置し、赤外光を光源とするA F 検出系41をウエハ3の表面側に配置した例を示す図である。そして、図20（d）は、ウエハ3の表面側のアライメントマーク19を検出するために、可視光を光源とするウエハアライメント検出系16をウエハ3の表面側に配置し、赤外光を光源とするA F 検出系41をウエハ3の裏面側に配置した例を示す図である。さらに、この場合も、A F 検出系41に換えて、図16に示した検出系67を用いてウエハ3の厚みを計測しても良い。

【0053】

（第2実施形態）

上記第1実施形態では、ウエハ3の表面位置を検出するフォーカス検出系41、67を用いて、ウエハ3の裏面に設けられたマーク19に対するウエハアライメント検出系16のフォーカス位置を迅速に取得した。これに対して、本実施形態では、ウエハアライメント検出系16として、第1検出モードと第2検出モードとの2つの検出モードに切り替え可能なものを使用する。さらに、本実施形態では、第1実施形態で用いたウエハ3の表面位置を検出するフォーカス検出系41、67を用いない。ウエハアライメント検出系16は、第1検出モードで、マーク19との間隔を第1ピッチで変更しながら第1検出精度でマーク19を検出し、一方、第2検出モードで、マーク19との間隔を第2ピッチで変更しながら第2検出精度でマーク19を検出する。そのとき、第2ピッチは、第1ピッチより小さく、第2検出精度は、第1検出精度より高い精度とする。すなわち、第1検出モードは、検出精度は低い、一度に広い領域を検出できるワイドピッチの検出モードである。一方、第2検出モードは、検出領域は狭いが、検出精度が高いファインピッチの検出モードである。

【0054】

図21は、ウエハ3の表面側に配置されたウエハアライメント検出系16をワイドピッチの第1検出モードでウエハ3の裏面側のマーク19を計測したときのコントラストカーブを示すグラフである。ウエハアライメント検出系16の従来のイメージオートフォーカス計測のピッチよりもワイドピッチの第1検出モードでイメージオートフォーカス計測をすることで、マーク19を計測するための概略のフォーカス位置72を迅速に取得することができる。次いで、ウエハアライメント検出系16の検出モードを検出精度が高い第2検出モードに切り替えてフォーカス位置72からイメージオートフォーカス計測を開始す

る。このように、ウエハアライメント検出系16の検出モードを切り替えて2段階でのイメージオートフォーカス計測をすることで、マーク19を計測するためのベストフォーカス位置を迅速に取得することができる。図22は、第1検出モードで得られたフォーカス位置72から第2検出モードでイメージオートフォーカス計測を行った場合のコントラストカーブを示すグラフであり、ベストフォーカス位置74を取得していることが分かる。

【0055】

(デバイスの製造方法)

次に、本発明の一実施形態のデバイス(半導体デバイス、液晶表示デバイスなど)の製造方法について説明する。半導体デバイスは、ウエハに集積回路を作る前工程と、前工程で作られたウエハ上の集積回路チップを製品として完成させる後工程を経ることにより製造される。前工程は、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたウエハを露光する工程と、ウエハを現像する工程を含む。後工程は、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)と、パッケージング工程(封入)を含む。液晶表示デバイスは、透明電極を形成する工程を経ることにより製造される。透明電極を形成する工程は、透明導電膜が蒸着されたガラス基板に感光剤を塗布する工程と、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたガラス基板を露光する工程と、ガラス基板を現像する工程を含む。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。

10

【0056】

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

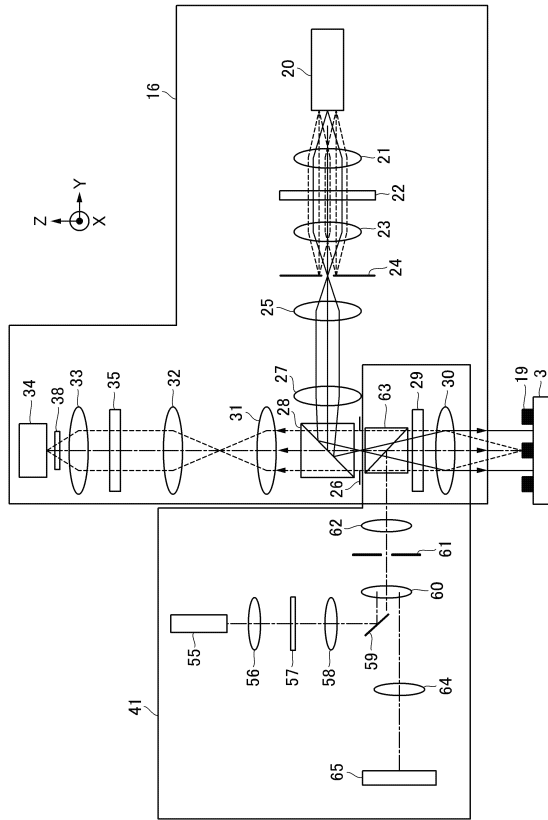
20

【符号の説明】

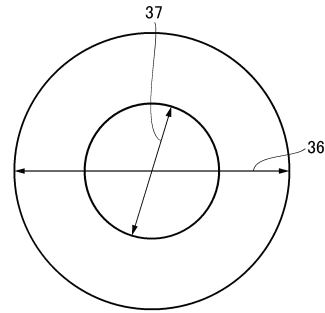
【0057】

- 3 被測定物
- 16 ウエハアライメント検出系
- 41 AF検出系
- D 検出装置
- P 処理部

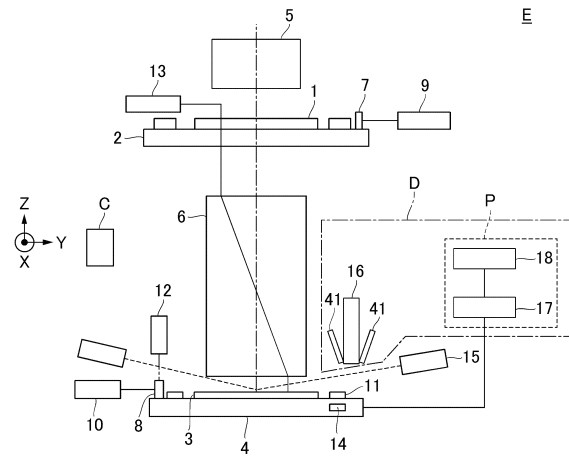
【図 1】



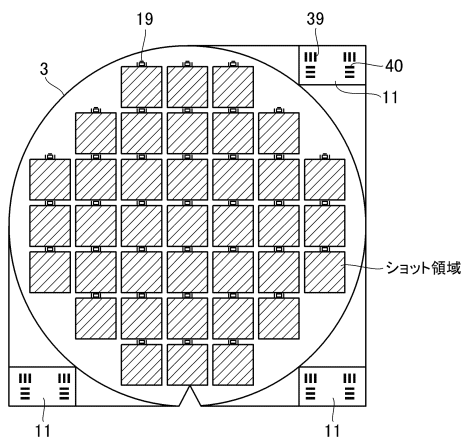
【図 2】



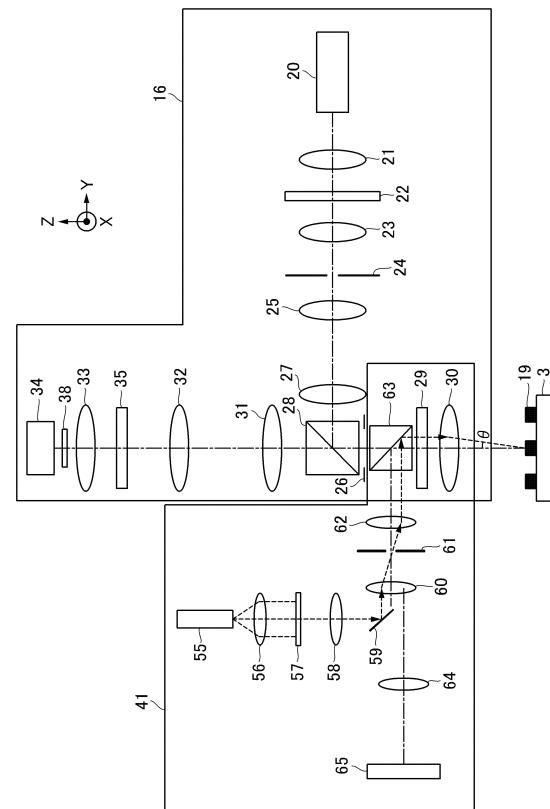
【図 3】



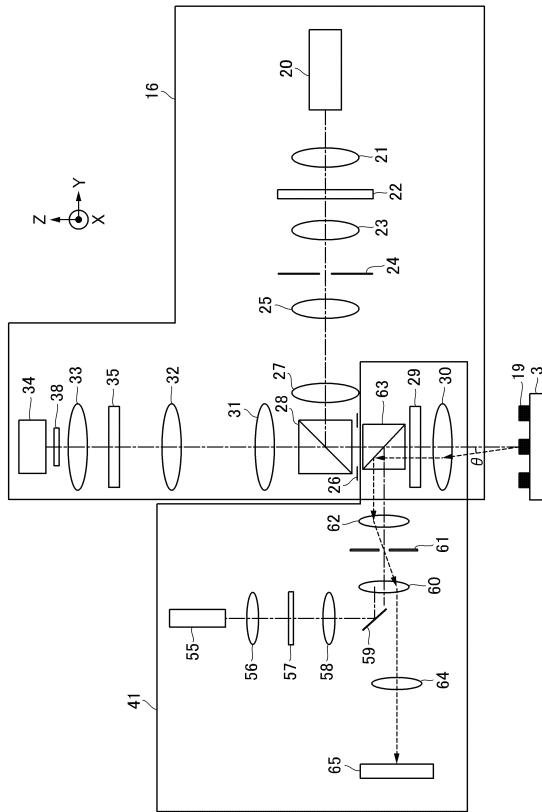
【図 4】



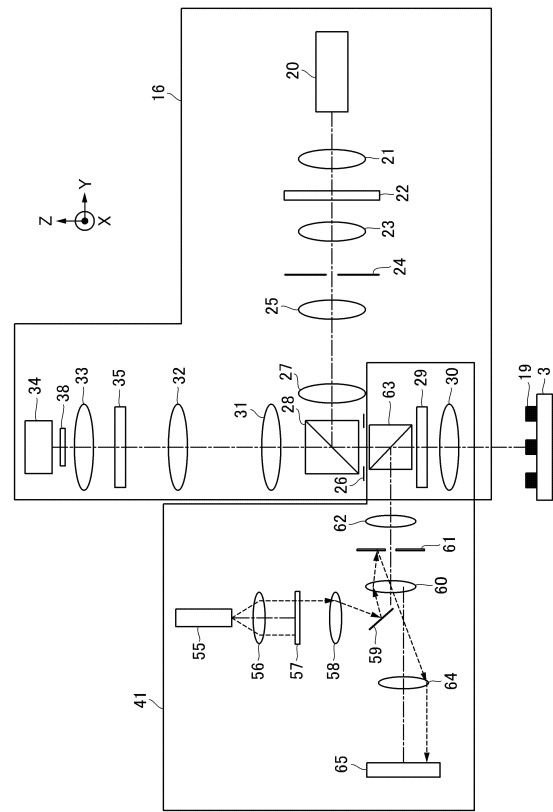
【図 5】



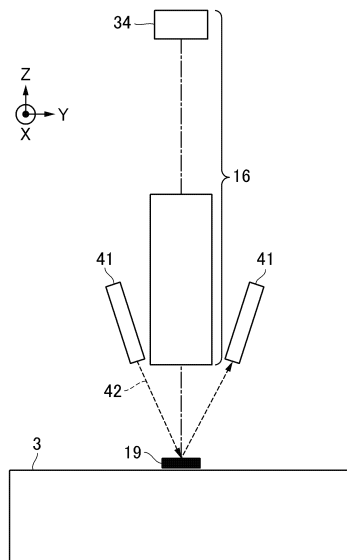
【図 6】



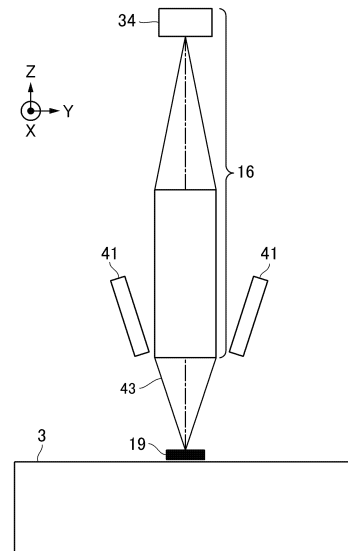
【図 7】



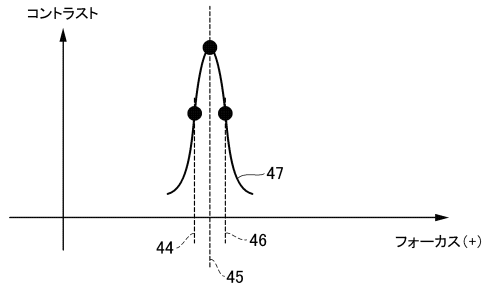
【図 8】



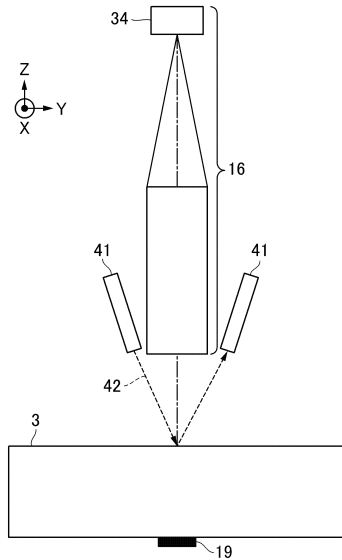
【図 9】



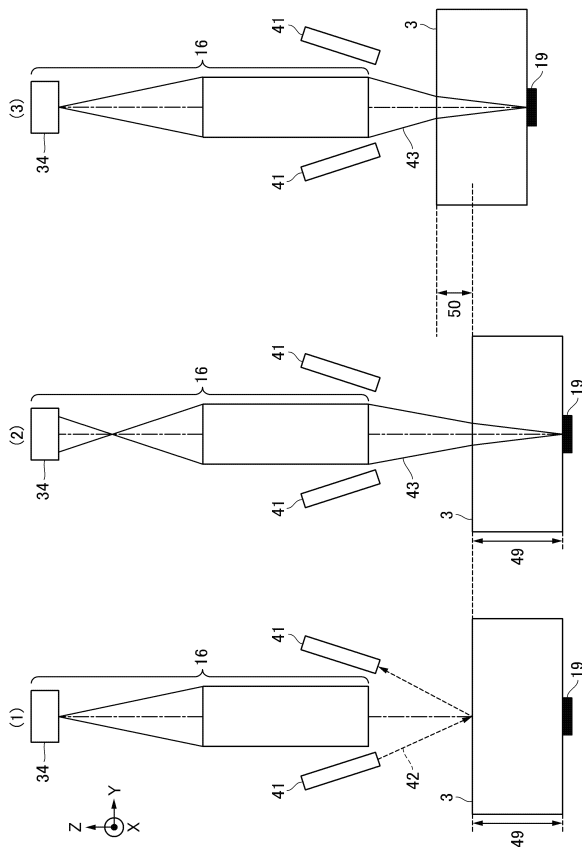
【図 10】



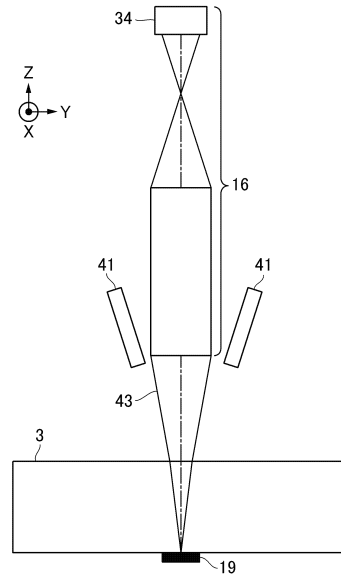
【図 11】



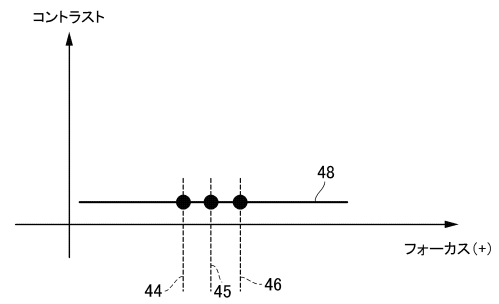
【図 14】



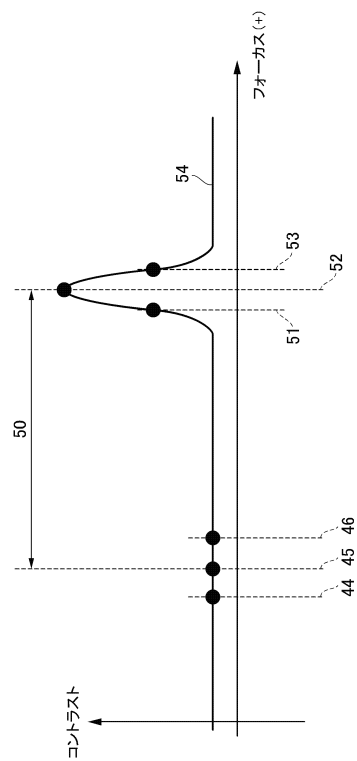
【図 12】



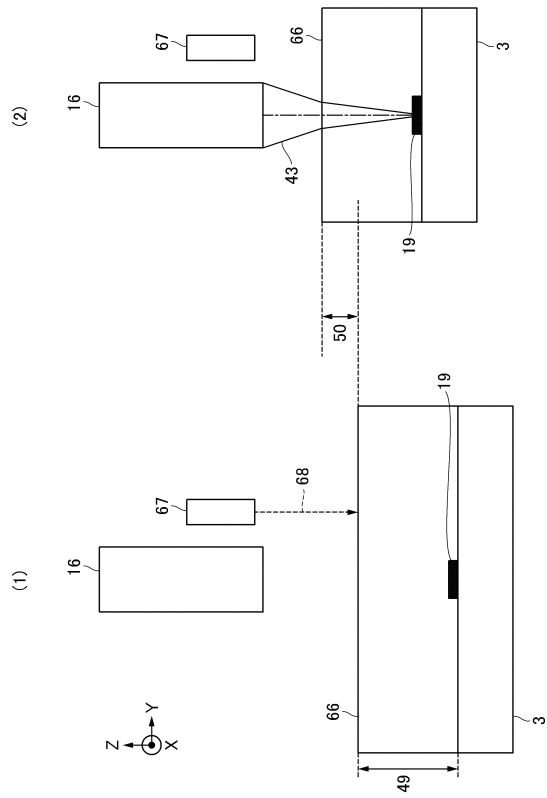
【図 13】



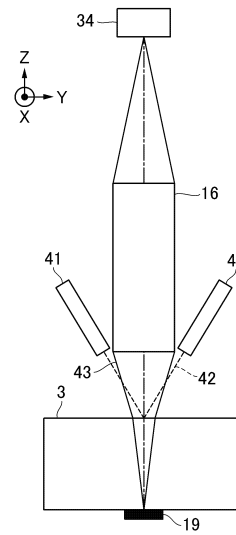
【図 15】



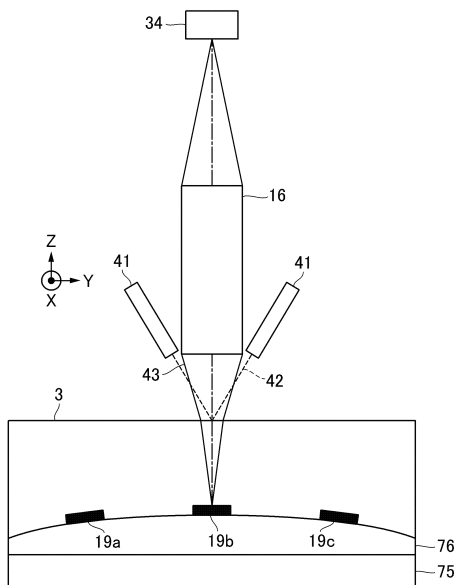
【図 16】



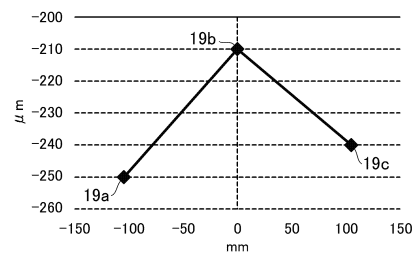
【図 17】



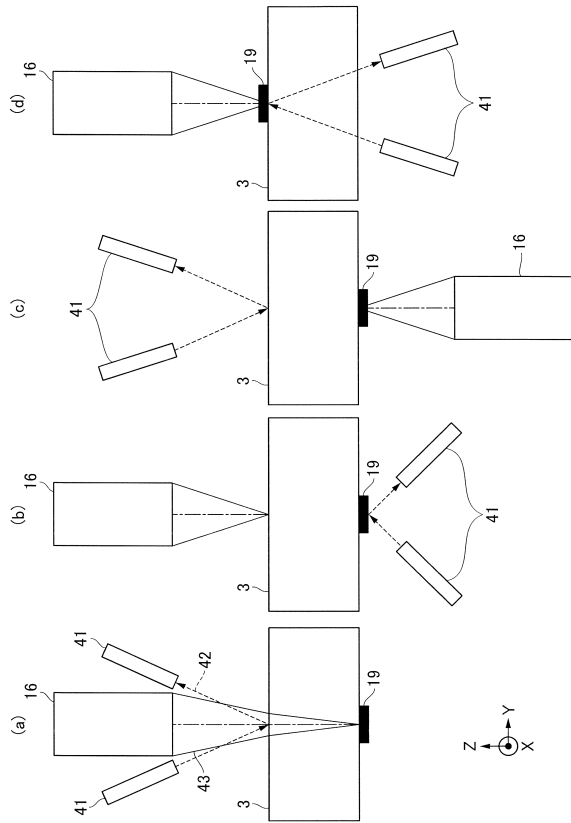
【図 18】



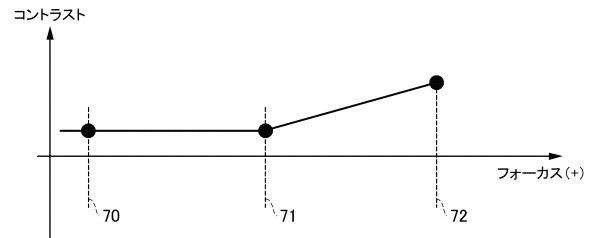
【図 19】



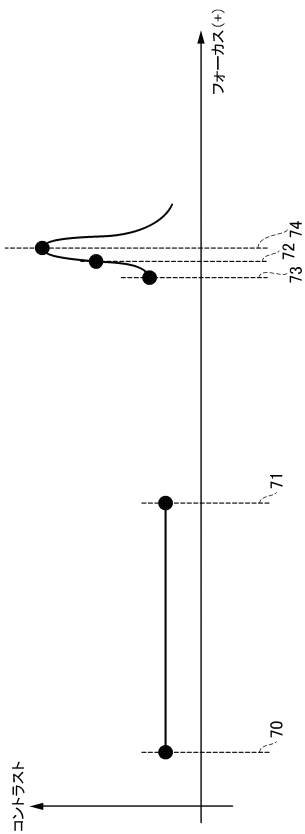
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 B 11/00 H

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 9 5 3 8 0 (J P, A)
特開 2 0 0 5 - 0 0 5 4 4 4 (J P, A)
米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 2 9 2 1 7 7 (U S, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
G 0 1 B 2 1 / 0 8
G 0 1 B 1 1 / 0 0
G 0 1 B 1 1 / 0 6
G 0 3 F 7 / 2 2
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7