

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-166722

(P2005-166722A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027	HO 1 L 21/30 5 2 5 R	2 F O 6 5
GO 1 B 11/00	GO 1 B 11/00 C	5 F O 4 6
GO 3 F 9/00	GO 3 F 9/00 H	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-399885 (P2003-399885)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成15年11月28日(2003.11.28)	(74) 代理人	100090538 弁理士 西山 恵三
		(74) 代理人	100096965 弁理士 内尾 裕一
		(72) 発明者	三島 和彦 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
		Fターム(参考)	2F065 AA01 AA03 BB02 BB28 CC19 FF04 FF48 FF51 GG04 JJ26 LL00 LL02 LL08 LL30 LL36 LL37 PP12 5F046 EA03 EB01 EB07 EC01 FB01 FB14

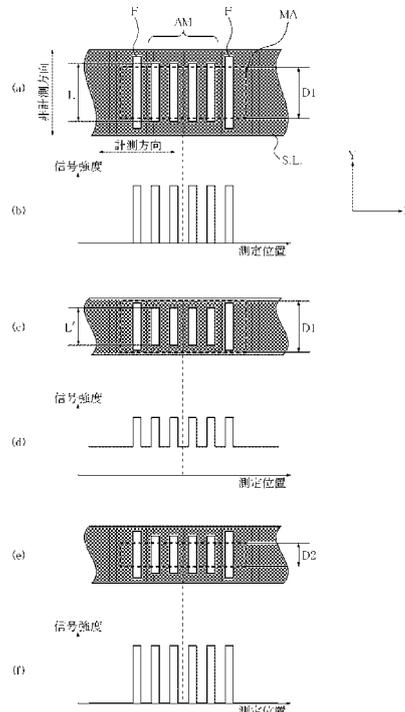
(54) 【発明の名称】 位置検出装置及び該位置検出装置を用いた投影露光装置及び露光方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のウエハ等の位置検出装置に於いて、非計測方向が異なる長さを持つアライメントマークAMに対して、非計測方向の積算領域を常に一定で検出していた。その為、コントラストの低いアライメントマーク信号になってしまう場合があり、精度劣化に繋がっていた。

【解決手段】 本発明は、非計測方向が異なる長さを持つアライメントマークAMに対して、非計測方向の積算領域を可変にし、ユーザーの目的に応じて設定する非計測方向の短いアライメントマークAMに対しては、最適で短い非計測方向の積算領域を設定し高精度な位置検出が可能となる。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被観察物体の位置を検出する位置検出装置に於いて、前記被観察物体上の位置検出用マークは第 1 方向に平行に配置された形状のパターンを第 1 方向とは直交する第 2 方向に少なくとも 1 本以上構成したものであり、前記位置検出装置は前記位置検出用マークの前記第 2 方向の位置を検出するに際し、該第 1 方向の所定領域から得られる光学的情報を用いて前記位置を検出し、前記所定領域は前記パターンの該第 1 方向の長さ以内であり、該パターンの該第 1 方向の長さに応じて可変にする事が可能な事を特徴とする位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 2】

前記位置検出装置は前記第 1 方向の前記所定領域を光電変換素子上に集光する光学系を有し、該位置検出装置内の該所定領域と光学的に共役な位置に配置された絞りの大きさを可変にする事が可能な事を特徴とする請求項 1 記載の位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 3】

前記位置検出装置に於いて、前記光学系は少なくとも 1 つ以上のシリンドリカルレンズで構成されている事を特徴とする請求項 2 記載の位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 4】

前記位置検出装置に於いて、前記光電変換素子から得られる該位置検出用マーク情報のうち該第 1 方向の該所定領域を選別する事を特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 5】

前記位置検出装置に於いて、該位置検出装置は該被観察物体を照明する照明系を有し、該位置検出装置内の前記絞りは前記照明系内に構成された事を特徴とする請求項 2 乃至 4 記載の位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 6】

前記位置検出装置に於いて、該位置検出装置は該被観察物体からの光を検出する検出系を有し、該位置検出装置内の前記絞りは前記検出系内に構成された事を特徴とする請求項 2 乃至 4 記載の位置検出装置及び該位置検出装置を備えた投影露光装置。

## 【請求項 7】

被観察物体の位置を検出する位置検出装置を用いた位置検出方法に於いて、前記被観察物体上の位置検出用マークは第 1 方向に平行に配置された形状のパターンを第 1 方向とは直交する第 2 方向に少なくとも 1 本以上構成したものであり、前記位置検出装置は前記位置検出用マークの前記第 2 方向の位置を検出するに際し、該第 1 方向の所定領域から得られる光学的情報を用いて前記位置を検出し、前記所定領域は前記パターンの該第 1 方向の長さ以内であり、該パターンの該第 1 方向の長さに応じて可変にする事が可能な事を特徴とする位置検出装置を用いた方法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

## 【請求項 8】

前記位置検出方法は前記位置検出装置で前記第 1 方向の前記所定領域を光電変換素子上に集光する光学系を有し、該位置検出装置内の該所定領域と光学的に共役な位置に配置された絞りの大きさを可変にする事が可能な事を特徴とする請求項 7 記載の位置検出装置を用いた方法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

## 【請求項 9】

前記位置検出方法に於いて、該位置検出装置の前記光学系は少なくとも 1 つ以上のシリンドリカルレンズで構成されている事を特徴とする請求項 8 記載の位置検出方法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

## 【請求項 10】

前記位置検出方法に於いて、前記光電変換素子から得られる該位置検出用マーク情報のうち該第 1 方向の該所定領域を選別する事を特徴とする請求項 7 乃至 9 記載の位置検出方

10

20

30

40

50

法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

【請求項 1 1】

前記位置検出方法に於いて、該位置検出装置は該被観察物体を照明する照明系を有し、該位置検出装置内の前記絞りは前記照明系内に構成された事の特徴とする請求項 8 乃至 10 記載の位置検出方法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

【請求項 1 2】

前記位置検出方法に於いて、該位置検出装置は該被観察物体からの光を検出する検出系を有し、該位置検出装置内の前記絞りは前記検出系内に構成された事の特徴とする請求項 8 乃至 10 記載の位置検出方法及び該位置検出方法を用いた投影露光方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検出物体の位置を高精度に検出出来る位置検出装置に関する。またその高精度検出を保証した位置検出装置を用いたデバイス製造方法に関するものであり、特に半導体 IC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスを製造する投影露光装置で使用されるウエハ等の物体の位置を該物体上にある像を観察して高精度に検出し、該検出情報に基づいて物体の位置合わせを行う際に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

最近では、半導体素子の製造技術の進展は目覚ましく、又それに伴う微細加工技術の進展も著しい。特に光加工技術はサブミクロンの解像力を有する縮小投影露光装置、通称ステッパーが主流であり、更なる解像力向上に向けて光学系の開口数 (NA) の拡大や、露光波長の短波長化が図られている。

20

【0003】

露光波長の短波長化に伴って、露光光源も i 線の高圧水銀ランプから KrF、ArF 更に、F<sub>2</sub> のエキシマレーザーに変移してきている。

【0004】

一方、投影パターンの解像力の向上に伴って、投影露光装置に於けるウエハとマスク (レチクル) を相対的位置合わせするアライメントについても高精度化が必要とされている。投影露光装置は高解像度の露光装置であると同時に高精度な位置検出装置としての機能も要求されている。

30

【0005】

その為、ウエハ等の上に構成されたアライメントマークを検出する位置検出装置、所謂アライメントスコープ自体の性能も高精度化が要求されている。

【0006】

アライメントスコープの形態として、大きく 2 つの方法が提案、使用されている。一つは、投影露光光学系を介さず別個に構成されて、アライメントマークを光学的に検出する所謂 オフアクシスアライメント検出系 (Off-Axis AA 以下「OA 検出系」と呼ぶ。) がある。オフアクシスアライメント検出系は、例えば特許文献 1 等に開示されている。

40

【0007】

従来 of i 線露光装置でのアライメント方式として、TTL-AA (Through the Lens Auto Alignment) と呼ばれる投影露光光学系を介して、非露光光のアライメント波長を用いてウエハ上のアライメントマークを検出する方法がある。

【0008】

現在、何れの検出系に於いても、観察対象となるアライメントマークの像 (画像データ) を光電変換素子により電気的な信号に変換し、その電気信号に基づいて、位置算出する方法が精度上、或いは様々な半導体プロセスに対する柔軟性から主流となって来ている。

【0009】

50

従来のOA検出系を備えた投影露光光学系について、図4に示す概略図を用いて解説する。露光光源を含む露光照明光学系1(光源としては水銀ランプ、KrFエキシマレーザー、やArFエキシマレーザー等)から出射した光ILは、パターンを形成しているマスク(レチクル)2を照明する。この時レチクル2は、レチクル2上方(或いは下方)に配置されたアライメント検出系11によって投影露光光学系3の光軸AXとレチクルパターンの中心が一致するように、レチクルホルダー12, 12'に予め位置決めされている。

#### 【0010】

レチクルパターンを通った光によって、投影露光光学系3によりその像をウエハステージ8上に保持されたウエハ6に所定の倍率で転写する。尚、レチクル上方から照射光を照射し、投影露光光学系を介して、固定位置でレチクルパターンをウエハ6上に順次露光するのがステッパーと呼ばれ、レチクル及びウエハが相対的に駆動(レチクルの駆動量はウエハ駆動量の投影倍率を乗じた分)する露光装置をスキャナー(走査型露光装置)と呼ぶ。

10

#### 【0011】

一方、ウエハ6にはセカンドウエハと呼ばれる既にパターンが形成されている種類のものが有り、このウエハに次のパターンを形成する場合には、予めウエハの位置を検出しておかなければならない。その位置検出方法に上記のTTL-AA方式やOA検出方式がある。

#### 【0012】

ここでは、OA検出系を備えたアライメント方式に関して、図4に基づいて解説する。

20

#### 【0013】

OA検出系4は図4に示すように投影露光光学系3とは、別個に構成されており、ウエハステージ8は横方向距離を計測出来る干渉計9に基づいて駆動し、OA検出系4の観察領域にウエハ6を位置決めする。干渉計9によって位置決めされたウエハ6に対して、ウエハ6上に形成されたアライメントマークをOA検出系4で位置検出し、ウエハ6上に形成されたチップ(素子)の配列情報を得ることが出来る。

#### 【0014】

次に、このチップ(素子)の配列情報に基づいて、ウエハ6を投影露光光学系3の露光領域(レチクルの転写領域)にウエハステージ8を駆動して、順次露光を行っていく。

30

#### 【0015】

ここで、通常投影露光光学系3の露光領域には、投影露光光学系3のフォーカス方向を計測するフォーカス検出系5が構成されており、フォーカス検出系5の測定結果に基づき、ステージの高さを制御しながら露光が行われる。

#### 【0016】

ウエハ6上には図3に示すように複数チップ(例えば、S1からS4)が構成されており、ウエハ6上のアライメントマークは、それらチップの間(所謂、スクライプライン)に構成されている。スクライプラインの幅は実素子の領域(チップ領域)を出来るだけ広くする為に、その幅は少なくする事が有利である。(以下、「狭スクライプ化」と表す。)尚、本図のアライメントマークは一方向計測用マークを示しているが、XYの二方向を同時に測定できるマーク等もある。

40

#### 【0017】

通常は上記の様に、スクライプライン201上に構成されたアライメントマークAMをOA検出系4等で順次測定し、ウエハ6上のチップの配列情報を算出した後、露光が順次実行される。

#### 【0018】

又、半導体プロセスの重ね合わせを管理する上で、重ね合わせ測長用のマークもスクライプライン201上に構成される場合が多く、そうした検査用のマーク等も構成する為、スクライプライン201中の各種のマーク面積拡大に伴い、スクライプライン201に構成されるアライメントマークAMを小さくしたいと言う要請がある。

50

【特許文献1】特開2000-091219号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

先に述べた様に、スクライブライン201上に構成されるアライメントマークAMや重ね合わせ測長用のマーク等は、スクライブライン201の幅が少なくなると、そのマーク自体の大きさも小さくしなくてはならない。また、スクライブライン中に構成されるマークの種類が多くなるに従って、マーク自体の大きさを小さくしたいと言う要請があるのは先に述べた通りである。

【0020】

或いは、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 工程等を考慮した場合、実素子パターンの大きさに比べ、アライメントマークの大きさが大きくなる場合、CMPによるウエハ面内での膜厚安定性が悪くなるという場合もある。そうした場合もアライメントマークAMを小さくしなくてはならない。上記の様にアライメントマークAMが小さくなる場合の例を図2を用いて解説する。

10

【0021】

図2(a)は、通常の幅を持つスクライブライン上に構成されたアライメントマーク(X方向計測マーク)を示し、図2(b)はそれよりも狭いスクライブライン上に構成されたアライメントマークAMを示している。一方向計測用マークの場合、スクライブラインの長手方向(図中横方向)に計測方向を設定し、スクライブラインの短手方向が非計測方向(図中縦方向)として設定する 경우가多い。この様に狭スクライブライン化が進むと、マークの非計測方向の長さLの短縮化が進む事になる(以下、「非計測方向の短縮化」と表す)。

20

【0022】

ところが、計測方向のマークの大きさは、計測系の検出範囲、マーク本数等で決定されるが、非計測方向のマークの長さLもある程度以上が必要である。

【0023】

図8は、図2中に示したアライメントマークAMの1本について、実プロセスで形成されるマーク形状について、模式的に示したものである。アライメントマークAMのエッジE部を拡大してみると、エッジE部は完全な直線ではない。要求されるアライメント精度が厳しくなるにつれて、こうしたエッジEの凸凹形状も無視出来なくなる。このエッジEの凸凹の影響を軽減する方法として、非計測方向の長さD1(以下、「非計測方向の積算領域」)を出来るだけ長くして、そのエッジの情報を積算(平均)する事が有効である。つまり、凸凹したエッジEの長さを長くし積算する事で、凸凹の平均化効果で精度向上が達成される(以下、「非計測方向の平均化効果」と表す)。

30

【0024】

以上のように、狭スクライブライン化から要請されるマークの非計測方向長さの短縮化、とアライメント精度向上から要請される非計測方向の平均化効果と言う、相反する要請に対して、OA検出系等是对応する必要が発生する。

【0025】

本特許では、こうした相反するアライメントマークに対しても、対応出来るアライメント検出系を提供できる方法を開示し、要求仕様に応じて最適なアライメントを提供する事を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明は、上記の様に非計測方向が異なる長さを持つアライメントマークAMに対して、最適な位置検出系を提供する事であり、非計測方向の積算領域を可変にする事にある。

【0027】

ユーザーの目的に応じて設定する非計測方向の短いアライメントマークAMに対しては、最適で短い非計測方向の積算領域を設定し、一方、高精度なアライメントが必要なプロセスに対して設定される非計測方向の長いアライメントマークAMについては、非計測方

50

向の積算領域を拡大し、より非計測方向の平均化効果を出す事が可能となる。

【0028】

非計測方向の可変方法としては、光学的にエッジ情報を積算する場合、アライメントマークAMと光学的に共役な位置に配置された絞りを交換(変更)する事で積算量を可変とする事が可能となる。又、2次元画像として、アライメントマークAM像を検出する方法の場合、画像処理を利用してその積算領域を可変にする。

【0029】

更に、レーザービーム等の光とアライメントマークAMの相対スキャンを行って、アライメントマークAMの位置を検出する所謂レーザービームスキャン方式に於いて、特に、正反射光を取り込むような場合、同様に非計測方向の照明領域(若しくは、検出領域)を可変にする事で、画像検出と同様に柔軟性のある高精度なアライメント検出が可能となる。

10

【発明の効果】

【0030】

本発明は、非計測方向が異なる長さを持つアライメントマークAMに対して、非計測方向の積算領域を可変にし、ユーザーの目的に応じて設定する非計測方向の短いアライメントマークAMに対しては、最適で短い非計測方向の積算領域を設定し高精度な位置検出が可能となる。一方、高精度なアライメントが必要なプロセスに対して設定される非計測方向の長いアライメントマークAMについては、非計測方向の積算領域を拡大し、より非計測方向の平均化効果を出す事が可能となる。従って、ユーザーの要求仕様に応じた柔軟で

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

本特許を説明する為に、図4に示した投影露光装置に於いて構成されているOA検出系(アライメント検出系)4について、図1の概略図及び図6を用いて解説する。

【0032】

図1中に於いて、照明光源400(ファイバー等)から導光された光は、照明リレー光学系401、401'を通過する。照明系リレー光学系401、401'によって、ファイバー端面が複数の開口形状を配置した回転開口絞り410上に結像するように構成されている。回転開口絞り上の複数の開口形状を変更する事で、OA検出系の所謂照明等の

30

【0033】

アライメントマークAMから発生した反射光、回折光、散乱光は、再度対物レンズ405、/4板406、リレーレンズ404を戻り、今度は紙面平行なP偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ403を通過し、その後X計測用マーク像を結像する結像光学系408とY計測用マーク像を結像する結像光学系408'側に分離するハーフミラー407で分離される。それぞれの結像光学系408、408'によって光電変換素子(例えばCCD)409(409')上に結像されるアライメントマークAM像に基づいて、位置検出が実行される。それぞれの光電変換素子409(409')から得られたアライメントマーク信号は、制御系412で処理され、不図示のウエハステージの位置情報と合わせて、ウエハ6上のチップ配列情報を算出している。

40

【0034】

図6は、図1中に示した結像光学系408(408')から光電変換素子409(409')までを更に詳細に説明する為のものである。

【0035】

50

アライメントの測定方向 X 及び Y は、90 度回転した関係になっているので、ここでは X 計測に関して説明を行う。図 6 ( a ) は、結像光学系 4 0 8 の計測方向断面を示すものであり、図 6 ( b ) はそれと直交する断面 ( 非計測方向 ) から見たものを模式的に示している。

#### 【 0 0 3 6 】

図 6 ( a ) に関して、リレーレンズ 4 0 4 で結像されたアライメントマークの中間像 M I を更に、主に第 1 結像光学系 1 0 1、第 2 結像光学系 1 0 4 等によって、光電変換素子上 4 0 9 に再結像している様子を示している。第 1 結像光学系 1 0 1、及び第 2 結像光学系 1 0 4 によって、中間像 M I は所定の拡大倍率で光電変換素子 4 0 9 上に結像させている。尚、光路の途中に構成されている第 1 シリンドリカルレンズ群 1 0 2、第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 に関しての詳細は後述するが、計測方向断面について、これらレンズは結像倍率には寄与していないものとする。ここで物体の F o c u s 変化や、検出光学系の F o c u s 方向の組立誤差による倍率変化を抑える為に、対物レンズ 4 0 5 からリレーレンズ 4 0 4 及び、第 1 結像光学系 1 0 1 から第 2 結像光学系 1 0 4 の結像はテレセントリックな系で構成されている。一方、図 6 ( a ) の 9 0 度方向から ( 非計測方向断面 ) から見た図が図 6 ( b ) であり、この非計測方向の屈折力を持つ様に、上記の第 1 シリンドリカルレンズ群 1 0 2、第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 が配置されている。第 1 シリンドリカルレンズ群 1 0 2 は、中間像面 M I の非計測方向の像を第 1 結像光学系 1 0 1 と第 1 シリンドリカルレンズ群 1 0 2 によって、一旦、視野絞り面 F . S . 上にアライメントマーク A M を結像している。この視野絞り面 F . S . 上には後述する、絞り切換機構 1 1 0 が構成されている。第 1 結像光学系 1 0 1 及び第 1 シリンドリカルレンズ群 1 0 2 は、アライメントマーク A M の非計測方向に関して、結像する様に構成されており、従って非計測方向に関してはアライメントマーク A M、中間像面 M I、視野絞り面 F . S . は光学的に共役な関係になっている。視野絞り面 F . S . 上に結像された非計測方向の像は、絞り切換機構 1 1 0 内に構成されている開口部 ( 以下、「積算絞り」 ) を通過し、領域が限定された像の部分のみが、第 2 結像光学系 1 0 4 側に導光される。視野絞り面 F . S . 上に結像されたアライメントマーク A M の非計測方向の像は、第 2 結像光学系 1 0 4 と第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 によって、更に光電変換素子 4 0 9 上に結像される。従って、光電変換素子 4 0 9 上には、計測方向と非計測方向の結像倍率が異なる変倍されたアライメントマーク A M 像が結像される事になる。ここで今、光電変換素子 4 0 9 を 1 次元のラインセンサーとし、1 画素が計測方向に並べられたものと想定し、非計測方向の光を 1 画素内に全て取り込める様に第 1 結像光学系 1 0 1 から第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 までの結像倍率を設定したとする。その様子を図 1 0 に示す。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 0 は第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 から 1 次元ラインセンサー 4 0 9 までの部分を拡大したものであり、素子 ( 画素 ) 1 0 6 は X 方向 ( 計測方向 ) に複数並んだ構成になっている。第 2 シリンドリカルレンズ群 1 0 5 により、非計測方向に対しての全ての光が素子 1 0 6 内に集光されている。計測方向に関しては、アライメントマーク A M 像を複数の画素で検出している為、アライメントマーク A M の像信号として、検出が可能である。

#### 【 0 0 3 8 】

非計測方向に関しては、絞り切換機構 1 1 0 内に構成されている積算絞り 1 1 0 a、1 1 0 b によって領域限定された光が光電変換素子 4 0 9 上に集光されている。このように、非計測方向に集光して、光電変換素子 4 0 9 で取り込む事により、1 画素あたりに取り込める光量が上がる。従って、単純に二次元的に結像倍率を上げた場合に比べ、光量余裕が発生すると言うメリットがある。

#### 【 0 0 3 9 】

次に、このように計測方向、非計測方向の結像倍率を異ならせ、非計測方向の積算領域を視野絞り面 F . S . 上で、限定できる検出系に於いて、アライメントマーク A M を観察する例を図 2 に基づいて説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

図 2 は、X 方向に延びるスクライプライン領域 S . L . 内に構成されている X 方向の計測用マークであり、Y 方向に延び、X 方向に複数本並ぶマークで構成されている。本図は 4 本の計測マーク ( A M ) から構成されたものであり、アライメントマーク A M の両側に、ダミーのマーク F が構成されている。ダミーのマーク F は、実プロセスのアライメントマークに於いては、マーク領域の外側 ( このマークの場合ダミーのマーク F ) で、連続性が失われ、マークの非対称性が発生する為、その連続性を失わない様にする目的で構成されている。

## 【 0 0 4 1 】

図中の破線領域 M A は、アライメントマーク A M の像を検出する領域であり、非計測方向の長さ D 1 は、積算絞り 1 1 0 a や 1 1 0 b の大きさに相当している。 10

## 【 0 0 4 2 】

図 2 ( a ) に示すアライメントマーク A M に対して、非計測方向の積算領域 D 1 で検出されるアライメントマーク信号の強度を図 2 ( b ) に示している。このように、積算領域 D 1 内よりもアライメントマークの非計測方向の長さ L が長い場合、コントラストの高い信号として検出する事が可能となる。例えば、非計測方向のマークの長さ L を 3 0  $\mu$  m 程度とすると、積算領域 D 1 は 2 0  $\mu$  m 程度とすると良い事になる。一方、スクライプラインを狭くしたいプロセスに構成されるアライメントマーク A M を図 2 ( c ) に示している。先の積算領域 D 1 よりも、このように非計測方向のマーク長さ L ' が短い場合、マークではない領域の光も取り込んでしまう為、検出されるアライメント信号は、コントラスト 20 の低い物となってしまう ( 図 2 ( d ) )。このように、コントラストの低いアライメント信号では計測精度が出ない問題が発生する事が判っている。そこで、マークの非計測方向の長さ L ' よりも短い領域で積算する事で、コントラストの高い信号にする事が可能である。例えば、非計測方向の長さ L ' を 2 0  $\mu$  m とすると、積算領域 D 2 は 1 5  $\mu$  m 程度にする事で、コントラストの高い信号波形を得る事が可能である。

## 【 0 0 4 3 】

図 2 ( e ) は、積算領域を D 1 よりも狭くした ( D 2 ) ものを示している。ここで、積算領域 D 1 や D 2 の大きさは、先の図 6 に示した絞り切換機構 1 1 0 内の積算絞り 1 1 0 a や 1 1 0 b に切り替える事で可能である。今、積算絞り 1 1 0 a を D 1 の領域に相当し、積算絞り 1 1 0 b の大きさを D 2 に相当する様に設定する場合を考える。図 2 ( e ) の 30 様に、マークの非計測方向の長さ L ' が短い場合、積算絞り 1 1 0 b に切換え、その積算領域 D 2 でアライメント信号を取り込む。このように非計測方向にマークではない領域が入り込まない為、図 2 ( d ) に比べ、コントラストの高い信号 ( 図 2 ( f ) ) として検出する事が可能となり、測定精度が図 ( b ) と同様にする事が可能である。

## 【 0 0 4 4 】

尚、積算領域を減らす事により光量が減ってしまうが、光電変換素子 4 0 9 の取り込み時間を延ばす等の手法で光量を上げる事が出来、そのデメリットは補う事は可能である。

## 【 0 0 4 5 】

ところで、元々の積算領域を D 2 に設定しておけば、わざわざ積算領域を変更しなくとも常にコントラストの高い信号が得られるとは言える。しかし、実プロセウに於けるアライメントマーク A M の非計測方向に延びている形状は、先述したように凸凹になっている場合がある ( 図 8 )。そうしたアライメントマーク A M を高精度に検出する為には、出来るだけ非計測方向の積算領域を増やす事が有効である。 40

## 【 0 0 4 6 】

つまり、ユーザーが実際のプロセスを考慮しこの凸凹形状が顕著である事を認識した場合、出来るだけ非計測方向のマークを大きくしたものをウエハ 6 上に構成し、装置側としてはそのアライメントマーク A M を高精度に計測する対応が必要となる。又、凸凹形状が無視できるレベルであると判断された場合、スクライプラインの幅を小さくする事でウエハ全面から取れるショット数を増やす工夫も可能となる。何れの場合にも、装置側としては高精度に検出する必要がある為 ( 柔軟性のある検出 )、上記の様に積算領域を可変にし 50

、最適な領域でアライメントマーク A Mを検出する事が重要である。

【0047】

さて、以上のようにマークの非計測方向の大きさに応じて、その積算領域を変更する事で、柔軟性のある検出が可能である事が示されたが、ここで再度、図6(b)に示した絞り切換110について、詳細に図6、図7を用いて説明する。

【0048】

図6中の絞り切換110内には、先述した積算絞り110a、110bが構成されており、不図示の駆動系にて、切換が可能となっている。図7には、積算絞り110aや110bの例を示しており、斜線部が遮光帯で開口部112が光が通過する部分である。絞り111はメカニカル的な部品で構成しても良いし、ガラスの基板にクロム等の遮光部を構成したようなものでも良い。

10

【0049】

何れにしても、透過部、遮光部から構成され、非計測方向の長さを異ならせた絞りを図7の様に構成し、それらを検出系の光軸内へ出し入れする事で、積算領域を可変にすることが出来る。尚、本例では2種類の絞りを示しているがこれに限定されるものではない。3つ以上の絞りを構成したり、ターゲット上に切換える事でより多くの種類の積算領域の選択が可能になっても良い。本特許の特許性は、非計測方向の積算領域を可変にした所にある。

【0050】

以上までのアライメントマークは一方向計測用であり、それらについて説明してきたが、次にXとYの二方向を測定するマークについて図5を用いて説明する。図5(a)は非計測方向の大きなマークであり、それに対して大きさを小さくしたマークを図5(c)に示している。

20

【0051】

図5(a)のマークに対しては、既に述べた様に出来るだけ大きな非計測方向の積算領域と取る様な積算領域MA1が設定されている。その積算領域から得られるアライメント信号を図5(b)に示している(信号は、X方向のみを示す)。この様にマークの非計測方向の長さよりも積算領域を小さくしている為、コントラストの高い信号が得られ高精度な検出が可能である。一方、狭スクライブラインに配置する小型の同様なマークの場合を図5(c)に示す。この小型のアライメントマークに対して、先の積算領域MA1の様に検出すると、マークではない領域も積算される為、コントラストの低い信号となってしまう(図5(d))。更に、Y方向マークの内側のマークが積算領域MA1内に入って来ってしまう場合、信号波形の中心部にノイズ信号が載ってしまう(図5(d)中の点線領域N)。このようにノイズ光が載ってしまうと、測定したいアライメントマーク信号に影響を与え、測定精度劣化に繋がる。そこで、こうした小型のアライメントマークにした場合、積算領域を狭く設定し、積算領域MA2がアライメントマークAM2よりも小さくする事でコントラストが高く、且つ、Y方向マークがX計測信号の中に入って来る事を回避する事が可能となる(図5(e))。

30

【0052】

以上の様に、XYの二方向計測用マークの場合、最適な積算領域をマークの大きさに応じて設定することで、コントラストが高く、且つ互いに直交するマークの影響(X計測に対しては、Y方向マーク、Y計測に対しては、X方向マーク)を無くす事ができる効果を持つ。

40

【0053】

尚、積算領域を変更する方法は、既に述べた積算絞りを変更する方法をX、Yそれぞれに対して、行えば良い。

【0054】

ところで以上の実施形態に於いては、結像光学系内に構成されている積算絞りを可変にするのもについて言及してきたが、積算絞りの配置位置は上記の場所に限定されるものではない。つまり検出光学系全体の中で、上述以外のウエハ面と光学的に共役な位置に配置

50

しても良い。

【0055】

例えば、照明系側にウエハ面と光学的に共役な面を構成し、その位置に照明領域を限定する絞り（以下、「照明視野絞り」）を配置しても良い。この照明視野絞りの大きさを変更すれば、先に述べた方法と同様な効果が得られる事は、明白であると思われる。

【0056】

以上までは、光学的に非計測方向の像を集光して、一次元の光電変換素子409によって、検出方法について説明してきたが、次に二次元の光電変換素子409により検出する方法について解説する。

【0057】

光学的な構成は、図1に示したものと同等であり、ハーフミラー407、結像光学系408'や光電変換素子409'がなく、且つ結像光学系408内に構成されていたシリンドリカルレンズ群を省いた形と考える。光電変換素子409は、二次元のものをを用いる事で、アライメントマークAMの二次元画像として、検出が可能となる。

【0058】

又、その時得られるアライメントマークAM像は、図2(a)、(c)や図5(a)、(c)に示したものと同等になるものとする。

【0059】

さて、上記の様に得られるアライメントマークAM像の検出方法について、特に図2(a)及び積算領域の最適化シーケンスについて図9を用いて説明する。

【0060】

まず、図2(a)の様に画像を取り込む(図9S101)。次にその画像データに基づき、画面全体に対して、アライメントマークAMのパターンマッチングを行う。パターンマッチングは、テンプレートに対して相関度を算出して、その相関度の一番高い場所を検出位置とする(S102)。尚、計測方向の位置算出精度はこの後に精検出を行う為、数画素程度のものであっても良い。次に、パターンマッチングから得られたマークの位置の内、非計測方向の位置を算出する(S103)。非計測方向のパターンマッチング精度としては、非計測方向の積算量の余裕をある程度持たせるとすると、1画素程度の精度があれば、十分である。又、非計測方向の位置を算出すると同時に、非計測方向のマークの大きさも算出して、非計測方向の最適な積算領域をマークに対して設定する(S104)。尚、この時、非計測方向のマークの大きさが既知の場合、積算領域の大きさは予め設定した大きさでも良く、その積算領域の画面内の位置だけを算出する方を取っても良い。何れにしても、非計測方向に対して、最適な大きさ、位置で積算領域を決定する。次に、上記で設定した積算領域内で計測方向のアライメント信号を非計測方向に積算して、積算信号波形(図2(b))を算出する(S105)。積算信号波形は、非計測方向の複数の画素から得られた信号強度を足し合わせる事で得られる。そして得られたアライメントマークの積算信号波形に基づいて、アライメントマーク位置を算出する(S106)。ここで、アライメントマーク波形を非計測方向に積算してから積算信号波形を算出した後、その積算信号波形より位置を算出したが、光電変換素子の一つの走査線上で得られるアライメントマーク波形を取り出し、その一つのアライメントマーク波形よりマーク位置を計算した後に、複数の走査線(複数のアライメントマーク波形)から得られた複数のアライメントマーク位置情報から平均値を求める方法でも良い。何れにしても、非計測方向の複数の画素より得られるアライメントマーク信号について、最適な積算領域量を設定して、計測方向のアライメントマーク位置を算出する方法を行う事に本特許の効果がある。

【0061】

尚、積算信号波形、又はアライメントマーク波形に基づいて、アライメントマーク位置を算出する方法は、特に限定されるものではない。つまり、信号強度の重心位置から算出する方法や特定の信号強度(閾値)を横切る位置から算出する方法、更にはパターンマッチング方法等、様々な位置算出方法で処理しても本特許の性格を逸脱しない限り如何なる方法でも良い。

10

20

30

40

50

## 【0062】

さて、以上では一次元若しくは二次元といったようにアライメントマーク画像に基づいて、アライメントマーク位置を算出する方法について解説してきたが、次にレーザービーム等の光とアライメントマークAMに対する相対位置から検出する所謂レーザービームスキャン方式に本特許を適用した場合について、図11を用いて説明する。

## 【0063】

図11(a)には、ウエハ6上の固定の位置に投影されるレーザービーム光(L.B.)に対して、アライメントマークAMをステージを駆動しアライメントマークAMからの反射光を取り込む方式について説明している。レーザービーム光L.B.に対して、アライメントマークAMを計測方向にスキャンした時に、アライメントマークAMとレーザービーム光L.B.が一致したところで、反射光の変化が発生する。その時の反射光変化の一例を図11(b)(c)に示す。尚、図11(b)はアライメントマークAMの非計測方向の長さLに対して、レーザービーム光L.B.の長さL(LB)が長い場合( $L < L(LB)$ )に得られる例を示している。それに対して図11(c)は、アライメントマークAMの非計測方向の長さLよりも、L(LB)が短い場合( $L > L(LB)$ )に得られる信号例を示している。

## 【0064】

図11(b)では、レーザービーム光L.B.の長さL(LB)が長い為(面積が大きい為)、検出される反射光量は高くなる。しかし、マークではない領域からの光も混入してしまう為、信号変化は少なくなってしまう。一方、図11(c)に示したように、 $L > L(LB)$ の場合、反射光量自体は、図11(b)よりも少なくなってしまうが、マーク領域のみの光で構成されている為、信号変化は大きくなる。つまり、信号変化が大きいと言う事は、計測精度が向上する事を意味している。反射光量自体が低いというデメリットは、光源側の光量に余裕がある場合や、光電変換素子の電気ゲインを上げる等の対策があれば、然程の問題にはならない。

## 【0065】

以上のレーザービームスキャン方式の場合も、検出系内にウエハ6上のレーザービーム光と光学的に共役な位置に非計測方向の長さLを可変に出来る構成を取る事で、像検出方式と同様な効果が得られる事は理解できるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0066】

【図1】本実施例を示す位置検出装置の概略図

【図2】一方向計測用マークでの本実施例を説明する概略図

【図3】ウエハ上のチップ及びアライメントマークを示す模式図

【図4】露光装置全体を示す概略図

【図5】二方向計測用マークに本特許を適用した場合を示す模式図

【図6】結像光学系の詳細図

【図7】切換絞り形状を示す模式図

【図8】実プロセスに於けるアライメントマークエッジ部を示す模式図

【図9】二次元画像を用いた別実施例のシーケンス

【図10】結像光学系に構成されているシリンドリカルレンズを示す模式図

【図11】レーザービームスキャン方式に適用した別実施形態を示す模式図

## 【符号の説明】

## 【0067】

- 1 投影露光照明系
- 2 レチクル
- 3 投影露光光学系
- 4 OA検出系
- 5 AF検出系
- 6 ウエハ

10

20

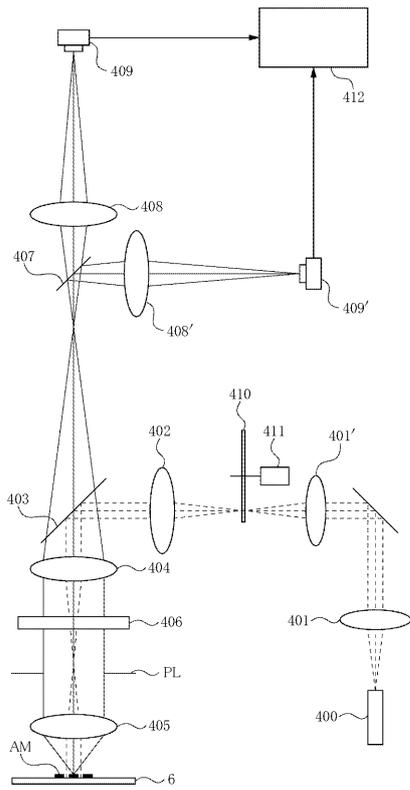
30

40

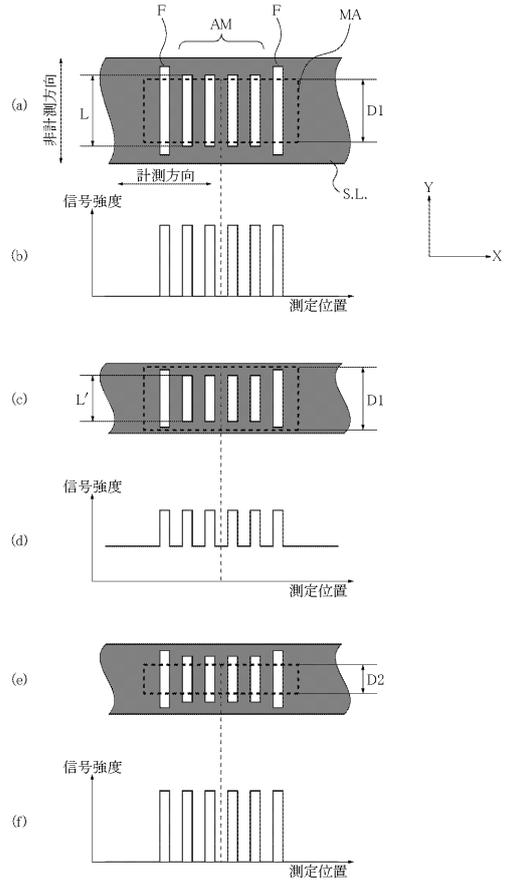
50

7	干渉計ミラー	
8	ウエハステージ	
9	干渉計	
10	ステージ制御部	
11	レチクルアライメント検出系	
12、12'	レチクルフォルダー	
13	基準マーク	
14	制御部	
101	第1結像光学系	
102	第1シリンドリカルレンズ群	10
103	瞳面	
104	第2結像光学系	
105	第2シリンドリカルレンズ群	
106	画素	
400	光源(ファイバー)	
401、401'	照明リレー光学系	
402	照明光学系	
403	偏光ビームスプリッタ	
404	リレーレンズ	
405	対物レンズ	20
406	/4板	
407	ハーフミラー	
408、408'	結像光学系	
409	409' 光電変換素子	
410	回転開口絞り	
412	制御系	

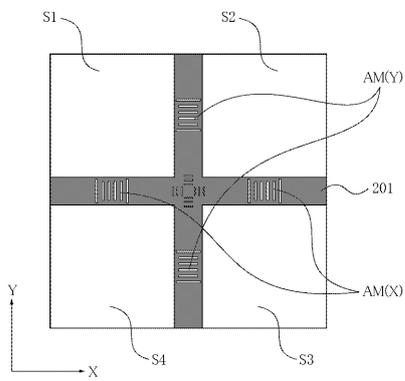
【 図 1 】



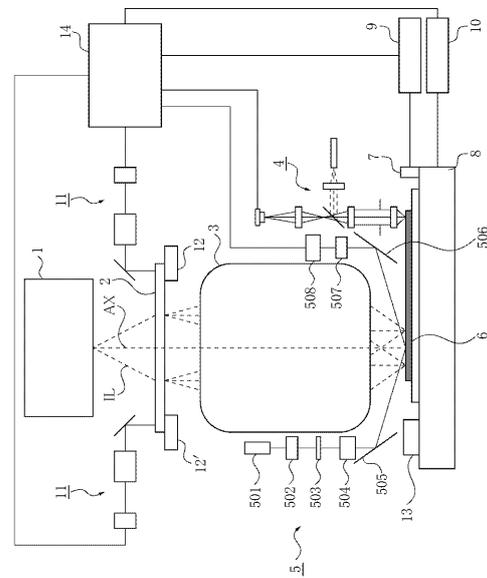
【 図 2 】



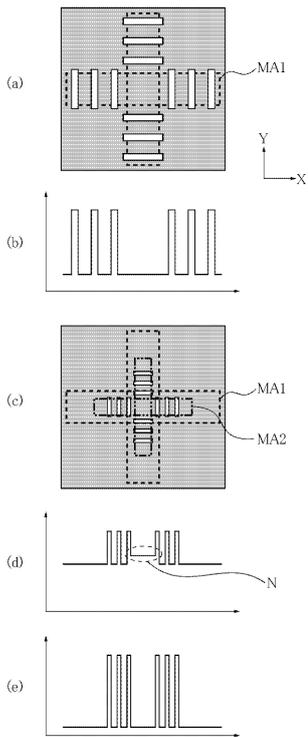
【 図 3 】



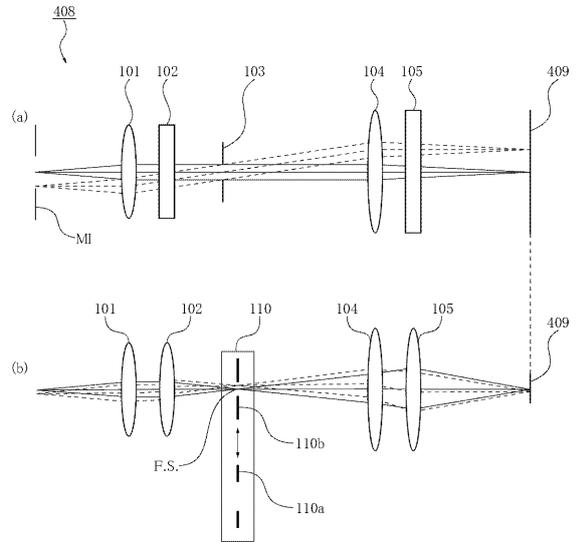
【 図 4 】



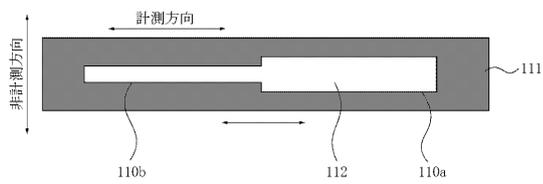
【 図 5 】



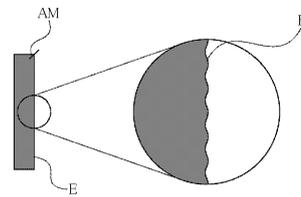
【 図 6 】



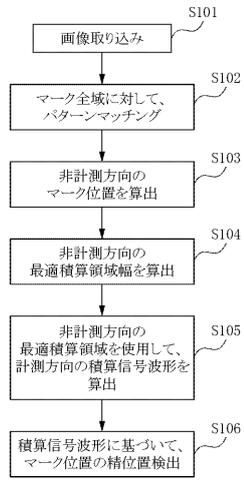
【 図 7 】



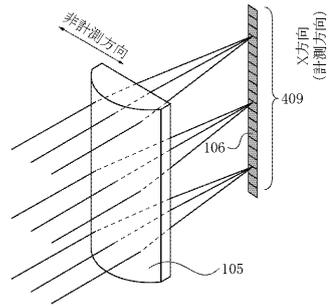
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】

