

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4962006号
(P4962006)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30	5 2 5 W
GO 3 F	7/20	(2006.01)	GO 3 F	7/20	5 2 1
GO 3 F	9/00	(2006.01)	GO 3 F	9/00	H

請求項の数 14 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-512558 (P2006-512558)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(86) (22) 出願日	平成17年4月20日(2005.4.20)	(74) 代理人	100097180 弁理士 前田 均
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/007507	(72) 発明者	小林 満 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(87) 国際公開番号	W02005/104196	(72) 発明者	安田 雅彦 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(87) 国際公開日	平成17年11月3日(2005.11.3)		
審査請求日	平成20年2月29日(2008.2.29)	審査官	岩本 勉
(31) 優先権主張番号	特願2004-128536 (P2004-128536)		
(32) 優先日	平成16年4月23日(2004.4.23)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測方法、計測装置、露光方法及び露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを、計測系を用いて計測する計測方法であって、

前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の信号処理条件を含む前記計測系の計測条件について、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第1マークを計測する時には、前記計測系の前記計測条件の少なくとも前記信号処理条件を第1条件に設定する第1工程と、

前記所定基板上の前記第1マークの全てを前記第1条件下で計測した後に、前記計測条件の少なくとも前記信号処理条件を前記第1条件から第2条件に切り換え設定する第2工程と、

前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第2マークの全てを、前記第2条件下で計測する第3工程と

を含むことを特徴とする計測方法。

【請求項2】

前記計測系による計測の際の基準位置と、前記基板に対して所望の処理を行う処理系において該処理を施す際の位置を規定する基準位置との間隔であるベースライン量を、前記第1条件及び前記第2条件毎にそれぞれ計測する工程をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の計測方法。

【請求項3】

前記計測条件毎の前記ベースライン量の計測は、前記計測条件が切り換えられる度にその都度実行され、

前記設定された計測条件下でのそれぞれの計測結果と、該設定された計測条件にそれぞれ対応する前記ベースライン量とに基づいて、前記処理系において前記処理を行う際の前記基板の目標移動位置を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の計測方法。

【請求項 4】

前記計測条件は、さらに、前記マークを照明する照明ビームの照明条件、及び、前記照明ビームで照明されたマークから発生するビームを受光する際の受光条件、のうちの少なくとも 1 つの条件を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の計測方法。

【請求項 5】

前記計測系は前記照明ビームを前記マーク上に照射する照明光学系と、前記マークから生じたビームを受光する受光光学系とを備えており、

前記照明条件は、前記照明ビームの波長、光量、及び前記照明光学系の NA 又は の少なくとも 1 つを含み、

前記受光条件は、前記受光光学系の光路内に、前記マークから生じる所定次数の回折ビームに対して所定の位相差を付与する位相付与部材を配置させた状態と、該位相付与部材を該光路外へ退避させた状態と、を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の計測方法。

【請求項 6】

前記計測系は前記マークを計測する際に変更可能な計測条件として、前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の、波形解析（波形処理）アルゴリズムの選択、演算ユニットで使用する EGA 計算モデルを含む信号処理アルゴリズムの選択、選択した各信号処理アルゴリズムで使用するパラメータの選択を含む信号処理条件を含み、

前記所定基板上的の第 1 マークを計測する時には、前記計測系の前記計測条件を第 1 条件に設定し、

前記所定基板上的の前記第 2 マークを計測する時には、前記計測系の前記計測条件を、前記第 1 条件とは異なる第 2 条件に設定することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の計測方法。

【請求項 7】

前記第 1 マークは、前記基板の上に積層された第 1 レイヤー上に形成されたマークであり、

前記第 2 マークは、前記基板の上に積層され、且つ前記第 1 レイヤーとは異なる第 2 レイヤー上に形成されたマークであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の計測方法。

【請求項 8】

前記第 1 マークは、2 次元平面内の所定方向における前記基板の位置を測定するために形成されたマークであり、

前記第 2 マークは、前記 2 次元平面内の前記所定方向と直交する方向における前記基板の位置を測定するために形成されたマークであることを特徴とする請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の計測方法。

【請求項 9】

マスク上に形成されたパターンを基板上に転写する露光方法であって、

前記マスク又は前記基板の少なくとも何れか一方について、請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の計測方法により、当該マスク又は当該基板に形成されたマークの位置を計測し、当該計測結果に基づいて前記マスク又は前記基板の位置決めを行う工程を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の計測方法により、物体上の計測対象を計測することを特徴とする計測装置。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第 1 マーク、及び該第 1 マークとは異なる複数の第 2 マークを計測する計測装置であって、

前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の信号処理条件を含む前記計測装置の計測条件について、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第 1 マークを計測する時には、前記計測装置の前記計測条件の少なくとも前記信号処理条件を第 1 条件に設定し、前記複数の第 2 マークを計測する時には、該計測条件の少なくとも前記信号処理条件を該第 1 条件とは異なる第 2 条件に設定する条件設定手段と、

前記所定基板上の前記第 1 マークの全てを前記第 1 条件下で計測した後に、前記計測条件を前記第 1 条件から第 2 条件に切り換え設定するよう、前記条件設定手段を制御する制御手段と

10

を有することを特徴とする計測装置。

【請求項 1 2】

前記計測装置による計測の際の基準位置と、前記基板に対して所望の処理を行う処理装置において該処理を施す際の位置を規定する基準位置との間隔であるベースライン量を、前記設定された計測条件毎にそれぞれ保持する保持装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 1 記載の計測装置。

【請求項 1 3】

前記マークを計測する際に変更可能な前記計測装置の計測条件として、前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の、波形解析（波形処理）アルゴリズムの選択、演算ユニットで使用する E G A 計算モデルを含む信号処理アルゴリズムの選択、選択した各信号処理アルゴリズムで使用するパラメータの選択を含む信号処理条件を含み、

20

前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第 1 マークを計測する時には、前記計測装置の計測条件を第 1 条件に設定し、前記複数の第 2 マークを計測する時には、該計測条件を該第 1 条件とは異なる第 2 条件に設定する条件設定手段を有することを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の計測装置。

【請求項 1 4】

マスク上に形成されたパターンを基板上に転写する露光装置であって、

前記マスク又は前記基板の少なくとも何れか一方について、請求項 1 0 ~ 1 3 の何れか一項に記載の計測装置を用いて、当該マスク又は当該基板に形成されたマークの位置を計測し、当該計測結果に基づいて前記マスク又は前記基板の位置決めを行う位置決め装置を有することを特徴とする露光装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、半導体素子等の電子デバイスを製造する際のリソグラフィ工程においてマスクや基板に形成されたマークの位置の計測に適用して好適な計測方法及び計測装置、及び、その計測方法によりマスクや基板に形成されたマークの位置を計測して露光を行う露光方法及び露光装置に関する。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体素子、液晶表示素子、CCD等の撮像素子、プラズマディスプレイ素子、薄膜磁気ヘッド等の電子デバイス（以下、電子デバイスと総称する）の製造にあたっては、露光装置を用いて、フォトマスクやレチクル（以下、レチクルと総称する）に形成された微細なパターンの像を、フォトリジスト等の感光剤を塗布した半導体ウエハやガラスプレート等の基板（以下、ウエハと称する）上に投影露光する。その際、レチクルとウエハとを高精度に位置合わせ（アライメント）し、レチクルのパターンをウエハ上のパターンに高精度に重ね合わせる必要がある。近年、パターンの微細化や高集積度化が急速に進んでおり、このような露光装置には以前に増して高い露光精度が要求されている。そのため、アラ

50

イメントに対する精度の要求も一層厳しくなっており、より高精度なアライメントが要望されている。

【0003】

従来、ウエハの位置計測は、ウエハ上に形成された位置合わせマーク（アライメントマーク）の位置を計測することにより行われる。このアライメントマークの位置を計測するアライメント系として、例えばハロゲンランプ等を光源とする波長帯域幅の広い光でマークを照射し、反射光をCCDカメラなどで撮像し、得られたアライメントマークの画像データを画像処理してマーク位置を計測するFIA（Field Image Alignment）系のオフアクシス・アライメントセンサなどが知られている。このFIA系のアライメントセンサによると、レジスト層による薄膜干渉の影響を受けにくくなり、アルミマークや非対称マーク等についても高精度な位置検出が可能である。また、検出光の波長を選択することにより高いコントラストでマークを撮像できるようにした方法（例えば、特許文献1参照）や、検出光の変化を強調することにより段差の少ないマークからの反射光を用いても高精度にその位置を検出できる方法（例えば、特許文献2参照）等も開示されており、より高精度なアライメントを行うために種々の方法が提案されている。

10

【0004】

ところで、例えばウエハやショット領域の位置決めを行う場合、同一ウエハ上の所定の複数のマークについて各々X軸方向及びY軸方向の位置を計測し、これに基づいて例えばEGA演算等を行い、最終的に制御対象となる位置情報を得ている。すなわち、一連のアライメント処理（マーク計測処理）の中においては、通常、複数の位置計測処理（複数のマークに対する計測工程）を行う場合が多い。しかし、従来のアライメント計測方法においては、同一ウエハに対する一連のアライメント計測処理の中では複数の計測対象（マーク）に対して予め設定した単一の計測条件のみを適用して計測処理をしていた。即ち、計測対象毎に適切な計測条件を設定して位置計測等を行っていなかった。

20

【0005】

より具体的には、例えば、複数のマークがウエハ上の互いに異なる層（レイヤー）に形成されている場合や、計測軸方向毎に必要な計測精度（アライメント精度）が異なる場合等には、計測対象（マーク）毎に最適な計測条件が異なる場合があり得る。しかしながら、従来の計測方法では、一連の計測処理の中では単一の計測条件で計測が行われていたため、各計測対象（マーク）についてそれぞれ最適な条件で計測が行われているとは限らなかった。仮に、計測対象毎に計測条件を変更しようとする、著しくスループットが悪化したり、或いはベースライン量の変動して計測精度に悪影響を与える等の問題があり、実質的にそのような条件での計測はできていなかった。

30

【特許文献1】特開2002-170757号公報

【特許文献2】特開平9-134863号公報

【発明の開示】

【0006】

よって本発明の目的は、計測対象毎に最適な計測条件を設定して計測を行うことができ、且つ計測スループットも低下させることがない、高速で高精度な計測が可能な計測方法及び計測装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、そのような計測方法によりウエハ或いはレチクルの位置決めを行うことにより、高速且つ高精度に露光処理を行うことができる露光方法及び露光装置を提供することにある。

40

【0007】

本発明の第1の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを、計測系を用いて計測する計測方法であって、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第1マークを計測する時には、前記計測系の計測条件を第1条件に設定する第1工程（S211, S411）と、前記所定基板上の前記第1マークの全てを前記第1条件下で計測した（S212～S215, S413～S416）後に、前記計測条件を前記第1条件から第2条件に切り換え設定する第2工程（S221, S421）と、前

50

記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第2マークの全てを、前記第2条件下で計測する第3工程(S 2 2 2 ~ S 2 2 5, S 4 2 3 ~ S 4 2 6)とを含む計測方法が提供される。

【0008】

本発明の第2の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを、計測系を用いて計測する計測方法であって、前記所定基板上の前記第1マークを計測する時には、前記計測系の計測条件を第1条件に設定する第1工程(S 3 1 1, S 4 1 1)と、前記所定基板上の前記第2マークを計測する時には、前記計測系の計測条件を、前記第1条件とは異なる第2条件に設定する第2工程(S 3 2 1, S 4 2 1)と、前記計測系による計測の際の基準位置と、前記基板に対して所望の処理を行う処理系において該処理を施す際の位置を規定する基準位置との間隔であるベースライン量を、前記第1条件及び前記第2条件毎にそれぞれ計測する第3工程(S 3 1 2, S 3 2 2, S 4 1 2, S 4 2 2)とを含む計測方法が提供される。

10

【0009】

本発明の第3の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを、該マーク上に照明ビームを照射する照明光学系と、前記マークからのビームを受光する受光光学系とを備える計測系を用いて計測する計測方法であって、前記計測系は前記マークを計測する際に変更可能な計測条件として、前記照明ビームの光量、前記照明光学系のNA又は、前記マークから生じる所定次数の回折ビームに対して所定の位相差を付与する位相付与部材の前記受光光学系光路内への挿入又は退避、前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の信号処理条件、のうちの少なくとも1つを含み、前記所定基板上の第1マークを計測する時には、前記計測系の前記計測条件を第1条件に設定し(S 1 1 1)

20

、
前記所定基板上の前記第2マークを計測する時には、前記計測系の前記計測条件を、前記第1条件とは異なる第2条件に設定する(S 1 1 3)ようにした計測方法が提供される。

【0010】

本発明の第4の観点によると、マスク上に形成されたパターンを基板上に転写する露光方法であって、前記マスク又は前記基板の少なくとも何れか一方について、上述した第1~第3の観点の何れかに係る計測方法により、当該マスク又は当該基板に形成されたマークの位置を計測し、当該計測結果に基づいて前記マスク又は前記基板の位置決めを行う工程を含む露光方法が提供される。

30

【0011】

本発明の第5の観点によると、上述した第1~第3の何れかに係る計測方法により、物体上の計測対象を計測するようにした計測装置が提供される。

【0012】

本発明の第6の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを計測する計測装置であって、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第1マークを計測する時には、前記計測装置の計測条件を第1条件に設定し、前記複数の第2マークを計測する時には、該計測条件を該第1条件とは異なる第2条件に設定する条件設定手段と、前記所定基板上の前記第1マークの全てを前記第1条件下で計測した後に、前記計測条件を前記第1条件から第2条件に切り換え設定するよう、前記条件設定手段を制御する制御手段とを有する計測装置が提供される。

40

【0013】

本発明の第7の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを計測する計測装置であって、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の

50

第1マークを計測する時には、前記計測装置の計測条件を第1条件に設定し、前記複数の第2マークを計測する時には、該計測条件を該第1条件とは異なる第2条件に設定する条件設定手段と、前記計測装置による計測の際の基準位置と、前記基板に対して所望の処理を行う処理装置において該処理を施す際の位置を規定する基準位置との間隔であるベースライン量を、前記設定された計測条件毎にそれぞれ保持する保持装置（メモリ305）とを有する計測装置が提供される。

【0014】

本発明の第8の観点によると、所定基板上に形成され且つ被計測対象となっている複数の第1マーク、及び該第1マークとは異なる複数の第2マークを計測する装置であり、且つ該マーク上に照明ビームを照射する照明光学系と、前記マークからビームを受光する受光光学系とを備えた計測装置であって、前記マークを計測する際に変更可能な前記計測装置の計測条件として、前記照明ビームの光量、前記照明光学系のNA又は、前記マークから生じる所定次数の回折ビームに対して所定の位相差を付与する位相付与部材の前記受光光学系光路内への挿入又は退避、前記マークから生じるビームを受光して得た光電変換信号を処理する際の信号処理条件、のうちの少なくとも1つを含み、前記所定基板上において前記被計測対象となっている前記マークのうち、前記複数の第1マークを計測する時には、前記計測装置の計測条件を第1条件に設定し、前記複数の第2マークを計測する時には、該計測条件を該第1条件とは異なる第2条件に設定する条件設定手段を有する計測装置が提供される。

【0015】

本発明の第9の観点によると、マスク上に形成されたパターンを基板上に転写する露光装置であって、前記マスク又は前記基板の少なくとも何れか一方について、上述した第5～第8の観点の何れかに係る計測装置を用いて、当該マスク又は当該基板に形成されたマークの位置を計測し、当該計測結果に基づいて前記マスク又は前記基板の位置決めを行う位置決め装置を有する露光装置が提供される。

【0016】

本発明に係る計測方法又は計測装置によれば、計測対象毎に最適な計測条件を設定して且つ計測スループットも低下させることなく計測を行うことができ、これにより高速で高精度な計測が可能となる。また、本発明に係る露光方法又は露光装置によれば、本発明に係る計測方法又は計測装置を用いてウエハ或いはレチクルの位置決めを行うようにしたので、露光処理を高速且つ高精度に行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は本発明の一実施形態の露光装置の構成を示す図である。

【図2】図2は図1に示した露光装置のアライメントセンサの構成を示す図である。

【図3A】図3Aは図2に示したアライメントセンサに備わる照明開口絞りを説明するための図である。

【図3B】図3Bは図2に示したアライメントセンサに備わる位相差板を説明するための側面図である。

【図3C】図3Cは図2に示したアライメントセンサに備わる位相差板を説明するための底面図である。

【図4】図4は図1に示した露光装置の主制御系の構成を示す図である。

【図5A】図5Aは図2に示したアライメントセンサの撮像素子で撮像されるウエハマークを示す図である。

【図5B】図5Bは図2に示したアライメントセンサの撮像素子で図5Aに示すウエハマークを撮像した場合の信号波形を示す図である。

【図6】図6はウエハにおけるショット配列、並びにサンプルショット及びアライメントマークの配置を説明するための図である。

【図7】図7は軸方向毎に計測条件を変える計測処理の流れを示す図である。

【図8】図8は軸方向毎に計測条件を変えると同時に、軸方向毎に連続してマークの位置

10

20

30

40

50

を計測する処理の流れを示す図である。

【図9】図9は軸方向毎にベースライン計測をする処理の流れを示す図である。

【図10】図10は計測条件を変更する毎にベースラインを再計測する処理の流れを示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の一実施形態に係る露光装置について、図1～図10を参照して説明する。図1は、本実施形態の露光装置100の概略構成を示す図である。なお、以下の説明においては、図1中に示すようなXYZ直交座標系に基づいて、各構成部及びそれらの位置関係等について説明する。このXYZ直交座標系においては、X軸及びZ軸を紙面に平行に設定し、Y軸を紙面に垂直に設定する。なお、実際の空間においては、XY平面が水平面に平行な面となり、Z軸方向が鉛直方向となる。図1に示す露光装置100において、図示しない照明光学系から出射された露光光ELは、コンデンサレンズ101を介してレチクルRに形成されたパターン領域PAを均一な照度分布で照射する。露光光ELとしては、例えばg線（波長436nm）、i線（波長365nm）、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）或いはF₂レーザ光（波長157nm）等が用いられる。

【0019】

レチクルRは、レチクルステージ103上に載置されている。レチクルステージ103は、モータ102によって投影光学系PLの光軸AXの方向に微動可能で、且つその光軸AXに垂直な面内で二次元移動及び微小回転可能に設置される。レチクルステージ103の端部にはレーザ干渉計104からのレーザビームを反射する移動鏡105が固定されており、レチクルステージ103の二次元的な位置はレーザ干渉計104によって、例えば0.01μm程度の分解能で常時検出されている。

【0020】

レチクルRの上方にはレチクルアライメント系106A及び106B（以下、レチクルアライメント系106と総称する）が配置されている。レチクルアライメント系106は、レチクルRの外周付近に形成された少なくとも2個の十字型のアライメントマークを検出するものである。レチクルアライメント系106からの計測信号に基づいてレチクルステージ103が微動されることにより、レチクルRはパターン領域PAの中心点が投影光学系PLの光軸AXと一致するように位置決めされる。

【0021】

レチクルRのパターン領域PAを透過した露光光ELは、例えば両側（片側でもよい）テレセントリックな投影光学系PLを介してウエハ（基板）W上の各ショット領域に投影される。投影光学系PLは、露光光ELの波長に関して最良に収差補正されており、その波長のもとでレチクルRとウエハWとは互いに共役になっている。なお、投影光学系PLは複数のレンズ等の光学素子を有し、その光学素子の硝材としては露光光ELの波長に応じて石英、蛍石等の光学材料から選択される。

【0022】

ウエハWはウエハホルダ108を介してウエハステージ109上に載置されている。ウエハホルダ108上には、基準板110が設けられている。この基準板110には、ベースライン計測等で使用するウエハフィデューシャルマーク（ウエハ基準マーク）が形成されている。また、基準板110の表面は、ウエハWの表面と同じ高さになるように設定されている。

【0023】

ウエハステージ109は、投影光学系PLの光軸AXに垂直な面内でウエハWを二次元的に位置決めするXYステージ、投影光学系PLの光軸AXに平行な方向（Z方向）にウエハWを位置決めするZステージ、ウエハWを微小回転させるステージ、及びZ軸に対する角度を変化させてXY平面に対するウエハWの傾きを調整するステージ等より構成されている。ウエハステージ109の上面の一端にはL字型の移動ミラー111が取り付けら

10

20

30

40

50

れ、移動ミラー 1 1 1 の鏡面に対向した位置にレーザ干渉計 1 1 2 が配置されている。図 1 では図示を簡略化しているが、移動鏡 1 1 1 は X 軸に垂直な反射面を有する平面鏡及び Y 軸に垂直な反射面を有する平面鏡より構成されている。

【 0 0 2 4 】

また、レーザ干渉計 1 1 2 は、X 軸に沿って移動鏡 1 1 1 にレーザビームを照射する 2 個の X 軸用のレーザ干渉計及び Y 軸に沿って移動鏡 1 1 1 にレーザビームを照射する Y 軸用のレーザ干渉計より構成され、X 軸用の 1 個のレーザ干渉計及び Y 軸用の 1 個のレーザ干渉計により、ウエハステージ 1 0 9 の X 座標及び Y 座標が計測される。また、X 軸用の 2 個のレーザ干渉計の計測値の差により、ウエハステージ 1 0 9 の X Y 平面内における回転角が計測される。

10

【 0 0 2 5 】

ウエハステージ 1 0 9 の二次元的な座標は、レーザ干渉計 1 1 2 によって例えば 0 . 0 1 μm 程度の分解能で常時検出されており、X 軸方向及び Y 軸方向の座標によりウエハステージ 1 0 9 のステージ座標系（静止座標系）(x , y) が定められる。すなわち、レーザ干渉計 1 1 2 により計測されるウエハステージ 1 0 9 の座標値が、ステージ座標系 (x , y) 上の座標値である。

【 0 0 2 6 】

レーザ干渉計 1 1 2 により計測された X 座標、Y 座標、及び回転角を示す位置計測信号 P D S は主制御系 3 0 0 に出力される。主制御系 3 0 0 は、供給された位置計測信号 P D S に基づいて、ウエハステージ 1 0 9 の位置を制御する制御信号を生成し、モータ 1 1 3 へ出力する。また、主制御系 3 0 0 は、図示しない光源から露光光を出射するか否か、及び、露光光を出射する場合の露光光の強度を制御することにより、コンデンサレンズ 1 0 1 及び投影光学系 P L を通過する露光光を制御する。

20

【 0 0 2 7 】

また、露光装置 1 0 0 は、オフ・アクシス方式で F I A (Field Image Alignment) 方式（撮像方式）のアライメント光学系 2 0 0（以下、アライメントセンサ 2 0 0 と称する）を投影光学系 P L の側方に備える。アライメントセンサ 2 0 0 について、図 2 を参照して詳細に説明する。図 2 は、アライメントセンサ 2 0 0 の概略構成を示す図である。

【 0 0 2 8 】

アライメントセンサ 2 0 0 において、ハロゲンランプ等の光源 2 4 1 を発したブロードバンドな照明光（広帯域光）はコンデンサレンズ 2 4 2 及び波長選択機構 2 4 3 を経て照明視野絞り 2 4 4 に入射される。

30

【 0 0 2 9 】

波長選択機構 2 4 3 は、ウエハ W に塗布されたフォトレジストに対して非感光性の波長域の光束であって、検出対象（アライメント対象）のマーク等を検出するのに好適な波長域の光束のみを透過させるための機構である。波長選択機構 2 4 3 は、例えば、各々が互いに異なる波長の光を抽出する複数のフィルタと、この複数のフィルタのうちの何れか 1 つを光源 2 4 1 から発せられた広帯域光の光路上に配置するフィルタ駆動部とを有する。本実施形態において波長選択機構 2 4 3 は、波長 5 3 0 ~ 6 2 0 nm の光束（緑色光）、波長 6 2 0 ~ 7 1 0 nm の光束（橙色光）、波長 7 1 0 ~ 8 0 0 nm の光束（赤色光）及び波長 5 3 0 ~ 8 0 0 nm の光束（白色光）を各々透過させる 4 枚フィルタを具備する。なお、波長の選択に用いられるフィルタは、光源 2 4 1 と共役且つ色ムラの生じにくい位置に配置するのが好ましい。また、フィルタとしては、上記のような所定波長域を透過させるタイプに限られず、所定波長域をカットするタイプのフィルタを用いて、複数の波長カットフィルタの組み合わせで、所望の波長のみを抽出透過させるようにしてもよい。

40

【 0 0 3 0 】

照明視野絞り 2 4 4 の透過部を透過した照明光 D L は、リレーレンズ 2 4 5 を経て照明開口絞り 2 4 6（2 6 3）に入射する。更に、照明光 D L はビームスプリッター 2 4 7 及び対物レンズ 2 4 8 を介して、ウエハ W の位置検出対象のマーク W M を含む領域等の所望の照明領域を照明する。照明視野絞り 2 4 4 は、ウエハ W の表面（ウエハマーク W M）と

50

実質的に共役（結像関係）となっており、照明視野絞り 2 4 4 の透過部の形状、大きさに応じてウエハ W 上での照明領域を制限することができる。

【 0 0 3 1 】

照明開口絞り 2 4 6 (2 6 3) は、ウエハの表面（ウエハマーク WM）に対して対物レンズ 2 4 8 とビームスプリッター 2 4 7 とを介して光学的にフーリエ変換の関係となっている面（照明系瞳面と称する）H 1 に配置される。照明開口絞りとしては、通常の円形の透過部を有する照明開口絞り 2 4 6 と、図 3 A に示すような輪帯状の透過部 2 6 3 a を有する照明開口絞り 2 6 3 とを選択可能な構成となっている。マークに対して通常の照明状態（いわゆる通常照明）を用いてアライメント（マーク）計測を行う場合には、照明開口絞り 2 4 6 を照明光路上に配置するようにし、いわゆる変形照明（又は傾斜照明としての輪帯照明）を用いてマーク計測を行う場合には、照明開口絞り 2 6 3 を照明光路上に配置するようにする。開口絞り 2 4 6 と 2 6 3 のうちの何れを選択するかは、ウエハマーク WM の段差量や微細度、線幅等に応じて決められる。このことは、特開平 8 - 3 0 6 6 0 9 号公報で公知であるので、ここでの詳細な記述は省略する。図 3 A に示すような照明開口絞り 2 6 3 は、後述する位相差板 2 6 4 とともに使用することも可能となっており、これらが使用されることによりアライメントセンサ 2 0 0 を位相差顕微鏡型のセンサとして機能させることができる。この場合、照明開口絞り 2 6 3 の輪帯状の透過部 2 6 3 a は、その像が、後述する位相差板 2 6 4 上で輪帯状の位相差付加部 2 6 4 a 内に入るように設定される。

10

【 0 0 3 2 】

ウエハ W 上のウエハマーク WM を含む照明領域で反射した光束は、対物レンズ 2 4 8 及びビームスプリッター 2 4 7 を介してウエハ W の表面と光学的にフーリエ変換の関係となる面（結像系瞳面と称する）H 2 に配置された円形の開口部を有する結像開口絞り 2 4 9 に入射される。なお、この結像開口絞り 2 4 9 として、特開平 8 - 3 0 6 6 0 9 号公報で公知のような輪帯遮光形状の遮光部を備えた結像開口絞りを結像光路上に挿脱可能に構成し、上述した照明開口絞り 2 6 3 と併用して暗視野検出が行えるようにしてもよい。ウエハマークが低段差マークであれば、暗視野検出とし、高段差マークであれば、この結像絞りを光路外に退避させて明視野検出方式に設定するようにするのが好ましい。

20

【 0 0 3 3 】

また、前述したように、照明開口絞りとして図 3 A に示すような照明開口絞り 2 6 3 を適用する際に、結像開口絞り 2 4 9 に近接して位相差板 2 6 4 を縮像（投光）光路上に挿入配置し、ウエハ W からの反射光束は、結像開口絞り 2 4 9 とともに位相差板 2 6 4 にも入射されることになる。この位相差板 2 6 4 は、図 3 B に側面図を、図 3 C に底面図を各々示すように、円形のガラス基板の底面に輪帯状の位相差付加部 2 6 4 a を被着したものであり、使用される場合には、前述したように、照明開口絞り 2 6 3 の輪帯状の透過部 2 6 3 a の像が、位相差板 2 6 4 上で輪帯状の位相差付加部 2 6 4 a 内に入るように設定される。

30

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、位相差板 2 6 4 は位相差付加部 2 6 4 a を透過する結像光束と、それ以外の部分を透過する結像光束とに、 $+ \pi / 2$ [rad] 又は $- \pi / 2$ [rad] の位相差を与えるように設定される。そのためには、結像光束の波長又は中心波長を λ として、位相差付加部 2 6 4 a に（或いはそれ以外の部分に）屈折率 n 及び厚さ d が、式 $(n - 1) d = \lambda / 4$ を満たす薄膜を形成すればよい。

40

【 0 0 3 5 】

図 3 A に示すような照明開口絞り 2 6 3、及び、図 3 B 及び図 3 C に示すような位相差板 2 6 4 を用いてアライメントセンサ 2 0 0 に位相差顕微鏡型の光学系を適用することにより、極低段差のウエハマーク WM に対しても高コントラストな検出像を得ることができる。なお、図 3 B 及び図 3 C に示した位相差付加部 2 6 4 a には、更に透過光束を減衰させる減光作用を持たせてもよい。すなわち、位相差付加部 2 6 4 a に金属薄膜等の吸光部材を付加してもよい。

50

【 0 0 3 6 】

結像開口絞り 2 4 9 を通過した光束は、結像レンズ 2 5 0 により集光され、ビームスプリッター 2 5 1 を透過して指標板 2 5 2 上にウエハマーク WM の像を結像させる。指標板 2 5 2 上には指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b が形成されている。また、発光ダイオード (LED) 等の光源 2 5 5、コンデンサレンズ 2 5 6、指標照明視野絞り 2 5 7、レンズ 2 5 8 等より指標板照明系が構成され、この指標板照明系からの照明光が、ビームスプリッター 2 5 1 を介して指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b を含む部分領域のみを照明するように設定されている。照明視野絞り 2 4 4 の透過部の形状はこれら指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b を含む部分領域を照明せず遮光するように設定されている。このため、ウエハマーク WM の像が指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b に重畳して形成されることはない。

10

【 0 0 3 7 】

指標板 2 5 2 上に形成されるウエハマーク WM の像、及び指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b からの光束は、各々リレーレンズ 2 5 3 によって CCD 等の撮像素子 2 5 4 上に集光される。その結果、撮像素子 2 5 4 の撮像面にウエハマーク WM の像、及び、指標マーク 2 5 2 a 及び 2 5 2 b の像が結像される。そして、撮像素子 2 5 4 からの撮像信号 SV は、主制御系 3 0 0 へ出力され、主制御系 3 0 0 においてマークの位置情報が算出される。

【 0 0 3 8 】

次に、主制御系 3 0 0 の構成について説明する。図 4 は、主制御系 3 0 0 の内部構成及びこれと関連する構成部分を示すブロック図である。なお、図 4 においては、図 1 に示した構成部と同一の構成部には同一の符号付す。図 4 に示すように、主制御系 3 0 0 は、F I A 演算ユニット 3 0 1、波形データ記憶装置 3 0 2、アライメントデータ記憶部 3 0 3、演算ユニット 3 0 4、記憶部 3 0 5、ショットマップデータ部 3 0 6、システムコントローラ 3 0 7、ウエハステージコントローラ 3 0 8、レチクルステージコントローラ 3 0 9、メインフォーカス系 3 2 0 及びアライメントフォーカス系 3 3 0 を有する。

20

【 0 0 3 9 】

波形データ記憶装置 3 0 2 は、アライメントセンサ 2 0 0 で検出され F I A 演算ユニット 3 0 1 を介して供給される撮像信号 (波形データ) SV、及び、メインフォーカス系 3 2 0 及びアライメントフォーカス系 3 3 0 からの出力信号を記憶する回路である。波形データ記憶装置 3 0 2 には、ウエハ W 上に設けられた種々のアライメントマーク、及び、ウエハホルダ 1 0 8 上に設けられた基準板 1 1 0 に形成されたウエハフィジューシャルマーク W F M の信号波形が記憶される。なお、後述するウエハ W (図 6) においては、各ショット領域に付随して次元の X マークと Y マークとが別個に形成されている。このような場合、X マーク及び Y マークの波形データが各々別個に、波形データ記憶装置 3 0 2 に記憶される。なお、マーク形状としては、この形状に限られるものではなく、二次元同時計測可能なマークであってもよい。

30

【 0 0 4 0 】

F I A 演算ユニット 3 0 1 は、必要に応じて波形データ記憶装置 3 0 2 から波形データを読み出し、各マーク (波形データ) の位置情報、すなわちステージ座標系 (x、y) での座標位置を求め、求めた位置情報をアライメントデータ記憶部 3 0 3 に出力する。F I A 演算ユニット 3 0 1 は、システムコントローラ 3 0 7 から指定される所定の信号処理アルゴリズムに従って、波形データの生成、或いは、波形データからの座標位置の検出の処理等を行う。

40

【 0 0 4 1 】

F I A 演算ユニット 3 0 1 におけるマークの位置検出処理の一例について図 5 を参照して説明する。図 5 A は、アライメントセンサ 2 0 0 の撮像素子 2 5 4 (図 2 参照) で撮像される X 軸方向の位置検出用のマーク M x 1 を示し、図 5 B は、得られる撮像信号の波形を示す。撮像素子 2 5 4 の撮像視野 V S A 内には、図 5 A に示すように、複数本の直線状パターンからなるマーク M x 1 と、これを挟むように指標板 2 5 2 (図 2 参照) 上に形成された指標マーク F M 1、F M 2 とが配置されている。撮像素子 2 5 4 は、それらマーク M x 1 及び指標マーク F M 1、F M 2 の像を水平走査線 V L に沿って電氣的に走査する。

50

この際、1本の走査線だけではSN比の点で不利なので、撮像視野VSAに収まる複数本の水平走査線によって得られる撮像信号のレベルを、水平方向の各画素毎に加算平均することが望ましい。その結果、図5Bに示すような、両側に指標マークFM1, FM2のそれぞれに対応した凹部がある撮像信号が得られ、この撮像信号が、FIA演算ユニット301を介して波形データ記憶装置302に格納される。

【0042】

FIA演算ユニット301は、この撮像信号の凹部をスライスレベルSL2で検出し、両方の凹部の画素上の中心位置を求める。そして、それら2個の中心位置の中心として、指標マークFM1, FM2を基準とした時の基準位置 x_0 を求める。なお、指標マークFM1, FM2の各中心位置を求める代わりに、指標マークFM1の右エッジの位置と指標

10

【0043】

また、図5Bに示すように、撮像信号の内のマークMx1に対応する部分の波形は、各直線状パターンの左エッジ及び右エッジに対応した位置で凹部となっている。FIA演算ユニット301は、その撮像信号のマークMx1に対応した凹部をスライスレベルSL1で検出し、各直線状パターンの中心位置を求めた後、各中心位置を平均化してマークMx1の計測位置 x_c を算出する。そして、先に求めた基準位置 x_0 とマークMx1の計測位置 x_c との差 $x (= x_0 - x_c)$ を算出する。そして、図5Aの撮像領域VSA内にウエハマークMx1が位置決めされた時のウエハステージ109の座標位置に、算出した差

20

x を加算して得た値を、マーク位置情報としてアライメントデータ記憶部303に供給する。

【0044】

このような処理を行うFIA演算ユニット301において、選択可能な信号処理条件(アライメント計測条件)としては、波形解析アルゴリズム、スライスレベルSL1及び図5Bの処理ゲート幅GX(画素上での幅GXの中心位置とその幅)等がある。更に、波形解析アルゴリズムとしては、例えば特開平4-65603号公報に開示されているような、各直線状パターンの中心位置を求めるに際して、図5Bに示すように、直線状パターンの左エッジ及び右エッジに対応したスロープ部BS_{1L}, BS_{2L}、及びBS_{1R}, BS_{2R}のうち、(1)外スロープ部BS_{1L}, BS_{2R}のみを用いるモード、(2)内スロープ部BS_{1R}, BS_{2L}のみを用いるモード、(3)外スロープ部BS_{1L}, BS_{2R}

30

及び内スロープ部BS_{1R}, BS_{2L}を用いるモードがある。

【0045】

アライメントデータ記憶部303は、FIA演算ユニット301で検出された各マークの位置情報を記憶する。また、システムコントローラ107を介してレチクルアライメント系106より入力されるウエハフィデューシャルマークWFMをレチクルアライメント系106で観察した場合の座標位置(投影光学系PLの座標系における位置情報)を記憶する。アライメントデータ記憶部303に記憶される各座標位置は、演算ユニット304に供給されて、EGA処理やベースライン計測処理等に供される。

【0046】

また、アライメントデータ記憶部303に記憶された位置情報は、必要に応じてシステムコントローラ307に直接供給される。例えば、ラフ計測の結果に基づいてウエハWの位置合わせを行った後にファイン計測を行う多段階処理の場合や、ウエハWに形成されたマークがX軸方向の位置情報を計測するマークとY軸方向の位置情報を計測するマークとが別個に形成されている場合に、X軸方向の位置情報を計測するためのマークを計測した結果に基づいてウエハWを移動させてY軸方向の位置情報を計測するためのマークを計測する場合等に、アライメントデータ記憶部303に記憶された位置情報がシステムコントローラ307へ直接供給される。

40

【0047】

ショットマップデータ記憶部306には、ウエハW上の各ショット領域に属するマークのウエハW上の座標系(x, y)での設計上の配列座標値が記憶される。これら設計上の

50

配列座標値は、演算ユニット 304 及びシステムコントローラ 307 に供給される。

【0048】

演算ユニット 304 は、E G A パラメータの検出を行う。すなわち、計測された座標値及び設計上の座標値に基づいて、最小自乗法によりウエハ W 上の座標系 (x, y) での設計上の配列座標値からステージ座標系 (x, y) での計算上の配列座標値を求めるための変換パラメータを求め、これらの変換パラメータを記憶部 305 に記憶する。

【0049】

また、演算ユニット 304 は、アライメントデータ記憶部 303 に記憶されているアライメントセンサ 200 により計測したウエハフィデューシャルマーク W F M の位置座標と、レチクルアライメント系 106 により投影光学系 P L を介して計測したウエハフィデューシャルマーク W F M の位置座標との距離を検出することにより、アライメントセンサ 200 の光軸と投影光学系 P L の光軸 A X との間の距離、すなわちベースライン量を算出する。本実施形態において、ベースライン量は、マーク計測時に設定される (使用される) アライメント計測条件毎に各々別個に計測する。また、検出したベースライン量は、設定されたアライメント計測条件に対応させて各々記憶部 305 に記憶される。

【0050】

システムコントローラ 307 は、記憶部 305 に記憶されている演算ユニット 304 により求められた E G A パラメータを用いてウエハ W 上の座標系 (x, y) での設計上の配列座標値からステージ座標系 (x, y) での計算上の配列座標値を求める。そして、システムコントローラ 307 は、ウエハステージコントローラ 308 を介してレーザ干渉計 112 の計測値をモニタしつつ、モータ 113 を介してウエハステージ 109 を駆動し、ウエハ W 上の各ショット領域の位置決め及び各ショット領域への露光を行う。

【0051】

また、システムコントローラ 307 は、レチクルステージコントローラ 309 を介してレーザ干渉計 104 の計測値をモニタしつつ、モータ 102 を介してレチクルステージ 103 を駆動して、レチクル R の位置調整を行う。

【0052】

次に、このような構成の露光装置 100 における本発明に係る処理について説明する。露光装置 100 は、ウエハステージ 109 上 (ウエハホルダ 108 上) にセットされたウエハ W 及びウエハ W 上に規定される複数のショット領域の位置を高精度に検出し、これを所望の位置に高精度に位置合わせ (アライメント) し、各ショット領域にレチクル R に形成されたパターンの像を投影露光する。ここでは、このアライメント処理の際のウエハ W 上に形成されたマークの位置を計測する処理、及び、これに関係してベースライン量を検出する処理について、第 1 ~ 第 4 の具体的な処理例を挙げて説明する。なお、以下に説明する何れの処理も、露光装置 100 の主制御系 300 が、主制御系 300 に設定された制御プログラムに従って動作し、これにより露光装置 100 の各部を制御することにより実現されるものである。

【0053】

まず、露光装置 100 で露光を行うウエハ W のショット領域の配列、及び、ウエハ W に形成されるアライメントマークについて図 6 を参照して説明する。図 6 は、ウエハ W 上のショット領域の配列、及び、サンプルショット及びアライメントマークの配置を示す図である。図 6 に示すように、ウエハ W 上には、ウエハ W 上に設定された座標系 (x, y) に沿って規則的にショット領域 E S 1, E S 2 . . . E S N が規定されている。各ショット領域 E S i (i = 1 ~ N) には、それまでの工程により形成されたパターンの層が積層されている。また、各ショット領域 E S i は、x 方向及び y 方向に所定幅のストリートラインで区切られている。

【0054】

このウエハ W においては、各ショット領域 E S i の X 軸方向の位置を計測するためのマーク (X マーク) と、Y 軸方向の位置を計測するためのマーク (Y マーク) とが分離されて形成されている。すなわち、x 方向に伸びたストリートラインの各ショット領域 E S i

に接する範囲に、X軸方向のアライメントを行うためのXマーク $M \times i$ が形成され、y方向に伸びたストリートラインの各ショット領域 $E S i$ に接する範囲に、Y軸方向のアライメントを行うためのYマーク $M y i$ が形成されている。なお、本実施形態において各マーク $M \times i$ 及び $M y i$ は、図5に示したように、それぞれx方向及びy方向に所定ピッチで複数本の直線パターンを並べたマークである。

【0055】

また、ウエハWにおいて、XマークとYマークとでは、アライメントセンサ200によりマークを計測する際の計測条件が異なるものとする。このような状態は種々の要因で起こり得るが、本実施形態では、例えば特許2591746号公報や特開平7-249558号公報等に示されているように、次層を重ね合わせ露光するために、ウエハ上に形成された複数の層(マルチレイヤー)にまたがってアライメントをする必要がある際であって、例えば、Y方向のアライメントは、直前のレイヤーに対して(基準として)なされ、X方向のアライメントは直々前のレイヤーに対して(基準として)なされるという状況下を一例として想定するものとする。より具体的には、Y方向の位置合わせは、ウエハWの既に形成されているパターンの層の中で最表層に形成されたパターン(マーク)に対してなされるものとし、X方向の位置合わせは、最表層の下層に形成されたパターン(マーク)に対してなされるものとする。従って、アライメント計測時にXマークを観察する時には、ウエハWの上面からYマークが形成されている最表層を介して、その最表層の下層に形成されているXマークを観察することとなる。そのため、Xマークを適切に計測するためのアライメント計測条件(照明条件、光学条件、信号処理アルゴリズム等)は、Yマークを適切に計測するためのアライメント計測条件とは異なる。

【0056】

なお、図6において斜線が付されているショット領域 $S A 1 \sim S A 4$ は、ウエハWに対してEGAを適用する場合のサンプルショットを示すものであり、後述する各処理例の説明の際に参照する。

【0057】

以下、このようなウエハWを処理対象とする露光装置100における本発明に係る処理について、第1～第4の具体的な処理例を例示して説明する。

【0058】

[第1の処理例]

露光装置100の第1の処理例として、前述したようなウエハWの各ショット領域の位置を、EGA方式により検出する処理について図7を参照して説明する。そのために、まず、ウエハWのショット領域 $E S 1 \sim E S N$ の中から、所定の複数個(3個以上)のショット領域をサンプルショットとして選択し、各サンプルショットのステージ座標系(x, y)上での座標位置を計測する。本実施形態においては、例えば図6において斜線を施す4個のショット領域 $S A 1 \sim S A 4$ を選択する。そして、これらのサンプルショット $S A 1 \sim S A 4$ に各々接して形成されているXマーク $M \times 1 \sim M \times 4$ 及び $M y 1 \sim M y 4$ の位置を計測することにより、各サンプルショット $S A 1 \sim S A 4$ の位置を計測する。

【0059】

本第1の処理例の特徴は、順次ショット毎にマーク(Xマーク、Yマーク)を計測していくものであって、各ショットの計測毎(各マークの計測毎)に計測条件の切り換えを行う点にある。まず、主制御系300のシステムコントローラ307は、ショットマップデータ部306に記憶されているショットマップに基づいて、ウエハステージコントローラ308を介してウエハステージ109を移動させ、サンプルショット $S A 1$ に対して設けられたY軸方向の位置計測用のYマーク $M y 1$ を、アライメントセンサ200の計測視野内に配置させる。また、システムコントローラ307は、Yマーク $M y 1$ を観察し、撮像し、更にその位置を計測するのに最適なアライメント計測条件(第1条件)になるように、アライメントセンサ200及び主制御系300内の各部の設定を制御する(ステップS111)。具体的には、例えば、Yマーク $M y 1$ は、前述したように、ウエハWに形成されているパターン層の最表層に形成されたマークなので、これを観察するのに特段の観察

光（照明光）の波長を限定する必要はなく、広帯域の白色光で観察すればよい。従って、システムコントローラ 307 は、アライメントセンサ 200 の波長選択機構 243 において、波長 530 ~ 800 nm の光束（白色光）を透過させるフィルタが選択されるように、波長選択機構 243 を制御する。

【0060】

主制御系 300（システムコントローラ 307）は、上述したアライメント光の波長以外のアライメント計測条件として、照明視野絞り 244、照明開口絞り 246、結像開口絞り 249 及び指標照明視野絞り 257 を制御して、アライメントセンサ 200 の光学系の開口数 $N.A.$ 、及び照明光量（光源 241 や 255）等を制御する。また、主制御系 300（システムコントローラ 307）は、その他にも必要に応じて（アライメント計測条件（第 1 条件）の 1 つとして）、リレーレンズ 245 の後段に配置される照明開口絞りを、通常の円形の透過部を有する照明開口絞り 246 と図 3A に示すような輪帯状の透過部 263a を有する照明開口絞り 263 との間で切り換え配置したり（照明条件の変更）、既述したように結像開口絞りとして絞り 249 の代わりに、輪帯状の遮光部（マークからの 0 次回折光をカットする遮光部）を持つ絞り（不図示）を挿脱して暗視野 / 明視野検出方式を切り換えたり、或いは、結像開口絞り 249 の後段の結像開口絞り 249 に近接した位置に位相差板 264 を挿入配置して、アライメントセンサ 200 を位相差顕微鏡型のセンサとして機能させるように制御する。

10

【0061】

更に、システムコントローラ 307 は、主制御系 300 の FIA 演算ユニット 301 で使用する信号処理アルゴリズム（アライメント計測条件の 1 つ）として、Y マーク My 1 の計測に最適なアルゴリズムが選択されるように、FIA 演算ユニット 301 を制御する。

20

【0062】

計測対象の Y マーク My 1 が計測視野内に配置され、アライメント計測条件が Y マーク My 1 の計測に最適な条件（第 1 条件）に設定されると、Y マーク My 1 の計測を行う（ステップ S112）。すなわち、計測対象となっているマーク My 1 を含む被検知領域に、光源 241 から出射された照明光を照射し、被検知領域からの反射光を撮像素子 254 で撮像信号に変換する。撮像された Y マーク My 1 の撮像信号は、アライメントセンサ 200 から主制御系 300 に転送され、主制御系 300 の波形データ記憶装置 302 に記憶される。

30

【0063】

波形データが波形データ記憶装置 302 に記憶されたら、FIA 演算ユニット 301 がこれを読み出し、ステップ S111 で設定された信号処理条件に従って、すなわち、選択された所定のアルゴリズム、演算処理及びスライスレベル等を用いて信号処理を行い、撮像した画像よりマークを検出し、その位置を求める。撮像信号より Y マーク My 1 が検出されたら、その位置座標がアライメントデータ記憶部 303 に記憶され、第 1 のサンプルショット領域 SA1 に対する Y マーク My 1 の座標（Y 座標）の計測が終了する。

【0064】

第 1 のサンプルショット領域 SA1 に対する Y マーク My 1 の座標計測が終了したら、次に、第 1 のサンプルショット領域 SA1 に対する X マーク Mx 1 の座標計測を行う。まず、主制御系 300 のシステムコントローラ 307 は、ショットマップデータ部 306 に記憶されているショットマップに基づいて、現在計測対象となっていた Y マーク My 1 の座標と次に計測対象となる X マーク Mx 1 の座標との設計値上の相対値と、現在計測を行った Y マーク My 1 の位置情報とに基づいて、ウエハステージコントローラ 308 を介してウエハステージ 109 を移動させ、サンプルショット SA1 に対して設けられた X 軸方向の位置計測用の X マーク Mx 1 を、アライメントセンサ 200 の計測視野内に配置させる。

40

【0065】

また、システムコントローラ 307 は、X マーク Mx 1 を観察し、撮像し、更にその位

50

置を計測するのに適したアライメント計測条件（前記第1条件とは異なる第2条件とする）となるように、アライメントセンサ200及び主制御系300内の各部の設定を制御する（ステップS113）。具体的には、例えば、XマークM×1は、前述したように、ウエハWに形成されているパターン層の最表層から一層下の層に形成されたマークなので、これを適切に観察する観察光としては、最表層を構成している物質に対して透過率の高い観察光（照明光）を使用することが好ましい。例えば、そのような観察光が赤色域の光であったとすると、システムコントローラ307は、アライメントセンサ200の波長選択機構243において、波長710～800nmの光束（赤色光）を透過させるフィルタが選択されるように、波長選択機構243を制御する。

【0066】

更に、YマークMy1の撮像の場合で既述したのと同様に、主制御系300（システムコントローラ307）は、XマークM×1の計測に最適な計測条件となるように、光源241及び255や、各絞り244、246、249及び257の制御、照明開口絞りの選択、位相差板の配置、主制御系300のFIA演算ユニット301における信号処理条件等をアライメント計測条件（第2条件）の1つとしてそれぞれ必要に応じて設定制御する。

【0067】

計測対象のXマークM×1が計測視野内に配置され、計測条件がXマークM×1の計測に最適な条件に設定されると、XマークM×1の計測を行う（ステップS114）。すなわち、計測対象となっているXマークM×1を含む被検知領域に、光源241から出射された赤色照明光を照射し、被検知領域からの反射光を撮像素子254で撮像信号に変換する。撮像されたXマークM×1の撮像信号は、アライメントセンサ200から主制御系300に転送され、主制御系300の波形データ記憶装置302に記憶される。

【0068】

波形データが波形データ記憶装置302に記憶されたら、FIA演算ユニット301がこれを読み出し、ステップS113で設定された信号処理条件に従って、すなわち、選択された所定のアルゴリズム、演算処理及びスライスレベル等を用いて信号処理を行い、撮像した画像よりマークを検出する。撮像信号よりXマークM×1が検出されたら、その位置座標がアライメントデータ記憶部303に記憶され、この第1のマークのX座標の計測が終了する。

【0069】

第1のサンプルショットに対するYマークMy1及びXマークM×1の計測が終了したら、同様にして、第2～第4のサンプルショットに対するYマーク及びXマークの位置計測を行う。すなわち、例えばアライメント計測条件の1つとしての照明光の波長域を広帯域白色光（ブロードバンド照明）に切り換える等してYマークの計測に適切な計測条件（第1条件）に設定し（ステップS121）、第2のサンプルショットSA2に対するYマークMy2の位置計測を行う（ステップS122）。次に、例えばアライメント計測条件の1つとしての照明光の波長域を赤色光（赤色照明）に切り換える等してXマークの計測に適切な計測条件（第2条件）に設定し（ステップS123）、第2のサンプルショットSA2に対するXマークM×2の位置計測を行う（ステップS124）。

【0070】

更に、第3及び第4のサンプルショットSA3及びSA4に対しても同様に、例えばアライメント計測条件の1つとしての照明光の波長域を広帯域白色光（ブロードバンド照明）に切り換える等してYマークの計測に適切な計測条件（第1条件）に設定し（ステップS131及びS141）、第3及び第4のサンプルショットSA3及びSA4に対するYマークMy3及びMy4の位置計測を行う（ステップS132及びS142）。次に、例えばアライメント計測条件の1つとしての照明光の波長域を赤色光（赤色照明）に切り換える等してXマークの計測に適切な計測条件（第2条件）に設定し（ステップS133及びS143）、第3及び第4のサンプルショットSA3及びSA4に対するXマークM×3及びM×4の位置計測を行う（ステップS134及びS144）。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

以上の処理を繰り返し、ウエハW上に設定されたサンプルショットSA1～SA4に対する各マークMx1, My1, Mx2, My2, Mx3, My3, Mx4, My4を順に計測することで、アライメントマークの位置計測は終了する。計測された座標値は、主制御系300のアライメントデータ記憶部303を介して演算ユニット304に供給される。演算ユニット304は、マークの設計上の座標値及び計測された座標値より、予め設定した所定のEGA計算式を満足するパラメータを、例えば最小自乗法を用いて求める。そして、演算ユニット304は、求めたパラメータ及び各ショット領域ESiの設計上の配列座標値をEGA計算式に適用して、各ショット領域ESiの計算上の配列座標値を求める。

10

【 0 0 7 2 】

その後、求めた配列座標値に基づいて露光処理が行われる。露光処理を行うにあたって、アライメントセンサ200の計測中心と、投影光学系PLの露光フィールド内の基準点との間隔であるベースライン量はそれぞれ予め求められている。そこで、システムコントローラ307は、演算ユニット304で算出された配列座標にベースライン量の補正を行って得られた計算上の座標値に基づいて、順次各ショット領域ESiの位置決めを行って、レチクルRのパターン像を露光する。

【 0 0 7 3 】

このように、本処理例によれば、計測するレイヤー毎に（換言すれば、Xマーク及びYマーク毎に、更に換言すればX軸方向の計測とY軸方向の計測において）計測条件を切り換えるようにし、各計測対象のマークに対して最適な条件で計測ができるようにしている。従って、各マークを適切に撮像し、適切にその位置を計測しており、高精度に位置を計測することができ、高精度なアライメントが行える。

20

【 0 0 7 4 】

[第2の処理例]

露光装置100の第2の処理例として、前述した第1の処理例と同じくウエハWの各ショット領域の位置をEGA方式により検出する処理であって、各ショット領域に対するアライメントマークの位置を、レイヤー毎又はマークの種類毎（X軸方向及びY軸方向の各アライメントマーク毎）に連続して検出する方法について説明する。処理対象のウエハW、ショット領域の配列、選択されるサンプルショット及び位置検出するマークは、何れも前述した第1の処理例と同じである。

30

【 0 0 7 5 】

図8は、第2の処理例として示すマークの位置計測方法による処理の流れを示すフローチャートである。まず、主制御系300のシステムコントローラ307は、4つのサンプルショットSA1～SA4に対するY軸方向のアライメントマーク（Yマーク）My1～My4の位置計測が最も好ましい計測条件下で行えるように、アライメントセンサ200及び主制御系300で使用するアライメント計測条件（第1条件）を決定し、設定する（ステップS211）。

【 0 0 7 6 】

選択（切り換え）設定されるアライメント計測条件としては、例えば、照明光の光源241及び指標板照明光の光源255の発光量がある。また、照明視野絞り244、照明開口絞り246、結像開口絞り249（或いは既述した輪帯遮光部を備えた結像開口絞り）及び指標照明視野絞り257の絞り状態がある。これらを制御することにより、照明条件（通常照明/変形照明）や暗視野/明視野検出方式や、光学系の開口数N.A.、及び照明光量等を設定制御することができる。また、波長選択機構243において使用するフィルタを制御することにより、照明光（計測光）の波長を選択することができる。また、他のアライメント計測条件として、照明開口絞りを、通常の円形の透過部を有する照明開口絞り246から図3Aに示すような輪帯状の透過部263aを有する照明開口絞り263に変更し、更に、結像開口絞り249の後段の結像開口絞り249に近接した位置に位相差板264を配置することにより、アライメントセンサ200を位相差顕微鏡型のセン

40

50

サとして機能させるように制御することもできる。

【 0 0 7 7 】

また、アライメント計測条件として信号処理条件も含まれるものであり、主制御系 3 0 0 の F I A 演算ユニット 3 0 1 で使用する波形解析（波形処理）アルゴリズムや演算ユニット 3 0 4 で使用する E G A 計算モデル等の信号処理アルゴリズムの選択、選択した各信号処理アルゴリズムで使用する種々のパラメータの選択等がある。

【 0 0 7 8 】

本処理例においては、アライメント計測条件（第 1 条件の中の一例）として、例えばアライメントセンサ 2 0 0 における照明光の波長の最適化を行うものとする。処理対象のウエハ W に形成される Y マーク M y 1 ~ M y 4 は、前述したように、ウエハ W に積層されているパターン層（レイヤー）の最表層に形成されたマークであり、これを観察するのに特段の観察光（照明光）の波長を限定する必要はなく、広帯域の白色光で観察すればよい。従って、システムコントローラ 3 0 7 は、アライメントセンサ 2 0 0 の波長選択機構 2 4 3 において波長 5 3 0 ~ 8 0 0 n m の光束（白色光）を透過させるフィルタが選択されるように、波長選択機構 2 4 3 の設定（制御）を行う。

10

【 0 0 7 9 】

計測条件を設定したら、第 1 ~ 第 4 のサンプルショット S A 1 ~ S A 4 の Y マーク M y 1 ~ M y 4 の位置計測（Y 軸方向の位置計測）を、順次連続して行う（ステップ S 2 1 2 ~ S 2 1 5）。

【 0 0 8 0 】

まず主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて、ウエハステージコントローラ 3 0 8 を介してウエハステージ 1 0 9 を移動させ、サンプルショット S A 1 に対して設けられた Y 軸方向の位置計測用の Y マーク M y 1 を、アライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させる。そして、Y マーク M y 1 が計測視野内に配置されたら、主制御系 3 0 0 がアライメントセンサ 2 0 0 の計測条件を制御しつつ、最適な計測条件で Y マーク M y 1 の撮像を行い、その位置計測を行う（ステップ S 2 1 2）。

20

【 0 0 8 1 】

すなわち、Y マーク M y 1 を含む被検知領域に、光源 2 4 1 から出射され波長選択機構 2 4 3 及び照明視野絞り 2 4 4 等を通じた照明光を照射する。そして、被検知領域からの反射光を、結像開口絞り 2 4 9 及び指標板 2 5 2 等を介して撮像素子 2 5 4 で受光し、光電変換により撮像信号を生成する。得られた Y マーク M y 1 の撮像信号は、アライメントセンサ 2 0 0 から主制御系 3 0 0 に転送され、主制御系 3 0 0 の波形データ記憶装置 3 0 2 に記憶される。

30

【 0 0 8 2 】

波形データ記憶装置 3 0 2 に記憶された撮像信号は、F I A 演算ユニット 3 0 1 により読み出され、ステップ S 2 1 1 で設定された信号処理条件に従って、すなわち設定された処理アルゴリズム及びパラメータに従って信号処理される。その結果、撮像信号より Y マーク M y 1 が抽出され、その位置が検出される。検出された Y マーク M y 1 の位置情報（座標値）は、アライメントデータ記憶部 3 0 3 に記憶される。これにより、第 1 のサンプルショット S A 1 の Y マーク M y 1 の位置計測の処理が終了する。

40

【 0 0 8 3 】

第 1 のサンプルショット S A 1 の Y マーク M y 1 の位置計測が終了したら、次に、第 2 のサンプルショット S A 2 の Y マーク M y 2 の位置計測を行う（ステップ S 2 1 3）。主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて、現在計測対象となっていた第 1 のサンプルショット S A 1 の Y マーク M y 1 の座標と、次に計測対象となる第 2 のサンプルショット S A 2 の Y マーク M y 2 の座標との設計値上の相対値と、現在計測を行った第 1 のサンプルショット S A 1 の Y マーク M y 1 の位置情報とに基づいて、ウエハステージコントローラ 3 0 8 を介してウエハステージ 1 0 9 を移動させ、第 2 のサンプルショット S A 2 の Y マーク M

50

y 2 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させる。

【 0 0 8 4 】

そして、Y マーク M y 2 が計測視野内に配置されたら、主制御系 3 0 0 がアライメントセンサ 2 0 0 の計測条件を制御しつつ、前述した第 1 のサンプルショット S A 1 の Y マーク M y 1 の計測処理と同様の処理により、最適な計測条件での Y マーク M y 2 の撮像及びその位置計測を行う。この時、直前の計測対象のマークは、今回の計測対象のマークと同じ Y 軸方向のアライメントを行うための Y マークなので、同一の計測条件を適用して計測を行うことができる。すなわち、計測条件を変更することなく、Y マーク M y 1 の次に直ちに Y マーク M y 2 の計測を行うことができる。

【 0 0 8 5 】

同様に、第 2 のサンプルショット S A 2 の Y マーク M y 2 の位置計測が終了したら、主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて第 3 のサンプルショット S A 3 の Y マーク M y 3 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させ、第 3 のサンプルショット S A 3 の Y マーク M y 3 の位置計測を行う（ステップ S 2 1 4）。更に、第 3 のサンプルショット S A 3 の Y マーク M y 3 の位置計測が終了したら、第 4 のサンプルショット S A 4 の Y マーク M y 4 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させ、第 4 のサンプルショット S A 4 の Y マーク M y 4 の位置計測を行う（ステップ S 2 1 5）。

【 0 0 8 6 】

第 1 ～ 第 4 のサンプルショット S A 1 ～ S A 4 の各 Y マーク M y 1 ～ M y 4 の位置計測が終了したら、次に、第 1 ～ 第 4 のサンプルショット S A 1 ～ S A 4 の各 X マーク M x 1 ～ M x 4 の位置計測を行う。そのために、主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、X マーク M x 1 ～ M x 4 の位置計測が最適な計測条件の下で行えるように、最適なアライメント計測条件（第 2 条件）を決定し設定する（ステップ S 2 2 1）。

【 0 0 8 7 】

本処理例においては、Y マーク M y 1 ～ M y 4 の位置計測時と同様に、計測条件として（第 2 条件の一例として）、アライメントセンサ 2 0 0 における照明光の波長の最適化を行うものとする。処理対象のウエハ W に形成される X マーク M x 1 ～ M x 4 は、前述したように、ウエハ W に積層されているパターン層（レイヤー）の最表層の 1 つ下の層に形成されたマークであり、これを適切に観察するためには、最表層を構成している物質に対して透過率の高い観察光（照明光）を使用することが好ましい。ここでは、そのような観察光は例えば赤色域の光であったとする。その場合、システムコントローラ 3 0 7 は、アライメントセンサ 2 0 0 の波長選択機構 2 4 3 において、波長 7 1 0 ～ 8 0 0 nm の光束（赤色光）を透過させるフィルタが選択されるように、波長選択機構 2 4 3 の設定（制御）を行う。

【 0 0 8 8 】

計測条件を設定したら、第 1 ～ 第 4 のサンプルショット S A 1 ～ S A 4 の X マーク M x 1 ～ M x 4 の位置計測（X 軸方向の位置計測）を、順次連続して行う（ステップ S 2 2 2 ～ S 2 2 5）。

【 0 0 8 9 】

Y マーク M y 1 の計測時と同様に、主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて、ウエハステージコントローラ 3 0 8 を介してウエハステージ 1 0 9 を移動させ、サンプルショット S A 1 に対して設けられた X 軸方向の位置計測用の X マーク M x 1 を、アライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させる。そして、主制御系 3 0 0 がアライメントセンサ 2 0 0 の計測条件を制御しつつ、最適な計測条件で X マーク M x 1 の撮像を行い、その位置計測を行う（ステップ S 2 2 2）。

【 0 0 9 0 】

すなわち、Y マーク M y 1 を含む被検知領域に、光源 2 4 1 から出射され、波長選択機構 2 4 3 の赤色域フィルタを通過した赤色照明光を照射する。そして、被検知領域からの

10

20

30

40

50

反射光を、結像開口絞り 2 4 9 及び指標板 2 5 2 等を介して撮像素子 2 5 4 で受光し、光電変換により撮像信号を生成する。得られた X マーク M x 1 の撮像信号は、アライメントセンサ 2 0 0 から主制御系 3 0 0 に転送され、主制御系 3 0 0 の波形データ記憶装置 3 0 2 に記憶される。

【 0 0 9 1 】

波形データ記憶装置 3 0 2 に記憶された撮像信号は、F I A 演算ユニット 3 0 1 により読み出され、ステップ S 2 2 1 で設定された信号処理条件に従って、すなわち設定された処理アルゴリズム及びパラメータに従って信号処理される。その結果、撮像信号より X マーク M x 1 が抽出され、その位置が検出される。検出された X マーク M x 1 の位置情報 (座標値) は、アライメントデータ記憶部 3 0 3 に記憶される。これにより、第 1 のサンプルショット S A 1 の X マーク M x 1 の位置計測の処理が終了する。

10

【 0 0 9 2 】

第 1 のサンプルショット S A 1 の X マーク M x 1 の位置計測が終了したら、次に、第 2 のサンプルショット S A 2 の X マーク M x 2 の位置計測を行う (ステップ S 2 2 3)。主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて、現在計測対象となっていた第 1 のサンプルショット S A 1 の X マーク M x 1 の座標と、次に計測対象となる第 2 のサンプルショット S A 2 の X マーク M x 2 の座標との設計値上の相対値と、現在計測を行った第 1 のサンプルショット S A 1 の X マーク M x 1 の位置情報とに基づいて、ウエハステージコントローラ 3 0 8 を介してウエハステージ 1 0 9 を移動させ、第 2 のサンプルショット S A 2 の X マーク M x 2 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させる。

20

【 0 0 9 3 】

そして、X マーク M x 2 が計測視野内に配置されたら、主制御系 3 0 0 がアライメントセンサ 2 0 0 の計測条件を制御しつつ、前述した第 1 のサンプルショット S A 1 の X マーク M x 1 の計測処理と同様の処理により、最適な計測条件での X マーク M x 2 の撮像及びその位置計測を行う。この時、直前の計測対象のマークは、今回の計測対象のマークと同じ X 軸方向のアライメントを行うための X マークなので、同一の計測条件を適用して計測を行うことができる。すなわち、計測条件を変更することなく、X マーク M x 1 の次に直ちに X マーク M x 2 の計測を行うことができる。

【 0 0 9 4 】

同様に、第 2 のサンプルショット S A 2 の X マーク M x 2 の位置計測が終了したら、主制御系 3 0 0 のシステムコントローラ 3 0 7 は、ショットマップデータ部 3 0 6 に記憶されているショットマップに基づいて第 3 のサンプルショット S A 3 の X マーク M x 3 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させ、第 3 のサンプルショット S A 3 の X マーク M x 3 の位置計測を行う (ステップ S 2 2 4)。更に、第 3 のサンプルショット S A 3 の X マーク M x 3 の位置計測が終了したら、第 4 のサンプルショット S A 4 の X マーク M x 4 をアライメントセンサ 2 0 0 の計測視野内に配置させ、第 4 のサンプルショット S A 4 の X マーク M x 4 の位置計測を行う (ステップ S 2 2 5)。

30

【 0 0 9 5 】

以上の処理により、ウエハ W 上に設定されたサンプルショット S A 1 ~ S A 4 に対する各マーク M y 1 ~ M y 4 及び M x 1 ~ M x 4 の位置計測が終了する。そして、計測された座標値は、主制御系 3 0 0 のアライメントデータ記憶部 3 0 3 を介して演算ユニット 3 0 4 に供給される。演算ユニット 3 0 4 は、マークの設計上の座標値及び計測された座標値より、予め設定した所定の E G A 計算式を満足するパラメータを、例えば最小自乗法を用いて求める。そして、演算ユニット 3 0 4 は、求めたパラメータ及び各ショット領域 E S i の設計上の配列座標値を E G A 計算式に適用して、各ショット領域 E S i の計算上の配列座標値を求める。

40

【 0 0 9 6 】

そして、求めた配列座標値に基づいて露光処理を行う。露光処理を行うにあたって、アライメントセンサ 2 0 0 の計測中心と、投影光学系 P L の露光フィールド内の基準点との

50

間隔であるベースライン量はそれぞれ予め求められている。そこで、システムコントローラ307は、演算ユニット304で算出された配列座標にベースライン量の補正を行って得られた計算上の座標値に基づいて、順次各ショット領域 $E S_i$ の位置決めを行い、各ショット領域にレチクルRのパターン像を露光する。1枚のウエハWの全ショット領域への露光が終了したら、そのウエハWの搬出が行われ、同一ロットの次のウエハに対して同様の処理を行う。

【0097】

本処理例においても、第1の処理例と同様に、レイヤー毎に（換言すればXマーク及びYマーク毎に、更に換言すればX軸方向の計測とY軸方向の計測毎に）計測条件を切り換えるようにし、各計測対象のマークに対して最適な条件で計測ができるようにしている。従って、各マークを適切に撮像し、適切にその位置を計測しており、高精度に位置を計測することができ、高精度なアライメントが行える。更に、本処理例によれば、一旦Y軸方向の（最表層上の）マークの計測条件、或いはX軸方向の（最表層の1つ下の層上の）マークの計測条件を設定したら、全ての計測ショット（サンプルショット）のYマークの計測或いはXマークの計測を連続して行っている。従って、第1の処理例のように1つのマークの計測毎に計測条件を変更する必要がなく（計測条件の変更動作を1回だけ行えばよく）、効率よく順次マークの計測を行うことができる。すなわち、このような方法でマークの計測を行うことにより、計測条件の最適化を行うことによるスループットの低下を防ぐことができる。

【0098】

[第3の処理例]

露光装置100の第3の処理例として、ベースライン量の計測処理について説明する。ウエハWの各ショット領域に露光を行うためのウエハステージ109の位置制御に用いる最終的な位置情報は、アライメントセンサ200による位置計測結果に基づいてEGAを行い算出した各ショット領域の位置情報を、アライメントセンサ200の計測視野内の基準位置と投影光学系の投影視野内の基準位置との差であるベースライン量を用いて補正した値となる。前述した第1の処理例及び第2の処理例においては、本発明に係るマークの計測方法として、レイヤー毎に（X軸方向及びY軸方向に）各々異なる計測条件でマークの検出及び位置の計測を行うようにしたが、このようにして検出した位置情報に対して用いるベースライン量として、アライメントセンサ200で使用するアライメント計測条件と同じ計測条件で計測したベースライン量を用いるのが好ましい。すなわち、アライメントセンサ200において前述したようにX軸方向及びY軸方向に異なる計測条件で計測を行う場合には、これに適用するベースライン量も、位置計測の際の計測条件と同じ条件で、各計測条件毎にそれぞれ個別に（レイヤー毎に、或いは、X軸方向及びY軸方向に各々別個に）検出するのが好適である。本処理例では、そのようなベースライン量を求める処理について図9を参照して説明する。

【0099】

図9は、第3の処理例として示すベースライン計測の処理の流れを示すフローチャートである。図9にフローチャートを示すベースライン計測処理においては、まず、Y軸方向のベースライン量を算出する（ステップS311～S313）。そのために、主制御系300のシステムコントローラ307は、ウエハの各ショット領域のYマーク $M y_i$ の位置計測を適切に行うためのアライメント計測条件（制御条件）を検出し、これと同一の計測条件を設定する（ステップS311）。ここでは、第1及び第2の処理例と同様に、アライメントセンサ200の照明光として広帯域の白色光を用いる旨の条件が決定され、実際にアライメントセンサ200の照明波長が切り換えられる。

【0100】

その上で、Y軸方向のベースラインの計測（BCHK：ベースラインチェック）を行う（ステップS312）。すなわち、まず、主制御系300のシステムコントローラ307が、ウエハステージ109を移動させ、ウエハステージ109に設けられている基準板110のウエハフィデューシャルマークWFMを、レチクルアライメント系106の視野内

10

20

30

40

50

に配置し、そのY軸方向の位置情報を計測する。次に、主制御系300のシステムコントローラ307は、ウエハステージ109を移動させ、ウエハステージ109に設けられている基準板110のウエハフィデューシャルマークWFMをアライメントセンサ200の計測視野内に配置させる。そして、主制御系300がアライメントセンサ200の計測条件を制御しつつ、ウエハフィデューシャルマークWFMのY軸方向の位置を計測する。なお、ここで用いるウエハフィデューシャルマークWFMは、XY両軸に共通なマーク（二次元計測用マーク）であってもよいし、Y軸方向の計測のための専用のマーク（一次元計測用マーク）であってもよい。

【0101】

そして、主制御系300のシステムコントローラ307において、計測したこれらの位置情報より、アライメントセンサ200の光軸と投影光学系PLの光軸AXとの間のY方向の距離を検出し、Y方向のベースライン量（BCHK量）とする（ステップS313）。

10

【0102】

Y軸方向のベースライン量の算出が終了したら、X軸方向のベースライン量の算出を行う（ステップS321～S323）。主制御系300のシステムコントローラ307は、ウエハの各ショット領域のXマークMxiの位置計測を適切に行うためのアライメント計測条件（制御条件）を検出し、これと同一の計測条件を設定する（ステップS321）。ここでは、第1及び第2の処理例と同様に、アライメントセンサ200の照明光として赤色光を用いる旨の条件が設定される。

20

【0103】

その上で、X軸方向のベースラインの計測（BCHK：ベースラインチェック）を行う（ステップS322）。すなわち、まず、主制御系300のシステムコントローラ307が、ウエハステージ109を移動させ、ウエハステージ109に設けられている基準板110のウエハフィデューシャルマークWFMを、レチクルアライメント系106の視野内に配置し、そのX軸方向の位置情報を計測する。次に、主制御系300のシステムコントローラ307は、ウエハステージ109を移動させ、ウエハステージ109に設けられている基準板110のウエハフィデューシャルマークWFMをアライメントセンサ200の計測視野内に配置させる。そして、主制御系300がアライメントセンサ200の計測条件を制御しつつ、ウエハフィデューシャルマークWFMのX軸方向の位置を計測する。なお、ここで用いるウエハフィデューシャルマークWFMは、XY両軸に共通なマーク（二次元計測マーク）であってもよいし、X軸方向の計測のための専用のマーク（一次元計測マーク）であってもよい。

30

【0104】

そして、主制御系300のシステムコントローラ307において、計測したこれらの位置情報より、アライメントセンサ200の光軸と投影光学系PLの光軸AXとの間のX方向の距離を検出し、X方向のベースライン量（BCHK量）とする（ステップS323）。

【0105】

このようにして計測されたX軸方向及びY軸方向各々のベースライン量は、例えば前述した第1の処理例及び第2の処理例のようなX軸方向及びY軸方向に異なる計測条件で位置計測を行うような場合に、その各方向についてアライメントセンサ200で計測した位置情報を投影光学系PLの光軸AXを基準とする座標系の位置情報に変換するのに用いられる。

40

【0106】

このように、ベースライン量をX軸方向及びY軸方向の各計測条件に応じた条件で別個に計測し、別個に保持することにより、各軸方向におけるマークの位置計測結果に対して、適切に位置座標値の変換（補正）を行うことができ、いわゆる、ベースラインだまされというような誤差を抑制することができる。従って、高精度なアライメントを行うことができる。

50

【 0 1 0 7 】

[第 4 の 処 理 例]

前述した第 1 の処理例及び第 2 の処理例のように、一連のアライメント処理の途中で計測条件を切り換える場合であって、その計測条件の切り換え内容が、例えば波長選択機構 2 4 3 のフィルタの切り換えや、位相差板 2 6 4 の移動というような光学的或いは機械的（メカ的）な移動を伴う場合には、この切り換えに伴ってベースライン量等に誤差が生じている可能性がある。そのような状態に対応するためには、計測条件の切り換えを行う毎に、ロット内の処理であってもベースライン計測を実行するようにすればよい。ベースライン計測を適宜行いながら、ウエハ W の各ショット領域の位置を E G A 方式により検出する処理について、第 4 の処理例として説明する。

10

【 0 1 0 8 】

図 1 0 は、第 4 の処理例として示すマークの位置計測方法による処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、基本的に前述した第 2 の処理例に示した処理例（図 8）と同じである。第 4 の処理例に示す処理において第 2 の処理例と相違している点は、アライメント計測条件の変更があった場合、その直後に、使用するベースライン量を計測しなおす点である。具体的には、Y 軸方向のベースライン量を再計測するステップ（ステップ S 4 1 2）と、X 軸方向のベースライン量を再計測するステップ（ステップ S 4 2 2）が追加されている。ステップ S 4 1 2 では、ステップ S 4 1 1 で設定されたアライメント条件（第 1 条件）下でベースライン量を計測し、ステップ S 4 2 2 ではステップ S 4 2 1 で設定されたアライメント条件（第 2 条件）下でベースライン量を計測する。ベースライン量の計測手法は、図 9 を参照して既述した通りであり、その他のステップについては図 8 を参照して既述した通りであるので、ここでの説明は省略する。

20

【 0 1 0 9 】

このように、アライメントセンサ 2 0 0 の計測条件の変更がある毎に、ベースライン計測を行うことにより、計測条件の切り換えによりベースライン等にわずかな変動が生じた場合であっても、直ちにこれに対応することができ、結果としてマークの位置を高精度に計測することができ、高精度なアライメントが行える。

【 0 1 1 0 】

なお、本実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって本発明を何ら限定するものではない。本実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含み、また任意好適な種々の改変が可能である。

30

【 0 1 1 1 】

例えば、露光装置 1 0 0 の構成、アライメントセンサ 2 0 0 の構成、主制御系 3 0 0 の構成は、各々、図 1、図 2 及び図 4 に示した構成に限られるものではない。

【 0 1 1 2 】

また、本実施形態では、アライメントセンサ 2 0 0 として、オフアクシス方式の F I A 系（結像式のアライメントセンサ）を用いる場合について説明したが、これに限らずいかなる方式のマーク検出系を用いても構わない。すなわち、T T R (T h r o u g h T h e R e t i c l e) 方式、T T L (T h r o u g h T h e L e n s) 方式、またオフアクシス方式の何れの方式であっても、更に検出方式が F I A 系等で採用される結像方式（画像処理方式）以外、例えば回折光又は散乱光を検出する方式等であっても構わない。例えば、ウエハ上のアライメントマークにコヒーレントビームをほぼ垂直に照射し、当該マークから発生する同次数の回折光（ ± 1 次、 ± 2 次、...、 $\pm n$ 次回折光）を干渉させて検出するアライメント系でもよい。この場合、次数毎に回折光を独立に検出し、少なくとも 1 つの次数での検出結果を用いるようにしてもよいし、波長が異なる複数のコヒーレントビームをアライメントマークに照射し、波長毎に各次数の回折光を干渉させて検出してもよい。

40

【 0 1 1 3 】

また、本発明は前記各実施形態の如き、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置に限らず、ステップ・アンド・リピート方式、又はプロキシミティ方式の露光装置（X 線露

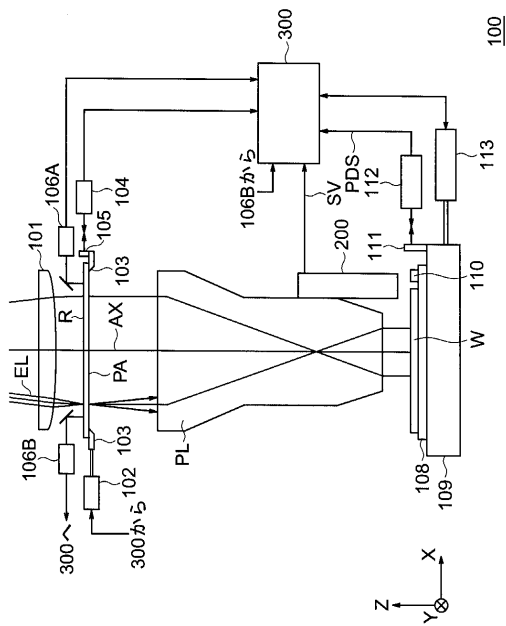
50

光装置等)を始めとする各種方式の露光装置にも全く同様に適用が可能である。また、露光装置で用いる露光用照明光(エネルギービーム)は紫外光に限られるものではなく、X線(EUV光を含む)、電子線やイオンビーム等の荷電粒子線等でもよい。また、DNAチップ、マスク又はレチクル等の製造用に用いられる露光装置でもよい。

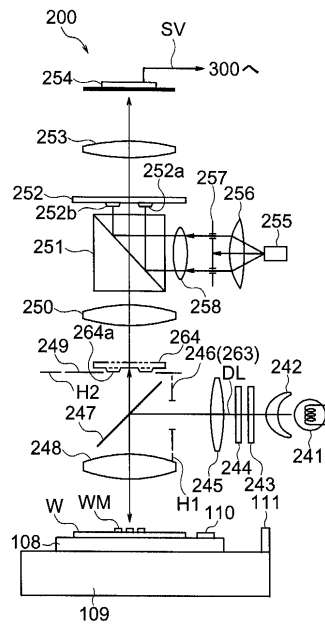
【0114】

本開示は、2004年4月23日に提出された日本国特許出願第2004-128536号に含まれた主題に関連し、その開示の全てはここに参照事項として明白に組み込まれる。

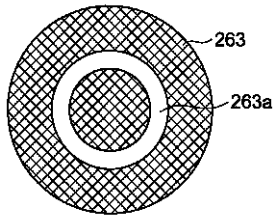
【図1】



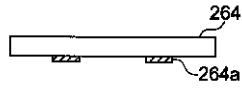
【図2】



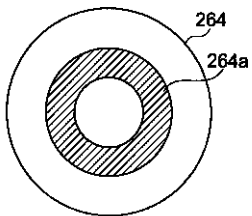
【図3A】



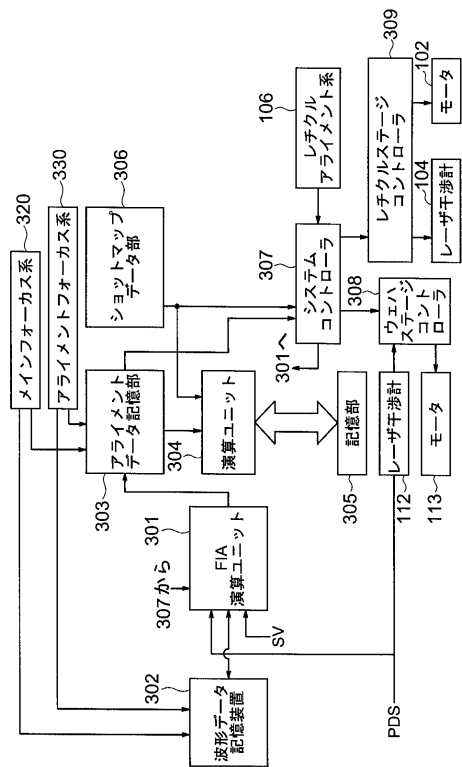
【図3B】



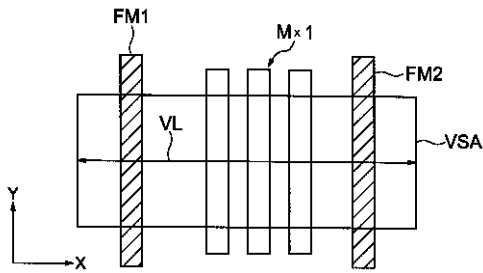
【図3C】



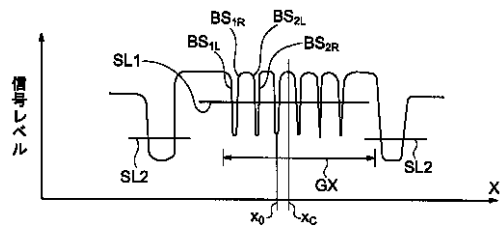
【図4】



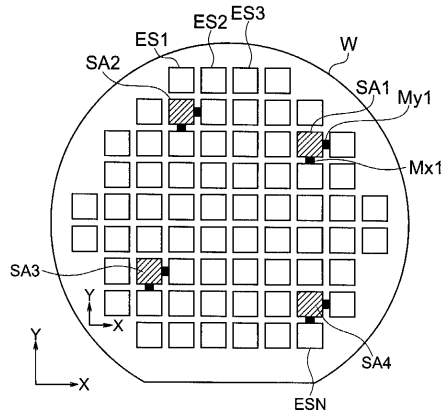
【図5A】



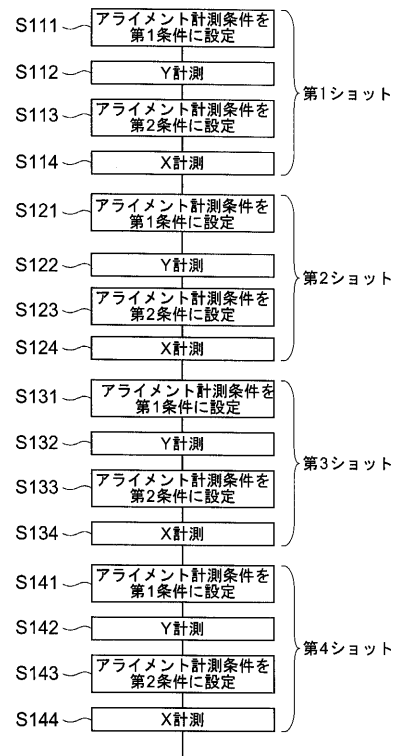
【図5B】



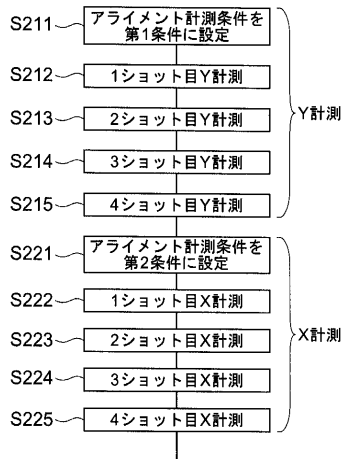
【図6】



【図7】



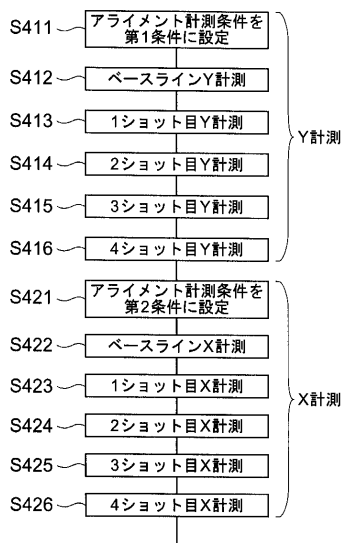
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-170770(JP,A)
特許第2591746(JP,B2)
特開平07-249558(JP,A)
特開2004-014758(JP,A)
特開2003-077806(JP,A)
特開2002-198291(JP,A)
特開2000-323394(JP,A)
特開平10-312961(JP,A)
特開2004-117030(JP,A)
特開2001-326161(JP,A)
国際公開第99/50893(WO,A1)
国際公開第99/34416(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00