(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3590821号
(P3590821)
(45)発行日　平成16年11月17日(2004.11.17)　(24)登録日　平成16年9月3日(2004.9.3)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01B 11/255　G01B 11/24　M
H01L 21/027　H01L 21/30　502G
H01L 21/30　516Z

請求項の数 7　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平7-238194
(22)出願日　平成7年9月18日(1995.9.18)
(65)公開番号　特開平9-79829
(43)公開日　平成9年3月28日(1997.3.28)
審査請求日　平成14年9月17日(2002.9.17)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(74)代理人　100098165
弁理士　大森　聡
(72)発明者　川久保　昌治
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

審査官　山下　雅人

(56)参考文献　特開平０６－０８４７５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１８３１９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２９１０１９（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】移動鏡曲がりの計測方法、露光方法、及び露光装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
マスクに形成されたパターンが転写される感光基板を互いに交差する第１方向及び第２方向に移動させる基板ステージと、
該基板ステージに固定されそれぞれ前記第１方向に実質的に垂直な反射面を有する第１移動鏡、及び前記第２方向に実質的に垂直な反射面を有する第２移動鏡と、
前記第１移動鏡及び第２移動鏡にそれぞれ座標計測用の光ビームを照射して前記第１方向及び第２方向への前記基板ステージの座標を計測する座標計測手段と、を有する露光装置の前記第１移動鏡及び第２移動鏡の曲がりの計測方法において、
前記感光基板として予め複数の評価用マークが既知の配列で並べられた評価用基板を前記基板ステージに載置し、
前記座標計測手段の計測値に基づいて前記基板ステージを前記第１方向及び第２方向に駆動して、前記評価用基板上の前記複数の評価用マークを順次所定のアライメントセンサによる計測領域に移動して、それぞれ前記評価用マークの座標を計測し、
該計測された座標、及び前記複数の評価用マークの既知の配列に基づいて前記第１移動鏡及び第２移動鏡の曲がりを求めることを特徴とする移動鏡曲がりの計測方法。
【請求項２】
前記計測された座標、及び前記複数の評価用マークの既知の配列に基づいて前記複数の評価用マークの配列の線形成分を求め、該線形成分を除去することにより前記第１移動鏡及び第２移動鏡の２次の曲がり量を求めることを特徴とする請求項１記載の移動鏡曲がりの

計測方法。
【請求項３】
前記アライメントセンサは、前記マスクに形成されたパターンの像を前記感光基板上に投影するための投影光学系を介して前記評価用マークの座標を計測することを特徴とする請求項１又は２に記載の移動鏡曲がりの計測方法。
【請求項４】
前記アライメントセンサは、前記評価用マークの前記第１方向の位置を計測するための第１方向用アライメントセンサと、前記評価用マークの前記第２方向の位置を計測するための第２方向用アライメントセンサとを備え、前記評価用基板上の複数の評価用マークの配列を、前記２つのアライメントセンサによる計測が同時に行えるような配列にすることを特徴とする請求項１～３の何れか一項に記載の移動鏡曲がりの計測方法。
【請求項５】
前記複数の評価用マークは、前記評価用基板上に複数行及び複数列設けられており、各行毎に前記第１移動鏡の曲がり量を求め、各列毎に前記第２移動鏡の曲がり量を求めることを特徴とする請求項１～４の何れか一項に記載の移動鏡曲がりの計測方法。
【請求項６】
マスクに形成されたパターンを感光基板上に転写する露光方法であって、
請求項１～５の何れか一項に記載の移動鏡曲がりの計測方法によって求められた前記第１移動鏡及び第２移動鏡の曲がり量を記憶するとともに、前記記憶された曲がり量に基づいて、前記マスクのパターンを前記感光基板上に転写する際の基板ステージの位置を補正することを特徴とする露光方法。
【請求項７】
マスクに形成されたパターンを感光基板上に転写する露光装置であって、
請求項１～５の何れか一項に記載の移動鏡曲がりの計測方法によって求められた前記第１移動鏡及び第２移動鏡の曲がり量を記憶する記憶手段と、前記記憶された曲がり量に基づいて、前記マスクのパターンを前記感光基板上に転写する際の基板ステージの位置を補正する制御手段とを有することを特徴とする露光装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、例えば超ＬＳＩ等の半導体素子、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのフォトリソグラフィ工程中で、マスクパターンを所定のステージに保持された感光基板上に露光するために使用される露光装置において、レーザ干渉測長方式で座標計測を行うためにそのステージに取り付けられた移動鏡の曲がり量の計測を行うための計測方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体素子等を製造する際に、マスクとしてのレチクルのパターンを感光材料が塗布されたウエハの各ショット領域に転写するための露光装置（ステッパー等）が使用されている。斯かる露光装置では、一般にウエハの位置決めを行うウエハステージの直交する２方向（Ｘ方向及びＹ方向とする）の座標位置は、ウエハステージ上に反射面が直交するように固定された２つの移動鏡、及びこれらの移動鏡に対向するように配置された２軸のレーザ光波干渉式測長器（以下、「レーザ干渉計」という）により計測されている。この場合、２つの移動鏡の反射面は完全な平面であることが望ましいが、実際にはそれらの移動鏡にはそれぞれ曲がりがある。例えばステッパーにおいて、このような移動鏡の曲がりが残存していると、ウエハ上のショット配列精度が悪化するため、ウエハ上の異なる層にミックス・アンド・マッチ方式で異なるステッパーを用いて露光を行うような場合に、重ね合わせ精度が悪化することになる。
【０００３】
そこで、従来より予め２つの移動鏡のそれぞれの反射面の曲がり量を計測しておき、この

計測結果に基づいてレーザ干渉計で得られた座標値をソフトウェア的に補正することにより、ウエハステージを正確に直交する２方向に駆動する制御が行われていた。
その従来の移動鏡の曲がりの計測方法としては、所謂バーニア評価法が知られている。このバーニア評価法では、所定の複数の計測用マークが形成されたテストレチクルを使用し、先ずウエハ上の第１列目の最初の位置にそのテストレチクルのパターン像を露光する。その後、ウエハステージを例えばＸ方向にステッピングさせて、その最初のパターン像とＸ方向の端部が重なる２番目の位置にそのテストレチクルのパターン像を露光する。この際にその重複領域には、１回目に露光された計測用マーク像（主尺）と２回目に露光された計測用マーク像（副尺）とが近接して配置されている。移動鏡の曲がりが無い状態での、その主尺と副尺との位置関係は予め分かっているため、そのウエハを現像した後、設計上の位置関係に対するその主尺と副尺との位置ずれ量を計測することにより、その移動鏡の曲がり量を求めるのがバーニア評価法の原理である。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如き従来の技術においては、移動鏡の曲がりの計測は、ウエハステージをステッピングさせながら、実際にテストレチクルのパターン像をウエハ上に部分的に重なるように露光した後、この露光によって得られるマーク像の位置ずれ量を計測し、この計測結果を演算処理することによって行われていた。そのため、計測工程が複雑で、且つ計測に要する時間が長いという不都合があった。

【０００５】

本発明は斯かる点に鑑み、露光装置のウエハステージに固定された座標計測用の移動鏡の曲がりを簡単に、且つ短時間に計測できる計測方法を提供することを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明による移動鏡曲がりの計測方法は、マスク（Ｒ）に形成されたパターンが転写される感光基板（Ｗ）を互いに交差する第１方向及び第２方向（Ｘ方向、Ｙ方向）に移動させる基板ステージ（１３）と、この基板ステージに固定されそれぞれ第１方向（Ｘ方向）に実質的に垂直な反射面を有する第１移動鏡（１６Ｘ）、及び第２方向（Ｙ方向）に実質的に垂直な反射面を有する第２移動鏡（１６Ｙ）と、それら第１移動鏡及び第２移動鏡にそれぞれ座標計測用の光ビームを照射してそれら第１方向及び第２方向への基板ステージ（１３）の座標を計測する座標計測手段（１７Ｘ１，１７Ｘ２，１７Ｙ）と、を有する露光装置の第１移動鏡（１６Ｘ）及び第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がりの計測方法において、その感光基板として予め複数の評価用マーク（２９Ｘ（ｉ，ｊ），２９Ｙ（ｉ，ｊ））が既知の配列で並べられた評価用基板（２６）を基板ステージ（１３）に載置し、その座標計測手段の計測値に基づいて基板ステージ（１３）を第１方向（Ｘ方向）及び第２方向（Ｙ方向）に駆動することにより、評価用基板（２６）上のそれら複数の評価用マークを順次所定のアライメントセンサの計測領域に移動して、それぞれ各評価用マークの座標を計測し、このように計測された座標、及びそれら複数の評価用マークの既知の配列に基づいて第１移動鏡（１６Ｘ）及び第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がりを求めるものである。

【０００７】

斯かる本発明によれば、例えば図３に示すように、基準ウエハ等の評価用基板（２６）上の複数の評価用マーク（２９Ｘ（ｉ，ｊ），２９Ｙ（ｉ，ｊ））の既知の配列を基準として、第１移動鏡（１６Ｘ）、及び第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がり量が計測される。その後、その計測された曲がり量を装置定数として記憶し、露光時の基板ステージ（１３）の移動位置を補正することにより、その曲がり量が補正されて、ショット配列精度が向上する。

【０００８】

この場合、そのように計測された座標、及びそれら複数の評価用マークの既知の配列に基づいてそれら複数の評価用マークの配列の線形成分を求め、この線形成分を除去することにより第１移動鏡（１６Ｘ）、及び第２移動鏡（１６Ｙ）の２次の曲がり量を求めること

が望ましい。また、そのアライメントセンサは、マスクに形成されたパターンの像を感光基板上に投影するための投影光学系（ＰＬ）を介して評価用マークの座標を計測するものであることが望ましい。

また、そのアライメントセンサが例えば第１方向（Ｘ方向）用と、第２方向（Ｙ方向）用とに分かれている場合、評価用基板（２６）上の複数の評価用マーク（２９Ｘ（ｉ，ｊ），２９Ｙ（ｉ，ｊ））の配列をそれら２つのアライメントセンサによる計測が同時に行えるような配列にしておくことが望ましい。これによって、計測時間が短縮される。

また、複数の評価用マークは、評価用基板上に複数行及び複数列設けられており、各行毎に第１移動鏡の曲がり量を求め、各列毎に第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がり量を求めることが望ましい。これによって、各行毎、各列毎に求めた複数の曲がり量を平均化することができる。

また、本発明の露光方法は、マスク（Ｒ）に形成されたパターンを感光基板（Ｗ）上に転写する露光方法であって、本発明の移動鏡曲がりの計測方法によって求められた第１移動鏡（１６Ｘ）及び第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がり量を記憶するとともに、その記憶された曲がり量に基づいて、マスクのパターンを感光基板上に転写する際の基板ステージ（１３）の位置を補正するものである。

さらに、本発明の露光装置は、マスク（Ｒ）に形成されたパターンを感光基板（Ｗ）上に転写する露光装置であって、本発明の移動鏡曲がりの計測方法によって求められた第１移動鏡（１６Ｘ）及び第２移動鏡（１６Ｙ）の曲がり量を記憶する記憶手段（１８）と、記憶された曲がり量に基づいて、マスクのパターンを感光基板上に転写する際の基板ステージの位置を補正する制御手段（１８）とを有するものである。

【０００９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による移動鏡曲がりの計測方法の実施の形態の一例につき、図面を参照して説明する。本例は、ステッパー型の投影露光装置において、ウエハステージに固定された移動鏡の曲がり量を計測する場合に本発明を適用したものである。

【００１０】

図１は本例で使用される投影露光装置の概略的な構成を示し、この図１において、超高圧水銀ランプ１から発生した照明光ＩＬは楕円鏡２で反射されてその第２焦点で一度集光した後、コリメータレンズ、干渉フィルター、オプティカル・インテグレータ（フライアイレンズ）及び開口絞り（σ絞り）等を含む照度分布均一化光学系３に入射する。楕円鏡２の第２焦点の近傍には、モーター１２によって照明光ＩＬの光路の開閉を行うシャッター１１が配置されている。なお、露光用照明光としては超高圧水銀ランプ１等の輝線の他に、エキシマレーザ（ＫｒＦエキシマレーザ、ＡｒＦエキシマレーザ等）等のレーザ光、あるいは金属蒸気レーザやＹＡＧレーザの高調波等を用いても構わない。

【００１１】

図１において、照度分布均一化光学系３から射出された照明光（ｉ線等）ＩＬは、ミラー４で反射された後、第１リレーレンズ５、可変視野絞り（レチクルブラインド）６及び第２リレーレンズ７を通過してミラー８に至る。そして、ミラー８で下方に反射された照明光ＩＬは、メインコンデンサーレンズ９を介してレチクルＲのパターン領域ＰＡをほぼ均一な照度分布で照明する。

【００１２】

さて、レチクルＲのパターン領域ＰＡを通過した照明光ＩＬは、両側（又はウエハ側に）テレセントリックな投影光学系ＰＬに入射し、投影光学系ＰＬにより例えば１／５に縮小されたレチクルＲのパターン像が、表面にフォトレジスト層が塗布され、その表面が投影光学系ＰＬの最良結像面とほぼ一致するように保持されたウエハＷ上の１つのショット領域に投影露光される。以下では、投影光学系ＰＬの光軸ＡＸに平行にＺ軸を取り、Ｚ軸に垂直な平面内での図１の紙面に垂直にＸ軸を、図１の紙面に平行にＹ軸を取る。

【００１３】

本例では、レチクルＲは、投影光学系ＰＬの光軸ＡＸに垂直な平面内で２次元移動、及び

回転自在なレチクルステージＲＳ上に載置され、装置全体を統轄制御する主制御系１８によりレチクルステージＲＳの位置決め動作が制御される。不図示のレチクルアライメント顕微鏡からの計測信号に基づいて、主制御系１８がレチクルステージＲＳを微動させることで、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。

【００１４】

一方、ウエハＷは、微小回転可能なウエハホルダ（不図示）に真空吸着され、このウエハホルダがウエハステージ１３上に保持されている。ウエハステージ１３は、主制御系１８からの指令に基づいて駆動装置１４によりＸ方向、Ｙ方向にウエハＷの位置決めを行うと共に、オートフォーカス方式でＺ方向へのウエハＷの位置決めを行う。露光時には、ウエハＷ上の１つのショット領域に対するレチクルＲの転写露光が終了すると、ウエハステージ１３のステッピング駆動によってウエハＷ上の次のショット領域が露光位置に設定され、ステップ・アンド・リピート方式で露光が繰り返される。

【００１５】

また、図１において、投影光学系ＰＬの側面下部にオフ・アクシス方式で且つ撮像方式（以下、「ＦＩＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｉｍａｇｅ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）方式」と呼ぶ）のアライメントセンサ１５が配置されている。アライメントセンサ１５は、フォトレジスト層に対する感光性が低く、且つ比較的広い波長帯域の照明光でウエハＷ上の検出対象のマークを照明し、そのマークの像がアライメントセンサ１５内の２次元ＣＣＤ等の撮像素子上に結像され、その撮像素子からの撮像信号がアライメント制御系１９に供給されている。アライメント制御系１９には、後述のレーザ干渉計で計測されるウエハステージ１３の座標も供給され、その撮像信号を処理することによりアライメント制御系１９はそのマークのＸ方向、又はＹ方向の座標を求め、求めた座標を主制御系１８に供給する。

【００１６】

更に、投影光学系ＰＬの側面上部にＴＴＬ（スルー・ザ・レンズ）方式で、且つ２光束ヘテロダイン干渉方式（以下、「ＬＩＡ（Ｌａｓｅｒ　Ｉｎｔｅｒｆｅｒｏｍｅｔｒｉｃ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）方式」という）のＸ軸用のアライメントセンサ２０Ｘが配置されている。ＬＩＡ方式とは、例えば特開平２－２２７６０２号公報で開示されているように、回折格子状のマークに対して可干渉で僅かに周波数の異なる１対のレーザビームを照射し、そのウエハマークから同一方向に発生する１対の回折光からなるヘテロダインビームを光電変換して得られるビート信号の位相に基づいて、そのマークの位置を検出する方式である。本例においては、アライメントセンサ２０Ｘからの１対のレーザビームＡＬＸが、ミラー２１及び２２を介して投影光学系ＰＬに導かれている。その１対のレーザビームＡＬＸは投影光学系ＰＬを介してＸＺ平面内で所定の交差角で計測領域２３Ｘに照射される。

【００１７】

図２は、図１のウエハステージ１３の平面図を示し、この図２において、投影光学系ＰＬの光軸ＡＸからＹ方向（非計測方向）に間隔ｄｙの位置に計測領域２３Ｘの中心が設定されている。間隔ｄｙによって所謂アッベ誤差が発生するため、その間隔ｄｙを以下では「アッベ外し量」とも呼ぶ。また、ウエハＷ上の各ショット領域（以下、代表的にショット領域２４を用いる）には、それぞれ回折格子状のＸ軸のウエハマーク２５Ｘ、及びＹ軸のウエハマーク２５Ｙが形成されており、例えば上述のＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５を用いたサーチアライメントの結果に基づいて、ウエハマーク２５Ｘがその計測領域２３Ｘにかかるように位置決めが行われる。このとき、そのウエハマーク２５ＸからほぼＺ方向に１対の回折光からなるヘテロダインビームが発生する。

【００１８】

図１に戻り、そのヘテロダインビームが投影光学系ＰＬ、ミラー２２，２１を介してアライメントセンサ２０Ｘ内の光電センサに入射し、この光電センサでそのヘテロダインビームを光電変換して得られるウエハビート信号と、内部で生成される参照ビート信号との位相差の情報がアライメント制御系１９に供給される。アライメント制御系１９では、供給

される位相差、及びウエハステージ１３の座標より検出対象のウエハマーク２５XのX方向の座標を検出し、検出結果を主制御系１８に供給する。

【００１９】

また、不図示であるが、ＴＴＬ方式でＬＩＡ方式のY軸用のアライメントセンサも設けられ、このアライメントセンサから射出された１対のレーザビームが投影光学系ＰＬを介して、図２に示すようにウエハW上の計測領域２３Ｙに照射される。計測領域２３Ｙの中心は、光軸ＡＸからX方向（非計測方向）に間隔（アッベ外し量）ｄｘだけ離れた位置にあり、例えばサーチアライメントの結果に基づいてショット領域２４のY軸のウエハマーク２５Ｙがその計測領域２３Ｙにかかるように位置決めを行うことにより、そのY軸用のアライメントセンサ、及びアライメント制御系１９によってウエハマーク２５ＹのＹ座標が検出され、検出結果が主制御系１８に供給される。

【００２０】

次に、図２を参照して本例のウエハステージ１３の座標計測機構につき説明する。その図２において、ウエハステージ１３上にはX軸用の角柱状の移動鏡１６X、及びY軸用の角柱状の移動鏡１６Ｙが固定されている。この場合、一方の移動鏡１６Xの反射面はX軸にほぼ垂直に設定され、他方の移動鏡１６Ｙの反射面はY軸にほぼ垂直に設定され、移動鏡１６Xに対向するようにX軸用の２つの干渉計（レーザ光波干渉式測長器）１７Ｘ１、及び１７Ｘ２が固定され、移動鏡１６Ｙに対向するようにY軸用の干渉計１７Ｙが固定されている。そして、干渉計１７Ｘ１及び１７Ｘ２からのレーザビームＬＢＸ１及びＬＢＸ２が移動鏡１６Xの反射面にほぼ垂直に入射し、干渉計１７ＹからのレーザビームＬＢＹが移動鏡１６Ｙの反射面にほぼ垂直に入射している。

【００２１】

本例では、干渉計１７Ｘ１からのレーザビームＬＢＸ１の光軸、及び干渉計１７ＹからのレーザビームＬＢＹの光軸は投影光学系ＰＬの光軸ＡＸを横切るように設定され、干渉計１７Ｘ２からのレーザビームＬＢＸ２の光軸はオフ・アクシス方式のアライメントセンサ１５の光軸１５ａ（検出中心）を横切るように設定されている。レーザビームＬＢＸ１とレーザビームＬＢＸ２とのY方向への間隔、即ち光軸ＡＸと光軸１５ａとの間隔はｄｆに設定されている。これらの干渉計１７Ｘ１，１７Ｘ２及び１７Ｙによりそれぞれ例えば０．０１μｍ程度の分解能で常時検出される座標値が図１の主制御系１８、及びアライメント制御系１９に供給されている。

【００２２】

そして、干渉計１７Ｘ１により計測される座標がウエハステージ１３のX座標となり、干渉計１７Ｙにより計測される座標がウエハステージ１３のＹ座標となっている。なお、例えば２つの干渉計１７Ｘ１及び１７Ｘ２により計測される座標の平均値をそのX座標としてもよい。このように干渉計の計測結果により定められるウエハステージ１３のX座標、及びＹ座標が、ステージ座標系（又は静止座標系）上の座標（X，Y）となる。また、２つの干渉計１７Ｘ１及び１７Ｘ２により計測される座標の差分より、図１の主制御系１８はウエハステージ１３のヨーイング等に基づく回転誤差を算出し、露光時には例えばその回転誤差に合わせてレチクルステージＲＳを介してレチクルRを回転させる。

【００２３】

次に、本例の移動鏡１６X，１６Ｙの曲がりの計測方法の一例につき説明する。先ず、図１のウエハステージ１３上にウエハWの代わりに基準ウエハをロードする。

図３は、ウエハステージ１３上に基準ウエハ２６がロードされた状態を示し、この図３において、基準ウエハ２６の表面には、X方向に５列でY方向に５行の配置で互いに同一のショット領域ＳＡ（１，１），ＳＡ（２，１），ＳＡ（３，１），…，ＳＡ（５，５）が形成されている。なお、実際にはウエハステージ１３側の座標系（X，Y）に対して、基準ウエハ２６には或る程度の回転誤差が残っているが、この回転誤差は後に補正される。各ショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）（ｉ＝１～５，ｊ＝１～５）内にはそれぞれX軸のＬＩＡ方式用の大型のアライメントマーク（以下、「ＬＩＡマーク」と呼ぶ）２８Ｘ（ｉ，ｊ）　、Y軸のＬＩＡマーク２８Ｙ（ｉ，ｊ）　、及びその他のアライメントマーク（図４

参照）が形成され、これらのアライメントマークの基準ウエハ２６上の座標系（試料座標系）での配列は、例えば座標測定装置等によって高精度に計測されて、主制御系１８内の記憶部に記憶されている。

【００２４】

図４は、基準ウエハ２６上のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　内での各種アライメントマークの配置を示し、この図４において、ショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　内の基準点２７（ｉ，ｊ）　に対してＹ方向に間隔ｄｙ［ｍｍ］でＸ軸のＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ）　の中心が配置され、基準点２７（ｉ，ｊ）　に対してＸ方向に間隔ｄｘ［ｍｍ］でＹ軸のＬＩＡマーク２８Ｙ（ｉ，ｊ）　の中心が配置されている。また、ショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　のＸ方向の幅は（ｄｘ＋１）［ｍｍ］、Ｙ方向の幅は（ｄｙ＋１）［ｍｍ］に設定されている。図３では、基準ウエハ２６上にはショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　は５列×５行で配列されているが、実際にはＸ方向へのピッチ（ｄｘ＋１）、及びＹ方向へのピッチ（ｄｙ＋１）で、多数のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　が形成されている。

【００２５】

この場合、図２に示したように、ＬＩＡ方式のＸ軸のアライメントセンサの計測領域２３Ｘ、及びＹ軸のアライメントセンサの計測領域２３Ｙは、それぞれ光軸ＡＸに対してＹ方向に間隔ｄｙ、及びＸ方向に間隔ｄｘだけ外してある。従って、図４のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　内の基準点２７（ｉ，ｊ）　を、投影光学系ＰＬの光軸ＡＸ付近に位置合わせすることによって、Ｘ軸のＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ）　及びＹ軸のＬＩＡマーク２８Ｙ（ｉ，ｊ）　の位置を同時に対応するＬＩＡ方式のアライメントセンサで検出できるようになっている。また、アライメントセンサによる計測領域２３Ｘ，２３Ｙ、即ちアライメントセンサからの検出光束の照射される領域は、投影露光装置によって若干のばらつきがあるので、全ての投影露光装置でＸ軸、及びＹ軸のマークの同時検出が可能となるように、ＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ），２８Ｙ（ｉ，ｊ）　は大きく形成されている。

【００２６】

また、ＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ）　に隣接するようにＦＩＡ方式で検出されるＸ軸のアライメントマーク（以下、「ＦＩＡ標準マーク」という）２９Ｘ（ｉ，ｊ）　が形成され、ＬＩＡマーク２８Ｙ（ｉ，ｊ）　に隣接するようにＹ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｙ（ｉ，ｊ）　が形成され、ショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　の中央部にサーチアライメント用のＹ軸のサーチマーク３０（ｉ，ｊ）　及びＸ軸のサーチマーク３１（ｉ，ｊ）　も形成されている。サーチマーク３０（ｉ，ｊ）　及び３１（ｉ，ｊ）　は例えば図１のＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５によって検出される。

【００２７】

次に、基準ウエハ２６上の各マークの位置検出を行うが、その場合の計測値の符号等を以下の（１）～（７）のように設定する。

（１）以下では図２において、Ｘ軸の干渉計１７Ｘ１の計測値Ｘ、及びＹ軸の干渉計１７Ｙの計測値Ｙで定まる座標系（Ｘ，Ｙ）をステージ座標系とするが、図３の基準ウエハ２６の中心が投影光学系ＰＬの光軸ＡＸ上に位置するときの座標（Ｘ，Ｙ）を原点（０，０）とする。

【００２８】

また、図２において、その原点からウエハステージ１３が右方向に移動するときにＸ座標が＋方向に変化して、ウエハステージ１３が上方向に移動するときにＹ座標が＋方向に変化するものとして、Ｘ座標及びＹ座標の単位をｍｍとする。

（２）ＬＩＡ方式のＸ軸のアライメントセンサ２０Ｘ、及びＹ軸のアライメントセンサによる位置検出に際しては、それぞれ検出対象マークの設計上の位置からのＸ方向への位置ずれ量ＬＸ［ｎｍ］、及びＹ方向への位置ずれ量ＬＹ［ｎｍ］が検出され、検出結果がアライメントデータ（ＬＸ，ＬＹ）となる。この際の位置ずれ量の符号は、図４（平面図）においてアライメントセンサの検出中心（設計上の位置）に対して検出対象マークが右方向にずれているときに位置ずれ量ＬＸが＋となり、上方向にずれているときに位置ずれ量ＬＹが＋となるように設定する。

【００２９】
また、ＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５により検出される、検出対象マークの設計上の位置からＸ方向への位置ずれ量ＦＸ［ｎｍ］、及びＹ方向への位置ずれ量ＦＹ［ｎｍ］をアライメントデータ（ＦＸ，ＦＹ）として、これらの符号をアライメントデータ（ＬＸ，ＬＹ）と同様に設定する。
（３）以下では、計測結果を処理して基準ウエハ２６の試料座標系（ｘ，ｙ）でのｘ方向への線形伸縮（ウエハスケーリング）γｘ、及びｙ方向へのウエハスケーリングγｙを検出するが、これらのウエハスケーリングγｘ，γｙ［ｐｐｍ］は、ウエハが伸びる方向を＋とする。
【００３０】
（４）図５の基準ウエハの平面図で示すように、基準ウエハ２６のステージ座標系（Ｘ，Ｙ）に対する回転角（ウエハローテーション）θ［μｒａｄ］も検出されるが、そのウエハローテーションθの符号は、ステージ座標系（Ｘ，Ｙ）に対して反時計方向に回転する場合を＋とする。
（５）座標（Ｘ，Ｙ）におけるウエハステージ１３のヨーイングをＹａｗ（Ｘ，Ｙ）［μｒａｄ］とすると、ヨーイングＹａｗの符号は例えば図３においてウエハステージ１３が反時計方向に回転する場合を＋とする。
【００３１】
（６）図２のＸ軸の移動鏡１６Ｘの座標位置Ｙでの曲がり量をＭＸ（Ｙ）［ｎｍ］、Ｙ軸の移動鏡１６Ｙの座標位置Ｘでの曲がり量をＭＹ（Ｘ）［ｎｍ］とする。そして、曲がり量ＭＸ（Ｙ）、及びＭＹ（Ｘ）の符号はそれぞれウエハステージ１３が＋Ｘ方向、及び＋Ｙ方向に動く方向（即ち、アライメントセンサによるアライメントデータが＋になる方向）のときに＋とする。なお、Ｘ軸の移動鏡１６Ｘの曲がり量は０次成分を取り除いた１次以上の曲がり成分（ステージ座標系（Ｘ，Ｙ）の直交度誤差を含む）を指し、Ｙ軸の移動鏡１６Ｙの曲がり量は０次成分、及び１次成分を取り除いた２次以上の曲がり成分を指すものとする。
【００３２】
（７）基準ウエハ２６のショット配列の誤差は極めて小さく、各ショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　の回転（チップローテーション）のばらつきも小さいとする。あるいは、基準ウエハ２６のショット配列の誤差（ウエハ上の試料座標系の直交度誤差、ランダムな誤差等）、及び各ショット領域のチップローテーションによる各アライメントマークの設計値からのずれを予め計測しておいて、計測時にアライメントデータを補正してもよい。以下では、基準ウエハ２６の配列誤差が極めて小さいか、又はその配列誤差が補正されていると仮定する。
【００３３】
これらの条件のもとで、以下の工程によって移動鏡１６Ｘ，１６Ｙの曲がり量を計測する。
（第１工程）
図３において、ウエハステージ１３にロードされた基準ウエハ２６上の全部のショット領域ＳＡ（１，１）　～ＳＡ（５，５）　から所定個数（例えば２個）のショット領域を選択してサーチアライメントを行う。即ち、図１のＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５を用いてこれら選択されたショット領域内のサーチマーク３０（ｉ，ｊ），３１（ｉ，ｊ）　のＸ座標、Ｙ座標を計測し、これら計測結果、及びそれらサーチマークの試料座標系（ｘ，ｙ）での設計上の配列座標から、試料座標系（ｘ，ｙ）からステージ座標系（Ｘ，Ｙ）へのラフな変換パラメータを求める。この変換パラメータは、ｘ軸のＸ軸に対する回転角（ウエハローテーション）θ、及びＸ方向及びＹ方向へのオフセットＯｘ，Ｏｙよりなる。そこで、例えばその回転角θを補正するように基準ウエハ２６を回転するか、又はＸ軸に対して回転角θだけ回転した軸を新たなＸ軸とみなす等の手法によって、回転角の補正（回転取り）を行う。
【００３４】

その後、得られたオフセットＯｘ，Ｏｙを用いて、各マークの試料座標系（ｘ，ｙ）上の配列座標からステージ座標系（Ｘ，Ｙ）上での配列座標を求める。この結果、各マークの座標位置はほぼ０．１μｍ以下程度の精度で大まかに特定され、基準ウエハ２６のウエハローテーションθは１μｒａｄ程度以下となっている。残留するウエハローテーションθは、サーチアライメントの精度に起因するものである。また、ウエハステージ１３の温度と基準ウエハ２６の温度との差によって、Ｘ方向及びＹ方向へのウエハスケーリングγｘ，γｙが生じている。

【００３５】

（第２工程）

基準ウエハ２６の温度がウエハステージ１３の温度で安定するまで待機する。その後、図１のＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５を用いて、基準ウエハ２６上の全部のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　内のＸ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｘ（ｉ，ｊ）（図４参照）及びＹ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｙ（ｉ，ｊ）　の設計上の位置からの、それぞれＸ方向への位置ずれ量ＦＸ、及びＹ方向への位置ずれ量ＦＹを求める。この際に、アッベ誤差の発生を防止するため、Ｘ座標としては図２の干渉計１７Ｘ２の計測値を使用する。そして、例えば特開昭６２－８４５１６号公報で開示されているエンハンスト・グローバル・アライメント（ＥＧＡ）方式のアライメント方法を適用して、それらのアライメントデータ（ＦＸ，ＦＹ）、及び設計上の配列座標に基づいて、基準ウエハ２６上の試料座標系（ｘ，ｙ）からステージ座標系（Ｘ，Ｙ）への変換パラメータを算出する。この際の変換パラメータは、ウエハスケーリングγｘ，γｙ、ウエハローテーションθ、直交度誤差ｗ、及びオフセットＯｘ，Ｏｙからなっている。ＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５の光軸１５ａ（検出中心）は干渉計からのレーザビームＬＢＸ２，ＬＢＹの光軸上にあり、アライメントセンサ１５の計測値にはアッベ誤差がないので、ウエハスケーリングγｘ，γｙ、及びウエハローテーションθの計測値にはウエハステージ１３のヨーイングの影響を受けない。

【００３６】

（第３工程）

その第２工程で求められた変換パラメータを使用して、基準ウエハ２６上の各マークの試料座標系（ｘ，ｙ）上の配列座標からステージ座標系（Ｘ，Ｙ）上での配列座標を求める。そして、図１のＬＩＡ方式のＸ軸のアライメントセンサ２０Ｘ、及びＹ軸のアライメントセンサを用いて、図３の基準ウエハ２６上の全部のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）（ｉ＝１～５，ｊ＝１～５）内のＸ軸のＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ）　及びＹ軸のＬＩＡマーク２８Ｙ（ｉ，ｊ）　の設計上の位置からの、それぞれＸ方向への位置ずれ量ＬＸ、及びＹ方向への位置ずれ量ＬＹを求める。これらのアライメントデータ（ＬＸ，ＬＹ）を主制御系１８内の記憶部に記憶する。

【００３７】

（第４工程）

主制御系１８は、以下の計算を行ってＸ軸の移動鏡１６Ｘの位置Ｙでの曲がり量ＭＸ（Ｙ）、及びＹ軸の移動鏡１６Ｙの位置Ｘでの曲がり量ＭＹ（Ｘ）を求める。先ず、Ｘ座標をｉ列目のショット領域の位置Ｘｉに固定して、ＬＩＡ方式のアライメントセンサによるＹ座標の関数としてのアライメントデータ（ＬＸ（Ｙ），ＬＹ（Ｙ））を、移動鏡の曲がり量ＭＸ（Ｙ）、座標（Ｘｉ，Ｙ）でのウエハステージ１３のヨーイングＹａｗ（Ｘｉ，Ｙ）、ウエハローテーションθ、及び所定の定数ａ１，ａ２の関数として次のように表すことができる。

【００３８】

［Ｘ＝Ｘｉ（固定）の場合］

ＬＸ（Ｙ）＝ＭＸ（Ｙ）－Ｙａｗ（Ｘｉ，Ｙ）　ｄｙ＋θ・Ｙ＋ａ１　（ａ）

ＬＹ（Ｙ）＝Ｙａｗ（Ｘｉ，Ｙ）　ｄｘ－γｙ・Ｙ＋θ・ｄｘ＋ａ２　（ｂ）

同様に、Ｙ座標をｊ行目のショット領域の位置Ｙｊに固定して、Ｘ座標の関数としてのアライメントデータ（ＬＸ（Ｘ），ＬＹ（Ｘ））を、移動鏡の曲がり量ＭＹ（Ｘ）、座標（Ｘ，Ｙｊ）でのウエハステージ１３のヨーイングＹａｗ（Ｘ，Ｙｊ）、ウエハローテーシ

ョンθ、及び所定の定数ａ３，ａ４の関数として次のように表すことができる。

【００３９】

［Ｙ＝Ｙｊ（固定）の場合］

ＬＸ（Ｘ）＝－Ｙａｗ（Ｘ，Ｙｊ）　ｄｙ－γｘ・Ｘ－θ・ｄｙ＋ａ３　（ｃ）

ＬＹ（Ｘ）＝ＭＹ（Ｘ）＋Ｙａｗ（Ｘ，Ｙｊ）　ｄｘ－θ・Ｘ＋ａ４　（ｄ）

次に、第３工程で求めたアライメントデータ（ＬＸ，ＬＹ）の内で、ステージ座標系（Ｘ，Ｙ）上の計測位置（Ｘｉ，Ｙｊ）での計測結果を（ＬＸｉ，ＬＹｊ）として、Ｘ座標がＸｉでのＸ軸の移動鏡１６Ｘの曲がり量をＭＸｉ（Ｙ）（Ｙ＝Ｙ１～Ｙ５）、Ｙ座標がＹｊでのＹ軸の移動鏡１６Ｙの曲がり量をＭＹｊ（Ｘ）（Ｘ＝Ｘ１～Ｘ５）とする。これらの曲がり量ＭＸｉ（Ｙ），ＭＹｊ（Ｘ）は以下のように求められる。即ち、（ｂ）式より、次式が得られる。

【００４０】

Ｙａｗ（Ｘｉ，Ｙｊ）＝（ＬＹｊ＋γｙ　Ｙｊ－θ　ｄｘ－ａ２）／ｄｘ　（ｅ）

そして、（ａ）式、（ｅ）式より、次式が得られる。

$$\begin{aligned} MXi(Yj) &= LXi + Yaw(Xi, Yj)\,dy - \theta \cdot Yj - a1 \\ &= LXi + (LYj + \gamma y \cdot Yj - \theta \cdot dx - a2)\,dy/dx \\ &\quad - \theta \cdot Yj - a1 \\ &= LXi + LYj \cdot dy/dx + (\gamma y \cdot dy/dx - \theta)\,Yj \\ &\quad - \theta \cdot dy - a2 \cdot dy/dx - a1 \qquad (f) \end{aligned}$$

同様に、（ｃ）式より、次式が成立する。

【００４１】

Ｙａｗ（Ｘｉ，Ｙｊ）＝－（ＬＸｉ＋γｘ　Ｘｉ＋θ　ｄｙ－ａ３）／ｄｙ　（ｇ）

そして、（ｄ）式、（ｇ）式より、次式が導かれる。

$$\begin{aligned} MYj(Xi) &= LYj - Yaw(Xi, Yj) \cdot dx + \theta \cdot Xi - a4 \\ &= LYj + (LXi + \gamma x \cdot Xi + \theta \cdot dy - a3) \cdot dx/dy \\ &\quad + \theta \cdot Xi - a4 \\ &= LYj + LXi \cdot dx/dy + (\gamma x \cdot dx/dy + \theta) \cdot Xi \\ &\quad + \theta \cdot dx - a3 \cdot dx/dy - a4 \qquad (h) \end{aligned}$$

【００４２】

ここで、（ｆ）式においてＸ軸の移動鏡１６Ｘの曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ）の内、（－θ・ｄｙ－ａ２・ｄｙ／ｄｘ－ａ１）は、位置Ｙｊに依存しない０次成分である。また、（ｈ）式においてＹ軸の移動鏡１６Ｙの曲がり量ＭＹｊ（Ｘｉ）の内、（γｘ・ｄｘ／ｄｙ＋θ）・Ｘｉは、位置Ｘｉに比例する１次成分、（θ・ｄｘ－ａ３・ｄｘ／ｄｙ－ａ４）は、位置Ｘｉに依存しない０次成分である。よって、これらは本例での移動鏡曲がりには含まれないので除去すると、（ｆ）式、及び（ｈ）式はそれぞれ次のように書き換えられる。

【００４３】

$$\begin{aligned} MXi(Yj) &= LXi + LYj \cdot dy/dx \\ &\quad + (\gamma y \cdot dy/dx - \theta) \cdot Yj \qquad (i) \\ MYj(Xi) &= LYj + LXi \cdot dx/dy \qquad (j) \end{aligned}$$

次に、第２工程で求めたウエハスケーリングγｙ、及びウエハローテーションθを（ｉ）式、（ｊ）式に代入する。求めるべき移動鏡の曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ）及びＭＹｊ（Ｘｉ

）は、それぞれＭＸｉ（Ｙｊ）が０次成分を取り除いた曲がり成分、ＭＹｊ（Ｘｉ）が０次成分と１次成分とを取り除いた曲がり成分である。従って、（ｉ）式、（ｊ）式で求めた曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ），ＭＹｊ（Ｘｉ）について、それぞれ更に折れ線（Ｙｊ，ＭＸｉ（Ｙｊ））及び（Ｘｉ，ＭＹｊ（Ｘｉ））を０次直線、及び１次直線で最小二乗近似し、求められた近似直線を差し引くことによって、０次成分及び１次成分を全て除去する。そして、（ｉ）式、及び（ｊ）式から、それぞれ対応する近似直線を差し引いた残留成分が、求めるべき移動鏡の曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ），及びＭＹｊ（Ｘｉ）となる。

【００４４】

（第５工程）

上述の第４工程によって、ウエハの露光可能部分（アライメントマークが形成されている範囲）での移動鏡曲がりが求められた。次に、図３において、Ｘ軸の移動鏡１６Ｘの－Ｙ方向の端部での曲がり量を求める。この部分での曲がり量は、例えば通常のウエハの－Ｙ方向の端部のウエハマークの位置をＬＩＡ方式で計測する際に、干渉計１７Ｘ２の計測値を用いてウエハステージ１３のヨーイングの補正を行う際に必要となる。以下に計測方法を示す。

【００４５】

先ず、第４工程で求めた移動鏡曲がりを、装置定数として図１の主制御系１８内の記憶部に入力し、以下のステージ制御に用いる。図３において、Ｘ軸の移動鏡１６Ｘの曲がりが計測されている領域を、ｍ１≦Ｙ≦ｍ２（－ｍ１　ｍ２　ウエハ半径）とする。なお、Ｘ軸、Ｙ軸の原点は、基準ウエハ２６の中心が投影光学系ＰＬの光軸ＡＸに一致する位置に設定されている。ここで、Ｘ座標をｉ列目のショット領域の位置Ｘｉに固定すると、次のようになる。

【００４６】

［領域（Ｙ≦ｍ２－ｄｆ）において］

この領域では、干渉計１７Ｘ１及び１７Ｘ２の計測位置では共に移動鏡１６Ｘの曲がりが補正されているため、干渉計１７Ｘ１及び１７Ｘ２の計測値をそれぞれX_{i1}、及びX_{i2}とすると、次の関係が成立する。

$$X_{i2}-X_{i1}=Yaw(Xi,Yj)\cdot df \qquad (k)$$

差分（$X_{i2}-X_{i1}$）は、干渉計の計測値の差分であるから、（ｂ）式、（ｋ）式より、Ｘ座標が位置Ｘｉのときの定数ａ２が求まる。

【００４７】

［領域（ｍ２－ｄｆ≦Ｙ）において］

これは移動鏡１６Ｘと干渉計１７Ｘ１，１７Ｘ２とが図３のような位置関係にある領域である。この場合、干渉計１７Ｘ１，１７Ｘ２の計測値X_{i1}，X_{i2}、及び位置（Ｘｉ，Ｙｊ＋ｄｆ）での移動鏡１６Ｘの曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ＋ｄｆ）等を使用すると、次のようになる。

【００４８】

$$X_{i2}-X_{i1}=Yaw(Xi,Yj)\cdot df-MXi(Yj+df) \qquad (l)$$

Ｘ座標が位置Ｘｉのときの定数ａ２は領域（Ｙ≦ｍ２－ｄｆ）での計測で求められており、これは領域（ｍ２－ｄｆ≦ｙ）においても共通である。よって、（ｅ）式よりＹａｗ（Ｘｉ，Ｙｊ）が求められ、これを（ｌ）式に代入することで露光可能部分の外での曲がり量ＭＸｉ（Ｙｊ＋ｄｆ）が求められる。

【００４９】

（第６工程）

以上の工程によって、Ｘ軸の移動鏡１６Ｘの曲がり量ＭＸｉ（Ｙ）（Ｙ＝Ｙ１～Ｙ５）、及びＹ軸の移動鏡１６Ｙの曲がり量ＭＹｊ（Ｘ）（Ｘ＝Ｘ１～Ｘ５）が求められる。曲がり量ＭＸｉ（Ｙ）は全ての位置Ｘｉ（ｉ＝１～５）について求められ、位置Ｘｉによらず一定となるべき量である。よって、各曲がり量ＭＸｉ（Ｙ）の位置Ｘ１～Ｘ５に関する平均値をＸ軸の移動鏡の曲がり量ＭＸ（Ｙ）とする。同様に、曲がり量ＭＹｊ（Ｘ）は全ての位置Ｙｊ（ｊ＝１～５）について求められ、位置Ｙｊによらず一定となるべき量である

。よって、各曲がり量ＭＹｊ（Ｘ）の位置Ｙ１～Ｙ５に関する平均値をＹ軸の移動鏡の曲がり量ＭＹ（Ｘ）とする。

【００５０】

（第７工程）

基準ウエハ２６を使用して、上述の第１工程～第６工程を繰り返すことによって複数回移動鏡の曲がり量ＭＸ（Ｙ），ＭＹ（Ｘ）を求め、これらを平均化する。これによってアライメントセンサの測定誤差や、干渉計の計測値の空気揺らぎによる誤差の影響等を軽減する。

【００５１】

上述のように、本例の計測方法によれば、基準ウエハ２６上の各マークの位置を計測し、計測結果を処理するだけで、実際に露光を行うことなく移動鏡１６Ｘ，１６Ｙの曲がり量を求めることができる。

なお、上記の例の第２工程（ＦＩＡ方式のアライメントセンサを用いたウエハスケーリング等の算出工程）を以下のように変更してもよい。

【００５２】

例えば、ｘ方向のウエハスケーリングγｘを求める場合、図３において、基準ウエハ２６上のＹ座標が同じ行のショット領域（例えばＳＡ（１，１），ＳＡ（２，１），…）のＸ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｘ（ｉ，ｊ）（図４参照）の位置ずれ量をＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５によって計測し、計測結果ＦＸｉ（ｉ＝１～５）から１行目のウエハスケーリングγｘ１を求める。同様に、それぞれＹ座標が同じ２行目～５行目のショット領域についてウエハスケーリングγｘ２～γｘ５を求め、γｘｊ（ｊ＝１～５）の平均値をｘ方向のウエハスケーリングγｘとする。

【００５３】

ｙ方向のウエハスケーリングγｙを計測する場合も同様に、図３において、基準ウエハ２６上のＸ座標が同じ列のショット領域（例えばＳＡ（１，１），ＳＡ（１，２），…）のＹ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｙ（ｉ，ｊ）（図４参照）の位置ずれ量をＦＩＡ方式のアライメントセンサ１５によって計測し、計測結果から１列目のウエハスケーリングγｙ１を求める。そして、全列のウエハスケーリングγｙｉ（ｉ＝１～５）の平均値をｙ方向のウエハスケーリングγｙとする。

【００５４】

同様に、ウエハローテーションθを計測する場合も、基準ウエハ２６上のＹ座標が同じ行のショット領域（例えばＳＡ（１，１），ＳＡ（２，１），…）のＹ軸のＦＩＡ標準マーク２９Ｙ（ｉ，ｊ）　の位置ずれ量をアライメントセンサ１５によって計測し、計測結果ＦＹｉ（ｉ＝１～５）から１行目のウエハローテーションθ１を求める。そして、全行のウエハローテーションθｊ（ｊ＝１～５）の平均値をウエハローテーションθとする。この方法によれば、移動鏡曲がりの影響を受けない利点がある。

【００５５】

また、図３の基準ウエハ２６上のＬＩＡマーク２８Ｘ（ｉ，ｊ），２８Ｙ（ｉ，ｊ）　の間隔（即ち、移動鏡曲がり計測の間隔）は狭い程良いのは当然であるが、その間隔はウエハステージ１３で必要とされる位置決め精度に応じて設定すればよい。また、装置定数として移動鏡の曲がり量の計測値ＭＸ（Ｙ），ＭＹ（Ｘ）を記憶させるときに、計測位置の間の移動鏡曲がりについては直線近似等で補間して入力してもよい。

【００５６】

また、上述の実施の形態ではアライメントセンサとして、ＬＩＡ方式及びＦＩＡ方式が使用されているが、例えばスリット状に集光されたレーザビームとドット列状のマークとを相対走査するレーザ・ステップ・アライメント（ＬＳＡ）方式のアライメントセンサを使用してもよい。更に、ＴＴＬ（スルー・ザ・レンズ）方式、又はオフ・アクシス方式のアライメントセンサのみならず、ＴＴＲ（スルー・ザ・レチクル）方式のアライメントセンサを使用してもよい。

【００５７】

また、本発明は、レチクルとウエハとを同期して走査して露光を行う所謂ステップ・アンド・スキャン方式等の露光装置で移動鏡曲がりを計測する場合等にも同様に適用できるものである。このように本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【００５８】

【発明の効果】

本発明によれば、複数の評価用マークが既知の配列で並べられた評価用基板を使用し、それら複数の評価用マークの位置計測を行うことによって移動鏡の曲がり量を求めているため、露光装置の基板ステージ（ウエハステージ）に固定された座標計測用の移動鏡の曲がりを簡単に、且つ短時間に計測できる利点がある。そのように計測された移動鏡の曲がり量を装置定数として記憶し、露光時に基板ステージの位置を補正することにより、感光基板上のショット配列精度を高めることができ、異なる露光装置を用いて重ねて露光を行う場合の重ね合わせ精度も向上する。

【００５９】

また、それら評価用マークについて計測された座標、及びそれら評価用マークの既知の配列に基づいてそれら評価用マークの配列の線形成分を求め、この線形成分を除去することにより第１移動鏡、及び第２移動鏡の２次の曲がり量を求める場合には、それら移動鏡の傾き角の影響等が除去された曲がり成分のみを正確に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態の一例で使用される投影露光装置を示す構成図である。

【図２】図１の投影露光装置のウエハステージ１３の座標計測機構を示す平面図である。

【図３】図１の投影露光装置のウエハステージ１３上に基準ウエハ２６をロードした状態を示す平面図である。

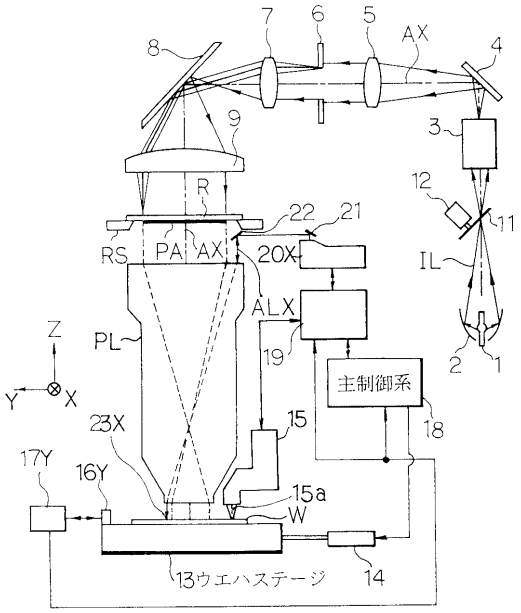
【図４】基準ウエハ２６のショット領域ＳＡ（ｉ，ｊ）　内のマーク配置を示す拡大平面図である。

【図５】基準ウエハ２６のウエハローテーションの説明図である。

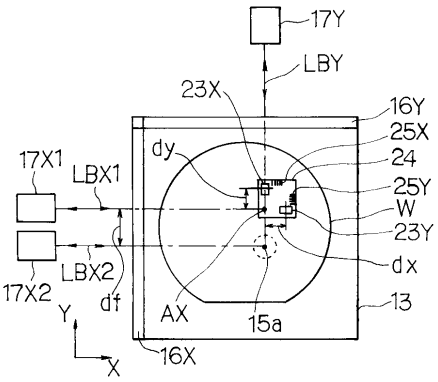
【符号の説明】

Ｒ　レチクル
ＰＬ　投影光学系
Ｗ　ウエハ
１３　ウエハステージ
１５　ＦＩＡ方式のアライメントセンサ
１６Ｘ，１６Ｙ　移動鏡
１７Ｘ１，１７Ｘ２，１７Ｙ　座標計測用の干渉計
１８　主制御系
１９　アライメント制御系
２０Ｘ　ＬＩＡ方式のＸ軸のアライメントセンサ
２６　基準ウエハ
ＳＡ（ｉ，ｊ）　ショット領域
２８Ｘ（ｉ，ｊ），２８Ｙ（ｉ，ｊ）　ＬＩＡマーク
２９Ｘ（ｉ，ｊ），２９Ｙ（ｉ，ｊ）　ＦＩＡ標準マーク
３０（ｉ，ｊ），３１（ｉ，ｊ）　サーチマーク

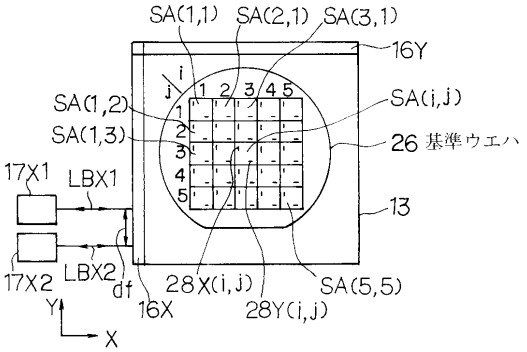
【図１】


7
6
5
AX
8
4
9
3
12
11
R
22
21
RS
PA
AX
20X
IL
ALX
Z
PL
19
主制御系
Y
X
23X
15
18
17Y
16Y
15a
W
13ウエハステージ
14
2
1

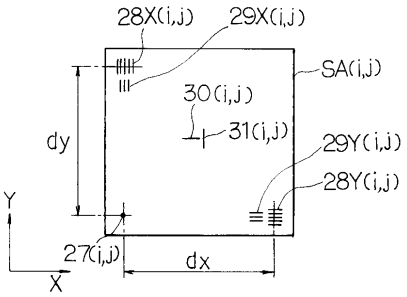
【図２】


17Y
LBY
23X
16Y
25X
dy
24
17X1
LBX1
25Y
W
23Y
dx
LBX2
17X2
df
AX
15a
13
Y
X
16X

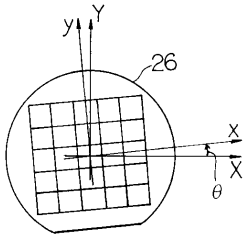
【図３】


SA(1,1)
SA(2,1)
SA(3,1)
16Y
i
j
1 2 3 4 5
SA(1,2)
SA(i,j)
SA(1,3)
26 基準ウエハ
17X1
LBX1
13
17X2
LBX2
df
28X(i,j)
SA(5,5)
16X
28Y(i,j)
Y
X

【図４】


28X(i,j)
29X(i,j)
SA(i,j)
30(i,j)
dy
31(i,j)
29Y(i,j)
28Y(i,j)
Y
27(i,j)
dx
X

【図５】


y
Y
26
x
X
θ

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G01B 11/00 - 11/30
H01L 21/027