(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3624919号

(P3624919)

(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01L 21/027	H01L	21/30	516B
G03F 7/20	G03F	7/20	521
G03F 9/00	G03F	9/00	H
	H01L	21/30	521

請求項の数 7　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平7-199676
(22)出願日　平成7年8月4日(1995.8.4)
(65)公開番号　特開平9-50950
(43)公開日　平成9年2月18日(1997.2.18)
審査請求日　平成14年8月1日(2002.8.1)

(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　岩本　勉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

互いに大きさの異なる露光フィールドを有する第１及び第２の露光装置を用いて、感光基板上にマスクパターンを重ねて露光する露光方法において、

前記第１及び第２の露光装置を用いて評価用の感光基板上に順次、重ね合わせ精度計測用マークの形成された第１及び第２のマスクパターンを重ねて転写露光し、

前記評価用の感光基板上で前記第１の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域、及び前記第２の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域のいずれにも跨っておらず、前記第１の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域と前記第２の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域とが互いにはみ出すことなく重なった基準計測領域内の所定の計測点で、重ねて転写露光された前記重ね合わせ精度計測用マークの像の位置ずれ量を計測し、

該計測結果に基づいて、前記第１の露光装置で露光された感光基板上に前記第２の露光装置で露光する際の位置合わせ、又は結像特性の補正を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項２】

露光対象とする感光基板上で所定の大きさの第１の露光フィールドを有する第１の露光装置と、前記第１の露光フィールドに対して直交する第１、及び第２の方向に対してそれぞれM_1/N_1倍（M_1,N_1は$M_1 \neq N_1$なる整数）、及びM_2/N_2倍（M_2,N_2は整数）の大きさの第２の露光フィールドを有する第２の露光装置とを用いて、前記感光基板上にマスクパターンを重ねて露光する露光方法において、

前記第１の露光装置を用いて、位置合わせ用マーク及び第１の重ね合わせ精度計測用マークの形成された第１のマスクパターンを、前記第１の露光フィールドを単位として感光基板上に配列された複数の第１のショット領域に順次露光する第１工程と；
前記第２の露光装置を用いて、第２の重ね合わせ精度計測用マークの形成された第２のマスクパターンを、前記第１工程で露光された前記感光基板上に前記位置合わせ用マークの像の位置を基準として前記第２の露光フィールドを単位として配列された複数の第２のショット領域に順次露光する第２工程と；
前記感光基板上で複数の前記第１のショット領域、及び複数の前記第２のショット領域のいずれにも跨っておらず、複数の前記第１のショット領域中の任意の１つと複数の前記第２のショット領域中の任意の１つとがはみ出すことなく重なった複数の領域をそれぞれ基準計測領域として、該複数の基準計測領域から選択された所定個数の基準計測領域内で互いに同じ位置にある前記第１の重ね合わせ精度計測用マークの像と前記第２の重ね合わせ精度計測用マークの像との位置ずれ量を計測し、該計測された位置ずれ量に基づいて前記第２の露光装置で前記第１の露光装置により露光された前記位置合わせ用マークの像の位置を検出する際の補正値を求める第３工程と；を有することを特徴とする露光方法。

【請求項３】
請求項２に記載の露光方法であって、
前記第３工程において求められる補正値は、前記位置合わせ用マークの像の位置に基づいて算出される所定の結像特性を示すパラメータの補正値であり、
該所定の結像特性を示すパラメータは、ショット倍率、ショット回転、及びショット直交度よりなるパラメータ群から選択される少なくとも１つのパラメータであり、
前記第３工程の後、前記第１の露光装置で露光された感光基板上に前記第２の露光装置を用いて重ね合わせ露光する際に、前記第３工程で求めた補正値を用いて結像特性の補正を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項４】
請求項２又は３に記載の露光方法であって、
前記第１の露光装置は一括露光方式の投影露光装置であり、前記第２の露光装置は走査露光方式の投影露光装置であることを特徴とする露光方法。

【請求項５】
第１の露光装置で露光された感光基板を、前記第１の露光装置の露光フィールドと大きさの異なる露光フィールドを有する第２の露光装置で露光する露光方法において、
前記第１の露光装置で重ね合わせ精度計測用のマークが形成された第１マスクパターンが転写露光された感光基板上に、前記第２の露光装置を用いて重ね合わせ精度計測用のマークが形成された第２マスクパターンを重ねて転写露光し；
前記第１及び第２マスクパターンが重ねて転写露光された感光基板上で前記第１の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域、及び前記第２の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域のいずれにも跨っておらず、前記第１の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域と前記第２の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域とが互いにはみ出すことなく重なった基準計測領域内の所定の計測点で、前記第１の露光装置で露光された重ね合わせ精度計測用マークの像と前記第２の露光装置で転写露光された重ね合わせ精度計測用マークの像との位置ずれ量を計測し；
該計測結果に基づいて、前記第１の露光装置で露光された感光基板上に前記第２の露光装置で露光する際の位置合わせ、又は結像特性の補正を行うことを特徴とする露光方法。

【請求項６】
前記第１の露光装置は一括露光方式の投影露光装置であり、前記第２の露光装置は走査露光方式の投影露光装置であり、
前記第２の露光装置の露光フィールドは、前記第１の露光装置の露光フィールドに対して直交する第１、及び第２の方向に関してそれぞれM_1/N_1 倍（M_1,N_1 は$M_1 \neq N_1$ なる整数）、及びM_2/N_2 倍（M_2,N_2 は整数）の大きさであることを特徴とする請求項５に記載の露光方法。

【請求項７】
請求項１～６のいずれか一項に記載の露光方法であって、
前記基準計測領域は、前記第１の露光装置で複数のショット領域を露光するときのステッピング誤差、及び前記第２の露光装置で複数のショット領域を露光するときのステッピング誤差の影響を受けないように選択されることを特徴とする露光方法。
【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フォトリソグラフィ工程で製造する際にマスクパターンを感光基板上に転写するための露光方法に関し、特に１つの感光基板上に異なる露光装置を用いて所謂ミックス・アンド・マッチ方式で重ね合わせ露光を行う場合に適用して好適なものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、半導体素子等を製造するためのフォトリソグラフィ工程において、縮小投影型露光装置（ステッパー等）が使用されている。一般に、超ＬＳＩ等の半導体素子は、ウエハ上に多数層のパターンが重ねて形成されるが、それらの層の内、最も高い解像度が必要な層はクリティカルレイヤと呼ばれている。これに対して、例えば半導体メモリ等を製造する際に使用されるイオン注入層のように、高い解像度を必要としない層はミドルレイヤと呼ばれている。
【０００３】
また、例えば最近の超ＬＳＩの製造工場では、製造工程のスループット（単位時間当りのウエハの処理枚数）を高めるため、１種類の超ＬＳＩの製造プロセス中で異なる層間の露光を別々の露光装置を使い分けて行うことが多くなって来ている。そこで、クリティカルレイヤとミドルレイヤとの両方を有する超ＬＳＩを製造する場合、クリティカルレイヤへの露光は例えば縮小倍率が１／５倍程度の高い解像度を有する投影露光装置で行い、ミドルレイヤへの露光は例えば縮小倍率が１／２．５倍程度の比較的粗い解像度の投影露光装置で行うという所謂ミックス・アンド・マッチ方式での露光が行われることがある。
【０００４】
このようにミックス・アンド・マッチ方式で露光を行う場合でも、それまでに形成された各ショット領域内のチップパターンと、これから露光するレチクルのパターン像とを高精度に重ね合わせるためのアライメントが実行される。従来のアライメント方法の内で、スループットが高く、且つ高い重ね合わせ精度の得られる方法として、例えば特開昭６１－４４４２９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（以下、「ＥＧＡ」という）方式が知られている。このＥＧＡ方式では、ウエハ上から予め選択された所定個数のショット領域（サンプルショット）の配列座標を計測することにより、全ショット領域の設計上の配列座標からウエハステージが位置決めされるステージ座標系での配列座標を算出するための、例えば６個の座標変換パラメータを求めている。
【０００５】
しかしながら、例えばクリティカルレイヤ上にミックス・アンド・マッチ方式でミドルレイヤのパターンを露光する際には、使用する投影露光装置が異なるため、ＥＧＡ方式で求めた座標変換パラメータ（以下、「ＥＧＡパラメータ」とも呼ぶ）をそのまま使用すると、所定の重ね合わせ誤差が残存していることがある。これは、ＥＧＡパラメータに残留誤差が残っていることを意味する。このような残留誤差の補正を行うため、従来は次のように重ね合わせ精度計測用マーク（以下、「バーニアマーク」と呼ぶ）を用いてテストプリントによって重ね合わせ誤差の計測を行っていた。
【０００６】
即ち、図７（ａ）は、クリティカルレイヤ露光用の投影露光装置によってバーニアマークの形成されたウエハＷを示し、この図７（ａ）において、ウエハＷ上で直交座標系（Ｘ，Ｙ）のＸ軸及びＹ軸に沿ってそれぞれ所定ピッチでショット領域ＳＡ１，ＳＡ２，…，Ｓ

ＡＭ（Ｍは例えば１２以上の整数）が配列され、各ショット領域ＳＡｍ（ｍ＝１～Ｍ）内にそれぞれ位置合わせ用マーク（ウエハマーク）、及び重ね合わせ精度計測用のバーニアマークが形成されている。

【０００７】

図７（ｂ）はそのショット領域ＳＡｍ内のマーク配置を示す拡大図であり、この図７（ｂ）において、ショット領域ＳＡｍの端部にＸ方向に所定ピッチのライン・アンド・スペースパターンよりなるＸ軸用のウエハマーク２１Ｘ、及びＹ方向に所定ピッチのライン・アンド・スペースパターンよりなるＹ軸用のウエハマーク２１Ｙが形成されている。これらウエハマーク２１Ｘ，２１Ｙはそれぞれ撮像方式（ＦＩＡ方式）で検出されるマークである。また、ショット領域ＳＡｍ内には十字型に分布する位置にバーニアマーク２２Ａ～２２Ｅが形成されている。バーニアマーク２２Ａ～２２Ｅとしては、一例として撮像方式（画像処理方式）で検出されるボックス・イン・ボックスマークを使用している。

【０００８】

次に、その図７（ａ）のウエハＷ上にミドルレイヤ用の投影露光装置を使用して所定のバーニアマークを重ね合わせ露光する。この際のアライメントを行うために、図７（ａ）のウエハＷ上から選択された例えば１０個のショット領域（サンプルショット）ＳＡａ，ＳＡｂ，ＳＡｃ，…，ＳＡｊに付設されたウエハマーク２１Ｘ，２１Ｙの、ミドルレイヤ用の投影露光装置のステージ座標系での配列座標をそれぞれ計測する。それらサンプルショットＳＡａ～ＳＡｊは、ウエハＷの表面でほぼ正多角形の頂点位置、又は一様にばらつきを持たせたランダムな位置に配置されている。そして、それらサンプルショットの設計上の配列座標、及び実際の計測値を処理して、ウエハＷ上での設計上の配列座標から、投影露光装置のステージ座標系上での配列座標を算出するための線形の６個の座標変換パラメータ（ＥＧＡパラメータ）を求める。これらのＥＧＡパラメータは、スケーリング（Ｘ方向及びＹ方向への線形伸縮）Ｒｘ，Ｒｙ、ウエハ・ローテーション（ウエハの回転）Θ、ショット直交度（ウエハ上の座標系の交差角の９０°からの誤差）Ｗ、及びオフセットＯｘ，Ｏｙよりなる。

【０００９】

次に、そのようにして求められた６個のＥＧＡパラメータと、ショット領域ＳＡｍ（ｍ＝１～Ｍ）の設計上の配列座標値とから、ウエハＷ上のクリティカルレイヤの各ショット領域ＳＡｍのステージ座標系での配列座標値が求められる。ここで、クリティカルレイヤでの縮小倍率を１／５倍、ミドルレイヤでの縮小倍率を１／２．５倍とする、即ちミドルレイヤの投影露光装置の露光フィールドは、クリティカルレイヤの投影露光装置の露光フィールドに対してＸ方向に２倍、且つＹ方向に２倍の大きさを有しているものとすると、ミドルレイヤの１つのショット領域内にそれぞれクリティカルレイヤの４つのショット領域が含まれることとなる。

【００１０】

そのため、ミドルレイヤの投影露光装置で露光を行う際に、図７（ａ）のクリティカルレイヤのショット領域ＳＡｍ（ｍ＝１～Ｍ）をＸ方向及びＹ方向に２×２個ずつの複数のブロックに分け、各ブロック内の４個のショット領域の計算上の配列座標より各ブロックの中心のステージ座標系での配列座標を求める。その後、ウエハＷ上の各ブロックの中心の配列座標を順次ミドルレイヤの投影露光装置の露光フィールドの中心に合わせて、それぞれバーニアマークを含むミドルレイヤのレチクルのパターン像を露光した後、そのウエハＷの現像を行う。

【００１１】

図８（ａ）は、ミドルレイヤ用の投影露光装置によって重ねてバーニアマークが形成されたウエハＷを示し、この図８（ａ）において、Ｘ軸及びＹ軸に沿ってウエハＷ上にそれぞれ所定ピッチでミドルレイヤのショット領域ＳＢ１，ＳＢ２，…，ＳＢＮ（Ｎは例えば３以上の整数）が配列され、各ショット領域ＳＢｎ（ｎ＝１～Ｎ）内にそれぞれ４個のクリティカルレイヤのショット領域が含まれている。また、各ショット領域ＳＢｎの中心６１は、対応する４個のクリティカルレイヤのショット領域の中心にほぼ合致し、各ショット

領域ＳＢｎ内には、それぞれクリティカルレイヤの５個のバーニアマーク２２Ａ～２２Ｅ（図７（ｂ）参照）に対応して２０個（＝４×５個）のバーニアマークが形成されている。

【００１２】

ここで、斜線を施した４個のショット領域ＳＢａ～ＳＢｄを計測対象として、ショット領域ＳＢａ～ＳＢｄ内で例えばランダムに選択された計測点６２～６５で、それぞれクリティカルレイヤのバーニアマークとミドルレイヤのバーニアマークとの位置ずれ量を計測する。図８（ｂ）は、それらの内のショット領域ＳＢａを示し、この図８（ｂ）において、ミドルレイヤのショット領域ＳＢａの下の４個のクリティカルレイヤのショット領域ＳＡｐ，ＳＡ（ｐ＋１），ＳＡｑ，ＳＡ（ｑ＋１）に属するバーニアマークを囲むようにそれぞれ、ミドルレイヤのバーニアマーク２４Ａ～２４Ｅ，２６Ａ～２６Ｅ，２８Ａ～２８Ｅ，３０Ａ～３０Ｅが形成されている。従って、ショット領域ＳＢａ内の計測点６２では、ショット領域ＳＡ（ｐ＋１）のバーニアマーク２２Ｃとミドルレイヤのバーニアマーク２６ＣとのＸ方向、又はＹ方向への位置ずれ量が計測される。同様に、各計測点６３～６５での２つのバーニアマークの位置ずれ量が計測される。

【００１３】

その結果、図８（ａ）の全部の計測点６２～６５において、例えばクリティカルレイヤのバーニアマークが全てミドルレイヤのバーニアマークに対してＸ方向に所定量δＸだけずれているときには、ＥＧＡパラメータの内のＸ軸のオフセットＯｘに残留誤差δＸのあることが分かる。従って、この残留誤差を予め装置定数としてミドルレイヤの投影露光装置の制御系に記憶しておき、アライメント結果の補正を行うことにより、クリティカルレイヤ上に高い重ね合わせ精度でミドルレイヤのパターンを露光できるようになる。

【００１４】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、クリティカルレイヤのバーニアマークとミドルレイヤのバーニアマークとの位置ずれ量を計測することにより、ＥＧＡパラメータの残留誤差を補正することができる。しかしながら、残留誤差としては、上述のようなウエハ全体としての変換パラメータの他に、ショット倍率（各チップパターンのＸ方向及びＹ方向への線形伸縮）ｒｘ，ｒｙ、ショット回転（各チップパターンの回転角）θ、及びショット直交度（各チップパターン内の座標系のの直交度誤差）ｗ等からなる所謂ショット内パラメータもある。

【００１５】

例えばショット倍率ｒｘの補正値を求めるためには、図８（ａ）において、ショット領域ＳＢａ内の対向する２個の計測点６２及び６６で２つのバーニアマークの位置ずれ量を計測することが考えられる。この結果得られる計測点６２及び６６での位置ずれ量のＸ成分の差より、残留ショット倍率エラー、即ちショット倍率ｒｘの補正値が算出されるはずである。同様に、残留ショット回転エラーも算出されるはずである。

【００１６】

しかしながら、実際には計測点６２及び６６はクリティカルレイヤで互いに別のショット領域ＳＡ（ｐ＋１）及びＳＡｐに属しているため、計測点６２及び６６におけるクリティカルレイヤのバーニアマークの位置には、互いに異なるステッピング誤差が混入している恐れがある。即ち、バーニアマークを読む計測点の配置を考慮しないと、本来はウエハステージのステッピング精度によるばらつきであるにも拘らず、残留ショット倍率エラーや残留ショット回転エラーであると判断してしまうことがある。この結果、誤った補正値で対応するショット内パラメータの補正を行うと、アライメント精度が低下するという不都合がある。

【００１７】

本発明は斯かる点に鑑み、ミックス・アンド・マッチ方式で例えばクリティカルレイヤとミドルレイヤとが混在するような基板に露光を行う場合に、そのクリティカルレイヤのパターンとミドルレイヤのパターンとの重ね合わせ精度を高めることができる露光方法を提供することを目的とする。

【００１８】
【課題を解決するための手段】
本発明による第１の露光方法は、例えば図１～図４に示すように、互いに大きさの異なる露光フィールド（４Ａ，４Ｂ）を有する第１及び第２の露光装置（１Ａ，１Ｂ）を用いて、感光基板上にマスクパターンを重ねて露光する露光方法において、第１及び第２の露光装置（１Ａ，１Ｂ）を用いて評価用の感光基板（Ｗ）上に順次、重ね合わせ精度計測用マーク（３２Ａ，３２Ｃ，３４Ａ，３４Ｃ）の形成された第１及び第２のマスクパターンを重ねて転写露光し、評価用の感光基板（Ｗ）上で第１の露光装置（１Ａ）の露光フィールド（４Ａ）を単位とする複数のショット領域、及び第２の露光装置（１Ｂ）の露光フィールド（４Ｂ）を単位とする複数のショット領域のいずれにも跨っておらず、第１の露光装置（１Ａ）の露光フィールド（４Ａ）を単位とするショット領域（ＳＣｑ）と第２の露光装置（１Ｂ）の露光フィールド（４Ｂ）を単位とするショット領域（ＳＤｒ）とが互いにはみ出すことなく（跨ることなく）重なった基準計測領域（ＳＣｑ）内の所定の計測点（３６Ａ，３６Ｂ）で、重ねて転写露光された重ね合わせ精度計測用マークの像（３２Ａ，３２Ｃ，３４Ａ，３４Ｃ）の位置ずれ量を計測し、この計測結果に基づいて、第１の露光装置（１Ａ）で露光された感光基板上に第２の露光装置（１Ｂ）で露光する際の位置合わせ、又は結像特性の補正を行うものである。
【００１９】
本発明によれば、基準計測領域（ＳＣｑ）は２つのレイヤ（例えばクリティカルレイヤとミドルレイヤ）の何れにおいても複数のショット領域に跨らないため、その中の計測点（３６Ａ，３６Ｂ）で計測された位置ずれ量には露光装置（１Ａ，１Ｂ）のステッピング誤差の影響が含まれていない。従って、その計測された位置ずれ量に基づいて、位置合わせのためのパラメータ、又は結像特性を示すパラメータの補正を行って露光を行うことにより、高い重ね合わせ精度が得られる。
【００２０】
本発明による第２の露光方法は、例えば図１～図４に示すように、露光対象とする感光基板（Ｗ）上で所定の大きさの第１の露光フィールド（４Ａ）を有する第１の露光装置（１Ａ）と、その第１の露光フィールドに対して直交する第１、及び第２の方向に対してそれぞれM_1／N_1　倍（M_1，N_1　はM_1　≠N_1　なる整数）、及びM_2／N_2　倍（M_2，N_2　は整数）の大きさの第２の露光フィールド（４Ｂ）を有する第２の露光装置（１Ｂ）とを用いて、感光基板上にマスクパターンを重ねて露光する露光方法において、第１の露光装置（１Ａ）を用いて、位置合わせ用マーク（２１ＸＡ，２１ＹＡ）及び第１の重ね合わせ精度計測用マーク（３１Ａ～３１Ｅ）の形成された第１のマスクパターン（２Ａ）を、第１の露光フィールド（４Ａ）を単位として感光基板（Ｗ）上に配列された複数の第１のショット領域（ＳＣ１～ＳＣＱ）に順次露光する第１工程と、第２の露光装置（１Ｂ）を用いて、第２の重ね合わせ精度計測用マーク（３３Ａ～３３Ｅ）の形成された第２のマスクパターン（２Ｂ）を、その第１工程で露光された感光基板（Ｗ）上に位置合わせ用マーク（２１ＸＡ，２１ＹＡ）の像の位置を基準として第２の露光フィールド（４Ｂ）を単位として配列された複数の第２のショット領域（ＳＤ１～ＳＤＲ）に順次露光する第２工程と、を有する。
【００２１】
更に本発明は、感光基板（Ｗ）上で複数の第１のショット領域（ＳＣ１～ＳＣＱ）、及び複数の第２のショット領域（ＳＤ１～ＳＤＲ）のいずれにも跨っておらず、複数の第１のショット領域（ＳＣ１～ＳＣＱ）中の任意の１つと複数の第２のショット領域（ＳＤ１～ＳＤＲ）中の任意の１つとがはみ出すことなく重なった複数の領域（ＳＣｑ，ＳＣ（ｑ＋２））をそれぞれ基準計測領域として、これら複数の基準計測領域から選択された所定個数の基準計測領域内で互いに同じ位置（計測点）にある第１の重ね合わせ精度計測用マークの像（３１Ａ～３１Ｅ）と第２の重ね合わせ精度計測用マークの像（３３Ａ～３３Ｅ）との位置ずれ量を計測し、この計測された位置ずれ量に基づいて第２の露光装置（１Ｂ）で第１の露光装置（１Ａ）により露光された位置合わせ用マークの像（２１ＸＡ，２１Ｙ

Ａ）の位置を検出する際の補正値を求める第３工程と、を有するものである。

【００２２】

この場合、例えば第１の露光装置（１Ａ）をクリティカルレイヤ用、第２の露光装置（１Ｂ）をミドルレイヤ用とする。このとき、ショット領域内での線形伸縮の誤差等を求めるために、各基準計測領域内にそれぞれ１対の重ね合わせ精度計測用マークの位置ずれ量を計測する複数の計測点を設定するものとしても、それらの計測点は第１のショット領域（ＳＣ１～ＳＣＱ）及び第２のショット領域（ＳＤ１～ＳＤＲ）の何れにもまたがらない。従って、クリティカルレイヤ及びミドルレイヤのステッピング誤差に影響されずに、その線形伸縮の誤差等が正確に求められ、ミドルレイヤでその線形伸縮の補正を行うことにより、クリティカルレイヤとミドルレイヤとの重ね合わせ精度が向上する。

【００２３】

この場合、位置合わせ用マーク（２１ＸＡ，２１ＹＡ）と第１の重ね合わせ精度計測用マーク（３１Ａ～３１Ｅ）とは同一のマークであってもよい。

また、その第３工程において求められる補正値の一例は、それら位置合わせ用マークの像の位置に基づいて算出される所定の結像特性を示すパラメータの補正値であり、このパラメータの一例は、ショット倍率ｒｘ，ｒｙ、ショット回転θ、及びショット直交度ｗよりなるパラメータ群から選択される少なくとも１つのパラメータである。この場合、その後、第１の露光装置（１Ａ）で露光された感光基板上に第２の露光装置（１Ｂ）を用いて重ね合わせ露光する際に、その第３工程で求めた補正値（パラメータ）を用いて結像特性の補正を行うことが望ましい。

【００２４】

また、本発明による第３の露光方法は、第１の露光装置（１Ａ）で露光された感光基板を、その第１の露光装置の露光フィールドと大きさの異なる露光フィールドを有する第２の露光装置（１Ｂ）で露光する露光方法において、その第１の露光装置で重ね合わせ精度計測用のマークが形成された第１マスクパターンが転写露光された感光基板上に、その第２の露光装置を用いて重ね合わせ精度計測用のマークが形成された第２マスクパターンを重ねて転写露光し、その第１及び第２マスクパターンが重ねて転写露光された感光基板上でその第１の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域、及びその第２の露光装置の露光フィールドを単位とする複数のショット領域のいずれにも跨っておらず、その第１の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域とその第２の露光装置の露光フィールドを単位とするショット領域とが互いにはみ出すことなく重なった基準計測領域内の所定の計測点で、その第１の露光装置で露光された重ね合わせ精度計測用マークの像とその第２の露光装置で転写露光された重ね合わせ精度計測用マークの像との位置ずれ量を計測し、この計測結果に基づいて、その第１の露光装置で露光された感光基板上にその第２の露光装置で露光する際の位置合わせ、又は結像特性の補正を行うものである。更に、第１の露光装置（１Ａ）の一例は一括露光方式の投影露光装置であり、第２の露光装置（１Ｂ）の一例は走査露光方式の投影露光装置である。

【００２５】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による露光方法の実施の形態の一例につき図１～図４を参照して説明する。この例では、２台の露光装置として、縮小倍率が１／５倍の一括露光方式の投影露光装置（ステッパー）と、縮小倍率が１／４倍のステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置とを使用する。また、前者の投影露光装置で露光される各ショット領域からはそれぞれ２個のチップパターンが切り出され（２個取り）、後者の投影露光装置で走査露光される各ショット領域からはそれぞれ３個のチップパターンが切り出される（３個取り）場合を扱う。

【００２６】

図１は、本例の露光システムを示し、この図１において、一括露光方式の投影露光装置（以下、「ファインステッパー」と呼ぶ）１Ａと、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（以下、「走査型露光装置」と呼ぶ）１Ｂとが設置されている。本実施例では、

ファインステッパー１Ａは高解像度、走査型露光装置１Ｂは低解像度であり、ファインステッパー１Ａを用いて、ウエハ上のクリティカルレイヤへの露光を行い、走査型露光装置１Ｂを用いて、ウエハ上のミドルレイヤへの露光を行う。但し、製造する半導体素子の種類等に応じて、ファインステッパー１Ａを低解像度用としたり、又は走査型露光装置１Ｂを高解像度用とする場合も有り得る。

【００２７】

先ずファインステッパー１Ａにおいて、レチクルＲＡ上のパターン領域２Ａが不図示の照明光学系からの露光光により照明され、パターン領域２Ａ内のパターンが投影光学系３Ａにより１／５倍に縮小されて、ウエハW上の矩形の露光フィールド４Ａに投影露光される。その投影光学系３Ａの光軸に平行にＺ１軸を取り、Ｚ１軸に垂直な平面の直交座標をＸ１軸及びＹ１軸とする。レチクルＲＡ上のパターン領域２Ａは、Ｙ１方向に同一の大きさの部分パターン領域１２Ａ及び１２Ｂに分かれ、部分パターン領域１２Ａ及び１２Ｂには同一の配列でアライメントマーク、及び重ね合わせ精度計測用のマーク（バーニアマーク）の原画パターンが描画されている。

【００２８】

ウエハWはウエハステージ５Ａ上に保持され、ウエハステージ５Ａは、Ｚ１軸方向にウエハWの露光面をベストフォーカス位置に設定するＺステージ、並びにＸ１軸及びＹ１軸方向にウエハWを位置決めするＸＹステージ等から構成されている。ウエハステージ５Ａ上には直交するように２枚の移動鏡６Ａ及び８Ａが固定され、外部に設置されたレーザ干渉計７Ａ及び移動鏡６Aによりウエハステージ５AのＸ１方向の座標が計測され、外部に設置されたレーザ干渉計９Ａ及び移動鏡８Aによりウエハステージ５AのＹ１方向の座標が計測されている。レーザ干渉計７Ａ及び９Ａにより計測された座標は、装置全体の動作を統轄制御する制御装置１０Ａに供給され、制御装置１０Ａは、不図示の駆動部を介してウエハステージ５ＡをＸ１方向及びＹ１方向にステッピング駆動することにより、ウエハWの位置決めを行う。この場合、ウエハWのステッピング駆動は、ウエハWの露光面に設定されたショット領域（パターン領域２Ａのパターン像が投影露光される単位となる領域）の配列、即ちクリティカルレイヤ用のショットマップに従って行われ、このショットマップは制御装置１０Ａ内のコンピュータよりなるマップ作成部により作成される。

【００２９】

本実施例のファインステッパー１Ａには、オフ・アクシス方式で且つ撮像方式（ＦＩＡ方式）のアライメント系１１Ａが備えられている。アライメント系１１Ａでは、ウエハW上の位置合わせ用のマーク（ウエハマーク）、又は重ね合わせ精度計測用のバーニアマークを撮像し、得られる撮像信号を処理してそのマークのＸ１座標、及びＹ１座標を検出する。検出された座標は制御装置１０Ａに供給される。

【００３０】

なお、アライメント系としては、ＴＴＲ（スルー・ザ・レチクル）方式のアライメント系、又は投影光学系３Ａを介してマークの位置を検出するＴＴＬ（スルー・ザ・レンズ）方式のアライメント系等を使用してもよく、マークの検出方式としては、スリット状のレーザビームとマークとを相対走査するレーザ・ステップ・アライメント方式（ＬＳＡ方式）、又は２光束を回折格子状のマークに照射して平行に発生する１対の回折光の干渉信号から位置検出を行う所謂２光束干渉方式等を使用してもよい。

【００３１】

次に、本例の走査型露光装置１Ｂにおいて、レチクルＲＢのパターン領域２Ｂの一部が不図示の照明光学系からの露光光で照明され、その一部のパターン像は、投影光学系３Ｂを介して１／４倍に縮小されて、ウエハステージ５Ｂ上に保持されたウエハW上のスリット状の露光領域１４に投影露光される。ここで、投影光学系３Ｂの光軸に平行にＺ２軸を取り、Ｚ２軸に垂直な平面の直交座標系をＸ２軸及びＹ２軸とする。この状態でレチクルＲＢを－Ｙ２方向（又は＋Ｙ２方向）に走査するのと同期して、ウエハWを＋Ｙ２方向（又は－Ｙ２方向）に走査することにより、ウエハW上の露光フィールド４ＢにレチクルＲＢのパターン領域２Ｂ内のパターン像が逐次投影される。

【００３２】
この場合、レチクルＲＢのパターン領域２Ｂは走査方向であるＹ２方向に同一の大きさの３個の部分パターン領域１３Ａ～１３Ｃに分割され、露光フィールド４Ｂの大きさは走査方向にファインステッパー１Ａの露光フィールド４Ａに対して３／２倍で、非走査方向に等しく（１倍に）なっている。また、それらの部分パターン領域１３Ａ～１３Ｃ内にもそれぞれ同一の配置でバーニアマークの原画パターンが形成されている。
【００３３】
走査型露光装置１Ｂのレチクルを走査する不図示のレチクルステージの位置は不図示のレーザ干渉計により計測され、ウエハステージ５ＢのＸ２座標は、移動鏡６Ｂ及びレーザ干渉計７Ｂにより計測され、ウエハステージ５ＢのＹ２座標は、移動鏡８Ｂ及びレーザ干渉計９Ｂにより計測され、それら計測された座標が制御装置１０Ｂに供給されている。制御装置１０Ｂが不図示のレチクルステージ、及びウエハステージ５Ｂの同期駆動を制御する。ウエハステージ５Ｂの走査露光は、ウエハWの露光面に設定されたミドルレイヤ用のショットマップに従って行われ、このショットマップは制御装置１０Ｂ内のコンピュータよりなるマップ作成部により作成される。
【００３４】
この場合、制御装置１０Ａ内のマップ作成部と、制御装置１０Ｂ内のマップ作成部とは互いに作成したショットマップ情報を供給する機能を有している。そして、例えばクリティカルレイヤ上にミドルレイヤの露光を行うときには、ファインステッパー１Ａに備えられた制御装置１０Ａで作成されたクリティカルレイヤ用のショットマップ情報が、他方の制御装置１０Ｂに送信され、制御装置１０Ｂ内のマップ作成部は、供給されたショットマップ情報に基づいてミドルレイヤ用のショットマップを作成する。逆に、ミドルレイヤ上にクリティカルレイヤの露光を行う際には、制御装置１０Ｂで作成されたミドルレイヤのショットマップ情報が制御装置１０Ａに供給される。
【００３５】
また、走査型露光装置１Ｂにも、オフ・アクシス方式で且つ撮像方式（ＦＩＡ方式）のアライメント系１１Ｂが投影光学系３Ｂの側面に設けられ、このアライメント系１１ＢによりウエハW上のウエハマーク又はバーニアマークのＸ２座標及びＹ２座標が検出される。次に、本例においてファインステッパー１Ａでクリティカルレイヤのパターンの露光を行った後、走査型露光装置１Ｂでミドルレイヤのパターンの露光を行う際の、ショット内パラメータ（ショット倍率ｒｘ，ｒｘ、ショット回転θ、及びショット直交度ｗ）の補正動作の一例につき第１工程から第３工程に分けて説明する。
【００３６】
［第１工程］
この第１工程では、図１のファインステッパー１Ａのウエハステージ５Ａ上にフォトレジストが塗布された未露光のウエハWを載置して、ウエハW上で露光フィールド４Ａを単位として配列された多数のショット領域に、順次ステップ・アンド・リピート方式でレチクルＲＡのパターンの縮小像を露光する。レチクルＲＡには、２対のアライメントマークの他に所定配列の２組のバーニアマークの原画パターンが形成されている。その後、そのウエハWの現像を行ってその２対のアライメントマークを凹凸のウエハマークとして現出させ、且つそれら２組の原画パターンを凹凸のバーニアマークとして現出させる。この現像後のパターンをウエハW上のクリティカルレイヤのパターンとみなすことができる。但し、現像を行うことなく、ウエハW上の潜像のままで以後のアライメントや、２つのバーニアマークの位置ずれ量の計測等を行うようにしてもよい。
【００３７】
［第２工程］
第１工程でウエハマーク及びバーニアマークの形成されたウエハW上にフォトレジストを塗布し、このウエハWを図１の走査型露光装置１Ｂのウエハステージ５Ｂ上に載置する。この際に、ファインステッパー１Ａの制御装置１０Ａから、第１工程で使用されたクリティカルレイヤのショットマップの情報が走査型露光装置１Ｂの制御装置１０Ｂに供給され

ている。これにより制御装置１０Ｂでは、クリティカルレイヤのウエハマーク、及びバーニアマークのウエハW上での設計上の配列座標を求めることができる。

【００３８】

図２（ａ）は、そのウエハステージ５Ｂ上に載置されたウエハWを示し、この図２（ａ）において、走査型露光装置１ＢのＸ２軸、及びＹ２軸を改めてそれぞれＸ軸、及びＹ軸として表してある。この場合、ウエハWは不図示のプリアライメント機構により大まかな位置合わせがしてあり、ウエハWの表面はほぼＸ方向、及びＹ方向に沿ってＱ個（図２（ａ）では、Ｑ＝３２）のクリティカルレイヤのショット領域ＳＣ１，ＳＣ２，…，ＳＣＱに分割されている。実際には各ショット領域ＳＣｑ（ｑ＝１～Ｑ）間には所定幅のスクライブライン領域があるが、それは図示省略してある。また、そのスクライブライン領域を含めて各ショット領域ＳＣｑのＸ方向の幅（ピッチ）はｂ、Ｙ方向の幅（ピッチ）は２ａであり、本例では各ショット領域ＳＣｑはほぼ正方形（２ａ　ｂ）である。また、各ショット領域ＳＣｑはそれぞれＹ方向に２個の同一形状の第１及び第２の部分ショット領域１５Ａ，１５Ｂに分かれ、これらの部分ショット領域１５Ａ，１５Ｂには互いに同一の回路パターンが形成されるようになっている。

【００３９】

図２（ｂ）はショット領域ＳＣｑを代表的に示し、この図２（ｂ）において、ショット領域ＳＣｑ内の第１の部分ショット領域には、１対のＸ軸用のウエハマーク２１ＸＡ、及びＹ軸用のウエハマーク２１ＹＡと、１組の十字型に分布する４個のバーニアマーク３１Ａ，３１Ｃ，３１Ｄ，３１Ｅとが形成され、ショット領域ＳＣｑ内の第２の部分ショット領域にも、対称にウエハマーク２１ＸＢ，２１ＹＢと、バーニアマーク３２Ａ，３２Ｃ，３２Ｄ，３２Ｅとが形成されている。この場合、図２（ｂ）のように分布するマークの原画パターンが、図１のファインステッパー１Ａのレチクル ＲＡのパターン領域２Ａ内に形成されている。

【００４０】

なお、本例で使用されるウエハマーク２１ＸＡ，２１ＹＡ等はそれぞれ図１のアライメント系１１Ｂにより撮像方式で検出される１次元のライン・アンド・スペースパターンであり、バーニアマーク３１Ａ～３１Ｅ等はそれぞれ、そのアライメント系１１Ｂにより撮像方式で検出される２次元のボックス・イン・ボックスマークであるが、バーニアマークとして例えば１次元のライン・アンド・スペースパターンを２つ直交するように組み合わせたマーク、又はウエハマーク２１ＸＡ，２１ＹＡ等そのものを使用してもよい。逆にバーニアマークをウエハマークとして使用してもよいため、本例では一例としてバーニアマーク３１Ａ～３１Ｅ，３２Ａ～３２Ｅの一部をショット領域内の多点のウエハマーク（アライメントマーク）として使用する。また、バーニアマークとして例えばレーザ・ステップ・アライメント（ＬＳＡ）方式で検出されるマーク等を使用してもよく、更にウエハマーク、及びバーニアマークの分布は、図２（ｂ）以外の分布でもよい。

【００４１】

次に、図１の走査型露光装置１Ｂの制御装置１０ＢはＥＧＡ方式でアライメントを行う。そのため、制御装置１０Ｂは、クリティカルレイヤのショットマップに従ってウエハステージ５Ｂを駆動して、アライメント系１１Ｂの観察視野を順次移動させることにより、図２（ａ）において、ウエハW上から選択された例えば９個のショット領域（サンプルショット）Ｓ１，Ｓ２，…，Ｓ９に付設されたウエハマーク２１ＸＡ，２１ＹＡの、ステージ座標系（走査型露光装置１Ｂのレーザ干渉計７Ｂ，９Ｂの計測値により定まる座標系）での配列座標をそれぞれ計測する。そして、各サンプルショットのウエハマーク２１ＸＡ，２１ＹＡの設計上の配列座標から計算される配列座標値と実測値との差分の自乗和である残留誤差成分が最小となるように、６個のウエハ上でのＥＧＡパラメータ（スケーリングＲｘ，Ｒｙ、ウエハ・ローテーションΘ、ショット直交度W、オフセットＯｘ，Ｏｙ）の値を決定する。

【００４２】

次に、制御装置１０Ｂは、それら６個のＥＧＡパラメータと、クリティカルレイヤのショ

ット領域ＳＣｑ（ｑ＝１～Ｑ）の設計上の配列座標値とから各ショット領域ＳＣｑのステージ座標系での配列座標値を求める。ここで、走査型露光装置１Ｂの露光フィールド４Ｂは、ファインステッパー１Ａの露光フィールド４Ａに対してＸ方向に等倍、且つＹ方向に３／２倍の大きさであるため、制御装置１０Ｂは、図２（ａ）のショット領域ＳＣｑ（ｑ＝１～Ｑ）内の欠けの無い各部分ショット領域をそれぞれＸ方向に１個、及びＹ方向に３個ずつの複数のブロックに分け、各ブロック内に少なくとも１つ含まれているショット領域ＳＣｑの計算上の配列座標より、各ブロックの中心のステージ座標系での配列座標を求める。これによってミドルレイヤのショット領域の配列（ショットマップ）が定まる。

【００４３】

一例として、走査型露光装置１Ｂにより露光されるミドルレイヤのショットマップでは、図３（ａ）に示すように、ウエハWのクリティカルレイヤ上にＸ方向、及びＹ方向に沿ってＲ個（図３（ａ）では、Ｒ＝２０）のショット領域ＳＤ１，ＳＤ２，…，ＳＤＲが配列されている。スクライブライン領域を含めて各ショット領域ＳＤｒ（ｒ＝１～Ｒ）のＸ方向の幅（ピッチ）はｂ、Ｙ方向の幅（ピッチ）は３ａである。従って、クリティカルレイヤのショット領域ＳＣｑに対してミドルレイヤのショット領域ＳＤｒの大きさを、Ｘ方向及びＹ方向にそれぞれM_1／N_1　倍、及びM_2／N_2　倍とすると、本例ではM_1／N_1　＝１／１、M_2／N_2　＝３／２となっている。また、各ショット領域ＳＤｒは、それぞれＹ方向（走査方向）に同一の大きさの３個の部分ショット領域１６Ａ～１６Ｃに分割され、これら３個の部分ショット領域１６Ａ～１６Ｃには、互いに同一のパターンが形成されるようになっている。

【００４４】

本例では、６個のＥＧＡパラメータ（Ｒｘ，Ｒｙ，Θ，Ｗ，Ｏｘ，Ｏｙ）には誤差がなく、４個のショット内パラメータ（ショット倍率ｒｘ，ｒｙ、ショット回転θ、ショット直交度ｗ）に誤差があるものとする。そこで、これらショット内パラメータの誤差（補正値）を求めるために重ね合わせ露光を行う。

即ち、走査型露光装置１Ｂでは、図３（ａ）のミドルレイヤの各ショット領域ＳＤｒに順次、走査露光方式でレチクルＲＢに形成されたバーニアマークの原画パターン像を露光する。この際に、算出されたショット倍率ｒｘ，ｒｙに応じて、投影光学系３Ｂの投影倍率、及び走査速度を調整し、ショット回転θに応じてレチクルＲＢを回転させ、ショット直交度ｗに応じて走査方向を調整しておく。これにより、クリティカルレイヤのチップパターンにミドルレイヤのチップパターンを合わせておく。その後、現像を行うことにより、ウエハW上のクリティカルレイヤのバーニアマーク上にミドルレイヤのバーニアマークが現出する。なお、既に説明したように潜像のままで以下の計測を行ってもよい。

【００４５】

［第３工程］

この第３工程では、図２（ａ）のクリティカルレイヤのショット領域ＳＣｑのバーニアマークと、図３（ａ）のミドルレイヤのショット領域ＳＤｒのバーニアマークとの位置ずれ量を計測する。そのため、第２工程で現像が行われた図３（ａ）に示すウエハWを、例えば図１の走査型露光装置１Ｂのウエハステージ５Ｂ上に載置して、アライメント系１１Ｂにより２層のバーニアマークの位置ずれ量を計測する。但し、２層のバーニアマークの位置ずれ量は、別の高精度な計測装置で計測してもよい。

【００４６】

この場合、図２（ａ）及び図３（ａ）に示すように、クリティカルレイヤのショット領域ＳＣｑの＋Ｙ方向の端部とミドルレイヤのショット領域ＳＤｒの＋Ｙ方向の端部とが一致しているものとする。また、ミドルレイヤＭのショット領域ＳＤ１～ＳＤＲ内には、それぞれクリティカルレイヤのショット領域ＳＣｑ内の８個のバーニアマークに対応して１２個（＝４×３個）のバーニアマークが形成されている。

【００４７】

図３（ｂ）はそのミドルレイヤのショット領域ＳＤｒを示し、この図３（ｂ）において、ショット領域ＳＤｒ内の第１の部分ショット領域には、クリティカルレイヤのバーニアマ

ーク３１Ａ～３１Ｅ（図２（ａ）参照）を囲むように４個のバーニアマーク３３Ａ～３３Ｅが形成され、同様にショット領域ＳＤｒ内の第２及び第３の部分ショット領域内にもそれぞれ、クリティカルレイヤのバーニアマークを囲むように４個のバーニアマーク３４Ａ～３４Ｅ、及び３５Ａ～３５Ｅが形成されている。本例では４個のショット内パラメータ（ｒｘ，ｒｙ，θ，ｗ）の誤差によって、一例としてクリティカルレイヤの所定のショット領域内のバーニアマーク３１Ｅに対して、ミドルレイヤのバーニアマーク３５ＥはＸ方向及びＹ方向にそれぞれΔｘ及びΔｙだけ位置ずれしている。そこで、所定の計測点にある２層のバーニアマークの位置ずれ量を検出することにより、それらショット内パラメータの誤差（補正値）を求める。

【００４８】

例えば図３（ａ）で斜線を施して示すように、Ｙ方向に２個連続するショット領域ＳＤｒ，ＳＤ（ｒ＋１）内での計測点の設定方法につき、図４を参照して説明する。

図４において、クリティカルレイヤのショット領域ＳＣｑ，ＳＣ（ｑ＋１），ＳＣ（ｑ＋２）と、ミドルレイヤのショット領域ＳＤｒ，ＳＤ（ｒ＋１）とが跨ることなく完全に重なっている領域、即ち斜線を施して示すように、２個のショット領域ＳＣｑ，ＳＣ（ｑ＋２）をそれぞれ基準計測領域として、第１の基準計測領域ＳＣｑ内に４個の計測点３６Ａ～３６Ｄを設定する。同様に、第２の基準計測領域ＳＣ（ｑ＋２）内にも、計測点３６Ａ～３６Ｄと対応する位置に４個の計測点３６Ｅ～３６Ｈを設定する。

【００４９】

そして、計測点３６Ａでは、クリティカルレイヤのバーニアマーク３２Ａとミドルレイヤのバーニアマーク３４ＡとのＸ方向及びＹ方向への位置ずれ量を計測し、同様に他の計測点３６Ｂ～３６Ｄ、及び３６Ｅ～３６Ｈでもそれぞれ２層のバーニアマークの位置ずれ量を計測する。なお、図３（ａ）において、他にもクリティカルレイヤのショット領域とミドルレイヤのショット領域とが跨ることなく完全に重なっている領域を基準計測領域としてもよい。

【００５０】

次に、各計測点での２つのバーニアマークの位置ずれ量の計測結果から、４個のショット内パラメータの誤差を求める方法の一例につき説明する。ここで、第１の基準計測領域ＳＣｑ内において、Ｘ方向に離れた２つの計測点３６Ａ，３６Ｂでの２つのバーニアマークの位置ずれ量をそれぞれ（Δｘａ，Δｙａ），（Δｘｂ，Δｙｂ）として、Ｙ方向に離れた２つの計測点３６Ｃ，３６Ｄでの２つのバーニアマークの位置ずれ量をそれぞれ（Δｘｃ，Δｙｃ），（Δｘｄ，Δｙｄ）とする。この場合、位置ずれ量Δｘａ，Δｘｂの差よりＸ方向のショット倍率ｒｘの誤差Δｒｘが求められ、位置ずれ量Δｙｃ，Δｙｄの差よりＹ方向のショット倍率ｒｙの誤差Δｒｙが求められ、位置ずれ量Δｙａ，Δｙｂの差分よりショット回転θの誤差Δθが求められ、位置ずれ量Δｘｃ，Δｘｄの差分、及びその誤差Δθよりショット直交度ｗの誤差Δｗが求められる。

【００５１】

更に、その他の基準計測領域内で求めたショット内パラメータの誤差Δｒｘ，Δｒｙ，Δθ，Δｗの平均値を求め、これらの平均値をショット内パラメータの補正値Δｒｘ’，Δｒｙ’，Δθ’，Δｗ’として走査型露光装置１Ｂの制御装置１０Ｂ内の記憶部に記憶する。この場合、本例の各基準計測領域は、クリティカルレイヤでもミドルレイヤでも２つのショット領域に跨っていないため、求められたショット内パラメータの補正値は、クリティカルレイヤでのステッピング誤差、及びミドルレイヤでのステッピング誤差の影響が除去された正確な値である。

【００５２】

これに対して、例えば図４で２つのショット領域ＳＤｒ及びＳＤ（ｒ＋１）に跨る中央のショット領域ＳＣ（ｑ＋１）を基準計測領域として、この基準計測領域内の２つのショット領域ＳＤｒ及びＳＤ（ｒ＋１）上に計測点３７Ｂ及び３７Ａを設定する場合を想定する。この場合、２つの計測点３７Ｂ及び３７Ａでの２つのバーニアマークの位置ずれ量にはミドルレイヤのステッピング誤差が独立に混入しているため、例えばそれらの位置ずれ量

の和からＹ方向のショット倍率ｒｙの誤差を算出しても、その誤差にはステッピング誤差も混入していることになる。この意味では、仮に基準計測領域が何れかの層の複数のショット領域に跨っていても、その基準計測領域内の複数の計測点を複数のショット領域に跨らないように設定するようにしても、ステッピング誤差の混入を防止できる。なお、バーニアマークの位置ずれ量が別の計測装置で計測され、別のコンピュータ等によってそれらのショット内パラメータの補正値が求められたときには、オペレータが入力装置を介して、又はその別のコンピュータからのオンライン通信によって制御装置１０Ｂにそれらの補正値を入力することになる。これによって第３工程が終了する。

【００５３】

その後、図１のファインステッパー１Ａ、及び走査型露光装置１Ｂを用いてミックス・アンド・マッチ方式で露光を行う場合、ウエハ上にファインステッパー１Ａでクリティカルレイヤのパターンを形成した後、走査型露光装置１Ｂでミドルレイヤのパターンを露光する前に、先ず所定のサンプルショット内の多点のウエハマークの座標計測を計測し、この結果より６個のウエハ上のＥＧＡパラメータ、及び４個のショット内パラメータの値を求める。その後、制御装置１０Ｂでは、求められたショット内パラメータ（ｒｘ，ｒｙ，θ，ｗ）に対して上述の第３工程で記憶された補正値（Δｒｘ’，Δｒｙ’，Δθ’，Δｗ’）を加算して補正後のショット内パラメータを求める。そして、制御装置１０Ｂは、先ず６個のウエハ上のＥＧＡパラメータを用いてクリティカルレイヤの各ショット領域の座標位置を算出し、この座標位置に基づいてミドルレイヤの各ショット領域の露光位置を算出し、この露光位置に基づいて順次ミドルレイヤのショット領域の位置決め（例えば走査開始位置の設定）を行う。そして、走査型露光装置１Ｂでは、補正後のショット内パラメータの値に応じて結像特性の補正を行いつつ、各ショット領域に走査露光方式でレチクルのパターンを露光する。この場合、本例では補正後のショット内パラメータの値が正確であるため、クリティカルレイヤとミドルレイヤとの重ね合わせ精度が従来例より向上している。

【００５４】

次に、本発明による実施の形態の他の例につき図５及び図６を参照して説明する。先ず、図５の例は、図５（ａ）に示すクリティカルレイヤのショット領域ＳＡ内には１つのチップパターンが配列され、図５（ｂ）に示すミドルレイヤのショット領域ＳＢ内では、Ｘ方向に２列でＹ方向に２行の合計４個の同一のチップパターンが配列される場合である。また、クリティカルレイヤの露光装置は縮小倍率が１／５倍の一括露光方式の投影露光装置（ステッパー）であり、ミドルレイヤの露光装置は縮小倍率が１／２．５倍のステッパーである。

【００５５】

このとき、クリティカルレイヤのショット領域ＳＡのＸ方向の幅をｄ、Ｙ方向の幅をｃとすると、ミドルレイヤのショット領域ＳＢのＸ方向の幅は２ｄ、Ｙ方向の幅は２ｃとなる。従って、ショット領域ＳＡに対してショット領域ＳＢはＸ方向、Ｙ方向にそれぞれ２／１倍である。従って、図５（ｃ）に示すように、クリティカルレイヤの４個のショット領域と、ミドルレイヤの１個のショット領域とが重なった領域３９において、ショット領域ＳＡとショット領域ＳＢとが跨らずに重なる領域、即ちクリティカルレイヤの各ショット領域ＳＡそのものが基準計測領域となる。そこで、例えばその内の１つの基準計測領域３９ａにおいて、２つの計測点４０Ａ及び４０Ｂを設定し、これらの計測点４０Ａ，４０Ｂで２層のバーニアマークの位置ずれ量を計測することにより、ショット内パラメータ内の例えばショット倍率ｒｘ、及びショット回転θの補正値を正確に求めることができる。

【００５６】

更に、図６の例は、図６（ａ）に示す１層目のショット領域ＳＥ内にはＸ方向に２列でＹ方向に３行の６つの同一のチップパターンが配列され、図６（ｂ）に示す２層目のショット領域ＳＦ内では、Ｙ方向に３個の同一のチップパターンが配列される場合である。また、ショット領域ＳＥよりなる１層目用の露光装置はステッパーであり、ショット領域ＳＦよりなる２層目用の露光装置はステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置である。

【００５７】
このとき、ショット領域ＳＥのＸ方向の幅を２ｂ、Ｙ方向の幅を３ａとすると、ショット領域ＳＦのＸ方向の幅はｂ、Ｙ方向の幅は３ａとなる。即ち、ショット領域ＳＥに対してショット領域ＳＦはＸ方向に１／２倍、Ｙ方向に１／１倍である。従って、図６（ｃ）に示すように、１層目の１個のショット領域と、２層目の２個のショット領域とが重なった領域４１において、ショット領域ＳＥとショット領域ＳＦとが跨らずに重なる領域、即ち２層目の各ショット領域ＳＦそのものが基準計測領域となる。そこで、例えばその内の１つの基準計測領域４１ａにおいて、２つの計測点４２Ａ及び４２Ｂを設定し、これらの計測点４２Ａ，４２Ｂで２層のバーニアマークの位置ずれ量を計測することにより、ショット内パラメータ内の例えばショット倍率ｒｙの補正値を正確に求めることができる。

【００５８】
なお、上述の実施の形態では、２台のステッパー、又はステッパーとステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置との組合せを使用しているが、例えば露光フィールドの大きさの異なる２台の露光装置としてそれぞれ別のステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置を使用してもよい。
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。

【００５９】
【発明の効果】
本発明の第１及び第３の露光方法によれば、設定された基準計測領域は２層（例えばクリティカルレイヤとミドルレイヤ）の何れでも複数のショット領域に跨っていないため、その基準計測領域内の計測点で計測される２つの重ね合わせ精度計測用マークの位置ずれ量には、ステッピング誤差が含まれていない。従って、その位置ずれ量に基づいて、位置合わせの際の座標、又は結像特性の補正を行うことにより、２層間の重ね合わせ精度を向上できる利点がある。

【００６０】
本発明の第２の露光方法によれば、複数の第１のショット領域中の任意の１つと複数の第２のショット領域中の任意の１つとがはみ出すことなく（跨ることなく）重なった領域を基準計測領域として、所定の基準計測領域内に設定された計測点で２層の重ね合わせ精度計測用のマーク（バーニアマーク）の位置ずれ量を計測している。従って、第１のショット領域、及び第２のショット領域のステッピング誤差の影響を受けることなく、正確に位置合わせ用マーク（ウエハマーク）の像の位置を検出する際の補正値を求めることができ、その結果として、ミックス・アンド・マッチ方式でクリティカルレイヤとミドルレイヤとが混在するような基板に露光を行う場合に、そのクリティカルレイヤのパターンとミドルレイヤのパターンとの重ね合わせ精度を高めることができる利点がある。また、そのステッピング誤差の他に、第１層目のショット領域間、及び第２層目のショット領域間の所謂継ぎ合わせ誤差の影響もそれぞれ除去されている利点がある。

【００６１】
また、第３工程において求められる補正値が、位置合わせ用マークの像の位置に基づいて算出される所定の結像特性を示すパラメータの補正値であり、その所定の結像特性を示すパラメータは、ショット倍率、ショット回転、及びショット直交度よりなるパラメータ群から選択される少なくとも１つのパラメータである場合、所謂ショット内パラメータの補正値を高精度に求めることができる。従って、この補正後のショット内パラメータを使用することにより、結像特性を高精度に補正できる。

【００６２】
また、第１の露光装置が一括露光方式の投影露光装置であり、第２の露光装置が走査露光方式の投影露光装置である場合には、特に２つの露光装置の露光フィールドの大きさが異なる場合が多いため、本発明の露光方法は有効である。また、走査露光方式の投影露光装置では、露光時にショット倍率、ショット回転、及びショット直交度を容易に補正できるため、本発明の方法で補正したパラメータを使用することにより２層間の重ね合わせ精度

を更に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による露光方法の実施の形態の一例で使用される露光システムの概略を示す斜視図である。

【図２】（ａ）はその実施の形態の一例のウエハW上でのクリティカルレイヤのショット配列を示す平面図、（ｂ）はそのクリティカルレイヤのショット領域内でのバーニアマークの配列を示す拡大平面図である。

【図３】（ａ）は図２（ａ）のクリティカルレイヤ上に露光されるミドルレイヤのショット配列を示す平面図、（ｂ）はそのミドルレイヤのショット領域内での２層のバーニアマークの配列を示す拡大平面図である。

【図４】図３（ａ）のウエハ上に設定される基準計測領域、及び計測点の一例を示す拡大平面図である。

【図５】クリティカルレイヤのショット領域に比べてミドルレイヤのショット領域がＸ方向に２倍、且つＹ方向に２倍の場合の基準計測領域の定め方の説明に供する図である。

【図６】１層目のショット領域が一括露光方式で露光され、２層目のショット領域が走査露光方式で露光され、且つ１層目のショット領域が２層目のショット領域より広い場合の基準計測領域の定め方の説明に供する図である。

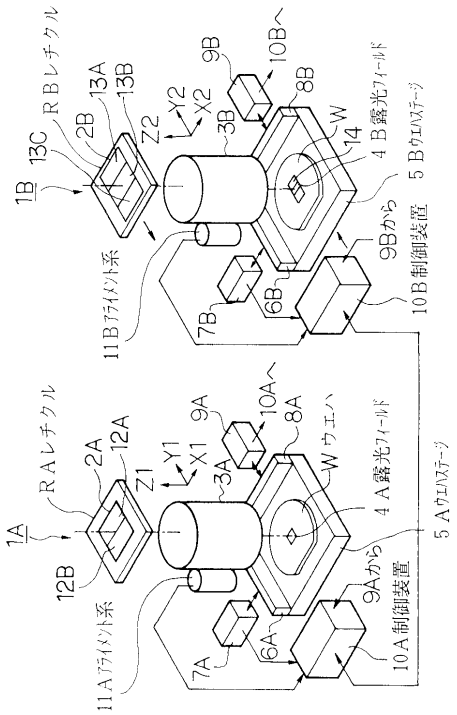
【図７】（ａ）は従来のウエハW上でのクリティカルレイヤのショット配列を示す平面図、（ｂ）は図７（ａ）の１つのショット領域内でのバーニアマークの配列を示す拡大平面図である。

【図８】（ａ）は図７（ａ）のショット領域上に露光されるミドルレイヤのショット配列及び計測点の配列を示す平面図、（ｂ）はミドルレイヤの１つのショット領域内での２層のバーニアマークの配列を示す拡大平面図である。

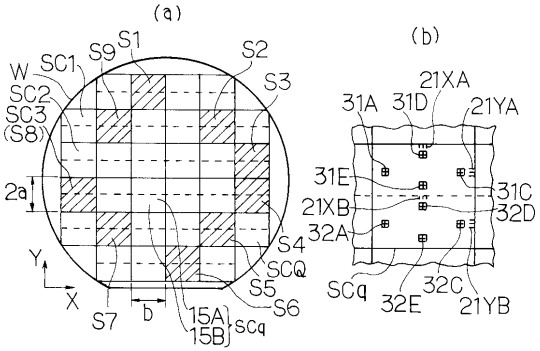
【符号の説明】

１Ａ　ファインステッパー
１Ｂ　走査型露光装置
３Ａ，３Ｂ　投影光学系
４Ａ，４Ｂ　露光フィールド
５Ａ，５Ｂ　ウエハステージ
１１Ａ，１１Ｂ　アライメント系
Ｗ　ウエハ
ＳＣ１～ＳＣＱ，ＳＣｑ　クリティカルレイヤのショット領域
ＳＤ１～ＳＤＲ，ＳＤｒ　ミドルレイヤのショット領域
２１ＸＡ，２１ＸＢ　Ｘ軸用のウエハマーク
２１ＹＡ，２１ＹＢ　Ｙ軸用のウエハマーク
３１Ａ～３１Ｅ，３２Ａ～３２Ｅ　クリティカルレイヤのバーニアマーク
３３Ａ～３３Ｅ，３４Ａ～３４Ｅ，３５Ａ～３５Ｅ　ミドルレイヤのバーニアマーク
３６Ａ～３６Ｄ，３６Ｅ～３６Ｈ　計測点

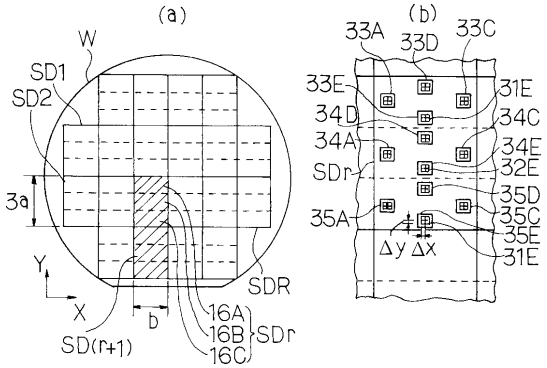
【図１】



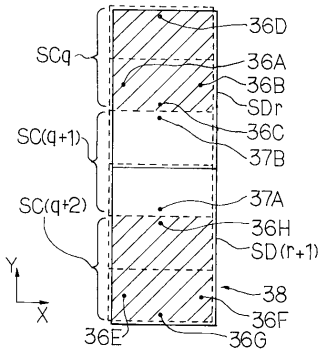
【図２】



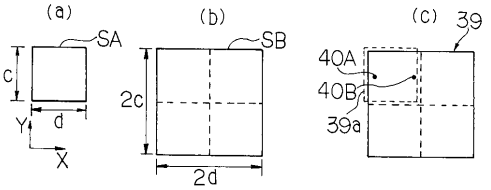
【図３】



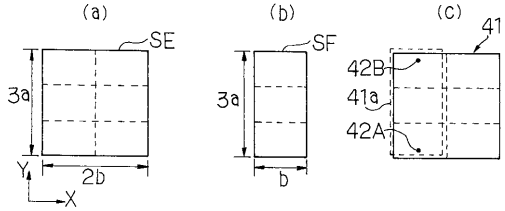
【図４】



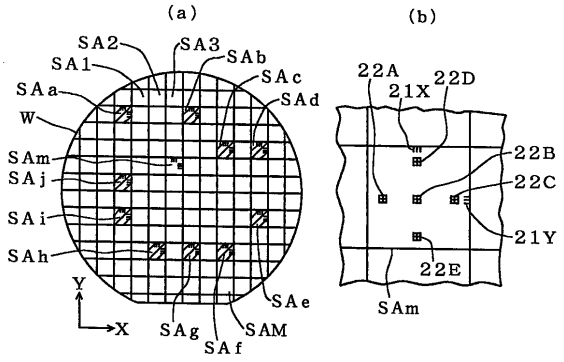
【図５】



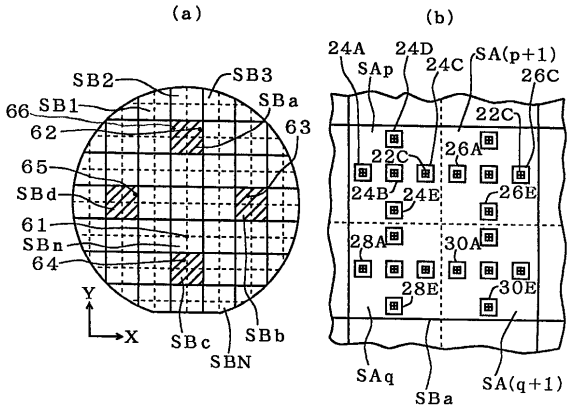
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０３－２２８３０９（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２３０５１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－００５４８８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０９０９３１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０２４６２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３４９７０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00