

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5692949号
(P5692949)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 6 A
 GO 3 F 7/20 (2006.01) GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-322518 (P2006-322518)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成18年11月29日(2006.11.29)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-140794 (P2008-140794A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年6月19日(2008.6.19)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成21年11月30日(2009.11.30)		弁理士 大塚 康德
審判番号	不服2013-22445 (P2013-22445/J1)	(74) 代理人	100112508
審判請求日	平成25年11月15日(2013.11.15)		弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原版からの光を基板に投影する投影光学系を有し、該原版及び前記投影光学系を介して該基板の各ショット領域を露光する露光装置であって、

該基板を保持し、かつ移動する基板ステージと、

前記各ショット領域の内側の一部の領域のみに有効領域を設定するコンソールと、

該基板の表面における複数の計測箇所において前記投影光学系の光軸の方向における該表面の位置を計測する計測器と、

該複数の計測箇所のうち前記コンソールによって設定された該有効領域内に位置する計測箇所に関して前記計測器により計測された該表面の位置に基づいて、前記基板ステージの該光軸の方向における位置を制御する制御器と、
を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記制御器は、該複数の計測箇所のうち少なくとも一つの計測箇所に関して、前記計測器によって計測された該表面の位置に基づいて該表面における計測箇所の位置を求め、求められた該表面における計測箇所の位置に基づいて該有効領域内に位置する計測箇所を特定することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載される露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記工程で該露光された基板を現像する工程とを備えることを特徴とするデバイス製造

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイス等のデバイスの製造に使用する露光装置に関する

【背景技術】

【0002】

例えば半導体素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に、マスク又はレチクル(以下、「レチクル」と総称する。)のパターン及び投影光学系を介して基板を露光する露光装置が使用される。

10

【0003】

露光装置においては、集積回路の微細化、高密度化に伴いレチクル面上の回路パターンを基板面上に高い解像力で投影露光することが要求される。回路パターンの投影解像力は、投影光学系の開口数(NA)と露光波長に依存する。そこで、投影光学系のNAを大きくしたり、例えばg線よりi線、i線よりエキシマレーザー発振波長、エキシマレーザー発振波長でも、248nm、193nm、更には157nmというように短波長化の取り組みが行われている。

【0004】

露光面積の大画面化も進んでいる。これらを達成する手段として、ほぼ正方形に近い露光領域を基板の上に縮小して一括投影露光する方式のステッパーや、露光領域を矩形又は円弧のスリット形状とし、レチクルと基板を相対的に高速走査して大画面を精度良く露光するスキャナーがある。スキャナーは、走査露光スリット単位で基板の表面形状を最適露光像面位置に合わせ込むため、基板平面度の影響も低減できる効果を有する。スキャナーは、ステッパーと同等のレンズを使いながら、露光領域とNAを大きくすることができる。そのため、スキャナーは露光装置の主流となってきた。

20

【0005】

走査型露光装置、通称スキャナーは、走査露光スリット内で基板表面を露光像面位置にリアルタイムで合わせ込む。そのために、露光スリットに差し掛かる前に基板表面位置を光斜入射系の表面位置計測器や、エアーマイクロセンサ、静電容量センサ等のギャップセンサを用いて計測し、基板を移動させる。特に、露光スリットの長手方向(走査方向と直交する方向)には、高さのみならず表面の傾きを計測すべく複数の計測箇所を有している。

30

【0006】

図9では、走査露光スリットの前後に表面位置計測器の計測箇所をそれぞれ三点ずつ有している。図10では、計測箇所を五点ずつ有している。前後に計測箇所を有することで、露光の為に走査が正負いずれの方向であっても、露光する前に基板のフォーカス計測が可能になっている。

【0007】

縮小される焦点深度に対し高いフォーカス補正精度を達成し、一枚の基板あたりの歩留まり向上を達成する方法が提案されている。その方法では、露光装置とは別に構成したフォーカス計測系により、基板の面位置を事前に求め、該面位置を使用してフォーカス、チルトを制御・駆動する。

40

【0008】

四辺形の露光領域を逐次円形の基板の上に転写していく場合、図5に示すように、基板の周辺部では露光領域の一部が基板領域からはみ出してしまう。図6に示すように、露光領域内を複数のチップで構成するいわゆるマルチチップ構成でも、基板周辺領域で一部のチップが基板領域からはみ出してしまう。そのため、一部が欠如している露光領域501(非四辺形部分)も通常通り露光する必要がある。

【0009】

また、CPUなどのように露光領域内1チップ構成の場合、イオン注入やRIE工程等で基板

50

表面をクランプする際に基板周辺に残存しているフォトレジストが剥離する。剥離したフォトレジストは、チップ領域のパターン部に移動し、パターン欠陥や寸法欠陥を引き起こすことがある。この場合チップの歩留まりが悪化するので、非四辺形部分にも、余分なレジストを除去する目的で、露光を行っている。

【0010】

基板やチップ等のレイアウト情報から事前に走査計測時の基板表面位置の計測箇所の有効/無効判定を行い、走査露光中のフォーカス計測センサ(計測箇所)をダイナミックに切り換えながらフォーカスを計測、補正する方法がある。この方法は、基板周辺領域で露光領域の一部が欠如している非四辺形部分において、高精度な面位置計測と良好な露光とを実現している。この方法は、特許文献1に示されている。

10

【特許文献1】特開平10-116877号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、近年のネットワーク社会の広がりと共にLSIに対する高性能化(高集積化、チップサイズの縮小、高速化、低消費電力化等)の要求は厳しさを増している。こうした要求に対して、半導体国際ロードマップ(ITRS)にのっとり、世代毎に配線の更なる微細化と多層化の実現を推し進めた結果、新たな問題も現出している。それは、微細化トレンドにしたがって焦点深度がきわめて小さくなり、露光すべき基板表面を最良結像面に合わせ込む精度の問題である。特に表面形状精度(平坦度)が悪い基板において、露光領域

20

のフォーカス計測精度が問題となる。

【0012】

露光装置の焦点深度に対して基板の平坦度の制御要求は、一般的に焦点深度の $1/10 \sim 1/5$ であり、焦点深度が $0.4 \mu\text{m}$ の場合、 $0.04 \mu\text{m} \sim 0.08 \mu\text{m}$ のオーダーで面内バラツキが生じる。図11に示すように、所定の間隔で配置された計測箇所FP1~3の情報に基づき基板の駆動を行うとする。計測箇所間で基板面位置情報が欠落しているから、FP1、FP2、FP3から求まる平面とのズレ量だけデフォーカスが発生し得る。この問題は、いわゆるフォーカスサンプリング誤差の問題でもある。

【0013】

この問題を解決するために、フォーカスサンプリング間隔を極力細かくすると共に、計測箇所の位置を厳密に管理した多点フォーカス計測系を構築し、フォーカス精度ばらつきの影響を低減することが考えられる。しかしながら、フォーカス計測箇所の数の増加に比例して、メカ公差/調整公差が増大し、製造難易度が高くなって、広義のコストが増加する。また、基板上の多点フォーカス計測位置がメカ公差/調整公差を持つことは、そのまま装置毎の機差となる。例えば銅配線に代表されるような反射率差の大きい下地パターンにおいては、計測位置の微小な違いがフォーカス補正精度のばらつき要因となる。

30

【0014】

本発明は、例えば、基板表面を像面に高精度に位置合わせをすることができる露光装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0015】

本発明は、原版からの光を基板に投影する投影光学系を有し、原版及び投影光学系を介して基板の各ショット領域を露光する露光装置であって、基板を保持し、かつ移動する基板ステージと、各ショット領域の内側の一部の領域のみに有効領域を設定するコンソールと、基板の表面における複数の計測箇所において投影光学系の光軸の方向における表面の位置を計測する計測器と、複数の計測箇所のうちコンソールによって設定された有効領域内に位置する計測箇所に関して計測器により計測された表面の位置に基づいて、基板ステージの光軸の方向における位置を制御する制御器と、を備えることを特徴とする。

【0016】

本発明の実施形態によれば、制御器は、複数の計測箇所のうち少なくとも一つの計測箇

50

所に関して、計測器によって計測された表面の位置に基づいて表面における計測箇所的位置を求め、求められた表面における計測箇所的位置に基づいて有効領域内に位置する計測箇所を特定することが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、例えば、基板表面を像面に高精度に位置合わせをすることができる露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図面を参照しながら本発明に係る一実施形態を説明する。

10

【0019】

[露光装置の実施形態]

図1は、スリット・スキャン方式の投影露光装置の部分概略図である。レチクル2はレチクルステージ3上に保持され、レチクル(原版)2のパターンは縮小投影レンズ系1の倍率で1/4ないし1/2、或いは1/5に縮小投影されその像面に像を形成する。

【0020】

表面にレジストが塗布された基板4には、先の露光工程で形成された同一のパターン構造を有する多数個の被露光領域(ショット領域)が配列されている。基板4は保持治具である基板チャック5に吸着・固定される。基板チャック5は基板ステージ6に固定されている。基板ステージ6は、XYステージ、Z軸方向の移動やX、Y軸回りに回転可能なレベリングステージ、Z軸回りに回転可能な回転ステージにより構成される。レチクルパターン像を基板上の被露光領域に合致させるための6軸補正系を構成する基板ステージ6(以下、「露光ステージ」という。)は定盤7上に設置される。

20

【0021】

第一の高さ位置計測器10~19は、基板4の表面位置及び傾きを計測するために設けた計測光学系の各要素である。光源10は、白色ランプ又は相異なる複数のピーク波長を持つ高輝度発光ダイオードの光を照射する照明ユニットよりなる。コリメータレンズ11は、光源10からの光束を断面の強度分布がほぼ均一の平行光束として射出する。プリズム形状のスリット部材12は、一對のプリズムを互いの斜面が相対する様に貼り合わせ、この貼り合わせ面に複数の開口(例えば25個のピンホール)をクロム等の遮光膜を利用して設けている。両テレセントリック系の光学系13は、スリット部材12の複数のピンホールを通過した独立の25本の光束をミラー14を介して基板4面上の25個の計測スポットに導光する。図1では1光束しか示されていないが、各光束は紙面垂直方向に25本の光束を有している。光学系13に対してピンホールの形成されている平面と基板4の表面を含む平面とはシャインプルーフの条件を満足するように設定している。

30

【0022】

本実施形態において光照射手段からの各光束の基板4面上への入射角(基板面にたてた垂線即ち光軸となす角)は70°以上である。基板4面上には、図3に示すように、同一パターン構造を有する複数個のショット領域が配列されている。光学系13を通過した25本の光束は、図2に示すように、パターン領域の互いに独立した各計測スポットに入射・結像している。図2における25個の計測スポットはX方向に、露光ステージにおける露光スリットの非スキャン方向の幅とほぼ等しいか、又はそれ以上の長さによって配置している。25個の計測スポットを、例えば露光ステージにおける露光スリット幅の倍の領域に互って配置することで、少なくとも2つのショット領域を同時に計測することができ、全ショット領域を計測する時間が短縮される。25個の計測スポットが基板4面内で互いに独立して観察されるように、X方向(スキャン方向6a)からXY平面内で(例えば22.5°)回転させた方向より入射させる。

40

【0023】

両テレセントリック系の受光光学系16は、ミラー15を介して基板4面からの25本の反射光束を受光する。受光光学系16内に設けたストッパ絞リ17は25個の各計測

50

スポットに対して共通に設けられ、基板 4 上に存在する回路パターンによって発生する高次の回折光（ノイズ光）をカットする。両テレセントリック系の受光光学系 16 を通過した光束は、補正光学系群 18 の 25 個の個別の補正レンズにより光電変換器群 19 の計測面に、互いに同一の大きさのスポット光となるように再結像する。受光する側の要素 16 ~ 18 は、基板 4 面上の各計測スポットと光電変換器群 19 の計測面とが、互いに共役となるように倒れ補正を行っている。そのため、各計測スポットの局所的な傾きにより計測面でのピンホール像の位置が変化することはなく、各計測スポットの光軸方向 AX での高さ変化に応答して計測面上でピンホール像が変化する。この実施形態では光電変換器群 19 は 25 個の例えば二次元 CCD ラインセンサであるが、複数の二次元位置計測素子でもよい。

10

【 0 0 2 4 】

レチクルステージ 3 に吸着・固定されたレチクル 2 は、図 1 に示す矢印 3 a (Y 軸方向) 方向に一定速度でスキャンするとともに矢印 3 a と直交する方向 (X 軸方向) には目標座標位置を維持してスキャンする様に補正駆動される。レチクルステージの X、Y 方向の位置情報は、レチクルステージ 3 に固定された XY バーミラー 20 へ外部のレチクル干渉系 21 から複数のレーザービームが照射されることにより常時計測される。

【 0 0 2 5 】

照明光学系 8 は、エキシマレーザー等のパルス光を発生する光源、ビーム整形光学系、オブティカルインテグレイター、コリメータ及びミラー等の部材で構成されうる。照明光学系 8 は、遠紫外領域のパルス光を効率的に透過或いは反射する材料で形成されうる。ビーム整形光学系は、入射ビームの断面形状(寸法含む)を所望の形に整形する。オブティカル・インテグレイターは光束の配光特性を均一にしてレチクル 2 を均一照度で照明する。

20

【 0 0 2 6 】

照明光学系 8 内のマスキングブレードは、チップサイズに対応する矩形の照明領域を設定する。その照明領域で部分照明されたレチクル 2 上のパターンが投影レンズ 1 を介してレジストが塗布された基板 4 上に投影される。本実施形態の露光系は、照明光学系 8 及び縮小投影光学系 1 から定盤 7 に至る各要素より構成される。

【 0 0 2 7 】

基板チャック 5 はその一部に基準面 9 が設けられる。定盤 7 上又は別に設けた定盤上には、露光ステージ 6 と同様に 6 軸方向に自由に移動可能な別の露光及び計測用の基板ステージ 22 (以下、「計測ステージ」という。)が配置される。基板チャック 5 及び基板 4 は、最初は計測ステージ 22 上にセットされる。

30

【 0 0 2 8 】

第一の高さ位置計測器は、計測ステージ 22 上にセットされた状態で基板チャック 5 上の基準面 9 に対する基板 4 上の各チップ又は任意のチップの高さ位置を計測し、計測データをメモリ 130 に記憶する。基板チャック 5 上の基準面 9 は、計測精度を高める為に基板 4 と略同一の高さとなるように、例えば金属薄膜や金属板等を付して構成されうる。

【 0 0 2 9 】

本実施形態において、基板 4 は、真空吸着や静電気等の手段によって基板チャック 5 に吸着されたままで露光ステージ 6 上を移動する。基板 4 が所定面上に位置するように合焦操作を行う。第二の高さ位置計測器 100 は、基準面 9 を利用して高さ計測に相当する合焦操作を行う。例えばレチクル 2 上の露光可能領域(回路パターン)内又はその境界線上に設けた合焦用のマーク 23 と基準面 9 とを利用して合焦操作を行う。マーク 23 は例えばピンホールから成り、照明光学系 8 からの光が通過し、投影光学系 1 によって基板チャック 5 上の基準面 9 の近傍に結像する。基準面 9 で反射した光は再び投影光学系 1 でマーク 23 近傍に再結像する。レチクル 2 と基準面 9 が完全に合焦状態となったとき、マーク 23 を構成するピンホールを通過する光量は最大となる。計測器 26 は、Z ステージを駆動させながらハーフミラー 24 と集光レンズ 25 を用いてこの最大光量を計測し、メイン制御部 110 へ入力する。メイン制御部 110 は、光量が最大になった位置で露光ステージ 6 が止まるように、ドライバ 120 を介してステージ位置(Z 方向)を制御する。

40

50

【 0 0 3 0 】

ドライバ 1 2 0 は、露光ステージ 6 を X - Y 面内で移動させて、コンソール 1 4 0 で設定される各種事前情報に従って基板面上の各チップを順次露光位置に移動させる。先に計測ステージ 2 2 上で計測し、メモリ 1 3 0 に記憶した基板 5 面上の基準面 9 に対する各チップの高さ位置がメイン制御部 1 1 0 に入力されている。ドライバ 1 2 0 は、その高さ位置に基づいて各チップが合焦位置にくるように露光ステージ 6 の Z ステージを駆動する。その後、露光を行う。

【 0 0 3 1 】

本実施形態の面位置計測方法及びその露光方法を図 8 のフローチャートを用いて説明する。

10

【 0 0 3 2 】

図 1 の装置において、光源 1 0 として例えば発光ダイオード(LED)を用い、受光器として例えば一次 CCD センサを用いる。

【 0 0 3 3 】

ステップ 8 0 1 でメイン制御部 1 1 0 は制御を開始する。ステップ 8 0 2 でメイン制御部 1 1 0 は不図示の搬送ハンドに基板 4 を計測ステージ 2 2 上に搬入させ、チャック 5 に吸着固定させる。ステップ 8 0 3 でメイン制御部 1 1 0 は、基板サイズ・レイアウト情報からショット領域内計測間隔と、隣接ショット領域間の計測タイミング変化量を求めて計測位置情報とし、それを記憶する。基板サイズ・レイアウト情報は、例えば、コンソール 1 4 0 で設定される各種事前情報、スキャン計測領域の大きさ、ショット領域配置情報、走査スピード、CCD 蓄積時間でありうる。

20

【 0 0 3 4 】

ステップ 8 0 4 で、メイン制御部 1 1 0 は第一の高さ位置計測器 1 0 ~ 1 9 等に、計測ステージ 2 2 において基板全域を例えば図 3 に示す順番にてスキャンと同期して計測させる。即ち、ショット領域 3 0 0 の手前でステージを加速して一定速度に達したあとは、等速スキャンでショット領域 3 0 0 内の計測箇所を連続的に計測し、次いでショット領域 3 0 1、ショット領域 3 0 2 と連続的に計測する。ショット領域 3 0 2 の領域内での計測が完了したら速やかに減速しつつ X 方向に移動を開始して隣の列に移る。ショット領域 3 0 3 の手前でステージを加速して一定速度に達した後、等速スキャンでショット領域 3 0 3、ショット領域 3 0 4、ショット領域 3 0 5 と、Y 方向の複数ショット領域を連続的に計測する。所定の範囲で計測が完了したら速やかに減速しつつ X 方向に移動して隣の列に移り、加速開始ポイントに達したらステージを反対方向に加速して等速スキャンで Y 方向の複数ショット領域を連続的に計測することを繰り返す。このようにすれば、ショット領域毎にステージを加速/減速する必要が無くなる為、短時間で基板全面の面位置計測が実現できる。メモリ 1 3 0 は基板全面の高さ位置を記憶する。

30

【 0 0 3 5 】

ステップ 8 0 5 で、メイン制御部 1 1 0 の制御器 1 1 1 は有効計測箇所の判定と面位置の決定を行う。制御器 1 1 1 は、第 1 に第一の高さ位置計測器によって計測された計測箇所の表面の位置に基づいて基板の面方向位置を補正する。制御器 1 1 1 は、第 2 に後述する各ショット領域の有効領域の情報、又は、当該情報と補正された面方向位置とに基づいて有効領域に位置する計測箇所を特定する。制御器 1 1 1 は、第 3 に有効領域に位置すると判定された計測箇所の表面の位置に基づいて各ショット領域の面位置を決定する。制御器 1 1 1 は、上記 3 つの機能のうち少なくとも第 2 及び第 3 の機能を実行する。

40

【 0 0 3 6 】

まず、制御器 1 1 1 による有効計測箇所の判定方法を、図 4 ~ 図 7、図 1 2、図 1 3 を使って詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

図 5 は $3 \times 2 = 6$ チップを 1 ショット領域とした場合の基板上のショット配列を示す。同図において網掛けショット領域は、一部が欠如したショット領域であり、図 6 に拡大した図を示している。図中、網掛けしたチップ 6 0 3 ~ チップ 6 0 6 は、一部が欠如した無

50

効チップであり、チップ601、チップ602が有効チップとなる。このように、基板の周辺部では露光領域の一部が基板領域からはみ出して露光される。

【0038】

図7(a)は有効チップに着目して面位置計測を行う様子を示している。図7(a)の印及び印は図5のショット配列におけるショット領域501での面位置計測箇所を表している。白抜き印は有効な計測箇所位置を、塗り潰し印が無効な計測箇所位置を夫々表している。

【0039】

計測箇所位置は、例えば、計測箇所の配置間隔、スキャン計測領域の大きさ、ショット配置情報、走査スピード、CCD蓄積時間を基に、ショット領域内計測間隔、隣接ショット領域間の計測タイミング変化量から決定される。その後、コンソール140で設定されたショット領域毎の有効領域の情報に基づいて、計測箇所毎に有効/無効が判定される。上記ショット毎の有効領域の情報は、例えばコンソールを介して入力されうる。あるいは、ショット領域毎の有効領域の情報は通信回線を介して提供されることもできる。

【0040】

図12、図13(a)、(b)はショット領域内の計測箇所の有効/無効判定を行う計測値有効領域の例を図示したものである。いずれもショット領域をその外縁と境界線とによって有効領域と無効領域とに区切っている。使用する境界線の数は、縦及び横の少なくともいずれかの方向に1本以上であればよい。図13(a)では、縦横それぞれに1本の境界線を、図12、図13(b)では縦横それぞれに2本の境界線を使用している。図12では、縦横計4本の境界線により区分される9の領域のうち、ショット領域の外縁付近を除外するために、中央の白地領域1つのみが有効領域である。図13(a)では、縦横計2本の境界線により区分される4の領域のうち、右上の1つの白地領域が有効領域であり、図13(b)では、縦横計4本の境界線により区分される9の領域のうち、右上の6つの白地領域が有効領域である。本発明の実施形態では、このように境界線を用いて、計測箇所毎の有効/無効を簡易な方法によって設定している。

【0041】

計測箇所が無効領域内に位置する場合、制御器111はその計測箇所を面位置決定の基礎とはしない。制御器111は、有効領域内に位置する計測箇所の表面の位置計測結果に基づいて面位置を演算し、決定する。

【0042】

図7(b)は別の面位置計測装置における計測箇所配置の例である。計測箇所の面方向位置は、面位置計測装置のメカ公差、調整誤差等機差の影響や、図4のような斜入射光計測系の面位置計測装置においてZ変化により発生した計測箇所位置のXY変化の影響を受けている。図4は入射角におけるZ変化量に対するXY方向の変化量を説明した図である。計測された基板表面の位置401は基板表面のZ変化に伴って、 $Z \times \tan$ だけXY方向にシフトした点402に位置付けられることとなる。例えば $= 70^\circ$ では $\tan = 2.747$ であるが、 $= 85^\circ$ 以上では $\tan = 11.430$ 以上となる。したがって、Z計測変化が大きい場合、当該Z計測値に対応するXYの計測値は、誤差の影響が大きく、そのまま使用することはできない。

【0043】

こうした機差の影響や、計測時の基板表面の高さ情報、基板を搭載したステージ姿勢に対応するために、境界線を用いて計測箇所の有効/無効の判定手法を変化させることができる。図12を用いて説明する。縦横2本の境界線1201とショット領域の外縁で包囲される領域1204は無効領域である。図中の1202と1203は左右上下の幅を意味しており、無効領域1204の範囲を定義している。制御器111は、高さ位置を示すZ計測結果に基づいて計測箇所の面方向位置を補正する。制御器111は、補正された面方向位置に基づいて計測箇所が有効か否かを判定する。制御器111は、有効領域内に位置すると判定した計測箇所の基板表面の位置に基づいてショット領域毎の面位置を演算し、決定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

以上のように、制御器 1 1 1 は、有効領域と無効領域とを区切る境界線、計測された基板表面の高さ位置の情報に基づいて、ショット領域内の計測箇所毎にその有効/無効を判断する。無効と判定された計測箇所の計測結果は面位置の演算に使用されない。制御器 1 1 1 は、有効と判定した計測箇所の計測結果のみに基づいて各ショット領域の面位置を演算し、決定する。

【 0 0 4 5 】

ステップ 8 0 6 で、制御器 1 1 1 は、ステップ 8 0 5 で決定したショット内の面位置の情報を記憶する。

【 0 0 4 6 】

ステップ 8 0 7 で基板を基板チャックに吸着したまま露光ステージに移す。ステップ 8 0 8 でレチクル合焦用のマークと基板チャック上の基準面を使って合焦駆動させる。ステップ 8 0 9 で、基板チャック上の基準面に対する先に決定された面位置の情報に基づいて、ショット内の被露光領域を像面に合わせ込むべく基板ステージの位置を制御しながら、基板を露光する。

【 0 0 4 7 】

ステップ 8 1 0 でメイン制御部 1 1 0 は基板上の全ショットの露光が終了したかを判定する。露光が終了していなければ、ステップ 8 0 9 へ戻ってショット露光領域を像面へ補正しつつ交互スキャンしながらショット毎に露光を繰り返す。全ショットの露光が終了したらステップ 8 1 1 で基板を露光ステージから搬出して、ステップ 8 1 2 で一連の露光シーケンスを終了する。

【 0 0 4 8 】

本実施形態は、図 1 に示したように、計測ステージと露光ステージとが別個に存在する露光装置とした。しかし、所謂オフラインでシステムが成立すれば、複数台の走査露光装置、又は一台の計測ステージと複数台の露光ステージで構成することも適用可能である。また、図 1 4 に示すようなシングルステージタイプの走査露光装置においても同様に適用することができる。

【 0 0 4 9 】

また、図 8 ではステップ 8 0 1 ~ 8 1 2 まで一連の流れとして説明した。しかし、計測ステージと露光ステージが別個に存在することから明らかなように、ステップ 8 0 7 以降のスキャン露光と並行して次の基板を計測ステージに搬入して、ステップ 8 0 1 ~ 8 0 6 の処理を行うことは十分に可能である。この場合、無駄なく連続的に基板を処理できる為、高効率な基板露光処理を実現できる。

【 0 0 5 0 】

〔 デバイス製造の実施形態 〕

次に、図 1 5 及び図 1 6 を参照して、上述の露光装置を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 1 5 は、デバイス (I C や L S I などの半導体チップ、 L C D 、 C C D 等) の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造方法を例に説明する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 (回路設計) では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ S 2 (マスク製作) では設計した回路パターンに基づいてマスクを製作する。ステップ S 3 (基板製造) ではシリコン等の材料を用いて基板を製造する。ステップ S 4 (基板プロセス) は前工程と呼ばれ、マスクと基板を用いて、上記の露光装置によりリソグラフィ技術を利用して基板上に実際の回路を形成する。ステップ S 5 (組み立て) は、後工程と呼ばれ、ステップ S 4 によって作製された基板を用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング) 、パッケージング工程 (チップ封入) 等の組み立て工程を含む。ステップ S 6 (検査) では、ステップ S 5 で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷 (ステップ S 7) される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

図 1 6 は、ステップ 4 の基板プロセスの詳細なフローチャートである。ステップ S 1 1 (酸化)では、基板の表面を酸化させる。ステップ S 1 2 (CVD)では、基板の表面に絶縁膜を形成する。ステップ S 1 3 (電極形成)では、基板上に電極を蒸着によって形成する。ステップ S 1 4 (イオン打ち込み)では、基板にイオンを打ち込む。ステップ S 1 5 (レジスト処理)では、基板に感光剤を塗布する。ステップ S 1 6 (露光)では、露光装置によってマスクの回路パターンを基板に露光する。ステップ S 1 7 (現像)では、露光した基板を現像する。ステップ S 1 8 (エッチング)では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ S 1 9 (レジスト剥離)では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって基板上に多重に回路パターンが形成される。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 3 】

【 図 1 】スリット・スキャン方式の投影露光装置の一例を示す部分的概略図。

【 図 2 】計測光学系による面位置計測での露光スリットと各測定点の位置関係を示す説明図。

【 図 3 】基板上の被露光領域の計測順序を示す説明図。

【 図 4 】基板表面の位置の変化により計測箇所の方角位置が変化する原理を説明した図。

【 図 5 】基板上のショットレイアウトの一例を示す図。

20

【 図 6 】図 5 の一部拡大図。

【 図 7 】計測箇所配置のメカ公差・調整公差を説明した図。

【 図 8 】面位置を決定するシーケンスの概略例を示すフローチャート図。

【 図 9 】露光スリット内 3 点の従来フォーカス計測システムの光学構成概略を示す平面図。

【 図 1 0 】露光スリット内 5 点の従来フォーカス計測システムの光学構成概略を示す平面図。

【 図 1 1 】基板表面形状にたいする計測箇所配置のサンプリング誤差を示した概念図。

【 図 1 2 】ショット内計測箇所の有効無効を判定する境界線配置の一例を示した概念図。

【 図 1 3 】ショット内計測箇所の有効無効を区別する境界線配置例を示した概念図。

30

【 図 1 4 】面位置計測方法を用いるスリット・スキャン方式の投影露光装置の一例を示す部分的概略図。

【 図 1 5 】露光装置を使用したデバイスの製造を説明するためのフローチャート。

【 図 1 6 】図 1 5 に示すフローチャートにおけるステップ 4 の基板プロセスの詳細なフローチャート。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

1・・・投影レンズ系

2・・・レチクル

3・・・レチクルステージ

40

4・・・基板

5・・・基板チャック

6・・・露光ステージ

7・・・定盤

8・・・照明光学系

9・・・基準面

10・・・光源

11・・・コリメータレンズ

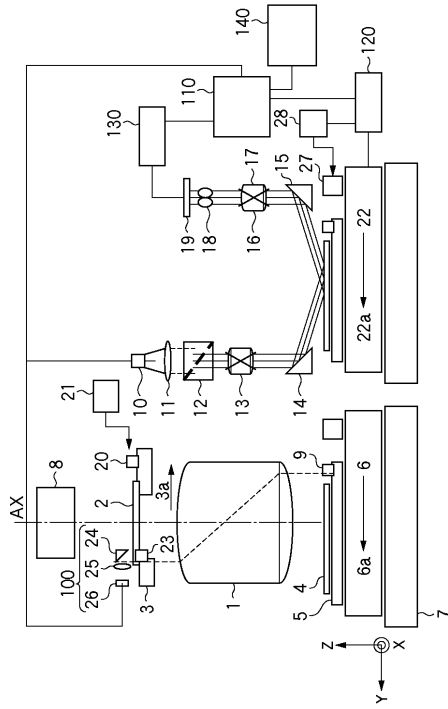
12・・・プリズム形状のスリット部材

13, 16・・・計測レンズ

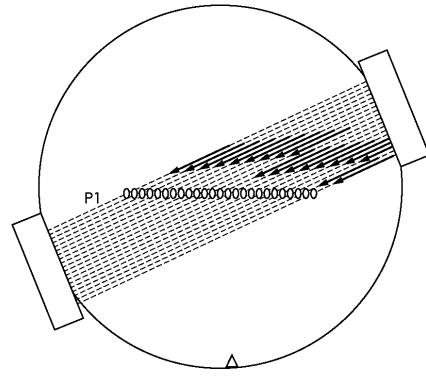
50

14, 15 . . . 折り曲げミラー	
17 . . . ストッパー絞り	
18 . . . 補正光学系群	
19 . . . 光電変換器群	
20 . . . レチクルXYバーミラー	
21 . . . レチクルステージ干渉計	
22 . . . 計測ステージ	
23 . . . 合焦用マーク	
24 . . . ハーフミラー	
25 . . . 集光レンズ	10
26 . . . 計測器	
27 . . . ステージバーミラー	
28 . . . ステージ干渉計	
100 . . . 高さ計測器	
110 . . . メイン制御部	
111 . . . 制御器	
120 . . . ドライバ	
130 . . . メモリ	
140 . . . コンソール	
300、301、302、303 . . . 基板周辺の非四辺形ショット領域	20
304、305 . . . 四辺形ショット領域	
401、402 . . . 計測箇所	
601、602、603、604、605、606 . . . チップ	
1201 . . . 境界線	
1202 . . . 有効無効自動判定エリアの左右幅	
1203 . . . 有効無効自動判定エリアの上下幅	
1204 . . . 無効領域	
1205 . . . 有効領域	
1301、1302 . . . 境界線	

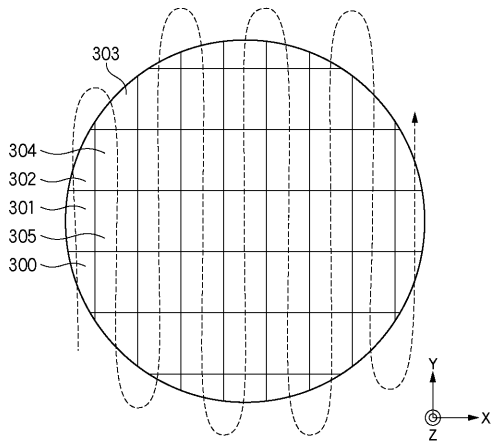
【図1】



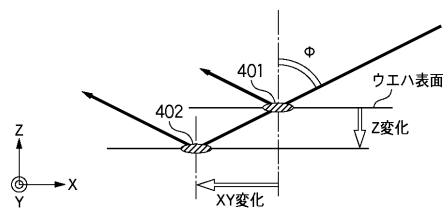
【図2】



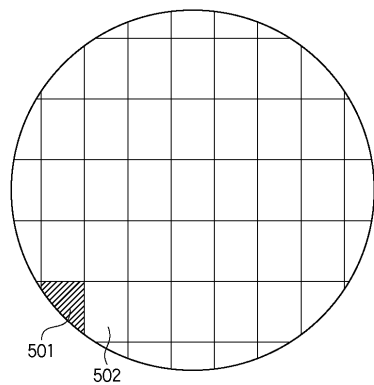
【図3】



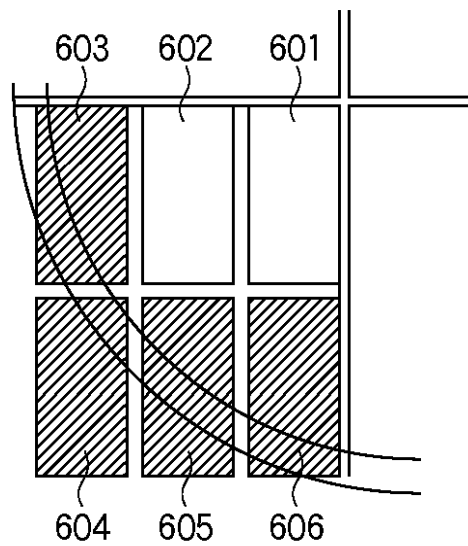
【図4】



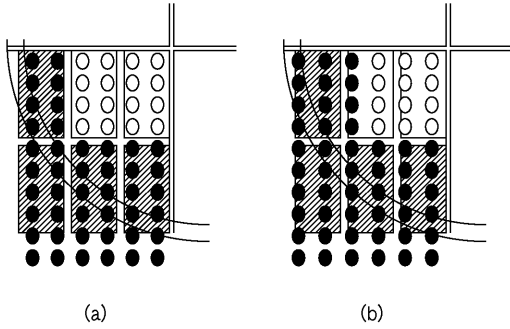
【図5】



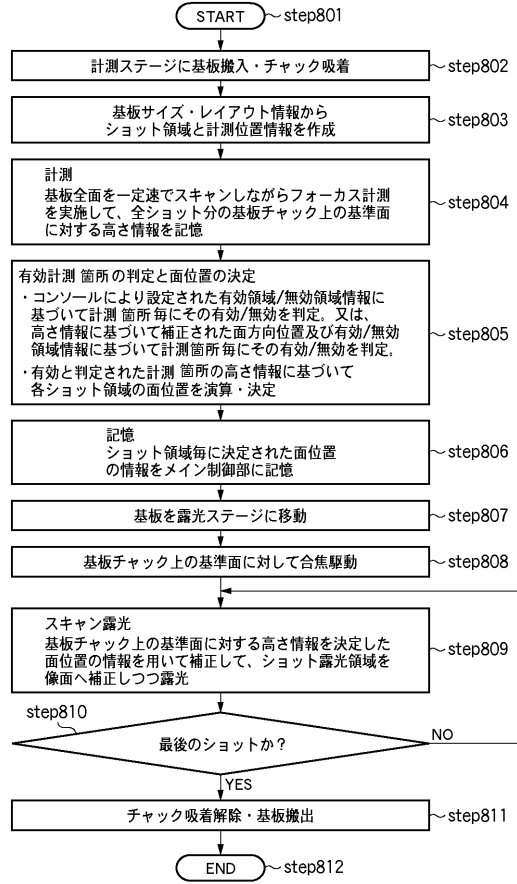
【図6】



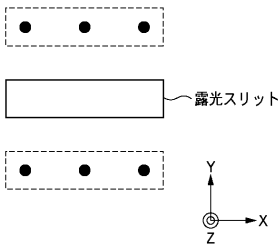
【 図 7 】



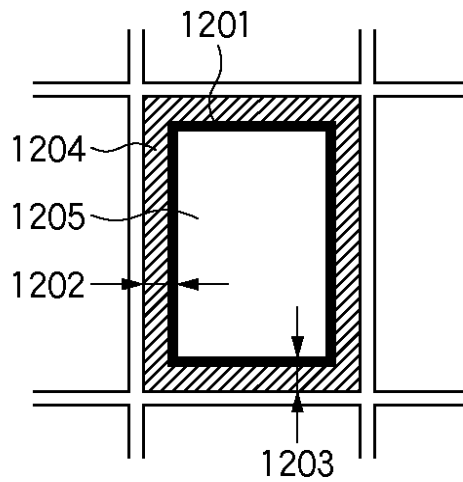
【 図 8 】



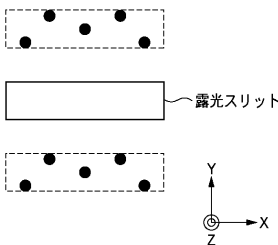
【 図 9 】



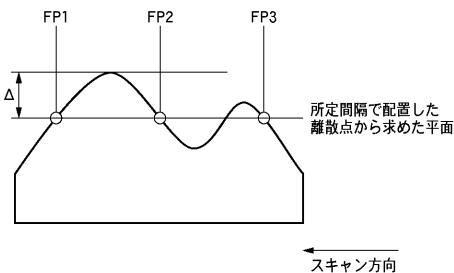
【 図 1 2 】



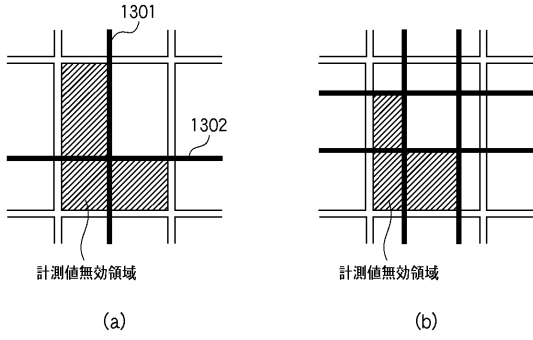
【 図 1 0 】



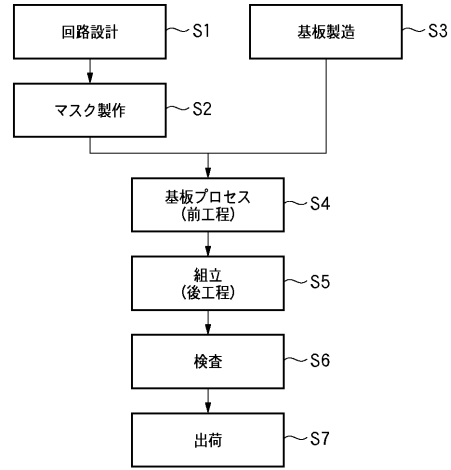
【 図 1 1 】



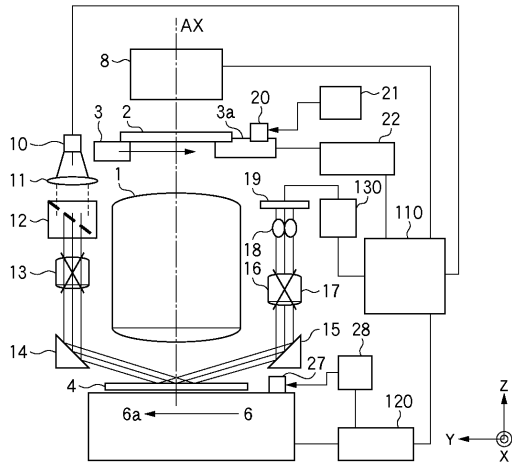
【図13】



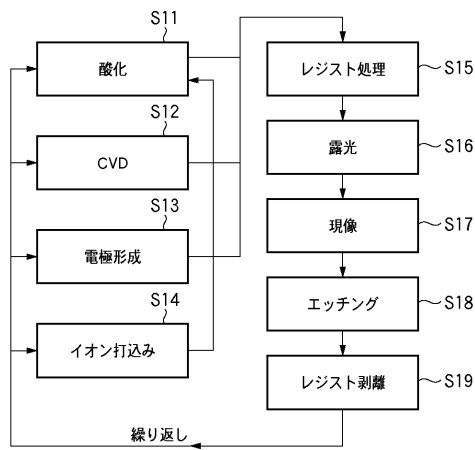
【図15】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 小杉 祐司
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

合議体

審判長 北川 清伸

審判官 伊藤 昌哉

審判官 土屋 知久

(56)参考文献 特開平10-116877(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/027

G03F7/20-7/24

G03F9/00-9/02