

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6343140号
(P6343140)

(45) 発行日 平成30年6月13日(2018.6.13)

(24) 登録日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(51) Int.Cl.

F I

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 O 1

G O 3 F 7/207 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

G O 3 F 7/207 H

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-235385 (P2013-235385)
 (22) 出願日 平成25年11月13日(2013.11.13)
 (65) 公開番号 特開2015-95602 (P2015-95602A)
 (43) 公開日 平成27年5月18日(2015.5.18)
 審査請求日 平成28年11月14日(2016.11.14)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 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】 異物の検出方法および検出装置、露光方法、ならびに、デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステージにチャックを介して保持された基板上における異物の存否を検出する検出方法であって、

前記ステージに前記チャックを介して保持された第1基板の表面状態を計測して異物の存否を判定する判定工程と、

前記判定工程で異物が存在すると判定された場合に、前記チャックの上の前記第1基板を該第1基板とは異なる第2基板と入れ替えて該第2基板の表面状態を計測する計測工程と、

前記計測工程で計測された前記第2基板の前記表面状態を表す第1データと、異物が存在しない状態で予め計測された前記ステージに前記チャックを介して保持された前記第2基板の表面状態を表す第2データとに基づいて、前記判定工程で存在すると判定された前記異物の付着先が前記第1基板か否かを決定する決定工程と、を含むことを特徴とする検出方法。

【請求項 2】

前記決定工程において、前記第1データと前記第2データとの差分を表す差分データに基づいて、前記異物の付着先が前記第1基板か否かを決定することを特徴とする請求項1に記載の検出方法。

【請求項 3】

前記判定工程で異物が存在すると判定された場合に、前記異物が存在すると判定された

10

20

基板と同一の処理を施す同一のロットに属する他の基板に前記処理を施さずに前記計測工程を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の検出方法。

【請求項 4】

前記判定工程で異物が存在すると判定された場合に、前記異物が存在すると判定された基板と同一の処理を施す同一のロットに属する基板のすべてに対して前記処理を施した後、前記計測工程を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の検出方法。

【請求項 5】

予め定められた数の基板に対して連続して異物が存在すると判定された場合に、前記計測工程を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の検出方法。

【請求項 6】

前記決定工程で前記異物の付着先が前記第 1 基板ではないと決定された場合に、前記異物の付着先が前記チャックか否かを決定する第 2 決定工程をさらに含むことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の検出方法。

【請求項 7】

前記第 2 決定工程は、

前記チャックの上の前記第 2 基板を前記第 1 基板および前記第 2 基板とは異なる第 3 基板と入れ替えて該第 3 基板の表面状態を計測する工程と、

前記工程での計測結果に基づいて前記異物の付着先が前記チャックか否かを決定する工程と、

を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の検出方法。

【請求項 8】

前記第 2 決定工程は、

前記第 2 基板の表面をクリーニングして前記第 2 基板の表面状態を再び計測する工程と、

前記工程での計測結果に基づいて前記異物の付着先が前記チャックか否かを決定する工程と、

を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の検出方法。

【請求項 9】

前記第 2 決定工程は、

前記第 2 基板の表面の前記クリーニングの後に計測された前記第 2 基板の表面状態が、前記クリーニングの前後で同じ大きさの異物が前記第 2 基板と前記チャックとの間に残っていることを示す場合に、前記異物の付着先が前記チャックであると決定することを特徴とする請求項 8 に記載の検出方法。

【請求項 10】

前記第 2 決定工程で前記異物の付着先が前記チャックであると決定された場合に、前記チャックの表面をクリーニングするチャッククリーニング工程をさらに含むことを特徴とする請求項 6 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の検出方法。

【請求項 11】

前記チャッククリーニング工程は、前記チャックの表面をクリーニングした後に前記チャックの表面状態を計測して異物が除去されたか否かを判定し、異物が除去されていないと判定された場合に前記チャックの表面のクリーニングを予め決定された回数繰り返すことを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の検出方法。

【請求項 12】

前記チャッククリーニング工程で前記異物が除去されなかったと判定された場合に、エラーを表示する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の検出方法。

【請求項 13】

ステージにチャックを介して保持された基板を露光する露光方法であって、

請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の検出方法を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の露光方法によって基板を露光する工程と、
前記工程で露光された基板を現像する工程と、
を含むデバイスの製造方法。

【請求項 1 5】

ステージにチャックを介して保持された基板上における異物の存否を検出する検出装置であって、

前記ステージに前記チャックを介して保持された基板の表面状態を計測する計測器と、
前記計測器による前記ステージに前記チャックを介して保持された第 1 基板の表面状態の計測結果に基づいて異物の存否を判定し、異物が存在すると判定した場合に、前記チャックの上の前記第 1 基板を該第 1 基板とは異なる第 2 基板と入れ替えて該第 2 基板の表面状態を前記計測器に計測させ、前記計測された第 2 基板の表面状態を表す第 1 データと、異物が存在しない状態で予め計測された前記ステージに前記チャックを介して保持された前記第 2 基板の表面状態を表す第 2 データとに基づいて、前記異物の付着先が前記第 1 基板か否かを決定する処理部と、
を備えることを特徴とする検出装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、異物の検出方法および検出装置、露光方法、ならびに、デバイスの製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、基板上の露光すべき領域よりも小さな領域に光を照射しながら基板及び原版を相対的にスキャンさせることにより、基板を露光する走査型露光装置が近年の半導体露光装置の主流となっている。走査型露光装置は、通常、露光領域の前後にフォーカス検出系を配置し、露光の直前に基板の高さ位置を検出し、投影光学系の焦点位置に基板の高さを合致させるように基板ステージを制御する。このとき、フォーカス検出系によって検出されたフォーカス計測値は、通常のプロセスでは緩やかなトレンドを持つことが多い。フォーカス計測値に急峻な変化が観察された場合の多くは、基板上に異物がある場合や、基板を吸着保持する部材（チャック）に異物が付着した場合である。特に、チャックの上の異物に関しては、半導体製造現場では非常に注意を払っており、定期的にチャックを洗浄（クリーニング）したり、チャックを交換したりする措置を取っている。

30

【0003】

特許文献 1 には、半導体デバイスの更なるパターン微細化の要求に対応するために液浸露光装置が用いることが開示されている。特許文献 1 に開示の液浸露光装置は、投影光学系の最終面の少なくとも一部の領域と、基板ステージ上の基板との間の空隙に液体を満たした状態で基板を露光する。特許文献 1 に開示の液浸露光装置では、投影光学系の最終面と基板との間の液体中に存在する気泡や液体よりも比重が小さい異物を撮像素子によって検出する検出装置を基板ステージに設けている。

40

【0004】

特許文献 2 には、基板の高さ位置を検出するフォーカス検出系の検出結果によって異物の有無を判定することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 140459 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 140814 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかし、特許文献 1 に開示の液浸露光装置では、異物を検出するために撮像素子を含む専用の検出装置を備える必要があった。また、特許文献 2 に開示の露光装置では、フォーカス検出系は、基板がチャックの上に吸着された状態で計測しているため、異物が基板の上にあるのか、チャックの上にあるのかを判断することは困難である。そのため、特許文献 2 に開示の露光装置では、フォーカス異常値が検出されるたびにチャックのクリーニングを含めたメンテナンスを実施する必要があった。その結果、装置のメンテナンス時間が長くなり、チップ生産歩留まりが低下するなど生産性に影響を及ぼしていた。

【 0 0 0 7 】

本発明は、基板上における異物の存否を容易に検出する検出方法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】

【 0 0 0 8 】

本発明の 1 つの側面は、ステージにチャックを介して保持された基板上における異物の存否を検出する検出方法であって、前記ステージに前記チャックを介して保持された第 1 基板の表面状態を計測して異物の存否を判定する判定工程と、前記判定工程で異物が存在すると判定された場合に、前記チャックの上の前記第 1 基板を該第 1 基板とは異なる第 2 基板と入れ替えて該第 2 基板の表面状態を計測する計測工程と、前記計測工程で計測された前記第 2 基板の前記表面状態を表す第 1 データと、異物が存在しない状態で予め計測された前記ステージに前記チャックを介して保持された前記第 2 基板の表面状態を表す第 2 データとに基づいて、前記判定工程で存在すると判定された前記異物の付着先が前記第 1 基板か否かを決定する決定工程と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、基板上における異物の存否を容易に検出する検出方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】露光装置の一例を示す概略図である。

【図 2】露光装置に構成されたノズルを示す図である。

【図 3】露光装置の面位置計測器を示す図である。

【図 4】フォーカス計測値と閾値のイメージ図である。

【図 5】チャックの上の異物とフォーカス計測値のイメージ図である。

【図 6】基準ウエハとチャックの模式図である。

【図 7】基準ウエハのフォーカス基準データ（チャックとウエハの組み合わせ）

【図 8】異物検出方法の動作の一例を示すフローチャート

【図 9】フォーカス計測値と基準データおよび閾値のイメージ図

【図 10】異物検出方法の動作の一例を示すフローチャート

【図 11】異物検出方法の動作の一例を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

〔露光装置〕

本発明による露光装置の実施形態を示す。本実施形態で取り上げた露光装置を図 1 に示す。本実施形態では、2 つの基板ステージを有し、投影光学系 30 の最終面と基板（ウエハ）40 との空隙に供給された液体（液浸液）LW を介して基板 40 を露光するツインステージ型の液浸露光装置を使用する。しかし、本発明で使用可能な露光装置は、ツインステージ型の露光装置、液浸露光装置に限定されない。また、本発明は、露光装置に限らず、荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置、インプリント処理によって基板にパターンを形成するインプリント装置を含むリソグラフィ装置に一般化しうる。

【 0 0 1 2 】

本実施形態の液浸露光装置は、投影光学系 30 の最も基板 40 側にある最終レンズ 30a と基板 40 との間に供給される液体 LW を介してレチクル (マスク) 20 に形成された回路パターンを基板 40 に投影して基板 40 を露光する。レチクル 20 に形成された回路パターンを基板 40 に投影する場合、例えばステップ・アンド・スキャン方式、又はステップ・アンド・リピート方式が一般に知られている。本実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式の液浸露光装置を例に説明する。

【0013】

露光装置 1 は、図 1 に示すように、照明系 10 とレチクル 20 を載置するレチクルステージ 21 と、投影光学系 30 と、基板 40 を保持して移動可能なステージ (基板ステージ) 41 とを有する。また、露光装置 1 は、補助板 (同面板) 43 と、測距装置 50 と、制御部 130 とを有する。補助板 43 は、基板 40 の周囲に配置され、補助板 43 の表面が基板 40 の表面と略同一高さとなるようにして基板ステージ 41 に設けられる。照明系 10 は、転写用の回路パターンが形成されたレチクル 20 を照射し、光源部 11 と、照明光学系 12 とを有する。光源部 11 は、本実施形態では、波長 193 nm の ArF エキシマレーザを使用する。ただし光源部 11 は、ArF エキシマレーザに限定されず、例えば、波長約 248 nm の KrF エキシマレーザ、波長約 157 nm の F2 レーザを使用してもよく、光源の個数も限定されるものではない。

【0014】

照明光学系 12 は、レチクル 20 を照明する光学系である。レチクル 20 は、不図示のレチクル搬送系により露光装置 1 の外部から搬送され、レチクルステージ 21 に支持されて駆動される。レチクル 20 は、例えば、石英製で、その上には転写されるべき回路パターンが形成されている。レチクル 20 から発せられた回折光は、投影光学系 30 を通り、基板 40 上に投影される。レチクル 20 と基板 40 とは、光学的に共役の関係に配置される。本実施形態の露光装置 1 は、ステップ・アンド・スキャン方式である。このためレチクル 20 と基板 40 とを縮小倍率比の速度比で走査することにより、レチクル 20 のパターンを基板 40 上に投影する。

【0015】

レチクルステージ 21 は、定盤 22 に取り付けられている。レチクルステージ 21 は、レチクルチャックを介してレチクル 20 を支持し、不図示の移動機構及び制御部 130 によって移動制御される。不図示の移動機構は、リニアモータ等で構成され、X 方向にレチクルステージ 21 を駆動することでレチクル 20 を移動可能である。投影光学系 30 は、レチクル 20 に形成されたパターンを経た回折光を基板 40 上に結像する。投影光学系 30 としては、複数のレンズ素子のみからなる屈折光学系、複数のレンズ素子と少なくとも一枚の凹面鏡とを有する反射屈折光学系等を使用することができる。

【0016】

基板 40 は、不図示の基板搬送系により露光装置 1 の外部から搬送され、基板ステージ 41 上のチャック (ウエハチャック) 45 により吸着保持されている。基板 40 は、本実施形態では例えばウエハであるが、ガラス基板や、その他の被露光体を広く含む。基板 40 にはフォトリジストが塗布されている。また基板ステージ 41 は、定盤 42 に取り付けられて、ウエハチャック 45 を介して基板 40 を支持する。基板ステージ 41 は、基板 40 の上下方向 (鉛直方向) の位置や回転方向、傾きを調整する機能を有し、制御部 130 によって制御される。

【0017】

露光時は、基板 40 の表面が投影光学系 30 の焦点面に常に高精度に合致するように基板ステージ 41 が制御部 130 により制御される。測距装置 50 は、レチクルステージ 21 の位置及び基板ステージ 41 の二次元的な位置を、参照ミラー 51, 52、レーザ干渉計 53, 54 を介してリアルタイムに計測する。測距装置 50 による測距結果は、制御部 130 に伝達され、レチクルステージ 21 及び基板ステージ 41 は、位置決めや同期制御のために、制御部 130 の制御の下で一定の速度比率で駆動される。

【0018】

10

20

30

40

50

補助板 43 は、基板 40 の表面と同一面を形成するための板であり、基板ステージ 41 上に配置され、基板 40 の周囲に基板の表面と略同一な高さで配置される。制御部 130 は、液体供給回収部 110 から供給管 111 により基板 40 の表面と投影光学系 30 の最終レンズ 30a との空隙に液体 LW を供給する。制御部 130 は、さらに、液体 LW を回収するための回収管 112 により液体 LW を液体供給回収部 110 に回収する。

【0019】

液体 LW は、不図示の原料水供給源から供給される原料水中に含まれる金属イオン、微粒子及び有機物等の不純物を低減して生成される。液体 LW は、不図示の脱気装置に供給され、所定の温度に制御される。液体 LW は、露光光の吸収が少ないものの中から選択され、さらに、出来るだけ高い屈折率を有するものが選択される。液体 LW は、具体的には、純水、機能水、フッ化液（例えば、フルオロカーボン）、有機系液体等が使用される。また、液体 LW は、予め、脱気装置を用いて溶存ガスが十分に取り除かれたものが使用される。また、液体 LW は、微量の添加物を加えた水を含む液体や炭化水素系の有機液体でもよい。制御部 130 は、供給管 111 及び回収管 112、液体供給ノズル 113 及び液体回収ノズル 114 を介して、投影光学系 30 の最終レンズ 30a と基板 40 との間に液体 LW を供給し、かつ回収する。

【0020】

図 2 の (a) は、液体供給ノズル 113、液体回収ノズル 114 を示した平面図である。図 2 の (b)、(c) は、図 2 の (a) の液体回収ノズル 114 が存在する楕円形の領域の拡大図である。液体 LW が満たされた液浸領域は、投影領域を含むように液体回収ノズル 114 によって囲まれた領域であり、且つ基板 40 上の一部に局所的に形成される。本実施形態では、投影光学系 30 の投影領域は X 軸方向を長手方向とする矩形状に設定されているが、Y 軸方向を長手方向とする矩形状に設定してもよい。また露光装置において液体供給ノズル 113 や液体回収ノズル 114 は円形状の部材を用いたが、ノズルの形状はこれに限定されず、例えば矩形形状の場合でも本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0021】

液体供給回収部 110 は、液体 LW の供給と回収を兼用する構造を有し、制御部 130 によって制御される。また、液体供給回収部 110 は、基板ステージ 41 の移動の際にも液体 LW の供給及び回収を行う。これにより、液体供給回収部 110 は、液浸領域に存在する液体 LW の溶存ガス、あるいは、不純物質の除去等を行い、液体 LW の状態を一定に維持している。制御部 130 は、不図示の CPU とメモリとを有し、露光装置 1 の動作を制御する。制御部 130 は、照明系 10 と、レチクルステージ 21 の不図示の移動機構と、基板ステージ 41 の不図示の移動機構と、液体供給回収部 110 とに電氣的に接続されている。CPU は、MPU 等のいかなるプロセッサでもよく、各部の動作を制御する。メモリは、ROM や RAM により構成されており、露光装置 1 を動作するファームウェアを格納する。

【0022】

制御部 130 は、例えば、露光の際に、基板ステージ 41 の移動に応じて、供給する液体 LW の流れる方向を切り替えて、液体 LW の供給及び回収を行うように制御してもよい。また、制御部 130 は、露光の際に、常に一定量の液体 LW を供給及び回収するように制御してもよい。また、液体供給回収部 110 は、供給管 111 及び液体供給ノズル 113 を介して液体 LW を供給し、回収管 112 及び液体回収ノズル 114 を介して液体 LW を回収する。

【0023】

本実施形態による露光装置は、基板ステージ 41 に加え、さらに別の基板ステージ 44 を有する。さらに、基板ステージ 44 が位置する計測ステーションには、アライメントスコープ 49 とフォーカス計測を実施する面位置検出器（フォーカスセンサ）48 が配置されている。基板ステージ 44 も、制御部 130 に接続されており、統一的な駆動、制御がなされる。なお、本実施形態におけるフォーカス計測の原理は、半導体露光装置の分野で

10

20

30

40

50

一般に知られている斜入射光学系によるものとする。すなわち、基板面上の計測位置にLED等の光を光軸AXに対して斜入射させ、基板からの反射光をCCD等の検出器で受光する方式である。基板面の光軸AX方向の位置の変化は、検出器上の入射位置の変化として計測されて、フォーカス計測結果として面位置検出器48から出力される。

【0024】

基板ステージ44上に配置されたアライメントスコープ49と面位置検出器48は、基板のひずみ量や、起伏形状といった基板の表面状態を計測する。アライメントスコープ49と面位置検出器48は、基板40やウエハチャック45の表面状態を計測する計測器を構成している。基板ステージ41に保持された基板40が露光ステーションの投影光学系30の下で露光されている間に、基板ステージ44の保持された基板40は、アライメントスコープ49や面位置検出器48によって表面状態（起伏、ひずみ量など）が計測される。このようなツインステージシステムは、基板40を露光している間に次の基板40を計測することにより、スループットを向上できる。ツインステージシステムでは、計測ステーションで基板40の表面状態を測定した結果に基づいて、露光ステーションで露光を行う。

【0025】

液浸露光装置では、露光終了後に十分に回収されなかった液滴が、装置内に残留することがある。この残留液滴が基板40の表面状態の計測結果を変動させることがある。図3は基板上に異物（液滴やパーティクル）が残留している様子とフォーカス値を図示した例である。図3の（a）は、ウエハチャック45および基板40上に異物がない状態における面位置検出器48の計測値を示したもので、一般的にフォーカス値の変動は緩やかな傾向を示すことが多い。図3の（b）は、基板40上に異物がある場合を図示したものである。この場合、面位置検出器48で計測したフォーカス値のピーク値に異常が観察される場合が多い。そこで、フォーカス変動値に閾値を設けることで、基板40上の異常値を検知している。

【0026】

図4はフォーカス計測値と閾値の関係を図示したものである。図4の（a）では、面位置検出器48で計測したフォーカス計測値が閾値よりも小さい。そのため、制御部130は、異常値はないと判断する。図4の（b）では、面位置検出器48で計測したフォーカス計測値が閾値を越えているため、その値を異常値とみなしエラーと判断する。エラーが発生したときの処理は、一般的に、露光処理を止める、もしくはエラー/ウォーニングメッセージを発信するが露光処理を継続する方法があげられる。

【0027】

図5でウエハチャック45上に異物があつた場合を（a）に図示する。この場合、ウエハチャック45により基板40を吸着保持すると、基板40は、（b）に示されるように、異物によって持ち上がった状態になる。そのため、この状態で面位置検出器48によりフォーカス計測を行うと、（c）に示されるように、異常値が観察される。しかし、面位置検出器48のフォーカス計測値だけでは、異物の存在を検出できても、その異物が基板40上に付着しているのか、ウエハチャック45に付着しているのか、判断することができない。

【0028】

本実施形態でかかる問題について、基板40上に付着した異物なのか、ウエハチャック45上に付着した異物なのかを判断する方法を以下に述べる。事前準備をする行程を説明する。装置上に基準ウエハ（第2の基板）を1枚以上準備し、該基準ウエハとウエハチャック45との組み合わせで基準となる表面状態のデータを保存する。本実施形態で使用する基準ウエハとしては、常時液浸を行うための蓋ウエハや、スーパーフラットネスウエハ（SFW）を用いることができる。また基準ウエハはメンテナンスキャリア（MC）で装置内に保存しているが、基準ウエハはFOUPやインラインから搬送しても構わない。

【0029】

図6に示されるMCは、ウエハを5枚収容することができるが、2枚の基準ウエハA，

10

20

30

40

50

Bだけを収容している。MCの1スロット目には基準ウエハAが、2スロット目には基準ウエハBが収容されているが、基準ウエハの種類や枚数はこれに限定されない。また本実施形態ではツインステージの露光装置を想定しているため、ウエハチャック45は、ウエハチャックAとウエハチャックBの2つのチャックが存在する。シングルステージならウエハチャック45は1つとなる。

【0030】

次に基準ウエハAをウエハチャックAに載せたときの表面状態のデータを取得する。表面状態のデータは、前述したように面位置検出器48を使用して計測する。このとき、このデータは基準となるデータのため、ウエハチャック45に異物が付着する前、もしくはウエハチャック45のクリーニングや交換直後にこれらの表面状態のデータを取得することが好ましい。同様に、基準ウエハAとウエハチャックB、基準ウエハBとウエハチャックA、基準ウエハBとウエハチャックBの表面状態のデータを取得し、これらのデータを基準データとして保存しておく。また、これらの基準データは任意のタイミングで更新することも可能である。図7は基準ウエハA、BとウエハチャックA、Bとの組み合わせと表面状態のデータのイメージである。また、本実施形態では使用した基準ウエハは2枚、かつウエハチャックは2つなので、4つの表面状態の基準データを取得することになったが、この組み合わせ数に限定されない。

【0031】

次に露光装置が露光処理中において面位置検出器48でプロセスウエハ(基板)40の表面状態をフォーカス値として計測し、制御部130は、計測結果に基づいて異物の存否を判定する(判定工程)。制御部130は、後述するように、異物の付着先を決定する処理部を構成している。また、アライメントスコープ49と面位置検出器48と制御部130とは、異物の存否を検出する検出装置を構成している。面位置検出器48の計測結果に異常値が検出された場合、それがプロセスウエハ40上の異物が、ウエハチャック45上に付着した異物による影響なのかを切り分ける異物チェックのフローを図8に示す。図8の異物チェックのタイミングを、レシピ毎に設定することも可能である。例えば、エラーが発生した直後に基準ウエハを搬送し異物チェックを行う方法や、ロット単位の露光処理がすべて終了してから異物チェックを行う方法、またエラーが連続して所定の枚数継続した場合に異物チェックを行う方法が挙げられる。制御部130は、S1で、異物チェックのタイミングか否かを確認し、異物チェックのタイミングであると判断したら、S2で異物チェックを開始する。

【0032】

S3で、制御部130は、MCからフォーカス異常が観察されたウエハチャック45に基準ウエハを搬送する。本実施形態では、ウエハチャック45に基準ウエハAを搬送したときの例を示したが、基準ウエハBを搬送しても構わない。制御部130は、ウエハチャック45で基準ウエハAを吸着保持し、面位置検出器48でフォーカス計測を実施し(S4)、取得した表面状態のデータと予め保存した表面状態のデータ(基準データ)との差分を取る(S5)。図9にそのイメージを示す。図9の(a)のように、差分が閾値以下の場合、制御部130は、S6で、フォーカス計測エラーが発生したプロセスウエハ40上に異物が残留していたと決定し(決定工程)、露光処理を継続する。図9の(b)のように、差が設定した閾値以上の場合、制御部130は、ウエハチャック45もしくは基準ウエハAの上に異物が付着したと決定する(S6)。このとき、判断に使用している閾値は任意に設定することが可能であるが、一般的に再現性よりも広げておくことが好ましい。S7で、制御部130は、前記差分データから異物の大きさおよび基板上の座標(位置)を推測する。異物の大きさは、フォーカス計測値の絶対値から、異物の位置は、横軸の座標から推測することができる。S6で、異物がウエハチャック45もしくは基準ウエハAの上に異物が付着していると決定された場合、S7の後、異物の付着先がウエハチャック45か否かを決定する第1または第2のフローに移行する。

【0033】

[第1のフロー]

図10は、異物の付着先がウエハチャック45か否かを決定する第1のフローである。本実施形態では異物を除去するユニットとして液浸ノズルを使用した例を用いているが、液浸ノズルに限定されない。S11で、制御部130は、基板ステージ41を駆動して基準ウエハAを投影光学系30の下に移動する。投影光学系30の最終レンズ30aと基板ステージ41の空隙には液体LWが存在し、その液体LWは液体供給ノズル113および液体回収ノズル114により循環されている。S12で、制御部130は、投影光学系30の下に基準ウエハAを移動し、異物を吸引して除去することを試みる。異物が付着した箇所は、フォーカス計測値から推測することができる。基準ウエハA上で異物が付着した箇所を集中的に吸引することで、短時間、かつ効率的に実施できる。

【0034】

その後、制御部130は、面位置検出器48下に基準ウエハAを再び移動させ(S13)、表面状態のデータを取得する(S14)。制御部130は、異物除去処理の前に観察されていた異物が除去されている場合は基準ウエハA上に異物が付着していたと決定し、異物がなお除去されていない場合は、ウエハチャック45上に異物が付着していると決定する(S16)。基準ウエハAが起因でフォーカス計測エラーが発生した場合は、チャッククリーニングを実施しなくても露光処理を継続することができる。ウエハチャック45上に異物が付着している場合は、制御部130は、図1に構成されているチャッククリーニングユニット70でウエハチャック45をクリーニングする(S18)。本実施形態では、チャッククリーニングユニット70は、面位置検出器48の付近に配置されているが、投影光学系30の付近に配置されていてもよい。フォーカス計測値に基づいて異物が認められる場所を集中的にクリーニングすることで、クリーニングを短時間に、かつ集中的に実施できる。

【0035】

チャッククリーニング後、再び表面状態のデータを取得することで異物付着状況を再び確認する。クリーニング後、異物が観察されなかった場合には、制御部130は、クリーニングによって異物がウエハチャック45から除去されたと判断する。もし、異物が除去されていない場合はクリーニングを再度実施する。S17でクリーニングを所定の回数繰り返しても異物が除去できない場合、制御部130は、S19でエラーメッセージを表示して終了する。このときに表示するエラーメッセージは、例えばチャック交換を促すメッセージ等である。所定のクリーニング回数は任意に設定することができる。その後、異なるユニットを使用した洗浄、およびチャックの交換という措置を施したあと、露光装置は復旧することになる。

【0036】

[第2のフロー]

図11は、異物の付着先がウエハチャック45か否かを決定する別のフローである。この場合、制御部130は、基準ウエハAをメンテナンスキャリア上に戻し、異なる基準ウエハ(第3の基板)Bをウエハチャック45上に搬送する(S21)。その後、制御部130は、面位置検出器48で表面状態のデータを再び取得し(S22)、予め装置に保存していた基準ウエハBとウエハチャック45との組み合わせの基準データとの差分を取る(S23)。もし、S24で、異物が基準ウエハAで観察されたが基準ウエハBでは観察されない場合、制御部130は、基準ウエハA上に異物があつたと判断し、クリーニングは実施せず、露光処理を継続する。

【0037】

S24で、異物が基準ウエハBでも基準ウエハAと同じ個所に観察された場合、制御部130は、ウエハチャック45上の異物が原因で発生しているフォーカス異常と判断し、基準ウエハBを搬出後にウエハチャック45のクリーニングを実施する(S25)。チャッククリーニング後、制御部130は、再度基準ウエハAもしくは基準ウエハBを搬送し、フォーカス計測値を取得して(S26)、基準データと差分を出し、閾値と比較する(S27)。クリーニングが良好に終了した場合は、閾値よりも小さい値が出力されるため、露光処理を継続することができる。クリーニング後もウエハチャック45上の異物が除

10

20

30

40

50

去できない場合、制御部 130 は、所定の回数だけクリーニング (S25)、フォーカス計測 (S26)、異物のチェック (S27) を繰り返す。所定の回数以内に終了しない場合、制御部 130 は、チャッククリーニングエラーやチャック交換等のエラーメッセージを出力する (S29)。

【0038】

第 1 のフローにおいて、同じウエハチャック 45 において、基準ウエハ A との組み合わせ、基準ウエハ B との組み合わせで同じ大きさの異物が存在するが、異なる場所で観察されることがある。この場合、本実施形態では、ウエハチャック 45 上の異物が基準ウエハの交換の際に移動したと判断し、ウエハチャック 45 のクリーニングを実施しているが、これに限定されない。

10

【0039】

以上説明したように、液浸水、ごみ等の異物が付着したことを検出した後、異物の付着先がまずウエハ 40 か否かを判断し、その後、異物の付着先がウエハチャック 45 か否かを判断する。その後、異物の付着先がウエハチャック 45 であると判定された場合にはじめて、ウエハチャック 45 のクリーニングを実行する。このようにすることで、異物が検出されても、速やかなリカバリが可能となり、生産性やメンテナンス性を向上することができた。

【0040】

[デバイスの製造方法]

本発明の一実施形態のデバイス (半導体デバイス、液晶表示デバイス等) の製造方法について説明する。半導体デバイスは、ウエハ (基板) に集積回路を作る前工程と、前工程で作られたウエハ上の集積回路チップを製品として完成させる後工程を経ることにより製造される。前工程は、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたウエハを露光する工程と、前記工程で露光されたウエハを現像する工程を含む。後工程は、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング) と、パッケージング工程 (封入) を含む。液晶表示デバイスは、透明電極を形成する工程を経ることにより製造される。透明電極を形成する工程は、透明導電膜が蒸着されたガラス基板に感光剤を塗布する工程と、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたガラス基板を露光する工程と、ガラス基板を現像する工程を含む。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。

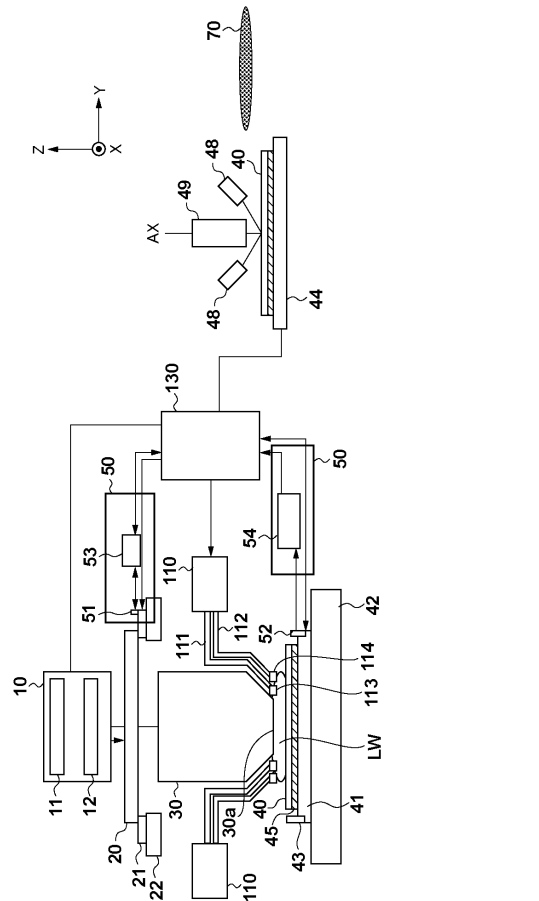
20

30

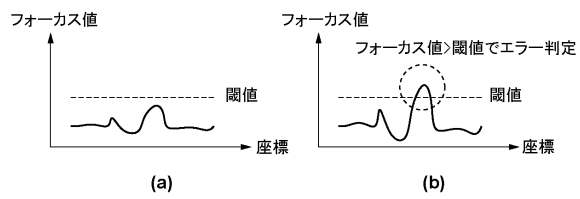
【0041】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

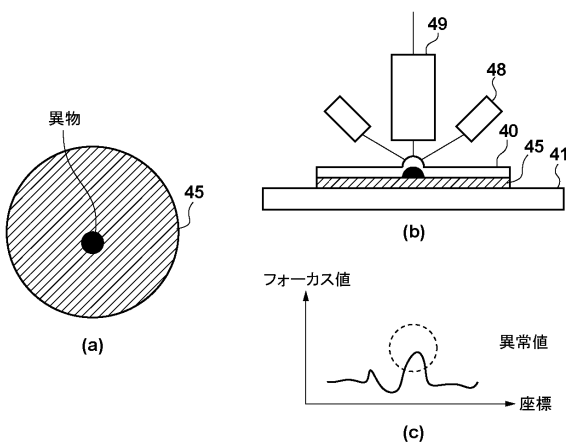
【図 1】



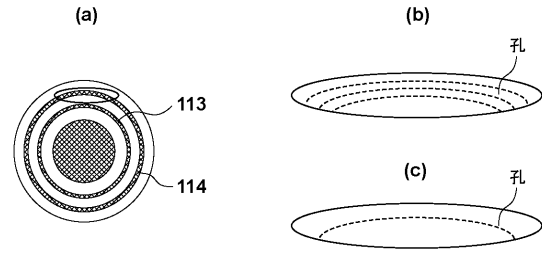
【図 4】



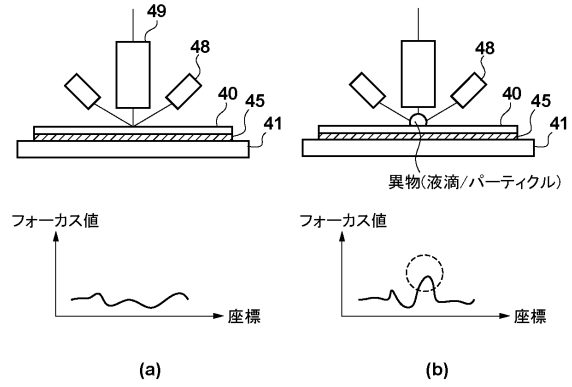
【図 5】



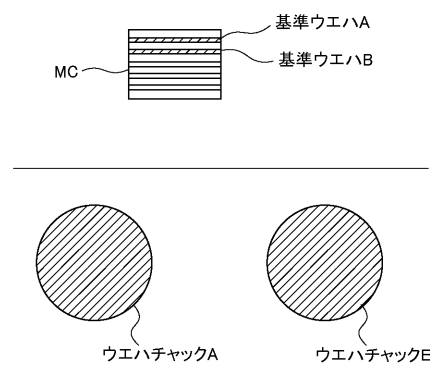
【図 2】



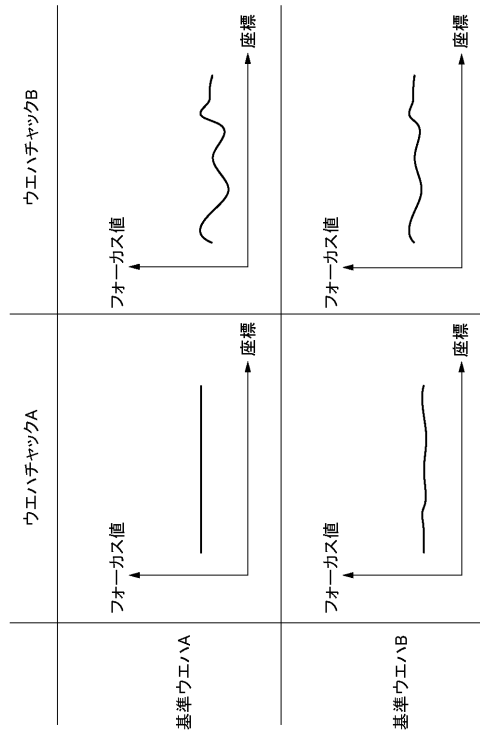
【図 3】



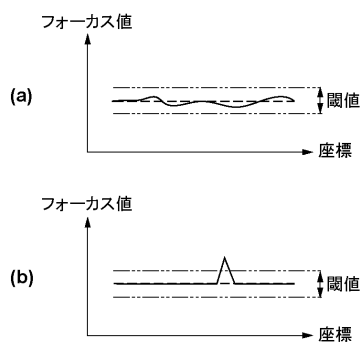
【図 6】



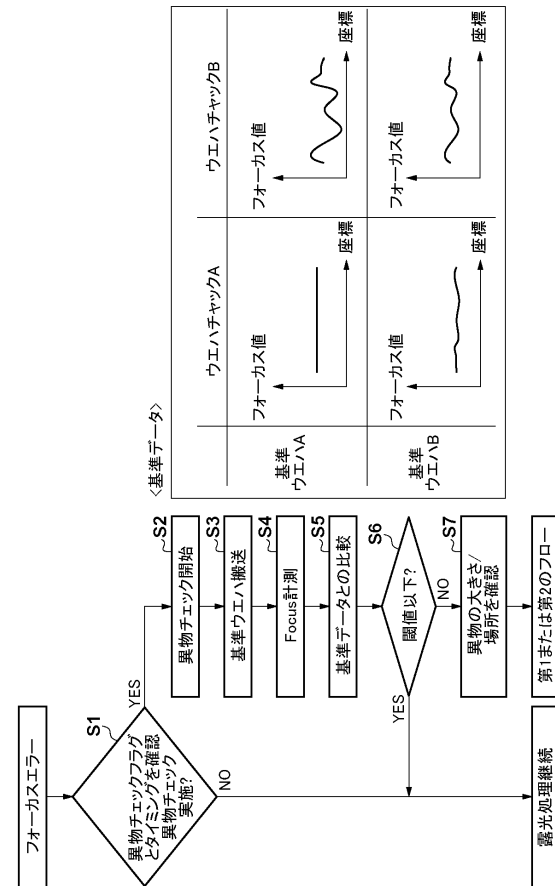
【図 7】



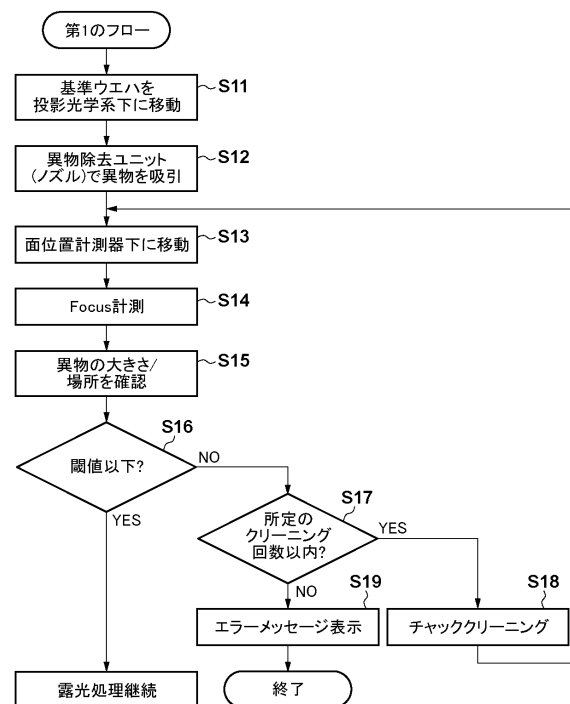
【図 9】



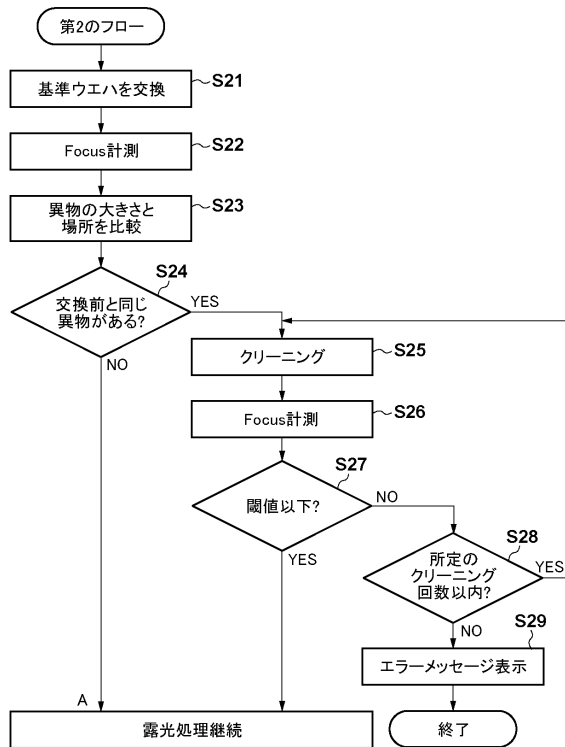
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 忠央
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
- (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
- (72)発明者 家田 幸久
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

審査官 山口 敦司

- (56)参考文献 特開2010-016256(JP,A)
特開2002-164270(JP,A)
特開2006-128346(JP,A)
特開平09-266157(JP,A)
特開2008-282885(JP,A)
特開2010-141210(JP,A)
特開平08-110586(JP,A)
特開2002-237452(JP,A)
特開2005-079449(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027