

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6590599号
(P6590599)

(45) 発行日 令和1年10月16日 (2019. 10. 16)

(24) 登録日 令和1年9月27日 (2019. 9. 27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 F 7/20 (2006. 01)
H O 1 L 21/027 (2006. 01)
G O 1 B 11/00 (2006. 01)
H O 1 L 21/68 (2006. 01)

G O 3 F 7/20 5 O 1
H O 1 L 21/30 5 7 7
G O 3 F 7/20 5 2 1
G O 1 B 11/00 H
H O 1 L 21/68 F

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2015-171202 (P2015-171202)
(22) 出願日 平成27年8月31日 (2015. 8. 31)
(65) 公開番号 特開2016-110066 (P2016-110066A)
(43) 公開日 平成28年6月20日 (2016. 6. 20)
審査請求日 平成30年7月17日 (2018. 7. 17)
(31) 優先権主張番号 特願2014-242526 (P2014-242526)
(32) 優先日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(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 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 田村 剛一
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 植木 隆和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置決定装置、位置決定方法、リソグラフィ装置、および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の端部に向けて光を照射する第1の投光手段と、
前記基板の面に形成されたマークに光を照射する第2の投光手段と、
前記基板を回転させる回転手段と、

前記基板に対して前記マークの形成された面側に配置された受光手段であって、前記回転手段が前記基板を回転させている間に、前記第1の投光手段から前記端部に向けて照射され前記基板の外側を通過した光及び前記第2の投光手段から照射され前記マークで反射された光を受光する受光手段と、

前記受光手段による受光結果に基づいて決定された前記端部の位置及び前記マークの位置を用いて前記基板の位置を決定する決定手段と、を有することを特徴とする位置決定装置。

【請求項 2】

前記基板はステージによって移動され、前記基板の位置は、前記ステージに対する前記基板の位置であることを特徴とする請求項 1 に記載の位置決定装置。

【請求項 3】

前記第2の投光手段は、前記基板の中心側から前記端部に向けて斜めに光を照射することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置決定装置。

【請求項 4】

前記第1の投光手段と前記第2の投光手段はそれぞれ、前記基板に対して互いに異なる

10

20

面側から光を照射することを特徴とする請求項 1 乃至3のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 5】

前記第 2 の投光手段は、前記基板の裏面に形成されたマークに対して光を照射することを特徴とする請求項 1 乃至4のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 6】

前記決定手段は、前記受光結果と前記マークの見本情報とに基づいて前記基板の位置を決定することを特徴とする請求項 1 乃至5のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 7】

前記決定手段は、基板の動径方向における受光結果の一部と、前記端部から前記マークまでの距離情報と、を用いて前記マークの位置を決定することを特徴とする請求項 1 乃至5のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 8】

前記第 2 の投光手段は点滅光を照射することを特徴とする請求項 1 乃至7のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 9】

前記受光手段は、前記マークの数に基づいて、前記回転手段による前記基板の回転方向における受光範囲を調整することを特徴とする請求項 1 乃至8のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 10】

前記第 2 の投光手段は、前記マークの数と前記回転手段による前記基板の回転方向の位置に基づいて投光条件を変更することを特徴とする請求項 1 乃至9のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、前記受光結果に対して移動平均処理を施した結果に基づいて前記基板の位置を決定することを特徴とする請求項 1 乃至10のいずれか 1 項に記載の位置決定装置。

【請求項 12】

基板の端部に向けて光を照射するステップと、
前記基板の面に形成されたマークに光を照射するステップと、
前記基板を回転させている間に、前記端部に向けて照射され前記基板の外側の光を通過した光及び前記マークで反射された光を受光手段により受光するステップと、
前記受光手段における受光結果に基づいて決定された前記端部の位置及び前記マークの位置を用いて前記基板の位置を決定するステップと、
を含むことを特徴とする位置決定方法。

【請求項 13】

前記基板には複数のマークが形成されており、前記受光手段における受光結果と前記複数のマークの情報に基づいて前記基板の位置を決定することを特徴とする請求項 12 に記載の位置決定方法。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の基板の位置決定装置と、
前記基板を保持して移動可能なステージと、
前記位置決定装置で得られた前記基板の位置に基づいて、前記ステージに対する前記基板の位置を調整する位置調整手段と、
を有し、
前記位置調整手段により位置調整された基板上にパターンを形成することを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項 15】

前記位置決定装置で得られた前記基板の端部の位置に基づいて、前記基板に対して周辺露光をすることを特徴とする請求項 14 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 16】

請求項 1 4 又は 1 5 に記載のリソグラフィ装置を用いて基板上にパターンを形成する工程と、

前記工程でパターンの形成された基板を処理する工程と、を有し、
処理された前記基板から物品を製造することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置決定装置、位置決定方法、リソグラフィ装置、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

回路パターン等のパターンを基板に転写する露光装置では、所定の露光位置に基板が搬送されるようにするため、搬送前の基板の位置合わせを行う。例えば、基板に対してノッチと呼ばれるV字形状の切り欠きを形成し、ノッチの位置を検出することで基板の位置を求めて、所定の位置に対するずれを補正するように位置合わせをする。

【0003】

しかし、ノッチ部へのレジストの回り込みや、ノッチが形成された基板の非対称性に起因して、露光工程や成膜工程を含む各工程においてノッチ周辺の領域で半導体素子の性能不良が起こりやすくなる。よって、歩留まりの低下を防ぐためにも、ノッチの無い基板で位置合わせをする技術が求められている。

【0004】

特許文献1は、基板の裏面に形成されたマークを用いて基板の位置を求める機構を有する位置合わせ装置に関する。基板のエッジを検出するセンサと、裏面のマークを検出するセンサとを用いて、基板の並進方向および回転方向（周方向）の位置を求めている。

【0005】

特許文献2も、基板の裏面に形成されたマークを用いて基板の位置を求める機構を有する位置合わせ装置に関する。基板表面に形成されたショット配列からの反射光と、基板裏面に形成されたマークからの反射光とを1つのセンサで受光することにより、基板の位置を求めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-5794号公報

【特許文献2】特開平9-139342号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に記載の位置合わせ装置は、エッジを検出するセンサと、マークを検出するセンサとが離れた位置に配置されている。そのため、2つのセンサの相対位置をあらかじめ測定する必要が生じてしまう。周囲の温度変化が大きい場合には、当該相対位置を高頻度で計測しなければならない場合もある。

【0008】

特許文献2に記載の位置合わせ装置は、エッジを検出する手段を有していない。したがって、基板上の不要なレジストの除去を目的としてエッジに沿って端部を露光する、周辺露光等の処理を施す場合には、再度エッジ検出をする必要が生じてしまう。

【0009】

そこで、本発明は共通の受光手段を用いてマークと基板のエッジとを検出し、基板の位置を決定することができる位置決定装置、位置決定方法、およびリソグラフィ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】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

本発明の位置合わせ装置は、基板の端部に向けて光を照射する第 1 の投光手段と、前記基板の面に形成されたマークに光を照射する第 2 の投光手段と、前記基板を回転させる回転手段と、前記基板に対して前記マークの形成された面側に配置された受光手段であって、前記回転手段が前記基板を回転させている間に、前記第 1 の投光手段から前記端部に向けて照射され前記基板の外側を通過した光及び前記第 2 の投光手段から照射され前記マークで反射された光を受光する受光手段と、前記受光手段による受光結果に基づいて決定された前記端部の位置及び前記マークの位置を用いて前記基板の位置を決定する決定手段と、を有することを特徴とする。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 1 】

本発明の位置決定装置、位置決定方法、およびリソグラフィ装置によれば、共通の受光手段を用いてマークと基板のエッジとを検出し、基板の位置を求めることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の位置合わせ装置の正面図。

【 図 2 】 第 1 実施形態の位置合わせ方法を示すフローチャート。

【 図 3 】 第 1 実施形態の、基板端部の受光波形を示す図。

【 図 4 】 第 1 実施形態のエッジの位置波形を示す図。

【 図 5 】 第 1 実施形態の位置合わせ装置を示す上面図。

20

【 図 6 】 第 2 実施形態の、基板端部の受光波形を示す図。

【 図 7 】 第 2 実施形態のエッジの位置波形を示す図。

【 図 8 】 第 5 実施形態の位置合わせ方法を示すフローチャート。

【 図 9 】 第 5 実施形態の、エッジを揃えた位置波形を示す図。

【 図 1 0 】 位置検出装置を搭載したリソグラフィ装置の図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

[第 1 実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 実施形態の位置合わせ装置（位置決定装置）1 0 0 の正面図である。図 1 は、ステージ 1 2 0 上に基板 1 0 が搬送された状態を示している。基板 1 0 に対して処理を行う装置に搬送する前に、位置合わせ装置 1 0 0 は、基板 1 0 の位置を検出し、検出結果に基づいて基板 1 0 の位置を所定の待機位置に位置合わせする。以下、位置合わせとは、並進方向および回転方向に関して基板 1 0 を所定の位置に合わせることをいう。

30

【 0 0 1 4 】

ステージ 1 2 0 は、Z 軸方向を回転軸として基板 1 0 を回転させる回転ステージ（回転手段）1 2 1 と、XY 平面内で基板 1 0 を並進移動させる XY ステージ 1 2 2 と、基板 1 0 を支持する支持部 1 2 3 と、を有している。

【 0 0 1 5 】

基板 1 0 は、オリフラやノッチなどの切り欠き部が形成されていないものを使用する。本実施形態では、基板 1 0 は、直径 3 0 0 mm の基板を使用する。ただし、直径 3 0 0 mm 未満の基板、直径 3 0 0 mm ~ 直径 4 5 0 mm の間の基板、あるいは、直径 4 5 0 mm より大きな基板であっても構わない。

40

【 0 0 1 6 】

ステージ 1 2 0 に搬送された基板 1 0 の裏面には、エッジ 1 2 の近傍にマーク 1 1 が形成されている。マーク 1 1 は、例えばレーザマーキング等により形成された凹凸構造を有するマークである。マークのパターンとして、例えば、複数の半球状の凹部を 1 列にあるいは 2 次元的に配列して成るパターン、ラインアンドスペースのパターン、あるいは矩形パターン等がある。

【 0 0 1 7 】

50

以下、基板１０の表面とは基板１０の被処理面（本実施形態では鉛直上方側の面）のことを、基板１０の裏面とは被処理面とは反対側の面（本実施形態では鉛直下方側の面）を意味するものとする。また、基板１０に対して被処理面側の鉛直方向の位置を表面側、基板１０に対して被処理面とは反対側の面の鉛直方向の位置を裏面側とする。

【００１８】

基板１０の表面側には第１の光源（第１の投光手段）１１１が、裏面側には第２の光源（第２の投光手段）１１２が配置されている。第１の光源１１１の鉛直下方であって基板１０の裏面側には、光学系１１３および受光素子（受光手段、受光センサ）１１０が配置されている。第１の光源１１１および第２の光源１１２は、互いに異なる面側から光を照射する光源であって、同じ波長の光を発するＬＥＤ光源である。受光素子１１０はＣＣＤ

10

【００１９】

受光素子１１０を、第１光源１１１と対向するように、基板１０に対して第２の光源１１２と同じ面側に設けている。すなわち、第１の光源１１１から受光素子１１０までの光路上にも、第２の光源１１２から受光素子１１０までの光路上にも、それぞれの光源から射出された光束を偏光させて光路を折り曲げるための光学素子を配置しないようにしている。このように位置合わせ装置１００に含まれる光学素子を少なく構成することで、回転ステージ１２１のまわりの省スペース化を図ることができる。

【００２０】

第１の光源１１１は鉛直下方に向けて、少なくとも基板１０とその外周側の空間との境界であるエッジ（端部）１２を含むように光を照射する。第２の光源１１２は、マーク１１に対して、暗視野照明となるように斜めに光を照射する。

20

【００２１】

受光素子１１０は、第１の光源１１１から光であって、エッジ１２より外周側の空間を通過した光（基板の外側を通過した光）と、第２の光源１１２が照射しマーク１１で反射された反射光（反射回折光および反射散乱光の少なくとも一方）とを、光学系１１３を介して受光する。すなわち受光素子１１０は第１の光源１１１からの光と第２の光源１１２からの光に対して、換言すれば、基板１０の外側を通過した光とマーク１１で反射された光に対して共通の受光素子である。

【００２２】

なお、第１の光源１１１は明視野照明であることが好ましい。暗視野照明ではなく明視野照明にすることで、基板１０のエッジ１２付近には角を除去するように面取り１３が施されている場合であっても、面取り１３における反射光の影響でエッジ１２の計測精度が低下することを防ぐことができる。また、第２の光源１１２は、図１に示すように、マーク１１に対して基板１０の中心側から斜めに光を照射することが好ましい。これにより、面取り１３からの反射光の影響を受けてマーク１１やエッジ１２の検出精度が低下するのを防ぐことができる。

30

【００２３】

制御部１３０（決定手段）は、受光素子１１０と接続されている。受光素子１１０による受光結果からマーク１１およびエッジ１２を検出し、基板１０の位置を求める。制御部１３１は第１の光源１１１と接続されており、第１の光源１１１を調光する。制御部１３２は第２の光源１１２と接続されており、第２の光源１１２を調光する。制御部１３３はステージ１２０と接続されており、回転ステージ１２１とＸＹステージ１２２の駆動を制御する。

40

【００２４】

制御部１３０～１３３はそれぞれＣＰＵ（不図示）を有しており、制御部１３０～１３３およびメモリ１３４は互いに情報のやりとりが可能とする。例えば、制御部１３０が求めた基板１０の位置ずれを補正するように、制御部１３３がステージ１２０を駆動させて、基板１０の位置合わせを行うことができる。

【００２５】

50

制御部 130 ~ 133 によって、メモリ 134 には位置合わせ動作に必要な情報が記憶されている。例えば、制御部 130 が求めた基板 10 の位置（回転方向の位置も含む）、第 1 の光源 111 および第 2 の光源 112 の光量、などが記憶される。さらに、マーク 11 の検出やエッジ 12 の検出に用いる信号の閾値も記憶されている。制御部 130 ~ 133 およびメモリ 134 は、これらの機能が損なわれないのであれば 1 つの制御基板上に配置されていても、別の制御基板上に配置されていても構わない。

【0026】

次に、図 2 ~ 図 5 を用いて、制御部 130 によるマーク 11 の位置とエッジ 12 の位置、および基板 10 の位置の求め方について説明する。

【0027】

図 2 は、位置合わせ装置 100 を用いた基板 10 の位置合わせの流れを示すフローチャートである。位置合わせ装置 100 へ基板搬入前に、制御部 131 が第 1 の光源 111 を調光する（S301）。受光素子 110 で第 1 の光源 111 からの光の光量を計測し、光量が示す信号強度が最適値になるように第 1 の光源 111 の光量を調整する。なお、第 1 の光源 111 は遮光物となる基板 10 が無い状態で調光されることが好ましい。基板搬送後に調光すると、基板 10 に遮光された部分の光量確認ができない。そのため、基板 10 の回転動作中に信号強度が許容値を超えるおそれがある。

【0028】

次に、搬入口ボット（不図示）により、位置合わせ装置 100 に基板 10 が搬入される（S302）。搬入された基板 10 は支持部 123 の真空吸着機構（不図示）によって支持される。基板 10 が搬入された段階では位置合わせがされておらず、基板 10 は所望の位置に対して並進方向および回転方向にずれている。

【0029】

続いて、制御部 132 が第 2 の光源 112 を調光する（S303）。マーク 11 からの反射光を受光する必要があるため、以前に位置合わせ時に用いた光量値が分かっている場合は、その値を用いて第 2 の光源 112 を調光する。

【0030】

制御部 133 は、回転ステージ 121 を用いて基板 10 を回転させる（S304）。回転ステージ 121 を回転させている間に、受光素子 110 は、第 1 の光源 111 からの光と、第 2 の光源 112 が照射し基板 10 の裏面で反射された反射光とを受光する。第 2 の光源 112 がマーク 11 を含むように光を照射した場合は、マーク 11 からの反射光も受光する。基板 10 を回転させながら受光素子 110 は第 1 の光源 111 と第 2 の光源 112 からの光を受光し、基板 10 のエッジ 12 の位置情報を回転方向に連続的に取得する。

【0031】

制御部 130 は、受光信号を逐次取り込み（S305）、取り込んだ信号を用いて基板 10 のマーク 11 の位置、およびエッジ 12 の位置を検出する（S306）。制御部 133 は、回転ステージ 121 が、位置合わせに必要な分（マークが 1 つの場合は 360°）だけ基板 10 を回転させたら回転動作を終了させる（S307）。

【0032】

S306 の工程について図 3 を用いて詳述する。図 3 は、受光素子 110 の視野にマーク 11 が存在するときの、受光結果に対応する検出信号の波形（以下、受光波形という）140 と、基板 10 との関係を示している。横軸は基板 10 の動径方向の位置 R を、縦軸は光量を示している。受光波形 140 は、基板 10 の外周側の領域と、基板 10 の内周側の一部の領域とにおいて光量が大きくなる様子を示す。基板 10 の外周側の光量は第 1 の光源 111 からの光であって基板 10 に遮光されなかった部分に対応し、内周側の一部の領域の光量はマーク 11 からの反射光に対応している。

【0033】

制御部 130 は、受光波形 140 のうち、最外周から基板 10 の中心に向かって走査して初めて所定の閾値 141 を下回った位置 142 がエッジ 12 の位置であると判断する。同様にして位置 142 から中心側に走査して所定の閾値 145 を上回った位置 143 ~ 位

10

20

30

40

50

置 1 4 4 の中心を、マーク 1 1 の位置と判断する。閾値 1 4 1 と閾値 1 4 5 は同一の値でも構わないが、第 1 の光源 1 1 1 からの光とマーク 1 1 からの反射光と光量に差がある場合には、閾値 1 4 1 と閾値 1 4 5 とを区別することが好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 2 において、制御部 1 3 0 はマーク 1 1 が検出されたかどうかを判断する (S 3 0 8)。検出できなかった (N O) と判断した場合は、S 3 0 3 の工程に戻り、第 2 の光源 1 1 2 の光量を再調整する。S 3 0 8 でマーク 1 1 を検出した (Y E S) と判断した場合は、制御部 1 3 0 はこのときの第 2 の光源 1 1 2 の光量をメモリ 1 3 4 に記憶させる (S 3 0 9)。得られたマーク 1 1 の信号強度から、最適な信号強度が得られる光量を求めてメモリ 1 3 4 に記憶させても良い。

10

【 0 0 3 5 】

S 3 0 5、S 3 0 6 の工程によって得られたマーク 1 1 の位置とエッジ 1 2 の位置を用いて制御部 1 3 0 は基板 1 0 の位置を決定する。各回転角度における受光波形 1 4 0 から、制御部 1 3 0 は図 4 に示すエッジ 1 2 の位置波形 8 0 を得る。横軸は回転角度、縦軸は基板 1 0 の動径方向の位置 R を示す。マーク信号 8 1 は回転角 $\theta = \theta_{mark}$ で検出されている。

【 0 0 3 6 】

位置波形 8 0 は式 (1) で表される。

【 0 0 3 7 】

【 数 1 】

20

$$f(\theta) = r \cos(\theta + \alpha) + \sqrt{L^2 - \{r \sin(\theta + \alpha)\}^2} \quad (1)$$

【 0 0 3 8 】

図 5 のように、ステージ 1 2 0 の中心 1 2 5 に対して基板 1 0 の中心 2 0 が偏心していたとすると、r はその偏心ベクトル 2 1 (X、Y) の大きさを示す。θ は S 3 0 4 ~ S 3 0 7 までの間の回転角度である。α は偏心ベクトル 2 1 と、中心 1 2 5 と受光素子 1 1 0 を結ぶ直線と、のなす角を表す。L は基板 1 0 の半径である。θ_{mark} は、中心 1 2 5 とマーク 1 1 とを結ぶ直線と、中心 1 2 5 と受光素子 1 1 0 を結ぶ直線と、のなす角を表す。

30

【 0 0 3 9 】

制御部 1 3 0 は、位置波形 8 0 を用いて、ステージ 1 2 0 に対する基板 1 0 の水平方向の位置を決定し、θ_{mark} を用いて回転方向の位置を決定する (S 3 1 0)。

【 0 0 4 0 】

制御部 1 3 0 により決定された基板 1 0 の位置情報を用いて、制御部 1 3 3 がステージ 1 2 0 を並進方向および回転方向に駆動し、基板 1 0 の位置を所定の位置にする (S 3 1 1)。あるいは、基板 1 0 の位置情報を用いて、搬入口ボットがステージ 1 2 0 上の所定の位置に基板 1 0 を載置しなおす。このようにして位置合わせを行うことにより、後続して行う搬送動作や処理動作時に基板 1 0 の位置ずれに起因して処理精度が低下することを防ぐことができる。

40

【 0 0 4 1 】

最後に、位置合わせ装置 1 0 0 から基板 1 0 が搬出される (S 3 1 2)。エッジ 1 2 の検出も行っているので、S 3 1 2 における搬出前に、検出結果を用いて周辺露光処理を施しても良い。

【 0 0 4 2 】

本実施形態によれば、切り欠きの形成されていない基板 1 0 であっても精度良く位置を決定することができる。よって、従来技術において生じていた、切り欠き周辺における研磨およびその他の加工精度の低下によるチップの歩留まりの低下を抑制することができる。

50

【 0 0 4 3 】

共通の受光素子 1 1 0 によって第 1 の光源 1 1 1 からの光も第 2 の光源 1 1 2 からの光も受光していたため、同時に受光した像を用いれば、一括してマーク 1 1 とエッジ 1 2 を検出することができる。

【 0 0 4 4 】

個々の光源に対応する受光素子を配置した場合に比べて、位置合わせ装置 1 0 0 への実装を低減することができ、かつ当該受光素子同士の位置合わせが必要なくなる。そのため、マーク 1 1 やエッジ 1 2 の検出精度の低下要因を少なくすることができ、基板 1 0 の位置合わせを精度良くおこなうことができる。

【 0 0 4 5 】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態に係る位置合わせ装置 1 0 0 は、メモリ 1 3 4 が、基板 1 0 のエッジ 1 2 からマーク 1 1 までの距離情報として、エッジ 1 2 からマーク 1 1 までの距離あるいはそれに対応する信号幅を記憶している。それ以外の構成は、第 1 実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 と同様である。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、受光素子 1 1 0 の視野にマーク 1 1 が存在するときの受光波形 1 4 0 と、基板 1 0 との関係を示している。ただし、基板 1 0 の裏面に異物 2 0 が付着していると、異物 2 0 からの反射光も受光波形 1 4 0 に表される。また、異物 2 0 からの反射光による信号強度が閾値 1 4 5 を超えてしまうと、制御部 1 3 0 がマーク 1 1 からの反射光と誤認してしまうおそれがある。本実施形態は、このような場合に有効な方法である。

【 0 0 4 7 】

制御部 1 3 0 は、受光波形 1 4 0 を用いて基板 1 0 のエッジ 1 2 を検出する。メモリ 1 3 4 に記憶されている、エッジ 1 2 からマーク 1 1 までの距離を用いて、マーク 1 1 の位置を特定する際の位置 R の検出範囲を位置 8 3 から位置 8 4 の間に決定する。位置 8 3 から位置 8 4 の間において閾値 1 4 5 を超える信号があればマーク 1 1 があると判断してマーク 1 1 の位置を特定する。第 1 実施形態と同様、簡易な構成でマーク 1 1 とエッジ 1 2 を検出し、基板 1 0 の位置合わせをすることができる。

【 0 0 4 8 】

各回転角度においてエッジ 1 2 からマーク 1 1 までの距離と動径方向における受光結果の一部を用いることにより、異物 2 0 からの反射光に起因してマーク 1 1 の位置が誤って検出されることを防ぐことができる（図 7 参照）。検出範囲が狭まることにより、マーク 1 1 の位置の検出に要する時間を短縮することができる。あるいは、狭めた検出範囲内の受光波形 1 4 0 を詳細に解析することで、マーク 1 1 の位置の検出精度を向上することができる。

【 0 0 4 9 】

[第 3 実施形態]

基板 1 0 を回転させながら、第 1 の光源 1 1 1 および第 2 の光源 1 1 2 を点灯させ続けた状態で受光素子 1 1 0 が撮像を行うと、回転速度によっては、マーク 1 1 の像やエッジ 1 2 の像のぶれが発生する。像がぶれると、受光波形 1 4 0 のうち、エッジ 1 2 に対応する部分の波形が波打つ、あるいはマーク 1 1 に対応するピーク波形の半値幅広くなる等してしまい、エッジ 1 2 やマーク 1 1 の位置の検出精度が低下してしまうおそれがある。

【 0 0 5 0 】

そこで、第 3 実施形態に係る位置合わせ装置 1 0 0 は、制御部 1 3 1 が第 1 の光源 1 1 1 の点灯時間の間隔を、制御部 1 3 2 が第 2 の光源 1 1 2 の点灯時間の間隔を設定している。それ以外の構成は第 1 実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 と同様であり、同様の手法を用いて基板 1 0 の位置合わせを行う。

【 0 0 5 1 】

すなわち、基板 1 0 が回転している間、第 1 の光源 1 1 1 と第 2 の光源 1 1 2 は短い時間で点滅を繰り返す点滅光を照射する。これにより像のぶれが低減し、マーク 1 1 やエッ

10

20

30

40

50

ジ 1 2 の検出精度への影響を低減することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

像のぶれは特に回転方向のほうが大きいため、第 2 の光源 1 1 2 の点灯時間は第 1 の光源 1 1 1 の点灯時間よりも短いほうが好ましい。そのため、受光素子 1 1 0 に入る光量は第 1 の光源 1 1 1 のほうが多くなることから、第 1 の光源 1 1 1 は第 2 の光源 1 1 2 に比べて光量（輝度）の小さな光源を選択することが可能となる。

【 0 0 5 3 】

[第 4 実施形態]

第 4 の実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 の構成は第 1 の実施形態と同様である。1 つの基板 1 0 の裏面に、3 つのマーク（複数のマーク）1 1 が、基板 1 0 の中心 2 0 に対して同心円上に、中心角が 1 2 0 ° の間隔で形成されているとする。

10

【 0 0 5 4 】

この場合、S 3 0 4 ~ S 3 0 7 の間に制御部 1 3 0 が回転させる基板 1 0 の回転角度は 1 2 0 ° で済む。1 2 0 ° 回転させれば、少なくとも 1 つのマーク 1 1 を検出できるからである。このように、マーク 1 1 の数に応じて、回転方向における受光範囲を調整することにより、マーク 1 1 やエッジ 1 2 の検出に要する時間を低減することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、1 2 0 ° 回転させてもマーク 1 1 が検出できない場合には、第 2 の光源 1 1 2 の投光条件を変更しても良い。投光条件とは例えば、光量、あるいはマーク 1 1 に対する光の入射角度である。

20

【 0 0 5 6 】

光量を増やすことによる信号強度の増加、あるいは光の投光角度を変更することによる信号強度の S / N 比の改善、によってマークを検出できる可能性が高くなる。なお、投光角度の変更手段として、第 2 の光源 1 1 2 を様々な角度に配置して点灯させる素子を切り替える方法、第 2 の光源 1 1 2 からの光を導光する経路を複数配置してミラーを用いて経路を切り替える方法等が挙げられる。不図示の駆動機構により第 2 の光源 1 1 2 移動させても良い。

【 0 0 5 7 】

第 3 の実施形態と組み合わせて適用する場合には、点灯時間も投光条件に含まれる。裏面に形成されているマーク 1 1 の数と基板 1 0 の回転角度（基板の回転方向の位置）に応じて、投光条件を変更すれば、短時間でマーク 1 1 を検出できる。

30

【 0 0 5 8 】

あるいは複数のマーク 1 1 が、2 種類以上あるとする。ライン幅やスペース幅が異なれば、各々のマーク 1 1 からの反射光を信号強度の分布から区別できる。この場合は、制御部 1 3 0 は、当該複数のマーク位置及び種類（複数のマークの情報）と受光結果に基づいて基板 1 0 の位置を特定する。基板 1 0 を 3 6 0 ° 回転させて複数のマーク 1 1 を検出し、基板 1 0 に形成された実際の複数のマーク 1 1 の回転方向の位置間隔と、検出されたマーク 1 1 の回転方向の位置間隔を比較する。計測誤差の影響を減らし、基板 1 0 の位置の特定精度を高めることもできる。

【 0 0 5 9 】

40

[第 5 実施形態]

第 5 実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 は、メモリ 1 3 4 が、基板 1 0 の裏面に形成される 3 種類の異なるマーク 1 1（図 9 に、3 種類のマーク 1 1 に対応するマーク信号 8 1、8 5、8 6 を図示）の形状をテンプレート（マークの見本情報）として記憶している。それ以外の構成は、第 1 実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 と同様である。

【 0 0 6 0 】

図 8 は、第 5 実施形態の位置合わせの流れを示すフローチャートである。S 4 0 1 ~ S 4 0 5 の工程は図 2 における S 3 0 1 ~ S 3 0 5 の工程と、S 4 0 9 ~ S 4 1 3 の工程は図 2 における S 3 0 8 ~ S 3 1 2 の工程と同様であるため説明を省略し、S 4 0 6 ~ S 4 0 8 の工程を中心に説明する。

50

【 0 0 6 1 】

S 4 0 5 において受光素子 1 1 0 の信号を取得しながら、制御部 1 3 0 はエッジ 1 2 の検出のみを行う (S 4 0 6) 。回転終了 (S 4 0 7) 後、制御部 1 3 0 は受光素子 1 1 0 から取得した信号を用いて、図 9 のようにエッジ 1 2 の位置を揃えた 2 次元像を作成する。図 9 において横軸は回転角 θ を示し、縦軸は動径方向の位置 R を示している。

【 0 0 6 2 】

制御部 1 3 0 は、回転成分による歪みなくマーク信号 8 1、8 5、8 6 で表される 2 次元像を生成する。制御部 1 3 0 は、マーク信号 8 1、8 5、8 6 とメモリ 1 3 4 に記憶されている 3 種類の異なるマーク 1 1 の像とのテンプレートマッチングを実施して基板 1 0 の位置を特定することができる (S 4 0 8) 。このようにして、受光結果とマーク 1 1 のテンプレートとに基づいて、ノッチの無い基板 1 0 であっても、高い精度で位置合わせをすることができる (S 4 1 1、S 4 1 2) 。

10

【 0 0 6 3 】

テンプレートマッチング法であれば、異物信号 9 0、9 1 等をマーク信号と誤認することが無い。複数種類のマークが基板 1 0 に形成されている場合であっても、容易に各々の位置を特定することができる。さらに、第 2 実施形態と組み合わせて、位置 8 3 から位置 8 4 の間に検出範囲を狭めることも良い。これにより、検出に要する時間を短縮することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

[第 6 実施形態]

第 6 実施形態は、受光素子 1 1 0 は、第 1 の光源 1 1 1 からの透過光とマーク 1 1 で反射された第 2 の光源 1 1 2 からの反射光とを異なるタイミングで検出する実施形態である。すなわち、先に第 1 の光源 1 1 1 のみで光を照射して得られた像からエッジ 1 2 を検出し、その後第 2 の光源 1 1 2 のみを用いて得られた像からマーク 1 1 の位置を検出する。

20

【 0 0 6 5 】

第 2 の光源 1 1 2 でマーク 1 1 を検出する際に、先に取得したエッジ 1 2 の位置に基づいて基板 1 0 の偏心を補正しながら回転動作をさせることで、図 9 と同じようなエッジ 1 2 の位置を揃えた 2 次元像を取得することができる。一度取得した受光波形 1 4 0 からエッジ 1 2 の位置を揃えた 2 次元像を作成する場合に比べて、信号処理の時間を短縮することができる。さらに受光素子 1 1 0 による撮像領域を絞った場合に、信号処理の時間を短縮することもできる。

30

【 0 0 6 6 】

エッジ 1 2 を検出する場合と、マーク 1 1 を検出する場合とで、必要となる検出精度に応じて回転ステージ 1 2 1 の回転速度を変えても良い。例えば、エッジ 1 2 の検出時はマーク 1 1 の検出時に比べて基板 1 0 を高速で回転させて、受光波形 1 4 0 の取得データ数を減らしても構わない。信号処理の負荷を減らすことができる。

【 0 0 6 7 】

[その他の実施形態]

第 1 ~ 第 5 実施形態に共通する、その他の実施形態について説明する。

【 0 0 6 8 】

マーク 1 1 として、ユーザにより加工されたマークではなく、標準規格によって基板 1 0 の結晶方位を定めるために予め形成されたマークを使用することが好ましい。規格のマークとは複数の半球状の凹部が配列されて構成されているマークであって、基板 1 0 の裏面に、凹部の配列が異なる 3 種類のマークが約 120° の間隔で配置されたものである。別途にマーク 1 1 を形成する時間を工程を省略することができる。3 種類の規格マークのうち、少なくとも 1 種類のマークの情報とエッジ情報のみを使用も構わない。

40

【 0 0 6 9 】

なお、規格マークは、並進方向に十数 μm 、回転方向に 0.1° 程度の位置誤差をもって形成されているマークである。そのため、3 つの規格マークの位置の計測することにより基板 1 0 の位置 (x、y、) を決定する場合よりも、前述の各実施形態のように、連

50

続したエッジ 1 2 の位置情報も併せて取得する場合のほうが、高い精度で基板 1 0 の位置を求めることができる。エッジ 1 2 の位置情報を離散的に取得する場合よりも、高い精度で基板 1 0 の位置を求めることができる。

【 0 0 7 0 】

受光素子 1 1 0 は、第 1 の光源 1 1 1 を主に受光する領域と、第 2 の光源 1 1 2 を主に受光する領域とで感度が異なるものでも良い。基板 1 0 を回転させる代わりに、第 1 の光源 1 1 1 及び第 2 の光源 1 1 2 を回転させることで、エッジ 1 2 及びマーク 1 1 を検出しなくても構わない。

【 0 0 7 1 】

制御部 1 3 0 は、受光波形 1 4 0 に対して移動平均処理を施した波形を用いてエッジ 1 2 やマーク 1 1 を検出ししても良い。異物 2 0 の信号はマーク 1 1 の信号に比べて局所的なことが多いため、異物 2 0 に起因するノイズ信号を低減することができる。

【 0 0 7 2 】

なお、移動平均処理とは、ある間隔内の平均値を計算する処理を連続して行うことをいう。例えば、受光波形 1 4 0 のそれぞれの角度 における信号強度を、 $\pm 1^\circ$ 以内に含まれる信号強度の平均値に変換する処理である。

【 0 0 7 3 】

第 1 の光源 1 1 1 が裏面側から鉛直上方に向けてエッジ 1 2 を含むように光を照射し、第 1 の光源 1 1 1 の鉛直上方に光学系 1 1 3 と受光素子 1 1 0 が配置されていても良い。ただし、この場合は、第 2 の光源 1 1 2 により照射され、マーク 1 1 で反射された光を別の光学系（不図示）を用いて光路を折り曲げながら導光し、光学系 1 1 3 に入射させる。第 1 の光源 1 1 1 からの光を、別の光学系（不図示）を用いて光路を折り曲げることによってエッジ 1 2 付近に照射しても良い。

【 0 0 7 4 】

第 2 の光源 1 1 2 の照明方法は、明視野照明でも構わない。基板 1 0 の材質やマーク 1 1 の形状によってマーク 1 1 が検出しやすい照明方法を選択すると良い。マーク 1 1 が基板 1 0 の円周に近い場合は、暗視野照明によって中心側から斜めに光を入射させるほうが好ましい。面取り 1 3 からの反射光が受光素子 1 1 0 に強く検出されて、エッジ 1 2 やマーク 1 1 の位置情報を含む光量の小さな光の検出の妨げになることを防ぐことができる。

【 0 0 7 5 】

前述のように、受光素子 1 1 0 は、実施形態に応じて、回転ステージ 1 2 1 が基板 1 0 を回転させている間に、第 1 の光源 1 1 1 からの光および第 2 の光源 1 1 2 からの光の少なくとも一方を受光する。

【 0 0 7 6 】

第 1 の光源 1 1 1 と第 2 の光源 1 1 2 の光源波長は、同じ波長でも異なる波長でも構わない。ただし、照射する光の波長は、後続する処理に影響を及ぼさない波長である必要がある。例えば、レジスト等の感光材が塗布された基板 1 0 を取り扱う場合は、少なくとも基板 1 0 のレジストの塗布された面には感光材が感光しない波長（例えば、450 ~ 800 nm）の光を照射する。基板 1 0 がガラス基板のように光を透過する物質の場合は、基板に応じて信号強度が出やすい波長に変更することが好ましい。また第 1 の光源 1 1 1 と第 2 の光源 1 1 2 は LED 以外の光源でも良い。

【 0 0 7 7 】

[他の装置への搭載]

図 1 0 は、第 1 実施形態の位置合わせ装置 1 0 0 が搭載された露光装置（リソグラフィ装置）500 を + Z 方向から見た図である。露光装置 500 は光学系 510 を用いて、例えば i 線（波長 365 nm）を照射し、露光ステージ 520 上の基板 1 0 上に回路パターン等のパターンを形成する装置である。

【 0 0 7 8 】

搬送ハンド 530 は、待機位置 540 にある基板 1 0 を位置合わせ装置 1 0 0 のステージ 120 上に搬送する。位置合わせ装置 1 0 0 が基板 1 0 の待機位置を調整した後、送り

10

20

30

40

50

込みハンド 550 が露光ステージ 520 上に基板 10 を載置する。パターンの露光動作終了後は、搬送ハンド 530 が基板 10 を待機位置 540 まで搬送する。

【0079】

また、露光装置 500 は位置合わせ装置 100 の付近に前述とは別の光源（不図示）及び光学系（不図示）を有していても良い。回転ステージ 121 で基板 10 を回転させながら、位置合わせ装置 100 を用いて取得した基板 10 のエッジ 12 の位置情報に基づいて、基板 10 の周部（最外周、あるいはその少し内側）を環状に露光する（周辺露光する）。

【0080】

基板 10 の周部に環状の凸構造を形成する際に不要となるレジストを除去することができる。これにより基板 10 の被露光面に環状凸部を形成することができ、露光装置 500 の外部のメッキ加工装置（不図示）において、基板 10 に形成された半導体層の剥がれ防止用のめっき加工をすることが容易となる。基板 10 の特に周縁部において過剰にレジストが供給されたり、所定の位置からずれてレジストが供給されることにより周縁部でレジストの供給不足となることを防ぐことができる。

【0081】

なお、本発明のリソグラフィ装置が基板に対して投影する光（ビーム）は、i 線に限られない。KrF 光（波長 248 nm）や ArF 光（波長 193 nm）といった遠紫外線領域の光、可視光領域の光である g 線（波長 436 nm）でも良い。また、リソグラフィ装置は、荷電粒子線を基板に照射してウエハ上に潜像パターンを形成する装置や、インプリント法により基板にパターンを形成する装置でも良い。

【0082】

位置合わせ装置 100 を、基板 10 の位置合わせが必要なその他の処理装置に搭載することもできる。

【0083】

〔物品の製造方法〕

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、リソグラフィ装置を用いて基板（ウエハやガラス板等）上にパターンを形成する工程と、パターンの形成された基板に対して加工処理を施す工程とを含む。物品とは、例えば、半導体集積回路素子、液晶表示素子、撮像素子、磁気ヘッド、CD-RW、光学素子、フォトマスク等である。加工処理とは、例えば、エッチング処理、イオン注入処理である。さらに、他の周知の処理工程（現像、酸化、成膜、蒸着、平坦化、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含んでも良い。

【符号の説明】

【0084】

- 10 基板
- 11 マーク
- 12 エッジ
- 100 位置合わせ装置
- 110 受光素子
- 111 第1の光源
- 112 第2の光源
- 121 回転ステージ
- 500 露光装置

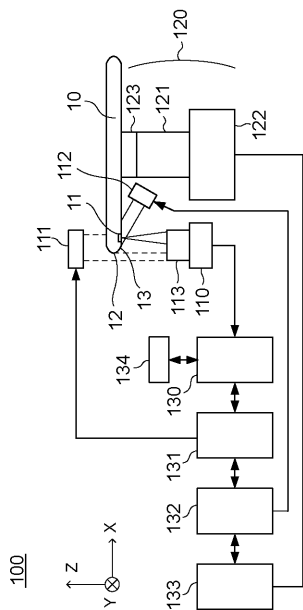
10

20

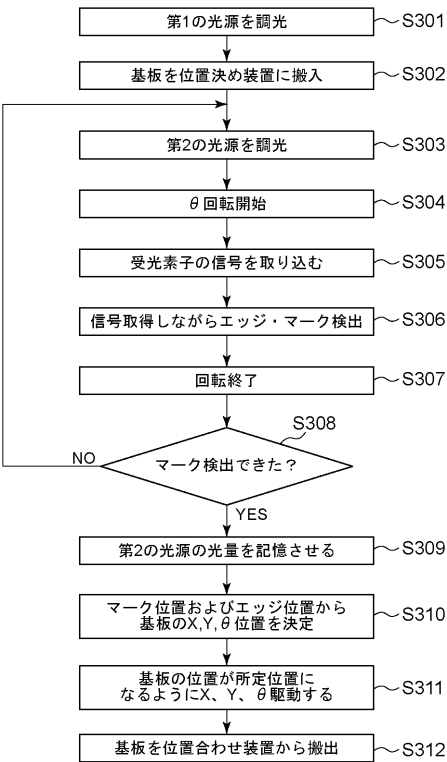
30

40

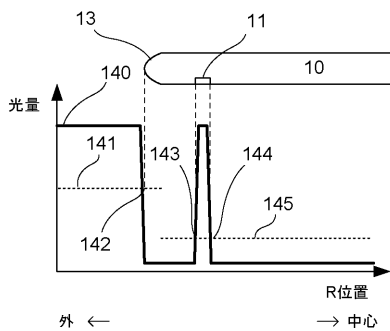
【図 1】



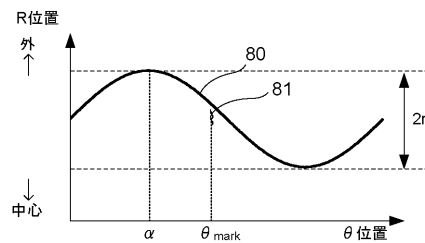
【図 2】



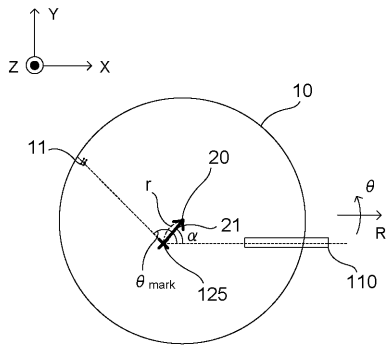
【図 3】



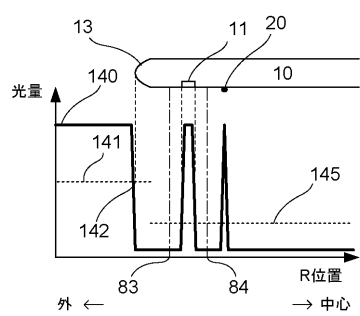
【図 4】



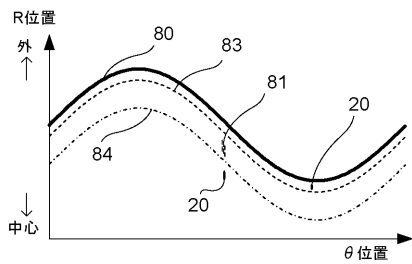
【図 5】



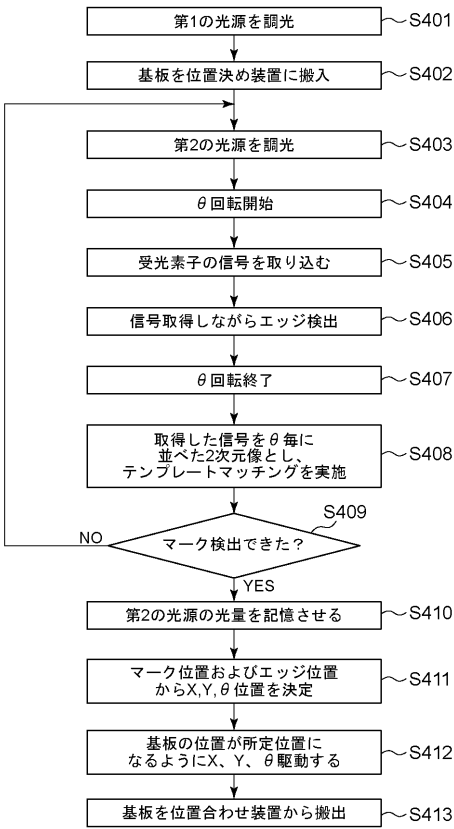
【図 6】



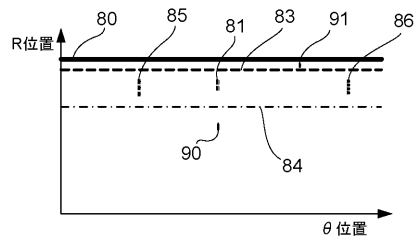
【図 7】



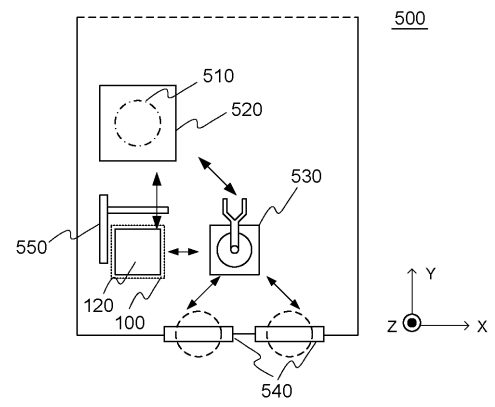
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-162120(JP,A)
特開平09-139342(JP,A)
特開平04-055705(JP,A)
再公表特許第2005/124834(JP,A1)
特開平11-162833(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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