

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-85778

(P2010-85778A)

(43) 公開日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G03F 1/08 (2006.01) G03F 1/08 T 2H095
 G03F 1/08 V

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-255639 (P2008-255639)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成20年9月30日 (2008. 9. 30)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100109900
			弁理士 堀口 浩
		(72) 発明者	金光 真吾
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		Fターム(参考)	2H095 BA02 BD32 BD35 BD36

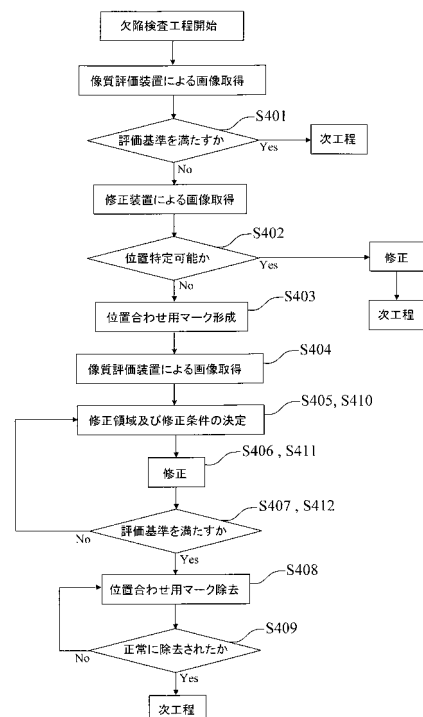
(54) 【発明の名称】 フォトマスクの欠陥修正方法、フォトマスクの欠陥修正システム及びフォトマスクの欠陥修正プログラム

(57) 【要約】

【課題】 フォトマスクの欠陥修正工程において微小な欠陥の位置を特定し、適切に修正することが可能となるフォトマスクの欠陥修正方法、フォトマスクの欠陥修正システム及びフォトマスクの欠陥修正プログラムを提供する。

【解決手段】 像質評価装置により検査を行った結果、修正すべき欠陥が発見されたがその位置の特定が修正装置では困難な場合に、位置合わせ用マークを形成する。位置合わせ用マークを基準として像質評価装置による画像と修正装置による画像とを重ね合わせることによって、修正装置において修正すべき欠陥の位置情報を正確に把握することができる。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

フォトマスクの欠陥修正工程において、
修正装置により欠陥領域を含む前記フォトマスクの第一の画像を取得する工程と、
像質評価装置により前記欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像である第二の画像を取得する工程と、
前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせることにより、前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する工程と、
修正装置により前記欠陥領域を修正する工程と、
を備えることを特徴とするフォトマスクの欠陥修正方法。

10

【請求項 2】

修正装置により前記フォトマスクの第一の画像を取得する工程の前に、位置合わせのためのマークを形成する工程をさらに備え、
前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせる際に、前記マークを一致させることにより前記欠陥領域の位置を特定することを特徴とする請求項 1 記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

【請求項 3】

前記欠陥領域を含む所定の範囲の透過率及び寸法変動値を予め取得する工程と、
前記透過率及び寸法変動値に基づいて修正装置の修正条件を決定する工程をさらに備え、
前記修正条件により前記欠陥領域を修正することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のフォトマスクの欠陥修正方法。

20

【請求項 4】

第一の画像である欠陥領域を含むフォトマスクの画像を取得する修正装置部と、
第二の画像である前記欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像を取得する像質評価装置部と、
前記像質評価装置と前記修正装置部との間で前記フォトマスクを搬送する搬送部と、
前記第一の画像及び第二の画像を格納する情報記憶部と、
前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせて前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する演算処理部と、
前記修正装置部、像質評価装置部、搬送部、情報記憶部及び演算処理部の動作を制御する制御部と、
を備えることを特徴とするフォトマスクの欠陥修正システム。

30

【請求項 5】

フォトマスクの欠陥修正工程において、
修正装置により欠陥領域を含む前記フォトマスクの第一の画像を取得する手段と、
像質評価装置により前記欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像である第二の画像を取得する手段と、
前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせることにより、前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する手段と、
修正装置により前記欠陥領域を修正する手段と、
をコンピュータに実行させることを特徴とするフォトマスクの欠陥検査プログラム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はフォトマスクの欠陥修正方法、フォトマスクの欠陥修正システム及びフォトマスクの欠陥修正プログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体集積回路の製造に用いられるフォトマスクの製造工程において、フォトマスク基板上に形成されたマスクパターンが良好かどうか、つまりある合格基準を満たすかどうか

50

チェックすることが必要である。それにはウェハー転写に使う露光装置と同様な光学系を持った検査装置で観察することが理想である。

【 0 0 0 3 】

一般的には、露光装置と同波長、同光学系を持つ像質評価装置で検査を行う。具体的にはデバイスを作製する時と全く同様の照明条件を作り出すことにより、マスクパターンをウェハーに転写した場合のパターン像を得ることができ、このパターン像を評価することでフォトマスクの検査を行う（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

像質評価装置により検査を行った結果、修正すべき欠陥が発見された場合、修正装置内で欠陥の修正が行われる。しかし、像質評価装置により微小な欠陥が発見された場合、修正装置により得られる画像は分解能が低いため、像質評価装置からアウトプットされる欠陥座標情報に基づいて欠陥座標に移動しても、修正すべき欠陥の位置を特定することが困難であるという問題があった。

10

【 特 許 文 献 1 】 特 開 2 0 0 3 - 1 4 0 3 2 1

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 5 】

フォトマスクの欠陥修正工程において微小な欠陥の位置を特定し、適切に修正することが可能となるフォトマスクの欠陥修正方法、フォトマスクの欠陥修正システム及びフォトマスクの欠陥修正プログラムを提供する。

20

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様によるフォトマスクの欠陥修正方法は、フォトマスクの欠陥検査工程において、修正装置により前記フォトマスクの第一の画像を取得する工程と、像質評価装置により欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像である第二の画像を取得する工程と、前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせることにより、前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する工程とを備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様によるフォトマスクの欠陥修正システムは、第一の画像である欠陥領域を含むフォトマスクの画像を取得する修正装置部と、第二の画像である前記欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像を取得する像質評価装置部と、前記像質評価装置と前記修正装置部との間で前記フォトマスクを搬送する搬送部と、前記第一の画像及び第二の画像を格納する情報記憶部と、前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせて前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する演算処理部と、前記修正装置部、像質評価装置部、搬送部、情報記憶部及び演算処理部の動作を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様によるフォトマスクの欠陥修正プログラムは、フォトマスクの欠陥修正工程において、修正装置により欠陥領域を含む前記フォトマスクの第一の画像を取得する手段と、像質評価装置により前記欠陥領域を含む前記フォトマスクのウェハー転写画像である第二の画像を取得する手段と、前記第一の画像及び第二の画像を重ね合わせることにより、前記第一の画像における前記欠陥領域の位置を特定する手段と、修正装置により前記欠陥領域を修正する手段と、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

40

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 0 9 】

フォトマスクの欠陥修正工程において微小な欠陥の位置を特定し、適切に修正することが可能となるフォトマスクの欠陥修正方法、フォトマスクの欠陥修正システム及びフォトマスクの欠陥修正プログラム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 】

【 0 0 1 0 】

50

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0011】

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法について図1を用いて説明を行う。

【0012】

図1(a)はフォトマスク基板上に形成された複数のラインアンドスペースパターン101をSEM(Scanning Electron Microscope)方式によって観察した画像を表している。フォトマスクの製造工程では、製造されたフォトマスクが良好かどうか、つまりある合格基準を満たすかどうか評価することが必要である。それを判断するには、修正されたフォトマスクを用いて実際にウェハー上にパターンを転写し、ウェハー上に形成されたパターンを評価することが理想的である。

10

【0013】

その要求を満たすため、一般的には、実際にパターン転写に用いられる露光装置と同波長、同光学系を持つ像質評価装置によって検査を行う。像質評価装置は、デバイスを作製する時と全く同様の照明条件を作り出すことにより、マスクパターンをウェハー上に転写した場合のウェハー上に形成されるパターン像を得ることができる。

【0014】

図1(b)は、図1(a)のフォトマスクを像質評価装置によって観察した画像を表している。像質評価装置を用いると、修正機による画像では見出すことが難しい微小欠陥等により、正常にパターンが転写されない領域(以下、異常転写領域と称する)102、103等を観察することができる。この正異常転写領域102、103の場所や寸法等を評価し、所定の評価基準を満たしていれば、そのフォトマスクは正常と判定される。

20

【0015】

一方、評価基準を満たしていない場合は、そのフォトマスクは修正装置により修正を行う必要があるものと判定され、修正装置に搬送される。修正装置における修正すべき欠陥位置の特定は、像質評価装置からアウトプットされる欠陥座標情報に従って行われるため、修正装置内のステージにホールドされたフォトマスクはその情報に基づいて指定の座標に移動する。

【0016】

このときの送り誤差は通常1~数 μm 程度あるため、像質評価装置からアウトプットされる欠陥座標情報に基づいて欠陥座標に移動したあと、修正装置で修正すべき欠陥の位置を特定することが困難である。欠陥座標に移動したあと、修正装置による画像を取り込んだとして、欠陥が視野内に収まるのがやっとなであり、その位置情報が0.1 μm 以下の精度で分かることはない。

30

【0017】

本実施形態において問題にしている欠陥サイズは具体的には0.1 μm 以下のものであり、CDエラー系の欠陥であれば0.01 μm 前後のサイズのものである。修正装置により画像を取得した後、修正すべき欠陥の位置を特定するのは、画像を見る人の目で行うかそれを見出すための専用のソフトウェアが必要になる。

40

【0018】

修正装置による画像の分解能が十分に高ければ問題ないが、上記した欠陥のサイズに対しては現在のところ十分な分解能を有する修正装置はなく、ラインアンドスペースパターンのように目印になる特徴的なパターンが無い場合、欠陥を見つけるのが非常に困難である。

【0019】

EB修正装置は他の修正装置に比べてイメージ分解能が高く、修正すべき欠陥の位置を特定することができる可能性はあるが、十分とは言えず、また欠陥の種類によっては見つけにくい場合が存在する。例えば、ラインの太さが長さ数 μm に渡ってnmオーダーで太くなっているようないわゆるCDエラー欠陥の場合などである。この場合、視野内にあるラ

50

イン部を一定区間に分けて全て計測すれば発見できる可能性はあるが、画像に乗る振動成分やパターンのラフネスとも相まって場所の特定が困難であると考えられる。

【 0 0 2 0 】

上記の問題を解決するために、本実施形態では、図 1 (c) に示すように、像質評価装置により検査を行った結果、修正すべき欠陥が発見された場合に、修正装置において位置合わせ用マーク 1 0 4 をフォトマスクのパターン 1 0 1 の無いスペース上に形成することを特徴としている。位置合わせ用マーク 1 0 4 は像質評価装置で取得される画像において認識可能な程度の大きさで構わない。例えば、2 6 0 n m のスペースサイズであれば、1 5 0 n m 程度の直径のドットパターンを形成する。

【 0 0 2 1 】

図 2 は図 1 (c) の A - B 線に沿って切断された場合の断面図を表している。位置合わせ用マーク 1 0 4 は、図 2 に示すように、フォトマスク基板 1 0 5 へのダメージの誘発が少ないデポジションにより形成することが望ましい。特に、E B 修正装置では電子線を用いてデポジションを行うことが可能なため、フォトマスク基板 1 0 5 へのダメージを最小限に抑えることができるため望ましい。具体的には、ガスノズル 1 0 6 から排出されるデポジションガス 1 0 7 とイオンビームや電子線 1 0 8 を用いた C V D (Chemical Vapor Deposition) 法によって位置合わせ用マーク 1 0 4 を形成することが考えられる。位置合わせ用マーク 1 0 4 として S i O 2 を形成する場合には、デポジションガス 1 0 8 には T E O S (Tetra Ethyl Ortho Silicate) 等を用いることができる。

【 0 0 2 2 】

このあと再度像質評価装置で画像を取得することにより、この位置合わせ用マーク 1 0 4 を光強度プロファイルが変化する領域 1 0 9 として見出すことが出来る (図 3) 。像質評価装置で取得した画像と、修正装置で取得する画像のスケールが異なる場合でも、像質評価装置で取得した画像における位置合わせ用マーク 1 0 4 から修正すべき位置までの距離を明らかにすることによって、修正装置において、その位置関係の情報をもとに修正すべき位置の加工を行うことが出来る。

【 0 0 2 3 】

この作業をより簡単かつ精度良く行なう方法として、例えば、画像マッチングを用いる方法が挙げられる。まず像質評価装置から得られた画像上で、位置合わせ用マーク 1 0 4 と修正が必要な部分が含まれるように画像を切り出す。一方、修正装置から得られる画像上でもそれに対応した領域の画像を切り出して、2 つの画像を重ね合わせる。このとき、2 つの画像間で倍率や回転・ミラーの対応関係が一致するようにあらかじめ補正を加えておくことが必要である。また、重ね合わせたとき下の画像が見えるように、上の画像を透過性のものに変換するような画像処理を行っておく必要がある。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、上記の方法を用いて得られた重ね合わせ画像を示している。図 4 に示すように、重ね合わせ画像を参照することにより、容易に修正の必要なパターンエッジとその区間を把握することができる。修正装置において、どの領域をどの程度修正すればよいのかは像質評価装置から得られた画像からフィードバックされた情報により決定される。従って、図 4 に示すように、修正の必要な領域が複数ありそれぞれの修正条件が異なる場合でも、予めマスクパターンの所定の領域毎に修正処理による透過率や寸法変動等の処理データを取得しておくことによって領域毎に修正条件を決定することが可能である。

【 0 0 2 5 】

修正条件の決定方法としては、例えば、修正エリア 1 では修正エリア 2 よりも不要転写領域が大きいいため、修正エリア 1 を修正する際の削りこみパラメータを、修正エリア 2 を修正する際の削りこみパラメータよりも大きく設定する等により決定される。削りこみパラメータの調整は、E B 修正装置や F I B 修正装置のようなビーム系の修正機ならばドーズ量を、A F M 修正装置ならばエッジバイアスや探針加圧パラメータを調整することによって行われる。

【 0 0 2 6 】

修正装置により修正が終わったフォトマスクは再び像質評価装置を用いて評価を行い、修正した領域が評価基準を満たしているか否かの判定を行う。評価基準を満たしていない場合には再度修正を施し、評価基準を満たすまで修正と評価を繰り返す。再度修正を行う場合には、先の修正によって修正の必要な領域や修正すべき量等が変化している場合があるため、再度重ね合わせを行い、修正条件を再設定しておくことが望ましい。

【0027】

一方、評価基準を満たしている場合には位置合わせ用マーク104を取り除く工程に移る。位置合わせ用マーク104を取り除く方法としては、EB修正装置やFIB修正装置のようなビーム系の修正装置ならばビームを照射してエッチング除去する方法、AFM修正装置ならばプローブを使って削り取る方法等が考えられる。

10

【0028】

図5にEB修正装置やFIB修正装置のようなビーム系の修正装置を用いた場合の除去方法の一例を示す。図5(a)に示すように、ガスノズル110から排出されるエッチングガス111と位置合わせ用マーク104に対し、イオンビームや電子線112を照射し、反応させることにより位置合わせ用マーク104を除去する(図5(b))。予め位置合わせ用マーク104の膜厚を測定しておき、いつも一定膜厚で形成するようにしておくことにより、取り除くときの条件も一定となるため、非常に簡便に除去を行うことができる。位置合わせ用マーク104としてSiO₂を用いた場合には、エッチングガス111にはXeF₂等を用いることができる。

【0029】

20

また、図6にAFM修正装置を用いた場合の除去方法の一例を示す。図6(a)に示すように、プローブ113を位置合わせ用マーク104に接触させ削り取ることにより位置合わせ用マーク104を除去する。この時、図6(b)に示すように、フォトマスク基板105上には位置合わせ用マーク104の破砕片114が残存する可能性があるため、洗浄によって破砕片114を除去する必要がある。破砕片114を除去する方法としては、一般的に利用されているドライアイスパウダー噴射方式によるドライクリーニング洗浄でも良いし、通常のマスク製造工程中の硫酸・過酸化水素水等を用いたウェット洗浄でも良い(図6(c))。

【0030】

位置合わせ用マーク104除去工程の後、像質評価装置により位置合わせ用マーク104が正常に除去されたかどうかを確認すれば、修正工程は完了となる。

30

【0031】

以上説明したように、本実施形態によれば、像質評価装置により検査を行った結果、修正すべき欠陥が発見された場合に、修正装置において位置合わせ用マーク104を形成することによって像質評価装置で取得した画像情報により、修正装置において修正すべき欠陥の位置情報を正確に把握することができる。

【0032】

そのため、修正装置で修正可能な欠陥であっても、位置の把握が困難なため修正が出来ないという状況を回避することができる。また、位置合わせに使えるようなパターンが修正すべき領域を取り込んだ画像の範囲内にない場合でも、精度良く位置合わせをすることができ、修正の際に間違っって不必要な場所を削ってしまうことも防止することができる。すなわち、本実施形態のフォトマスクの欠陥修正方法を用いることにより、フォトマスクの歩留まりを向上させることができるため、結果としてフォトマスク製造コストや製造TAT(Turn Around Time)を低く抑えることができる。

40

【0033】

(第2の実施形態)

続いて、本発明の第2の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法について図8を用いて説明を行う。

【0034】

図7(a)はフォトマスク上に形成された複数のラインアンドスペースパターン201

50

上に渡って黒欠陥 202 が形成された場合の、SEM 方式によって観察した画像を表している。本実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、像質評価装置により発見された微小欠陥のみならず、一度修正を行った領域の修正時に発生したダメージ欠陥に対しても適用することができる点である。

【0035】

図 7 (a) に示すように、複数のラインアンドスペースパターン 201 上に渡って黒欠陥 202 が形成された場合、本来形成されるべきでは無いパターン 201 間のスペース部に形成された黒欠陥 202 は、修正装置によって修正される。具体的には、修正は FIB 技術、レーザー技術、AFM 技術、EB 技術等を応用してパターン 201 間に形成された黒欠陥 202 を取り除くことにより行われる。図 7 (b) は、黒欠陥 102 が取り除かれ、修正されたフォトマスクの修正装置による画像を表している。修正装置によって不要な位置に形成されたパターンが取り除かれており、修正装置による画像から判断した場合、これ以上修正する余地の無い状態であると仮定する。

10

【0036】

修正装置によって修正されたフォトマスクは、修正した結果が良好かどうか、つまり所定の合格基準を満たすかどうか評価することが必要である。それを判断するには、第 1 の実施形態と同様に、像質評価装置を用いて行う。

【0037】

図 7 (c) は、修正装置によって修正された図 7 (b) のフォトマスクを像質評価装置によって観察した画像を表している。像質評価装置を用いると、修正装置による画像では見出すことが難しい微小欠陥の他に、修正時に発生したダメージ欠陥等により、正常にパターンが転写されない領域 203、204 等を観察することができる。この異常転写領域 203、204 の場所や寸法等を評価し、所定の評価基準を満たしていれば、そのフォトマスクは正常と判定される。

20

【0038】

一方、評価基準を満たしていない場合は、そのフォトマスクは再度修正装置により修正を行う必要があるものと判定され、修正装置に搬送される。修正装置における欠陥修正方法は、前記した第 1 の実施形態と同様であるので、ここでは説明は省略する。1 回修正を施したマスクパターンの場合、再度同じ領域を修正しようとしても、未修正のパターンエッジのテーパ形状とは異なっているので、修正条件の判定が困難であるという問題があった。

30

【0039】

また、修正装置で得られた画像における寸法測定値が必ずしも像質評価装置で得られた画像における寸法測定値と一致しない場合も考えられる。基板やパターンに欠陥を取り除く際に誘発されたダメージがある場合で、これは修正装置では観察することができない。修正装置により誘発されるダメージとしてはオーバーエッチ、アンダーエッチ、Ga ステイン、リバーベッド、等が挙げられる。リバーベッドのような溝が出来ている場合は高分解能の修正装置で観察することはできるが、それがどの程度ウェハー上への転写パターンに影響を及ぼすのかその場で判断するのが難しい。また、シミュレーションで見積もることは可能であるが、修正後のパターンの 3 次元形状を完全にシミュレーターに取り込むためには大変な手間がかかる。

40

【0040】

なお、本実施形態において位置合わせ用マークは修正装置により画像を取り込んだ際に、一度修正を行った領域と同時に画像内に取り込まれる位置に形成することが望ましい。

【0041】

第 1 の実施形態と同様に、位置合わせ用マーク除去工程の後、像質評価装置により位置合わせ用マークが正常に除去されたかどうかを確認すれば、修正工程は完了となる。

【0042】

以上説明したように、本実施形態によれば、像質評価装置により検査を行った結果、修正すべき欠陥が発見された場合に、修正装置において位置合わせ用マーク 104 を形成す

50

ることによって像質評価装置で取得した画像情報により、修正装置において修正すべき欠陥の位置情報を正確に把握することができる。さらに、1回修正を行ったフォトマスクに対し、1回目の修正領域と同じ領域に対し2回目以降の修正を行う際に、修正装置において位置合わせ用マークを形成する。そうすることによって修正装置では発見することができないフォトマスクの修正誤差や、修正時のダメージによってウェハー上に正常なパターンが転写されない場合であっても、本実施形態のフォトマスクの修正を用いることによって、精度良く修正を行うことができる。

【0043】

従って、複数回の修正を行う場合には本実施形態のフォトマスクの欠陥修正方法を用いることが好ましい。本実施形態のフォトマスクの欠陥修正方法を用いることにより、フォトマスクの歩留まりを向上させることができるため、結果としてフォトマスク製造コストや製造TAT(Turn Around Time)を低く抑えることができる。

【0044】

(第3の実施形態)

本実施形態では、図8を参照して、本発明の第3の実施形態に係るフォトマスク欠陥修正システムについての説明を行う。図8は、本実施形態に係るフォトマスク欠陥修正システムを示すブロック図である。本実施形態に係るフォトマスク欠陥修正システム301は、像質評価装置部302、修正装置部303、搬送部304、情報記憶部305、演算処理部306及び制御部307により構成されている。

【0045】

像質評価装置部302は、画像取得部308及び情報記憶部309を備えており、画像取得部308はデバイスを作製する時と全く同様の照明条件を作り出すことにより、マスクパターンをウェハー上に転写した場合のウェハー上に形成されるパターン像を得ることができ、その情報を情報記憶部309に格納する。

【0046】

修正装置部303は、SEM等の手段によりフォトマスクの画像を取得する画像取得部310とフォトマスクの修正、位置合わせ用マーク及び除去等を行う修正加工部311及び画像取得部で得られた画像を格納する情報記憶部312により構成されている。また、像質評価装置部302と修正装置部303との間には互いの装置間へのフォトマスクの搬送を行う搬送部304が備えられている。

【0047】

情報記憶部305は、位置合わせ用マークの形成方法や、形成条件、除去方法、修正装置と像質評価装置で得られる2つの画像間での倍率や回転・ミラーの対応関係等の情報や、制御部307に処理を実行させるプログラム等を格納することができる。また、演算処理部306は、像質評価装置部302と修正装置部303で得られた画像の重ね合わせや、重ね合わせの結果に基づいた修正条件を決定する。制御部307は情報記憶部305に格納されているプログラムに基づいて、各部の制御を行う。

【0048】

以上のように、本実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正システムにより、前記第1の実施形態及び第2の実施形態のフォトマスクの欠陥修正方法を実施することが可能となる。

【0049】

すなわち、本実施形態のフォトマスクの欠陥修正システムを用いることにより、フォトマスクの歩留まりを向上させることができるため、結果としてフォトマスク製造コストや製造TAT(Turn Around Time)を低く抑えることができる。

【0050】

(第4の実施形態)

本実施形態では、図9を参照して、本発明の第4の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正を実施するプログラムについての説明を行う。図9は、本実施形態に係るフォトマスク欠陥修正プログラムによりコンピュータに実行される手順を示すフローチャートである

。なお、本実施形態に係るプログラムにより実施されるフォトマスクの欠陥修正方法は第1の実施形態或いは第2の実施形態に記載したフォトマスクの欠陥修正方法と同様であるため、第1の実施形態と同内容の部分の説明は省略する。

【0051】

本プログラムを実行する前に、予め位置合わせ用マークの形成方法や、形成条件、除去方法、修正装置と像質評価装置で得られる2つの画像間での倍率や回転・ミラーの対応関係等の情報を取得しておく。さらに、像質評価装置により得られた画像に対する所定の評価基準を決定しておく。

【0052】

まず、製造されたフォトマスクを像質評価装置に搬送し、像質評価装置により得られた画像に対し所定の評価基準を満たすか否かの判定を行う(S401)。評価基準を満たしたフォトマスクは良品として判定され、次工程に進む。一方、評価基準を満たさなかったフォトマスクは、修正装置に搬送され、欠陥位置の特定が修正装置上でも容易に行うことができるか否かの判定を行う(S402)。この工程は、本実施形態のプログラムにより所定の基準により自動で行っても構わないし、画像を見る人が判断しても構わない。欠陥位置の特定が修正装置上でも容易に行うことができると判定されたフォトマスクは、修正装置による修正工程を経て次工程へと進む。

【0053】

一方、欠陥位置の特定が修正装置上で容易に行うことができないと判定されたフォトマスクは、修正装置による位置合わせ用マークの形成を行う(S403)。位置合わせ用マークの形成を行った後、フォトマスクを再度像質評価装置に搬送し画像を取得する(S404)。続いて、像質評価装置で得られた画像と修正装置で得られた画像とを重ね合わせ、修正領域の決定と、修正条件の決定を行う(S405)。次に、フォトマスクを修正装置に搬送し、重ね合わせによって得られた情報に基づいてフォトマスクの修正を行う(S406)。

【0054】

次に、フォトマスクを像質評価装置に搬送し画像を取得し、修正後のマスクパターンが所定の評価基準を満たすか否かの判定を行う(S407)。続いて、評価基準を満たしたフォトマスクを修正装置に搬送し、位置合わせ用マークの除去を行う(S408)。位置合わせ用マークの除去を行ったフォトマスクを像質評価装置に搬送し、正常に除去されたか否かを判定し、次工程に進む(S409)。正常に除去されていない場合には、S408の除去工程に戻る。

【0055】

S407において所定の評価基準を満たさなかった場合には、修正後の像質評価装置で得られた画像と修正装置で得られた画像とを重ね合わせ、再度修正領域の決定と、修正条件の決定を行う(S410)。続いて、フォトマスクを修正装置に搬送し、S410で決定された新たな条件に基づいてフォトマスクの修正を行う(S411)。次に、フォトマスクを像質評価装置に搬送し画像を取得し、修正後のマスクパターンが所定の評価基準を満たすか否かの判定を行う(S412)。S410～S412を所定の評価基準を満たすまでS410～S412を繰り返す。

【0056】

なお、本実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正プログラムによりS401～S412の全ての工程をコンピュータに実行させるものでなくとも構わない。例えば、S402において、画像を見る人が欠陥位置の特定が容易か否かを判断しても構わないし、位置合わせマークの除去工程及び、除去後の判定工程を手動によりコンピュータに実行させても構わない。従って、少なくともS403～S407の工程をコンピュータに実行させるプログラムであれば良い。

【0057】

以上のように、本実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正プログラムによれば、前記のS401～S412をコンピュータに実行させることが可能となり、像質評価装置で取得

10

20

30

40

50

した画像情報により、修正装置において修正すべき欠陥の位置情報を正確に把握することができる。すなわち、本実施形態のフォトマスクの欠陥修正プログラムを用いることにより、フォトマスクの歩留まりを向上させることができるため、結果としてフォトマスク製造コストや製造 T A T (Turn Around Time) を低く抑えることができる。

【 0 0 5 8 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々に変形して実施することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す平面図である 10

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す断面図である

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す平面図である

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す平面図である

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す断面図である

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す断面図である 20

【 図 7 】 本発明の第 2 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正方法を示す平面図である

【 図 8 】 本発明の第 3 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正システムを示すブロック図である。

【 図 9 】 本発明の第 4 の実施形態に係るフォトマスクの欠陥修正プログラムの実行工程を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

1 0 1、2 0 1 マスクパターン 30

1 0 2、1 0 3、2 0 3、2 0 4 異常転写領域

1 0 4 位置合わせマーク

1 0 5 フォトマスク基板

1 0 6、1 1 0 ガスノズル

1 0 7 デポジションガス

1 0 8、1 1 2 電子・イオンビーム

1 0 9 光強度変化領域

1 1 1 エッチングガス

1 1 3 プローブ

1 1 4 破碎片 40

2 0 2 黒欠陥

3 0 1 フォトマスク欠陥修正システム

3 0 2 像質評価装置部

3 0 3 修正装置部

3 0 4 搬送部

3 0 5、3 0 9、3 1 2 情報記憶部

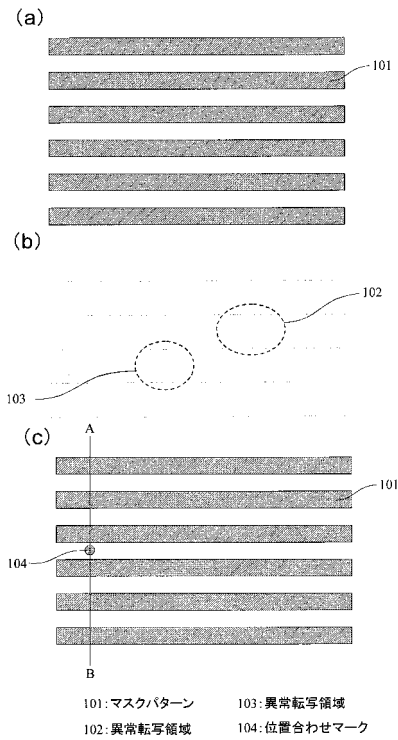
3 0 6 演算処理部

3 0 7 制御部

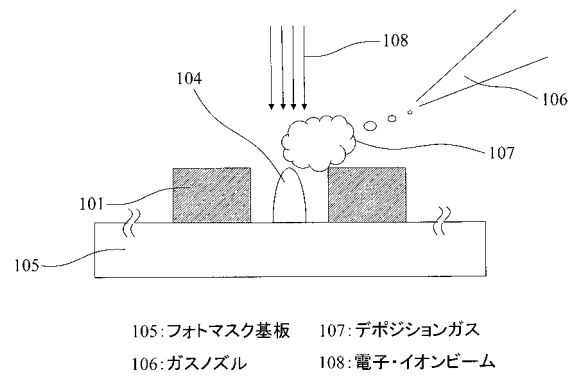
3 0 8、3 1 0 画像取得部

3 1 1 修正加工部 50

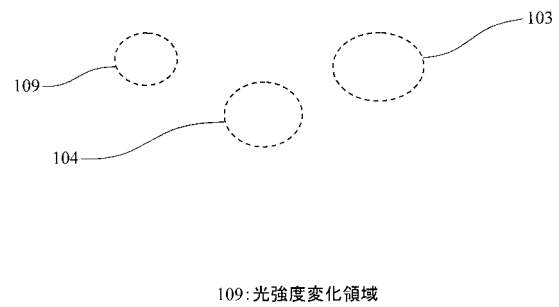
【図 1】



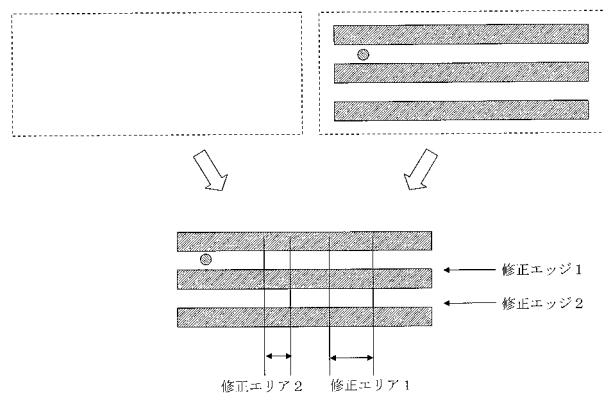
【図 2】



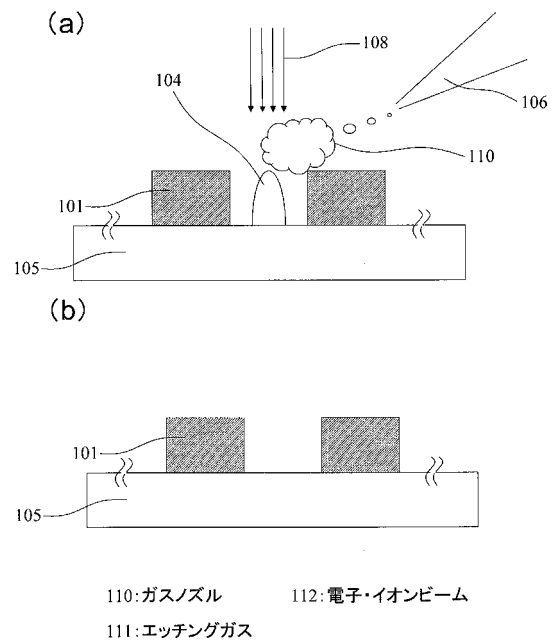
【図 3】



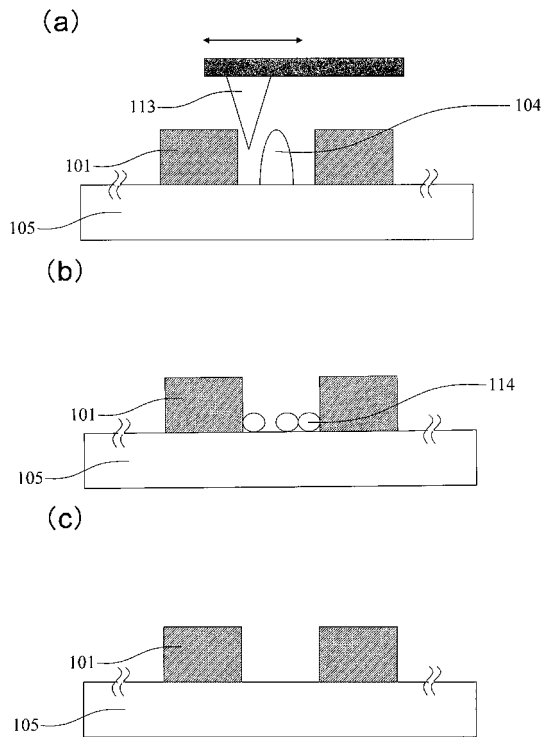
【図 4】



【図 5】



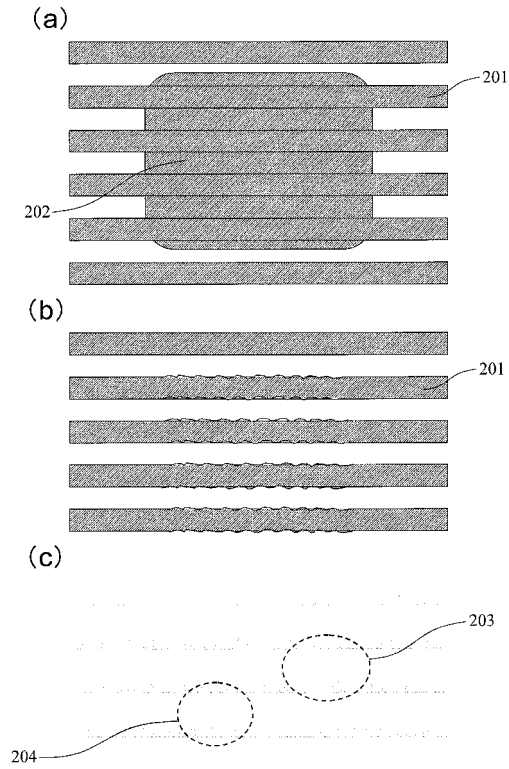
【図 6】



113: プローブ

114: 破砕片

【図 7】



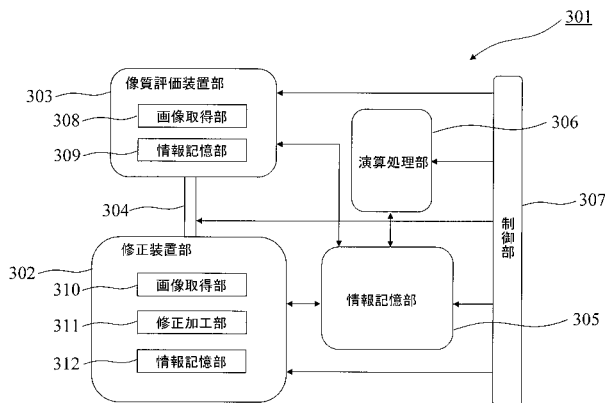
201: マスクパターン

202: 黒欠陥

203: 異常転写領域

204: 異常転写領域

【図 8】



【図 9】

