

(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2011-233744

(P2011-233744A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 21/027 (2006.01) HO 1 L 21/30 5 1 6 Z 5 F 0 4 6
 HO 1 L 21/30 5 1 5 D 5 F 1 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-103354 (P2010-103354)
 (22) 出願日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 福原 和也
 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) 5F046 AA17 AA25 BA04 BA05 CB05
 CB23 CB25 DA01 DA12
 5F146 AA17 AA25 BA04 BA05 CB05
 CB43 CB45 DA01 DA12

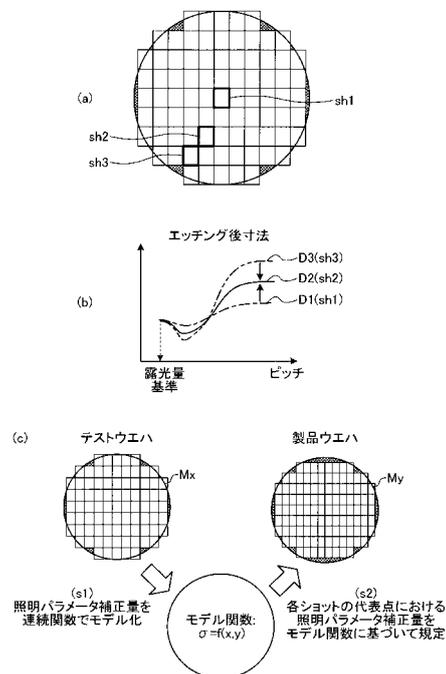
(54) 【発明の名称】 露光方法および半導体デバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】設計パターン寸法に応じた寸法のパターンを基板面内の全面で一様に形成すること。

【解決手段】実施の形態によれば、光学条件補正関数を作成する補正関数作成ステップと、照明パラメータ補正量を算出する補正量算出ステップと、第1の基板を露光する露光ステップと、を含んでいる。補正関数作成ステップでは、第1の基板上への露光処理に用いる露光量以外の照明パラメータを前記第1の基板面内の露光座標に基づいて補正する光学条件補正関数を、第2の基板上に形成したパターンの基板面内寸法分布に基づいて作成する。補正量算出ステップでは、前記光学条件補正関数および前記第1の基板上に設定される各露光ショットの露光座標を用いて、前記照明パラメータの補正量を前記露光ショット毎に少なくとも1つずつ算出する。露光ステップでは、前記照明パラメータの補正量で前記照明パラメータを補正しながら、前記第1の基板を露光する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の基板上への露光処理に用いる露光量以外の照明パラメータを前記第 1 の基板面内の露光座標に基づいて補正する光学条件補正関数を、第 2 の基板上に形成したパターンの基板面内寸法分布に基づいて作成する補正関数作成ステップと、

前記光学条件補正関数および前記第 1 の基板上に設定される各露光ショットの露光座標を用いて、前記照明パラメータの補正量である照明パラメータ補正量を前記露光ショット毎に少なくとも 1 つずつ算出する補正量算出ステップと、

前記照明パラメータ補正量で前記照明パラメータを補正しながら、前記第 1 の基板を露光する露光ステップと、

を含むことを特徴とする露光方法。

10

【請求項 2】

前記光学条件は、前記露光処理に用いる有効光源の形状、前記露光処理に用いる投影レンズの開口数、前記露光処理に用いる露光光の波長、前記露光光のスペクトル形状、および前記第 1 の基板を最良結像平面から傾けて前記露光処理を行う際の前記第 1 の基板へのフォーカス制御条件の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

【請求項 3】

前記第 2 の基板上には、パターンのピッチまたはパターンの形状が異なる少なくとも 2 種類のパターンが形成され、

前記光学条件補正関数は、前記少なくとも 2 種類のパターンの前記第 2 の基板面内での寸法分布に基づいて作成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光方法。

20

【請求項 4】

前記光学条件補正関数は、前記第 2 の基板上に形成されたレジストパターンまたは前記第 2 の基板上に形成されたエッチング後パターンの前記第 2 の基板面内での寸法分布に基づいて作成され、

前記照明パラメータ補正量は、前記第 2 の基板上に形成されたレジストパターンまたは前記第 2 の基板上に形成されたエッチング後パターンを形成する際に用いられることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の露光方法。

【請求項 5】

前記照明パラメータ補正量に応じた露光量補正量を導出する露光量補正関数を用いて、前記照明パラメータ補正量に応じた露光量補正量を前記露光ショット毎に少なくとも 1 つずつ導出する露光量補正量導出ステップをさらに含み、

前記露光ステップは、前記露光量補正量で露光量を補正しながら、前記第 1 の基板を露光することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の露光方法。

30

【請求項 6】

前記露光座標は、前記各露光ショットの代表点であり、

前記露光ステップは、前記露光ショット毎に前記照明パラメータ補正量で前記照明パラメータを補正して、前記第 1 の基板を露光することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の露光方法。

40

【請求項 7】

前記露光座標は、前記各露光ショットを所定領域毎に分割した場合の各領域の代表点であり、

前記露光ステップは、前記領域毎に前記照明パラメータ補正量で前記照明パラメータを補正して、前記第 1 の基板を露光することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の露光方法。

【請求項 8】

第 1 の基板上への露光処理に用いる露光量以外の照明パラメータを前記第 1 の基板面内の露光座標に基づいて補正する光学条件補正関数を、第 2 の基板上に形成したパターンの基板面内寸法分布に基づいて作成する補正関数作成ステップと、

50

前記光学条件補正関数および前記第 1 の基板上に設定される各露光ショットの露光座標を用いて、前記照明パラメータの補正量である照明パラメータ補正量を前記露光ショット毎に少なくとも 1 つずつ算出する補正量算出ステップと、

前記照明パラメータ補正量で前記照明パラメータを補正しながら、前記第 1 の基板を露光する露光ステップと、

露光後の前記第 1 の基板に現像処理を行なって、前記第 1 の基板上にレジストパターンを形成し、前記レジストパターンをマスクとして前記第 1 の基板における被加工対象を加工して前記第 1 の基板上にパターンを形成するパターン形成ステップと、

を含むことを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の実施の形態は、露光方法および半導体デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスを製造する際には、密集パターン、孤立パターン、これらの中間ピッチのパターン等のさまざまなパターンが基板上に形成される。また、これらの種々のパターンは、基板上の略全面にショット（露光装置による露光領域）単位で形成される。

【0003】

このようなパターン形成では、基板上の略全面のショットで所望の寸法を有したパターン形成を行うことが望まれている。例えば、基板上の中央付近のショットに形成されるパターンと、基板周縁部（端部）付近のショットに形成されるパターンと、が同一種類のパターンであれば、これらのパターンは、設計パターンに応じた同一寸法に形成されることが望まれる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 141949 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

しかしながら、従来のパターン形成方法では、基板面内でパターン寸法にばらつきが生じるので、設計パターン寸法に応じた寸法のパターンを基板面内の全面で一様に形成することは困難であった。

【0006】

本発明の実施の形態は、設計パターン寸法に応じた寸法のパターンを基板面内の全面で一様に形成する露光方法および半導体デバイスの製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施の形態によれば、光学条件補正関数を作成する補正関数作成ステップと、照明パラメータ補正量を算出する補正量算出ステップと、第 1 の基板を露光する露光ステップと、を含んでいる。補正関数作成ステップでは、第 1 の基板上への露光処理に用いる露光量以外の照明パラメータを前記第 1 の基板面内の露光座標に基づいて補正する光学条件補正関数を、第 2 の基板上に形成したパターンの基板面内寸法分布に基づいて作成する。補正量算出ステップでは、前記光学条件補正関数および前記第 1 の基板上に設定される各露光ショットの露光座標を用いて、前記照明パラメータの補正量である照明パラメータ補正量を前記露光ショット毎に少なくとも 1 つずつ算出する。露光ステップでは、前記照明パラメータ補正量で前記照明パラメータを補正しながら、前記第 1 の基板を露光する。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

50

【図 1】図 1 は、第 1 の実施の形態に係るパターン形成方法の概念を説明するための説明図である。

【図 2】図 2 は、第 1 の実施の形態に係る基板処理システムの概略構成を示す図である。

【図 3】図 3 は、第 1 の実施の形態に係るパターン形成処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は、テストウエハのショットマップの一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、ショット毎に設定されたレジスト寸法補正量の一例を示す図である。

【図 6】図 6 は、照明パラメータの変更量とレジストパターンの寸法変化量との関係を示す図である。

【図 7】図 7 は、図 5 に示したレジスト寸法補正量に対する照明パラメータ補正量を示す図である。

10

【図 8】図 8 は、 x と y の多項式で示される関数セットの一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、 $z e r n i k e$ 多項式で示される関数セットの一例を示す図である。

【図 10】図 10 は、係数 a_n の一例を示す図である。

【図 11】図 11 は、製品ウエハのショットマップの一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、照明パラメータ補正量マップの一例を示す図である。

【図 13】図 13 は、照明パラメータの変更量と露光量補正量との関係を示す図である。

【図 14】図 14 は、照明形状を説明するための図である。

【図 15】図 15 は、第 2 の実施の形態に係るパターン形成方法の概念を説明するための説明図である。

20

【図 16】図 16 は、照明パラメータ補正量を 1 ショットのスキャン露光中に変化させる処理を説明するための図である。

【図 17】図 17 は、光学条件補正量算出装置のハードウェア構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に添付図面を参照して、本発明の実施の形態に係る露光方法および半導体デバイスの製造方法を詳細に説明する。なお、これらの実施の形態により本発明が限定されるものではない。

【0010】

(第 1 の実施の形態)

30

【0011】

まず、本実施の形態に係るパターン形成方法の概念について説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係るパターン形成方法の概念を説明するための説明図である。図 1 の (a) は、ウエハのショットマップ (ショット配置) を示し、図 1 の (b) は、マスクパターンのピッチ (ライン幅 + スペース幅) とエッチング後寸法との関係を示している。図 1 の (b) における横軸はピッチであり、プラス方向へ向かうに従って疎なパターンのピッチを示している。また、縦軸はマスクパターンを用いて露光した場合のウエハ上でのエッチング後寸法を示している。図 1 の (c) は、モデル関数を用いた照明パラメータ補正量の設定手順を示している。

【0012】

40

ウエハなどの基板に設定されるショットは、1 枚のマスクに描画されたパターン転写領域 (露光領域の単位) であり、ショットマップは、ウエハ上に設定されるショット位置やショットサイズなどを示すマップである。

【0013】

図 1 の (a) に示すように、ウエハ上には、略全面にショットが設定される。ここでは、ウエハ上の中央付近に設定されているショットをショット $s h 1$ で示し、ウエハの周縁部 (端部) 付近のショットをショット $s h 3$ で示している。また、ウエハ上において、中央付近と周縁部との間の位置付近のショットをショット $s h 2$ で示している。

【0014】

例えば、ウエハ上に形成されるエッチング後パターンは、ウエハ上のショット位置に依

50

存してパターン寸法差を生じる場合がある。このパターン寸法差は、例えば、エッチングが原因となっている。ウエ八面内でのパターン寸法差は、密集パターンの寸法と孤立パターンの寸法とを、両立して所望寸法とすることができない寸法誤差（疎密寸法差）として現れる。

【 0 0 1 5 】

図 1 の (b) に示すように、例えばショット $s h 1 \sim s h 3$ は、それぞれエッチング後寸法の寸法特性として寸法 $D 1 \sim D 3$ を示す。例えば、露光量の基準値（露光量基準）を用いてショット $s h 1 \sim s h 3$ を露光した場合、ショット $s h 1 \sim s h 3$ でパターンが同じ寸法となるピッチがある。ところが、このピッチとは異なる他のピッチでは、ショット $s h 1 \sim s h 3$ 毎に異なる寸法となる。

10

【 0 0 1 6 】

このため、本実施の形態では、基準となる光学条件（例えば露光照明の値）でパターン形成した場合のエッチング後寸法と同じエッチング後寸法となるよう、ショット毎に光学条件を補正する。光学条件を補正する際には、所定のモデル関数を用いて光学条件としての照明パラメータ（照明形状を決めるためのパラメータ）を補正する。

【 0 0 1 7 】

具体的には、第 1 のウエ八であるテストウエ八のショットマップ $M x$ を用いてウエ八上にエッチング後パターンを形成する。エッチング後パターンは、ウエ八上に形成されたレジストパターンをマスクとしてレジストパターンの下層側がエッチングされることによって形成されるウエ八上のパターンである。エッチング後パターンは、リソグラフィシミュレーションや加工シミュレーションを用いて導出してもよいし、露光装置やエッチング装置などを用いて実際にウエ八上にパターンを形成してもよい。

20

【 0 0 1 8 】

形成されたエッチング後パターンのパターン寸法に基づいて、照明パラメータ補正量をウエ八面内における連続関数でモデル化し（ $s 1$ ）、これによりモデル関数である $= f(x, y)$ を導出する。モデル関数は、ウエ八面内の座標（ x, y ）に対する照明パラメータ補正量を導出するための関数である。モデル関数は、ウエ八の全面で所望の寸法を有したエッチング後パターンが形成されるよう、照明パラメータ補正量とエッチング後パターン寸法との相関関係に基づいて導出される。

【 0 0 1 9 】

この後、第 2 のウエ八である製品ウエ八のショットマップ $M y$ に対し、照明パラメータ補正量を設定する。具体的には、各ショットの代表点（例えば、各ショットの中心）における照明パラメータ補正量を、モデル関数に基づいて設定する（ $s 2$ ）。そして、設定された照明パラメータ補正量に従って、各ショットでの露光処理が行われ、その後、ウエ八へのエッチング処理を行うことによってウエ八上にエッチング後パターンが形成される。なお、ショットマップ $M y$ は、任意のショットマップでよい。

30

【 0 0 2 0 】

照明パラメータ補正量で照明パラメータを補正しながら各ショットを露光することによって初期設定の照明パラメータを用いて形成されたエッチング後パターンと同一寸法のエッチング後パターンが形成される。例えば、ショット $s h 1$ の γ を 0.95、ショット $s h 2$ の γ を 0.93（初期設定値）、ショット $s h 3$ の γ を 0.95 のように補正することによって、寸法 $D 1, D 3$ を寸法 $D 2$ と同じ寸法特性に補正することが可能となる。

40

【 0 0 2 1 】

光学条件の補正関数であるモデル関数を作成する際に用いるテストウエ八と、モデル関数を適用して露光処理される製品ウエ八とは、それぞれ同一のリソグラフィプロセスおよび同一のエッチングプロセスが適用されるウエ八である。リソグラフィプロセスやエッチングプロセスが異なる場合、エッチング後パターンの形成に適切なモデル関数は異なるからである。

【 0 0 2 2 】

つぎに、第 1 の実施の形態に係る基板処理システムについて説明する。図 2 は、第 1 の

50

実施の形態に係る基板処理システムの概略構成を示す図である。基板処理システム 1 は、制御装置 5 を備えた露光装置 2 と、加工装置 3 と、測定装置 4 と、を含んで構成されている。

【0023】

露光装置 2 は、露光光 10 a によってフォトマスク 6 に形成されたマスクパターンをウエハ 7 上のレジスト膜 8 に縮小投影する装置である。本実施の形態の露光装置 2 は、ショット毎に所定の照明パラメータを設定して、ウエハ 7 の各ショットを露光する。露光装置 2 は、ステップ&スキャン方式の露光装置であってもよいし、ステップ&リピート方式の露光装置であってもよい。

【0024】

露光装置 2 は、光源 10 と、開口絞り 11 と、フィルタ 12 と、偏光フィルタ 13 と、照明光学系 14 と、投影光学系 15 と、を有している。光源 10 は、例えば、ArFエキシマレーザー、KrFエキシマレーザー、波長が 248 nm や 193 nm などの DUV (Deep Ultra-Violet) 光、波長が 13.5 nm の EUV (Extreme Ultra-Violet) 光などを露光光 10 a として出射する。なお、本実施の形態のパターン形成方法は、屈折光学系、反射光学系、反射屈折光学系などの何れの光学系を用いた露光装置に適用してもよい。

【0025】

開口絞り 11 は、例えば、概略円板状をなしており、発光領域 (照明領域) と、非発光領域 (照明遮蔽領域) と、を備えている。非発光領域は、光源 10 から出射した露光光 10 a を遮蔽する領域であり、発光領域は、光源 10 から出射した露光光 10 a を透過させる領域である。開口絞り 11 は、発光領域の形状を変化させることによって照明形状を変えることができる構成となっている。

【0026】

フィルタ 12 は、光源 10 および開口絞り 11 を介して送られてくる露光光 10 a の輝度分布を変更するものである。偏光フィルタ 13 は、光源 10、開口絞り 11 およびフィルタ 12 を介して送られてくる露光光 10 a の振幅方向を揃えるものである。

【0027】

照明光学系 14 は、例えば、図示しないフライアイレンズや多段のコンデンサレンズ等によって構成されており、フォトマスク 6 に入射する露光光 10 a の範囲などを調整する。

【0028】

投影光学系 15 は、フォトマスク 6 に形成されたマスクパターンをレジスト膜 8 に縮小投影する機能を有している。投影光学系 15 は、複数のレンズ (例えば、レンズ 150, 151 など) と、レンズ絞り 16 と、を備えている。投影光学系 15 は、レンズ 150, 151 によって瞳面 152 の位置を調整することができるよう構成されている。

【0029】

レンズ絞り 16 は、レンズ 151 から出射した露光光 10 a の形状を変えるものである。レンズ絞り 16 は、投影光学系 15 の瞳の大きさを変えることによって投影光学系 15 の中心軸からずれた露光光 10 a を遮光する。

【0030】

加工装置 3 は、マスクパターンを介して露光されたレジスト膜 8 に対して加工処理を行う装置である。加工装置 3 による加工処理は、露光以外の加工処理であり、例えば、現像処理、ドライ・エッチング処理、ウエット・エッチング処理、成膜処理、イオン注入処理などである。本実施の形態では、加工装置 3 によって加工された後のウエハ上パターンがエッチング後パターンである場合について説明する。

【0031】

測定装置 4 は、例えば、ウエハ 7 上に形成されたエッチング後パターンの線幅の仕上り寸法を測定する装置である。測定装置 4 は、例えば、原子間力顕微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) や走査型電子顕微鏡 (SEM: Scanning Electron Microscope)

10

20

30

40

50

等である。

【0032】

制御装置5は、制御部50と、記憶部51と、入力部52と、ショットマップ作成部53と、補正量算出部54と、を備えて構成されている。入力部52は、後述のショットマップ511の設定に用いるショット情報（各ショットの座標など）や、後述のモデル関数512、後述の照明パラメータ510などを入力する。入力部52は、ショット情報をショットマップ作成部53に送り、モデル関数512、照明パラメータ510を記憶部51に送る。

【0033】

ショットマップ作成部53は、入力部52から入力されたショット情報に基づいて、ウエハ7に対するショットマップ511を作成する。ショットマップ511は、露光領域の配列マップであり、ウエハ7上に設定される各ショットの配置位置（座標）などを示す情報である。ショットマップ511やショットは、半導体集積回路毎に設定される情報である。ショットマップ511では、製品チップ（半導体集積回路）に応じたショット配列が行なわれる。

10

【0034】

記憶部51は、照明パラメータ510と、ショットマップ511と、モデル関数512と、を記憶するメモリなどである。照明パラメータ510は、ウエハ7を露光する際の光学条件であり、例えば露光量やフォーカス値以外の光学条件である。

【0035】

具体的には、照明パラメータ510は、有効光源の形状パラメータ（*outer*、*inner*、四重極照明の開き角、X方向とY方向の明るさ比など）、露光光（照明光）10aの偏光度、投影レンズ（レンズ150）の開口数（NA）、露光光10aの波長、露光光10aのスペクトル形状の少なくとも1つに関する情報である。

20

【0036】

なお、照明パラメータ510には、照明輝度分布、照明偏光状態、レンズ収差、レンズ瞳面透過率分布、露光レーザ波長バンド幅などを含めてもよい。また、露光装置2によって傾け露光を行なう場合には、ウエハ7のスキャン平面と最良結像平面との間の傾き角や、ウエハ7へのフォーカス値などを照明パラメータ510に含めてもよい。傾け露光は、露光光10aの最良結像平面に対してフォトマスク6またはウエハ7を所定の角度だけ傾斜させながらスキャン露光する露光方法である。

30

【0037】

モデル関数512は、ウエハ面内の座標を入力した場合に、座標に応じた照明パラメータ補正量が得られる関数である。モデル関数512は、ウエハ面内で設計パターンの寸法に応じたエッチング後パターンを形成することができる照明パラメータ補正量を導出する。

【0038】

補正量算出部54は、モデル関数512およびショットマップ511を用いて、ショット毎の照明パラメータ補正量を算出する。補正量算出部54は、例えばショットマップ511で設定されている各ショットの中心座標をモデル関数512に入力し、これによりショット毎の照明パラメータ補正量を算出する。ショットマップ511は、半導体集積回路毎（ウエハ毎）に設定されているので、各半導体集積回路毎にショットの配置位置が異なる。このため、補正量算出部54によって算出されるショット毎の照明パラメータ補正量も、半導体集積回路毎に異なる値が設定されることとなる。

40

【0039】

制御部50は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）及びRAM（Random Access Memory）などを有しており、露光装置2を制御する。具体的には、制御部50は、露光装置2の光源10、開口絞り11、フィルタ12、偏光フィルタ13、照明光学系14、投影光学系15及びレンズ絞り16を制御する。制御部50は、照明パラメータ510と、補正量算出部54が算出した照明パラメータ補正

50

量と、に基づいて、露光装置 2 を制御する。

【 0 0 4 0 】

なお、制御装置 5 と露光装置 2 とを別々の構成としてもよい。この場合、例えば、サーバ（図示せず）などと露光装置 2 とを接続しておき、サーバに制御装置 5 を配置しておく。また、記憶部 5 1、ショットマップ作成部 5 3、補正量算出部 5 4 を、制御装置 5 とは別構成としてもよい。この場合、サーバなどに記憶部 5 1、ショットマップ作成部 5 3、補正量算出部 5 4 を配置しておく。また、入力部 5 2 に直接ショットマップ 5 1 1 を作成してもよい。この場合、制御装置 5 はショットマップ作成部 5 3 を有していなくてもよい。

【 0 0 4 1 】

つぎに、基板処理システムによるパターン形成処理手順について説明する。図 3 は、第 1 の実施の形態に係るパターン形成処理の処理手順を示すフローチャートである。テストウエハを準備し、テストウエハ上にレジストを塗布し、その後、基準となる照明パラメータで露光処理、現像処理を行う。これにより、テストウエハ上にレジストパターンが形成される。レジストパターンをマスクとしてレジストパターンの下層側をエッチングすることにより、テストウエハ上にエッチング後パターンが形成される（ステップ S 1 0）。

【 0 0 4 2 】

テストウエハ上のエッチング後パターンは、モデル関数 5 1 2 を作成するための評価パターンであり、種々の寸法を有したパターンが形成される。評価パターンとしては、例えば、ラインパターンのパターン間距離が短い（ピッチの小さい）密集パターン、ラインパターンのパターン間距離が長い（ピッチの大きい）孤立パターン、これらの中間ピッチのパターン等のさまざまなパターンが形成される。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、テストウエハのショットマップの一例を示す図である。同図に示すようにテストウエハには、テストウエハの略全面に複数のショットが配置されたショットマップ M 1 a が設定されている。ショットマップ M 1 a でのショット配列は、例えば X 方向ピッチが 2 6 mm であり、Y 方向ピッチが 3 3 mm である。このショットマップ M 1 a に設定されているショットの配置位置や座標はテストウエハに特有のものであり、後述の製品ウエハに設定されるショットとは異なるものであってもよい。

【 0 0 4 4 】

測定装置 4 は、種々のエッチング後パターンに対し、それぞれのパターン寸法（仕上り寸法）を測定する。そして、測定したエッチング後パターンの所望値からの寸法ずれ量（エッチング後パターン寸法差）を取得する（ステップ S 2 0）。テストウエハ上でのエッチング後パターン寸法差は、テストウエハ面内の種々の位置で取得される。

【 0 0 4 5 】

この後、テストウエハ面内におけるエッチング後パターン寸法差に基づいて、レジスト寸法補正量（レジストパターンの疎密寸法差）の面内分布を取得する（ステップ S 3 0）。レジスト寸法補正量は、エッチング後パターンのパターン寸法を所望値にするために必要なレジストパターンの寸法補正量である。これにより、補正すべきレジスト寸法特性が求められる。

【 0 0 4 6 】

ここで、評価パターンが、4 5 nm 幅のラインパターンを有した密集ラインアンドスペースパターン（以下、4 5 nm 密集パターンという）と、4 5 nm 幅のラインパターンを有した孤立ラインパターン（以下、4 5 nm 孤立パターンという）の 2 種類である場合について説明する。照明パラメータの初期値が、投影レンズの $NA = 1.30$ 、輪帯照明、 $\sigma_{outer} = 0.90$ 、 $\sigma_{inner} = 0.60$ であるとする。 σ_{outer} は、輪帯照明の外径であり、 σ_{inner} は輪帯照明の内径である。

【 0 0 4 7 】

テストウエハを露光する際には、1 枚のテストウエハ内に形成されるショット毎に、4 5 nm 密集パターンのエッチング後パターンが所望寸法となるように、露光量が制御され

10

20

30

40

50

ている。このとき、45 nm 孤立パターンのエッチング後パターンは、ウエハ内でのパターン位置に応じた寸法ずれを起こしている。換言すると、照明パラメータの初期値を用いてテストウエハを露光した場合、エッチング後パターンに疎密寸法差が生じることとなる。本実施の形態では、45 nm 孤立パターンのエッチング後パターン寸法を所望値にするために、露光量以外の光学パラメータ（照明パラメータ）を補正する。

【0048】

レジスト寸法補正量を設定する際には、1枚のテストウエハ内に形成される複数のショットのそれぞれで、ショット内の代表点の座標（例えばショットの中心付近の座標）におけるレジストパターンの疎密寸法差の適正補正量（寸法補正量）を定める。例えば、45 nm 孤立パターンのエッチング後パターン寸法を計測し、所望値からのずれ量を求め、そのずれ量を露光におけるレジストパターンに対して逆方向に補正する（所望値より細かい場合は、レジスト寸法を太くし、所望値より太い場合は、レジスト寸法を細くする）。これにより、各ショットの中央付近にある45 nm 孤立パターンの寸法に対するレジスト寸法補正量が設定される。

10

【0049】

図5は、ショット毎に設定されたレジスト寸法補正量の一例を示す図である。図5では、45 nm 孤立パターンに対するショット毎のレジスト寸法補正量の面内分布（レジスト寸法補正量マップM1b）を示している。例えば、「-1.1」で示しているショットは、レジストパターン寸法が、45 nm よりも1.1 nm 細くなるよう照明パラメータが補正されるショットである。また、「2.4」で示しているショットは、レジストパターン寸法が、45 nm よりも2.4 nm 太くなるよう照明パラメータが補正されるショットである。

20

【0050】

次に、疎密寸法差を補正するための照明パラメータ補正量（変更量）を求める。照明パラメータ補正量を求める際には、45 nm 密集パターンの寸法を所望値に固定した状態で、45 nm 孤立パターンを調節する手段（照明パラメータの変更対象）とその補正量（照明パラメータ補正量）とを決定する。なお、照明パラメータ補正量を求める際に、45 nm 孤立パターンの寸法を所望値に固定した状態で、45 nm 密集パターンを調節する手段とその補正量とを決定してもよい。照明パラメータ補正量は、実験結果やシミュレーション結果に基づいて決定される。ここでは、照明の σ_{outer} をレジストパターン寸法の調節手段に用いる場合について説明する。

30

【0051】

図6は、照明パラメータの変更量とレジストパターンの寸法変化量との関係を示す図である。図6では、横軸が照明パラメータの一例である σ_{outer} を示し、縦軸が45 nm 孤立パターンのレジスト寸法を示している。

【0052】

図6に示した関係と、図5に示したレジストパターン（孤立パターン）の寸法変化量の面内分布に基づいて、ショット毎の σ_{outer} の適正な照明パラメータ補正量（以下、 σ_{outer} 補正量という）を求める。

【0053】

図7は、図5に示したレジスト寸法補正量に対する照明パラメータ補正量を示す図である。図7では、45 nm 孤立パターンに対するショット毎の σ_{outer} 補正量の面内分布（照明パラメータ補正量マップM1c）を示している。例えば、「-0.01」で示しているショットは、 σ_{outer} が0.01だけ小さくなるよう補正されるショットである。また、「0.02」で示しているショットは、 σ_{outer} が0.02だけ大きくなるよう補正されるショットである。

40

【0054】

この後、ショット毎に定められた σ_{outer} 補正量を、テストウエハ内での連続関数であるモデル関数512（補正関数F）として作成する。換言すると、照明パラメータ補正量マップM1cに基づいて、モデル関数512が作成される。具体的には、テストウエハ上

50

の位置を表す2次元の座標系内で定義される関数セットを規定し、 $outer$ 補正量のフィッティングを行うことにより、 $outer$ 補正量の連続関数表現を得る。関数セットは、例えば、テストウエハ上での座標 (x, y) を用いた x と y の多項式(図8)、 $zernike$ 多項式(図9)などである。補正関数 $F(x, y)$ は、以下の式(1)のような、関数セット $f_n(x, y)$ と係数 a_n (n は自然数)の線形結合で表される。

【0055】

【数1】

$$F(x, y) = \sum_{n=1}^N a_n f_n(x, y) \quad \dots (1)$$

10

【0056】

ここでの (x, y) は、テストウエハ上の座標である。係数 a_n は、上記フィッティングによって、ショット毎の $outer$ 補正量に適合するように定める。図10は、係数 a_n の一例を示す図である。同図に示すように、係数 a_n は、例えば「-0.861」、「0.455」などのように設定される。使用する関数セットの数 N は、適宜、定められる。

【0057】

このように、レジスト寸法補正量の面内分布を取得した後、寸法補正量の面内分布に基づいて、照明パラメータ補正量を求めるためのモデル関数512が設定される(ステップS40)。

20

【0058】

モデル関数512は、制御装置5の入力部52から入力されて記憶部51内に格納される。この後、製品パターン(製品ウエハ)の露光処理が行われる。このとき、露光装置2は、作成された $outer$ 補正量を表すモデル関数512に基づいて、ショット毎に照明パラメータを調節しながら露光する。

【0059】

製品ウエハを露光する際には、予め入力部52に、製品パターンのショットに関するショット情報を入力しておく。入力部52に入力された、製品ウエハのショット情報は、ショットマップ作成部53に送られる。

【0060】

ショットマップ作成部53は、入力部52から入力された製品ウエハのショット情報に基づいて、製品ウエハのショットマップ511を作成する。記憶部51は、ショットマップ作成部53が作成した製品ウエハのショットマップ511を記憶しておく。

30

【0061】

図11は、製品ウエハのショットマップの一例を示す図である。同図に示すように製品ウエハには、ウエハの略全面に複数のショットが配置されたショットマップM2aが設定されている。ショットマップM2aでのショット配列は、例えばX方向ピッチが2.6mmであり、Y方向ピッチが2.6mmである。このショットマップM2aに設定されているショットの配置位置や座標はテストウエハに設定されるショットとは異なるものである。

【0062】

補正量算出部54は、モデル関数512および製品ウエハのショットマップ511を用いて、各ショットに応じた照明パラメータ補正量を算出する(ステップS50)。製品ウエハ内のショット配列がテストウエハと同じ場合には、図7に示した照明パラメータ補正量をそのまま用いることができる。一方、製品ウエハ内のショット配列がテストウエハと異なる場合には、補正量算出部54は、製品ウエハのショット内の代表点(例えば、ショットの中心)の座標と、式(1)で示した補正関数 F と、を用いてショット毎の照明パラメータ補正量(補正関数 F の値)を算出する。具体的には、モデル関数512としての補正関数 F に、ショット内の代表点の座標が入力されることによって、照明パラメータ補正量が算出される。

40

【0063】

50

この後、制御部 50 は、照明パラメータ補正量の算出結果に従ってショット毎に照明パラメータを調節するよう露光装置 2（ここでは、開口絞り 11）を制御する。これにより、照明パラメータ補正量に応じた照明パラメータで、各ショットが露光される（ステップ S60）。そして、露光後の製品ウエハを現像、エッチングすることにより、製品ウエハ上にエッチング後パターンが形成される（ステップ S70）。

【0064】

図 12 は、照明パラメータ補正量マップの一例を示す図である。図 12 では、照明パラメータ補正量の一例であるショット毎の $outer$ 補正量の面内分布（照明パラメータ補正量マップ M2c）を示している。露光装置 2 は、この $outer$ 補正量に基づいて、ショット毎に $outer$ 補正量を調節しながら露光する。このように、本実施の形態では、エッチング後の疎密寸法差のウエハ面内分布に基づいて、疎密寸法差を補正するための照明パラメータ補正量を導出するモデル関数を作成している。そして、製品ウエハ毎にショットマップを設定し、先に定義したモデル関数に従ってショットマップ毎に各ショットの照明パラメータを規定している。このため、製品ウエハ毎にショット配列を変えた場合であっても、ショット間で変化する照明パラメータ補正量を、モデル関数 512 に基づいて短時間で決定することが可能となる。

10

【0065】

したがって、ショットマップが変化した場合でも、エッチング後の疎密寸法差データを取りなおすことなく、適切に照明パラメータ補正量を設定することができるので、半導体デバイスを生産する際のリードタイムとコストを低減することが可能となる。

20

【0066】

なお、本実施の形態では、テストウエハの評価パターンが 2 種類である場合について説明したが、テストウエハの評価パターンは 3 種類以上であってもよい。これにより、製品パターンに対しても、3 種類以上のパターン評価に基づいた正確なパターン補正を行うことが可能となる。この場合、何れか 1 種類の評価パターンを露光量基準パターンとし、露光量基準パターンが所望の寸法となる光学条件に対し、他のパターンの寸法誤差が最小となるように照明パラメータ補正量を定める。

【0067】

また、本実施の形態では、テストウエハを用いてレジスト寸法補正量（モデル関数 512）を設定する際に、各ショットの中心座標を各ショット内での代表点としたが、中心座標に限らず、ショット内の任意の位置を代表点に設定してもよい。また、代表点はショット内で 1 個ずつに限らず、複数個ずつ設定してもよい。代表点を複数設定した場合には、例えば、設定した複数の代表点における各パターン寸法の平均値を用いて、照明パラメータ補正量を求める。

30

【0068】

また、製品ウエハを用いて照明パラメータ補正量を設定する際に、各ショットの中心座標を各ショット内での代表点としたが、中心座標に限らず、ショット内の任意の位置を代表点に設定してもよい。

【0069】

また、本実施の形態では、エッチング後パターンの寸法補正を行うために、照明の $outer$ を用いたが、他の照明パラメータを用いてもよい。特に、複数種類のエッチング後パターンへの補正を行う場合は、複数種類の照明パラメータを用いて補正を行う方が、1 つの照明パラメータを用いて補正を行う場合よりも大きな寸法補正効果が得られる。

40

【0070】

なお、ショット毎に照明パラメータを調節しながら露光する際には、露光量基準パターンの寸法が所望値になるように、ショット毎に露光量を調節しながら露光を行うことが望ましい。このとき、テストウエハを露光する際のショット毎の露光量補正量と、製品ウエハを露光する際のショット毎の露光量補正量と、は等しくなるとは限らない。この理由は、照明パラメータの調節に伴って、露光量基準パターンの像特性が変化するためである。

【0071】

50

このため、本実施の形態では、照明パラメータ補正量に基づいて露光量をショット毎に補正してもよい。この場合、例えば以下の式(2)で示す露光量補正関数を用いて、ショット毎の露光量が補正される。

【0072】

$$Dose = f(1, 2, \dots) \cdot \dots (2)$$

【0073】

ここでの1、2、 \dots などは、補正後の照明パラメータまたは $outer$ 、 $inner$ などの照明パラメータ補正量である。なお、露光量をショット毎に補正する場合、照明パラメータ以外の光学条件に基づいて露光量を補正してもよい。露光量補正関数は、ユーザからの入力部52への入力により記憶部51で記憶される。補正量算出部54は、これから処理しようとする製品ウエハの情報(ショットマップ511など)に基づいて、照明パラメータ補正量に連動して露光量補正值をショット毎に自動的に割当てる。換言すると、各ショットの照明パラメータを補正する際に、照明パラメータ補正量に応じた露光量に露光量を補正して露光を行う。

10

【0074】

露光量補正関数は、露光装置2とは別のレシピサーバが記憶しておいてもよい。この場合、ユーザは、レシピサーバへ露光量補正関数を入力しておき、レシピサーバに露光量補正関数を記憶させておく。レシピサーバは、製品ウエハの処理計画に基づいて、露光量補正関数を用いた露光レシピを生成し、露光装置2に送信する。これにより、露光装置2は、ショットマップ内の各ショットに照明パラメータ補正值を割当てる。

20

【0075】

製品ウエハを露光する際のショット毎の露光量補正量は、(製品ウエハでのショット毎の露光量) = (基準露光量) + (第1の露光補正量) + (第2の露光補正量)で表すことができる。

【0076】

ここで第1の露光補正量は、照明パラメータの補正を行わずにテストウエハを露光する際の露光補正量である。また、第2の露光補正量は、照明パラメータの調節に伴って発生する適正露光量の変化を補正するための露光量である。この第2の露光補正量は、実験ないしシミュレーションに基づいて、照明パラメータの変更量の関数として表される。換言すると、第2の露光量補正量は、ショット毎で変化する照明パラメータ補正量(調節量)に基づいて設定される。

30

【0077】

図13は、照明パラメータの変更量と露光量補正量との関係を示す図である。図13では、45nm幅のラインパターンを有したラインアンドスペースパターンに対する、 $outer$ の変更量と、適正露光量変化量と、の関係を示している。この関係を用いることによって、製品ウエハの各ショットの適正露光量を設定することができる。

【0078】

なお、露光装置2に配置する照明形状は、輪帯照明、四重極照明、二重極照明(ダイポール照明)などの何れの形状であってもよい。図14は、照明形状を説明するための図である。図14の(a)は、輪帯照明30Aの形状を上面から見た図を示し、図14の(b)は、四重極照明30Bの形状を上面から見た図を示している。

40

【0079】

例えば、輪帯照明30Aは、リング状を有した発光領域33Aから露光光10aを出射する照明である。輪帯照明30Aの場合、発光領域33Aの外径が $outer$ 31であり、発光領域33Aの内径が $inner$ 32である。

【0080】

また、四重極照明30Bは、例えばリング状の一部(扇型のかなめ部分近傍を除外した形状)を有した4つの発光領域33Bから露光光10aを出射する照明である。四重極照明30Bの場合、発光領域33Bの外径が $outer$ 31であり、発光領域33Bの内径が $inner$ 32である。

50

【 0 0 8 1 】

輪帯照明 3 0 A や四重極照明 3 0 B などの照明形状は、開口絞り 1 1 によって可変となるよう構成されている。例えば、輪帯照明 3 0 A や四重極照明 3 0 B の照明形状を変更する場合には、開口絞り 1 1 が絞り領域（露光光 1 0 a の遮蔽領域）を変更することによって発光領域 3 3 A や発光領域 3 3 B の形状を変更する。なお、四重極照明 3 0 B の発光領域 3 3 B は、扇型のかなめ部分近傍を除外した形状に限らず、矩形状など他の形状であってもよい。

【 0 0 8 2 】

基板処理システムによるモデル関数を用いた照明パラメータの補正は、例えば製品ウエハプロセスのレイヤ毎に行われ、これにより半導体装置（半導体集積回路）が製造される。具体的には、レイヤ毎にモデル関数が作成され、各レイヤに応じたモデル関数を用いて、レジストの塗布された製品ウエハに露光が行なわれる。その後、製品ウエハを現像して製品ウエハ上にレジストパターンを形成する。そして、レジストパターンをマスクとしてレジストパターンの下層側をエッチングする。これにより、レジストパターンに対応する実パターン（エッチング後パターン）を製品ウエハ上に形成する。半導体装置を製造する際には、上述したモデル関数の作成、モデル関数を用いた照明パラメータを補正しながらの製品ウエハへの露光処理、現像処理、エッチング処理などが各レイヤで行われる。

10

【 0 0 8 3 】

なお、本実施の形態では、テストウエハでの所望値からのエッチング後パターン寸法差に基づいて、モデル関数を作成したが、テストウエハでの所望値からのレジストパターンの寸法差に基づいて、モデル関数を作成してもよい。

20

【 0 0 8 4 】

また、本実施の形態では、テストウエハを用いてモデル関数を作成したが、製品ウエハを用いてモデル関数を作成してもよい。また、モデル関数を用いた照明パラメータの補正は、製品ウエハ以外のウエハに適用してもよい。

【 0 0 8 5 】

実際の半導体デバイス製造の際には、最終製品の種類に応じた異なるショットサイズの露光が行なわれる。本実施の形態では、ウエハ面内での座標に応じた照明パラメータ補正量を設定することができるモデル関数を用いて、製品ウエハ毎（ショットマップ 5 1 1 毎）に照明パラメータを補正している。このため、任意の製品ウエハに対して所望形状のエッチング後パターンを形成するための照明パラメータ補正を容易に行なうことが可能となる。

30

【 0 0 8 6 】

また、密集パターンや孤立パターンなどの種々のパターンのエッチング後パターン寸法に基づいて、モデル関数を作成している。このため、密集パターン、孤立パターン、これらの中間ピッチのパターン等の種々のエッチング後パターンを、ウエハ面内でのショット位置に関わらず、設計パターンに応じた所望形状で形成することが可能となる。換言すると、1 枚の製品ウエハの中で疎密寸法差が変化する場合であっても、製品ウエハの全面で所望のパターン寸法を有したエッチング後パターンを形成することが可能となる。

【 0 0 8 7 】

また、ショット毎に照明パラメータ補正量を設定しているので、フォトマスクの O P C (Optical Proximity Correction) で対応できない寸法補正に対しても、寸法補正を行うことが可能となる。

40

【 0 0 8 8 】

このように第 1 の実施の形態によれば、ウエハ面内での座標に応じた照明パラメータ補正量を設定することができるモデル関数に基づいて、製品ウエハ毎に照明パラメータを補正しているので、任意の製品ウエハに対してウエハ面内で設計パターンの寸法に応じたパターン寸法のエッチング後パターンを形成することが可能になる。

【 0 0 8 9 】

(第 2 の実施の形態)

50

つぎに、図15～図17を用いて第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態では、製品ウエハのショットを複数の領域に分割し、分割された領域毎に照明パラメータ補正量を設定する。

【0090】

まず、本実施の形態に係るパターン形成方法の概念について説明する。図15は、第2の実施の形態にパターン形成方法の概念を説明するための説明図である。同図に示すパターン寸法マップ60は、ウエハ7に形成されるエッチング後パターンの、ウエハ面内での仕上り寸法分布を示している。

【0091】

製品ウエハにレジストパターンを形成した後に、レジストパターンをマスクとして製品ウエハの下層側をエッチングすると、エッチングなどに起因して、図15に示すように、略同心円状に仕上り寸法が変化する。例えば、ウエハの中心から周縁に向かって、エッチング後パターンの線幅が細くなる傾向がある。図15では、ウエハの中心部を含む円形状の領域61がエッチング後パターンの線幅が最も太くなる領域であり、領域61の外周を囲むリング状の領域62がエッチング後パターンの線幅が2番目に太くなる領域である。また、領域62の外周を囲むリング状の領域63がエッチング後パターンの線幅が3番目に太くなる領域であり、領域63の外周を囲むリング状の領域64がエッチング後パターンの線幅が最も細くなる領域である。

【0092】

本実施の形態では、1つのショット内で照明パラメータ補正量を変化させる。具体的には、パターン寸法マップ60などのエッチング後パターン寸法の寸法分布に基づいてモデル関数512を作成しておく。また、補正量算出部54が、製品ウエハの各ショット内を複数の領域に分割する。ショット内の領域分割は、入力部52に入力される使用者からの指示に従って行なってもよいし、予め設定しておいたルールに従って行なってもよい。補正量算出部54は、分割後の各領域に対応する照明パラメータ補正量を、モデル関数を用いて算出する。このとき、補正量算出部54は、分割後の各領域の代表点（例えば、領域内の中心）の座標における照明パラメータ補正量を、モデル関数に基づいて設定する。

【0093】

換言すると、本実施の形態では、レジストパターンの疎密寸法差の適正補正量を決定するための代表点をショット内で複数定めておく。そして、これらの各代表点に対して、第1の実施の形態で説明した方法で照明パラメータ補正量を設定する。

【0094】

製品ウエハの各ショットを露光する際には、設定した照明パラメータ補正量に従って照明パラメータをショット内で変化させながら露光する。ここで、図15に示すような、領域62と領域63とを含んだショットsh4を露光する場合について説明する。ショットsh4は、領域62と同じエッチング後パターン寸法の寸法分布を有したショット内領域62aと、領域63と同じエッチング後パターン寸法の寸法分布を有したショット内領域63aと、を有している。

【0095】

ショットsh4を露光する際には、ショット内領域62aとショット内領域63aとで、照明形状を領域62a、63aに応じた形状に変更する。具体的には、補正量算出部54が、ショットsh4を分割した後の各領域の代表点の座標をモデル関数に入力し、これにより得られる結果を照明パラメータ補正量とする。そして、補正量算出部54は、ショットsh4の各領域に対して照明パラメータ補正量を算出する。図15では、ショットsh4を2分割し、分割後の一方の領域がショット内領域62aであり、他方の領域が領域63aである場合を示している。例えば、ショット内領域62aでの照明パラメータ補正量に応じた照明形状として四重極照明30B1が設定され、領域63aでの照明パラメータ補正量に応じた照明形状として四重極照明30B2が設定される。

【0096】

制御部50は、ショット内領域62aを露光する際には、開口絞り11を用いて照明形

10

20

30

40

50

状を四重極照明 30B1 に設定し、領域 63a を露光する際には、開口絞り 11 を用いて照明形状を四重極照明 30B2 に設定する。

【0097】

これにより、四重極照明を用いてショット sh4 を露光する際には、大きな発光領域 4B を有した四重極照明 30B1 でショット内領域 62a が露光され、小さな発光領域 35B を有した四重極照明 30B2 で領域 63a が露光される。

【0098】

このように、1つのショット内でも適正な照明パラメータ補正量が領域毎に異なる場合は、領域毎に照明パラメータ補正量が設定される。換言すると、本実施の形態ではモデル関数 512 が示す適正な照明パラメータ補正量を再現するよう、1つのショットの露光中に照明パラメータ補正量がショット内の領域毎に制御される。

10

【0099】

図16は、照明パラメータ補正量を1ショットのスキャン露光中に変化させる処理を説明するための図である。図16では、照明パラメータ補正量の一例として $outer$ 補正量を、1ショットのスキャン露光中に変化させる処理を示している。

【0100】

図16の(a)に示すように、ショット内領域 71 は、ショット内領域 71 に応じた $outer$ 補正量で露光される。また、図16の(b)に示すように、ショット内領域 72 は、ショット内領域 72 に応じた $outer$ 補正量で露光され、図16の(c)に示すように、ショット内領域 73 は、ショット内領域 73 に応じた $outer$ 補正量で露光される。なお、本実施の形態でも、第1の実施の形態と同様に、照明パラメータ補正量に基づいて、ショット内の各領域を露光する際の露光量を補正してもよい。

20

【0101】

つぎに、補正量算出部 54 などを含んで構成される光学条件補正量算出装置のハードウェア構成について説明する。図17は、光学条件補正量算出装置のハードウェア構成を示す図である。光学条件補正量算出装置は、CPU (Central Processing Unit) 91、ROM (Read Only Memory) 92、RAM (Random Access Memory) 93、表示部 94、入力部 95 を有している。光学条件補正量算出装置では、これらの CPU 91、ROM 92、RAM 93、表示部 94、入力部 95 がバスラインを介して接続されている。

【0102】

CPU 91 は、コンピュータプログラムである光学条件補正量算出プログラム 97 を用いて、ショット毎またはショット内での光学条件 ($outer$ など) の補正量を算出する。表示部 94 は、液晶モニタなどの表示装置であり、CPU 91 からの指示に基づいて、ショットマップ 511、ショット毎またはショット内での光学条件の補正量 (照明パラメータ補正量) などを表示する。入力部 95 は、マウスやキーボードを備えて構成され、使用者から外部入力される指示情報 (光学条件の補正量の算出に必要なパラメータ等) を入力する。入力部 95 へ入力された指示情報は、CPU 91 へ送られる。

30

【0103】

光学条件補正量算出プログラム 97 は、ROM 92 内に格納されており、例えばバスラインを介して RAM 93 へロードされる。図17では、光学条件補正量算出プログラム 97 が RAM 93 へロードされた状態を示している。

40

【0104】

CPU 91 は RAM 93 内にロードされた光学条件補正量算出プログラム 97 を実行する。具体的には、光学条件補正量算出装置では、使用者による入力部 95 からの指示入力に従って、CPU 91 が ROM 92 内から光学条件補正量算出プログラム 97 を読み出して RAM 93 内のプログラム格納領域に展開して各種処理を実行する。CPU 91 は、この各種処理に際して生じる各種データを RAM 93 内に形成されるデータ格納領域に一時的に記憶させておく。

【0105】

光学条件補正量算出装置で実行される光学条件補正量算出プログラム 97 は、補正量算

50

出部 5 4 を含むモジュール構成となっており、これらが主記憶装置上にロードされ、これらが主記憶装置上に生成される。

【 0 1 0 6 】

なお、制御装置 5 において、入力部 5 2 と入力部 9 5 とを 1 つの入力部として構成してもよい。また、制御装置 5 において、記憶部 5 1、ROM 9 2、RAM 9 3 の 2 つ又は全てを 1 つの記憶部として構成してもよい。また、制御部 5 0 が補正量算出部 5 4 を有する構成としてもよい。この場合、例えば制御部 5 0 の CPU と CPU 9 1 とが 1 つの CPU として構成される。

【 0 1 0 7 】

このように第 2 の実施の形態によれば、ショット内を複数の領域に分割して領域毎に照明パラメータ補正量を設定しているのので、ショット内に 1 つの照明パラメータ補正量を設定する場合よりも、エッチング後パターンの寸法誤差をウエハ面内で高精度に抑制することが可能になる。

【 0 1 0 8 】

また、第 1 および第 2 の実施の形態によれば、ウエハ面内での座標に基づいて照明パラメータを補正しているのので、設計パターン寸法に応じたパターン寸法のパターンをウエハ上の全面に対して一様に形成することが可能になる。

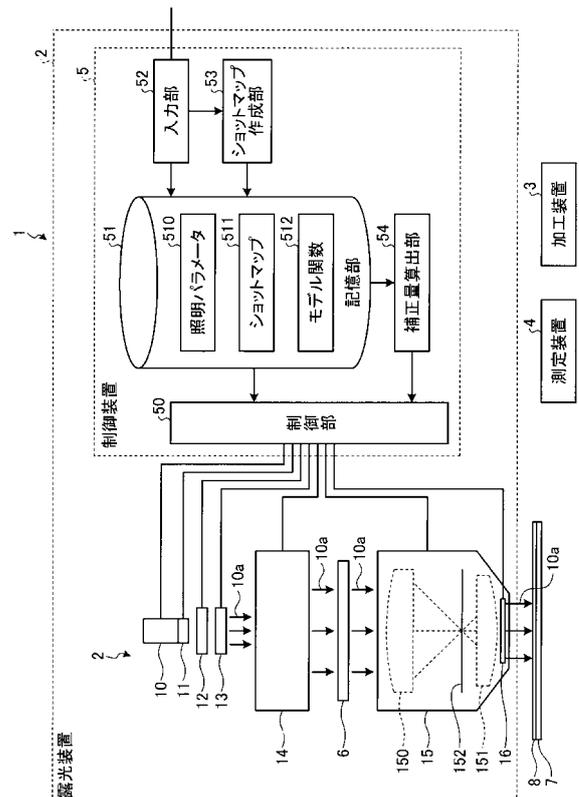
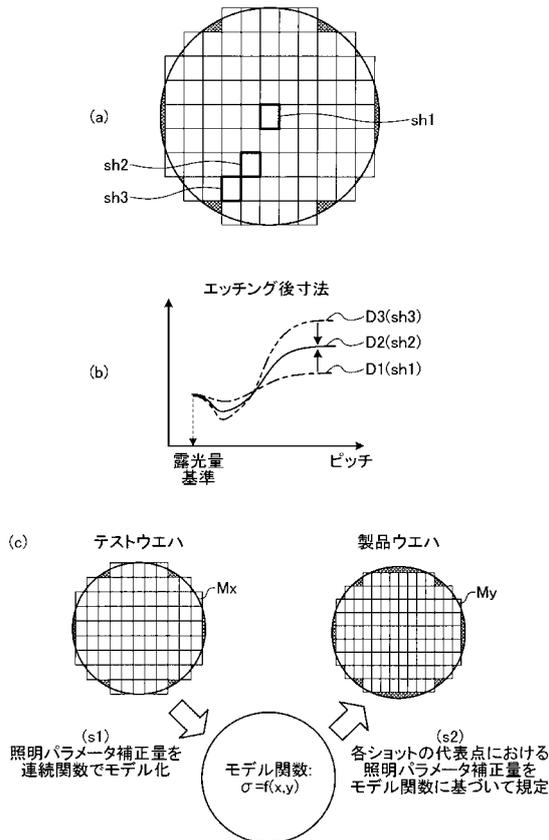
【 符号の説明 】

【 0 1 0 9 】

1 ... 基板処理システム、2 ... 露光装置、5 ... 制御装置、6 ... フォトマスク、7 ... ウエハ、10 a ... 露光光、11 ... 開口絞り、30 A ... 輪帯照明、30 B, 30 B 1, 30 B 2 ... 四重極照明、33 A, 33 B, 34 B, 35 B ... 発光領域、54 ... 補正量算出部、60 ... パターン寸法マップ、510 ... 照明パラメータ、511 ... ショットマップ、512 ... モデル関数、M1 a, M2 a ... ショットマップ、M1 b ... レジスト寸法補正量マップ、M1 c, M2 c ... 照明パラメータ補正量マップ、sh1 ~ sh4 ... ショット。

【 図 1 】

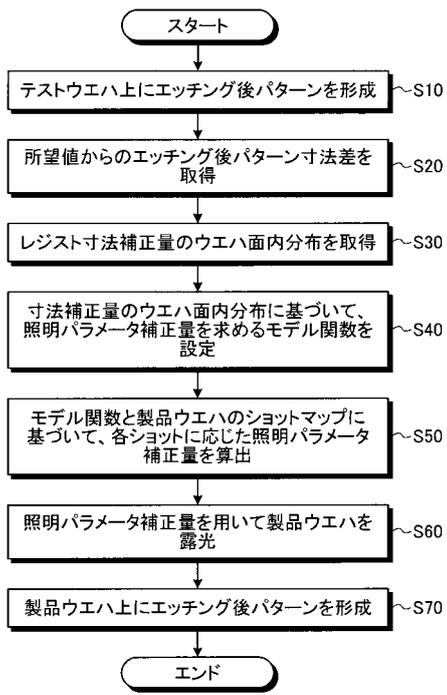
【 図 2 】



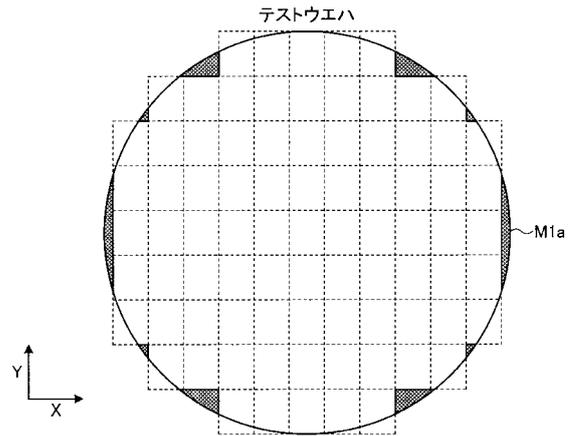
10

20

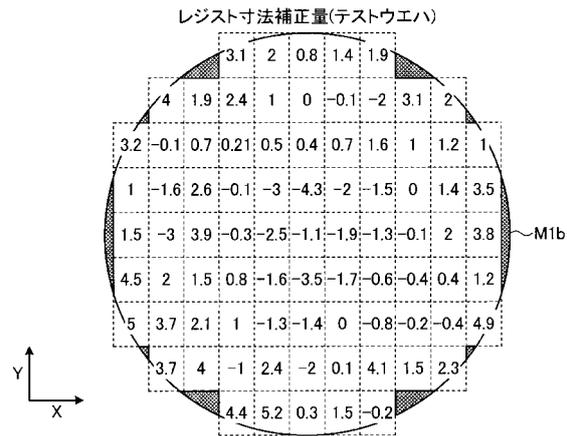
【 図 3 】



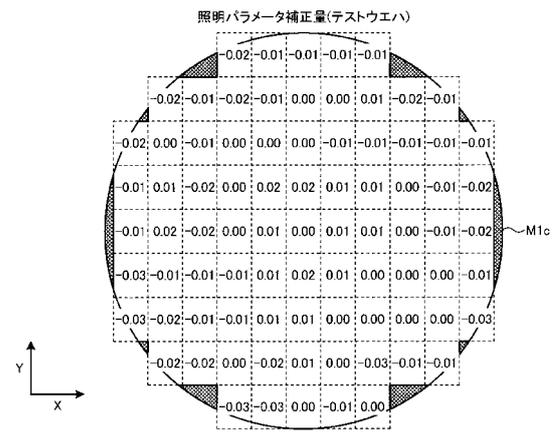
【 図 4 】



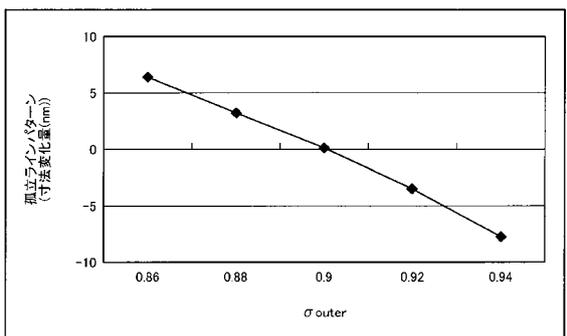
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

番号	x	y	f(x,y)
1	0	0	1
2	1	0	x
3	0	1	y
4	2	0	x ²
5	1	1	xy
6	0	2	y ²
7	3	0	x ³
8	2	1	x ² y
9	1	2	xy ²
⋮	⋮	⋮	⋮

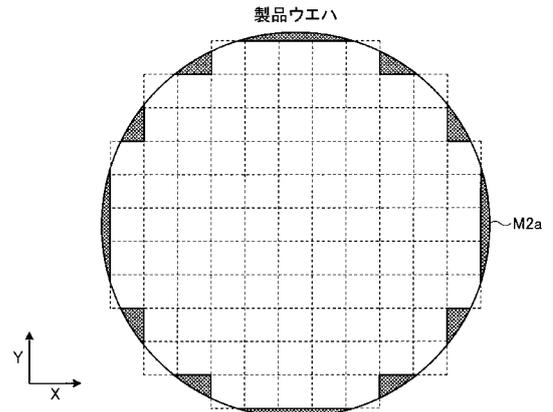
【 図 9 】

番号	f(r,θ)
1	1
2	r · cos θ
3	r · cos θ
4	2r ² -1
5	r ² · cos θ
6	r ² · cos θ
7	3(r ² -2)r · cos θ
8	3(r ² -2)r · cos θ
9	6r ⁴ -6r ² +1
⋮	⋮

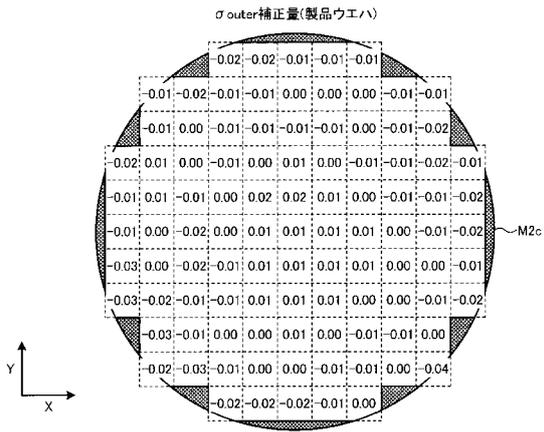
【 図 1 0 】

n	a _n
1	-0.861
2	0.455
3	0.277
4	-2.611
5	-0.516
6	-0.734
7	-0.104
8	0.605
9	0.233
10	-1.013
11	0.416
12	0.062
13	0.260
14	0.642
15	-0.233
16	-0.919
17	-0.092
18	0.983
19	0.325
20	0.021
21	-1.048
22	0.463
23	-0.212
24	-0.414
25	0.561
26	0.016
27	0.665
28	-0.356
29	1.048
30	0.986
31	0.627
32	0.709
33	1.084
34	-1.819
35	1.523
36	0.632
37	-1.072

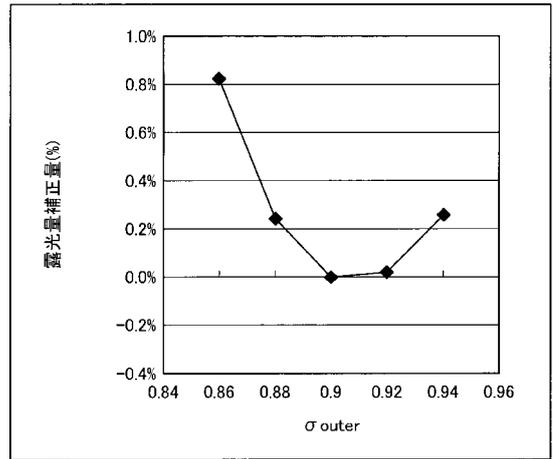
【 図 1 1 】



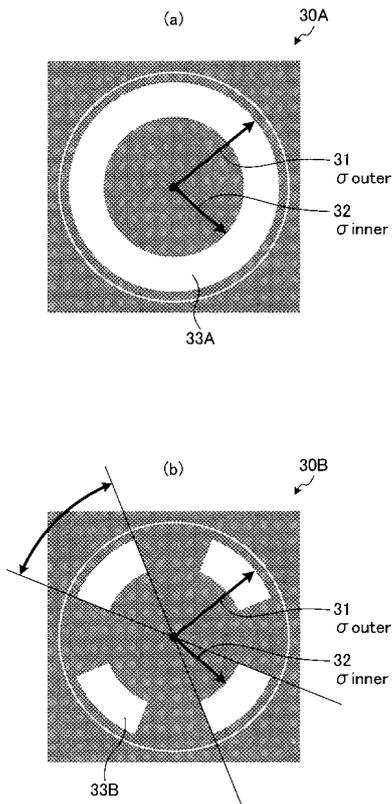
【 図 1 2 】



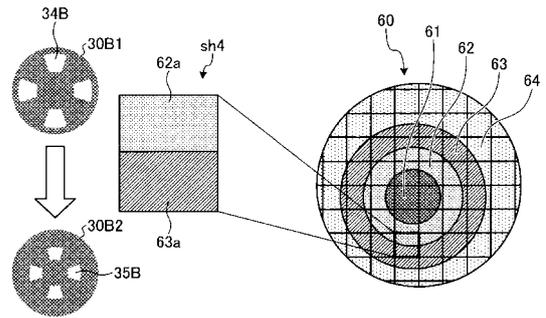
【 図 1 3 】



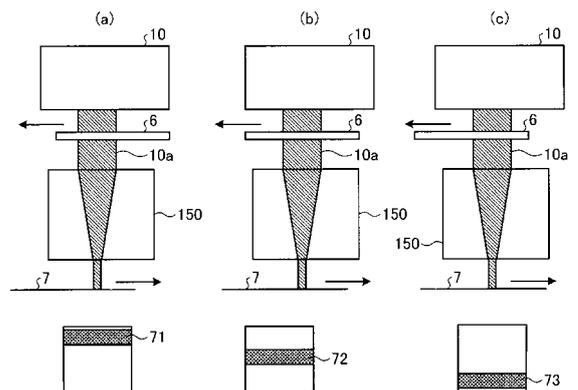
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

