

(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2012-178562
(P2012-178562A)

(43) 公開日 平成24年9月13日 (2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 2 5 W	5 F 1 3 1
G O 3 F 9/00 (2006.01)	G O 3 F 9/00 H	5 F 1 4 6
H O 1 L 21/68 (2006.01)	H O 1 L 21/68 F	

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-32977 (P2012-32977)	(71) 出願人	504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0 4 ディー アール, デ ラン 6 5 0 1
(22) 出願日	平成24年2月17日 (2012.2.17)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	61/446,795	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(32) 優先日	平成23年2月25日 (2011.2.25)	(72) 発明者	ルリナ, イリーナ オランダ国, ソン エヌエルー 5 6 9 1 エルイー, ビースボスラーン 1 5
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板のモデルパラメータを計算する方法、リソグラフィ装置、およびリソグラフィ装置によってリソグラフィ処理を制御する装置

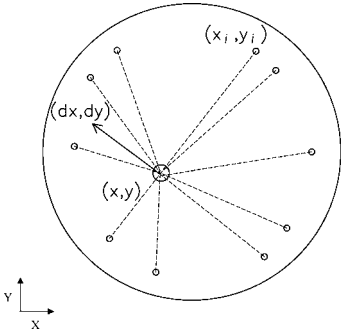
(57) 【要約】

【課題】リソグラフィ装置のモデルパラメータを推定すること、およびリソグラフィ装置によってリソグラフィ処理を制御すること。

【解決手段】リソグラフィ装置を使用して露光がウェハ全体にわたって実施される。所定のウェハ測定位置のセットが測定される。所定のマークの測定された位置が用いられてラジアル基底関数が生成される。前記基板のモデルパラメータが、生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算される。最後に、推定されたモデルパラメータが、基板を露光するためにリソグラフィ装置を制御するのに使用される。

。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

装置内の基板のモデルパラメータを計算する方法であって、
前記装置内の前記基板上の前記マークの位置を測定するステップと、
測定されたマークの位置を用いてラジアル基底関数を生成するステップと、
前記装置内の前記基板のモデルパラメータを、前記生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算するステップとを含む、方法。

【請求項 2】

前記マークの測定された位置を用いるステップが、前記マークの所定の位置および測定された位置を用いるステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記ラジアル基底関数が、ガウス基底関数、逆基底関数、多重二次基底関数、逆二次基底関数、スプライン次数 k 基底関数、または薄板スプライン基底関数である、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記装置内の前記基板のモデルパラメータを計算する前記ステップが、前記ラジアル基底関数および前記所定のマーク位置を用いて行列を作成するステップを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記所定のマーク位置が、前記計算されるモデルパラメータの精度を向上するように最適化される、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の方法。

20

【請求項 6】

前記所定のマーク位置が、ポロノイ図を含むアルゴリズムを使用して最適化される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ラジアル基底関数が緩和パラメータを含む、請求項 1 から 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記装置がリソグラフィ装置であって、前記方法がさらに、
前記リソグラフィ装置を使用してリソグラフィ処理を基板全体にわたって実施するステップと、
前記リソグラフィ装置による前記リソグラフィ処理を、前記計算されたモデルパラメータを使用して制御するステップとを含む、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の方法。

30

【請求項 9】

前記装置が、第 1 および第 2 の基板テーブルを備えるリソグラフィ装置であり、前記方法がさらに、

前記装置の前記第 1 および第 2 の基板テーブル上の前記基板上のマークの位置を測定するステップを含む、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

前記方法がさらに、

前記第 1 および第 2 の基板テーブル上の前記基板上の前記マークの測定された位置を用いて、前記第 1 および第 2 の基板テーブル上の前記基板に対するラジアル基底関数を生成するステップと、

40

前記装置の前記第 1 および第 2 の基板テーブル上の前記基板のモデルパラメータを、前記生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算するステップとを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記方法がさらに、

前記第 1 の基板テーブル上の前記基板上のマークの測定された位置、および前記第 2 の基板テーブル上の前記マークの測定された位置を用いて、前記第 1 の基板テーブル上の基板と前記第 2 の基板テーブルの間の差に対するラジアル基底関数を生成するステップと、

50

前記装置の前記第 1 の基板テーブル上の基板と前記第 2 の基板テーブルの間の差のモデルパラメータを、前記生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算するステップとを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記装置が、第 1 および第 2 の基板位置で第 1 および第 2 の装置を備える工場に配置され、

前記第 1 および第 2 の基板位置で前記基板上の前記マークの位置を測定するステップと

、
前記第 1 の基板位置の前記基板上の前記マークの測定された位置、および前記第 2 の基板位置の前記マークの測定された位置を用いて、前記第 1 の基板位置の基板と前記第 2 の基板位置の間の差に対するラジアル基底関数を生成するステップと、

前記第 1 の基板位置の基板と前記第 2 の基板位置の間の差のモデルパラメータを前記工場内で、前記生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算するステップとを含む、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 3】

基板全体にわたってリソグラフィ処理を実施し、かつ前記リソグラフィ処理を制御するように構成されたリソグラフィ装置であって、

前記リソグラフィ装置内の前記基板上のマークの測定位置を受け取り、

測定されたマーク位置を用いてラジアル基底関数を生成し、

前記リソグラフィ装置内の前記基板のモデルパラメータを、前記ラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算し、

前記リソグラフィ処理を前記リソグラフィ装置によって、前記モデルパラメータを使用して制御するように構成されたプロセッサを備える、リソグラフィ装置。

【請求項 1 4】

リソグラフィ処理をリソグラフィ装置によって制御し、基板全体にわたってリソグラフィ処理を実施するように構成された装置であって、

前記装置内の前記基板上のマークの測定位置を受け取り、

測定されたマーク位置を用いてラジアル基底関数を生成し、

前記装置内の前記基板のモデルパラメータを、前記ラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算し、

前記リソグラフィ処理を前記リソグラフィ装置によって、前記モデルパラメータを使用して制御するように構成されたプロセッサを備える、装置。

【請求項 1 5】

前記ラジアル基底関数が、ガウス基底関数、逆基底関数、多重二次基底関数、逆二次基底関数、スプライン次数 k 基底関数、または薄板スプライン基底関数である、請求項 1 3 または 1 4 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板のモデルパラメータを計算する方法、リソグラフィ装置、およびリソグラフィ装置によるリソグラフィ処理を制御する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常は基板のターゲット部分上に適用する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路 (IC) の製造時に使用することができる。そのような場合、選択的にマスクまたはレチクルと呼ばれるパターンニングデバイスを使用し、IC の個々の層に形成しようとする回路パターンを生成することができる。このパターンを、基板 (例えば、シリコンウェーハ) 上の (例えば、ダイの一部、1 つのダイ、またはいくつかのダイを含む) ターゲット部分上に転写することができる。パターンの転写は、一般に、基板上に設けられた放射感応性材料 (レジスト) の層上への結像

10

20

30

40

50

による。一般に、単一の基板は、連続してパターンングされる、網状の隣り合うターゲット部分を含むことになる。従来のリソグラフィ装置には、パターン全体を一度にターゲット部分上に露光することによって各ターゲット部分が照射される、いわゆるステッパと、所与の方向（「スキャン」方向）で放射ビームを介してパターンをスキャンし、一方、この方向に対して平行または逆平行で基板を同期スキャンすることによって、各ターゲット部分が照射される、いわゆるスキャナとが含まれる。パターンを基板上にインプリントすることによってパターンングデバイスから基板にパターンを転写することも可能である。

【0003】

連続して露光される各ターゲット部分を正確に上に重ねて露光するために、基板にアライメントマークを設けて基板上の基準位置とする。アライメントマークの位置を測定することによって、前に露光されたターゲット部分の位置を計算することができ、リソグラフィ装置を、次のターゲット部分を前に露光されたターゲット部分の上に正確に露光するように制御することができる。前に露光されたターゲット部分の位置を必要な精度で決定するには、基板のモデルパラメータを推定することが有利になりうる。これまでは、要求されるオーバーレイ規格で各ターゲット部分を上に重ねて連続して露光するには、線形モデルを使用するだけで十分でありえた。しかし、非線形項がオーバーレイエラーの最大の誘因になりうる。最新の開発成果によりまた、基板ごとにより多くのアライメントマークを測定することも可能になっている。線形モデルの精度は、より多くのアライメントマークを用いることで向上させることができない。したがって、より高度なモデルが必要になりうる。

10

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

基板のモデルパラメータを計算することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の第1の態様によれば、装置内の基板のモデルパラメータを計算する方法が提供され、この方法は、前記装置内の基板上のマークの位置を測定するステップと、測定されたマークの位置を用いてラジアル基底関数を生成するステップと、前記装置内の前記基板のモデルパラメータを、生成されたラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算するステップとを含む。

30

【0006】

計算されたモデルパラメータを用いて基板テーブル上の基板上の位置を内挿によってより正確に決定して、装置内で露光される基板のオーバーレイエラーを最小限にすることができる。この方法を使用してまた、装置の第1および第2の基板テーブルのモデルパラメータを計算して、例えばいわゆるチャック対チャック較正のために、オーバーレイエラーを最小限にすることもできる。この方法を使用してまた、オーバーレイエラーを最小限にするために工場内の第1および第2の装置が較正される、例えばいわゆる機械対機械の較正のために、工場内の第1および第2の装置のモデルパラメータを計算することもできる。この方法はまた、機械の設定のために使用することもできる。

40

【0007】

本発明の第2の態様によれば、基板全体にわたってリソグラフィ処理を実施し、かつリソグラフィ処理を制御するように構成されたリソグラフィ装置が提供され、この装置は、リソグラフィ装置内の基板上のマークの測定位置を受け取り、測定されたマーク位置を用いてラジアル基底関数を生成し、前記リソグラフィ装置内の基板のモデルパラメータを、ラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算し、リソグラフィ処理を前記リソグラフィ装置によって、前記モデルパラメータを使用して制御するように構成されたプロセッサを備える。

【0008】

本発明の第3の態様によれば、リソグラフィ処理をリソグラフィ装置によって制御し、

50

基板全体にわたってリソグラフィ処理を実施するように構成された装置が提供され、この装置は、前記装置内の基板上のマークの測定位置を受け取り、測定されたマーク位置を用いてラジアル基底関数を生成し、前記装置内の前記基板のモデルパラメータを、前記ラジアル基底関数を基底関数として前記基板全体にわたって使用して計算し、リソグラフィ処理を前記リソグラフィ装置によって、前記モデルパラメータを使用して制御するように構成されたプロセッサを備える。

【 0 0 0 9 】

本発明は、リソグラフィ装置、あるいはリソグラフィ装置によってリソグラフィ処理を制御するために使用できる、また基板全体にわたってトラック（一般に基板にレジストの層を塗布し、露出したレジストを現像するツール）、メトロロジーツールおよび/または

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

次に、例示にすぎないが、本発明の諸実施形態について、対応する参照記号が対応する部分を示す添付の概略図面を参照して述べる。

【 図 1 】 リソグラフィ装置を示す図である。

【 図 2 】 基板配置、および基板上のいくつかの点の、中心を基準とする半径方向距離を示す図である。

【 図 3 】 露光フィールドの、5個、9個および25個のアンカーポイントを用いたいくつかの配置を示す図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

図 1 は、リソグラフィ装置を概略的に示す。この装置は、

放射ビーム B（例えばUV放射またはDUV放射）を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）I Lと、

パターニングデバイス（例えばマスク）M Aをサポートするように構築され、いくつかのパラメータに従ってパターニングデバイスを正確に位置決めするように構成された第 1 のポジショナ P M に接続されたサポート構造（例えばマスクテーブル）M T と、

基板（例えばレジストコートウェーハ）W を保持するように構築され、いくつかのパラメータに従って基板を正確に位置決めするように構成された第 2 のポジショナ P W に接続された基板テーブル（例えばウェーハテーブル）W T と、

30

パターニングデバイス M A により放射ビーム B に付与されたパターンを基板 W のターゲット部分 C（例えば 1 つまたは複数のダイを含む）に投影するように構成された投影システム（例えば屈折投影レンズシステム）P L とを含む。

【 0 0 1 2 】

照明システムは、放射の誘導、整形、または制御を行なうために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型または他の型の光学コンポーネント、またはそれらの任意の組合せなどの様々な型の光学コンポーネントを含むことがある。

【 0 0 1 3 】

40

サポート構造は、パターニングデバイスの重さを支持する、すなわち支える。サポート構造は、パターニングデバイスの向き、リソグラフィ装置の設計、および、例えばパターニングデバイスが真空環境中に保持されるか否かなどの他の条件に依存したやり方で、パターニングデバイスを保持する。サポート構造は、機械技術、真空技術、静電技術または他のクランプ技法を使用して、パターニングデバイスを保持することができる。サポート構造は、例えばフレームまたはテーブルであってもよく、これは、必要に応じて固定されても、または可動であってもよい。サポート構造は、パターニングデバイスが、例えば投影システムに対して所望の位置にあることを保証することができる。本明細書での「レチクル」または「マスク」という用語の使用はどれも、より一般的な用語「パターニングデバイス」と同義であると考えられることができる。

50

【 0 0 1 4 】

本明細書に使用される用語「パターニングデバイス」は、基板のターゲット部分内にパターンを作成するなど、その横断面内にパターンを備えた放射ビームを与えるために使用することができるあらゆるデバイスを指すものと広義に解釈されたい。例えばパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含むと、放射ビームに与えられたパターンが、基板のターゲット部分内の所望のパターンと正確に一致しない可能性があることに留意されたい。一般に、放射ビームに与えられたパターンは、集積回路などのターゲット部分に生成されるデバイス内の特定の機能の層に相当することになる。

【 0 0 1 5 】

パターニングデバイスは透過型または反射型であってもよい。パターニングデバイスの例には、マスク、プログラマブルミラーアレイ、およびプログラマブルLCDパネルがある。マスクはリソグラフィではよく知られており、マスクには、バイナリ、レベンソン型(alternating)位相シフト、およびハーフトーン型(attenuated)位相シフトのようなマスクの型、ならびに様々なハイブリッドマスクの型がある。プログラマブルミラーアレイの例は、小さなミラーのマトリックス配列を使用し、この小さなミラーの各々は、入射放射ビームを様々な方向に反射するように個々に傾けることができる。傾いたミラーが、ミラーマトリックスで反射された放射ビームにパターンを与える。

【 0 0 1 6 】

本明細書で使用される「投影システム」という用語は、使用される露光放射または、液浸用液体の使用または真空の使用のような他の要因に適切であるような、屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型および静電型の光学システム、またはこれらの任意の組合せを含んだ投影システムの任意の型を含むものとして広く解釈されるべきである。本明細書での「投影レンズ」という用語の使用はどれも、より一般的な用語「投影システム」と同義であると考えることができる。

【 0 0 1 7 】

ここで示すように、本装置は透過型である(例えば、透過マスクを使用する)。代わりに、本装置は反射型であってもよい(例えば、上で言及したような型のプログラマブルミラーアレイを使用するか、または反射マスクを使用する)。

【 0 0 1 8 】

リソグラフィ装置は、2つ(デュアルステージ)以上の基板テーブル(および/または複数のマスクテーブル)を有するタイプの装置であってもよい。このような「マルチステージ」マシンの場合、追加テーブルを並列に使用することができ、あるいは1つまたは複数の他のテーブルを露光のために使用している間、1つまたは複数のテーブルに対して予備工程を実行することができる。

【 0 0 1 9 】

リソグラフィ装置はまた、投影システムと基板の間の空間を満たすように、比較的高い屈折率を有する液体、例えば水によって基板の少なくとも一部分を覆うことができるタイプのものとして行うことができる。また、液浸液は、リソグラフィ装置内の他の空間、例えば、マスクと投影システムの間で与えることもできる。液浸技法は、投影システムの開口数を増大することで、当技術分野で周知である。本明細書で使用される場合、「液浸」という用語は、基板など、ある構造を液体内に沈めなければならないことを意味しておらず、逆に、液体が、露光中に投影システムと基板の間に位置することを意味するにすぎない。

【 0 0 2 0 】

図1を参照して、イルミネータILは放射源SOから放射ビームを受け取る。放射源およびリソグラフィ装置は別個の実体であってもよい。例えば、放射源がエキシマレーザであるとき、そうである。そのような場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成していると考えられず、放射ビームは、例えば適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを備えるビームデリバリシステムBDを使用して、放射源SOからイルミネータILに送られる。他の場合には、放射源は、リソグラフィ装置の一体化部分であることがある。例えば、放射源が水銀ランプであるとき、そうである。放射源SOおよびイルミネー

10

20

30

40

50

タ I L は、必要な場合にはビームデリバリシステム B D と一緒にして、放射システムと呼ばれることがある。

【 0 0 2 1 】

イルミネータ I L は、放射ビームの角度強度分布を調整するアジャスタ A D を含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および / または内側半径範囲（通常、 σ - o u t e r、 σ - i n n e r とそれぞれ呼ばれる）を調整することができる。さらに、イルミネータ I L は、インテグレータ I N およびコンデンサ C O などの様々な他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使用して、断面内に所望の一様性および強度分布を持つように放射ビームの条件を整えることができる。

【 0 0 2 2 】

放射ビーム B は、サポート構造（例えば、マスクテーブル M T ）上で保持されているパターンニングデバイス（例えば、マスク M A ）上に入射し、パターンニングデバイスによってパターンニングされる。放射ビーム B は、マスク M A を横切って、投影システム P L を通過し、投影システム P L は、ビームを基板 W のターゲット部分 C 上に集束する。基板テーブル W T は、第 2 のポジショナ P W および位置センサ I F （例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、2 次元エンコーダ、または容量センサ）の助けにより、例えば、様々なターゲット部分 C を放射ビーム B の経路内で位置決めするように、正確に移動することができる。同様に、第 1 のポジショナ P M と（図 1 には明示的に図示されない）別の位置センサを使用し、マスク M A を、例えばマスキライブラリから機械的に取り出した後で、またはスキャン中に、放射ビーム B の経路に対して正確に位置決めすることができる。一般に、マスクテーブル M T の移動は、第 1 のポジショナ P M の一部を形成するロングストロークモジュール（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）の助けにより実現することができる。同様に、基板テーブル W T の移動は、第 2 のポジショナ P W の一部を形成するロングストロークモジュールおよびショートストロークモジュールを使用して実現することができる。（スキャナとは対照的に）ステップの場合には、マスクテーブル M T をショートストロークアクチュエータだけに接続することも、固定とすることもできる。マスク M A および基板 W は、マスクアライメントマーク M 1、M 2、および基板アライメントマーク P 1、P 2 を使用して位置合わせすることができる。図の基板アライメントマークは、専用のターゲット部分を占有しているが、ターゲット部分間の空間内に位置してもよい（これらは、スクライブレーンアライメントマークとして知られる）。同様に、複数のダイがマスク M A 上に設けられる状況では、マスクアライメントマークは、ダイ間に位置してもよい。

【 0 0 2 3 】

図示される装置は、以下のモードの少なくとも 1 つにおいて使用することが可能である。

1 . ステップモードでは、マスクテーブル M T および基板テーブル W T が、実質的に静止状態に保たれ、放射ビームに与えられた全パターンが、一度でターゲット部分 C 上に投影される（すなわち単一静止露光）。次いで、基板テーブル W T は、別のターゲット部分 C を露光することが可能となるように x 方向および / または y 方向にシフトされる。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズが、単一静止露光においてイメージングされるターゲット部分 C のサイズを限定する。

2 . スキャンモードでは、マスクテーブル M T および基板テーブル W T が、同期してスキャンされ、放射ビームに与えられたパターンが、ターゲット部分 C 上に投影される（すなわち単一動的露光）。マスクテーブル M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P L の拡大率（縮小率）および像反転特性により決定することができる。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズが、単一動的露光におけるターゲット部分の（非スキャン方向の）幅を限定し、スキャン動作の長さが、ターゲット部分の（スキャン方向の）高さを決定する。

3 . 別のモードでは、マスクテーブル M T が、プログラマブルパターンニングデバイスを保持しつつ実質的に静的状態に保たれ、基板テーブル W T が、移動されまたはスキャンさ

10

20

30

40

50

れるとともに、放射ビームに与えられたパターンが、ターゲット部分 C 上に投影される。このモードでは、一般的にはパルス放射源が使用され、プログラブルパターンングデバイスは、基板テーブル W T の各移動の後で、またはスキャン中の連続放射パルスの間に、必要に応じて更新される。この作動モードは、上述のタイプのプログラブルミラーアレイなどのプログラブルパターンングデバイスを使用するマスクレスリソグラフィに容易に応用することが可能である。上述の使用モードもしくは全く異なる使用モードの組合せおよび / または変形を使用することもできる。

【 0 0 2 4 】

リソグラフィ装置によって露光される基板が適正に、ばらつきなく露光されるように、基板上の先行露光マークの位置を決定することが望ましい。したがって、例えば、装置内の基板上の N 個の先行露光マークの位置を測定することが必要になる。すべてのマークの変位を得るには、所定のマーク位置（基板上の先行露光された層の露光時に決定されたマーク位置）を、そのマークの測定位置から引き算すればよい。マークの変位を用いて、基板上のすべての点における変位を予測することができる。したがって、変位は、線形 6 パラメータモデルにおいて、すべてのマークの平行移動、倍率および回転に換算して記述することができる。

【 0 0 2 5 】

（ 1 つのアライメントマークの ）各測定値について、次式を作ることができる。

$$M w x \cdot x c - R w y \cdot y c + C w x = d x$$

$$R w x \cdot x c + M w y \cdot y c + C w y = d y$$

ここで、 $x c$ および $y c$ は測定が行われる公称位置、 w は、ここでは一定値を有する重み付け係数であり、 $C x$ （ x 方向の平行移動）、 $C y$ （ y 方向の平行移動）、 $M x$ （ x 方向の倍率）、 $M y$ （ y 方向の倍率）、 $R x$ （ z 軸まわりの x 軸の回転）および $R y$ （ z 軸まわりの y 軸の回転）は適合するモデルパラメータ、 $d x$ 、 $d y$ は測定された変位（偏差）（測定された位置から推定された位置を引いたもの）である。基板上のすべてのマークについてこれらの式を書き表すと次式のシステムになる。

【 0 0 2 6 】

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} dx_i \\ dy_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & xc_i & -yc_i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & yc_i & xc_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Cwx \\ Mwx \\ Rwx \\ Cwy \\ Mwy \\ Rwy \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, N$$

【 0 0 2 7 】

行列ベクトル表記法では、

【 0 0 2 8 】

【 数 2 】

$$A \cdot \vec{x} = \vec{b}$$

のようになり、行列 A は $2 N \times 6$ のサイズを有する。

【 0 0 2 9 】

このシステムは、 x および y の方向で $N \times 6$ のサイズの 2 つのシステムに容易に分割す

ることができる。

【 0 0 3 0 】

【 数 3 】

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & -y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_N & -y_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Cwx \\ Mwx \\ Rwx \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dx_1 \\ \vdots \\ dx_N \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad \begin{bmatrix} 1 & y_1 & x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & y_N & x_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Cwy \\ Mwy \\ Rwy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dy_1 \\ \vdots \\ dy_N \end{bmatrix}$$

【 0 0 3 1 】

10

適合するモデルパラメータ (Cwx、Cwy、Mwx、Mwy、RwxおよびRwy) を見つけることができるには、少なくとも6つのこれらの式(すなわち3つの測定値)が必要になる。通常、パラメータよりも多い測定値が入手可能である。これは、行列の行が列よりも多い式からなる過剰決定システムを解くことになる。これらの式の解は、よく知られている最小二乗法を用いて見出すことができる。これは、

【 0 0 3 2 】

【 数 4 】

$$\bar{x} = (A^T A)^{-1} A^T \bar{b}$$

20

と書き表すことができる。

【 0 0 3 3 】

その適合性は、より多くの適合されるべきパラメータを追加することによって改善することができる。これは、測定値の数が適合されるべきパラメータの数よりも多い場合に実現可能である。関数近似、ならびに多くの方向に分散したデータの内挿および外挿では、最新の強力なツールとしてラジアル基底関数(RBF)を使うことができる。RBFは実数値の関数であり、その値は原点からの距離にだけ依存し、あるいは、中心と呼ばれるいくつか他の点からの距離に依存し、次式となる。

【 0 0 3 4 】

30

【 数 5 】

$$\phi(\vec{x}, \vec{c}) = \phi(\|\vec{x} - \vec{c}\|) = \phi(r)$$

【 0 0 3 5 】

RBFを用いる関数近似は次式の形で確立することができる。

【 0 0 3 6 】

【 数 6 】

$$y(\vec{x}) = \sum_{i=1}^N w_i \phi(\|\vec{x} - \vec{c}_i\|)$$

40

ここで近似関数 $y(x)$ は、N個のラジアル基底関数(RBF)の合計として表され、それぞれが別々の中心 c と関連付けられ、適切な係数 w_i で重み付けされており、 $\|\cdot\|$ は標準ユークリッドベクトルノルムの記号である。

【 0 0 3 7 】

重み w_i は、 $y(x_i) = y_i$ の式に内挿条件が適合するように最小二乗法を用いて計算することができる。

50

【 0 0 3 8 】

重み係数の線形システムは次式のようにになる。

【 0 0 3 9 】

【 数 7 】

$$\begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{1N} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \phi_{N1} & \phi_{N2} & \phi_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}$$

10

ここで、 $\phi_{ij} = \phi(r_{ij})$ であり、 r_{ij} は 2 点間の距離（例えば、2 つのマーク間の距離）である。

【 0 0 4 0 】

内挿条件がある数だけ重み係数、すなわち自由度があることに留意されたい。得られる式のシステムは、非常に穏やかな条件下で非特異（可逆的）であり、したがって一意解が存在する。ラジアル基底関数（RBF）の多くについての唯一の制限は、少なくとも 3 つの点が 1 つの直線上にないことである。RBF に対し、ガウス基底関数、逆基底関数、多重二次基底関数、逆二次基底関数、スプライン次数 k 基底関数、および薄板スプライン基底関数など、多数の選択が可能である。他の RBF もまた可能であることに留意されたい。2 つの主要な RBF クラス、すなわち無限平滑（その導関数が各点に存在する）、およびスプライン（その導関数が一部の点で存在しないことがある）が以下に示されている。

20

【 0 0 4 1 】

区分平滑 RBF

多重調和スプライン

$\phi(r) = r^k \ln(r)$ 、 k は偶数、 $k \in N$

$\phi(r) = r^k$ 、 k は奇数、 $k \in N$

一般化ダチヨンスプライン（Duchon spline）

30

【 0 0 4 2 】

【 数 8 】

$$\phi(r) = r^{2\nu}, \nu \notin N$$

無限平滑 RBF

ガウス $\phi(r) = \exp(-\beta r^2)$

【 0 0 4 3 】

【 数 9 】

40

$$\text{Multiquadric: } \phi(r) = \sqrt{r^2 + \beta^2}$$

逆二次 $\phi(r) = (1 + \beta r^2)^{-1}$

【 0 0 4 4 】

基板アライメントモデルにどの基底関数をパラメータ β 、 k 、 ν のどれと共に選択するかという問題は、さらに詳細に調べる必要がある。 $k = 2$ では、多重調和スプラインは薄板スプライン（TPS）と呼ばれる。この名称は、金属の薄いシートの曲げを含む物理的

50

類似性に関連する。物理的な状況では、たわみは z 方向であり、薄いシートの面と直交する。この概念をリソグラフィ処理における基板変形の問題に適用するために、板の持ち上げりを、その面の中の x または y 座標の変位とみなすことができる。TPSは、画像アライメントおよび形状マッチングにおいて剛直でない変換モデルとして広く使用されてきた。TPSが好評であるのは、いくつかの利点による。

1. このモデルには手作業の調整が必要な自由パラメータがなく、自動内挿が実施可能であり、

2. それが二次元重調和演算子の基本解であり、

3. データ点の組みを考えると、各データ点のまわりに中心を置いた薄板スプラインの重み付け組合せは、いわゆる「曲げエネルギー」を最小にしながらこれらの点を正確に通る内挿関数を与える。

【0045】

好適で正確な関数近似を与える他の可能な選択肢には、無限平滑RBF、多重二次RBFおよびガウスRBFが含まれる。ガウスラジアル基底関数が空間内に非常にうまく局在化されるので、その中のパラメータ β は通常、所与のデータセット内の点の間の距離に依存するはずであり、そうでなければ、特にパラメータが点の間の平均距離と比べてあまりに大きい場合に、近似が有効な結果を与える見込がない。多重二次RBFはまた、試験すると関心をそそり、ガウスが実にそうであるように、別個の中心のすべてのセット、およびすべてのパラメータに対して可逆行列を与えるが、後者は、正定値の、本質的にバンド付きの内挿行列を与えるという強力な付加的利点を有する。実際、行列のバンド付き構成は、ガウスラジアル関数のパラメータが大きい場合にいっそう支配的になるが、このパラメータは、近似の精度と位置に対抗する。この位置と接近音の品質との間の典型的なトレードオフには、基板アライメントモデルのRBFを選択しながら対処しなければならない。さらに、本文献では、やはり正定値行列を与え、純粋にバンド付き内挿行列を有するいっそう特殊なラジアル関数を次に提案する。二次元の一例を次式で示す。

【0046】

【数10】

$$\phi(r) = \frac{1}{18}r^2 + \frac{4}{9}r^3 + \frac{1}{2}r^4 - \frac{4}{3}r^3 \log r.$$

【0047】

精密な基板アライメント時に、基板上の N 個のマークが測定され、すべてのマークの変位が決定される。この情報に基づいて、基板上のどの点の変位も予測することができる。基板上の x 方向の任意の点の変位は d_x と定義され、 y 方向では d_y と定義される。図2は、基板配置、および基板上のいくつかの点の、中心を基準とする半径方向距離を示す。RBFの概念を考察すると、変位を計算するための以下の数式を作成することができる。

【0048】

【数11】

$$dx(x, y) = a_1 + a_2x + a_3y + \sum_{i=1}^N w_i \phi(\|(x, y) - (x_i, y_i)\|) \quad (1)$$

$$r = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

【0049】

重み係数 w_i および線形係数 a_1 、 a_2 、 a_3 が、関数が N 個の所与の点(RBF中心と呼ぶ) (x_i, y_i) 、 $i = 1, \dots, N$ を通過し、次式のいわゆる直交性条件を満たすように決定される。

【0050】

10

20

30

40

50

【数 1 2】

$$0 = \sum_{i=1}^N w_i, \quad 0 = \sum_{i=1}^N w_i x_i, \quad 0 = \sum_{i=1}^N w_i y_i$$

【0 0 5 1】

この式は、行列形式では次式となり、

【0 0 5 2】

【数 1 3】

10

$$\begin{bmatrix} K & P \\ P^T & O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \overline{w} \\ \overline{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{d} \\ 0 \end{bmatrix}$$

w_i — weights, ϕ — radial basis functions,

$\overline{d}$ — displacement in (x_i, y_i)

20

$$K_{ij} = \phi(\|(x_i, y_i) - (x_j, y_j)\|)$$

O はゼロ行列である。

【0 0 5 3】

【数 1 4】

30

$$P = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & \dots & \dots \\ 1 & x_N & y_N \end{bmatrix}, w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix}, d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix}, a = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$$

40

【0 0 5 4】

主近似数式 (1) は多項式部分と、ラジアル基底関数の線形組合せとの 2 つの部分から成る。多くの適用例において、条件付けを改善し、内挿行列の非特異点を確保するために、余分の多項式項が近似数式に含まれる。この一次多項式項は近似の全体アフィン要素を表し、RBF 項は局所非アフィン要素を表す。外挿が生じた場合に多項式部分は特に有用であり、したがって、それがウェハの縁部に近接した近似の精度を向上する。要約すると、第 1 のステップでリソグラフィ装置内の基板上のマークの位置が測定され、マークの所定の位置および測定された位置を用いてラジアル基底関数が生成され、重み係数 w_i および線形係数 a_1 、 a_2 、 a_3 などの x および y 方向のモデルパラメータが、生成されたラジアル基底関数を基礎関数として用いて、前記基板全体にわたって計算される。第 2 のス

50

テップで、すべての露光フィールドの変位が、これらのモデルパラメータを使用して計算される。

【 0 0 5 5 】

基板アライメントにおける正確な内挿の潜在的問題が、このモデルに残差がないことによって生じる可能性がある。一般に残差は、異常値の検出、および様々な動作係数の計算に使用することができる。

【 0 0 5 6 】

この潜在的問題の解決策の1つは、R B Fモデルの線形部分（式（1）参照）を使用して残差を計算することである。別の実現可能な解決策は、内挿要件をわずかに緩和し、それによって、得られた内挿面が測定された点を正確に通らないことを許容することである。この解決策は、緩和パラメータ λ によって制御される緩和処理を用いている。 λ がゼロの場合、内挿は正確である可能性があり、 λ が無限大に近づく場合は、得られた面を最小二乗適合面に縮小することができる。

10

【 0 0 5 7 】

緩和パラメータは、行列 K の対角に現れ、

$$K_{ij} = \varphi((x_i, y_i) - (x_j, y_j)) + I_{ij} \alpha^2 \lambda$$

【 0 0 5 8 】

【数 1 5】

$$\alpha = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij}$$

20

ここで、 I は標準単位対角行列であり、 α は測定点間の距離の平均である。この余分のパラメータ α により、緩和パラメータ λ の大きさが不変になる。

【 0 0 5 9 】

次に、これらの式は行列形式で次式となる。

【 0 0 6 0 】

【数 1 6】

$$\begin{bmatrix} K + \alpha^2 \mathcal{I} & P \\ P^T & O \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \overline{w} \\ \overline{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{d} \\ 0 \end{bmatrix}$$

30

【 0 0 6 1 】

重要な問題は、測定データ中に異常値がありうる場合にR B Fがどのように振る舞うかということといえる。R B Fを使用する一方で、異常値を除去するアルゴリズムを用意する必要がある。前述のように、R B Fモデルで残差を計算するための2つの実現可能な解決策、すなわちR B Fモデルの線形部分を使用することによる解決策、または緩和処理を使用することによる解決策、が特定されている。

40

【 0 0 6 2 】

緩和パラメータが小さいと、得られる残差が小さくなる。隣り合う点の残差が緩和処理によって生じることがある。緩和パラメータ λ が小さいほど、異常値を除去するための閾値を設定することがいっそう困難になりうる。緩和パラメータ λ が不適切に選択される場合には、隣り合う好適なデータ点が除去されることが起こりうる。その一方で、緩和パラメータ λ が小さいと、得られるモデル化精度がよくなるものの依然として、緩和処理なしでR B Fモデルを使用した場合に実現できるモデル化精度よりはよくない。これらの考慮事項に基づいて、選択は6パラメータ残差となる。R B Fモデルの線形部分からの残差は

50

、異常値検出、色選択（すなわち、最良の信号対雑音比を有するアライメント信号を選択するため）、および様々な動作インジケータの計算のために使用することができる。

【 0 0 6 3 】

前述の手法を用いると、すべての測定点が同様に緩和されるが、付加的情報（例えば、アライメント信号の色選択、アライメント信号の回折次数、ノイズ情報）に基づいて、測定点が異なるように緩和することもできる。測定点は、例えば選択された動作インジケータに比例して緩和することができる。こうした特定の状況では、測定点ごとに緩和パラメータ λ を定義する必要がある。

$$K_{ij} = \varphi \left((x_i, y_i) - (x_j, y_j) \right) + I_{ij} \alpha^2 \lambda_i$$

【 0 0 6 4 】

【数 1 7】

$$\alpha = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij}$$

【 0 0 6 5 】

測定点ごとに緩和を適用すると、好適なマークの方が信頼性の低いマークよりもモデルに対する寄与が大きくなるので、モデル精度が向上することになる。

【 0 0 6 6 】

RBFモデルなどの高次ウェハアライメントモデルを適用すると、フィールド間モデルで露光フィールドの中心位置だけを制御するには不十分なことがある。局所的な基板領域上で露光フィールドの最良適合を確実にするには、フィールド内パラメータ（拡大および回転、対称および非対称）を計算すればよい。この計算は、露光シーケンス中に行なうことができる。この理由から、それぞれの露光時に、露光フィールドの中心位置（すなわち、基板上のターゲット部分）だけでなく、アンカー点と呼ばれる追加位置もまた基板アライメントモデルを使用して決定することができる。

【 0 0 6 7 】

アンカー点の配置にはいくつかの選択肢がある。基板上のターゲット部分の正確なフィールドサイズが計測レベルで分かっていない場合には、任意の位置を使用してもよい。例えば、5つのアンカー点を5mmピッチで使用することができる。これらの位置は、フィールドサイズが x と y で異なることがあるので、最適ではない可能性がある。図3には、ある露光フィールドの、5個、9個および25個のアンカーポイントを用いたいくつかの配置が示されている。アンカー点の配置の別の方法は、フィールドの外周に沿ってアンカー点を規定することである。3つのステップが見分けられる。

1．アンカー点が露光フィールドの中心まわりに選択されうる。

2．各アンカー点に対して、変位がモデルの1つ（例えば、RBFモデル）を使用して計算されうる。

3．すべてのアンカー点の変形に基づいて、フィールドパラメータ x での平行移動 T_x 、 y での平行移動 T_y 、対称フィールド拡大率 M_s 、非対称フィールド拡大率 M_a 、対称フィールド回転 R_s 、および非対称フィールド回転 R_a が、線型モデルを使用して計算されうる。

【 0 0 6 8 】

ステップ3で、行列 A が $2n \times 6$ のサイズを有する線形システム

【 0 0 6 9 】

【数 1 8】

$$A \cdot \bar{x} = \bar{b}$$

10

20

30

40

50

を解く必要がある。ここで、 n はアンカー点の数である。

行列 A は、アンカー点の配置にだけ依存することがあり、したがって、すべてのフィールドに対して同じでありうる。これにより、この行列の疑似逆を一度計算し、それを各露光のフィールドパラメータを計算するのに使用する適時が得られる。これらフィールドパラメータを露光フィールドの露光時に使用して、先に露光された露光フィールドに対するオーバーレイエラーを最小にすることができる。

【 0 0 7 0 】

基板アライメントの処理は、オーバーレイエラーの大きな要因と考えることができる。したがって、基板アライメント処理の最適化は、オーバーレイエラーを最小限にするために重要である。その最適化の一態様は、最適なマーク配置を見出すことである。マーク選択アルゴリズムは、線型モデルでは最適でありうる。しかし、オーバーレイ要件により非線形モデルが必要になりうる。

10

【 0 0 7 1 】

実現可能な自動マーク選択アルゴリズムでは現在、2つの半径によって限定された基板上の領域内にマークを散在させる。この手法では、基板アライメントマークの位置の1つまたは複数のセット、または選択のために入手可能なオーバーレイ計測ターゲットの位置の1つまたは複数のセットをメモリが記憶し、この少なくとも1つのセットから、選択規則を用いて適切な基板アライメントマークまたはオーバーレイ計測ターゲットを選択する。選択規則は、どの基板アライメントマークまたはオーバーレイ計測ターゲットの位置が、1つまたは複数の選択基準によって最適であるかについての実験的または理論的知識に基づく。

20

【 0 0 7 2 】

上記で言及した実現可能な自動マーク選択アルゴリズムソフトウェアでは、2つの半径によって限定された基板上の領域内にマークを散在させる。この手法から得られるマークの分布は、好適な空間分布を欠いている。そのため、これらのデータ点に適合される高次多項式により、基板の縁部で過補正される傾向がある。

【 0 0 7 3 】

別の実現可能な自動マーク選択アルゴリズムでは、どの配置が最適であるかを決定する前に、まず多くの可能なマーク配置を生成する。このアルゴリズムの欠点は、非常に時間がかかることである。選択すべきマークが多い場合では特に、このモンテカルロのような手法は、即時の応答が必要な場合に用いることができない。

30

【 0 0 7 4 】

この自動マーク選択アルゴリズムの基礎を成す概念は、ボロノイ図を使用することである。ボロノイ図では、マークが、そのマークを囲む領域の基板変形を表す。したがって、理想的には、ボロノイ図で1つの点の周囲に同等のサイズの領域がうまく広がった分布を得たい。ボロノイ図では、これらの領域の境界は、2つの点に対して距離が等しい線として定義される。

【 0 0 7 5 】

実際のマーク選択アルゴリズムでは、選択ごとに完全なボロノイ図を計算する必要はない。選択すべき点（マークまたはフィールド）の限定されたセットしかないので、単純にすべての点をざっと調べ、既に選択されているセットまでの距離を計算すればよい。これら全部の距離のうちの最小値が、そのセット全体までの距離を表す。あるマークが、既に選択されたすべての点までの最大の最小距離を有する場合に、そのマークを選択することができる。この原理は、「最近傍原理」とも呼ばれる。別法として、選択されたセットまでのすべての距離の合計に基づいてマークを選択することもできる。

40

【 0 0 7 6 】

このアルゴリズムの概略は以下となる。

1. 初期点、例えば基板の中心に近い点、を選ぶ。
2. 他の点を以下の基準を用いて必要な数に達するまで加える。

選択されたセットから最大の最小距離を有する点、または

50

選択されたセットのポテンシャルエネルギー（距離の 2 乗分の 1 を合計したもの）を最小限にする点。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 9 】

$$U_{pot} = \min \sum_j \frac{1}{d_j^2}$$

【 0 0 7 8 】

10

このアルゴリズムの特徴の 1 つは、それが、例えばウェハの中心を通る x 軸および y 軸に対称となりうるマーク配置である対称の配置を生成できることであるといえる。マーク配置を対称に保つために、マーク配置の中心を通る軸にミラーリングされるすべてのマークを同様に加えることができる。

【 0 0 7 9 】

アルゴリズムの第 1 の段階で、マーク配置の中心を見出すことができる。この目的のためには、配置の縁部をまず見出せばよく、この縁部に対して中心を規定することができる。

【 0 0 8 0 】

20

基板の縁部の起こりうる変形の故に、その縁部が配置に付加されることがある。このボロノイのようなアルゴリズムの特性の 1 つは、基板の縁部が中心から最も遠く離れているので、縁部の一部分がアルゴリズムの初期段階で自動的に選択されてもよいことである。それにもかかわらず、ボロノイのようなアルゴリズムにより、縁部をマーク配置に始めから明確に付加することが可能になりうる。ボロノイのようなアルゴリズムは以下のステップを含む。

1. マークの完全なセットの縁部を見出す。

a. ウェハの縁部の多数のマークに対し、最も近いフィールドノ点を探してもよい。縁部フィールドは、これらすべての点のサブセットと定義することができる。

b. 指定されていれば、その縁部をマーク選択に加える。

2. マークの完全なセットの中心を見出す。

30

a. この中心は、縁部の中心と定義される。フィールド 1、2 または 4 に対する中心がある場所に基づいて、マークノフィールドをマーク選択に加えることができる。

3. 最大の最小距離を有する付加点、またはすべての距離の合計を必要な数に達するまで加える。

a. 最大の最小距離を有する 1 つの点、または合計距離を見出すことができた場合、4 つのミラーリングされた点もまた、マーク選択に加えられる。

【 0 0 8 1 】

このアルゴリズムにより、リソグラフィ機の操作者が多数のマークを自動的に選択することができ、マークはそれ自体の製造配置から選択される。さらに、アルゴリズムはユーザに依存しない。このアルゴリズムの利点は、速く簡単であり、好適な基板適用範囲と共に対称配置を実現することであるといえる。

40

【 0 0 8 2 】

多数の選択すべき点に対し、このアルゴリズムにより、妥当な時間内で最適の選択肢を見出すことができる。その配置は、ウェハの中心まわりに対称になりうる。マークは等距離を隔てて選択され、したがって、好適な空間分布が保証される。このようにして、このアルゴリズムにより、選択すべき点の数および使用されるべきモデルを所与として、最適の配置が与えられる。

【 0 0 8 3 】

ウェハ変形に対する好適なモデルと組み合わせ、好適なマーク選択により、リソグラフィ機におけるオーバーレイを一般に改善することが可能になりうる。

50

【 0 0 8 4 】

ＩＣの製造におけるリソグラフィ装置の使用に対して本説明に特定の参照がなされてもよいが、本明細書に説明されたリソグラフィ装置が、磁気ドメインメモリ、平面パネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、薄膜磁気ヘッドなど向けの集積光学システム、誘導パターンおよび検出パターンの製造など他の用途を有し得ることを理解されたい。熟練工なら、そのような代替用途の文脈では、本明細書における用語「ウェハ」または「ダイ」のいかなる使用も、それぞれ、より一般的な用語「基板」または「ターゲット部分」と同義なものとみなしてよいことを理解するであろう。本明細書で言及する基板は、露光前または露光後に、例えばトラック（一般に基板にレジストの層を塗布し、露出したレジストを現像するツール）、メトロロジーツールおよび／またはインスペクションツール内で処理されてよい。適用可能であれば、本開示は、そのようなものおよび他の基板処理ツールに適用されてよい。その上、基板は、例えば多層ＩＣを作成するために複数回処理されてよく、そのため、本明細書に用いられる用語の基板は、既に複数の処理層を含む基板も意味してよい。

10

【 0 0 8 5 】

本発明の実施形態の使用に対して、光リソグラフィの文脈において上記で特定の参照がなされていても、本発明は、他の用途、例えばインプリントリソグラフィおよび状況が許すところで使用されてよく、光リソグラフィに限定されないことが理解されよう。インプリントリソグラフィでは、パターンングデバイス内の微細構成が、基板上に作成されるパターンを画定する。パターンングデバイスの微細構成は、基板に与えられたレジストの層へ押しつけられてよく、その後、レジストは、電磁放射、熱、圧力またはそれらの組合せを与えることによって硬化される。パターンングデバイスは、レジストが硬化された後、レジスト中にパターンを残してレジストから離される。

20

【 0 0 8 6 】

本明細書に使用される用語「放射」および「ビーム」は、イオンビームまたは電子ビームなどの粒子線と同様に紫外線（UV）放射（例えば365、248、193、157または126nmの、またはそのくらいの波長を有する）および超紫外線（EUV）放射（例えば5～20nmの範囲の波長を有する）を含むすべてのタイプの電磁放射を包含する。

【 0 0 8 7 】

文脈によって許される場合、「レンズ」という用語は、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネントおよび静電光学コンポーネントを始めとする様々なタイプの光学コンポーネントのうちの任意の1つまたは組合せを意味している。

30

【 0 0 8 8 】

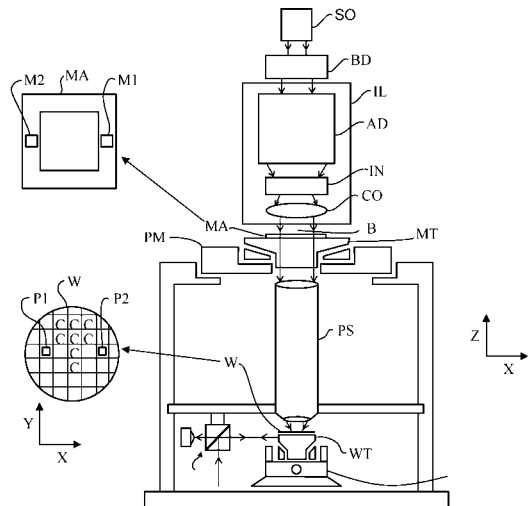
上記では、本発明の特定の実施形態について述べたが、本発明は、述べられているものとは別の方法で実施することができることが理解されるであろう。例えば、本発明は、上述の方法について説明する機械可読命令の1つまたは複数のシーケンスを含むコンピュータプログラム、あるいは、そのようなコンピュータプログラムが記憶されたデータ記憶媒体（例えば、半導体メモリ、磁気ディスク、または光ディスク）の形態をとることができる。

40

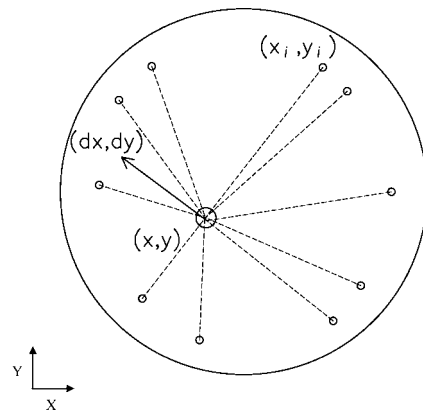
【 0 0 8 9 】

上述の説明は例示として意図され、限定的なものではない。したがって、以下に述べられる特許請求の範囲から逸脱することなく、説明される発明に変更をなし得ることが、当業者には明らかになるう。

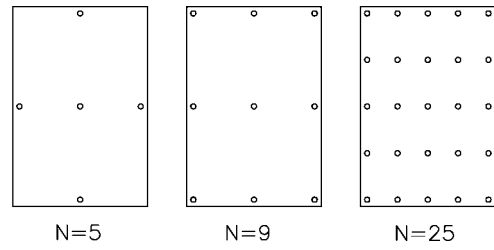
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シモンズ, フベルトウス, ヨハネス, ヘルトルドゥス
オランダ国, ベンロ エヌエル - 5 9 1 3 ディーエイチ, ホニククラバー 1
- (72)発明者 テナー, マンフレッド, ガウエイン
オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 1 3 イーイー, スパワーラーン 1 2
- (72)発明者 ヘレス, ピーター, ヤコブ
オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエル - 5 5 0 1 ジーティー, ラリクスビーク 6 0
- (72)発明者 ヴァン ケメナデ, マルク
オランダ国, ヴァールレ エヌエル - 5 5 8 1 エーシー, ヘット フォート 3 4
- (72)発明者 ヴァン デル サンデン, ステファン, コーネリス, セオドルス
オランダ国, ナイメーヘン エヌエル - 6 5 3 2 エージー, アルフォンス ジーベルスタット
1 3
- (72)発明者 スロットブーム, ダーン, マウルティス
オランダ国, ヘネン エヌエル - 3 9 1 1 ジェイアール, ヴィヴェルベルグ 3 6
- F ターム(参考) 5F131 AA02 BA13 BB02 CA07 EA02 FA17 FA37 KA12 KA34 KB05
KB06 KB12 KB23 KB32
5F146 FC04 FC06

【外国語明細書】
2012178562000001.pdf