

(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2007-88455

(P2007-88455A)

(43) 公開日 平成19年4月5日(2007.4.5)

(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 5 D	5 F O 4 6
GO 3 F 9/00 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 2 O C	
	HO 1 L 21/30 5 2 5 W	
	GO 3 F 9/00 H	

審査請求 有 請求項の数 31 O L 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2006-237516 (P2006-237516)  
 (22) 出願日 平成18年9月1日(2006.9.1)  
 (31) 優先権主張番号 11/218,736  
 (32) 優先日 平成17年9月6日(2005.9.6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 11/223,209  
 (32) 優先日 平成17年9月12日(2005.9.12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(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 550  
 4 ディー アール, デ ラン 6501  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100093861  
 弁理士 大賀 眞司  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史

最終頁に続く

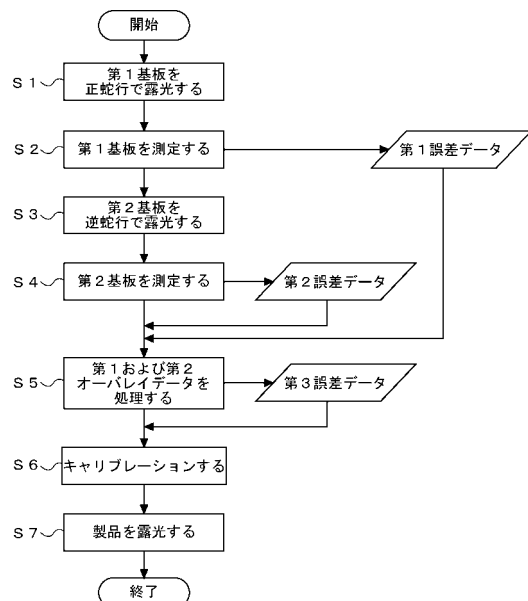
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板上に存在する高屈折率液体の気化にまつわる基板冷却作用によってオーバーレイ誤差が引き起こされる。

【解決手段】 オーバレイ特性のキャリブレーションにおいて、第1基板を、第1セットのテスト構造を用いて第1テスト露光シーケンスの露光(S1)しテスト構造を測定(S2)して第1セットの位置誤差データを得る。つぎに第1セットと同一の、第2セットのテスト構造を、第1コースと等しいが逆方向状態で移動させる第2コースを使って、第2テスト露光シーケンスの間、同一基板上に露光する(S3)。第2セットの構造を測定(S4)して、第2セットの誤差データを得る。これら2つのデータセットを使うことによって、ウェーハ冷却による影響を除去することができる。

【選択図】 図10



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 投影システム ( P L ) を含む第 1 リソグラフィ投影装置を用いて第 1 基板 ( W ) 上に第 1 セットのテスト構造をプリント ( S 1 ) し、第 1 基板を第 1 投影システムに対して第 1 コース上を移動させて、第 1 セットのテスト構造の前記プリントを行う工程と、

第 2 投影システム ( P L ) を含む第 2 リソグラフィ投影装置を用いて第 2 基板 ( W ) 上に第 2 セットのテスト構造をプリント ( S 3 ) し、第 2 基板を第 2 投影システムに対して第 2 コース上を移動させて、第 2 セットのテスト構造の前記プリントを行うものとし、第 2 コースは第 1 コースとは異なっている工程と、

第 1 セットのテスト構造内の第 1 セットの位置データを測定する工程 ( S 2 ) と、

第 2 セットのテスト構造内の第 2 セットの位置データを測定する工程 ( S 4 ) と、

第 1 および第 2 セットの位置データから第 3 セットの位置誤差データを計算する工程 ( S 5 ) と、

第 3 セットの位置誤差データを使って 1 つ以上のリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程 ( S 6 ) と、

を含むことを特徴とするリソグラフィ方法。

10

## 【請求項 2】

第 1 基板上の第 1 セットのターゲット部分 ( C ) を選択する工程であって、第 1 セットのターゲット部分は第 1 セットの相対位置を有する工程と、

第 2 基板上の第 2 セットのターゲット部分 ( C ) を選択する工程であって、第 2 セットのターゲット部分は第 1 セットの相対位置を有する工程と、

第 1 セットのテスト構造を第 1 セットのターゲット部分にプリントする工程 ( S 1 ) と

、

第 2 セットのテスト構造を第 2 セットのターゲット部分にプリントする工程 ( S 3 ) と

、

を含むことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

20

## 【請求項 3】

第 1 セットのターゲット部分を第 1 順序でプリントする工程 ( S 1 ) と、

第 2 セットのターゲット部分を第 1 順序の逆である第 2 順序でプリントする工程 ( S 3 ) と、

を含むことを特徴とする請求項 2 記載の方法。

30

## 【請求項 4】

第 1 基板を第 1 投影システム ( P L ) に対して第 1 スキャン方向でスキャンすることによって、第 1 テスト構造を第 1 セットのターゲット部分のうちの第 1 ターゲット部分にプリントする工程 ( S 1 ) と、

第 2 基板を第 2 投影システム ( P L ) に対して第 1 スキャン方向でスキャンすることによって、第 2 テスト構造を第 2 セットのターゲット部分のうちの第 2 ターゲット部分にプリントする工程 ( S 3 ) と、

第 1 テスト構造および第 2 テスト構造について測定した位置データを比較することによって、第 3 セットの位置誤差データを計算する工程 ( S 5 ) と、

を含むことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の方法。

40

## 【請求項 5】

第 1 基板を第 1 投影システム ( P L ) に対して第 1 スキャン方向でスキャンすることによって、第 1 テスト構造を第 1 セットのターゲット部分のうちの第 1 ターゲット部分にプリントする工程 ( S 1 ) と、

第 2 基板を第 2 投影システム ( P L ) に対して第 2 スキャン方向でスキャンすることによって、第 2 テスト構造を第 2 セットのターゲット部分のうちの第 2 ターゲット部分にプリントする工程 ( S 3 ) であって、第 2 スキャン方向は第 1 スキャン方向と反対である工程と、

第 1 テスト構造および第 2 テスト構造について測定した位置データを比較することによ

50

って、第3セットの位置誤差データを計算する工程(S5)と、  
を含むことを特徴とする請求項2または3記載の方法。

【請求項6】

第3基板上の第3セットのターゲット部分を選択する工程であって、第3セットのターゲット部分は第1セットの相対位置を有する工程と、

第3セットのテスト構造を第3セットのターゲット部分にプリントする工程と、

第1順序の逆である第2順序で、かつ第1スキャン方向と反対である第3スキャン方向で第3セットのターゲット部分をプリントする工程と、  
をさらに含むことを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項7】

第1コースは蛇行順路を含み、当該蛇行順路に沿って第1基板が第1方向に移動され、  
また第2コースは蛇行順路を含み、当該蛇行順路に沿って第2基板が第1方向とは反対の  
第2方向に移動されることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】

第2コースは、第1コースの鏡像と実質的に同一であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の方法。

【請求項9】

第2コースは、第1コースの180度回転と実質的に同一であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の方法。

【請求項10】

前記第3セットの位置誤差データを計算する工程は、第1および第2セットの位置データ間の差を取得する工程を含むことを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の方法。

【請求項11】

第1および第2セットのテスト構造のプリント工程(S1、S3)およびテスト構造の位置データの測定工程(S2、S4)をそれぞれ複数回繰り返して、第1および第2セットの位置データを得ることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかに記載の方法。

【請求項12】

第1基板および第2基板は、1つの同じ基板であることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかに記載の方法。

【請求項13】

第1基板および第2基板は、2つ別々の基板であることを特徴とする請求項1ないし12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】

前記第1セットの位置データを測定する工程(S2)は、オーバレイデータを測定する工程を含むことを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の方法。

【請求項15】

第1リソグラフィ投影装置、第2リソグラフィ装置、および1つ以上のリソグラフィ投影装置は、液浸型のものであることを特徴とする請求項1ないし14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】

液浸液が、第1セットのテスト構造をプリント(S1)するときは投影システム(PL)と第1基板との間に供給され、また第2セットのテスト構造をプリント(S3)するときは投影システム(PL)と第2基板との間に供給され、第2基板を、液浸液に関して実質的に等しい気化特性を持つことができるように選択する工程を含むことを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項17】

第1セットのテスト構造は、第1セットのプロセスパラメータを用いた第1コーティングプロセスを使って第1基板に塗布された第1トップコートを通してプリント(S1)され、また第2セットのテスト構造は、第1コーティングプロセスを使って第2基板に塗布

10

20

30

40

50

された第2トップコートを通してプリント(S3)されることを特徴とする請求項16記載の方法。

【請求項18】

第1基板と実質的に等しい熱伝導特性を持つことができるように第2基板を選択する工程を含むことを特徴とする請求項1ないし17のいずれかに記載の方法。

【請求項19】

第1プロセスを使って第1基板および第2基板にレジスト層を塗布し、さらに第1セットのテスト構造を第1基板上のレジスト層にプリント(S1)し、また第2セットのテスト構造を第2基板上のレジスト層にプリント(S3)することを特徴とする請求項18記載の方法。

10

【請求項20】

第1リソグラフィ投影装置および第2リソグラフィ投影装置は、1つの同じリソグラフィ投影装置であることを特徴とする請求項1ないし19のいずれかに記載の方法。

【請求項21】

1つ以上のリソグラフィ装置は、第1リソグラフィ装置を含むことを特徴とする請求項1ないし20のいずれかに記載の方法。

【請求項22】

1つ以上のキャリブレーション済みリソグラフィ投影装置を使って基板(W)上にデバイスパターンをプリントする工程を含むことを特徴とする請求項1ないし21のいずれかに記載の方法。

20

【請求項23】

第1投影システム(PL)を含む第1リソグラフィ投影装置を用いて第1基板(W)上に第1セットのテスト構造をプリント(S1)し、第1基板を第1投影システムに対して第1コース上を移動させて、第1セットのテスト構造の前記プリントを行う工程と、

第1リソグラフィ投影装置を用いて第2基板(W)上に第2セットのテスト構造をプリント(S3)し、第2基板を第1投影システムに対して第2コース上を移動させて、第2セットのテスト構造の前記プリントを行うものとし、第2コースは第1コースとは異なっている工程と、

第1セットのテスト構造内の第1セットのオーバーレイデータを測定する工程(S2)と、

30

第2セットのテスト構造内の第2セットのオーバーレイデータを測定する工程(S4)と、

第1および第2セットのオーバーレイデータから第3セットの位置誤差データを計算する工程(S5)と、

第3セットの位置誤差データを使って第1リソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程(S6)と、

を含むことを特徴とするリソグラフィ方法。

【請求項24】

第1テスト露光シーケンスに従って第1リソグラフィ投影装置を用いて第1基板(W)上に第1セットのテスト構造をプリント(S1)し、第1基板は、熱伝導特性の第1値および熱気化特性の第2値を有する工程と、

40

第1テスト露光シーケンス、第1値、および第2値とはそれぞれ異なるように第2テスト露光シーケンス、第3値、および第4値のうち少なくとも1つを選択する工程と、

第2テスト露光シーケンスに従って第2リソグラフィ投影装置を用いて第2基板(W)上に第2セットのテスト構造をプリント(S3)し、第2基板は、熱伝導特性の前記第3値および熱気化特性の前記第4値を有する工程と、

第1セットのテスト構造内の第1セットの位置データを測定する工程(S2)と、

第2セットのテスト構造内の第2セットの位置データを測定する工程(S4)と、

第1および第2セットの位置データから第3セットの位置誤差データを計算する工程(S5)と、

50

第3セットの位置誤差データを使って1つ以上のリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程(S6)と、  
を含むことを特徴とするリソグラフィ方法。

【請求項25】

第1基板を第1熱負荷プロファイルおよび第1速度プロファイルの影響下におき、第1リソグラフィ投影装置の第1投影システムに対して第1コース上を移動させて、第1セットのテスト構造の前記プリント工程を行う工程と、

第1熱負荷プロファイルとは異なる第2熱負荷プロファイル、

第1コースとは異なる第2コース、および

第1速度プロファイルとは異なる第2速度プロファイル、

のうちの少なくとも1つを選択する工程と、

第2基板を第2熱負荷プロファイルおよび第2速度プロファイルの影響下におき、第2リソグラフィ投影装置の第2投影システムに対して第2コース上を移動させて、第2セットのテスト構造の前記プリント工程を行う工程と、

を含むことを特徴とする請求項24記載のリソグラフィ方法。

10

【請求項26】

第1および第2コースが1つの同じコースであり、

第1テスト露光シーケンスの間、第1コースに沿って第1位置に第1熱負荷を加える工程と、

第2テスト露光シーケンスの間、第1位置に第1熱負荷を加える工程と、

第1基板および第2基板を逆方向に第1コースを移動させる工程と、

を含むことを特徴とする、コースコース請求項25記載のリソグラフィ方法。

20

【請求項27】

第1基板上の第1セットのターゲット部分(C)を選択する工程であって、第1セットのターゲット部分は第1セットの相対位置を有する工程と、

第2基板上の第2セットのターゲット部分(C)を選択する工程であって、第2セットのターゲット部分は第1セットの相対位置を有する工程と、

第1露光シーケンスの間、第1セットのテスト構造を第1セットのターゲット部分にプリントする工程(S1)と、

第2テスト露光シーケンスの間、第2セットのテスト構造を第2セットのターゲット部分にプリントする工程(S3)と、

を含むことを特徴とする請求項24ないし26のいずれかに記載のリソグラフィ方法。

30

【請求項28】

第1セットのプロセスパラメータ値を用いた第1コーティングプロセスにより第1基板をコーティングし、第2セットのプロセスパラメータ値を用いた第1コーティングプロセスにより第2基板にコーティングを施すことによって、

第1基板よりも第2基板から早く気化する液浸液と、

第1基板内よりも第2基板内で高くなる熱伝導と、

のうちの少なくとも1つを選択する工程

を含むことを特徴とする請求項24ないし27のいずれかに記載のリソグラフィ方法。

40

【請求項29】

第1リソグラフィ投影装置および第2リソグラフィ投影装置は、1つの同じリソグラフィ投影装置であることを特徴とする請求項24ないし28のいずれかに記載のリソグラフィ方法。

【請求項30】

1つ以上のリソグラフィ投影装置は、第1リソグラフィ装置を含むことを特徴とする請求項24ないし29のいずれかに記載のリソグラフィ方法。

【請求項31】

第1基板および第2基板は、1つの同じ基板であることを特徴とする請求項24ないし30のいずれかに記載のリソグラフィ方法。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、リソグラフィ方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

リソグラフィ装置は、基板上に、通常、基板のターゲット部分上に、所望のパターンを与える機械である。リソグラフィ装置は、たとえば、集積回路（IC）の製造に使用することができる。その場合、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターン形成デバイスを使って、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成することができる。このパターンは、基板（たとえばシリコンウェーハ）上のターゲット部分（たとえば、1つまたはいくつかのダイあるいはダイの一部を含む）上に転写することができる。パターンの転写は、一般的には、基板上に設けられた放射線感応性材料（レジスト）の層上への結像によって行われる。一般に、単一の基板は、連続してパターン形成される隣接するターゲット部分のネットワークを含むことになる。公知のリソグラフィ装置は、ターゲット部分上にパターン全体を一度に露光することにより各ターゲット部分照射する、いわゆるステップと、パターンを放射線ビームによって所定方向（「スキヤン」方向）にスキヤンさせるとともに、これに同期させてこのスキヤン方向に対して平行または逆平行に基板をスキヤンさせることにより各ターゲット部分を照射する、いわゆるスキヤナとを含む。基板上にパターンをインプリントすることによって、パターンをパターン形成デバイスから基板へ転写することもまた可能である。

## 【0003】

投影システムの最終部材と基板との間の空間を満たすように高屈折率を有する液体、たとえば水、の中にリソグラフィ投影装置内の基板を浸すことが提案されてきた。この提案の要点は、照射放射線が液体中ではより短い波長を有するので、より小さい特徴を結像することができることである。（液体の作用によって、システムの有効開口数（NA）が大きくなり、また焦点深度も深くなると考えることができる。）提案されてきた別の液浸液には、水中に浮遊する固体微粒子（たとえば石英）が混ざった水が含まれる。

## 【0004】

しかしながら、基板または基板および基板テーブルを液体槽内に浸すということは（たとえば参照により本明細書に援用される米国特許4,509,852参照）、スキヤン照射の間中、加速しなければならない液体の大きな塊が存在するということを意味する。この大きな塊が存在するために、モーターを追加するかもっと強力にすることが必要になり、また液体の乱流によって、好ましくない予測できない結果をまねくおそれがある。

## 【0005】

1つの解決策としては、基板の局部領域に、また投影システムの最終部材と基板（一般に基板は、投影システムの最終部材より大きい表面積を有する）との間にのみ液体を供給する液体供給システムが提案されている。この解決策に備えて提案された1つの方法が、参照によりその全体が本明細書に援用される国際出願PCT/WO/99/49504に開示されている。図2および3に示されるとおり、液体は、少なくとも1つの入口INによって基板上に、好ましくは最終部材に対して基板の移動方向に沿って供給され、さらに投影システムの下を通過した後、少なくとも1つの出口OUTによって取り除かれる。すなわち、基板が部材の下でマイナスX方向にスキヤンされるとき、液体は、部材のプラスX側で供給され、マイナスX側で吸収される。図2は、液体が入口INを介して供給され、かつ低圧力源に連結されている出口OUTによって部材の別の側で吸収される配置を概略的に示す。図2の説明図においては、これに限定されないが、液体が最終部材に対して基板の移動方向に沿って供給されている。最終部材の周りに配置された入口および出口の配向および数は、さまざまであってよい。配向の1つの例を図3に示す。図3においては、両側に出口を備えた4組の入口が、最終部材の周りに一定のパターンで設けられている。

## 【0006】

あらゆるリソグラフィ装置にとって、使用前には少なくともいくつかのキャリブレーションが必要であり、装置の分解能が高いほど、一般に、装置の可能な最高性能を得るために、より多くのキャリブレーション工程が必要になる。リソグラフィ装置の重要な性能判断基準は、オーバーレイ性能であり、オーバーレイ性能によれば、基板上にある既存パターンに対して任意の位置で基板上にパターンを結像する装置の機能を評価することができる。オーバーレイ誤差は、さまざまな原因、たとえば、干渉計位置または変位測定システム内のシステム上の誤差によって引き起こされ得る。リソグラフィ装置のオーバーレイ性能をキャリブレーションするには、一連のテスト構造を、通常、基板の全体にわたって印刷し、テスト構造の位置を測定する。たとえば、テスト構造を位置決めマーカ(alignment marker)としてもよく、それによって、それらのマーカ位置を装置内に設けられた位置決めツール(alignment tool)を使って測定することができる。またテスト構造をボックスインボックス(box-in-box)などのオーバーレイに敏感な構造(overlay sensitivestructure)にしてもよく、それによって、オーバーレイ誤差を既知のオフラインツール(off-linetool)を使って直接測定することができる。その成果物は、基板の領域全体にわたるオーバーレイ誤差の図であり、たとえば製品露光の間基板を位置決めするとき、その図をオフセットとして使うことによって、装置のキャリブレーションに使うことができる。

10

## 【0007】

【特許文献1】米国特許第4,509,852号

【特許文献2】国際出願PCT/WO99/49504号

20

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

リソグラフィ装置(液浸または非液浸のいずれか)においては、基板に接触しているすべての部品および液体の温度が均等で安定するように極めて厳しく制御されている。しかしながら、本発明者らは、液浸リソグラフィ装置、つまり投影システムの最終部材と基板との間の空間の少なくとも一部が高屈折率液体で満たされているリソグラフィ装置、においては、基板に存在する高屈折率液体の気化にまつわる基板冷却作用によって、いくらかのオーバーレイ誤差が引き起こされることに気づいた。これらのオーバーレイ誤差は、テスト照射シーケンスの位置だけでなく過程にも左右されている。したがって、従来の方法で測定されたオーバーレイ誤差を装置のキャリブレーションに使った場合、オーバーレイ誤差は、除去されることはないし、実際にはより悪化する。

30

## 【0009】

したがって、たとえば、リソグラフィ装置キャリブレーションの改善方法を提供することは、有利性があると考えられる。

【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明の一態様によれば、

第1投影システムを含む第1リソグラフィ投影装置を用いて第1基板上に第1セットのテスト構造をプリントし、第1基板を第1投影システムに対して第1コース上を移動させて、第1セットのテスト構造の当該プリントを行う工程と、

40

第2投影システムを含む第2リソグラフィ投影装置を用いて第2基板上に第2セットのテスト構造をプリントし、第2基板を第2投影システムに対して第2コース上を移動させて、第2セットのテスト構造の当該プリントを行うものとし、第2コースは第1コースとは異なっている工程と、

第1セットのテスト構造内の第1セットの位置データを測定する工程と、

第2セットのテスト構造内の第2セットの位置データを測定する工程と、

第1および第2セットの位置データから第3セットの位置誤差データを計算する工程と、

第3セットの位置誤差データを使って1つ以上のリソグラフィ投影装置のキャリブレーション

50

ションを行う工程と、  
を含むリソグラフィ方法が提供されている。

【0011】

本発明の一態様によれば、

第1投影システムを含む第1リソグラフィ投影装置を用いて第1基板上に第1セットのテスト構造をプリントし、第1基板を第1投影システムに対して第1コース上を移動させて、第1セットのテスト構造の当該プリントを行う工程と、

第1リソグラフィ投影装置を用いて第2基板上に第2セットのテスト構造をプリントし、第2基板を第1投影システムに対して第2コース上を移動させて、第2セットのテスト構造の当該プリントを行うものとし、第2コースは第1コースとは異なっている工程と、

第1セットのテスト構造内の第1セットのオーバーレイデータを測定する工程と、

第2セットのテスト構造内の第2セットのオーバーレイデータを測定する工程と、

第1および第2セットのオーバーレイデータから第3セットの位置誤差データを計算する工程と、

第3セットの位置誤差データを使って第1リソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程と、

を含むリソグラフィ方法が提供されている。

【0012】

本発明の一態様によれば、

第1テスト照射シーケンスにしたがって、第1リソグラフィ投影装置を用いて第1基板上に第1セットのテスト構造をプリントし、第1基板は、熱伝導特性の第1値および熱気化特性の第2値を有する工程と、

第2テスト照射シーケンスにしたがって、第2リソグラフィ投影装置を用いて第2基板上に第2セットのテスト構造をプリントし、第2基板は、熱伝導特性の第3値および熱気化特性の第4値を有する工程であって、第2テスト照射シーケンス、第3値、および第4値のうち少なくとも1つは、それぞれ第1テスト照射シーケンス、第1値、および第2値とは異なっている工程と、

第1セットのテスト構造内の第1セットの位置データを測定する工程と、

第2セットのテスト構造内の第2セットの位置データを測定する工程と、

第1および第2セットの位置データから第3セットの位置誤差データを計算する工程と

、  
第3セットの位置誤差データを使って1つ以上のリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程と、

を含むリソグラフィ方法が提供されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、対応する参照符号が対応する部品を示す添付の概略図面を参照しながら、単なる例として、本発明の実施形態を説明する。

【0014】

図1は、本発明の一実施形態に使用できるリソグラフィ装置を概略的に示す。このリソグラフィ装置は、

放射線ビームPB（たとえばUV放射線またはDUV放射線）を調整することができるように構成された照射システム（イルミネータ）ILと、

パターン形成デバイス（たとえばマスク）MAを支持することができるように構成され、また特定のパラメータに従ってパターン形成デバイスを正確に位置付けることができるように構成された第1位置決め装置PMに連結された支持構造体（たとえばマスクテーブル）MTと

基板（たとえばレジスト塗布ウェーハ）Wを保持することができるように構成され、また特定のパラメータに従って基板を正確に位置付けることができるように構成された第2位置決め装置PWに連結された基板テーブル（たとえばウェーハテーブル）WTと、

10

20

30

40

50



パターン形成デバイスM Aによって放射線ビームP Bに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分C(たとえば1つ以上のダイを含む)上に投影することができるように構成された投影システム(たとえば屈折投影レンズシステム)P Lと、を含む。

【0015】

照射システムとしては、放射線を誘導し、成形し、あるいは制御するために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他の型の光学部品、あるいはそれらのあらゆる組合せなどのさまざまな型の光学部品を含むことができる。

【0016】

支持構造体は、パターン形成デバイスを支える、つまりその重量を支持する。支持構造体は、パターン形成デバイスの配向、リソグラフィ装置の設計、および、パターン形成体が真空環境内で保持されるか否かなどといった他の条件、に応じた態様でパターン形成デバイスを保持する。支持構造体は、機械式、真空式、静電式、またはその他のクランプ技術を使って、パターン形成デバイスを保持することができる。支持構造体は、たとえば、必要に応じて固定式または可動式にすることができるフレームまたはテーブルであってもよい。支持構造体は、パターン形成体を、たとえば投影システムに対して、所望の位置に確実に置くことができる。本明細書において使われる用語「レチクル」または「マスク」はすべて、より一般的な用語「パターン形成デバイス」と同義であると考えることができる。

10

【0017】

本明細書において使われる用語「パターン形成体」は、基板のターゲット部分にパターンを作り出すように、放射線ビームの断面にパターンを付けるために使うことができるあらゆるデバイスを指していると広く解釈されるべきである。なお、放射線ビームに付けたパターンは、たとえばそのパターンが位相シフト特性(phase-shifting feature)又はいわゆる支援特性(assist feature)を含む場合、基板ターゲット部分の所望のパターンに正確に一致しないこともある。通常、放射線ビームに付けたパターンは、集積回路などの、ターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定の機能層に対応することになる。

20

【0018】

パターン形成デバイスは、透過型または反射型であってもよい。パターン形成デバイスの例としては、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パネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、Alternating位相シフト(alternating phase-shift)、および減衰型位相シフト(attenuated phase-shift)などのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリクス配列が用いられており、各小型ミラーは、入射する放射線ビームがさまざまな方向に反射するように、個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリクスによって反射される放射線ビームにパターンを付ける。

30

【0019】

本明細書において使われる用語「投影システム」は、使われている照射放射線にとって、あるいは液浸液の使用または真空の使用といった他の要因にとって適切な、屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光電システム、またはそれらのあらゆる組合せを含む、あらゆる型の投影システムを包含していると広く解釈されるべきである。本明細書において使われる用語「投影レンズ」はすべて、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。

40

【0020】

本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、透過型のもの(たとえば透過型マスクを採用しているもの)である。また代わりに、リソグラフィ装置は、反射型のもの(たとえば前述の型のプログラマブルミラーアレイを採用しているかまたは反射型マスクを採用しているもの)であってもよい。

【0021】

50

リソグラフィ装置は、2つ(デュアルステージ)またはそれ以上の基板テーブル(および/または2つ以上のマスクテーブル)を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ(multiple stage)」機構においては、追加のテーブルを並行して用いることができ、あるいは予備工程を1つ以上のテーブルで実行しつつ別の1つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

#### 【0022】

図1を参照すると、イルミネータILは、放射線源SOから放射線ビームを受け取る。この放射線源がたとえばエキシマレーザである場合、放射線源およびリソグラフィ装置は別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射線源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また、放射線ビームは、たとえば、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たビームデリバリシステムBDを使って、放射線源SOからイルミネータILへ送られる。別の場合においては、たとえば放射線源が水銀灯である場合、放射線源はリソグラフィ装置の一体のものであってもよい。放射線源SOおよびイルミネータILは、必要ならビームデリバリシステムBDとともに、放射線システムと呼んでもよい。

10

#### 【0023】

イルミネータILは、放射線ビームの角度強度分布(angular intensity distribution)を調整するためのアジャスタADを含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面における強度分布の少なくとも外側および/または内側の径範囲(通常、それぞれ - outer および - innerと呼ばれる)を調整することができる。さらに、イルミネータILは、インテグレートINおよびコンデンサCOといったさまざまな他の構成要素を含むことができる。イルミネータを使って放射線ビームを調整すれば、放射線ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたせることができる。

20

#### 【0024】

放射線ビームPBは、支持構造体(たとえばマスクテーブルMT)上に保持されているパターン形成デバイス(たとえばマスクMA)上に入射して、パターン形成デバイスによってパターン形成される。マスクMAを通り抜けた放射線ビームPBは、ビーム焦点を基板Wのターゲット部分Cに合わせる投影システムPLを通過する。さらに後述する液浸フードIHによって、液浸液が、投影システムPLの最終部材と基板Wとの間の空間に供給される。

30

#### 【0025】

第2位置決め装置PWおよび位置センサIF(たとえば、干渉装置、リニアエンコーダ、または静電容量センサ)を使って、たとえば、さまざまなターゲット部分Cを放射線ビームPBの経路内に位置付けるように、基板テーブルWTを正確に動かすことができる。同様に、第1位置決め装置PMおよび別の位置センサ(図1には明示されていない)を使い、たとえば、マスクライブラリから機械的に取り出した後、またはスキャン中に、マスクMAを放射線ビームPBの経路に対して正確に位置付けることもできる。通常、マスクテーブルMTの移動は、第1位置決め装置PMの一部を形成するロングストロークモジュール(粗位置決め)およびショートストロークモジュール(微細位置決め)を使って達成することができる。同様に、基板テーブルWTの移動も第2位置決め装置PW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って達成することができる。ステップの場合は(スキャナとは対照的に)、マスクテーブルMTは、ショートストロークアクチュエータのみに連結または固定されてもよい。マスクMAおよび基板Wは、マスク位置合わせマークM1、M2および基板位置合わせマークP1、P2を使って、位置合わせすることができる。図示した基板位置合わせマークは専用のターゲット部分を占めているが、ターゲット部分の間の空間に置くこともできる(これらは、けがき線位置合わせマーク(scribe-lane alignment marks)として知られている)。同様に、マスク位置合わせマークも、複数のダイがマスクMA上に設けられている場合、ダイの間に置くことができる。

40

#### 【0026】

50

図示した装置は、以下のモードの少なくとも1つで使うことができる。

【0027】

1. ステップモードにおいては、マスクテーブルMTおよび基板テーブルWTを基本的に静止状態に保ちつつ、放射線ビームに付けられたパターン全体を一度にターゲット部分Cに投影する(すなわち一回の静的露光)。つぎに基板テーブルWTをXおよび/またはY方向に移動し、それによって別のターゲット部分Cを露光することが可能になる。ステップモードにおいては、露光領域の最大サイズによって、一回の静的露光で結像されるターゲット部分Cのサイズが限定される。

【0028】

2. スキャンモードにおいては、マスクテーブルMTおよび基板テーブルWTを同期してスキャンする一方で、放射線ビームに付けられたパターンをターゲット部分Cに投影する(すなわち一回の動的露光)。マスクテーブルMTに対する基板テーブルWTの速度および方向は、投影システムPLの拡大(縮小)特性および画像反転特性によって決められる。スキャンモードにおいては、露光領域の最大サイズによって、一回の動的露光におけるターゲット部分の幅(非スキャン方向)が限定され、一方でスキャン動作の長さによって、ターゲット部分の高さ(スキャン方向)が決まる。

10

【0029】

3. 別のモードにおいては、プログラマブルマスクテーブルMTを、パターン形成デバイスを保持した状態で基本的に静止状態に保ち、また基板テーブルWTを動かすつまりスキャンしながら放射線ビームに付けられているパターンをターゲット部分Cに投影する。このモードにおいては、通常、パルス放射線源が採用されており、さらにプログラマブルパターン形成デバイスは、基板テーブルWTの各移動後に、またはスキャン中の連続する放射線パルスの中に、必要に応じて更新される。この動作モードは、前述したタイプのプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターン形成デバイスを利用するマスクレスリソグラフィに、容易に適用することができる。

20

【0030】

上述の使用モードの組合せおよび/またはバリエーション、あるいは全く異なる使用モードもまた採用可能である。

【0031】

局所化された液体供給システムを備えたさらなる液浸リソグラフィ解決法を図4に示す。液体は、投影システムPLのどちらの側にもある2つの溝入口INによって供給され、かつ入口INの外側に(outwardly)放射状に(radially)配置された複数の個別の出口OUTによって除去される。入口INおよび出口は、投影ビームがそれを通して投影される、中心に穴を設けたプレート内に配置することができる。液体は、投影システムPLの一方の側にある1つの溝入口INによって供給され、投影システムPLの他方の側にある複数の個別の出口OUTによって除去されるので、投影システムPLと基板Wとの間に液体の薄い膜の流れが生じることになる。使用する入口INと出口OUTの組合せをどれにするかの選択は、基板Wの移動方向に従い得る(このとき入口INおよび出口OUTの別の組合せは使われない状態になる)。

30

【0032】

局所化された液体供給システムを備えた別の液浸リソグラフィ解決法として、投影システムの最終部材と基板との間の空間の少なくとも一部の境界線に沿って延在するシール部材付きの液体供給システムを備えることが提案されている。そのような解決策を図5に示す。シール部材は、XY平面において投影システムに対して実質的には静止状態にあり、Z方向(光軸方向)にはいくらか相対移動がある場合もある。シールは、シール部材と基板表面との間に形成されている。

40

【0033】

図5を参照すると、貯水槽(reservoir)10が投影システムの結像領域の周りに基板に対して非接触シールを形成し、それによって、液体が基板と投影システムの最終部材との間の空間を満たして閉じ込められる。この貯水槽は、投影システムPLの最終部材を取り

50

囲んで下方に配置されたシール部材 1 2 によって形成されている。液体は、投影システムの下、シール部材 1 2 の内側の空間に供給される。シール部材 1 2 が投影システムの最終部材より少し上方まで延在し、且つ液体レベルが最終部材の上方まで上昇しており、それによって、液体のバッファが設けられることになる。シール部材 1 2 は、一つの実施形態として、上端部において、投影システムまたは最終部材の形状にぴったり合った、たとえば円形を持つ内周(inner periphery)を有する。底部においては、内周は、結像領域の形状、たとえばこれに限定されないが、矩形、にぴったり合っている。

#### 【 0 0 3 4 】

液体は、シール部材 1 2 の底部と基板 W の表面との間のガスシール 1 6 によって貯水槽内に閉じ込められる。ガスシールは、シール部材 1 2 と基板との間の間隙に入口 1 5 から 10  
圧力のかかった状態で供給され、第 1 出口 1 4 から抜き取られるガス、たとえば一実施形態においては  $N_2$  または別の不活性ガスを除く空気または合成空気、によって形成されている。ガス入口 1 5 の超過圧力、第 1 出口 1 4 の真空レベル、および間隙の形状寸法(geometry)が整えられ、それによって、液体を閉じ込める内向きの高速ガス流が形成される。このようなシステムは、参照によりその全体が本明細書に援用される米国特許出願 US10/705,783 に開示されている。

#### 【 0 0 3 5 】

本発明は、液浸型リソグラフィ投影装置のいくつかのオーバーレイ誤差が、熱影響に起因している、特に基板が液浸液を通して露光された後にターゲット部分に残留した液浸液、たとえば水、の気化(蒸発evaporation)による基板の冷却に起因している、という発明者 20  
の認識にかかわっている。発明者らは、これらの誤差は、リソグラフィ装置のいくつかの他のシステムチックオーバーレイ誤差のようにもっぱら位置に左右されるだけでなく、基板の露光過程つまり直前の露光中の基板のコース(経路および方向)および速度、にも左右される、ということを知った。

#### 【 0 0 3 6 】

その上、発明者らは、誤差が基板プロセス中に使われた材料にも左右されることも認識した。当業者に知られているとおり、パターンは、基板上のレジスト層に書き込まれる。熱伝導は、使われているレジスト層に左右される。やはり当業者に知られているとおり、そのようなレジスト層には、多くのプロセスでトップコートが塗布される。液浸液(たとえば水)の気化は、使われているトップコートに左右される。したがって、リソグラフィ 30  
装置にキャリブレーションを行うということは、リソグラフィプロセスまたは特定のプロセス層のためにリソグラフィ装置にキャリブレーションを行うものと理解することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

オーバーレイ誤差が基板の露光過程に左右される度合いを、熱影響をシミュレーションした有限要素分析から得られた実験データを示す図 6 および 7 によって確認する。特に、図 6 は、基板が冷却されることにより生じる熱影響に起因するオーバーレイ誤差を明示している。この基板冷却は、液体供給システムの下を通過させること、特に、ターゲット部分のプリント後に残留した液浸液たとえば水が基板から蒸発することに起因している。データは、ウェーハの左下から開始して、図 8 に示すような正蛇行スキャン(normal meander scan)を実行したシミュレーション結果である。ウェーハの右上から開始して同一経路を逆 40  
に進むことによって、図 9 に示された逆蛇行スキャン(reversed meander scan)をシミュレーションした類似のデータセットが得られた。図 7 は、これら 2 つのデータセットを引き算した結果を示しており、この図 7 から、ウェーハ冷却に関連したオーバーレイ誤差の識別およびそれゆえに別々の修正を可能にする重要な変化を見ることができる。

#### 【 0 0 3 8 】

逆方向に実行したスキャンからオーバーレイ誤差データを得ることによって、熱影響から生じかつ露光過程に左右されたオーバーレイ誤差が、他のシステムチック且つランダムな誤差から識別でき、かつそれゆえに分離することができる、図 7 から結論付けることができる。したがって、装置のキャリブレーションは、システムチック誤差のみを使って実行 50

でき、これにより精度向上をもたらすことができる。

【0039】

シミュレーションデータの代わりに測定データを同様に本発明の説明に採用することが可能であることは、当業者には明白である。また、通常、蛇行スキャン(meander scan)を逆行させることは、容易に実行できることも明白である。蛇行スキャンがリソグラフィ装置内にプログラムされると同様に逆蛇行スキャンもプログラムされる。

【0040】

本発明による方法のフローチャートを図10に示す。第1基板を、第1セットのテスト構造を用いて第1テスト露光シーケンスの間、露光する(S1)一方、第1コースに沿って且つ第1速度プロファイルに従って移動させる。テスト構造は、オーバレイセンシティブマーカ(overlay-sensitive marker)(オーバレイマーカ(overlay marker))である。テスト構造を測定(S2)(換言すれば、オーバレイを測定)して、第1セットの位置データ(この場合、位置誤差データ)を得る。つぎに、好ましくは第1セットと同一の、第2セットのテスト構造を、第1コースと等しいが逆方向(換言すれば、速度プロファイルが異なる)状態で移動させる第2コースを使って、第2テスト露光シーケンスの間、同一基板上に露光する(S3)。そのつぎに、第2セットの構造を測定(S4)して、第2セットの誤差データを得る。

【0041】

ある特定の実施形態においては、第1テスト構造は、所定の順序でプリントされる。すなわち、第1列(底)は、たとえば左から右へプリントされ、また次にくる列は、その逆方向にプリントされて、いわゆる蛇行パターン(meander pattern)が形成される。

【0042】

スキヤナ、すなわち、基板およびパターンを投影レンズに対してスキヤンすると同時に各ターゲット部分をプリントするリソグラフィ装置においては、各スキヤンの開始時点からフルスピードでスキヤンし、かつターゲット部分間でマスク(使われている場合は)を停止させ逆転させる必要があるため、次にくるターゲット部分を逆方向にスキヤンする。したがって、基板のさらなる前後移動が蛇行経路(meander path)上に重ね合わせられる。簡単のために、この移動は、図8および9から省略されている。

【0043】

第2セットのテスト構造を露光する各ターゲット部分に対しては、対応する第1セットのテスト構造のターゲット部分の場合と同一のスキヤン方向を使うことができる。これによって、ターゲット部分内の冷却影響が確実に同じになり、全体的な(基板全体の)冷却影響の分離を図ることができる。あるいは、全蛇行を逆にしてもしなくても、各ターゲット部分に対するスキヤン方向を第1および第2テスト構造間で逆転させることができる。露光順序およびスキヤン方向を変更するさまざまな異なる組合せを用いて複数セットの測定を実行することによって、分離を容易にし、またそれゆえに局部的および全体的冷却影響のさまざまな違った形の補償を容易にすることができる。

【0044】

第2セットのテスト構造用に使われるコースは、コースが同一経路であるが反対方向(時間反転、換言すれば同一コースであるが速度プロファイルが異なる)に進む、またはコースが基板に対して垂直な平面内にある第1コースの鏡像(mirror image)である、またはコースが基板の中心を通る軸周りの第1コースの回転である、またはそれらの組合せである、という意味では逆であってもよい。これらの場合、好ましくは、第2コースは、第1コースと同じ速度で進むべきである。

【0045】

第1コースおよび第2コースをまったく同一にし、かつ同一方向に、しかし異なる速度で進ませることも可能であることは、当業者には明白である。前述のとおり、コースが採った速度は、速度プロファイル(velocity profile)と呼ぶこととする。第2コースに対応する速度プロファイルは、たとえば、第1コースに対応する速度プロファイルの半分にするることができる。あるいは、第2コース中に、基板を何回か止める。この基板停止は、た

10

20

30

40

50

例えば、基板表面に沿って基板の層を通った熱エネルギーの伝導が見込まれるとき、利用することができる。レジスト層を通り抜ける熱伝導は、局部的に基板の温度に影響を与える。この影響については、中央ターゲット部分(middle target portion)、中央ターゲット部分の左に隣接するターゲット部分、および中央ターゲット部分の右に隣接するターゲット部分を使って説明することができる。これら3つのターゲット部分のすべての位置は既知である。つぎに、右端のターゲット部分は、その表面上の液体が気化することで冷却される。熱伝導によって、中央ターゲット部分も同様に冷却される。この冷却により、中央ターゲット部分は収縮する。この収縮は、左端のターゲット部分の位置がその既知の位置から変わることを意味し、この位置変化が、左ターゲット部分照射時のオーバーレイ誤差の原因となる。

10

**【0046】**

基板上の第1ターゲット部分と第2ターゲット部分との間の距離が長いほど、第1ターゲット部分の熱エネルギーが第2ターゲット部分に伝達されるまでにより長い時間がかかることになる。それに加えて、熱エネルギーは、基板のより広い部分に伝わり、したがって基板のより広い部分を覆って広がることになるので、より長い距離における影響はより小さい。

**【0047】**

第1および第2セットのテスト構造の露光および測定は、どちらの順序で行ってもよい。また、スタンドアロンツールを使って、またはデュアルステージ(dual stage)装置の測定ステーションにおいて測定を行う場合、測定は、露光と平行して行ってもよい。第1および第2セットのテスト構造は、同一または異なる基板上で複数回露光しかつ測定してもよく、さらにその結果を平均化してランダム誤差の影響を低減させることができる。

20

**【0048】**

そのつぎに、第1および第2誤差データを処理(S5)して、製品露光S7前の装置キャリアレーションS6に使用される第3セットの誤差データを得る。第1および第2データセットを処理して第3データセットを得る工程は、見込まれる熱オーバーレイ誤差の厳密な形に従って、2つのデータセットの単純な引き算になるか、またはもっと複雑な計算になる。

**【0049】**

本発明の一実施形態においては、第1テスト露光シーケンス中の第1基板の熱伝導特性と、第2テスト露光シーケンス中の第2基板の熱伝導特性は異なる。第2基板には、第1および第2基板の両レジスト層を付与するのに使用されるプロセスのプロセスパラメータ値を変更することによって、第1基板とは異なるレジスト層を与えることができる。変更する典型的なパラメータは、レジスト層厚およびレジスト層材料の伝導率である。レジスト層は、スピンコーティングと呼ばれるコーティングプロセスによって、第1および第2基板に塗布される。このようなプロセスのプロセスパラメータは、たとえば、使用材料、レジスト材料の粘性、基板の回転速度、塗布時のコーティング温度、および硬化時間である。

30

**【0050】**

本発明の一実施形態において、第1セットのテスト構造は、第1テスト露光シーケンス中にリソグラフィ装置を用いて第1基板上にプリントされる。第2セットのテスト構造は、第1露光シーケンスに等しい第2露光シーケンス中、すなわち第1および第2の両テスト露光シーケンスにて適用されるコースおよび速度プロファイル、ならびに熱負荷プロファイルが等しい第2テスト露光シーケンス中に、第2基板上にプリントされる。しかしながら、第1基板の熱気化特性は、第2基板の熱気化特性と異なっている。この相違は、異なるトップコート塗布することによって得ることができる。トップコートは、基板上のコーティングであり、これを透過したあと放射線が光活性層であるレジスト層に届く。トップコートは、コーティングプロセスによって塗布される。そのプロセスパラメータは、たとえば、使用材料、トップコート材料の粘性、塗布時のコーティング温度、および硬化時間である。1つまたは複数のプロセスパラメータ値を変えることによって、トップコー

40

50

ト（およびしたがって基板）の熱気化特性を変えることができる。

【0051】

本発明の一実施形態において、第1セットのテスト構造は、第1テスト露光シーケンス中にリソグラフィ装置を用いて第1基板上にプリントされる。第1テストシーケンス中、第1コースおよび第1速度プロファイルが適用される。第2セットのテスト構造は、第2テスト露光シーケンス中にリソグラフィ装置を用いて第2基板上にプリントされる。第2テスト照射シーケンス中、第1コースおよび第1速度プロファイルが同様に適用される。しかしながら、第1コース中、液浸液は、第2コース中よりわずかに温かい（たとえば摂氏0.1または0.01度）、換言すれば、異なる熱負荷プロファイルが適用される。したがって、基板は、第2テスト露光シーケンス後の液浸液の気化中より、第1テスト露光シーケンス後の液浸液の気化中の方が冷めにくい。この理由は、基板から温かい液体が気化するときには、冷たい液体が気化するときほど熱が要らないからである。換言すれば、第2テスト露光シーケンス後に基板から液体が気化する間、より多くの熱エネルギーが使われる。第1および第2テスト露光シーケンス後のオーバーレイ誤差を測定し、かつ引き算する。また第1および第2テスト露光シーケンス後に使われた熱エネルギーの差も計算する。引き算したオーバーレイ誤差を熱エネルギーの差で除算することによって、熱エネルギーに対するオーバーレイ誤差の導関数(derivative)を計算する。導関数を用いて、基板から全液体を気化させるのに必要な熱エネルギーの推定総量に乗じることによって、液体気化によって生じる推定総オーバーレイ誤差を得る。もちろん、オーバーレイ誤差と気化との間の関係に対して別のモデルを使うことができるし、レジスト層を通る熱伝導といった他の熱影響を含むより複雑なモデルを使うこともできる。

【0052】

当業者に明らかなように、テスト構造は、位置決めマーク(alignment mark)としてもよい。位置決めマークをプリントすると、所望のプリントされた位置を持つことになる。測定された位置から所望のプリント位置（言い換えると、事前情報）を引き算することによって、オーバーレイ誤差が求まる。したがって、位置決めマークの位置測定を行うことによって、第1セットの誤差データを得て、同様に第2セットの誤差データも得ることができる。さらに理解されるように、第2セットのテスト構造のうちのある1つの第1所望プリント位置に対応する測定された位置決めマーク位置もまた、第1セットのテスト構造のうちのある1つの第1所望プリント位置に対応する測定された位置決めマーク位置から直接引き算することができる。その結果から、ウェーハ冷却に関連したオーバーレイ誤差を識別しかつ修正することができる。

【0053】

欧州特許出願03257072.3には、ツインもしくはデュアルステージ液浸リソグラフィ装置のアイデアが開示されている。この装置は、基板を支持するために2つのテーブルを備えている。レベル測定は、液浸液なしで、第1位置においてテーブルを用いて実行され、露光は、液浸液がある第2位置においてテーブルを用いて実行される。あるいは、レベル測定は、液浸液がある状態の第1位置においてテーブルを用いて実行され、露光は、やはり液浸液がある状態で第2位置においてテーブルを用いて実行される。あるいは、液浸リソグラフィ装置は、1つのテーブルのみを備えている。この方法は非液浸リソグラフィ装置にもまた適用することができる。

【0054】

当業者には理解できるだろうが、第1セットのテスト構造のプリント工程(S1)は、第1リソグラフィ投影装置上で実行されてもよく、第2セットのテスト構造は、第2リソグラフィ投影装置を使ってプリント(S3)されてもよく、さらに実際のキャリブレーション(S6)は、第3リソグラフィ投影装置または一連の投影装置に適用されてもよい。この場合、それぞれのリソグラフィ投影装置間のオーバーレイ差異は、事前にキャリブレーションされており、さらにそれぞれのリソグラフィ投影装置は、同一のブランドおよび形式のものであることが望ましい。

【0055】

10

20

30

40

50

当業者には明らかなように、異なる実施形態は異なる利点を有している。第1セットのテスト構造ならびに第2セットのテスト構造のプリントに、2つの異なるリソグラフィ投影装置上にプリントするのではなく、1つ同一のリソグラフィ投影装置を使うことで、2つのリソグラフィ投影装置間のキャリブレーションされていないオーバーレイ差異といった機械間差異が影響しなくなるという利点が生まれる。第1および第2セットのテスト構造をプリントするために実際に使われるリソグラフィ投影装置をキャリブレーションすれば、機械間差異が影響しなくなるという利点が生まれる。第1および第2セットのテスト構造をプリントするために、1つの同じ基板を使えば、局部膨張特性が基板上の層ではなく主に基板材料に依存する基板の場合は、基板の局部膨張特性が等しくなるという利点が生まれる。基準マーク付きのこの層は、第1セットのテスト構造がプリントされる第2層の下第1層である。第1セットのテスト構造の位置を読み取った後、第2セットのテスト構造を第3層内にプリントする。あるいは、第3層を塗布する前に、第2層を取り除く。リソグラフィ装置の性能が経時変化(ドリフト)する場合は、2つ別々の基板を使って、第1および第2セットのテスト構造を互いの直後にプリントすることが、有利である。この方法によれば、2セットのテスト構造間の時間差は、第1および第2セットのテスト構造をプリントするために1つの同じ基板を使うときより小さくなり、したがって、ドリフトの影響は最小になる。

10

**【0056】**

本明細書ではIC製造においてリソグラフィ装置を使うことについて具体的に言及しているが、本明細書記載のリソグラフィ装置は、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンスパターンおよび検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッドといった他の用途を有するものであると理解されるべきである。当業者には理解できるだろうが、そのような別の用途においては、本明細書で使われている用語「ウェーハ」または「ダイ」はすべて、それぞれより一般的な用語「基板」または「ターゲット部分」と同義であると考えることができる。本明細書に記載した基板は、露光前後に、たとえば、トラック(通常、基板にレジスト層を塗布し、露光されたレジストを現像するツール)、測定ツール(metrology tool)、および/または検査ツール(inspection tool)で処理されてもよい。適用できるのであれば、本明細書中の開示を上記のような基板プロセスツールおよびその他の基板プロセスツールに適用してもよい。さらに、基板は、たとえば、積層ICを作るために、複数回処理されてもよいので、本明細書で使われる用語基板が、すでに多重処理層を包含している基板を表すものとしてもよい。

20

30

**【0057】**

本明細書で使われている用語「放射線」および「ビーム」は、紫外(UV)放射線(たとえば、約365、248、193、157、または126nmの波長を有する)を含むあらゆる種類の電磁放射線を包含している。

**【0058】**

用語「レンズ」は、状況が許すのであれば、屈折および反射型光学部品を含むさまざまな種類の光学部品のどれか1つまたは組合せを指すことができる。

**【0059】**

以上、本発明の具体的で詳細な実施形態を説明してきたが、本発明は、説明された方法以外の別の方法で実行することが可能であることは理解できるであろう。たとえば、適用できるのであれば、本発明は、前述の方法に記載した機械読取可能な命令の1つ以上のシーケンスを包含するコンピュータプログラムの形式、またはそのようなコンピュータプログラムを記録したデータ保存媒体(たとえば、半導体メモリ、磁気または光学ディスク)を採用することもできる。

40

**【0060】**

本発明は、前述したタイプの液浸リソグラフィ装置に特に、しかしこれらに限定されることなく、あらゆる液浸リソグラフィ装置に適用することができる。装置に使われる液浸液は、所望の特性および使用する露光放射線の波長によってさまざまな配合を有するもの

50



とすることができる。193 nmの露光波長に対しては、超純水または水性配合物(water-based compositions)を使うことができ、この理由から、液浸液は、往々にして水と呼ばれ、また親水性、疎水性、湿気などといった水に関連した用語が使われる場合がある。しかしながら、本発明の実施形態においては、そのような水に関連した用語が、使用される液浸液に関連した同等語に置き換えられるべきである場合には、他の種類の液体を使うことができる。

【0061】

上記の説明は、制限ではなく例示を目的とし、したがって、当業者には明らかなように、特許請求の範囲を逸脱することなく、本記載の発明に変更を加えることもできる。

【0062】

本発明は、以下のようにまとめることができる。

【0063】

1. 投影システムを備えたリソグラフィ投影装置をキャリブレーションする方法であって、

基板上に第1セットのテスト構造をプリントし、基板を投影システムに対して第1コース上を移動させて、第1セットのテスト構造の当該プリントを行う工程と、

基板上に第2セットのテスト構造をプリントし、基板を投影システムに対して第2コース上を移動させて、第2セットのテスト構造の当該プリントを行うものとし、第2コースは第1コースとは異なっている工程と、

第1セットのテスト構造内の位置誤差を測定して、第1セットの位置誤差データを得る工程と、

第2セットのテスト構造内の位置誤差を測定して、第2セットの位置誤差データを得る工程と、

第1および第2セットの位置誤差データから第3セットの位置誤差データを計算する工程と、

第3セットの位置誤差データを使ってリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程と、

を含む。

【0064】

2. 基板上に複数の列状に並べた一連のターゲット部分に第1および第2テスト構造をプリントし、所定順序でターゲット部分をプリントすることによって、第1テスト構造をプリントし、さらに該所定順序とは逆の順序でターゲット部分をプリントすることによって、第2テスト構造をプリントする上記1の方法。

【0065】

3. ターゲット部分からターゲット部分へ異なってもよいそれぞれのスキャン方向で基板を投影システムに対してスキャンすることによって、各ターゲット部分をプリントし、さらに各ターゲット部分に対しては、同一スキャン方向を使って第1および第2テスト構造をプリントする上記2の方法。

【0066】

4. ターゲット部分からターゲット部分へ異なってもよいそれぞれのスキャン方向で基板を投影システムに対してスキャンすることによって、各ターゲット部分をプリントし、さらに各ターゲット部分に対して、逆スキャン方向を使って第1および第2テスト構造をプリントする上記2の方法。

【0067】

5. 前記所定順序とは逆の順序で、かつ第1および第2セットのテスト構造をプリントするために使われるスキャン方向とは逆の各スキャン方向を使って、ターゲット部分のそれぞれ上に第3セットのテスト構造をプリントする工程をさらに含む上記3の方法。

【0068】

6. 第1コースは、第1基板が蛇行順路(meander path)に沿って第1方向に移動される該蛇行順路を含み、また第2コースは、第2基板が該蛇行順路に沿って第1方向とは逆

10

20

30

40

50

の第 2 方向に移動される該蛇行順路を含む上記 1 による方法。

【0069】

7. 第 2 コースは、第 1 コースの鏡像と実質的に同一である上記 1 による方法。

【0070】

8. 第 2 コースは、第 1 コースの 180 度回転と実質的に同一である上記 1 による方法。

【0071】

9. 第 3 セットの位置誤差データを計算する工程は、第 1 および第 2 セットの位置誤差データ間の差を取得する工程を含む上記 1 による方法。

【0072】

10. 第 1 および第 2 セットのテスト構造のプリント工程およびテスト構造の位置誤差データの測定工程をそれぞれ複数回繰り返して、第 1 および第 2 セットの位置誤差データを得る上記 1 による方法。

【0073】

11. 第 1 および 2 テスト構造を同一基板上にプリントする上記 1 による方法。

【0074】

12. 第 1 および第 2 テスト構造を異なる基板上にプリントする上記 1 による方法。

【0075】

13. リソグラフィ投影装置は、液浸型のものである上記 1 による方法。

【0076】

14. 第 1 および第 2 セットの位置誤差データは、オーバーレイ誤差データのセットである上記 1 による方法。

【0077】

15. 投影システムを有するリソグラフィ投影装置を使うデバイス製造方法であって、

第 1 セットのテスト構造を基板上にプリントし、基板を投影システムに対して第 1 コース上を移動させて、第 1 セットのテスト構造の当該プリントを行う工程と、

第 2 セットのテスト構造を基板上にプリントし、基板を投影システムに対して第 2 コース上を移動させて、第 2 セットのテスト構造の当該プリントを行うものとし、第 2 コースは第 1 コースとは異なっている工程と、

第 1 セットのテスト構造内の位置誤差を測定して、第 1 セットの位置誤差データを得る工程と、

第 2 セットのテスト構造内の位置誤差を測定して、第 2 セットの位置誤差データを得る工程と、

第 1 および第 2 セットの位置誤差データから第 3 セットの位置誤差データを計算する工程と、

第 3 セットの位置誤差データを使ってリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程と、

リソグラフィ装置を使って、基板上にデバイスパターンをプリントする工程と、

によってリソグラフィ投影装置のキャリブレーションを行う工程を含む。

【0078】

16. 基板上に複数の列状に並べた一連のターゲット部分内に第 1 および第 2 テスト構造をプリントし、所定順序でターゲット部分をプリントすることによって、第 1 テスト構造をプリントし、さらに当該所定順序とは逆の順序でターゲット部分をプリントすることによって、第 2 テスト構造をプリントする上記 15 による方法。

【0079】

17. ターゲット部分からターゲット部分へ異なってもよいそれぞれのスキャン方向で基板を投影システムに対してスキャンすることによって、各ターゲット部分をプリントし、さらに各ターゲット部分に対して、同一スキャン方向を使って第 1 および第 2 テスト

10

20

30

40

50

構造をプリントする上記 16 による方法。

【0080】

18. ターゲット部分からターゲット部分へ異なってもよいそれぞれのスキャン方向で基板を投影システムに対してスキャンすることによって、各ターゲット部分をプリントし、さらに各ターゲット部分に対して、逆スキャン方向を使って第 1 および第 2 テスト構造をプリントする上記 16 による方法。

【0081】

19. 所定順序とは逆の順序で、かつ第 1 および第 2 セットのテスト構造をプリントするために使われるスキャン方向と逆の各スキャン方向を使って、ターゲット部分のそれぞれ上に第 3 セットのテスト構造をプリントする工程をさらに含む上記 17 による方法。

10

【0082】

20. 第 3 セットの位置誤差データを計算する工程は、第 1 および第 2 セットの位置誤差データ間の差を取得する工程を含む上記 15 による方法。

【0083】

21. 第 1 および第 2 セットのテスト構造のプリント工程およびテスト構造中の位置誤差データの測定工程をそれぞれ複数回繰り返して、第 1 および第 2 セットの位置誤差データを取得する上記 15 による方法。

【0084】

22. 第 1 および第 2 テスト構造を同一基板上にプリントする上記 15 による方法。

【0085】

23. 第 1 および第 2 テスト構造を異なる基板上にプリントする上記 15 による方法

20

【0086】

24. リソグラフィ投影装置は、液浸型のものである上記 15 による方法。

【0087】

25. 第 1 および第 2 セットの位置誤差データは、オーバーレイ誤差データのセットである上記 15 による方法。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図 1】本発明の一実施形態で使用可能なリソグラフィ装置を示す。

30

【図 2】リソグラフィ投影装置で使う液体供給システムを示す。

【図 3】リソグラフィ投影装置で使う液体供給システムを示す。

【図 4】リソグラフィ投影装置で使う別の液体供給システムを示す。

【図 5】リソグラフィ投影装置で使う別の液体供給システムを示す。

【図 6】本発明の一実施形態を実行して得られた第 1 セットのオーバーレイ誤差データを示す。

【図 7】本発明の一実施形態を実行して得られた第 3 セットのオーバーレイ誤差データを示す。

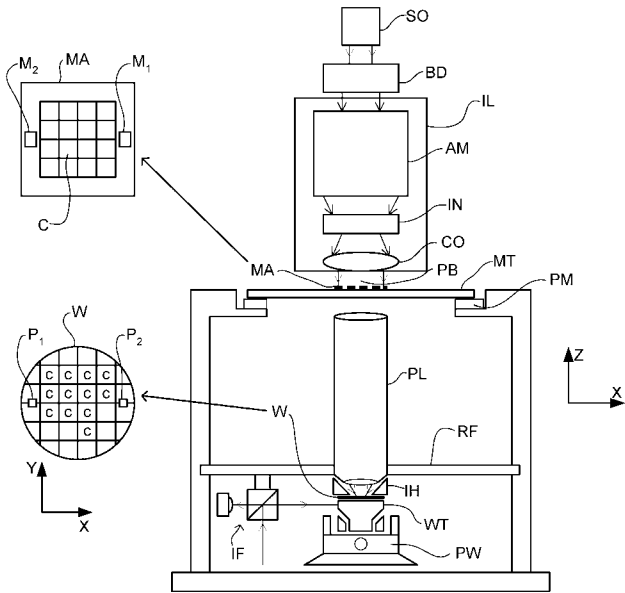
【図 8】正蛇行順路(normal meander path)を示す。

【図 9】逆方向に進む蛇行順路(meander path)を示す。

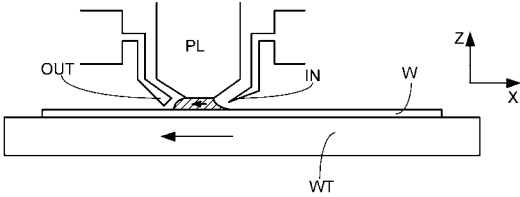
40

【図 10】本発明による方法のフローチャートである。

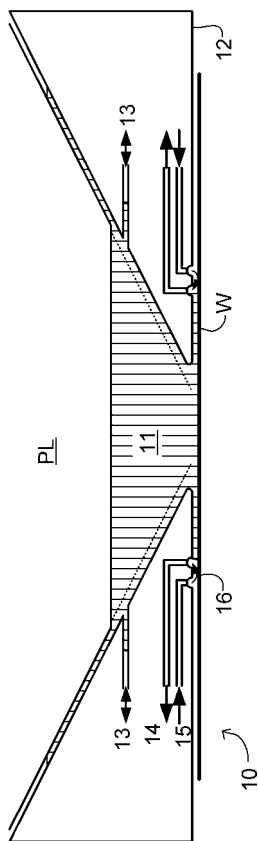
【図1】



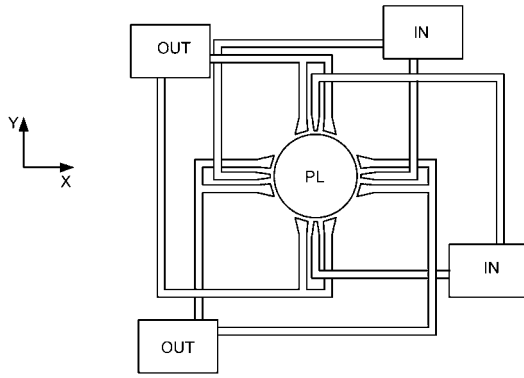
【図2】



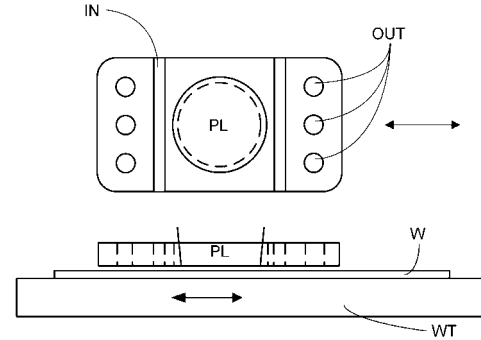
【図5】



【図3】

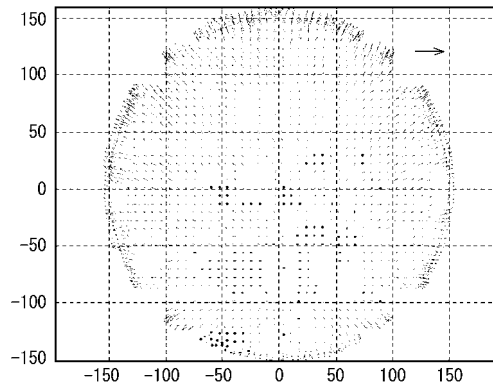


【図4】



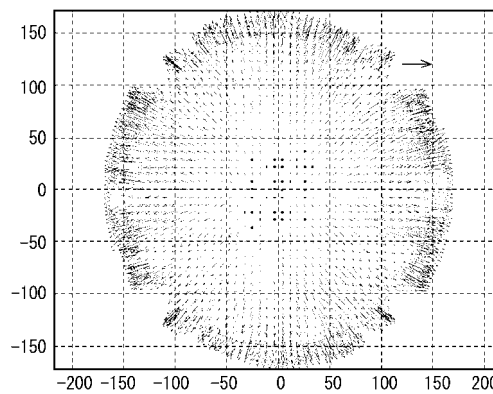
【図6】

最大誤差: 110と143 x と y [nm]、縮尺: 316. 2278 [nm]

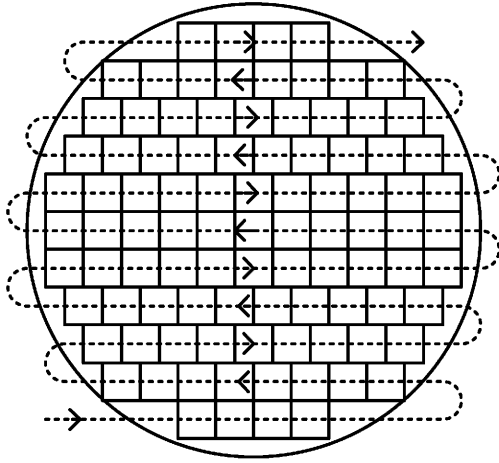


【図7】

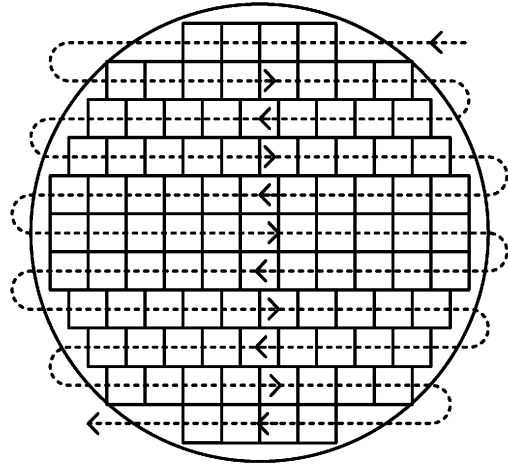
最大誤差: 88と94 x と y [nm]、縮尺: 100 [nm]



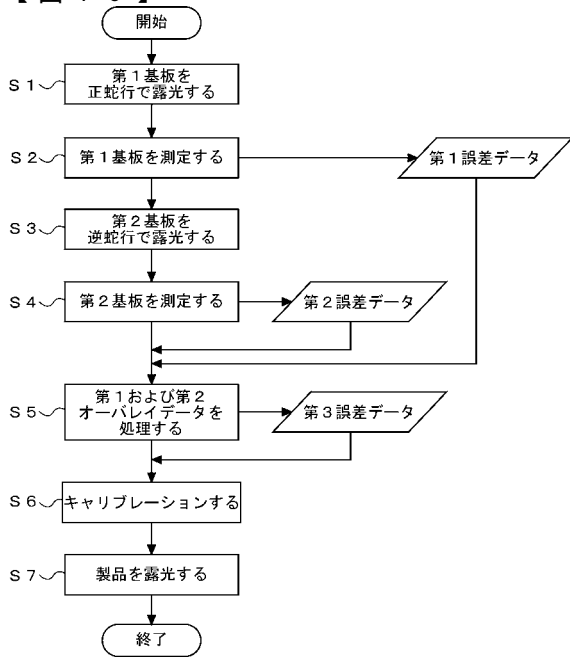
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ザール, クン, ヤコブス, ヨハネス, マリア  
オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 1 1 ジェイビー, セント. キャサライナス  
トラート 5 3
- (72)発明者 デ コート, アントニウス, ヨハネス  
オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエル - 5 5 0 8 エルビー, ヘイカンセバーン 6 3
- (72)発明者 デ ヨング, フレデリック, エドアルド  
オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 1 1 ビージー, フーガゲル 6 6
- (72)発明者 グーアマン, クン  
オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 1 2 ディーエス, ビショップスモレン 6
- (72)発明者 メニチチキコフ, ボリス  
オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 2 4 イーピー, ピーター ボルパッド 1 6
- (72)発明者 ベン, ハーマン, フォルケン  
オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエル - 5 5 0 1 ジーアール, ラリクスビーク 3 9
- Fターム(参考) 5F046 BA03 CB24 DA26 DA27 FC03 FC04

【外国語明細書】

2007088455000001.pdf