

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4820354号
(P4820354)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 G
GO 1 D 5/347 (2006.01)	GO 1 D 5/347 110M
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 515F
HO 1 L 21/68 (2006.01)	HO 1 L 21/30 515G
	HO 1 L 21/30 516B
請求項の数 15 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2007-284937 (P2007-284937)
 (22) 出願日 平成19年11月1日(2007.11.1)
 (65) 公開番号 特開2008-139289 (P2008-139289A)
 (43) 公開日 平成20年6月19日(2008.6.19)
 審査請求日 平成19年11月1日(2007.11.1)
 (31) 優先権主張番号 11/594, 230
 (32) 優先日 平成18年11月8日(2006.11.8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504151804
 エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
 ブイ.
 オランダ国 ヴェルトホーフエン 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 真司
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大貫 敏史
 (72) 発明者 ループストラ, エリック, ロエロフ
 オランダ国, ヘーゼ エヌエル-5591
 ビーエー, ホディバルダスラーン 15

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2つの隣接するキャリプレート位置間でエンコーダ測定システムの回折格子をキャリブレーションする方法であって、

選択された速度で、エンコーダタイプセンサを有するセンサオブジェクトおよび回折格子の一方を、サーボコントローラを使用して、前記センサオブジェクトおよび前記回折格子の他方と或る離間距離を保って前記他方に沿って移動させること、および

前記移動中、2つのキャリプレート位置間の複数の位置で前記回折格子に対する前記センサオブジェクトの位置を測定すること、を含み、

前記速度は、前記センサオブジェクトおよび前記回折格子の前記一方についての前記サーボコントローラによる前記離間距離を保つための追従制御が、前記2つのキャリプレート位置間の距離よりも短い距離にわたって延在する前記回折格子中の障害の全部又は一部に関して実質的に不感帯となる速度に選択される、方法。

【請求項 2】

前記速度が、前記2つのキャリプレート位置の間の前記距離によって倍増する前記センサオブジェクトおよび前記回折格子の一方の前記サーボコントローラの帯域幅に少なくともほぼ等しくなるように選択される、請求項 1に記載の方法。

【請求項 3】

前記センサオブジェクトおよび前記回折格子の前記一方の前記サーボコントローラの帯域幅を減少させることで、前記回折格子の前記障害の全部又は一部に関する前記追従制御

の能力を低下させる、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記移動および測定を繰り返すこと、および測定値の結果を平均化することをさらに含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記センサオブジェクトまたは前記回折格子の前記一方を同一および/または別の移動方向で前記移動および測定を繰り返すことをさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記測定の結果を、前記回折格子のメトロロジマップに組み込むことをさらに含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記測定が、前記エンコーダタイプセンサをサンプリングすることを含み、
前記エンコーダタイプセンサのサンプル周波数が、前記センサオブジェクトまたは前記回折格子の一方のサーボコントローラの帯域幅の少なくとも 10 倍又は少なくとも 50 倍である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記移動および前記測定の前に、少なくとも 2 つのキャリブレート位置を判定するために前記回折格子の低周波キャリブレーションを実行することを含み、
前記方法が前記回折格子の高周波キャリブレーションとして使用される、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 9】

前記移動および前記測定を繰り返して、別の隣接するキャリブレート位置間で前記回折格子をキャリブレーションすることをさらに含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方法を実行するように構成される位置測定システム。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の前記位置測定システムを備えるリソグラフィ装置。

【請求項 12】

2 つの隣接するキャリブレート位置間でエンコーダ測定システムの回折格子をキャリブレーションする方法であって、
選択された速度でセンサおよび回折格子の一方を、サーボコントローラを使用して、前記センサおよび前記回折格子の他方と或る離間距離を保って前記他方に沿って移動させること、および

30

前記移動中、2 つのキャリブレート位置間の複数の位置で前記回折格子に対する前記センサの位置を測定すること、を含み、

前記速度は、前記センサおよび前記回折格子の前記一方についての前記サーボコントローラによる前記離間距離を保つための追従制御が、1) 前記 2 つのキャリブレート位置間の距離よりも少なくとも長い距離にわたって延在する前記回折格子内の障害に関して働き、かつ、2) 前記 2 つのキャリブレート位置間の距離よりも短い距離にわたって延在する前記回折格子内の障害の全部又は一部に関して実質的に不感帯となる、速度に選択される、方法。

40

【請求項 13】

センサおよび回折格子と、

選択された速度で前記センサおよび前記回折格子の一方を前記センサおよび前記回折格子の他方と或る離間距離を保って前記他方に対して移動させるサーボコントローラのコントロールユニットと、を備え、

前記コントロールユニットは、

前記センサおよび前記回折格子の前記一方についての前記サーボコントローラによる前

50

記離間距離を保つための追従制御が、1) 前記2つのキャリブプレート位置間の距離よりも少なくとも長い距離にわたって延在する前記回折格子内の障害に関して働き、かつ、2) 前記2つのキャリブプレート位置間の距離よりも短い距離にわたって延在する前記回折格子内の障害の全部又は一部に関して実質的に不感帯となる、速度に前記速度を選択する、位置測定システム。

【請求項14】

放射ビームを調整する照明システム、
パターン付き放射ビームを形成するために放射ビームをパターン形成するパターンニングデバイスを支持するパターンサポート、

基板を支持する基板サポート、

前記基板上に前記パターン付き放射ビームを投影する投影システム、および

前記サポートの1つの位置を測定する位置測定システム

を備えるリソグラフィ装置であって、

前記位置測定システムが、

センサおよび回折格子と、

選択された速度で前記センサおよび前記回折格子の一方を前記センサおよび前記回折格子の他方と或る離間距離を保って前記他方に対して移動させるサーボコントローラのコントロールユニットと、を備え、

前記コントロールユニットは、

前記センサおよび前記回折格子の前記一方についての前記サーボコントローラによる前記離間距離を保つための追従制御が、1) 前記2つのキャリブプレート位置間の距離よりも少なくとも長い距離にわたって延在する前記回折格子内の障害に関して働き、かつ、2) 前記2つのキャリブプレート位置間の距離よりも短い距離にわたって延在する前記回折格子内の高度変化の全部又は一部に関して実質的に不感帯となる、速度に前記速度を選択する、リソグラフィ装置。

【請求項15】

前記位置測定システムが、前記2つのキャリブプレート位置間の複数の位置で前記センサによって測定される前記回折格子の障害データを記憶する記憶ユニットをさらに備える、請求項14に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明はグリッド板をキャリブレーションする方法に関する。さらに本発明はキャリブレーション方法のために構成されたリソグラフィ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置は、例えば集積回路(IC)の製造において使用することができる。このような場合、マスクまたはレクチルと称されるパターンニングデバイスを使用して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(例えば、シリコンウエーハ)上のターゲット部分(例えば、ダイの一部あるいは1つまたは複数のダイを含む)に転写することができる。パターンの転写は通常、基板上に形成される放射感応性物質(レジスト)の層上の結像を介して行われる。一般に単一の基板は、連続してパターンニングされる隣接するターゲット部分のネットワークを包含する。従来のリソグラフィ装置は、パターン全体を一度にターゲット部分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プ、および所与の方向(「スキャン」方向)の放射ビームを介してパターンをスキャンし、同時にこの方向と平行または逆平行に基板をスキャンすることによって各ターゲット部分を照射するいわゆるスキャナを含む。基板にパターンをインプリントすることによって、パターンニ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。

【 0 0 0 3 】

[0003] 既知のリソグラフィ装置において、高精度位置測定システムは、ウエーハステージおよびレクチルステージなどの可動オブジェクトの位置を判定するのに使用される。使用される2つの既知システムは、干渉計システムおよびエンコーダタイプの測定システムである。エンコーダタイプ測定システムにおいて、多次元グリッドに組み込むことができる1つまたは複数の1次元回折格子が使用される。これらの回折格子またはグリッドは、一次元または多次元グリッド板上に配置することができる。グリッド板は、リソグラフィ装置のほぼ静止した部分に搭載することができる。1以上の自由度におけるグリッド板に対するセンサの位置を測定することができる1つまたは複数のエンコーダタイプセンサが、可動オブジェクトに搭載される。代替の実施形態において、グリッド板は可動オブジェクトに搭載されてよく、センサはほぼ静止した位置に搭載されてよい。

10

【 0 0 0 4 】

[0004] 特定の用途に関して、特にリソグラフィ装置での使用に関して、回折格子の製作精度は、これらの用途に関して必要とされる所望の精度を得るのに十分ではない。例えば、ステージ位置測定システムがサブナノメートルの精度を要する際、回折格子の製作精度はミクロンレベルである場合がある。

【 0 0 0 5 】

[0005] これらの製造誤差を考慮するために、回折格子の誤差を組み込むいわゆるメトロロジマップを使用してよい。これらの誤差は回折格子のキャリブレーション中に取得され、続いてメトロロジマップに組み込まれる。測定システムの実際使用中、メトロロジマップの値を使用して回折格子の誤差を修正する。

20

【 0 0 0 6 】

[0006] 誤差を判定しメトロロジマップを作成するための既知のキャリブレーション方法は、いわゆるフィッシュボーン(fishbone)形技術である。この技術において、キャリブレーション位置の領域内で複数の測定が行われ、キャリブレーション位置のキャリブレーション値を得るために測定結果は平均化される。特定のキャリブレーション位置に関して所望の精度を得るために、複数の測定が行われる最小領域が必要とされる。例えば、0.1 nmの精度を得る必要がある場合、約2 - 5 mmのグリッド空間、すなわち隣接するキャリブレーション位置間の距離が必要とされる。しかしながら測定の精度に対する要求が増大すると、キャリブレーショングリッド空間は、実際の位置測定の際所望の精度を得るのに十分ではない場合がある。例えば、実際の位置測定の際0.1 nmの精度を得るためには、上記の例と同様の回折格子は約0.4 mmのグリッド空間でキャリブレーションされなければならない。したがって従来のキャリブレーション方法のこの状況の欠点は、エンコーダ測定システムの所望される精度が増大すると、キャリブレーショングリッド空間が大きくなりすぎることである。

30

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

[0007] キャリブレーション精度を失わずに、キャリブレーション位置の密度を高めることができるキャリブレーション方法を提供することが望ましい。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

[0008] 本発明の一実施形態によって、2つの隣接するキャリブレーション位置の間でエンコーダ測定システムの回折格子をキャリブレーションする方法であって、一定の速度で、エンコーダタイプセンサを含むセンサオブジェクトおよび回折格子の一方を、センサオブジェクトおよび回折格子の他方に沿って移動させることであって、この速度が、2つのキャリブレーション位置間の距離より小さい距離にわたって実質的に延在する回折格子中の障害がセンサオブジェクトおよび回折格子の一方によってはたどることができない、または一部のみたどることができるようを選択される、当該移動させること、および、移動中、2つのキャリブレーション位置間の複数の位置で回折格子に対するセンサオブジェクトの位置を測

50

定すること、を含むキャリブレーション方法が提供される。

【 0 0 0 9 】

【0009】 本発明の別の実施形態において、2つの隣接するキャリブプレート位置間でエンコーダ測定システムの回折格子をキャリブレーションする方法であって、選択された速度でセンサまたは回折格子の一方をセンサまたは回折格子の他方に沿って移動させることであって、この速度が、1)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より少なくとも長い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサと回折格子の間の距離をほぼ同一に維持するように、センサまたは回折格子の一方が移動する、および2)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より短い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサまたは回折格子の一方が実質的に移動しないままであるように選択される、当該移動させること、および、移動中、2つのキャリブプレート位置間の複数の位置で回折格子に対するセンサの位置を測定すること、を含むキャリブレーション方法が提供される。

10

【 0 0 1 0 】

【0010】 本発明の一実施形態において、センサおよび回折格子と、選択された速度でセンサまたは回折格子の一方をセンサまたは回折格子の他方に対して移動させるコントロールユニットであって、この速度が、1)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より少なくとも長い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサと回折格子の間の距離をほぼ同一に維持するようにセンサまたは回折格子の一方が移動する、および2)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より短い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサまたは回折格子の一方が実質的に移動しないままであるように選択される、当該コントロールユニットと、を備える位置測定システムが提供される。

20

【 0 0 1 1 】

【0011】 本発明のさらに別の実施形態において、放射ビームを調整する照明システム、パターン付き放射ビームを形成するために放射ビームをパターンニングしてパターン付き放射ビームを形成するパターンニングデバイスを支持するパターンサポート、基板を支持する基板サポート、基板上にパターン付き放射ビームを投影する投影システム、およびサポートの1つの位置を測定する位置測定システムを含むリソグラフィ装置であって、位置測定システムが、センサおよび回折格子と、選択された速度でセンサまたは回折格子の一方をセンサまたは回折格子の他方に対して移動するコントロールユニットであって、この速度が、1)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より少なくとも長い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサと回折格子の間の距離をほぼ同一に維持するようにセンサまたは回折格子の一方が移動する、および2)センサが2つのキャリブプレート位置間の距離より短い距離にわたって延在する回折格子内の障害の上を通る際、センサまたは回折格子の一方が実質的に移動しないままであるように選択される、当該コントロールユニットとを備える、リソグラフィ装置が提供される。

30

【 0 0 1 2 】

【0012】 対応する参照記号が対応する部分を示している添付の概略図を参照して、単に例示の目的で本発明の実施形態を以下に記載する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

【0016】 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示す。装置は、放射ビームB(例えば、UV放射または他の任意の好適な放射)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)ILと、パターンニングデバイス(例えば、マスク)MAを支持するように構築され、特定のパラメータによってパターン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位置決めデバイスPMに接続されるマスク支持構造(例えば、マスクテーブル)MTを含む。装置はまた、基板(例えば、レジストコートウエーハ)Wを保持するように構築され、特定のパラメータによって基板を正確に位置決めするように構成された第2位置決めデバイスPWに接続される基板テーブル(例えば、ウエ

50

ーハテーブル) W T または「基板サポート」を含む。装置はさらに、パターンングデバイス M A によって放射ビーム B に付与されるパターンを基板 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) 上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 S を含む。

【 0 0 1 4 】

[0017] 照明システムは、放射を誘導、整形、または制御するための屈折、反射、磁力、電磁力、静電気または他のタイプの光コンポーネント、あるいはそれらの任意の組合せなどの種々のタイプの光コンポーネントを含んでよい。

【 0 0 1 5 】

[0018] マスク支持構造はパターンングデバイスを支持する、すなわちその重量を担う。マスク支持構造は、パターンングデバイスの配向、リソグラフィ装置の設計、および例えば、パターンングデバイスが真空環境で保持されるかどうかなど他の条件に依存する方法でパターンングデバイスを保持する。マスク支持構造はパターンングデバイスを保持するために機械的、真空の、静電気のまたは他のクランプ技法を使用することができる。マスク支持構造は例えば、必要に応じて固定されるまたは可動式とすることができるフレームまたはテーブルであってよい。マスク支持構造によって、パターンングデバイスは確実に、例えば投影システムに対する所望の位置にある。本明細書中で任意に使用される用語「レクチル」または「マスク」は、より一般的な用語「パターンングデバイス」と同義とみなすことができる。

【 0 0 1 6 】

[0019] 本明細書中で使用される用語「パターンングデバイス」は、放射ビームの断面にパターンを付与して、基板のターゲット部分にパターンを形成するために使用することができる任意のデバイスを指すように広く解釈されるべきである。放射ビームに付与されるパターンは、例えばパターンが位相フィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分の所望のパターンと正確には対応しない場合がある。一般に放射ビームに付与されるパターンは、集積回路などターゲット部分に形成されるデバイス中の特定の機能層に一致する。

【 0 0 1 7 】

[0020] パターンングデバイスは、透過性または反射性とすることができる。パターンングデバイスの例は、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 L C D パネルを含む。マスクはリソグラフィ分野でよく知られており、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) 位相シフトなどのマスクタイプならびに種々のハイブリッドマスクタイプを含む。プログラマブルミラーアレイの例は微小なミラーのマトリクス配列を利用し、それぞれが異なる方向で入射する放射ビームを反射するために個別に傾けられてよい。傾けられたミラーは、ミラーマトリクスによって反射される放射ビームにパターンを付与する。

【 0 0 1 8 】

[0021] 本明細書で使用される用語「投影システム」は、使用される露光放射、または液浸液の使用または真空状態の使用など他の要因に応じて適切に、屈折、反射、反射屈折、磁力、電磁力および静電気の光学システム、または任意のそれらの組合せを含む任意のタイプの投影システムを包含するように広く解釈されるべきである。本明細書で任意に使用される用語「投影レンズ」は、より一般的な用語「投影システム」と同義とみなすことができる。

【 0 0 1 9 】

[0022] ここに記載するように、装置は透過タイプ (例えば、透過マスクを利用する) である。あるいは装置は、反射タイプ (例えば、上記に示したタイプのプログラマブルミラーアレイを利用するまたは反射マスクを利用する) とすることもできる。

【 0 0 2 0 】

[0023] 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または「基板サポート」 (および / または 2 つ以上のマスクテーブルまたは「マスクサポー

10

20

30

40

50

ト」)を有するタイプであってよい。このような「マルチステージ」の機械では、追加のテーブルまたはサポートを並行して使用することができる、または1つまたは複数のテーブルまたはサポートで予備ステップを実行しながら、他の1つまたは複数のテーブルまたはサポートを露光用に使用することができる。

【0021】

[0024] 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ために、少なくとも基板の一部を比較的高い屈折率を有する液体、例えば水によって覆うことができるタイプのものであり得る。液浸液は、リソグラフィ装置の他の空間、例えばマスクと投影システムの間添加到することもできる。液浸技術は、投影システムの開口数を増加させるのに使用することができる。本明細書で使用される用語「液浸」は、基板などの構造体を液体に浸水しなければならないことを意味するのではなく、どちらかと言えば、露光中、投影システムと基板の間に単に液体があるという意味である。

10

【0022】

[0025] 図1を参照すると、イルミネータILが放射源SOからの放射ビームを受ける。例えば放射源がエキシマレーザである場合は、放射源およびリソグラフィ装置は別個の要素であってよい。このような場合、放射源はリソグラフィ装置の一部を形成するものとみなされず、例えば好適な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステムBDを利用して、放射ビームは放射源SOからイルミネータILへ進む。その他の場合において、例えば放射源が水銀ランプの場合、放射源はリソグラフィ装置と一体式部品であってよい。放射源SOおよびイルミネータILは、所望によりビームデリバリシステムBDと共に放射システムと称することができる。

20

【0023】

[0026] イルミネータILは、放射ビームの角度強度分布を調整するように構成されたアジャスタADを含む。一般に、イルミネータの瞳面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 -outerおよび -innerとそれぞれ称される)は、調整することができる。さらに、イルミネータILは、インテグレータINおよびコンデンサCOなど種々の他のコンポーネントを含んでよい。イルミネータを使用して放射ビームを調整することで、放射ビーム断面に所望の均等性および強度分布を持たせることができる。

【0024】

[0027] 放射ビームBは、マスク支持構造(例えば、マスクテーブルMT)上に保持されるパターンングデバイス(例えば、マスクMA)に入射し、パターンングデバイスによってパターン形成される。マスクMAを横切った後、放射ビームBは投影システムPS内を進み、投影システムPSは、基板Wのターゲット部分Cにビームを集束する。第2位置決めデバイスPWおよび位置センサIF(例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダまたは容量センサ)を利用して、例えば様々なターゲット部分Cを放射ビームBの経路内に位置決めするために、基板テーブルWTを正確に移動させることができる。同様に第1位置決めデバイスPMおよび別の位置センサ(図1には明確に示されていない)を使用して、例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MTの移動は、第1位置決めデバイスPM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)を利用して実現することができる。同様に基板テーブルWTまたは「基板サポート」の移動は、第2位置決めデバイス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利用して実現することができる。ステッパーの場合(スキャナとは反対に)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接続することができる、または固定することができる。マスクMAおよび基板Wは、マスクアライメントマークM1、M2および基板アライメントマークP1、P2を使用して位置あわせすることができる。例示の基板アライメントマークは専用ターゲット部分を占めるが、これらはターゲット部分の間(これらは、スクライプレーンアライメントマークとして知られている)に離間して配置することができる。同様にマスクMA上にに複数のダイが形成される場合、マス

30

40

50

クアライメントマークはダイとダイの間に配置されてよい。

【 0 0 2 5 】

[0028] 例示の装置は以下のモードの少なくとも1つで使用することができる。

【 0 0 2 6 】

[0029] 1. ステップモードにおいて、マスクテーブルMTまたは「マスクサポート」および基板テーブルWTまたは「基板サポート」は、基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されるパターン全体は、ターゲット部分C上に一度に投影される(すなわち単一静的露光)。基板テーブルWTまたは「基板サポート」は次いでXおよび/またはYの方向に移動され、異なるターゲット部分Cが露光されることが可能になる。ステップモードにおいて、露光フィールドの最大サイズによって、単一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。

10

【 0 0 2 7 】

[0030] 2. スキャンモードにおいて、マスクテーブルMTまたは「マスクサポート」および基板テーブルWTまたは「基板サポート」は同時にスキャンされ、放射ビームに付与される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MTまたは「マスクサポート」に対する基板テーブルWTまたは「基板サポート」の速度および方向は、投影システムPSの(縮小)拡大率および像反転特性によって決定することができる。スキャンモードにおいて、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光でのターゲット部分の幅(非スキャン方向の)が限定され、スキャン動作の長さによってターゲット部分の高さ(スキャン方向の)が決定する。

20

【 0 0 2 8 】

[0031] 3. 別のモードにおいて、プログラマブルパターンニングデバイスを保持しながら、マスクテーブルMTまたは「マスクサポート」を基本的に静止状態に維持し、基板テーブルWTまたは「基板サポート」を移動またはスキャンし、放射ビームに付与され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、一般にパルス放射源が採用され、必要に応じてプログラマブルパターンニングデバイスは、基板テーブルWTまたは「基板サポート」が移動する毎に、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスの間に更新される。この動作モードは、上記に記載したタイプのプログラマブルミラーアレイなどプログラマブルパターンニングデバイスを使用するマスクを使用しないリソグラフィに容易に適用することができる。

30

【 0 0 2 9 】

[0032] 上述した使用モードの組合せおよび/または変形、あるいは完全に異なる使用モードを採用することもできる。

【 0 0 3 0 】

[0033] 図2は、エンコーダタイプセンサ2およびグリッド板3を含むエンコーダタイプ位置測定システム1を概略的に示す。グリッド板3は、1つまたは複数の一次元回折格子が上に形成される板である。センサ2は、例えば、ウエーハまたは基板ステージあるいはレクチルまたはパターンニングデバイスステージなどのセンサオブジェクト4に搭載される。位置測定システム1は、少なくとも1自由度で、グリッド板に対するセンサオブジェクトの位置を測定するように構成される。

40

【 0 0 3 1 】

[0034] グリッド板3の回折格子は、一定の精度でのみ製造することができる。従来技術のグリッド板の状態の製造精度は、所望される測定精度を得るには不十分な場合がある。位置測定中に得られる精度を上げるために、グリッド板3がキャリブレーションされる。このようなキャリブレーションは、いわゆるフィッシュボーン形技術によって実行ことができ、グリッド板の製作誤差などのいずれの障害も測定するように各キャリブレーション位置5の周囲の領域で複数回のキャリブレーション測定が行われる。このようなフィッシュボーン形技術において、2つの離間したマークは結像され、続いてこのマークは互い違いの位置で再び結像され、第1マークの第1像と第2マークの第2像とが原則として一致しなければならない。結像したマークを比較することによって、ステージの位置の偏差を

50

判定することができる。

【0032】

[0035] 障害を考慮に入れるために実際の測定で使用される修正マップ、いわゆるメトロロジマップにキャリブレーションデータを組み込むことができる。

【0033】

[0036] しかしながら、一定のキャリブレーション精度を得るために特定の領域はキャリブレーション位置の周囲であることが望ましいため、キャリブレーション位置の密度が制限されることがある。例えば、0.1 nmの精度を得なければならない場合、グリッド空間すなわち隣接するキャリブレーション位置間の距離は、約2 - 5 mmが望ましい。さらに測定精度に対する要求が高くなると、このキャリブレーショングリッド空間は、実際の位置測定の際に所望される精度を得るのに十分ではないことがある。例えば、実際の位置測定の際0.1 nmの精度を得るために、同様のグリッド板3は約0.4 mmのグリッド空間でキャリブプレートされなければならない。

10

【0034】

[0037] 本発明の別の実施形態において、キャリブレーション位置の密度をさらに上げることができるキャリブレーション方法が提供されている。この方法によると、2つのキャリブプレート位置5の間の複数の位置でエンコーダタイプセンサ2を使用して測定が行われ、センサオブジェクト4は、グリッド板上を一定の速度で指示方向(矢印A)に移動する。センサオブジェクト4が、2つのキャリブプレート位置5の間の距離より短い距離にわたってほぼ延在するグリッド板3の障害をたどることができない、または一部のみたどることができるよう速度が選択される。その結果、以下に説明するようにキャリブレーションデータを取得することができる。

20

【0035】

[0038] 図3において、2つのキャリブプレート位置5を含む図2のグリッド板3の一部が示されている。キャリブプレート位置5は、比較的低い空間周波数すなわち、比較的大きなキャリブレーショングリッド空間を有するキャリブレーション方法によって取得される。上記に説明したように、望ましくはキャリブレーション位置の数を増加させてよい。センサオブジェクト4がグリッド板3の上を一定の高度で移動するように調整されると(例えば制御ユニットによって)、センサは2つのキャリブプレート位置の間の複数の位置6でグリッド板3に対するセンサ2の位置を測定することができる。センサオブジェクトが、2つのキャリブプレート位置5の間の距離より短い距離にわたって実質的に延在するグリッド板の障害を実質的にたどることができないようにセンサオブジェクトの速度は選択される(例えば制御ユニットによって)。主にセンサオブジェクトおよびセンサの組合せの慣性によって、比較的小さい空間周波数を有して障害をたどることができなくなる。したがって、比較的重量のあるレクチルまたはパターンングステージあるいはウエーハまたは基板ステージはセンサオブジェクトとして極めて好適である。

30

【0036】

[0039] 1つまたは複数のキャリブレーション位置6に障害7が存在する場合、センサオブジェクトのサーボコントローラは障害をたどるようにセンサオブジェクトの高度を適合させることができないため、センサ2は、センサオブジェクトがグリッド板3に沿って進む制御された高度に一致しない位置を測定する。測定位置と制御高度の間の差異が、例えば障害の深さを与える。このようにすべてのキャリブレーション位置6に関してキャリブレーションデータが取得され、それと共にキャリブレーション位置の密度が増加する。2つのキャリブプレート位置の間の複数の位置で位置測定システムによって測定される障害データは、記憶ユニットに記憶することができる。

40

【0037】

[0040] 反対に障害が複数のキャリブレーション位置5を越えて延在する場合、センサオブジェクトのサーボコントローラは、測定位置および制御高度が同一になるようにセンサオブジェクトの高度を適合させる。

【0038】

50

[0041] この方法においてグリッド板上のセンサオブジェクト4の高度は一定であり、グリッド板3の高空間周波数障害の存在による影響を受けないと考えられるため、センサオブジェクトおよびセンサが2つの隣接するキャリブレーション位置5の間の距離より短い障害を実質的にたどることができないように、センサオブジェクト4の速度が選択されることが望ましい。一実施形態において、2つのキャリブレーション位置の間の距離によって倍増するセンサオブジェクトのサーボコントローラの帯域幅が最小になるようにセンサオブジェクトの速度は選択される。このように速度が特定されると、センサオブジェクトはグリッド板の障害を実質的にたどることができない。

【0039】

[0042] 一般に、センサ2が所望のキャリブレーション位置6で位置を測定することができる限り、センサオブジェクトの速度はできるだけ高速に選択されてよい。

10

【0040】

[0043] 実際にあるステージのサーボコントローラループの帯域幅は、例えば200Hzであってよい。キャリブレーション位置5の間の距離が5mmと仮定すると、センサオブジェクトの速度が1m/秒の場合、センサオブジェクト4は、5mmより小さいいずれの障害もたどることができない。センサのサンプル周波数が20kHzである場合、センサは0.05mm毎の測定値を得ることができる。

【0041】

[0044] センサオブジェクトのサーボコントローラループの帯域幅は、調整可能である。このような実施形態において、帯域幅を減少させて2つのキャリブレーション位置の間の距離より短い距離にわたって実質的に延在するグリッド板の障害をセンサオブジェクトがたどる能力を低下させることができる。センサオブジェクトのサーボコントローラループの帯域幅を減少させることによって、センサオブジェクトはさらにグリッド板の障害をたどることができなくなる。このようにセンサオブジェクトの所望の速度を低下させ、それと共にセンサ2の同様のサンプル周波数で可能なキャリブレーショングリッド空間を減少させることができる。

20

【0042】

[0045] 本発明の一実施形態による方法は、この方法が実行され得る前に低空間周波数キャリブレーションステップが先行する。低空間周波数キャリブレーション方法は上述のフィッシュボーン形方法または他の任意の好適なキャリブレーション方法であってよい。低空間周波数キャリブレーションステップが実行された後、本発明の一実施形態による方法で隣接するキャリブレーション位置の間の空間をキャリブレーションすることができる。本発明の方法によって実行される低空間周波数キャリブレーションステップおよび高空間周波数キャリブレーションステップのキャリブレーションデータは、別個のメトロロジマップまたは共通のメトロロジマップに組み込むことができる。

30

【0043】

[0046] 測定中のいずれの雑音も考慮するために複数の測定が行われ、測定の結果は平均化される。センサオブジェクトがグリッド板に沿って同一または他方向に移動する間、複数の測定が行われる。図2および図3において一方向のキャリブレーション移動のみが示されているが、一般に方法はグリッド板全体に関して使用することができ、xおよびy方向のそれぞれの位置に関して、グリッド板のx、yおよびz誤差の値が判定されメトロロジマップに記憶することができることが述べられている。

40

【0044】

[0047] 本発明の方法を使用してグリッド板の欠陥による障害を見つけ修正することもできる。この用途に関して、例えばグリッド空間が0.1mm以下の高密度のキャリブレーショングリッドを使用することが望ましい。

【0045】

[0048] 本発明の一実施形態によるキャリブレーション方法の重大な利点は、この方法がリソグラフィ装置の位置測定システムによって実行することができることである。その結果グリッド板のキャリブレーションは、リソグラフィ装置内にグリッド板を搭載した後、

50

実行することができる。したがって、リソグラフィ装置にグリッド板を配置する際の損傷など搭載する際のグリッド板の誤差をキャリブレーション中に考慮することができる。

【0046】

[0049] さらに、リソグラフィ装置からグリッド板を取り出して別個のキャリブレーションデバイスでキャリブレーションする必要なしに、グリッド板を周期的に(再)キャリブレーションすることができる。熱または機械的理由による誤差がグリッド板に存在する場合、ならびに塵粒子のような粒子がグリッド板に残っている場合があるため、グリッド板を周期的にキャリブレーションすることは有益であり得る。グリッド板の周期的再キャリブレーションによって、このような変化を考慮に入れグリッド板メトロロジマッピングに記憶することができる。塵粒子または任意の他の不純物による障害の場合、清浄作用の入力としても測定情報を使用することができる。

10

【0047】

[0050] ICの製造でのリソグラフィ装置の使用に関して、本文脈において特定の言及がなされてるが、本明細書に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の誘導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)、薄膜磁気ヘッドなどの他の用途を有することができることを理解されたい。このような代替の用途の文脈において、当業者は本明細書で任意に使用される用語「ウエーハ」または「ダイ」は、より一般的な用語「基板」または「ターゲット部分」とそれぞれ同義とみなしてよいことを理解するであろう。本明細書で参照される基板は、露光の前後で、例えばトラック(一般にレジスト層を基板に塗布し、露光したレジストを現像するツ

20

【0048】

[0051] 光リソグラフィの文脈で、本発明の実施形態の使用に関する特定の言及を上記にしてきたが、本発明は例えばインプリントリソグラフィなど他の用途で使用することができる、また文脈が許す限り光リソグラフィに限定されないことを理解されたい。インプリントリソグラフィにおいて、パターンングデバイスのトポグラフィは、基板上に形成されるパターンを定義する。パターンングデバイスのトポグラフィを基板に供給されるレジスト層の中にプレス加工することができ、これにより電磁放射、熱、圧力またはそれらの組合せの適用によってレジストを硬化させる。パターンングデバイスは、レジストが硬化した後、その中にパターンを残してレジストから外へ移動される。

30

【0049】

[0052] 本明細書で使用される用語「放射」および「ビーム」は、紫外線(UV)放射(例えば、365、248、193、157または126nmのまたはその辺りの波長を持つ)、極端紫外線(EUV)放射(例えば、5-20nmの範囲の波長を持つ)を含むすべてのタイプの電磁放射ならびにイオンビームまたは電子ビームなど粒子ビームを包含する。

40

【0050】

[0053] 用語「レンズ」は、文脈が許す限り屈折、反射、磁気、電磁、および静電気光コンポーネントを含む種々のタイプの光コンポーネントの任意の1つまたはそれらの組合せを称してよい。

【0051】

[0054] 本発明の特定の実施形態を上記に記載してきたが、本発明は記載した以外で実行することができることを理解されたい。例えば本発明は、上記に開示した方法を記載する1つまたは複数の機械読取可能指示シーケンスを包含するコンピュータプログラム、またはこのようなコンピュータプログラムを記憶するデータ記憶媒体(例えば、半導体メモリ、磁気または光学ディスク)の形態を採ることができる。

50

【 0 0 5 2 】

[0055] 上記の記載は例示を目的とし、限定するものではない。したがって、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、記載される本発明に修正を行うことができることは当業者には明らかであろう。

【 図面の簡単な説明 】

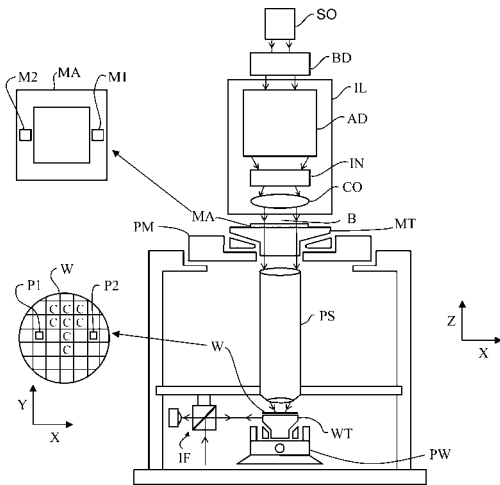
【 0 0 5 3 】

【 図 1 】 [0013] 本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を示す図である。

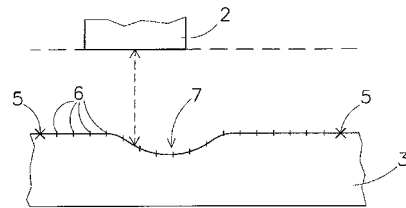
【 図 2 】 [0014] 本発明の一実施形態によるセンサおよびグリッド板を含むステージを示す図である。

【 図 3 】 [0015] 図 2 のグリッド板の一部を示す図である。

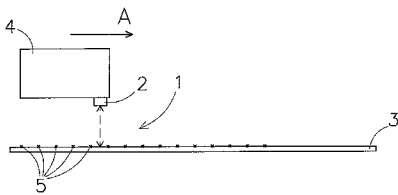
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L 21/68

F

(72)発明者 ユッセン, エミール, ジョゼフ, メラニー

オランダ国, アイントホーフェン エヌエル - 5 6 5 4 エルダブリュー, チネルストラート 1
2 8

(72)発明者 ヴァン デア パッシェ, エンゲルバート, アントニウス, フランシスカス

オランダ国, オイルスホート エヌエル - 5 6 8 8 イージー, ポチセラリジ 2

(72)発明者 ループストラ, オンノ, プラム

オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエル - 5 5 0 8 ディーエックス, ウィトフロウスベルグ
5 1

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 8 / 0 2 6 7 3 2 (W O , A 1)

特開 2 0 0 7 - 7 1 8 7 4 (J P , A)

特開昭 6 3 - 2 7 4 1 4 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0

G 0 1 D 5 / 0 0 - 5 / 6 2

H 0 1 L 2 1 / 0 2 7

H 0 1 L 2 1 / 6 8