

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7520109号
(P7520109)

(45)発行日 令和6年7月22日(2024.7.22)

(24)登録日 令和6年7月11日(2024.7.11)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 3 F	7/20 (2006.01)	G 0 3 F	7/20	5 0 1	
G 0 3 F	1/84 (2012.01)	G 0 3 F	7/20	5 2 1	
		G 0 3 F	1/84		

請求項の数 10 (全26頁)

(21)出願番号	特願2022-518917(P2022-518917)	(73)特許権者	504151804
(86)(22)出願日	令和2年9月7日(2020.9.7)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー . ブイ .
(65)公表番号	特表2022-550519(P2022-550519 A)		オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ , ビー . オー . ボックス 3 2 4
(43)公表日	令和4年12月2日(2022.12.2)	(74)代理人	100079108
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/074969		弁理士 稲葉 良幸
(87)国際公開番号	WO2021/063635	(74)代理人	100109346
(87)国際公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)		弁理士 大貫 敏史
審査請求日	令和4年5月12日(2022.5.12)	(74)代理人	100117189
(31)優先権主張番号	19201296.1		弁理士 江口 昭彦
(32)優先日	令和1年10月3日(2019.10.3)	(74)代理人	100134120
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 内藤 和彦
前置審査		(72)発明者	ジェウニク , アンドレ , ベルナルダス 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターニングデバイスを特徴付けるための測定システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

パターニングデバイスの表面パラメータを決定するための方法であって、
リソグラフィ装置内に配置されたマスクサポート上に前記パターニングデバイスを装填するステップと、

第1の測定システムを使用して露光放射ビームの経路に関して前記パターニングデバイスを位置決めするステップと、

第2の測定システム内に配置された色レンズの第1の焦点面に前記パターニングデバイスを提供するステップと、

前記色レンズを介した放射を用いて前記パターニングデバイスの表面の一部を照明するステップであって、前記放射は複数の波長を備える、照明するステップと、

前記照明された部分の位置を第1の方向及び第2の方向において決定するステップと、
前記色レンズを介して前記パターニングデバイスによって反射された放射の少なくとも一部を収集するステップと、

スペクトル情報を取得するために、前記色レンズの第2の焦点面において、前記放射の収集された部分の強度を波長の関数として測定するステップと、

前記スペクトル情報から前記決定された位置における前記パターニングデバイスの前記表面パラメータを決定するステップであって、前記表面パラメータが、前記照明された部分と前記色レンズとの間の第3の方向における少なくとも軸方向距離及び前記照明された部分における少なくとも1つの光学特性を含むことと、

10

20

前記パターンングデバイスにおいて、パターン付与されたエリアの表面パラメータマップを決定するステップと、
入力としての前記光学特性と共に、加熱モデルを使用することによって、前記パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するステップと、
を含む方法。

【請求項 2】

表面の一部を照明するステップ、前記照明された部分の位置を決定するステップ、反射された放射の少なくとも一部を収集するステップ、前記収集された部分の強度を測定するステップ、及び、前記表面パラメータを決定するステップを、複数回反復するステップを更に備え、

前記パターンングデバイスを、前記色レンズに対して相対的に少なくとも前記第 1 又は第 2 の方向に移動することによって、前記パターンングデバイスの前記表面の異なる部分が反復ごとに照明される、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記光学特性は、反射性、透過性、及び吸収のうちの少なくとも 1 つである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記表面パラメータマップを決定することは、前記軸方向距離から前記パターンングデバイスの形状を決定することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記表面パラメータマップを決定することは、前記軸方向距離を前記決定された位置の関数として使用して、前記パターンングデバイスの表面トポグラフィマップを生成することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記パターンングデバイスの加熱効果を補償するための方法であって、
前記パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するために、前記決定された表面パラメータマップに基づく前記パターンングデバイスの予想される形状変化と、基板の露光に使用されるべき露光設定とを、計算するステップと、
前記パターンングデバイスの前記予想される形状変化を補償するためにレンズモデルを用いて投影レンズの設定を定義するステップと、
前記定義された設定を前記露光の前及び / 又は露光中に適用するステップと、
を更に含む、請求項 3 に記載のステップを含む方法。

【請求項 7】

前記加熱効果は収差を含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

パターンングデバイスを特徴付けるための測定システムを備えるリソグラフィ装置であって、測定システムは、

複数の波長を備える放射を提供するように配置された放射源と、
前記提供される放射を用いて前記パターンングデバイスのエリアを照明するように構成された、少なくとも 1 つの色共焦点センサ内に配置された、少なくとも 1 つの色レンズであって、前記少なくとも 1 つの色レンズは、前記少なくとも 1 つの色レンズの第 1 の焦点面において提供される前記パターンングデバイスによって反射される前記放射の少なくとも一部を収集するように構成される、少なくとも 1 つの色レンズと、

前記少なくとも 1 つの色レンズの第 2 の焦点面において配置されるディテクタであって、前記ディテクタは、前記収集された放射の少なくとも一部を検出するように、及び、前記検出された放射にตอบสนองして波長の関数として強度信号を提供するように構成される、ディテクタと、

前記照明されるエリアにおける前記パターンングデバイスの特徴を決定し、前記パターンングデバイスにおいてパターン付与されたエリアの表面パラメータマップを決定するた

10

20

30

40

50

めのプロセッサと、
を備え、

前記パターンングデバイスの前記特徴は、前記パターンングデバイスと前記色レンズとの間の軸方向距離、及び光学特性を含み、

前記プロセッサは、入力として前記光学特性と共に、加熱モデルを使用することによって、前記パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するように構成される、リソグラフィ装置。

【請求項 9】

複数の色共焦点センサがセンサのアレイを形成するように配置される、請求項 8 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

第 1 の色レンズは前記パターンングデバイスから第 1 の軸方向距離に配置され、第 2 の色レンズは前記パターンングデバイスから第 2 の軸方向距離に配置され、前記第 2 の軸方向距離は前記第 1 の軸方向距離とは異なる、請求項 8 又は 9 に記載のリソグラフィ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[001] 本願は、2019年10月3日出願の欧州特許出願第19201296.1号の優先権を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

[002] 本発明は、パターンングデバイスを特徴付けるための、具体的には、パターンングデバイスの幾何学的特性及び表面特性を測定するための、測定システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

[003] リソグラフィ装置は、基板に所望のパターンを適用するように構築された機械である。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可能である。リソグラフィ装置は、例えばパターンングデバイス（例えばマスク）のパターン（「設計レイアウト」又は「設計」と称されることも多い）を、基板（例えばウェーハ）上に提供された放射感応性材料（レジスト）層に投影し得る。

【0004】

[004] 半導体製造プロセスが進み続けるにつれ、回路素子の寸法は継続的に縮小されてきたが、その一方で、デバイス毎のトランジスタなどの機能素子の量は、「ムーアの法則」と通称される傾向に従って、数十年にわたり着実に増加している。ムーアの法則に対応するために、半導体産業はますます小さなフィーチャを作り出すことを可能にする技術を追求している。基板上にパターンを投影するために、リソグラフィ装置は電磁放射を用い得る。この放射の波長が、基板上にパターン形成されるフィーチャの最小サイズを決定する。現在使用されている典型的な波長は、365nm（i線）、248nm、193nm及び13.5nmである。例えば193nmの波長を有する放射線を使用するリソグラフィ装置よりも小さなフィーチャを基板上に形成するためには、4nm～20nmの範囲内、例えば6.7nm又は13.5nmの波長を有する極端紫外線（EUV）放射を使用するリソグラフィ装置が用いられ得る。

【0005】

[005] クリティカルディメンションの均一性及びオーバーレイに関する要件を満たすために、リソグラフィ装置内の基板に送達されるパターンに対して正確な制御を提供することが望ましい。この制御は、パターンングデバイス又は投影システム（例えば、レンズ及び/又はミラー）上に提供されるようなパターンに限定されることはないが、この制御は、パターンングデバイス自体の形状にも関係し得る。すなわち、パターンングデバイスの表面の平坦さは、基板に投影されるパターンに影響を与える可能性がある。ステージ、例えばウェーハステージ又は測定ステージに配置されるセンサは、パターンングデバイスの位

10

20

30

40

50

置情報を取得するために使用され得るが、位置情報は、典型的には、パターンングデバイスの4つの縁部の近くで実行される測定によって制限される。パターンに対する正確な制御を向上させるために、現行のセンサ又は方法ではインシチュ(in-situ)で取得できない、パターンングデバイスの露光フィールド内の表面位置情報が必要である。パターンングデバイスの露光フィールド内、又はパターンングデバイスのパターン付与されたエリア内の形状情報は、国際公開第2017/153085A1号に記載された干渉測定システムを用いて取得され得る。しかしながら、これらのタイプの干渉測定システムは環境変化に敏感であるという欠点を有し、その結果、誤った測定結果を生じさせ得る。

【0006】

[006] 本発明の目的は、前述のような制限を克服する、パターンングデバイスの特徴付けるための装置及び方法を提供することである。

【発明の概要】

【0007】

[007] 本発明の目的は、パターンングデバイスの特徴付けるための測定システム及び方法を提供することである。測定システムは、パターンングデバイスの幾何学的特性及び表面特性を測定するために構成される。

【0008】

[008] この目的は、パターンングデバイスの表面パラメータを決定するための方法を用いて達成される。方法は、リソグラフィ装置内に配置されたマスクサポート上にパターンングデバイスを装填するステップと、第1の測定システムを使用して露光放射ビームの経路に関してパターンングデバイスを位置決めするステップと、第2の測定システム内に配置された色レンズの第1の焦点面にパターンングデバイスを提供するステップと、色レンズの第1の焦点面にパターンングデバイスを提供するステップと、色レンズを介した放射を用いてパターンングデバイスの表面の一部を照明するステップであって、放射は複数の波長を備える、照明するステップと、照明された部分の位置を第1の方向及び第2の方向において決定するステップと、色レンズを介してパターンングデバイスによって反射された放射の少なくとも一部を収集するステップと、スペクトル情報を取得するために、色レンズの第2の焦点面において、放射の収集された部分の強度を波長の関数として測定するステップと、スペクトル情報から決定された位置におけるパターンングデバイスの表面パラメータを決定するステップと、を含む。パターンングデバイスを位置決めすること(又は位置決めすること)は、基板の露光のためにパターンングデバイスを準備することである。パターンングデバイスに色レンズの第1の焦点面を提供することによって、及び、第1の焦点面において反射される放射を、第2の焦点面において測定することによって、ターゲットにおいて色レンズによって合焦された放射のみが記録されることになる。すなわち、色レンズは、色レンズと相互作用する強い色収差を放射に提供し得る。これは、異なる波長を備える放射は、色レンズの異なる距離(又は異なる焦点面)において合焦されるという利点を有する。これは、複数の波長を備える放射の焦点位置がパターンングデバイスの表面又はインターフェースにあることを保証するために、色レンズを移動させる必要がないという利点を与える。

【0009】

[009] 本発明によれば、方法は複数回反復され、パターンングデバイスの表面の異なる部分は反復ごとに照明される。これは、パターンングデバイスを色レンズに対して相対的に、少なくとも第1又は第2の方向に移動させることによって達成され得る。これにより、パターンングデバイスは1つ以上の方向にスキャンされ得る。スキャン動作中、パターンングデバイスの位置の関数として受信したスペクトル情報に基づいて、パターンングデバイスの空間情報が取得され得る。表面パラメータマップは、スキャン中に収集された情報から決定され得る。

【0010】

[0010] 記録された表面パラメータは、表面の光学特性によって管理され得る。したがって、表面パラメータは、パターンングデバイスの照明された部分(一部又はエリア)の光

10

20

30

40

50

学特性の測度であり得る。本発明によれば、方法は、パターンングデバイスの少なくとも光学特性、例えば、透過性、反射性、及び/又は吸収を決定するために使用され得る。

【0011】

[0011] 本発明は更に、入力としての光学特性と共に、加熱モデルを使用することによって、パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するための方法を提供する。加熱モデルは、レチクル加熱モデル及び/又はレンズ加熱モデルであり得る。光学特性は、リソグラフィプロセス内で、露光シーケンス中にパターンングデバイスによって吸収される放射の量を導出するために使用され得る。吸収は、パターンングデバイスの局所特性に依存する。吸収される放射の量に基づいて、パターンングデバイスにおける(予想される)熱負荷を導出するために、モデル(例えば、有限要素モデル)が使用され得る。熱負荷は、パターンングデバイスの形状及び/又は光学変化を誘起し得る。

10

【0012】

[0012] 本発明によれば、方法は、パターンングデバイスにおいて照明される部分と色レンズとの間の軸方向距離を決定するために使用され得る。レンズの色挙動に起因して、波長は、色レンズとパターンングデバイスの表面との間の距離を測定するための定規として使用可能である。したがって、収集及び測定された放射の波長を決定することによって、(第3の方向における)軸方向距離の情報も取得され得る。

【0013】

[0013] 本発明は更に、軸方向距離からパターンングデバイスの形状を決定するための方法を提供する。空間位置の関数として、例えば、好ましくはパターンングデバイスの表面とほぼ平行な面内の2次元平面内の位置の関数として、軸方向距離を測定することによって、パターンングデバイスの高さマップ又は表面トポグラフィマップが取得され得る。このマップから、パターンングデバイスの局所形状及び/又は全体形状が決定され得る。

20

【0014】

[0014] 本発明によれば、方法は更にパターンングデバイスの形状補償に使用され得る。方法は更に、パターンングデバイスに移行を適用することによって、パターンングデバイスの少なくとも1つの位置を調整すること、及び、決定されたパターンングデバイスの形状に基づいて、パターンングデバイスに回転を適用することによって、パターンングデバイスの方位を調整することを、含む。パターンングデバイスの移行は、z方向に沿ってよい。パターンングデバイスの回転は、R_x回転又はR_y回転であってよい。

30

【0015】

[0015] 形状補償は、パターンングデバイスに機械的負荷を印加することによって、決定された形状に基づいてパターンングデバイスの形状を調整することによっても達成され得る。

【0016】

[0016] 本発明によれば、パターンングデバイスの加熱効果を補償するための方法が提供される。方法は更に、パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するために、決定された表面パラメータマップに基づくパターンングデバイスの予想される形状変化と、基板の露光に使用されるべき露光設定とを、計算するステップと、パターンングデバイスの予想される形状変化を補償するためにレンズモデルを用いて投影レンズの(レンズ)設定を定義するステップと、定義された設定を露光前及び/又は露光中に適用するステップとを、含む。加熱効果は光学収差を含み得る。すなわち、投影レンズ内の光学要素(透過型及び反射型要素)は、典型的には調整されるように構成される。これにより、光路内の光学収差は、光学要素の1つ以上の設定を調整することによって、変更又は補償され得る。これは、これらの要素の位置及び/又は方位の変更を介して、又は、透過型要素の屈折率を変更することによって、実行され得る。

40

【0017】

[0017] 本発明は更に、パターンングデバイスの形状を決定するために使用される方法に従って、パターンングデバイスの表面トポグラフィマップを表すデータの制御の下に、パターンングデバイスにおいて提供されたパターンを投影システムを介して基板上にイメー

50

ジングする方法を含む。

【0018】

【0018】 一実施形態において、リソグラフィ装置はパターンングデバイスを特徴付けるための測定システムを備え、測定システムは、複数の波長を備える放射を提供するように配置された放射源と、提供される放射を用いてパターンングデバイスのエリアを照明するように構成された、少なくとも1つの色共焦点センサ内に配置された、少なくとも1つの色レンズであって、少なくとも1つの色レンズは、少なくとも1つの色レンズの第1の焦点面において提供されるパターンングデバイスによって反射される放射の少なくとも一部を収集するように構成される、少なくとも1つの色レンズと、少なくとも1つの色レンズの第2の焦点面において配置されるディテクタであって、ディテクタは、収集された放射の少なくとも一部を検出するように、及び、検出された放射にตอบสนองして波長の関数として強度信号を提供するように構成される、ディテクタと、照明されるエリアにおけるパターンングデバイスの特徴を決定するためのプロセッサとを、備える。色レンズは、色レンズと相互作用する放射に対して強い色収差を提供し得る。これは、異なる波長を備える放射は色レンズの異なる距離（又は異なる焦点面）において合焦されるという利点を有する。これは、複数の波長を備える放射の焦点位置がパターンングデバイスの表面又はインターフェースにあることを保証するために、色レンズを移動させる必要がないという利点を与える。これにより、リソグラフィ装置内に提供されるパターンングデバイスを、インシチュ（in-situ）で特徴付けることができる。測定及び特徴付けは、ウェーハの露光シーケンス前及び/又は露光シーケンス中に実行され得る。これは、パターンングデバイスがリアルタイムで監視可能であるという利点を有する。測定結果は、露光ステップの結果としてのパターンングデバイスのパラメータ変化を補償するために、直接使用され得る。これは、例えば、露光に使用される衝突放射の熱負荷によって誘起される、形状変化並びに光学変化を含み得る。

10

20

【0019】

【0019】 ディテクタは、ディテクタによって検出される放射に関するスペクトル情報を取得するように配置された、スペクトロメータであり得る。

【0020】

【0020】 複数の色共焦点センサが、センサのアレイを形成するように配置され得る。これにより、複数の位置又はエリアが同時に測定され得る。

30

【0021】

【0021】 パターンングデバイスの特徴は、パターンングデバイスと色レンズとの間の軸方向距離、及び光学特性のうちの、少なくとも1つである。本発明に従った測定システムを使用することによって、色共焦点センサ内に配置された色レンズとパターンングデバイスとの間の距離は、強度信号に基づいて波長の関数として決定され得る。波長は、軸方向距離の測度として使用可能である。光学特性は、照明されるエリアにおけるパターンングデバイスの透過性、反射性、及び/又は吸収であり得る。これは、パターンングデバイスの形状が測定可能なだけでなく、（局所及び/又は全体の）光学特徴が決定可能であるという利点を有する。

【0022】

【0022】 本発明の一実施形態において、広帯域放射源又は複数の放射源を備える放射源によって、複数の波長放射（又は複数の波長を備える放射）が提供される。広帯域放射源からの放射が提供される測定システムは、複数の波長の放射を提供するために単一の放射源が使用されるという利点を有する。したがって、1つの放射源に対する制御のみが必要である。複数の放射源を使用することは費用的に有益であり得る。

40

【0023】

【0023】 一実施形態によれば、測定システムはリソグラフィ装置内のレンズ頂部に提供され得る。測定システムは、パターンングデバイスを支持するように構築されたサポート近くのフレームにも提供され得る。

【0024】

50

[0024] 一実施形態によれば、測定システムは検査装置内に配置され得る。検査装置は、パターンングデバイスを検査及び/又は適格とするように構成され得る。検査装置内で取得される情報は、別のシステム、例えばリソグラフィ装置、又はパターンングデバイスを製造するために配置された装置に、提供され得る。

【0025】

[0025] 本発明の実施形態を、添付の概略図を参照して、単なる例示として以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】リソグラフィ装置の概略図を示す。

10

【図2A】非平坦パターンングデバイスを示す図である。

【図2B】非平坦透過型パターンングデバイスと露光放射との相互作用を示す図である。

【図2C】非平坦反射型パターンングデバイスと露光放射との相互作用を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態において使用され得る、色共焦点センサの概略レイアウトを示す図である。

【図5】本発明の一実施形態の概略図を示す。

【図6】パターンングデバイスの概略断面図を示す。

【図7】本発明の一実施形態を示す図である。

【図8A】本発明に従った異なるセンサアレイ構成を示す図である。

20

【図8B】本発明に従った異なるセンサアレイ構成を示す図である。

【図8C】本発明に従った異なるセンサアレイ構成を示す図である。

【図9A】不均一な材料層密度を含むパターンングデバイスを示す図である。

【図9B】色共焦点センサによって受け取られる放射のスペクトル記録を示す概略グラフを示す。

【図10】レチクル加熱を補償するための方法を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

[0026] 本文献では、「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外線（例えば、波長が365nm、248nm、193nm、157nm又は126nmの波長）及びEUV（極端紫外線放射、例えば、約5~100nm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ために使用される。

30

【0028】

[0027] 「レチクル」、「マスク」、又は「パターンングデバイス」という用語は、本文で用いる場合、基板のターゲット部分に生成されるパターンに対応して、入来する放射ビームにパターン付き断面を与えるため使用できる汎用パターンングデバイスを指すものとして広義に解釈され得る。また、この文脈において「ライトパルプ」という用語も使用できる。古典的なマスク（透過型又は反射型マスク、バイナリマスク、位相シフトマスク、ハイブリッドマスク等）以外に、他のそのようなパターンングデバイスの例は、プログラマブルミラーアレイ及びプログラマブルLCDアレイを含む。

40

【0029】

[0028] 図1は、リソグラフィ装置LAを概略的に示す。リソグラフィ装置LAは、放射ビームB（例えばUV放射、DUV放射、又はEUV放射）を調節するように構成された照明システム（イルミネータとも呼ばれる）ILと、パターンングデバイス（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従ってパターンングデバイスMAを正確に位置決めするように構成された第1のポジションPMに連結されたマスクサポート（例えばマスクテーブル）MT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成され、特定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築された第2のポジションPWに連結された基板サポート（例えばウェーハテーブル）WTと、パターンングデバイスMAによって放射ビームBに付与されたパターンを基板Wのター

50

ゲット部分 C (例えば、1つ以上のダイを含む)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 と、を含む。

【0030】

[0029] 動作中、照明システム I L は、例えばビームデリバリシステム B D を介して放射源 S O から放射ビームを受ける。照明システム I L は、放射を誘導し、整形し、及び/又は制御するための、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、及び/又はその他のタイプの光学コンポーネント、又はそれらの任意の組み合わせなどの様々なタイプの光学コンポーネントを含むことができる。イルミネータ I L を使用して (露光) 放射ビーム B を調節し、パターンングデバイス M A の平面において、その断面にわたって所望の空間及び角度強度分布が得られるようにしてもよい。

10

【0031】

[0030] 本明細書で用いられる「投影システム」P S という用語は、使用する露光放射、及び/又は液浸液の使用や真空の使用のような他のファクタに合わせて適宜、屈折光学システム、反射光学システム、反射屈折光学システム、アナモルフィック光学システム、磁気光学システム、電磁気光学システム、及び/又は静電気光学システム、又はそれらの任意の組み合わせを含む様々なタイプの投影システムを包含するものとして広義に解釈すべきである。本明細書で「投影レンズ」という用語が使用される場合、これは更に一般的な「投影システム」P S という用語と同義と見なすことができる。

【0032】

[0031] リソグラフィ装置 L A は、投影システム P S と基板 W との間の空間を充填するように、基板の少なくとも一部を例えば水のような比較的高い屈折率を有する液体で覆うことができるタイプでもよい。これは液浸リソグラフィとも呼ばれる。液浸技法に関する更なる情報は、援用により本願に含まれる米国特許 6 9 5 2 2 5 3 号に与えられている。

20

【0033】

[0032] リソグラフィ装置 L A は、2つ以上の基板サポート W T を有するタイプである場合もある (「デュアルステージ」という名前も付いている)。このような「マルチステージ」機械においては、基板サポート W T を並行して使用するか、及び/又は、一方の基板サポート W T 上の基板 W にパターンを露光するためこの基板を用いている間に、他方の基板サポート W T 上に配置された基板 W に対して基板 W の以降の露光の準備ステップを実行することができる。

30

【0034】

[0033] 基板サポート W T に加えて、リソグラフィ装置 L A は測定ステージを含むことができる。測定ステージは、センサ及び/又は洗浄デバイスを保持するように配置されている。センサは、投影システム P S の特性又は放射ビーム B の特性を測定するように配置できる。測定ステージは複数のセンサを保持することができる。洗浄デバイスは、例えば投影システム P S の一部又は液浸液を提供するシステムの一部のような、リソグラフィ装置の一部を洗浄するように配置できる。基板サポート W T が投影システム P S から離れている場合、測定ステージは投影システム P S の下方で移動することができる。

【0035】

[0034] 動作中、放射ビーム B は、マスクサポート M T 上に保持されている、例えばマスクのようなパターンングデバイス M A に入射し、パターンングデバイス M A 上に存在するパターン (設計レイアウト) によってパターンが付与される。マスク M A を横断した放射ビーム B は投影システム P S を通過し、投影システム P S はビームを基板 W のターゲット部分 C に集束させる。第 2 のポジショナ P W 及び位置測定システム I F を用いて、例えば、放射ビーム B の経路内の集束し位置合わせした位置に様々なターゲット部分 C を位置決めするように、基板サポート W T を正確に移動させることができる。同様に、第 1 のポジショナ P M と、場合によっては別の位置センサ (図 1 には明示的に図示されていない) を用いて、放射ビーム B の経路に対してパターンングデバイス M A を正確に位置決めすることができる。パターンングデバイス M A 及び基板 W は、マスクアライメントマーク M 1、M 2 及び基板アライメントマーク P 1、P 2 を用いて位置合わせすることができる。図示

40

50

されている基板アライメントマーク P 1、P 2 は専用のターゲット部分を占有するが、それらをターゲット部分間の空間に位置付けることも可能である。基板アライメントマーク P 1、P 2 は、これらがターゲット部分 C 間に位置付けられている場合、スクライブラインアライメントマークとして知られている。

【 0 0 3 6 】

[0035] 本発明を明確にするため、デカルト座標系が用いられる。デカルト座標系は 3 つの軸、すなわち x 軸、y 軸、及び z 軸を有する。3 つの軸の各々は他の 2 つの軸に対して直交している。x 軸を中心とした回転を R x 回転と称する。y 軸を中心とした回転を R y 回転と称する。z 軸を中心とした回転を R z 回転と称する。x 軸及び y 軸は水平面を画定し、z 軸は垂直方向を画定する。デカルト座標系は本発明を限定せず、単に明確さのため使用される。デカルト座標系の配向は、例えば z 軸が水平面に沿った成分を有するように、異なるものとしてもよい。

10

【 0 0 3 7 】

[0036] 既知のリソグラフィ装置及び方法において、リソグラフィプロセスの重要なパラメータ（例えば、クリティカルディメンションの均一性又はオーバーレイ）に影響を与えるリソグラフィエラーが生じ得る。原因の 1 つは、パターニングデバイス M A の非平坦性である。すなわち、パターニングデバイス M A の表面は、サポートステージ（又はマスクサポート T）との相互作用に起因して、重力に起因して、及び/又は、リソグラフィ装置 L A の動作使用中にパターニングデバイス M A 上で作用する反作用力に起因して、（局所的に）湾曲又は傾斜し得る。加えて、パターニングデバイス M A の形状又は表面は、ウェーハロットの露光中に変化し得る。当業者であれば、パターニングデバイス M A の情報、特に表面位置情報を取得することは、リソグラフィエラーを制限するために有利であり得ることが理解されよう。

20

【 0 0 3 8 】

[0037] 図 2 A は、本発明によって対処される問題を示す。パターニングデバイス 1 0 の表面 1 1 にはパターンが与えられ得、x y 面内の平坦表面を表す破線によって明らかに示されるように、（仮想）平面 1 1 A から逸脱している。図 2 A、図 2 B、及び図 2 C に示されるように、逸脱（又は変形）は効果を示すために誇張されている。実際には、逸脱はナノメートル又は（サブ）ミクロンの範囲内であり得る。図 2 A によって提示された状況では、パターン付与された表面 1 1 は、例えばパターニングデバイス 1 0 を位置決めするためのクランプに起因してサポートステージ T によって引き起こされ得る、いわゆる凹形を有する。パターン付与された表面 1 1 は、例えば重力（図示せず）に起因して凸型も有し得る。パターン付与された表面 1 1 の実際の形状は、表面にわたって変化し得る。これは、表面形状がロケーションによって異なり得る局所表面形状であることを意味する。加えて、x 方向の表面変形は、y 方向の表面変形とは異なり得る。

30

【 0 0 3 9 】

[0038] 図 2 B 及び図 2 C は、それぞれ透過型及び反射型のパターニングデバイスについて、湾曲したパターン付与された表面 1 1 を伴うパターニングデバイス 1 0 の効果を示す。これらの例では、凹形表面は第 1 の放射ビーム 1 2、例えば露光放射 B と相互作用する。注：この効果は凹形表面に限定されない。表面は、前述のように任意の形状を有し得る。図示されるように、第 1 の放射ビーム 1 2 は、パターン付与された表面 1 1 の曲率に起因して、理想放射経路 1 3 から偏向し、結果として第 2 の放射ビーム 1 4 によって示される放射経路が生じる。これは、理想放射経路 1 3 に対する第 2 の放射ビームの位置シフト及び/又は焦点シフトにつながり得る。透過型又は反射型パターニングデバイスは、それぞれ D U V 又は E U V 放射を用いる露光に使用され得る。

40

【 0 0 4 0 】

[0039] 理想放射経路 1 3 から逸脱する経路を介して伝搬する露光放射は、結果として、基板 W において投影されるパターンのシフト及び/又はディストーションを生じさせ得る。したがって、パターニングデバイス 1 0 の表面形状はリソグラフィエラーをもたらし得る、それによって、対策が講じられない場合、I C フィーチャに影響を与える可能性がある。

50

【 0 0 4 1 】

[0040] 図3は、本発明の第1の実施形態を示す。パターンングデバイス20が、レンズ頂部プレート23の上(例えば、投影システムPSの上)に位置決めされ、スリットエリア22に関して移動する(矢印Sによって示される)ように配置され、放射ビームBは(例えば、露光中に)このスリットエリア22を介して通過し得る。レンズ頂部プレート23に、色共焦点センサ24が位置決めされる。色共焦点センサ24は、色レンズ25と相互作用する強い色収差を放射に提供し得る、色レンズ25、例えばハイパー色レンズを備える。こうした色レンズ25は、異なる波長を備える放射は色レンズ25から異なる距離において合焦されるという利点を有する。例えば広帯域放射源によって提供される複数の波長を備える放射を色共焦点センサ24に提供することは、図3の焦点線26A及び26Bによって示されるように、色レンズ25から異なる軸方向距離において複数の波長を合焦させることができる。色レンズ25は、第1の焦点線26Aによって示されるように、第1の波長を備える放射を、パターンングデバイス20のパターン付与された表面21において合焦させ得る。第2の波長を備える放射は、第2の焦点線26Bによって示されるように、パターン付与された表面21にその焦点を有さない場合がある。

10

【 0 0 4 2 】

[0041] 色共焦点センサ24は、図3に示されるようにレンズ頂部プレート23内に埋め込むことができる。別の実施形態では、色共焦点センサ24は、レンズ頂部プレート23の表面に位置決めされ得る。

【 0 0 4 3 】

[0042] 頂部プレート23には、1つ以上の色共焦点センサ24が提供され得る。

20

【 0 0 4 4 】

[0043] 別の実施形態では、色共焦点センサ24は、レンズ頂部プレート23とは異なるフレーム、例えば、第1のポジションPMを支持するように構成されたフレーム、又は、投影システムPSとパターンングデバイスMAとの間に配置されたフレームに提供され得る。フレームには、1つ以上の色共焦点センサ24が提供され得る。

【 0 0 4 5 】

[0044] チャネル27は、放射源、例えば広帯域放射源から色共焦点センサ24に放射を提供するために、1つ以上の光ファイバを備え得る。

【 0 0 4 6 】

[0045] 色共焦点センサ24は、複数の光学要素を備え得る。これらの光学要素は、レンズ、ミラー、ビームスプリッタ、フィルタ、及び/又はプリズムを含み得る。

30

【 0 0 4 7 】

[0046] 図4は、図3に示されるようなレンズ頂部プレート23において、又はフレームにおいて提供され得る、色共焦点センサ24の機能性をより詳細に示す。色共焦点センサ34は、複数の波長の測定放射41を提供するように構成された放射源40からの放射を受け取り得る。複数の波長放射41は、エクシチュ(ex-situ)光源によって提供され得る、光チャネル、例えば光ファイバ又は光学要素(例えば、レンズ及びミラー)の配置を介して、色共焦点センサ34に向けて誘導され得る。代替構成では、放射源40は色共焦点センサ34内に配置され得る。放射41は、光学ビームスプリッタ42と最初に相互作用するために、放射源40によって提供され得る。様々な光学要素、例えばレンズ及び/又はミラーは、放射源40とビームスプリッタ42との間に提供され得る。光学要素43、例えばミラーが、放射を(ハイパー)色レンズ35に向けて誘導するために光路内に位置決めされ得る。色レンズ35の色特性、すなわち軸方向色分散に起因して、色レンズ35と相互作用する放射の各波長は異なる焦点長さを有する。色レンズ35は、複数の波長放射41をターゲット30上に投影するように配置され得る。投影線36は、色レンズ35の色特性を示し、各焦点線36は異なる波長を備える放射の放射経路を表す。ターゲットの一部、例えばターゲット30のインターフェース又は表面31が、色レンズ35の第1の焦点面にあり得る。ターゲット30の一部において合焦される測定放射は、単一の波長を備える測定放射、又は狭スペクトルレンジを備える測定放射を含む。

40

50

【 0 0 4 8 】

[0047] 投影される放射の一部が、ターゲット30によって反射され得る。反射された放射の少なくとも一部は、色レンズ35によって収集される。センサ34の共焦点配置に起因して、ターゲットインターフェース又は表面31において合焦された放射のみが、色レンズ35の第2の共焦点面において配置された共焦点アパーチャ45を通過することになる。共焦点アパーチャ45は、スペクトロメータ46の前に配置され得る。スペクトロメータ46は、反射された放射44の少なくとも一部を受け取るために、色レンズ35の第2の焦点面近くに位置決めされ得る。一般に、格子、レンズ配置、及びアレイディテクタを備える、スペクトロメータ46を用いて、スペクトロメータ46によって受け取られる（受け取られた放射47）反射された放射44の少なくとも一部のスペクトル情報が決定される。

10

【 0 0 4 9 】

[0048] スペクトロメータ46は、受け取られた放射47、すなわちターゲット30との相互作用の後に共焦点アパーチャ45を通過する反射されて戻る放射の、スペクトル情報を含む信号48を提供し得る。スペクトル情報は、受け取られて測定された放射47の各波長の強度データであり得る。受け取られた放射47のスペクトル情報を獲得することによって、ターゲット30に対して相対的にレンズ35を機械的に（再）位置決めせずに、色レンズ35に関してターゲット30の軸方向距離情報（又は深さ）が取得される。これは、軸方向距離を測定するために使用される放射の焦点位置が、ターゲット30の表面又はインターフェース31にあることを保証するために、共焦点センサ34が可動部を必要としない、という利点を有する。

20

【 0 0 5 0 】

[0049] 色共焦点センサ34は（追加として）、放射ビームをステアリング、誘導、及び/又は成形するために、1つ以上の光学コンポーネント、例えば、レンズ及びミラーを備え得る。

【 0 0 5 1 】

[0050] 複数の波長放射41は、広帯域放射源、例えば白色光源によって提供され得る。複数の波長放射41は、各々が狭スペクトルレンジを備える、例えば各々が1~10nmの波長レンジ（又は帯域幅）を備える、測定放射を提供する、複数の放射源によっても提供され得、それによって広スペクトルレンジを備える放射源40を形成する。複数の放射源は各々、レーザ又はLEDなどであり得る。異なる測定放射ビームは、光学コンバイナを用いて組み合わせられ得る。

30

【 0 0 5 2 】

[0051] 色共焦点センサ34の測定レンジ及び測定確度は、提供される放射41のスペクトルレンジ、並びに（ハイパー）色レンズ35の軸方向色分散の量によって、管理される。これは当業者であれば、センサ性能を最適化するために、特定の波長、波長レンジ、及び/又は色レンズを選択し得ることを意味する。例えば、0.1~0.3mmの測定レンジを備える色共焦点センサ34は、およそ10nmの測定分解能を取得し得る。

【 0 0 5 3 】

[0052] 当業者であれば、例えば、色共焦点センサ34を備えるレンズ頂部プレート23が、色共焦点センサ34の測定レンジ内に位置決めされたパターンングデバイス20の軸方向位置、又は軸方向距離の測定を可能にし得ることを理解されよう。更に、パターンングデバイス20のスキャン移動（例えば、第1及び/又は第2の方向のスキャン移動）中、例えば基板Wの露光中、パターンングデバイス20の表面にわたる（第3の方向、例えばz方向の）位置又は深さスキャンが、色共焦点センサ34を用いて実行可能である。

40

【 0 0 5 4 】

[0053] 色共焦点センサ34は、レンズ頂部プレート23とは異なるサポートにも配置され得る。これは、パターンングデバイス20を支持するが、露光中の可動部ではない、ステージに配置され得る。色共焦点センサ34は、パターンングデバイス近くのフレームに配置され得る。

50

【 0 0 5 5 】

[0054] スペクトロメータ 4 6 によって提供されるスペクトル情報は、図 4 に示される概略グラフ 4 9 によって示され得る。スペクトル情報は、波長当たりの放射強度の情報を含み得る。波長は、色レンズ 3 5 とターゲット 3 0、例えばパターンニングデバイス 2 0、M A との間の距離 - ターゲットの軸方向位置又は距離、を測定するための定規として見なされ得る。加えて、受け取られた強度（スペクトル強度情報）は、受け取られた放射 4 7 の焦点位置（第 1 の焦点面）における表面 3 1 の（局所）反射性についての測度を提供し得る。

【 0 0 5 6 】

[0055] オブジェクト 3 0 の表面 3 1 において合焦し、スペクトロメータ 4 6 によって測定される波長を備える放射に加えて、異なる波長を備える放射はスペクトロメータ 4 6 によって測定され得る。すなわち、色レンズ 3 5 の色分散並びにアパーチャ 4 5 のサイズに依存して、第 1 及び第 2 の焦点面において合焦する放射とは異なる波長を備える放射は、スペクトロメータ 4 6 に衝突し得る。この結果、（スペクトル）バックグラウンド信号が生じる可能性がある。相対的に高い色分散及び / 又は相対的に狭いアパーチャ 4 5 を伴う（ハイパー）色レンズ 3 5 を用いて、このバックグラウンド信号は抑制され得る。たとえ（スペクトル）バックグラウンド信号を伴う場合であっても、受け取られたスペクトル強度情報を使用して、オブジェクト 3 0 を特徴付けることができる。すなわち、記録されたスペクトル内の強度ピークは、対象のオブジェクトの表面を特徴付けるための測度を提供し得る。

【 0 0 5 7 】

[0056] 1 つ以上の色共焦点センサ 3 4 を制御するため、又は、1 つ以上の共焦点センサ 3 4 を備える測定装置を制御するために、コントローラが使用され得る。これには、放射源 4 0 及びスペクトロメータ 4 6 を介した制御が含まれ得る。1 つ以上の共焦点センサ 3 4 に対するパターンニングデバイス 2 0 の位置を相対的に変更するために、同じコントローラ又は異なるコントローラが使用され得る。

【 0 0 5 8 】

[0057] 信号 4 8 によって提供されるスペクトル情報を処理するために、プロセッサが使用され得る。プロセッサは、測定されたスペクトル情報を、システム又は装置内のパターンニングデバイス 2 0 における位置又はロケーションと相関させるために、（相対的）位置情報を受信するように構成され得る。これには、測定放射と相互作用するオブジェクト 3 0（又はパターンニングデバイス 2 0）の表面と、色レンズ 3 5 との間の軸方向距離が含まれ得る。

【 0 0 5 9 】

[0058] 図 5 は、本発明の一実施形態の概略図を示す。サポート 5 3、例えばレンズ頂部プレート 2 3 が、2 つ以上の測定放射ビーム 5 6 を提供するように構成された 2 つ以上の色共焦点センサを備え得る。注：2 つ以上の色共焦点センサは、明瞭にするために図 5 には示されていない。例えば 2 つ以上の色共焦点センサは、1 つ以上のアレイに配置され得る。色共焦点センサの第 1 のアレイは、スリットエリア 5 2 の一方の側のサポート 5 3 の第 1 の部分に配置され得、第 2 のアレイは、例えばスリットエリア 5 2 の反対側のサポート 5 3 の第 2 の部分に配置され得る。図 5 は 2 つの例示のアレイを示し、各アレイは 3 つの色共焦点センサによって形成され、放射円錐 5 6 のアレイによって示される。アレイ当たりの色共焦点センサの数、並びにアレイの数は、図 5 によって示される例示としての数とは異なってよい。例えば、アレイ当たり 5 つ又は 7 つの色共焦点センサを配置することが考えられる。各センサアレイ内に、より少ないか又はより多くの色共焦点センサが配置され得る。各センサアレイは、パターン付与されたデバイス 5 0 までの複数の軸方向距離を測定するように構成され得る。

【 0 0 6 0 】

[0059] パターンニングデバイス 5 0 は、色共焦点センサ、例えば図 3 及び図 4 に示される色共焦点センサ 2 4、3 4 の、少なくとも 1 つの色レンズの反対側又は視野内に位置決め

され得る、パターン付与された表面 5 1 を備え得る。これにより、少なくとも 1 つの色レンズによって投影される複数の波長放射は、パターンングデバイス 5 0 のパターン付与された表面 5 1 に衝突し得る。好ましくは、少なくとも 1 つの色共焦点センサは、少なくとも 1 つの色共焦点センサの放射スポットが、メトロロジパターン 5 9、例えばマスクアライメントマーク M 1、M 2 を含むパターンングデバイス 5 0 上のエリアに衝突し得るか又は相互作用し得るように、配置され得る。メトロロジパターン 5 9 は、典型的には、例えば、パターンングデバイス 5 0 の形状及び / 又は位置を測定するために、ウェーハステージ又はメトロロジステージに配置された、並列レンズ干渉計によって測定される。例えば、干渉計を備える第 1 の測定システム (すなわち、干渉測定システム) 及び色共焦点センサを備える第 2 の測定システムを用いて、同じエリア (又は、パターン) を測定することは、両方の測定システムを較正及び / 又は相関するために有利であり得る。

10

【 0 0 6 1 】

[0060] 例えば、パターンングデバイス 5 0 は樽型を有し得る。この樽型は、一方のシステムを他方のシステムに対して較正するために使用され得る、第 1 及び第 2 の両方の測定システムによって測定され得る。

【 0 0 6 2 】

[0061] パターンデバイス 5 0 の一部が、第 1 及び第 2 の測定システムのうちの一方によって測定されない場合、完全な測定データセットを取得するために、他方の測定システムのデータを使用することによって、不明な情報を提供することが有益であり得る。これは、両方の測定システムによって測定され得るエリアに限定されない場合がある。第 1 の測定システムは、メトロロジパターン 5 9 を含むエリアにおける測定に限定され得、第 2 の測定システムは、メトロロジパターン 5 9 を含むエリア並びにメトロロジパターン 5 9 の間のエリアを測定し得る。それによって、両方のシステムが較正可能であるだけでなく、典型的には一般的な測定システムによって測定されないエリアの形状及び位置情報も受信される。パターンングデバイス 5 0 の改良された (形状) モデルが取得され得る。

20

【 0 0 6 3 】

[0062] パターンングデバイス 5 0 は、図 5 の矢印 S で示されるように、色共焦点センサのアレイに対して相対的に移動され得る。それによって、センサアレイに対向するパターンングデバイス 5 0 のパターン付与された表面 5 1 がスキャンされ得る。センサアレイに関するパターンングデバイスのスキャン位置の関数として受信されるスペクトル情報に基づいて、パターンングデバイス 5 0 の空間情報、例えば、パターンングデバイス 5 0 の表面高さマップ並びに表面密度マップが取得され得る。

30

【 0 0 6 4 】

[0063] 図 6 は、パターン付与された表面 6 1 を備えるパターンングデバイス 6 0 の概略断面の拡大図を示す。パターン付与された表面 6 1 は、サポート材料、例えば水晶材料の表面 6 2 上に提供された、クロム又は別の放射吸収材料を含むパターン付与された層 6 3 を備え得る。パターン付与された層 6 3 は、典型的にはおよそ 1 0 0 nm の厚みを有し得る。したがって、パターン付与された層 6 3 の一部は、例えばむき出しの水晶材料上に提供された約 1 0 0 nm の高さを伴うエリアと見なされ得る。

【 0 0 6 5 】

[0064] 0 . 1 ~ 0 . 3 mm の測定レンジ及び約 1 0 nm の測定確度を有する色共焦点センサを用いて、およそ 1 0 0 nm の高さステップが解決され得る。すなわち、例えば、むき出しの水晶材料において反射される第 1 の波長を備える第 1 の放射は、スペクトロメータ 4 6 によって受け取られ得る。パターン付与された層部分 6 3 (例えば、クロム部分) において反射される第 2 の波長を備える第 2 の放射も、スペクトロメータによって受け取られ得る。第 1 及び第 2 の両方の放射がグラフで表示され得る。グラフ 4 9 によって、第 1 のピークは第 1 の波長において、及び第 2 のピークは第 2 の波長において、2 つのピークが提示され得る。したがって、パターン付与されたデバイス 6 0 の異なる部分と相互作用する複数の波長放射は、各々が特定部分に対応する異なるスペクトル記録を有することになる。これにより、異なる部分はスペクトル的に区別され得る。記録された第 1 の波長

40

50

と第2の波長との間の波長差は、例えば、水晶部分62とパターン付与された層63の一部との間の軸方向位置（軸方向距離）における差の測度である。これは、パターン付与された層63の曲所厚みが測定され得ることを意味する。

【0066】

[0065] 場合によっては、パターンニングデバイス60には（部分的に）透明なペリクルメンブレン64が提供され得、ペリクルは、汚染物がパターン付与された表面61上に着くのを防ぐために、パターン付与された表面61に対向して配置される。代わりに、汚染粒子はペリクルメンブレン64上に着く場合がある。ペリクルメンブレン64は、フレーム（図6には図示せず）を用いてパターンニングデバイス60に提供され得る。典型的には、ペリクルメンブレン64は、ペリクルメンブレン64がパターンニングデバイス60の焦点面から外れるように、パターンニング表面61から数ミリメートルに配置される。これにより、露光中の粒子の影響が低減される。

10

【0067】

[0066] 本発明の一実施形態が図7に示される。サポート73には、図4に開示されたように、1つ以上の色共焦点センサ74が提供される。一実施形態において、複数の色共焦点センサ74がアレイ構成で配置され、これにより、（例えば図5に示されるように）センサアレイを形成する。色共焦点センサの各々は、センサアレイ74の少なくとも1つの共焦点レンズの焦点面に提供され得るパターンニングデバイス70と相互作用するために、放射円錐76を提供するように構成され得る。パターンニングデバイス70は、マスクサポートMT上に保持され得、マスクサポートMTは、少なくとも1つの方向に、例えば矢印Sによって示されるようにy方向に、パターンニングデバイス70を移動させるように構成される。これにより、パターンニングデバイス70はセンサアレイ74に対して相対的に移動し得るため、色共焦点センサ74によって提供される放射と相互作用するパターンニングデバイス70のエリアは、相対的移動によって変化することになる。相対的移動の間、センサアレイ74内に配置された少なくとも1つの色共焦点センサの放射スポットは、パターンニングデバイス70のパターン付与された表面71に衝突する。これにより、パターン付与された表面71は、相対的移動の方向（矢印Sによって示される）に沿ってスキャン及び測定される。複数の色共焦点センサ74を用いて、パターン付与された表面71は同時に異なる表面位置において測定され得る。これは、測定時間を最小限にするため、及び/又は、空間表面位置情報、例えば表面情報密度及び表面曲率を増加させるために、有利であり得る。

20

30

【0068】

[0067] 一実施形態において、センサアレイ74は、スリットエリア72の単一側に提供されるセンサの単一線アレイを形成するように構成され得る。センサの線アレイは、線アレイがスキャン方向に対して直角に配置されるように構成され得る。例えば、線アレイはx方向に沿って配置され得る。線アレイは、スキャン方向に関して45度から90度の間の角度を形成する方向にも配置され得る。これにより、パターンニングデバイスの全表面又はその一部が、1回のスキャン（又はストローク）でスキャンされ得る。

【0069】

[0068] 軸方向距離を空間位置の関数として、例えば2次元平面内の、好ましくはパターンニングデバイス70の表面に対してほぼ平行な（xy）面内の、位置の関数として測定することによって、パターンニングデバイス70の高さマップ又は表面トポグラフィマップが取得され得る。このマップから、パターンニングデバイス70の局所及び/又は全体形状が決定され得る。

40

【0070】

[0069] リソグラフィ装置LAの動作中、パターンニングデバイス70は、スリットエリア72に関して（矢印Sによって示される）スキャン移動を行う。典型的には、この移動のストロークは、パターン付与された表面71のエリア、及びパターンニングデバイス70におけるメトロロジパターン79のロケーションによって、決定される。スリットエリア72及びセンサアレイ74は空間的に分離されているため、パターンニングデバイス70は、

50

センサアレイ 74 がパターン付与された表面 71 を含むエリアとメトロロジパターン 79 の両方を測定できることを保証するために、典型的にはシステム動作中（例えば、露光中）に使用されるような移動ウィンドウを越えて移動する必要がある。典型的にはシステム動作中に使用されるようなウィンドウを大幅に越えて、移動ウィンドウを延在させないために、センサアレイ 74（複数の色共焦点センサを備える）は、第 1 及び第 2 のセンサアレイを備える二重センサアレイによって構成され得る。例えば、第 1 のセンサアレイはスリットエリア 72 の一方の側に配置され得、第 2 のセンサアレイはスリットエリア 72 の第 2 の側、例えば、図 7 によって示される例のようにスリットエリアの反対側に配置され得る。これにより、第 1 のセンサアレイはパターンングデバイス 70 の第 1 の部分を測定し得、第 2 のセンサアレイはパターンングデバイス 70 の第 2 の部分を測定し得る。パターンングデバイス 70 の第 1 及び第 2 の部分は、対象のエリアをカバーするように選択され得る。

10

【0071】

[0070] 加えて、第 1 の部分及び第 2 の部分が少なくとも部分的に重複するとき、重複部分は、第 1 及び第 2 のセンサアレイを互いに較正するために使用され得る。これにより、対象のエリアがセンサアレイ 74 によって完全に測定されるのを保証するためにも。

【0072】

[0071] センサアレイ 74 は、1 つ以上の色共焦点センサの放射スポット 76 が、マスクサポート MT 上に保持されるとき、パターンングデバイス 70 に提供される 1 つ以上のメトロロジパターン 79、M1、M2 と相互作用するように構成されるように、配置され得る。干渉計（すなわち、干渉計センサ）を備える第 1 の測定システム及び色共焦点センサ 74 を備える第 2 の測定システムを用いて、同じエリア、例えば同じメトロロジパターンを測定することは、両方の測定システムを較正するため及び / 又は相関させるために有利であり得る。

20

【0073】

[0072] 図 7 に示されるように、センサアレイ 74 は線形アレイとして配置され得る。代替として、センサアレイ 74 は、図 8 A に示されるように交番センサレイアウトを有し得る。これは、近隣のセンサ間の光学クロストークを回避するために有利であり得る。すなわち、第 1 の色レンズによって投射される放射は、ターゲット（パターンングデバイス）の表面で散乱し、第 2 の色レンズ、例えば近隣レンズによって受け取られ得る。この結果、スペクトル強度情報の不正確な分析が生じ得る。

30

【0074】

[0073] 別の実施形態において、センサ（線）アレイ 74 の外側に位置決めされた色共焦点センサは、図 8 B に示されるように、中央色共焦点センサに関してシフトされる。こうしたセンサアレイ構成は、例えば、パターンングデバイスの表面のメトロロジパターンレイアウトと一致するために使用され得る。すなわち、時折、メトロロジパターンはパターンングデバイスの露光フィールドの長辺に沿って位置決めされる。

【0075】

[0074] 図 7、図 8 A、及び図 8 B に示されるようなセンサアレイは、互いに関して等距離に配置された色共焦点センサを備え得る。これにより、単一ピッチでセンサアレイを形成する。等距離配置を用いると、表面情報は空間的に均一に取得され得る。

40

【0076】

[0075] 別の実施形態において、センサは等距離ではなく配置され得る。センサはアレイ内に様々なピッチで配置され得る。これは、第 1 のエリアの表面情報が第 2 のエリアよりも緻密であることが必要な状況において有益であり得る。

【0077】

[0076] 図 8 C は、本発明に従った別の実施形態を示す。本発明に従い、センサアレイは第 1 のサブアレイ 74 A 及び第 2 のサブアレイ 74 B を備え得る。第 1 のサブアレイ 74 A は、パターンングデバイス 70 のパターン付与された表面が、第 1 のサブアレイ 74 A 内に配置された色レンズの焦点面にあるように配置され得る。第 2 のサブアレイ 74 B は

50

、パターンングデバイス 70 に提供されたペリクルメンブレン 75 が、第 2 のサブアレイ 74 B 内に配置された色レンズの焦点面にあるように配置され得る。典型的には数ミリメートルである、パターンングデバイス 60、70 とペリクルメンブレン 64、75 との間のスタンドオフ距離により、ペリクルメンブレンは第 1 のサブアレイ 74 A の作業レンジ内にはない。同じことがパターンングデバイス 60、70 にも当てはまり、第 2 のサブアレイ 74 B の作業レンジ外となる。ペリクルメンブレンは（部分的に）透明であるため、第 1 のサブアレイは、ペリクルメンブレン 75 の影響が少ないか又は無視できるほどであるパターンングデバイス 70 の表面を感知することができる。本実施形態は、図 8 C に示されるように、センサアレイ 74 を用いる位置及び形状の測定が、パターンングデバイス 70 のため並びに同時にペリクルメンブレン 75 のために実行され得るという利点を有する。

10

【0078】

[0077] 当業者であれば、サポート、例えばレンズ頂部プレート（23、53）にある第 1 の色共焦点センサの位置は変更できることを理解されよう。例えば、センサアレイとして配置されたセンサ間の 1 つ以上の相互距離、並びにパターンングデバイスとセンサアレイとの間の距離は、対象のエリアについての測定を最適化するため及び/又はセンサアレイを調節するために、変更可能である。

【0079】

[0078] 図 9 A は、パターン付与されたエリア 81 を備えるパターンングデバイス 80 を示す。パターン付与されたエリア 81 は、例えば、パターン付与されたエリア 81 にわたるグレースケール変化によって示されるような、不均一吸収層又は不均一クロム層を備える。色共焦点センサを用いてパターン付与された表面 81 で測定するとき、図 9 B によって示されるグラフ内の 2 つのピークによって示されるように、スペクトロメータによって複数の波長が受け取られ、検出され得る。記録されるピークの実際数は、材料組成及び/又は層構成によって決定される。したがって、3 つ以上のピークが記録され得る。この例では、第 1 のピーク 87 は、例えばパターン付与されたクロム層 63 と相互作用した放射に対応し得、第 2 のピーク 88 は、サポート材料 62、例えば水晶材料と相互作用した放射に対応し得る。第 1 のピーク 87 及び第 2 のピーク 88 の記録は、色レンズの軸方向分散に起因する。ピーク間のスペクトル差は、パターン付与された層 63 の局所厚みについての測度である。測定ビームの焦点スポットは典型的には有限サイズであるため、パターン付与された層 63（の一部）及びサポート材料 62（の一部）の両方が測定され得る。すなわち、オブジェクトと相互作用している複数の波長放射ビームの実際のスポットサイズが、測定されるエリアを決定する。スポットサイズに依存して、異なる材料部分、及びしたがって異なる材料は、測定放射と相互作用し得、図 9 B によって示されるように 2 つ以上の強度ピークが生じ得る。

20

30

【0080】

[0079] 色レンズによって提供される放射のスポットは有限サイズを有するため、測定される強度は、放射スポット内のエリアの（平均）反射性によって決定される。これは、ピークの振幅は局所材料密度の測度であり得ることを意味する。パターン付与された表面 81 にわたるスキャン中、1 つ以上のピークは振幅が変化し得る。相対的な振幅を比較することによって（測定された振幅が測定されたオブジェクトの位置に対応する）、局所材料密度及びそれらの変化に関する情報を取得し得る。スポットサイズは、センサの空間感度を決定し得る。またそれにより、空間分解能はスポットサイズによって管理され得る。

40

【0081】

[0080] 複数の色共焦点センサ、例えば図 4 に示されるようなセンサと同等の色共焦点センサを備えるセンサアレイ 84 を使用して、高空間分解能でのパターンングデバイス 80 の表面情報を取得し得る。したがって、2 次元材料密度マップが取得され得る。局所及び全体の材料密度に関する情報を使用して、パターンングデバイス 80 の局所及び全体の透過性、反射性、及び/又は吸収を計算し得る。それにより、パターンングデバイス 80 の光学特性の 2 次元マップが生成され得る。

【0082】

50

[0081] マスク設計ファイル、例えばGDSIIファイルを使用してパターン分布を導出する代わりに、露光（前）シーケンス（in-situ）中に必要な材料密度マップを取得し得る。すなわち、露光ステップ中、サポート、例えばマスクサポートTによって保持されるパターンングデバイス80はセンサアレイ84に対して相対的に移動する。1つ以上の色共焦点センサによって提供されるような、反射及び受け入れられた放射を記録することによって、露光と並行して密度マップが取得され得る。密度マップは、露光ステップ前の時点で取得される表面情報によっても決定され得る。どちらの場合にも、密度マップは、露光特徴、例えば、露光放射Bの（局所）強度及び/又は投影システムPSのレンズ設定を定義及び/又は設定するために、フィードフォワード制御において使用され得る。

【0083】

10

[0082] センサアレイ84は、図7、図8A、図8B、及び図8Cに従ったセンサアレイ74であり得る。

【0084】

[0083] 本発明に従った色共焦点センサ又は色共焦点センサのアレイを備える、リソグラフィ装置、例えば図1に示されたようなリソグラフィ装置LAは、露光シーケンス中に様々なステージでセンサを使用し得る。これは、露光シーケンスの前、間、及び/又は後であってよい。

【0085】

[0084] 露光シーケンスの第1のステージにおいて、例えばパターン付与された放射によって基板Wが照明される前に、色共焦点センサ（アレイ）は、パターンングデバイスMAの初期形状及び/又は初期光学特性を測定するために使用され得る。ウェーハロットの開始時に、露光放射Bは、パターンングデバイスMAとまだ相互作用していない可能性がある。したがって、パターンングデバイスは、（相対的に）コールドと見なされ得る。第1又は初期の測定は、パターンングデバイスMAのコールド形状を表す情報を提供し得る。

20

【0086】

[0085] 露光シーケンスの第2のステージにおいて、例えば、第1の露光又は一連の露光の後に、第2の測定が実行され得、パターンングデバイスMAの2次形状及び/又は2次光学特性を提供する。露光放射Bとの相互作用の後、露光放射Bに起因してパターンングデバイスMAは加熱され得る。したがってパターンングデバイスは、加熱（又はウォーム）状態である。これにより、第2の測定は、パターンングデバイスMAの加熱形状を表す情報を提供する。

30

【0087】

[0086] 第1及び/又は第2の測定によって取得された情報を使用して、時間（過渡挙動）並びに露光シーケンスの関数として、パターンングデバイスMAの形状変化を計算し得る。形状測定結果をモデルについての入力として使用することによって、パターンングデバイスMAの特性をモデル化するために、有限要素法が使用され得る。モデルは、レチクル加熱及び/又はレンズ加熱モデルであり得る。モデルの出力は、投影システムPS内の光学要素の位置決め、例えば、投影システムPS内に配置されたレンズ及び/又はミラーの位置及び方位、並びに、パターンングデバイスMAの配置に関する、命令を含み得る。

【0088】

40

[0087] レチクル加熱は、典型的には、経時的に変化し得るXYグリッドディストーションとして示される、パターンングエリアの変形を含み得る。光学特性（例えば、反射性、透過性、及び吸収）及び表面曲率（軸方向距離）を含む、パターンングデバイスの表面パラメータの知識を使用して、（例えば、x、y、及び/又はz方向の）変換を適用することによるパターンングデバイスMAの位置に対する調整、及び、ディストーションを少なくとも部分的に補償するために回転（例えば、Rx回転及び/又はRz回転）を適用することによる、パターンングデバイスMAの方位に対する調整を、決定し得る。

【0089】

[0088] パターンングデバイスMAのコールド形状及び加熱形状を表す情報、又はその両方の間の差が、マスクサポートMTを用いる形状補償に使用され得る。マスクサポートM

50

Tは、露光によって誘起される形状変化を補償するように、アクティブに制御され得る。これは、パターンングデバイスMAを例えばz方向に移動すること、及び/又は、R×回転及び/又はRy回転を提供することによって、行われ得る。

【0090】

[0089] パターンングデバイスMAのコールド形状及び加熱形状を表す情報、又はその両方の間の差が、パターンングデバイスMAに印加される機械的負荷を使用するレチクルベンダを用いる形状補償に使用され得る。

【0091】

[0090] 図10は、リソグラフィ装置LA内のパターンングデバイスMAにおけるパターン密度の情報に基づいて、パターンングデバイスMAの加熱(レチクル加熱とも呼ばれる)を補償するための方法を示す。第1のステップ90において、色共焦点センサのアレイ、例えば図9Aに示されるセンサアレイ84は、パターンングデバイスの表面、好ましくはパターン付与された表面81を備える表面をスキャンする。これにより、スキャンされる表面の表面位置情報が取得され得る。表面位置情報は、単一のスキャンを用いて取得され得るが、測定確度を向上させるためには複数のスキャンが有益であり得る。第2のステップ91において、(第1のステップ90で取得された)表面位置情報に基づいて、表面密度マップが計算される。表面密度マップは、パターンングデバイスMAにおけるアブソーバ及び/又は反射層の空間分散を含み得る。第3のステップ92において、表面密度マップは、(予想される)露光設定93の情報と組み合わせられる。特に、第3のステップ92において、露光放射(例えば、放射ビームB)のドーズ及び照明設定が使用される。表面密度マップは、露光放射と相互作用するとき、パターンングデバイスMAの反射性及び/又は透過性、及び/又はパターンングデバイスMAによる吸収を推定するために使用される。これは、アブソーバ及び/又は反射層の局所及び/又はより全体のパターン密度に基づき得る。これにより、露光によって誘引されるレチクル加熱効果が計算され得る。レチクル加熱効果は、パターンングデバイスMAの形状変形を含む、光学収差によって特徴付けることができる。予想される形状変形は、パターンングデバイスの熱機械モデルを用いて計算され得る。例えばEUVリソグラフィシステムに使用されるべき反射性パターンングデバイスMAの場合、表面密度マップは、パターンングデバイスMAの反射性及び吸収を推定するために使用され得る。第4のステップ94において、レチクル加熱を含み得る予想されるレチクル形状効果は、補正モデル、例えばレンズモデルに送られる。補正モデルは、パターンングデバイスMAの予想される光学変化を補償するために、投影システムPS内のレンズ設定を定義するために使用され得る。光学補償は、(セミ)アクティブな光学要素、例えばレンズ及び/又はミラーを用いて達成され得る。これは、レンズ及びステージのスキャン軌道を露光するためのオフセットを計算するために使用される、レチクル加熱のための補正モデルを含み得る。

【0092】

[0091] 投影システムPS内の透過性又は反射性要素であり得る光学要素は、典型的には、調整されるように構成される。これにより、基板の露光中に使用される光路内の光学収差は、光学要素の1つ以上の設定を調整することによって変更又は補償され得る。これは、これらの要素の位置及び/又は方位の変更を介して、又は、透過性要素の屈折率を変更することによって、実行され得る。

【0093】

[0092] プロセッサは、図10に示されるような各個別のステップを誘導及び実行するために使用される。プロセッサは、リソグラフィ装置LAの一部であり得る。プロセッサは、リモートロケーションに存在し得る。

【0094】

[0093] 必要な光学補償は、(セミ)アクティブレチクル操作を用いて達成され得る。例えば、レチクルベンダを用いてレチクルを成形することによって。

【0095】

[0094] 別の実施形態において、ステップ91において取得されるパターンングデバイス

10

20

30

40

50

の表面密度マップは、レンズモデルについての直接入力として使用され得る。すなわち、パターンングデバイスの（局所）密度情報に基づいて、投影システム内の局所ドーズ（又は放射密度）が推定され得る。次に、レンズ設定が依存する、放射によって誘起されるレンズ加熱の推定を可能にし得る。言い換えれば、受け取った密度情報に基づく、投影されるパターンの知識は、レンズ加熱の訂正を示唆するように光学レンズ設定を定義するために使用され得る。

【0096】

[0095] レンズ加熱と同様に、基板Wの加熱（すなわち、ウェーハ加熱）は、パターンングデバイスの局所透過性及び/又は反射性に依存する。図10に示された方法は、基板レベルにおいて加熱効果を補償するためにも使用され得る。ウェーハ加熱補償の場合、図10に示される方法の第4のステップ94において、予想される基板形状（例えば、放射によって誘起される基板変形）は、前のステップで受け取られた情報に基づいて計算され得る。予想される基板形状は、例えばレンズモデルを含む補正モデルに送られ得る。補正モデルは、基板Wの予想される変化を補償するために、投影システム内のレンズ設定を定義するために使用され得る。光学補償は、（セミ）アクティブ光学要素、例えばレンズ及び/又はミラーを用いて達成され得る。これは、レンズ及びステージのスキャン軌道を露光するためのオフセットを計算するために使用される、ウェーハ加熱のための補正モデルを含み得る。

10

【0097】

[0096] 別の実施形態において、方法は、レチクル及びウェーハの両方の加熱効果を補償するために使用され得る。レチクル加熱並びにウェーハ加熱によって誘起される効果に対する補償を開始する補正モデル内のレンズ設定を定義することが、有益であり得る。

20

【0098】

[0097] 上記の図面についての言及では、追加の要素又はシステムによってスリットエリアが定義及び形成され得る。すなわち、実際のスリットエリアは、典型的にはレンズ頂部プレート、サポート、又はフレームによって定義されない。図に示されるように、レンズ頂部プレート、サポート、又はフレームは、スリットエリアのロケーションと一致して配置され得る。

【0099】

[0098] 本発明の一実施形態によれば、前述のような1つ以上の色共焦点センサを備えるパターンングデバイスを特徴付けるための測定システムは、リソグラフィ装置内に配置され得る。例えば、測定システムはレンズ頂部プレート内に配置される。

30

【0100】

[0099] 別の実施形態において、検査装置は本発明に従った測定システムを備える。検査装置は、パターンングデバイスを検査及び/又は適格とするように構成され得る。検査装置によって取得される情報は、別のシステム、例えばリソグラフィ装置、又はパターンングデバイスを製造するように配置された装置に提供され得る。検査装置は、スタンドアロン装置として、又はリソグラフィ装置（又は製造装置）の補足として、リソグラフィ装置（又は製造装置）と相互作用するように配置され得る。

【0101】

[0100] 本文ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明するリソグラフィ装置には他の用途もあることを理解されたい。考えられる他の用途は、集積光学システム、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製造である。

40

【0102】

[0101] 本明細書ではリソグラフィ装置に関連して本発明の実施形態について具体的な言及がなされているが、本発明の実施形態は他の装置に使用することもできる。本発明の実施形態は、マスク検査装置、メトロロジ装置、又はマスク（あるいはその他のパターンングデバイス）などのオブジェクトを測定又は処理する任意の装置の一部を形成してよい。これらの装置は一般にリソグラフィツールと呼ばれることがある。このようなリソグラ

50

フィツールは、真空条件又は周囲（非真空）条件を使用することができる。

【0103】

[00102] 文脈上許される場合、本発明の実施形態は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はそれらの任意の組み合わせにおいて実装することができる。本発明の実施形態は、1つ以上のプロセッサにより読み取られて実行され得る、機械可読媒体に記憶された命令として実装することも可能である。機械可読媒体は、機械（例えばコンピューティングデバイス）により読み取り可能な形態で情報を記憶又は伝送するための任意の機構を含むことができる。例えば機械可読媒体は、読み取り専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリデバイス、電気、光、音響又は他の形態の伝搬信号（例えば搬送波、赤外信号、デジタル信号など）、及び他のものを含むことができる。更に、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令は、特定のアクションを実行するものとして本明細書で説明されることがある。しかしながら、そのような説明は単に便宜上のものであり、そのようなアクションは実際には、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令などを実行するコンピューティングデバイス、プロセッサ、コントローラ、又は他のデバイスから生じ、実行する際、アクチュエータ又は他のデバイスが物質世界と相互作用し得ることを理解すべきである。

10

【0104】

[00103] 本発明の態様は、下記の条項に記載される。

1. パターニングデバイスの表面パラメータを決定するための方法であって、リソグラフィ装置内に配置されたマスクサポート上にパターニングデバイスを装填するステップと、第1の測定システムを使用して露光放射ビームの経路に関してパターニングデバイスを位置決めするステップと、第2の測定システム内に配置された色レンズの第1の焦点面にパターニングデバイスを提供するステップと、色レンズを介した放射を用いてパターニングデバイスの表面の一部を照明するステップであって、放射は複数の波長を備える、照明するステップと、照明された部分の位置を第1の方向及び第2の方向において決定するステップと、色レンズを介してパターニングデバイスによって反射された放射の少なくとも一部を収集するステップと、スペクトル情報を取得するために、色レンズの第2の焦点面において、放射の収集された部分の強度を波長の関数として測定するステップと、スペクトル情報から決定された位置におけるパターニングデバイスの表面パラメータを決定するステップと、を含む、方法。

20

2. 表面の一部を照明するステップ、照明された部分の位置を決定するステップ、反射された放射の少なくとも一部を収集するステップ、収集された部分の強度を測定するステップ、及び、表面パラメータを決定するステップを、複数回反復するステップを更に備え、パターニングデバイスを、色レンズに対して相対的に少なくとも第1又は第2の方向に移動することによって、パターニングデバイスの表面の異なる部分が反復ごとに照明される、条項1に記載の方法。

30

3. パターニングデバイスにおいて、パターン付与されたエリアの表面パラメータマップを決定するステップを更に含む、条項2に記載の方法。

4. 表面パラメータが、照明された部分における少なくとも1つの光学特性を含む、条項2又は3に記載の方法。

40

5. 光学特性は、反射性、透過性、及び吸収のうちの少なくとも1つである、条項4に記載の方法。

6. 入力としての光学特性と共に、加熱モデルを使用することによって、パターニングデバイスの予想される加熱効果を決定するステップを更に含む、条項4又は5に記載の方法。

7. 表面パラメータが、照明された部分と色レンズとの間の、第3の方向における少なくとも軸方向距離を含む、条項2又は3に記載の方法。

8. 軸方向距離からパターニングデバイスの形状を決定するステップを更に含む、条項7に記載の方法。

9. 軸方向距離を決定された位置の関数として使用して、パターニングデバイスの表面トポグラフィマップを生成するステップを更に含む、条項7又は8に記載の方法。

50

10 . 条項 8 に記載のステップを含む、パターンングデバイスの形状補償のための方法であって、パターンングデバイスの決定された形状に基づいて、パターンングデバイスに変換を適用することによってパターンングデバイスの位置を調整すること、及び、パターンングデバイスに回転を適用することによってパターンングデバイスの方位を調整することのうちの、少なくとも 1 つを更に含む、方法。

11 . 条項 8 に記載のステップを含む、パターンングデバイスの形状補償のための方法であって、パターンングデバイスに機械的負荷を印加することによって、決定された形状に基づいてパターンングデバイスの形状を調整することを更に含む、方法。

12 . パターンングデバイスの加熱効果を補償するための方法であって、パターンングデバイスの予想される加熱効果を決定するために、決定された表面パラメータマップに基づくパターンングデバイスの予想される形状変化と、基板の露光に使用されるべき露光設定とを、計算するステップと、パターンングデバイスの予想される形状変化を補償するためにレンズモデルを用いて投影レンズの設定を定義するステップと、定義された設定を露光の前及び/又は露光中に適用するステップと、を更に含む、条項 5 に記載のステップを含む方法。

10

13 . 加熱効果は収差を含む、条項 12 に記載の方法。

14 . 条項 9 に記載のパターンングデバイスの表面トポグラフィマップを表すデータの制御の下で、投影システムを介して、パターンングデバイスにおいて提供されたパターンを基板上にイメージングする方法。

15 . パターンングデバイスを特徴付けるための測定システムを備えるリソグラフィ装置であって、測定システムは、複数の波長を備える放射を提供するように配置された放射源と、提供される放射を用いてパターンングデバイスのエリアを照明するように構成された、少なくとも 1 つの色共焦点センサ内に配置された、少なくとも 1 つの色レンズであって、少なくとも 1 つの色レンズは、少なくとも 1 つの色レンズの第 1 の焦点面において提供されるパターンングデバイスによって反射される放射の少なくとも一部を収集するように構成される、少なくとも 1 つの色レンズと、少なくとも 1 つの色レンズの第 2 の焦点面において配置されるディテクタであって、ディテクタは、収集された放射の少なくとも一部を検出するように、及び、検出された放射に応答して波長の関数として強度信号を提供するように構成される、ディテクタと、照明されるエリアにおけるパターンングデバイスの特徴を決定するためのプロセッサと、を備える、リソグラフィ装置。

20

16 . 複数の色共焦点センサがセンサのアレイを形成するように配置される、条項 15 に記載のリソグラフィ装置。

30

17 . 放射源が広帯域放射源及び複数の放射源のうちの少なくとも 1 つを含む、条項 15 又は 16 に記載のリソグラフィ装置。

18 . パターンングデバイスの特徴は、光学特性、及び、パターンングデバイスと色レンズとの間の軸方向距離のうちの、少なくとも 1 つである、条項 15 から 17 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

19 . センサのアレイが、スリットエリアの第 1 の側に配置された色共焦点センサの第 1 のアレイと、スリットエリアの第 2 の側に配置された色共焦点センサの第 2 のアレイとを備える、条項 16 に記載のリソグラフィ装置。

40

20 . 第 1 の色レンズはパターンングデバイスから第 1 の軸方向距離に配置され、第 2 の色レンズはパターンングデバイスから第 2 の軸方向距離に配置され、第 2 の軸方向距離は第 1 の軸方向距離とは異なる、条項 15 から 17 のいずれか一項に記載のリソグラフィ装置。

【 0 1 0 5 】

[00104]本発明の特定の実施形態を上記で説明してきたが、本発明は説明した以外に実践され得ることを理解されよう。上記の説明は例示的なものであり、限定的なものではないことを意図している。説明したすべての変形形態は、この組み合わせが限定されていない場合、技術的観点から組み合わせ可能である。したがって当業者であれば、下記に示す特許請求の範囲を逸脱することなく、本発明に対する改変が可能であることを理解されよう。

50

【図面】

【図 1】

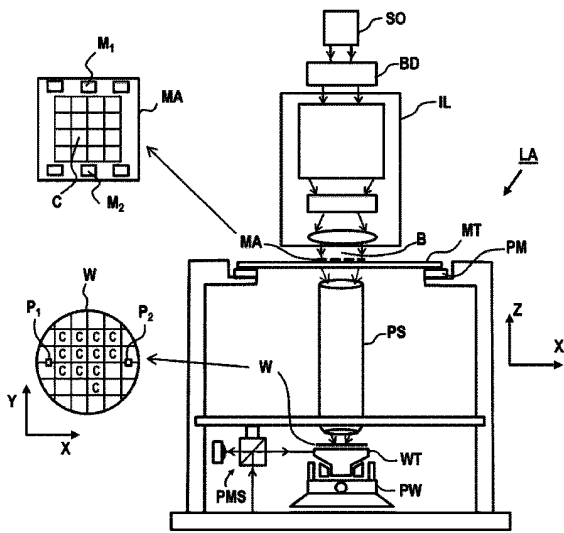


Fig. 1

【図 2 A】

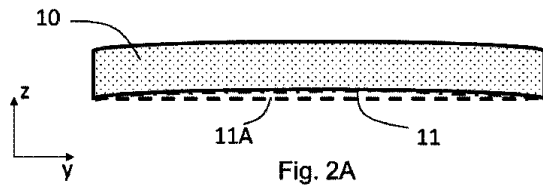


Fig. 2A

10

20

【図 2 B】

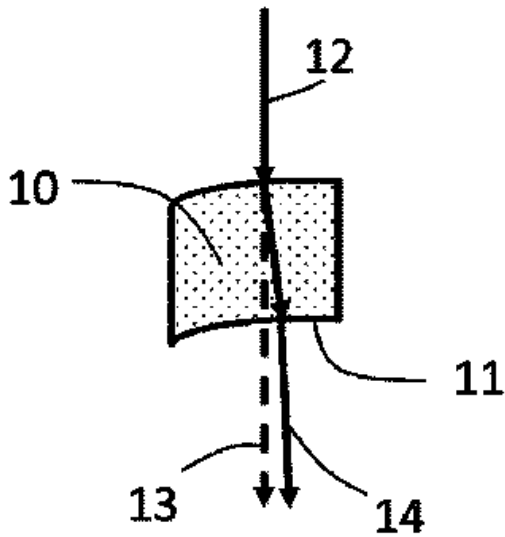


Fig. 2B

【図 2 C】

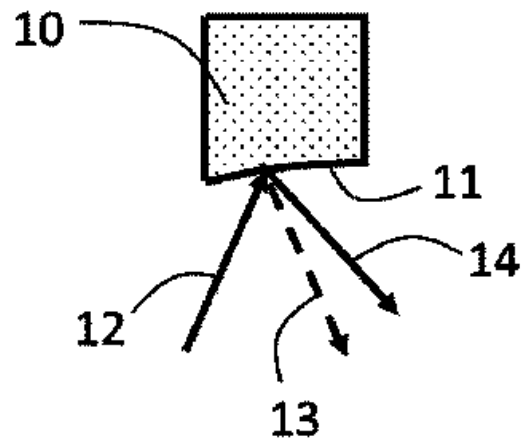


Fig. 2C

30

40

50

【 図 3 】

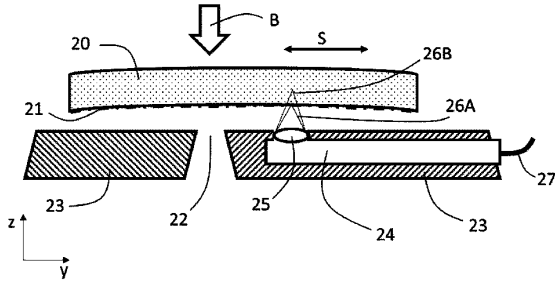


Fig. 3

【 図 4 】

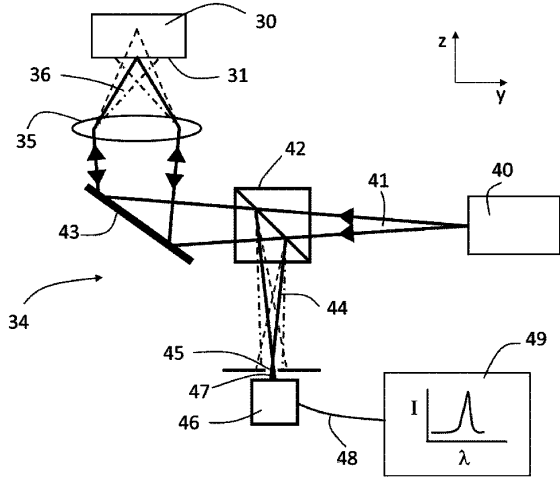


Fig. 4

【 図 5 】

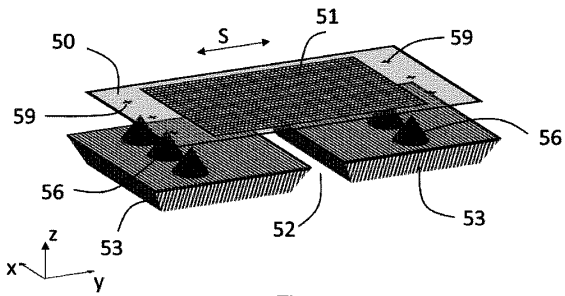


Fig. 5

【 図 6 】

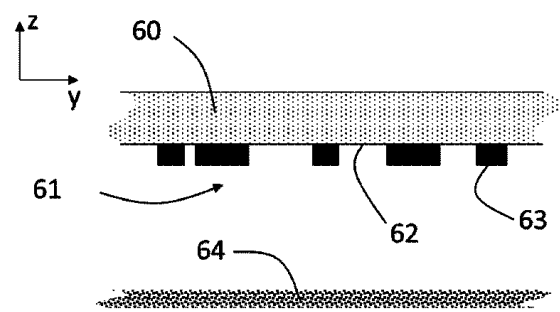


Fig. 6

10

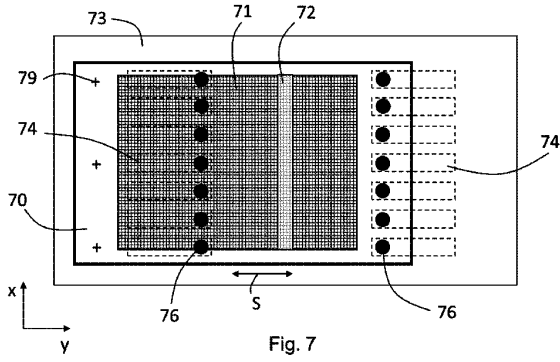
20

30

40

50

【 図 7 】



【 図 8 A 】

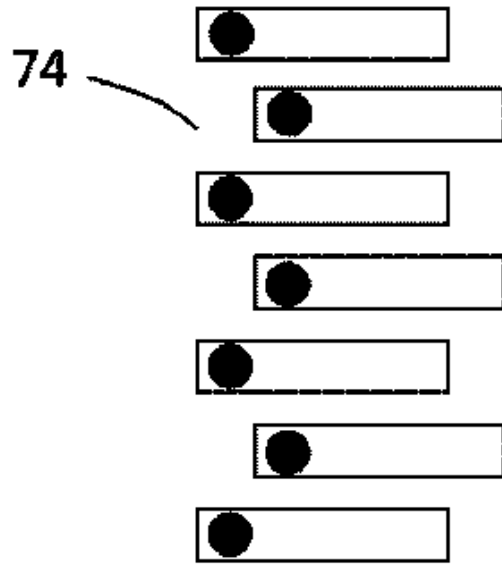


Fig. 8A

【 図 8 B 】

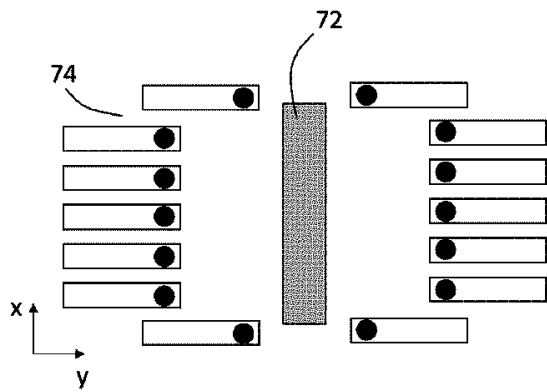


Fig. 8B

【 図 8 C 】

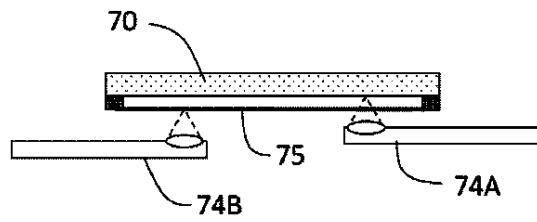


Fig. 8C

10

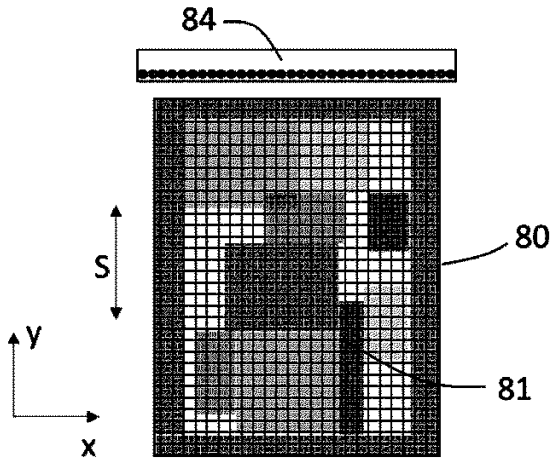
20

30

40

50

【 9 A 】



【 9 B 】

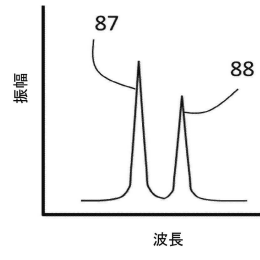


Fig. 9A

【 1 0 】

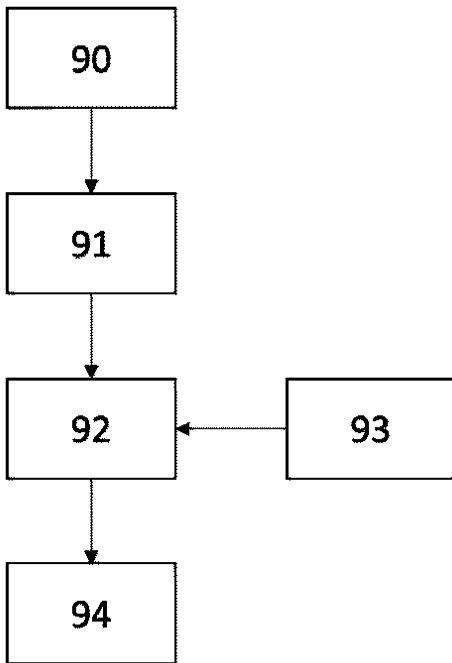


Fig. 10

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 (72)発明者 エウメレン, エリック, ヘンリカス, エギディウス, キャサリナ
 オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 (72)発明者 モエスト, ベアラッチ
 オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 (72)発明者 ペン, ヘルマン, フォルケン
 オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 (72)発明者 オンク, デルク
 オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 (72)発明者 パイネンビュルフ, ヨハネス, アドリアヌス, コルネリス, マリア
 オランダ国, ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 3 2 4
 審査官 田中 秀直
 (56)参考文献 特表2018-537720(JP, A)
 特開2019-090836(JP, A)
 特表2012-503319(JP, A)
 特表2016-523379(JP, A)
 特開2006-279029(JP, A)
 特開2003-270773(JP, A)
 特開2014-006314(JP, A)
 (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G 0 3 F 1 / 0 0 - 1 / 8 6
 G 0 3 F 7 / 2 0