

(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2007-13169

(P2007-13169A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(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 2 6 A	5 F O 4 6
	HO 1 L 21/30 5 1 6 A	

審査請求 有 請求項の数 18 O L (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-178892 (P2006-178892)</p> <p>(22) 出願日 平成18年6月29日 (2006. 6. 29)</p> <p>(31) 優先権主張番号 11/170, 747</p> <p>(32) 優先日 平成17年6月30日 (2005. 6. 30)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(71) 出願人 504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0 4 ディー アール, デ ラン 6 5 0 1</p> <p>(74) 代理人 100066692 弁理士 浅村 皓</p> <p>(74) 代理人 100072040 弁理士 浅村 肇</p> <p>(74) 代理人 100089897 弁理士 田中 正</p> <p>(74) 代理人 100072822 弁理士 森 徹</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

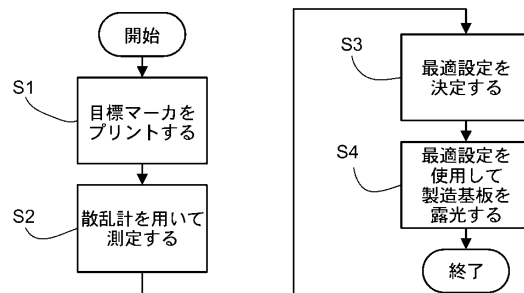
(54) 【発明の名称】 焦点決定方法、デバイス製造方法、及びマスク

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】短時間で1つまたは複数の最適焦点を決定するための方法、及びデバイス製造方法、そのために使用されるマスクを提供すること。

【解決手段】リソグラフィ装置を用いて複数の目標マーカを基板上にプリントするステップにおいて、複数のマーカをそれぞれ異なる焦点に設定してプリントする工程と角度分散乱計を用いて目標マーカの特性を測定するステップと、前記特性に基づいて1つまたは複数の焦点を設定する工程を含む焦点決定方法である。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法用の 1 つ又は複数の最適焦点設定を決定するための方法であって、

前記リソグラフィ装置を使用して複数の目標マーカを基板上にプリントするステップであって、前記目標マーカのうちの異なるマーカは異なる焦点設定を用いてプリントされるステップと、

角度分解散乱計を使用して、前記目標マーカの特性を測定するステップと、

前記目標マーカの測定された特性に基づいて前記 1 つ又は複数の焦点設定を決定するステップとを含む方法。 10

【請求項 2】

前記目標マーカが、約 200 nm から約 1 μ m の範囲の区切り又はスケールを有する構造と、前記デバイス製造方法でプリントされるデバイス・フィーチャのものと同じ区切り又はスケールを有する副構造とを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記副構造の前記区切り又はスケールが、約 25 nm から約 150 nm の範囲にある、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記副構造が、2 つの別個の異なる区切りを有する、請求項 2 に記載の方法。 20

【請求項 5】

前記複数の目標マーカが、形態は同じであるが、互いに対して 180° 回転した、又は互いに鏡像関係にあるマーカ対を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記 1 つ又は複数の焦点設定を決定するステップが、各前記対の一方の目標マーカの前記特性の測定値を、個々の前記対の他方の目標マーカの前記特性の測定値から減算するステップを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記特性が、前記目標マーカの非対称性に関する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法であって、 30

1 つ又は複数の焦点設定を、

前記リソグラフィ装置を使用して複数の目標マーカを第 1 の基板上にプリントするステップであって、前記目標マーカのうちの異なるマーカは異なる焦点設定を用いてプリントされるステップと、

角度分解散乱計を使用して、前記目標マーカの特性を測定するステップと、

前記目標マーカの前記測定された特性に基づいて 1 つ又は複数の最適焦点設定を決定するステップとによって決定するステップと、

前記 1 つ又は複数の最適焦点設定を使用してデバイス・パターンを第 2 の基板上に転写するステップとを含む方法。 40

【請求項 9】

前記目標マーカが、約 200 nm から約 1 ミクロンの範囲の区切り又はスケールを有する構造と、前記デバイス製造方法でプリントされるデバイス・フィーチャのものと同じ区切り又はスケールを有する副構造とを備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記副構造の前記区切り又はスケールが、約 25 nm から約 150 nm の範囲にある、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記副構造が、2 つの別個の異なる区切りを有する、請求項 9 に記載の方法。 50

【請求項 12】

前記複数の目標マーカが、形態は同じであるが、互いに対して180°回転した、又は互いに鏡像関係にあるマーカ対を含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 13】

前記1つ又は複数の焦点設定を決定するステップが、各前記対の一方の目標マーカの前記特性の測定値を、個々の前記対の他方の目標マーカの前記特性の測定値から減算するステップを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記特性が、前記目標マーカの非対称性に関する、請求項8に記載の方法。

【請求項 15】

パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法用の1つ又は複数の焦点設定を決定する方法で使用されるマスクであって、目標マーカを表すパターンを備え、前記目標マーカは、焦点設定に感受性があり、約200nmから約1ミクロンの範囲の区切り又はスケールを有する構造と、前記デバイス製造方法でプリントされるデバイス・フィーチャのものと同一区切り又はスケールを有する副構造とを備えるマスク。

10

【請求項 16】

前記副構造の前記区切り又はスケールが、約25nmから約150nmの範囲にある、請求項15に記載のマスク。

【請求項 17】

前記副構造が、2つの別個の異なる区切りを有する、請求項15に記載のマスク。

20

【請求項 18】

前記マスクが、形態は同じであるが、互いに対して180°回転した、又は互いに鏡像関係にある1対の目標マーカを表すパターンを備える、請求項15に記載のマスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点決定方法、デバイス製造方法、及びマスクに関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、所望パターンを基板上に、通常は基板の目標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されることができる。その場合、マスク又はレチクルとも呼ばれるパターン形成デバイスが、ICの個々の層に形成される回路パターンを生成するのに使用されることができる。このパターンは、基板(例えば、シリコン・ウェーハ)上の(例えば、1つ又は複数のダイの部分を含む)目標部分上に転写されることができる。パターンの転写は一般に、基板上に塗布された放射感受性物質(レジスト)層上への結像による。一般に、1つの基板は、逐次的にパターン形成される隣接する目標部分からなるネットワークを含む。知られたリソグラフィ装置は、1度に1つのパターン全体を目標部分上に露光することによって、各目標部分が照射される、いわゆるステッパと、照射ビームによってパターンを一定の方向(「走査」方向)に走査しながら、それと同期してこの方向と平行又は逆平行に基板を走査することによって、各目標部分が照射される、いわゆるスキヤナとを含む。パターンを基板上に刻印することによって、パターン形成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。

30

40

【0003】

リソグラフィ・プロセスを使用するデバイスの製造において、各マスク・パターンは一般に、目標部分上に焦点を結ぶように投影される。実際面では、これは、基板の目標部分が、投影系によって投影される空間像の最良焦点の平面内に配置されることを意味する。クリティカル・ディメンジョン(CD)、すなわち、その寸法の変動がトランジスタのゲート幅などリソグラフィ内のフィーチャの物理的特性に望ましくないばらつきを生じさせ

50

る1つ又は複数のフィーチャの寸法が小さくなるにつれて、基板全体及び基板間での焦点の一貫性がますます重要になる。従来は、リソグラフィ装置は、空間像を精査するのに像センサを使用し、又は最適設定は、「センド・アヘッド・ウェーハ (send-ahead wafer)」、すなわち、製造工程に先立って露光、現像、及び測定される基板によって決定された。センド・アヘッド・ウェーハでは、テスト構造が、いわゆる焦点エネルギー・マトリックス (FEM: focus-energy matrix) において露光され、最良の焦点及びエネルギー設定が、それらのテスト構造の試験から決定される。

【0004】

焦点を監視する位置合わせ系の使用が提案されており、位置合わせ系の使用は、様々な異なる焦点設定における通常的位置合わせマーカに対して既知の位置に、すなわち投影系に対する基板の位置に、焦点感受位置合わせマーカ (focus-sensitive alignment marker) をプリントすることを含む。これらの焦点感受マーカの通常的位置合わせマーカに対する位置が測定され、焦点誤差を表す位置合わせオフセット (AO: alignment offset) が明らかにされる。

10

【0005】

しかし、この方法は、マーカをプリントするため、及び位置合わせオフセットを決定するのに必要な位置合わせ測定を行うために、貴重なマシン・タイムを使用することがある。また、この方法は、例えば約 $16\ \mu\text{m}$ など、位置合わせセンサに釣り合う区切り (period) を有するマーカを使用することがあるが、これは、デバイス・パターンの限界構造の区切りよりもかなり大きい。したがって、位置合わせマーカにとって最適であると決定された焦点設定が、デバイス構造にとっても最適であるとは限らない。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、より僅かなリソグラフィ装置時間しか費やさず、且つ/又はより短い区切りを有する構造を利用する、1つ又は複数の最適焦点設定を決定するための方法、前記1つ又は複数の最適焦点設定を使用するデバイス製造方法、及び1つ又は複数の前記方法で使用されるマスクを提供するのが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様によれば、パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法用の1つ又は複数の最適焦点設定を決定するための方法が提供され、前記方法は、

30

リソグラフィ装置を使用して複数の目標マーカを基板上にプリントするステップであって、目標マーカのうちの異なるマーカは異なる焦点設定を用いてプリントされるステップと、

角度分解散乱計 (angle-resolved scatterometer) を使用して、目標マーカの特性を測定するステップと、

目標マーカの測定された特性に基づいて1つ又は複数の焦点設定を決定するステップとを含む。

40

【0008】

本発明の一態様によれば、パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法が提供され、前記方法は、

1つ又は複数の焦点設定を、リソグラフィ装置を使用して複数の目標マーカを第1の基板上にプリントするステップであって、目標マーカのうちの異なるマーカは異なる焦点設定を用いてプリントされるステップと、

角度分解散乱計を使用して、目標マーカの特性を測定するステップと、

目標マーカの測定された特性に基づいて1つ又は複数の最適焦点設定を決定するステップとによって決定するステップと、

50

1つ又は複数の最適焦点設定を使用してデバイス・パターンを第2の基板上に転写するステップとを含む。

【0009】

本発明の一態様によれば、パターン形成デバイスから基板上にパターンを転写するように構成されるリソグラフィ装置を使用するデバイス製造方法用の1つ又は複数の焦点設定を決定する方法で使用されるマスクが提供され、前記マスクは、目標マーカを表すパターンを備え、目標マーカは、焦点設定に感受性があり、約200nmから約1 μ mの範囲の区切り又はスケールを有する構造と、デバイス製造方法でプリントされるデバイス・フィーチャのものと同じ区切り又はスケールを有する副構造とを備える。

【0010】

今から、本発明の実施例が、添付の概略図を参照しながら例としてのみ説明されるが、図面において、対応する参照符号は、対応する部分を指示する。

【実施例】

【0011】

図1は、本発明の一実施例で使用されるリソグラフィ装置を概略的に示す。前記装置は、

- 放射ビーム（例えば、UV放射又はDUV放射）Bを調整するように構成される照明系（照明器）ILと、

- パターン形成デバイス（例えば、マスク）MAを支持するように構成され、パターン形成デバイスを一定のパラメータに従って正確に位置付けるように構成される第1の位置決め器PMに接続される支持構造（例えば、マスク台）MTと、

- 基板（例えば、レジスト塗布ウェーハ）Wを保持するように構成され、基板を一定のパラメータに従って正確に位置付けるように構成される第2の位置決め器PWに接続される基板台（例えば、ウェーハ台）WTと、

- パターン形成デバイスMAによって放射ビームBに与えられるパターンを基板Wの（例えば、1つ又は複数のダイを含む）目標部分Cに投影するように構成される投影系（例えば、屈折投影レンズ系）PSとを備える。

【0012】

照明系は、放射を方向付け、整形し、又は調整するための、屈折、反射、磁気、電磁気、静電、若しくはその他のタイプの光学構成要素、又はそれらの任意の組合せなど、様々なタイプの光学構成要素を含むことができる。

【0013】

支持構造は、パターン形成デバイスの向き、リソグラフィ装置のデザイン、及び例えばパターン形成デバイスが真空環境で保持されているかどうかなどその他の条件に応じた方法で、パターン形成デバイスを保持する。支持構造は、機械的、真空、静電的、又はその他の締め付け技法を使用して、パターン形成デバイスを保持することができる。支持構造は、例えば、必要に応じて固定式にも又は着脱可能式にもすることができるフレーム又は台とすることができる。支持構造は、パターン形成デバイスが、例えば投影系に対して所望の位置にあることを保証することができる。本明細書における「レチクル」又は「マスク」という用語の使用は、より汎用的な「パターン形成デバイス」という用語と同義であると見なされ得る。

【0014】

本明細書で使用される「パターン形成デバイス」という用語は、その断面のパターンを放射ビームに与えて、基板の目標部分にパターンを作成するためなどに使用され得る任意のデバイスを指示するものとして広く解釈されるべきである。放射ビームに与えられるパターンは、例えば、パターンが位相シフト・フィーチャ又はいわゆるアシスト・フィーチャを含む場合は、基板の目標部分における所望パターンに正確に一致していなくてもよいことに留意されたい。一般に、放射ビームに与えられるパターンは、集積回路など目標部分に作成されるデバイスの特定の機能層に対応する。

【0015】

10

20

30

40

50

パターン形成デバイスは、透過的であることも、又は反射的であることもできる。パターン形成デバイスの例は、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ、及びプログラム可能LCDパネルを含む。マスクは、リソグラフィにおいてよく知られており、バイナリ、交互反転位相シフト、及び減衰位相シフトなどのマスク・タイプ、並びに様々な混成マスク・タイプを含む。プログラム可能ミラー・アレイの例は、入射放射ビームを異なる方向に反射するように各ミラーが個別に傾けられ得る小型ミラーの行列構成を利用する。傾斜ミラーは、ミラー行列によって反射される放射ビームにパターンを与える。

【0016】

本明細書で使用される「投影系」という用語は、使用される露光放射、又は浸液の使用若しくは真空の使用などその他の要因にとって適切な、屈折、反射、反射屈折、磁気、電磁気、及び静電光学系、又はそれらの任意の組合せを含む任意のタイプの投影系を包含するものとして広く解釈されるべきである。本明細書における「投影レンズ」という用語の使用は、より汎用的な「投影系」という用語と同義であると見なされ得る。

10

【0017】

本明細書で説明される装置は、(例えば、透過マスクを利用する)透過タイプのものである。代替として、装置は、(例えば、上で言及されたタイプのプログラム可能ミラー・アレイ、又は反射マスクを利用する)反射タイプとすることもできる。

【0018】

リソグラフィ装置は、2つ(デュアル・ステージ)若しくはより多くの基板台(及び/又は2つ若しくはより多くのマスク台)を有するタイプとすることができる。そのような「マルチ・ステージ」マシンでは、追加の台は並列に使用されることができ、又は予備工程が1つ又は複数の台上で実行され、露光用に1つ又は複数の他の台が使用されることができる。

20

【0019】

リソグラフィ装置は、投影系と基板の間の空間を満たすように、基板の少なくとも一部が、相対的に高い屈折率を有する液体、例えば水によって覆われることができるタイプとすることもできる。浸液は、リソグラフィ装置内の他の空間、例えば、マスクと投影系の間に与えられることもできる。液浸技法は、投影系の開口数を増大するために、当技術分野でよく知られている。本明細書で使用される「液浸」という用語は、基板などの構造が液体中に沈められなければならないことを意味せず、露光中に投影系と基板の間に液体が配置されることを意味するにすぎない。

30

【0020】

図1を参照すると、照明器ILは、放射源SOから放射ビームを受け取る。例えば、放射源がエキシマ・レーザである場合、放射源とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であることができる。そのような場合、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成するとは見なされず、放射ビームは、例えば、適切な方向付けミラー及び/又はビーム拡大器を含むビーム送出系BDの助けを借りて、放射源SOから照明器ILに渡される。その他の場合、例えば、放射源が水銀ランプである場合、放射源は、リソグラフィ装置の組み込み部分であることができる。放射源SOと照明器ILは、必要ならばビーム送出系と一緒に、放射系と呼ばれることができる。

40

【0021】

照明器ILは、放射ビームの角強度分布を調整する調整器ADを備えることができる。一般に、照明器の瞳平面内における強度分布の少なくとも外半径及び/又は内半径限度(outer and/or inner radial extent)(一般に、それぞれアウター(-outer)及びインナー(-inner)と呼ばれる)を調整することができる。加えて、照明器ILは、統合器IN及び集光器COなど、様々なその他の構成要素を備えることができる。照明器は、放射ビームを調整して、所望の均一性及び強度分布がその断面で得られるようにするのに使用されることができる。

【0022】

放射ビームBは、支持構造に保持されたパターン形成デバイス(例えば、マスクMA)

50

に入射し、パターン形成デバイスによってパターンを与えられる。放射ビーム B は、マスク M A を横断した後、ビームが基板 W の目標部分 C 上に焦点を結ぶようにする投影系 P S を通過する。例えば、異なる目標部分 C を放射ビーム B の経路に位置付けるために、基板台 W T は、第 2 の位置決め器 P W と位置センサ I F (例えば、干渉計デバイス、リニア・エンコーダ、又は容量センサ)の助けを借りて、正確に動かされることができる。同様に、第 1 の位置決め器 P M と (図 1 には明示的に示されていない)別の位置センサは、例えば、マスク・ライブラリからの機械的な取り出しの後、又は走査中に、放射ビーム B の経路に対してマスク M A を正確に位置付けるために使用されることができる。一般に、マスク台 M T の移動は、第 1 の位置決め器 P M の一部を形成する長行程モジュール (粗い位置決め)と短行程モジュール (微細な位置決め)の助けを借りて、実現されることができる。同様に、基板台 W T の移動は、第 2 の位置決め器 P W の一部を形成する長行程モジュールと短行程モジュールを使用して、実現されることができる。(スキャナではなく)ステッパの場合、マスク台 M T は、短行程駆動器にだけ接続されることができ、又は固定されることができる。マスク M A と基板 W は、マスク位置合わせマーク M 1、M 2 と基板位置合わせマーク P 1、P 2 を使用して位置合わせされることができる。例示された基板位置合わせマークは、専用の目標部分を占有しているが、基板位置合わせマークは、目標部分の間の空間に配置されることができる (これらはスクライブ・レーン (scribe-line) 位置合わせマークとして知られる)。同様に、マスク M A 上に 2 以上のダイが提供される状況では、マスク位置合わせマークは、ダイの間に配置されることができる。

10

20

30

40

50

【0023】

説明された装置は、以下のモードのうちの少なくとも 1 つで使用されることができる。

【0024】

1. ステップ・モードでは、マスク台 M T と基板台 W T は、基本的に静止状態に保たれ、放射ビームに与えられたパターン全体が、1 回で目標部分 C に投影される (すなわち、単一静的露光)。その後、異なる目標部分 C が露光され得るように、基板台 W T が、X 及び / 又は Y 方向に移動される。ステップ・モードでは、露光領域の最大サイズは、単一静的露光で結像される目標部分 C のサイズに制限される。

【0025】

2. スキャン・モードでは、マスク台 M T と基板台 W T は、放射ビームに与えられるパターンが目標部分 C に投影されている間、同期をとって走査される (すなわち、単一動的露光)。基板台 W T のマスク台 M T に対する速度と方向は、投影系 P S の拡大 (縮小) 率及び像反転特性によって決定されることができる。スキャン・モードでは、露光領域の最大サイズは、単一動的露光における目標部分の (非走査方向の) 幅 (width) に制限され、走査動作の長さが、目標部分の (走査方向の) 縦幅 (height) を決定する。

【0026】

3. 別のモードでは、マスク台 M T は、プログラム可能パターン形成デバイスを保持しながら基本的に静止状態に保たれ、基板台 W T は、放射ビームに与えられるパターンが目標部分 C に投影されている間、移動又は走査される。このモードでは一般に、パルス放射源が利用され、プログラム可能パターン形成デバイスは、基板台 W T の各移動後に、又は走査中に連続放射パルスの間隙で必要に応じて更新されることができる。このモードの動作は、上で言及されたタイプのプログラム可能ミラー・アレイなど、プログラム可能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されることができる。

【0027】

上述の使用モードの組合せ及び / 若しくは変形、又は全く異なる使用モードも利用されることができる。

【0028】

図 2 は、デバイス製造にとっての最適焦点設定が決定され、その後、デバイス製造に使用される、本発明の一実施例による方法を示すフローチャートである。

【0029】

第1のステップS1において、デバイス製造用に後で使用され得るリソグラフィ装置を使用して、複数の目標マーカが、テスト又は「センド・アヘッド」基板上にプリントされる。目標マーカは、例えば、約200nmから約1μmの範囲、特に約500nmの相対的に大きな区切り又はスケールを有する主構造と、例えば、約25から約150nmの範囲の相対的に小さなスケールを有する副構造とを備える。副構造は、例えば、約50nm又は約100nmの、製造される1つ又は複数のデバイス構造のスケールと同程度の区切り又はスケールを有することができる。具体的な一実施例では、2つの異なるスケールを有する副構造が含まれる。一実施例では、1つ又は複数のこれらの目標マーカをプリントするように構成されたマスクが提供されることができ。

【0030】

複数の目標マーカが、複数の異なる焦点設定を用いて基板上にプリントされ、いくつかの目標マーカは、各焦点設定においてプリントされることができ。特に、複数の目標マーカの中には、一方が他方に対して180°回転している点、又は他方の鏡像である点を除いて同一のマーカ対が存在する。各対の両マーカは、同じ焦点設定を用いてプリントされる。

【0031】

目標マーカは、焦点がずれて露光された場合、プリントされた潜像又は現像済のマーカが、焦点が合ってプリントされたマーカと検出可能なほど相違しているという意味で焦点感受性がある。目標マーカは、露光がどれほど焦点からずれているかが、プリントされたマーカから決定され得るようにすることができる。具体的な一実施例では、目標マーカは焦点が合ってプリントされた場合には非対称になるが、焦点がずれてプリントされた場合にはより対称的になる。マーカは、その逆が当てはまるように構成されることもでき、又は対称性の程度と焦点設定の間により複雑な関係を有することもできる。

【0032】

ステップS2において、プリントされた目標マーカの特性が、2004年8月16日に出版された米国特許出願第10/918742号(同文献は参照によりその全体が本明細書に組み込まれる)に記載があるような角度分散乱計を使用して測定されるが、その他のツールも使用され得る。散乱計は、オフライン又はスタンドアロンのツールとすることができ、又はリソグラフィ装置、例えば、デバイス製造用に使用されるリソグラフィ装置に組み込まれるツールとすることができ。散乱計は、目標の潜像、レジストの現像済の像、又は基板に転写された像を読み取ることができ。

【0033】

散乱計の出力の正確な形態は、目標マーカの形態及び測定される特性に依存する。場合によっては、散乱計データは、散乱構造、すなわち目標マーカの像を再構成するのに使用されることができ、多くの場合、特に、非対称性が測定される場合には、散乱計出力は、測定される特性により単純に相関する。場合によっては、測定される特性は、散乱計データを1つ又は複数の較正マーカの測定から得られたデータと比較することによって決定されることができ。

【0034】

対称性が測定される特性である場合、目標マーカの測定された非対称性 A_m は、目標マーカの実際の非対称性 A_t と、散乱計の系統誤差 A_e から構成されることができ、すなわち、

$$A_m = A_t + A_e \quad (1)$$

となる。

【0035】

相補的目標マーカ、すなわち同じ焦点を用いてプリントされたが180°回転された又は鏡像関係にある同一マークの測定された非対称性 A'_m は、絶対値は等しいが符号は反対の実際の非対称性 A_t と、等しい値の系統誤差 A_e を示すと予想され、すなわち、

$$A'_m = -A_t + A_e \quad (2)$$

となる。

10

20

30

40

50

【0036】

そのため、(1)から(2)を減算することによって、目標マーカの実際の非対称性を取り出すことが可能である。

【0037】

ステップS3は、散乱計データを処理して、デバイス製造方法で使用される焦点設定を決定するステップを含む。単純な場合では、これは、異なる焦点設定を用いてプリントされたマーカ(対)について決定された(実際の)非対称性を比較して、どれが最大又は最小非対称であるかを識別するステップを含むことができる。場合によっては、最適設定は、測定結果の間を補間することによって、又は測定結果から外挿することによって決定されることができる。次にステップS4において、テスト又は「センド・アヘッド」基板が処理された同じリソグラフィ装置を使用して製造基板を露光するために、焦点設定が使用される。

10

【0038】

本発明の一実施例の動作が、図3から図5を参照して以下で説明される。中に100nm及び50nmのラインを有する500nmのトレンチ(trench)を備える目標マーカが、3つの異なる焦点設定において基板上に結像され、その結果の構造が、図3A、図4A、及び図5Aに断面図で示されている。対応する散乱計出力が、図3B、図4B、及び図5Bに示されている。図3Aでは、像は焦点から大きくずれているので、100nm及び50nmのラインは全く解像されない。したがって、基板上の構造は、幅500nmのトレンチの両側の高さ100nmの2つの半透明の領域から成る。図4Aでは、像は焦点から近いので、トレンチの中央から50nmずれた100nmのラインは解像されるが、50nmのラインは解像されない。図5Aでは、両方のラインが解像される。50nmのラインは、100nmのラインとは反対側のトレンチの縁から50nmの所にある。対応する散乱計出力の差を、図3B、図4B、及び図5Bに明らかにすることができる。図3Bは、円領域では実質的に一定で、外側では0の対称的応答を示している。図4Bは、100nmのラインに対応する側でより強度が高い、より強い非対称性を有する、ずれた円が重なり合うパターンを示している。図5Bは、円が重なり合う同様のパターンを示しているが、非対称性の量はより小さい。これらは、簡単な基準によって、例えば、非対称性及び/又は散乱計応答の空間周波数を測定することによって、容易に区別されることができる。

20

30

【0039】

本発明の一実施例による方法を使用して決定された焦点設定は、使用されるマーカがデバイス構造に類似し、類似のスルーフォーカス挙動を有するように構成されることができるので、従来技術の技法を使用して決定された焦点設定よりも最適であることがある。したがって、テスト・マーカにとって最適なように決定された焦点設定は、デバイス構造にとっても最適であるべきである。

【0040】

本明細書ではIC製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされたが、本明細書で説明されたリソグラフィ装置は、集積光学系、磁気ドメイン・メモリ用の誘導及び検出パターン、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製造など、その他の適用例ももち得ることを理解されたい。そのような代替適用例との関連では、本明細書における「ウェーハ」又は「ダイ」という用語の使用は、それぞれより汎用的な「基板」又は「目標部分」という用語と同義であると見なされ得ることを当業者であれば理解されよう。本明細書で言及された基板は、例えば、トラック(一般にレジスト層を基板に塗布し、露光されたレジストを現像するツール)、計測ツール、及び/又は検査ツールにおいて、露光の前又は後に処理されることができる。適用可能な場合、本明細書の開示は、そのような及びその他の基板処理ツールに適用されることができる。さらに、基板は、例えば、多層ICを作成するために2回以上処理されることができるので、本明細書で使用される基板という用語は、複数の処理済層を既に含む基板も指示することができる。

40

50

【 0 0 4 1 】

上では光学リソグラフィとの関連で本発明の実施例の使用について具体的な言及がなされたが、本発明は、例えば、インプリント・リソグラフィなど、その他の適用例で使用されることができ、状況が許せば、光学リソグラフィに限定されないことは理解されよう。インプリント・リソグラフィでは、パターン形成デバイスの微細構造が、基板上に作成されるパターンを定める。パターン形成デバイスの微細構造は、基板に塗布されたレジスト層に押し付けられることができ、その後、レジストは、電磁放射、熱、圧力、又はそれらの組合せを与えることによって硬化処理される。パターン形成デバイスは、レジストが硬化処理された後、レジストにパターンを残して、レジストから取り外される。

【 0 0 4 2 】

本明細書で使用される「放射」及び「ビーム」という用語は、(例えば、波長が365、355、248、193、157、若しくは126nm、又は約365、355、248、193、157、若しくは126nmの)紫外線(UV)放射及び(波長が5~20nmの範囲の)極紫外線(EUV)放射を含むすべてのタイプの電磁放射、並びにイオン・ビーム又は電子ビームなどの粒子ビームを包含する。

【 0 0 4 3 】

「レンズ」という用語は、状況が許せば、屈折、反射、磁気、電磁気、及び静電光学構成要素を含む様々なタイプの光学構成要素のいずれか1つ又は組合せを指示することができる。

【 0 0 4 4 】

上で本発明の具体的な実施例が説明されたが、本発明が説明された以外の方法で実施され得ることは理解されよう。例えば、本発明は、上で説明された方法を記述したマシン可読命令の1つ若しくは複数のシーケンスを含むコンピュータ・プログラム、又はそのようなコンピュータ・プログラムをそこに格納するデータ記憶媒体(例えば、半導体メモリ、磁気若しくは光ディスク)の形態をとることができる。

【 0 0 4 5 】

上述の説明は、例示的であることを意図したものであって、限定的であることを意図したものではない。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、説明された本発明に変更が施され得ることは、当業者には明らかであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 本発明の一実施例によるリソグラフィ装置の図である。

【 図 2 】 本発明の一実施例による方法の図である。

【 図 3 A 】 異なる焦点設定において結像された目標パターンを示した図である。

【 図 3 B 】 対応する散乱計応答を示した図である。

【 図 4 A 】 異なる焦点設定において結像された目標パターンを示した図である。

【 図 4 B 】 対応する散乱計応答を示した図である。

【 図 5 A 】 異なる焦点設定において結像された目標パターンを示した図である。

【 図 5 B 】 対応する散乱計応答を示した図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

- S O 放射源
- B D ビーム送出システム
- I L 照明系
- A D 調整器
- I N 統合器
- C O 集光器
- B 放射ビーム
- M T 支持構造
- P M 第1の位置決め器

10

20

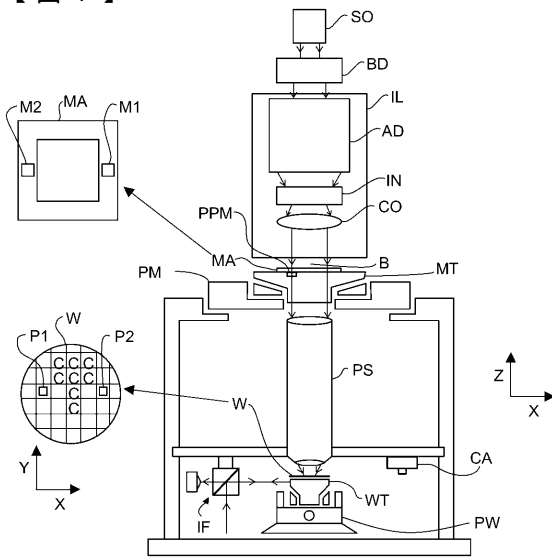
30

40

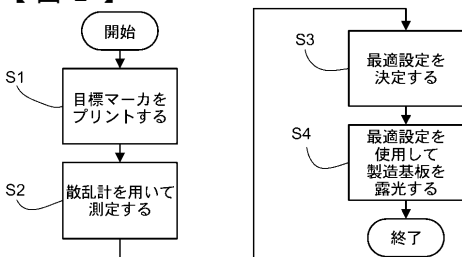
50

- M A パターン形成デバイス
- M 1 マスク位置合わせマーク
- M 2 マスク位置合わせマーク
- P S 投影系
- W T 基板台
- P W 第 2 の位置決め器
- W 基板
- C 目標部分
- P 1 基板位置合わせマーク
- P 2 基板位置合わせマーク
- I F 位置センサ

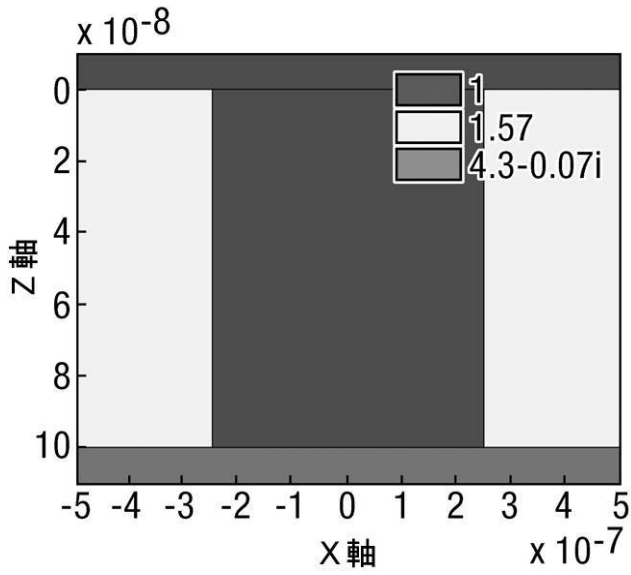
【 図 1 】



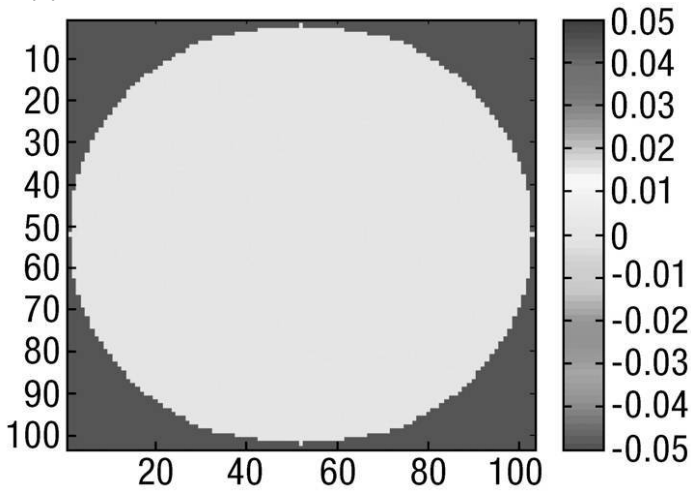
【 図 2 】



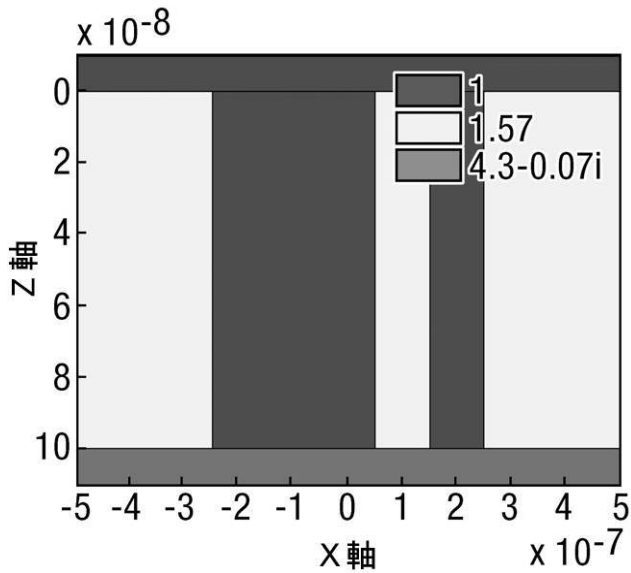
【 図 3 A 】
色別の屈折率を有する格子構造



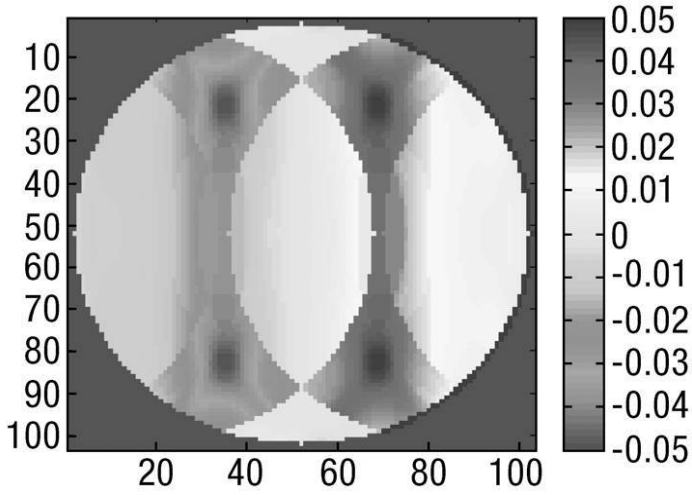
【 図 3 B 】



【 図 4 A 】
色別の屈折率を有する格子構造

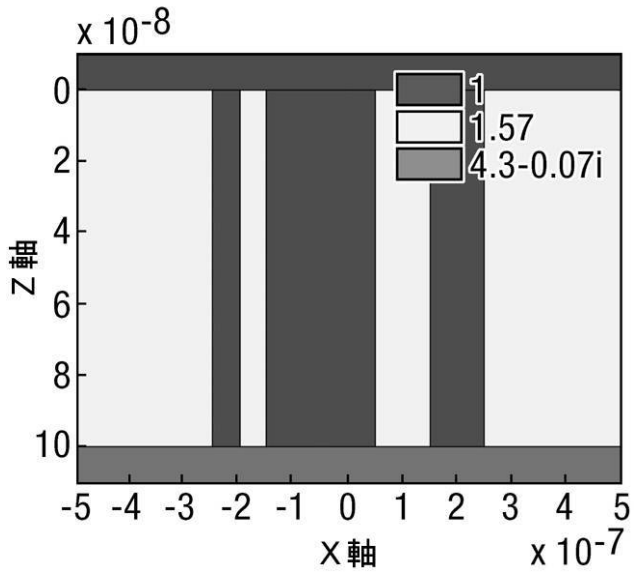


【 図 4 B 】

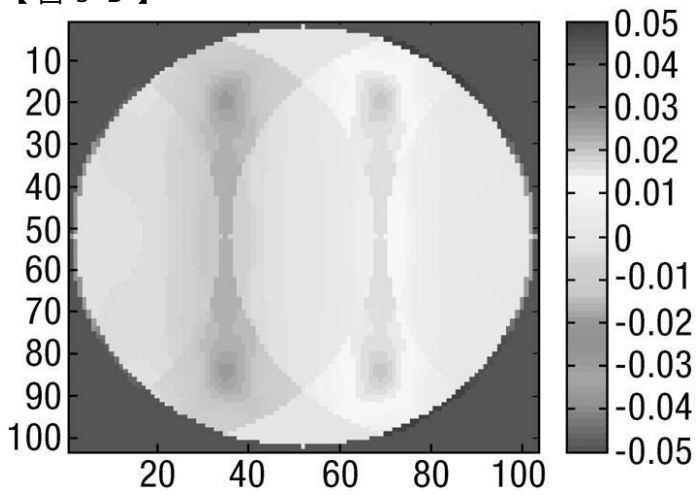


【 図 5 A 】

色別の屈折率を有する格子構造



【 図 5 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 マウリッツ ファン デル シャール
オランダ国、フェルトホーフエン、シェベルハイ 24

(72)発明者 アリー ジェフリー デン ボエフ
オランダ国、ワールレ、エイケンラーン 18

(72)発明者 ミルチア デュサ
アメリカ合衆国、カリフォルニア、キャンベル、 ウェストモント アベニュー 1645

(72)発明者 アントワーン ガストン マリー キールス
オランダ国、フェルトホーフエン、ライ 53

Fターム(参考) 5F046 DA05 DA14 DB05 DB14 DD03