

(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2006-191079

(P2006-191079A)

(43) 公開日 平成18年7月20日(2006.7.20)

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

F I

H01L 21/30

H01L 21/30

G03F 7/20

515D

516A

521

テーマコード (参考)

5F046

審査請求 有 請求項の数 40 O L 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2005-376924 (P2005-376924)

(22) 出願日 平成17年12月28日 (2005.12.28)

(31) 優先権主張番号 11/025, 603

(32) 優先日 平成16年12月30日 (2004.12.30)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504151804

エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ

ーテン フェンノートシャップ

オランダ国 フェルトホーフェン、デ ル

ン 6501

(74) 代理人 100066692

弁理士 浅村 皓

(74) 代理人 100072040

弁理士 浅村 肇

(74) 代理人 100087217

弁理士 吉田 裕

(74) 代理人 100072822

弁理士 森 徹

最終頁に続く

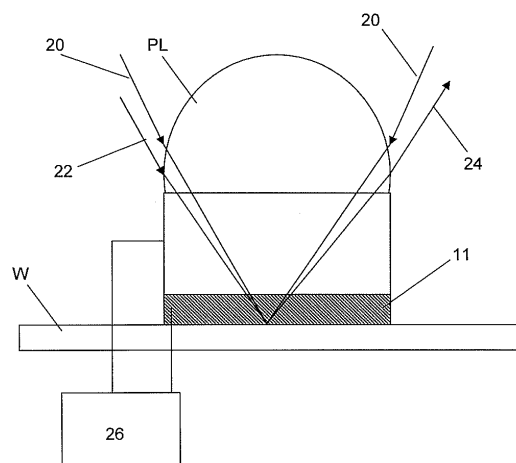
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正するための方法、装置及び/又はコンピュータ・プログラム製品を提供すること。

【解決手段】浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正する方法を提供する。この方法では、浸漬式リソグラフィ装置の投影系と基板テーブルとの間の液体を介して投影される測定ビームを使用して露光パラメータを測定し、測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特性の変化に基づきオフセットを求めて、測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正する。また、浸漬式リソグラフィ装置の投影系と基板テーブルとの間の液体に接続された光学素子の高さを測定する装置及び方法を提供する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正する方法であって、
前記浸漬式リソグラフィ装置の投影系と基板テーブルとの間の液体を介して投影される測定ビームを使用して露光パラメータを測定する工程と、
前記測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正するために、前記測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特性の変化に基づき、オフセットを求める工程と
を含む方法。

【請求項 2】

前記物理特性が、前記液体の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記物理特性が、フラッシング・ガスの、或いは、前記投影系の光学素子の又は前記投影系の光学素子上の、或いはその両方の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記露光パラメータが、前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの焦点、又は前記基板テーブル上に保持された基板の高さ、或いはその両方を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記露光パラメータが、前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの横方向位置、又は前記基板テーブル上に保持された基板の X - Y 位置、或いはその両方を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記物理特性が、前記測定ビームの波長、又は前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの波長、或いはその両方を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記オフセットが、前記物理特性変化と前記物理特性に対する露光パラメータの変化率との乗算を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記投影系の光学素子を介して、前記測定ビームと、基板を露光するためのパターン形成されたビームとを投影する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記物理特性の変化に基づきオフセットを求める工程が、前記測定ビームの波長の物理特性変化と、前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの波長の物理特性変化との差に基づいてオフセットを求める工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

リソグラフィ装置であって、
放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されたパターン形成装置を保持するように構成された支持構造と、
基板を保持するように構成された基板テーブルと、
前記基板の目標部分上に前記パターン形成されたビームを投影するように構成された投影系と、
前記投影系と前記基板テーブルとの間の空間に液体を供給するように構成された液体供給系と、
前記液体を介して投影された測定ビームを使用して露光パラメータを測定するように構成されたセンサと、
前記測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正するために、前記測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特性の変化に基づきオフセットを求めるよう

10

20

30

40

50

に構成された補正系と

を含む、リソグラフィ装置。

【請求項 1 1】

前記物理特性が、前記液体の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 2】

前記物理特性が、フラッシング・ガスの、或いは、前記投影系の光学素子の又は前記投影系の光学素子上の、或いはその両方の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 3】

前記液体の温度を測定するように構成された温度センサ、又は前記液体の圧力を測定するように構成された圧力センサ、或いはその両方をさらに含む、請求項 1 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 4】

前記露光パラメータが、パターン形成されたビームの焦点、又は前記基板の高さ、或いはその両方を含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 5】

前記露光パラメータが、前記パターン形成されたビームの横方向位置、又は前記基板の X - Y 位置、或いはその両方を含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 6】

前記物理特性が、前記測定ビームの波長、又は前記パターン形成されたビームの波長、或いはその両方を含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 7】

前記オフセットが、前記物理特性変化と前記物理特性に対する露光パラメータの変化率との乗算を含む、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 8】

前記パターン形成されたビームがそれを介して投影されるべき前記投影系の光学素子を介して、前記測定ビームを投影するように、前記センサが構成されている、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 9】

前記補正系が、前記測定ビームの波長の物理特性変化と前記パターン形成されたビームの波長の物理特性変化との差に基づいて前記オフセットを求めるように構成されている、請求項 1 0 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 2 0】

浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正するためのコンピュータ・プログラム製品であって、

前記浸漬式リソグラフィ装置の前記投影系と基板テーブルとの間の液体を介して投影される測定ビームを使用して露光パラメータを測定するように構成されたソフトウェア・コードと、

前記測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正するために、前記測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特性変化に基づいてオフセットを求めるように構成されたソフトウェア・コードと

を含む、コンピュータ・プログラム製品。

【請求項 2 1】

前記物理特性が、前記液体の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 2 0 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項 2 2】

前記物理特性が、フラッシング・ガスの、或いは、前記投影系の光学素子の又は前記投影系の光学素子上の、或いはその両方の温度、圧力、組成、又はこれらのあらゆる組合せを含む、請求項 2 0 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

10

20

30

40

50

【請求項 23】

前記露光パラメータが、前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの焦点、又は前記基板テーブル上に保持された基板の高さ、或いはその両方を含む、請求項 20 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項 24】

前記露光パラメータが、前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの横方向位置、又は前記基板テーブル上に保持された基板の X - Y 位置、或いはその両方を含む、請求項 20 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項 25】

前記物理特性が、前記測定ビームの波長、又は前記投影系を使用して投影されるべきパターン形成されたビームの波長、或いはその両方を含む、請求項 20 に記載のコンピュータ・プログラム製品。 10

【請求項 26】

前記物理特性変化と前記物理特性に対する露光パラメータの変化率との乗算によって前記オフセットを求めるように構成されたソフトウェア・コードを含む、請求項 20 に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項 27】

前記測定ビームの波長の物理特性変化と前記投影系を使用して投影すべき前記パターン形成されたビームの波長の物理特性変化との差に基づいて前記オフセットを求めるように構成されたソフトウェア・コードを含む、請求項 20 に記載のコンピュータ・プログラム製品。 20

【請求項 28】

リソグラフィ装置であって、
基板を保持するように構成された基板テーブルと、
前記基板の目標部分上にパターン形成されたビームを投影するように構成され、光学素子を有する投影系と、
前記投影系と前記基板テーブルとの間の空間に液体を供給するように構成され、前記光学素子が前記液体に接続するように構成された液体供給系と、
前記光学素子の高さを測定するように構成されたセンサと
を含む、リソグラフィ装置。 30

【請求項 29】

前記光学素子が移動可能であり、前記光学素子の高さの変化を少なくとも部分的に補正するために、前記光学素子を移動させるように構成された補正系をさらに含む、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 30】

前記光学素子の高さの変化を少なくとも部分的に補正するために、前記基板テーブルを移動させるように構成された補正系をさらに含む、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 31】

前記光学素子の高さを測定するために、前記光学素子から進む測定ビームを検出するようにセンサが構成される、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。 40

【請求項 32】

前記センサが、前記測定ビームを前記光学素子に投影するようにさらに構成される、請求項 31 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 33】

前記センサが、前記光学素子から反射する測定ビームを検出するように構成され、前記測定ビームと前記基板又は前記基板テーブルから反射されるビームとの間の干渉によって作られたフリンジの値を求めることによって、前記光学素子の高さを測定するように構成される、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 34】

前記センサが、前記基板又は前記基板テーブルの高さを測定するように構成されたレベル・センサである、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 35】

前記光学素子の高さの変化が、焦点誤差又は球面収差、或いはその両方の尺度であり、このような焦点誤差又は球面収差、或いはその両方を少なくとも部分的に補正するように構成された補正系をさらに含む、請求項 28 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 36】

浸漬式リソグラフィ装置の結像誤差を補正する方法であって、

前記浸漬式リソグラフィ装置において、投影系と前記投影系の基板テーブルとの間の液体に接続された、前記投影系の光学素子の高さを測定する工程と、

前記光学素子の移動、又は前記基板テーブルの移動、或いはその両方によって前記結像誤差を少なくとも部分的に補正する工程と

を含む、補正方法。

【請求項 37】

前記結像誤差が、焦点誤差又は球面収差、或いはその両方である、請求項 36 に記載の補正方法。

【請求項 38】

前記高さを測定する工程が、前記光学素子に測定ビームを投影する工程と、前記光学素子から進む測定ビームを検出する工程とを含む、請求項 36 に記載の補正方法。

【請求項 39】

前記高さを測定する工程が、前記光学素子から反射する測定ビームを検出する工程と、前記測定ビームと前記基板テーブル又は前記基板テーブル上に保持された基板から反射するビームとの間の干渉によって作られたフリンジの値を求める工程とを含む、請求項 36 に記載の補正方法。

【請求項 40】

前記高さを測定する工程が、前記基板テーブル又は前記基板テーブル上に保持された基板の高さを測定するように構成されたレベル・センサを使用して行われる、請求項 36 に記載の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィ装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、基板、通常は基板の目標部分に所望のパターンを施す機械である。例えば、リソグラフィ装置は、集積回路（IC）の製造に使用することができる。この場合、マスク又はレチクルとも呼ばれるパターン形成装置を使用して、ICの個々の層に形成されるべき回路パターンを生成することができる。このパターンを、基板（例えば、シリコン・ウェハ）上の目標部分（例えば、1つ又は複数のダイの一部を含む）上に転写することができる。一般に、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応物質（レジスト）の層上に結像することによって行われる。一般に、1つの基板は、次々とパターン形成される隣接した目標部分からなるネットワークを含む。周知のリソグラフィ装置は、1回の動作でパターン全体を露光させることによって各目標部分を照射する、いわゆるステップと、所与の方向（「走査」方向）の放射ビームを介してパターンを走査することによって各目標部分を照射し、これと同時にこの方向と平行又は逆平行に基板を走査する、いわゆるスキャナとを含む。パターンを基板上にインプリントすることによって、パターンをパターン形成装置から基板へ転写することも可能である。

【0003】

リソグラフィ投影装置内で、比較的高屈折率を有する液体、例えば水の中に基板を浸漬させて、投影系の最終素子と基板との間の空間を満たすことが提案されている。露光放射

10

20

30

40

50

は、液体内ではより短い波長を持つので、より小さいフィーチャの結像が可能となること
がこの提案の要点である。(液体の効果は、系の有効開口率(NA)を増大させ、焦点深
度も増大させることとも考えることができる。)固体粒子(例えば、石英)を浮遊させた
水など、他の浸漬液も提案されている。

【0004】

しかし、基板或いは基板及び基板テーブルを液浴(例えば、全体を参照によって本明細
書に援用される米国特許第4509852号を参照)に浸すことは、走査露光中に加速し
なければならない大量の液体があることを意味する。このことは、追加のモータ又はより
強力なモータを必要とするので、液体内の乱流が好ましくない、かつ予期できない結果を
もたらすことがある。

10

【0005】

液体供給系が、基板の局部領域上、かつ投影系の最終素子と基板との間にのみ液体を供
給することが、提案される解決策の一つである(一般に、基板は投影系の最終素子よりも
表面積が大きい)。このような構成にするために提案されている1つの方法が、国際公開
第W099/49504号に開示されている。その全体を参照によって本明細書に援用す
る。図2及び図3に示すように、液体は、好ましくは最終素子に相対的な基板の移動方向
に沿って、少なくとも1つの流入口INから基板上に供給され、投影系の下を通過後、少
なくとも1つの流出口OUTから除去される。つまり、基板が素子の下で-X方向に走査
されるにつれて、液体が素子の+X側で供給され、-X側で吸収される。図2は、液体が
流入口INを介して供給され、低圧力源に接続される流出口OUTから素子の反対側に吸
収される構成を概略的に示す。図2では、液体は、最終素子に相対的な基板の移動方向に
沿って供給されるが、必ずしも源の必要はない。最終素子の周囲に、様々な向きで多数の
流入口と流出口とを配置することが可能である。流出口を両側に持つ4組の流入口が、最
終素子の周囲に規則的なパターンで設けられた一例を図3に示す。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば、浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正するための方法、装置及び/
又はコンピュータ・プログラム製品を提供することが有利であろう。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明の一態様によれば、

浸漬式リソグラフィ装置の投影系と基板テーブルとの間の液体を介して投影される測定
ビームを使用して露光パラメータを測定することと、測定された露光パラメータを少なく
とも部分的に補正するために、測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特
性値変化に基づいてオフセットを求めることとを含む、浸漬式リソグラフィ装置の露光パ
ラメータを補正するための方法が提供される。

【0008】

本発明の一態様によれば、

放射ビームの断面にパターンを付与するように構成されたパターン形成装置を保持する
ように構成された支持構造と、

40

基板を保持するように構成された基板テーブルと、

基板の目標部分上にパターン形成されたビームを投影するように構成された投影系と、

投影系と基板テーブルとの間の空間に液体を供給するように構成された液体供給系と、

液体を介して投影された測定ビームを使用して露光パラメータを測定するように構成さ
れたセンサと、

測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正するために、測定ビームを使用し
て成される測定に影響を及ぼす物理特性値変化に基づいてオフセットを求めるように構成
された補正系と

を含むリソグラフィ装置が提供される。

50

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様によれば、

浸漬式リソグラフィ装置の投影系と基板テーブルとの間の液体を介して投影される測定ビームを使用して露光パラメータを測定するように構成されたソフトウェア・コードと、

測定された露光パラメータを少なくとも部分的に補正するために、測定ビームを使用して成される測定に影響を及ぼす物理特性値変化に基づいてオフセットを求めるように構成されたソフトウェア・コードと

を含む、浸漬式リソグラフィ装置の露光パラメータを補正するためのコンピュータ・プログラム製品が提供される。

【 0 0 1 0 】

10

本発明の一態様によれば、

基板を保持するように構成された基板テーブルと、

基板の目標部分上にパターン形成されたビームを投影するように構成され、光学素子を有する投影系と、

投影系と基板テーブルとの間の空間に液体を供給するように構成され、光学素子が液体に接続されるように構成された液体供給系と、

光学素子の高さを測定するように構成されたセンサとを含む、リソグラフィ装置が提供される。

【 0 0 1 1 】

20

本発明の一態様によれば、

浸漬式リソグラフィ装置において、投影系と投影系の基板テーブルとの間の液体に接続された、投影系光学素子の高さを測定することと、光学素子の移動又は基板テーブルの移動、又はその両方によって結像誤差の少なくとも一部を補正することとを含む、浸漬式リソグラフィ装置の結像誤差を補正するための方法が提供される。

【 0 0 1 2 】

添付の概略的な図面を参照して、ほんの一例として、本発明の実施例をいくつか説明する。図面において、対応する参照符号は対応する部分を示す。

【 実施例 】

【 0 0 1 3 】

30

図 1 は、本発明の一実施例によるリソグラフィ装置の概略図である。この装置は、放射ビーム P B (例えば、U V 放射又は E U V 放射)を調整するように構成された照明系 (照明装置) I L と、

パターン形成装置 (例えば、マスク) M A を支持するように構成され、あるパラメータに従ってパターン形成装置を正確に位置決めするように構成された第 1 の位置決め装置 P M に接続された支持構造 (例えば、マスク・テーブル) M T と、

基板 (例えば、レジスト被膜のウェハ) W を保持するように構成され、あるパラメータに従って基板を正確に位置決めするように構成された第 2 の位置決め装置 P W に接続された基板テーブル (例えば、ウェハ・テーブル) W T と、

パターン形成装置 M A によって放射ビーム P B に付与されたパターンを基板 W の目標部分 C (例えば、1 つ又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系 (例えば、屈折投影レンズ系) P L とを含む。

40

【 0 0 1 4 】

照明系は、放射を方向付け、形作り、又は調整する屈折光学構成要素、反射光学構成要素、磁気光学構成要素、電磁光学構成要素、静電光学構成要素、又は他のタイプの光学構成要素、或いは、これらのあらゆる組合せなど、様々なタイプの光学構成要素を含むことができる。

【 0 0 1 5 】

支持体は、パターン形成装置の重みを支える。支持体は、パターン形成装置の向き、リソグラフィ装置の設計、並びに、例えばパターン形成装置が真空状態内で保持されているか否かなど他の状態に応じた形で、パターン形成装置を保持している。支持体は、機械的

50

締付け、真空式締付け、静電的締付、又は他の締付け法を使用してパターン形成装置を保持することができる。支持体は、例えば、必要に応じて固定又は移動可能なフレーム又はテーブルでよい。支持体によって、パターン形成装置を、例えば投影系に対して所望の位置にくるようにすることができる。本明細書で「レチクル」又は「マスク」という用語を使用する場合はいつも、より一般的な用語の「パターン形成装置」と同義語と見なすことができる。

【0016】

本明細書で使用する「パターン形成装置」という用語は、放射ビームの断面にパターンを付与して、基板の目標部分へのパターン形成などを行うために使用することのできる、あらゆる機器を意味するものとして広く解釈すべきである。放射ビームに付与されたパターンは、例えば、パターンが位相シフトフィーチャ、又はいわゆる補助フィーチャを含む場合、基板の目標部分内の所望パターンに厳密に対応しないことがあることを留意されたい。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、目標部分内に形成されているデバイス内の特定の機能層に対応する。

10

【0017】

パターン形成装置は透過性又は反射性であってよい。パターン形成装置の例としては、マスク、プログラム可能なミラー・アレイ、及びプログラム可能なLCDパネルなどがある。リソグラフィでは、種々のマスクがよく知られており、マスクのタイプとしては、バイナリ・マスク、交互位相シフト・マスク、及び減衰位相シフト・マスク、並びに様々なハイブリッド・マスクなどがある。プログラム可能なミラー・アレイの一例は、様々な方向から入射する放射ビームを反射するようにそれぞれを個別に傾斜させることのできる、小ミラーからなるマトリックス構成を使用している。傾斜ミラーは、ミラー・マトリックスによって反射される放射ビーム内にパターンを付与する。

20

【0018】

本明細書で使用する「投影系」という用語は、使用される露光放射、或いは浸漬液の使用又は真空の使用など他のファクタに適した屈折光学系、反射光学系、反射屈折光学系、磁気光学系、電磁光学系及び静電光学系を含むあらゆるタイプの投影系、又はそれらのあらゆる組合せを包含するものとして広く解釈すべきである。本明細書で「投影レンズ」という用語を使用する場合はいつも、より一般的な用語の「投影系」と同義語と見なすことができる。

30

【0019】

次に述べるように、装置は（例えば、透過性マスクを使用した）透過タイプのものである。或いは、装置は（例えば、先に述べたようなタイプのプログラム可能なミラー・アレイを使用した、又は反射性マスクを使用した）反射タイプのものである。

【0020】

リソグラフィ装置は、2つ（2段）以上の基板テーブル（及び/又は2つ以上のマスク・テーブル）を有するタイプのものである。このような「多段」機械では、追加のテーブルを並行して使用してもよいし、1つ又は複数のテーブル上で予備工程を実行し、その間1つ又は複数の他のテーブルを露光に使用することもできる。

【0021】

図1を参照すると、照明装置ILは、放射源SOから放射を受け取る。放射源及びリソグラフィ装置は、例えば、放射源がエキシマ・レーザである場合は、互いに独立したものである。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とは見なされず、放射は、例えば、適切な方向付けミラー及び/又はビーム・エクスパンダを含むビーム送出系BDを用いて、放射源SOから照射装置ILへ送られる。他の場合では、例えば、放射源が水銀ランプの場合、放射源は、リソグラフィ装置の一体部分とすることができる。放射源SO及び照射装置ILは、ビーム送出系BDが必要であるならばそれとともに、放射系と呼ぶことができる。

40

【0022】

照射装置ILは、放射ビームの角強度分布を調整するための調整装置ADを含むことが

50

できる。一般に、照明装置のひとみ平面における強度分布の少なくとも外径及びノ又は内径の長さ（通常、それぞれ - アウター及び - インナーと呼ばれる）は調整することができる。さらに、照明装置 I L は、積算器 I N や集光器 C O など様々な他の構成要素も含むことができる。照明装置を使用して放射ビームを調整し、その断面に所望の均一性及び強度分布を持たせることができる。

【0023】

放射ビーム P B は、支持構造（例えば、マスク・テーブル M T）上に保持されているパターン形成装置（例えば、マスク M A）に入射し、パターン形成装置によってパターン形成される。放射ビーム P B は、マスク M A を横切った後、投影系 P L を通り抜け、それによってビームは基板 W の目標部分 C 上に投影される。以下にさらに説明する浸漬フード I H は、投影系 P L の最終素子と基板 W との間の空間に浸漬液を供給する。

10

【0024】

第2の位置決め装置 P W、及び位置センサ I F（例えば、干渉機器、リニア・エンコーダ又は容量センサ）を用いて、例えば、放射ビーム P B の経路内に別の目標部分 C が位置するように、基板テーブル W T を正確に移動させることができる。同様に、例えばマスク・ライブラリからの機械的検索の後、又は走査中に、第1の位置決め装置 P M、及び別の位置センサ（これは図1には明確には描かれていない）を使用して、放射ビーム P B の経路に対してマスク M A を正確に位置決めすることができる。一般に、マスク・テーブル M T の移動は、第1の位置決め装置 P M の一部を形成する長行程モジュール（大雑把な位置決め）及び短行程モジュール（精密な位置決め）を用いて行うことができる。同様に、基板テーブル W T の移動は、第2の位置決め装置 P W の一部を形成する長行程モジュール及び短行程モジュールを使用して行うことができる。ステップの場合、（スキャナとは反対に）マスク・テーブル M T は、短行程アクチュエータのみに接続してもよいし、固定してもよい。マスク M A 及び基板 W は、マスク位置合わせマーク M 1 及び M 2、並びに基板位置合わせマーク P 1 及び P 2 を使用し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、専用の目標部分を占めているが、目標部分間の空間に配置することもできる（これらは、スクライブ・レーン位置合わせマークとして知られている）。同様に、マスク M A 上に1つ又は複数のダイが設けられている場合、マスク位置合わせマークを、ダイ間に配置することができる。

20

【0025】

図示の装置は以下のモードの少なくとも1つで利用できる。

30

1. ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T 及び基板テーブル W T は、基本的に静止に保たれ、放射ビームに付与されたパターン全体が目標部分 C 上に1回の動作で（つまり1回の静止露光で）投影される。次いで、別の目標部分 C が露光されるように、基板テーブル W T は X 方向及びノ又は Y 方向に移動される。ステップ・モードでは、露光範囲の最大サイズによって1回の静止露光で結像される目標部分 C のサイズが制約される。

2. 走査モードでは、放射ビームに付与されたパターンが目標部分 C 上に投影（つまり1回の動的露光）される間、マスク・テーブル M T と基板テーブル W T とが同時に走査される。マスク・テーブル M T に対する基板テーブル W T の速度及び方向は、投影系 P L の拡大（縮小）特性及び像反転特性によって決めることができる。走査モードでは、露光範囲の最大サイズによって1回の動的露光における目標部分の（非走査方向の）幅が制約されるが、目標部分の（走査方向の）高さは、走査動作の距離によって決まる。

40

3. 別のモードでは、マスク・テーブル M T は、プログラム可能なパターン形成装置を保持しながら基本的に静止に保たれ、基板テーブル W T は、放射ビームに付与されたパターンが目標部分 C 上に投影される間移動又は走査される。このモードでは、一般に、パルス状の放射源が使用され、プログラム可能なパターン形成装置は、基板テーブル W T の移動が終わるたびに、又は走査中の連続的な放射パルスの合間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、先に述べたようなタイプのプログラム可能なミラー・アレイなど、プログラム可能なパターン形成装置を利用しマスクを利用しないリソグラフィに容易に適用することができる。

50

【 0 0 2 6 】

上述の使用モード又は全く異なる使用モードを組み合わせて、及び／又は変更して使用することもできる。

【 0 0 2 7 】

局部液体供給系による浸漬式リソグラフィのさらなる解決策を図4に示す。液体は、投影系PLの両側にある2つの溝入口INから供給され、溝入口INの外側に向かって放射状に配置される複数の離散出口OUTから除去される。入口IN及び出口OUTは、真中に開口を有するプレート内に配置することができ、その開口を通して投影ビームは投影される。液体は、投影系PLの片側にある一方の入口INから供給され、投影系PLの反対側にある複数の離散出口OUTから除去されるので、投影系PLと基板Wとの間に液体の薄膜状の流れが生じる。入口INと複数の出口OUTとのどちらの組合せを使用するかは、基板Wの移動方向によって決まる（入口INと複数の出口OUTとのもう一方の組合せは、非活動状態となる）。

10

【 0 0 2 8 】

局部液体供給システムによる浸漬式リソグラフィについて提案されている別の解決策は、投影系の最終素子と基板テーブルとの間の空間である境界の少なくとも一部に沿って延びる液体閉じ込め構造を、液体供給系に設けることである。このような解決策を図5に示す。液体閉じ込め構造は、多少Z方向（光軸方向）の相対移動はあり得るが、XY平面内の投影系に対し実質的に静止している。例えば、本明細書に全体を参照によって援用される米国特許出願第10/844,575号を参照されたい。液体閉じ込め構造と基板表面との間にシールが形成される。

20

【 0 0 2 9 】

図5を参照すると、リザーバ10によって、投影系の結像領域の周囲に、基板と接触しないシールが形成され、それにより液体が閉じ込められて基板表面と投影系の最終素子との間の空間が満たされる。リザーバは、投影系PLの最終素子の下に位置しかつそれを取り囲む液体閉じ込め構造12によって形成される。液体は、投影系の下かつ液体閉じ込め構造12内の空間に供給される。液体閉じ込め構造12は、投影系の最終素子より少し上に延びているので、液面が最終素子の上まで上昇し、それにより液体緩衝域が形成される。液体閉じ込め構造12は、実施例では上端部において投影系又はその最終素子の形状にぴったりと一致する、例えば丸い内周面を有する。内周面は底部では、必ずしもそうである必要はないが、例えば長方形の結像領域の形状にぴったりと一致する。

30

【 0 0 3 0 】

液体は、液体閉じ込め構造12の底部と基板Wの表面との間のガス・シール16によってリザーバ内に閉じ込められる。ガス・シールは、一実施例ではN₂ 或いは別の不活性ガスであるが、例えば、空気や合成空気などのガスによって形成され、液体閉じ込め構造12と基板との間のギャップに加圧下で流入口15を介して供給され、第1の流出口14から抜き取られる。液体を閉じ込める内向きの高速ガス・フローが生じるように、ガス流入口15の過圧力、第1の流出口14の真空レベル及びギャップの幾何形状を定める。このようなシステムは、本明細書に全体を参照によって援用される米国特許出願第10/705,783号に開示されている。

40

【 0 0 3 1 】

一実施例では、基板の結像を容易にするために、基板の高さ合わせ及び位置合わせを、基板の露光位置で行うことができる。すなわち、露光中、基板が投影系に相対的に、かつその近くに移動するときに基板を測定することができるよう、投影系及び／又は投影系に隣接して位置する基板の周囲に、基板レベル・センサ（パターン形成された投影ビームの基板上への集束を容易にするために使用）及び基板アラインメント・センサ（パターン形成された投影ビームに相対的に、基板横方向の適切な位置決めを容易にするために使用）を設ける。浸漬式リソグラフィ装置では、投影系と基板との間に液体を供給又は維持するために使用される構造によって、こうしたセンサのうちの1つ又は両方を設けるために又は操作するために残された物理空間の量は、非常に制約される。このような空間は、例

50

えば約 1.3 などの高開口率 (NA) を持つような、より大きな投影系ではさらに制約される。従って、レベル・センサ及び / 又はアラインメント・センサが放射測定ビームを使用する一実施例によれば、放射測定ビームの全体又は一部を投影系に通過させることができる。

【0032】

図 6 は、本発明の一実施例による浸漬式リソグラフィ装置における投影系の光学素子を通過する、パターン形成された投影ビーム及び測定ビームの経路を概略的に示す図である。投影系 PL の実施例の一部を示す。液体 11 を、投影系 PL と基板 W との間に配設する。図示するように、パターン形成された投影ビーム 20 は、2 点から投影系 PL の一部分に侵入する (図から明らかなように、これらは波動を表す単なる 2 本の光線である)。パターン形成された投影ビーム 20 は、投影系 PL の一部分を通過し、次いで液体 11 も通過し、基板 W 上に集束する。

10

【0033】

この実施例では、図示するように、(例えば、1 つ又は複数のレーザ源、発光ダイオード、(ハロゲン) ランプなどによって供給される) レベル・センサ用入射測定ビーム 22 は、投影系 PL の一部分に侵入する。測定ビームは、投影系 PL の一部分を通過し、次いで液体 11 も通過し基板上に達する。測定ビームは、基板 W に反射し、次いでレベル・センサ用出射測定ビーム 24 として液体 11 及び投影系 PL の一部分を通過し、レベル・センサ検出器 (図示せず) に向かって外に出る。図 6 にはレベル・センサ用測定ビームを示すが、この測定ビームの代わりに、アラインメント・センサ用測定ビーム又は他の測定ビームでもよいし、この測定ビームにこれらのビームを加えてもよい。

20

【0034】

図では、パターン形成された投影ビーム 20 並びにレベル・センサ用測定ビーム 22 及び 24 は、正確な高さ合わせ / 焦点測定を容易にするために、基板上のほぼ同じ点に集束しているが、これらのビームは、ほぼ同じ点に集束する必要はない。例えば、パターン形成された投影ビーム 20 が集束するよりも早い時点で、レベル・センサ用測定ビーム 22 及び 24 をある位置に集束させ、それによりパターン形成された投影ビーム 20 が基板 W に当たる前に、高さ合わせ / 焦点計算及び調整を行うことができる。測定ビーム 22 及び 24 が、例えば位置合わせビームである場合、測定ビーム 22 及び 24 を、パターン形成された投影ビーム 20 とは異なる、例えば位置合わせマークのところに集束させることができる。

30

【0035】

測定ビームは、基板 W の放射感応物質を露光すべきではないので、測定ビームに使用される放射波長は、放射感応物質を露光しないように選択され、従って通常、パターン形成された投影ビームの放射波長とは異なる。例えば、レベル・センサ用測定ビームの場合、ざっと捉えるには、測定ビーム用に HeNe レーザ放射を使用することができるが、薄膜効果を低減するために、その代わりに又は加えて、広域放射を使用すべきである。

【0036】

しかし、例えばレベル・センサの場合、測定ビーム用に、パターン形成された投影ビームとは異なる波長を使用すると、レベル・センサがその測定ビームを投影系に通過させて検出する焦点が、同じ投影系を通過するパターン形成された投影ビームに付随する実際の焦点とは異なる恐れがある。これは、1 つ又は複数の投影系の特徴 (屈折率など) が、波長とともに変化するからである。このように、(ある波長の) 測定ビームの光学経路内のどこかに屈折率変化が起こると、検出された焦点が、パターン形成された (別の屈折率の) 投影ビームに付随する実際の焦点とは異なることがある。加えて又は代替に、位置合わせビームなど他の測定ビームを使用した測定結果も、同様の状態になる傾向がある。例えば、位置合わせビームの場合、パターン形成されたビームの基板上の実際の横方向位置は、位置合わせ測定ビームを基板上の位置合わせマーク上に投影して行う位置あわせ測定によって求めた、パターン形成されたビームの予測横方向位置とは異なることがある。

40

【0037】

50

測定ビームの光学経路内での屈折率変化は、様々なことにより起きる。例としては、測定ビームが通過する液体及び／又は光学素子の温度変化、測定ビームが通過する液体及び／又は光学素子の圧力変化、液体の組成変化（例えば、汚染）、投影系の入射及び／又は出射測定ビームの経路を調整するために使用されるフラッシング・ガス内の圧力及び／又は温度変化などがある。

【0038】

さらに、測定ビームを使用して測定した値とパターン形成された投影ビームに付随する実際の値との差も、1つ又は複数の別の变化によって生じる場合がある。例えば、パターン形成された投影ビームの波長変化によって、測定ビームを使用して成される測定が不正確になり得る。同様に、測定ビームの波長変化によって、その測定ビームを使用して成される測定が不正確になり得る。さらに、投影系内の1つ又は複数の光学素子の移動（操作）、或いは基板の高さ移動によって、測定ビームを使用して測定された値と、パターン形成された投影ビームに付随する実際の値とに差が生じることがある。

10

【0039】

従って、一実施例では、計測形態／方法を実施して、測定ビームと投影ビームとの波長差に起因する、測定ビームを使用して測定した露光パラメータ値とパターン形成された投影ビームに付随する露光パラメータ適用値との差を補正する。

【0040】

20

図7は、本発明の一実施例による計測方法のフローチャートを概略的に示す。

【0041】

工程30では、測定ビームによって露光パラメータP（焦点、基板高さ、及び／又は位置関係など）を測定する時点又はほぼその時点で、1つ又は複数のセンサ26が、先に述べた物理特性のうち1つ又は複数の測定する。例えば、圧力センサは、測定ビームが通過する液体、フラッシング・ガス及び／又は光学素子の圧力を測定することができる。加えて又は代替に、温度センサは、測定ビームが通過する液体、フラッシング・ガス及び／又は光学素子の温度を測定することができる。一実施例では、複数の異なるタイプの測定を行うことができるし（例えば、圧力測定や温度測定）、及び／又は同じタイプの測定を複数回行うことができる（例えば、温度を複数回測定）。測定の回数を符号jで示す。また、1つ又は複数の測定された物理特性値をアレイX_jで表す。一実施例では、1つ又は複数のセンサは、例えばリソグラフィ装置がそれに最適に調整されている公称値に対する差として物理特性測定値を提供する。例えば、温度センサは、実際の測定温度（例えば、22.3）とリソグラフィ装置が最適に調整された公称温度（例えば、22.1）との差を測定温度（つまり、0.2）として提供することができる。一実施例では、公称値（つまり、校正）が確定されていない場合にも、追加の計算及び／又は測定を経て、この方法を適用することができることが分かるであろう。

30

【0042】

工程32では、1つ又は複数の物理特性測定値X_jが露光パラメータPに及ぼす効果を決定又は求める。この効果は、導関数dP/dX_jとして示すことができる。例えば、露光パラメータPが焦点であり、物理特性測定値X_jが浸漬液の温度及び圧力である場合、dP/dX_jは、温度及び圧力に対する焦点変化率を表すことができる。

40

【0043】

一実施例では、dP/dX_jを、工程32で求めることも、工程32の前でも後でも求めることができる。すなわち、オフライン、つまり測定ビームが露光パラメータPを測定する前でも、オンライン、つまり測定ビームが露光パラメータPを測定する時点又はほぼその時点でも、dP/dX_jを求めることができる。一実施例では、実験／校正による経験的結果から、及び／又は光学理論（例えば、光学的光線追跡）によってdP/dX_jを求めることができる。例えば、dP/dX_jは、関連する物理公式及び／又は数学的公式に物理数値（異なる条件での特定の物理特性の数値表など、例えば、異なる温度

50

での物質の屈折率)を当てはめることによって計算することができる。別の実施例では、 dP/dX_j は、実験的測定によって求めることができる。さらに、 dP/dX_j は、複数の露光ビーム波長及び/又は測定ビーム波長に対して求めることができ、露光ビーム波長と測定ビーム波長との差であってよい。加えて又は代替に、 dP/dX_j は、投影系のタイプ毎(例えば、複数のリソグラフィ装置内で使用される1つの投影系)でも、1つのリソグラフィ装置内の特定の投影系毎に個別にでも求めることができる。

【0044】

工程34では、物理特性測定値 X_j を考慮するために、測定された露光パラメータ P を少なくとも部分的に補正する。一実施例では、この補正は、次のように公式化することができる。

$$P_{\text{適用}} = P_{\text{測定}} - \text{総}(j) \{ X_j * dP/dX_j \}$$

ただし、 $P_{\text{適用}}$ は、例えばパターン形成された投影ビームによって基板を露光中に適用すべき露光パラメータであり、 $P_{\text{測定}}$ は、測定ビームを使用して測定した露光パラメータである。従って、「総(j) $\{ X_j * dP/dX_j \}$ 」の項は、例えば基板の露光中、適用すべき露光パラメータを得るために、測定された露光パラメータに適用すべき累積オフセットである。累積オフセットは、測定された物理的数値 X_j のそれぞれに起因するそれぞれのオフセットの総計である。投影系のマニピュレータ及び環境(例えば、温度や圧力)依存性など、特定物理特性間の予想される交差項に対応するように、マトリックス動作を使用して補正することができる。適用すべき露光パラメータの算出及び/又は適用は、継続的又は断続的に行うことができる。

【0045】

このように、一実施例では、レベル・センサは、リソグラフィ装置における投影系の光学素子を介し、また浸漬液を介して測定ビームを投影して、基板の露光中に基板の高さである $F_{\text{測定}}$ を測定することができる。測定された高さはパターン形成された投影ビームの焦点に相当する。次いで、浸漬液の温度(X_1)及び圧力(X_2)を考慮するために、この測定された高さ(従って、焦点)を補正し、基板の露光中に適用すべき補正された高さである $F_{\text{適用}}$ (従って、焦点)を得ることができる。(例えば、実験又は経験的結果によって)温度(dF/dX_1)及び圧力(dF/dX_2)に対する焦点補正関数を得る。次いで、補正関数に圧力及び温度の測定値を乗じ、合計(総(j) $\{ X_j * dF/dX_j \}$)して測定された高さに適用すべき累積オフセットを求めて、補正された高さ(従って補正された焦点)を得る。これを次の式によってまとめることができる。

$$F_{\text{適用}} = F_{\text{測定}} - \text{総}(j) \{ X_j * dF/dX_j \}$$

【0046】

別の実施例では、アラインメント・センサは、リソグラフィ装置における投影系の光学素子を介して、また浸漬液を介して測定ビームを投影して、基板の露光中に基板の $X-Y$ 位置である $LP_{\text{測定}}$ を測定することができる。測定された $X-Y$ 位置は、パターン形成された投影ビームの横方向位置に相当する。次いで、浸漬液の温度(X_1)及び圧力(X_2)を考慮するために、この測定された $X-Y$ 位置(従って、横方向位置)を補正し、基板の露光中に適用すべき補正された $X-Y$ 位置である $LP_{\text{適用}}$ (従って、横方向位置)を得ることができる。(例えば、実験又は経験的結果によって)温度(dLP/dX_1)及び圧力(dLP/dX_2)に対する横方向位置補正関数を得る。次いで、補正関数に圧力及び温度の測定値を乗じ、合計(総(j) $\{ X_j * dLP/dX_j \}$)して測定された $X-Y$ 位置に適用すべき累積オフセットを求めて、補正された $X-Y$ 位置(従って補正横方向位置)を得る。これを次の式によってまとめることができる。

$$LP_{\text{適用}} = LP_{\text{測定}} - \text{総}(j) \{ X_j * dLP/dX_j \}$$

【0047】

一実施例では、測定された露光パラメータを、特に測定ビーム及び露光ビームの波長用に補正して、適用すべき露光パラメータを得る。例えば、これは次のように公式化することができる。

$$P_{\text{適用}} = P_{\text{測定}} - (MV) * (dP/dMV(\text{測定ビーム波長}) - dP/dM$$

V（露光波長））

ただし、P₁適用は、例えば、パターン形成された投影ビームによって基板を露光中に適用すべき、焦点又は横方向位置などの露光パラメータ、P₁測定は、測定ビームを使用して測定された露光パラメータ、 $\frac{dP}{dMV}$ （MV）は、温度又は圧力など物理特性測定値と公称値（通常、リソグラフィ装置が最適に設定されている数値）との差、 $\frac{dP}{dMV}$ （測定ビーム波長）は、測定ビーム波長の物理特性測定値に対する露光パラメータの変化率、及び $\frac{dP}{dMV}$ （露光波長）は、測定ビーム波長の物理特性測定値に対する露光パラメータの変化率である。

【0048】

リソグラフィ装置は、十分な又は最適な性能を提供するために規定された様々な定数を有することができる。例えば、リソグラフィ装置は、投影系における1つ又は複数の光学素子の位置決めなど投影系に関連する1つ又は複数の定数、並びにノリ又は位置合わせマーク構成及びノリ又は位置合わせマーク配置など位置合わせ系に関連する1つ又は複数の定数を有することができる。実施例では、計測形態を実施して、こうした定数の波長依存性を補正することができる。すなわち、例えば、測定値に対する定数の変化率、又は測定値（例えば、 $\frac{d(\text{位置合わせ})}{d(\text{温度})}$ 、又は $\frac{d(\text{焦点})}{d(\text{圧力})}$ ）に対する露光パラメータの変化率に関連して、圧力及びノリ又は温度など1つ又は複数の物理特性測定値を使用して、補正された定数を得ることができる。

【0049】

上述の方法を実施するために、本明細書に記載する方法の実施例を実行するために構成又はプログラミングされたリソグラフィ装置に補正系を設けることができる。補正系は、リソグラフィ装置の演算処理装置又はセンサ内に組み込んだコンピュータ・プログラムでよい。さらに、コンピュータ・プログラム製品（例えば、ディスク上又はメモリ内のソフトウェア・プログラム）を設けて、本明細書に記載する方法の実施例を実行することができる。

【0050】

一実施例では、投影系の最終光学素子は、投影系の残り部分（例えば、レンズ本体）の剛体にしっかりと装着される。静的力（浸漬液の高さ及びノリ又は投影系の過圧力の差）及び動的力（浸漬液の流れ及びノリ又は動的環境圧力変化）によって、最終光学素子の高さを変更することができる。浸漬式リソグラフィ・システムでは、これによって、位置あわせの測定と測定との間に、主に焦点ドリフト及びノリ又は球面収差ドリフトにつながり得る、光学経路変化が生じる場合がある。NAが0.75、放射が193nm、及び浸漬液が水である投影系の場合、感度は、1nmのZ移動につき、約1nmの焦点はずれ及び9nmのZドリフトとなり得る。硬さが 5×10^6 で、最大許容Zドリフトが0.5nmの場合、これが、液体に接続された光学素子上に最大0.3Nの力を生じさせることがある。この力は、浸漬式リソグラフィ装置内に生じ得る力である。

【0051】

従って、一実施例では、センサを設けて、液体に接続するように構成された光学素子の高さ（例えば、投影系の最終光学素子）を測定することができる。一実施例では、センサは、あらゆるセンサや基準などを含め、基板の高さ又は基板テーブルなど別の物体の高さ（例えば、投影系の最終光学素子に対する高さ）を測定するために設けられた既存のレベル・センサの一部をとして実施することができる。一実施例では、センサはレベル・センサとは別の、この目的のためのセンサでよい。

【0052】

一実施例では、光学素子の高さを測定するセンサは、光学素子から進んでくる測定ビームを検出するように構成され、それにより光学素子の高さを測定し、任意選択で光学素子に測定ビームを投影する光学センサである。図8は、光学センサ46の構成を概略的に示す。図では、入射測定ビーム40（例えば、1つ又は複数のレーザ源、発光ダイオード（ハロゲン）ランプなどによって提供される）は、液体11に接続された光学素子OEに導かれる。この測定ビームは、光学素子OEの上面で反射し、出射測定ビーム42として、

光学素子の高さを求めるために使用されるセンサ検出器 46 に至る。一実施例では、この測定ビームはレベル・センサ測定ビームであるが、その代わりに又は加えて、アラインメント・センサ測定ビームでも、他のどんな測定ビームでもよい。一実施例では、測定ビームを、光学素子 O E の底面（例えば、光学素子 O E と液体 11 との間の界面である面）で反射させることもできる。底面で反射させる場合、ビームは光学素子 O E の上面を通り抜けて底面に達し、そこでビームは上面に向かって反射し上面から外に出る。或いは、例えば光学素子 O E の下から放射又は反射するビームによって、ビームを底面上に直接投影することもできる。

【0053】

一実施例では、基板（又は他の物体）の高さを測定するために使用されるレベル・センサ 46 の一部として、センサを構成することができる。図では、レベル・センサ用入射測定ビーム 40（例えば、1つ又は複数のレーザ源、発光ダイオード（ハロゲン）ランプなどによって提供される）は、光学素子 O E に侵入する。測定ビームは、光学素子 O E を通り抜け、次いで液体 11 を通り抜け基板（又は他の物体）上に達する。この測定ビームは、基板（又は他の物体）に反射し、次いで、液体 11 及び光学素子 O E を通り抜け、レベル・センサ用出射測定ビーム 44 として、センサ検出器 46 に向かって外へ出る。レベル・センサ用入射測定ビーム 40 の一部は、光学素子 O E の上面で反射し、出射測定ビーム 42 として、センサ検出器 46 に至る。或いは、光学素子 O E で反射させるために、出射測定ビーム 42 を作るのに使用される入射測定ビームを、異なる角度に導いてもよいし、異なる波長をそれに持たせてもよい。レベル・センサ用出射測定ビーム 44 及び出射測定ビーム 42 は、干渉領域を作り出す。干渉領域のフリンジを分析することによって、基板（又は他の物体）と光学素子との高さの差を検出又は求めることができ、従って光学素子の高さの変化を求めることができる。

【0054】

代替の又は追加の一実施例では、センサは、光学素子の高さ又は高さの変化を測定するための、機械的、超音波的、磁氣的及び／又は電氣的センサでよい。図 9 を参照すると、センサ 46 は、光学素子 O E を測定するために使用される機械的、超音波的、磁氣的及び／又は電氣的センサである。

【0055】

それぞれのケースにおいて、センサからの測定高さを使用して、光学素子の測定高さの変化を少なくとも部分的に補正することができる。一実施例では、基板テーブル W T の位置決め系 P W を制御するサーボ系 50 に、センサ 46 から信号を送信し、それにより基板（又は他の物体）の高さを調整して光学素子の測定高さの変化を少なくとも部分的に補正することができる。加えて又は代替に、光学素子の高さ位置を制御するために使用されるサーボ系 50 に信号を送信し、それにより光学素子の高さを調整して光学素子の測定高さの変化を少なくとも部分的に補正してもよい。

【0056】

この機構を通じて、液体に接続された投影系の光学素子上の、変化する様々な力によって生じる集束ドリフト及び球面収差ドリフトを、安定及び／又は低減させることができる。

【0057】

さらに明確にするために、高さという用語は、高さの変化を含むことができ、また傾きを含むことができる。加えて、本明細書では、リソグラフィ装置との関連で概念を述べてきたが、こうした概念は、光学素子と物体の表面との間に液体を使用する他の装置にも同等に適用することができる。例えば、本明細書の概念を、液体を介して放射ビームを投影して物体の特徴を測定する浸漬式計測装置に適用することができる。

【0058】

欧州特許出願第 03257072.3 号では、2 段の浸漬式リソグラフィ装置の概念を開示している。このような装置には、基板を支持するための 2 つのテーブルが設けられている。浸漬液のないところで第 1 の位置にあるテーブルによって高さ合わせの測定が数回

10

20

30

40

50

行われ、浸漬液の存在下で第2の位置にあるテーブルによって露光が行われる。或いは、装置は1つのテーブルのみを有していてもよい。好ましい一実施例では、本明細書に記載する装置、方法及び／又はコンピュータ・プログラム製品が、単一の段／テーブルを有するリソグラフィ装置に適用される。

【0059】

本明細書では、ICの製造におけるリソグラフィ装置の使用について特に記載しているが、本明細書に記載するリソグラフィ装置は、集積光学系の製造、磁区メモリ用ガイダンス及び検出パターン、平面型表示装置、液晶表示装置(LCD)、薄膜磁気ヘッドなど、他への応用もできることを理解されたい。このような代替応用例との関連で、当業者であれば、本明細書で「ウェハ」又は「ダイ」という用語を使用する場合はいつも、より一般的

10

的な用語である「基板」又は「目標部分」とそれぞれ同義語と見なせることを理解するであろう。本明細書で言う基板は、例えばトラック・ツール(通常、基板にレジスト層を施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／又は検査ツール内で露光の前又は後に処理することができる。該当する場合には、本明細書の開示は、このような基板処理ツール及び他の基板処理ツールに適用することができる。さらに、基板は、例えば多層ICを生成するために2回以上処理される場合があり、従って本明細書で使用する基板という用語は、複数回処理された層を既に含む基板も意味することがある。

【0060】

本明細書で使用する「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外線(UV)放射(例えば、波長が365、248、193、157又は126nm、或いはその近傍のもの)を含むあらゆるタイプの電磁放射を包含する。

20

【0061】

場合によって、「レンズ」という用語は、屈折光学的及び反射光学的構成要素を含む様々なタイプの光学的構成要素のうちいずれか1つ又はそれらの組合せを意味する。

【0062】

本発明の特定の実施例をいくつか先に記載したが、本発明は、説明した以外の方法でも実施することができることが分かるであろう。例えば、該当する場合、本発明の一実施例では、上述の方法を記載する機械読取り可能な1つ又は複数の指令順序を含むコンピュータ・プログラム、又は、このようなコンピュータ・プログラムを中に蓄積したデータ記憶媒体(例えば、半導体メモリ、磁気ディスク又は光学ディスクなど)の形を取ってもよい

30

。例えば、計測形態／方法を、コンピュータ・プログラムとして実施し、そのコンピュータ・プログラムをリソグラフィ装置に相互作用させて測定データを得(例えば、リソグラフィ装置の1つ又は複数のレベル・センサから測定焦点を得、かつ／又はリソグラフィ装置の1つ又は複数のアラインメント・センサから測定横方向位置を得る)、補正データを返送(例えば、補正された測定焦点を返送して、レベル・センサ用測定ビームの異なる波長を計上し、かつ／又は補正された測定横方向位置を返送してアラインメント・センサ用測定ビームの異なる波長を計上する)してもよい。

【0063】

本発明の1つ又は複数の実施例はどんな浸漬式リソグラフィ装置にも適用することができる。特に、それだけに限定しないが、浸漬液が液浴の形で供給されようと、基板の局部表面領域上にのみ供給されようと、先に述べたタイプの浸漬式リソグラフィ装置に適用することができる。本明細書で考察する液体供給系は、広く理解されるべきである。ある実施例では、それは、投影系と基板及び／又は基板テーブルとの間の空間に液体を供給する機構又はそうしたいいくつかの構造の組合せであり得る。それは、液体をその空間に供給する1つ又は複数の構造、1つ又は複数の液体流入口、1つ又は複数のガス流入口、1つ又は複数のガス流出口、及び／又は1つ又は複数の液体流出口の組合せを含むことができる。一実施例では、その空間の面は、基板及び／又は基板テーブルの一部であってもよいし、基板及び／又は基板テーブルの表面を完全にカバーしていてもよいし、基板及び／又は基板テーブルを含んでいてもよい。液体供給系は、任意選択で、液体の位置、量、質、形状、流量、又は他のどんな特徴をも調整するための1つ又は複数の素子をさらに含むこと

40

50

ができる。

【0064】

この装置内で使用される浸漬液は、使用される露光放射の所望の特性及び波長によって、別の組成を有することができる。193nmの露光波長の場合、超純水又は水ベースの組成物を使用することができることから、浸漬液は、水と呼ばれる場合があるので、親水性、疎水性、湿気など水関係の用語が使用されることがある。

【0065】

より一般に、方法の各工程は、メインフレーム・コンピュータ、パーソナル・コンピュータなど通常のあらゆるコンピュータを使用して、C++、ジャバ、フォートランなど、あらゆるプログラム言語から作られる1つ又は複数のプログラム・モジュール又はプログラム・オブジェクト、或いはそれらの一部に準じて実行することができる。さらに、各工程、或いは各工程を実施するファイル又はオブジェクトなどは、専用ハードウェア又はその目的用に設計された回路モジュールによって実行することができる。例えば、本発明は、不揮発性記憶装置内にロードされたファームウェア・プログラムとしても、機械読取り可能なコードとしてデータ記憶媒体からロードされた又はそれにロードされたソフトウェア・プログラムとしても実施することができる。このようなコードとは、超小型演算処理装置又は他のデジタル信号処理装置など、論理素子アレイによって実行可能な指示のことである。

【0066】

本発明は、本発明の各方法工程を実行するためのコンピュータ読取り可能なプログラム・コード手段を内部に有する、コンピュータ使用可能な媒体を含む製造物品としても、本発明の各方法工程を行うために機械実行可能な指示プログラムを具体的に組み入れた、機械読取り可能なプログラム記憶装置としても、コンピュータ・プログラム製品としても実施することができるし、コンピュータ読取り可能なプログラム・コード手段を内部に有するコンピュータ使用可能な媒体を含み、コンピュータ・プログラム製品内のコンピュータ読取り可能なプログラム・コード手段が、本発明の各工程をコンピュータに実行させるためのコンピュータ読取り可能なコード手段を含む、製造物品としても実施することができる。このような製造物品、プログラム記憶装置、又はコンピュータ・プログラム製品は、それだけに限らないが、CD-ROM、ディスクット、テープ、ハード・ドライブ、コンピュータ・システム・メモリ（例えば、RAM又はROM）、並びに/或いは（それだけに限らないが、コンピュータによる読取り、復調/復号、かつ実行が可能な指示を運ぶために調整され又は操作された搬送波を含め）プログラムの電気的实施例、磁気的实施例、光学的实施例、生物学的実施例、又は類似する他の実施例を含む。実際、こうした製造物品、プログラム記憶装置、又はコンピュータ・プログラム製品は、磁気的であれ光学的であれ、あらゆる固体又は流体の伝送媒体などを含み、本発明の方法に従って、通常の又は専用のコンピュータの動作を制御する機械によって読取り可能な信号を蓄積又は送信し、かつ/或いはその構成要素を本発明のシステムに従って構成することができる。

【0067】

本発明は、システム内でも実施することができる。こうしたシステムは、演算処理装置及びメモリ装置、また任意選択で、記憶装置、ビデオ表示装置などの出力装置、並びに/或いはキーボード又はコンピュータ・マウスなどの入力装置を含むコンピュータを含むことができる。さらに、こうしたシステムは、コンピュータの相互接続ネットワークを含むことができる。コンピュータは同時に、独立型（従来のデスクトップ型パーソナル・コンピュータなど）でも、別の装置に組み込まれたもの（リソグラフィ装置など）でもよい。

【0068】

こうしたシステムは、例えば、本発明の各方法工程を行うための必要目的のために特別に構成されたものでもよいし、コンピュータ内に記憶された本明細書の教示によるコンピュータ・プログラムによって選択的に始動又は再構成される、1つ又は複数の汎用コンピュータを含んでいてもよい。こうしたシステムは、全体又は一部分を、ハード・ワイヤード回路としても、又は特定用途集積回路内に作製される回路構成としても、実施すること

10

20

30

40

50

ができる。本明細書に記載した本発明は、本質的に、特定のコンピュータ・システムや他の装置に関するものではない。様々なこうしたシステム用の必要構造が、本明細書の記載から明らかになるであろう。

【 0 0 6 9 】

本明細書で示したいいくつかの図は、例として提供するものである。本発明の趣旨から逸脱することなく、これらの図又は本明細書に記載した各工程（又は各動作）を変更することができる。例えば、ある場合においては、各工程を別の順番で行ってもよいし、いくつかの工程を加えても、削除しても、修正してもよい。変更形態は全て、添付の特許請求の範囲に記載した発明の一部を含むものと見なす。

【 0 0 7 0 】

先の記載は、限定的なものではなく、例示的なものとする。従って、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、記載した本発明を変更する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 7 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を示す図である。

【 図 2 】 リソグラフィ投影装置内で使用される液体供給系を示す図である。

【 図 3 】 リソグラフィ投影装置内で使用される液体供給系を示す図である。

【 図 4 】 リソグラフィ投影装置内で使用される別の液体供給系を示す図である。

【 図 5 】 リソグラフィ投影装置内で使用される別の液体供給系を示す図である。

【 図 6 】 本発明の一実施例によるリソグラフィ装置における投影系の光学素子を介した放射ビーム経路の概略図である。

【 図 7 】 本発明の一実施例による方法のフローチャートである。

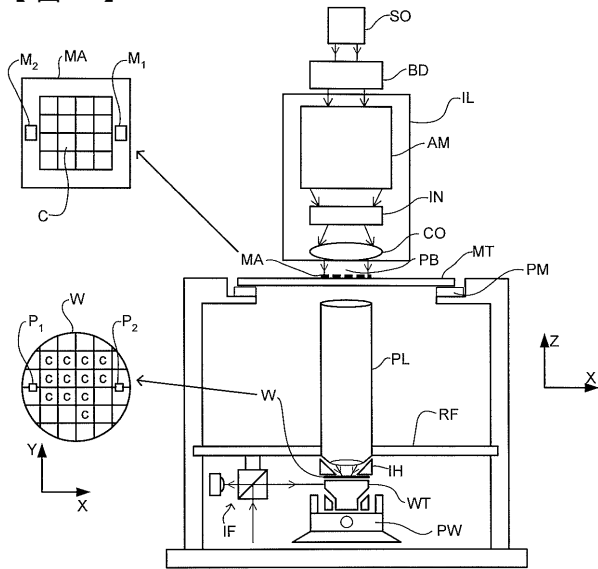
【 図 8 】 本発明の一実施例による、リソグラフィ装置における投影系の光学素子の高さ又は高さの変化を測定するために使用されるセンサの概略図である。

【 図 9 】 本発明の一実施例による、リソグラフィ装置における投影系の光学素子の高さ又は高さの変化を測定するために使用されるセンサの概略図である。

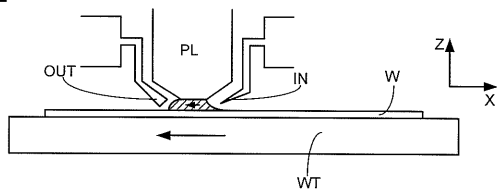
10

20

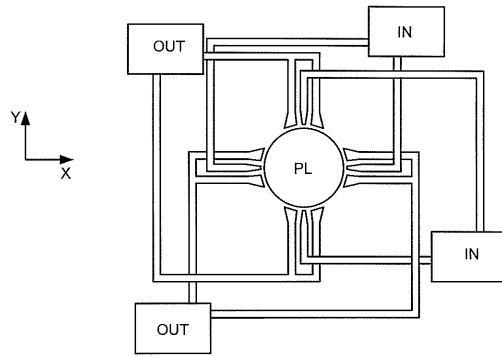
【図 1】



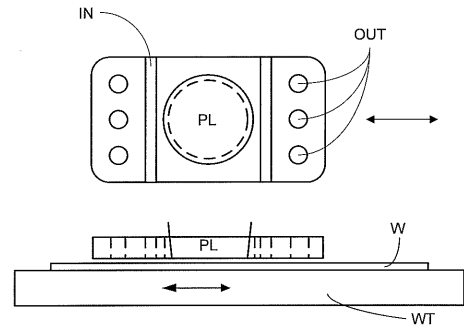
【図 2】



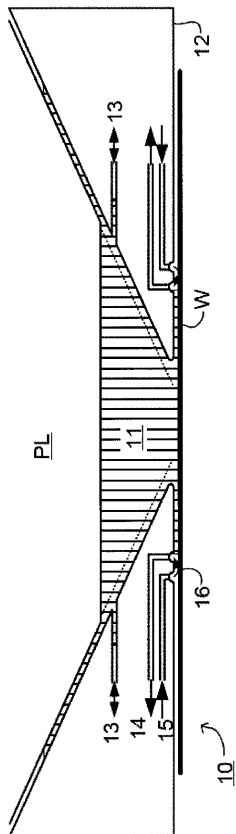
【図 3】



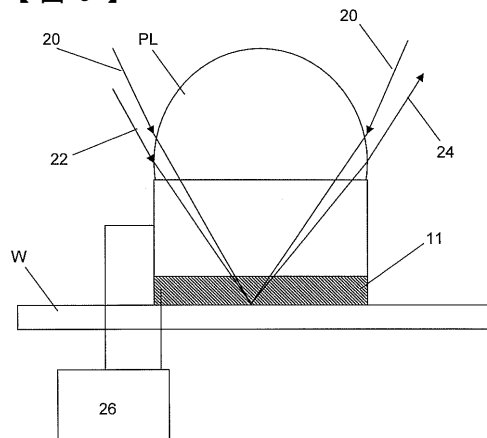
【図 4】



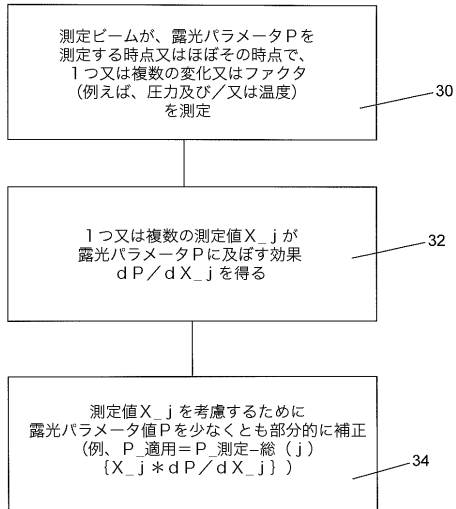
【図 5】



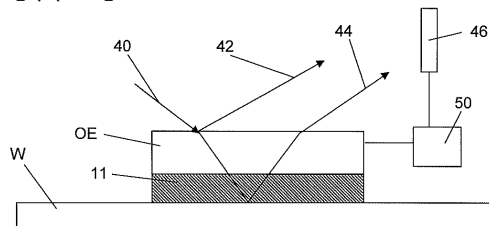
【図 6】



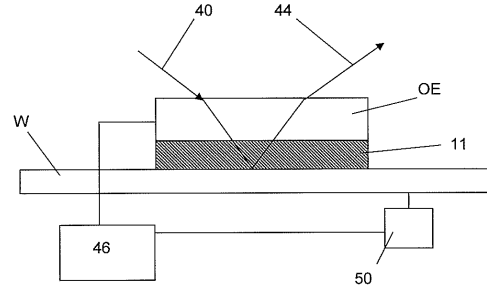
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヨハネス ヤコブス マテウス バーゼルマンス
オランダ国、オイルショット、デ クルイク 1
- (72)発明者 シュールト ニコラース ランベルトウス ドンダース
オランダ国、エス - ヘルトゲンボシュ、 アハター ヘト シュタットフイス 2 4
- (72)発明者 クリスティアーン アレクサンダー ホーゲンダム
オランダ国、フェルトホーフェン、ルネット 4 3
- (72)発明者 ジェローン ヨハネス ソフィア マリア メルテンス
オランダ国、デュイツェル、ケンプシュトラート 1 9
- (72)発明者 ヨハネス キャサリヌス フーベルトウス ムルケンス
オランダ国、ヴァールレ、フォルト 5
- (72)発明者 ポブ シュトレーフケルク
オランダ国、ティルブルク、エスドールンシュトラート 3 1
- F ターム(参考) 5F046 BA04 CB01 CB26 CC01 DA01 DA05 DA13 DA14 DA26 DA27
DB05 DC09

【外国語明細書】

2006191079000001.pdf