

(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2008-235930

(P2008-235930A)

(43) 公開日 平成20年10月2日(2008.10.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 526Z	5F046
G03F 7/207 (2006.01)	H01L 21/30 515D	
	G03F 7/207 H	

審査請求 有 請求項の数 2 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-120507 (P2008-120507)	(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 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール、デ ラン 6501
(22) 出願日	平成20年5月2日(2008.5.2)	(71) 出願人	503263355 カール・ツァイス・エスエムティー・アー ゲー ドイツ連邦共和国、73447 オベルコ ッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ ー 2
(62) 分割の表示	特願2004-300277 (P2004-300277) の分割	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
原出願日	平成16年10月14日(2004.10.14)	(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 眞司
(31) 優先権主張番号	03256498.1		
(32) 優先日	平成15年10月15日(2003.10.15)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

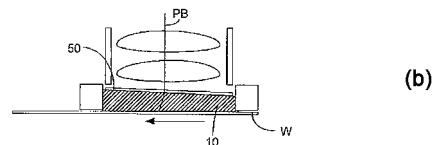
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】露光中に基板テーブルを加速する際、焦点位置が変化する液浸リソグラフィ装置で、焦点寛容度を向上させ、且つ又はコントラスト制御を安定化する。

【解決手段】液浸リソグラフィで投影系 PL を浸液 10 から密封するのに使用される平行平板である投影系の最終要素 50 が、装置の光軸に対して傾斜する場合投影ビームの入射角を変化させる。この浸液で発生する力を受動的に利用したり、最終要素を移動させることにより、基板の上のあらゆる点で連続的に焦点を変化させて焦点寛容度を向上させる。また基板に対して投影ビームを傾斜させるなど、いくつかの方法が開示される。

【選択図】 図 4 b



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射の投射ビームを供給する照明系と、
 前記投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を支持する支持構造と、
 基板を保持する基板テーブルと、
 投射系を使用して前記基板の対象部分に前記パターン形成ビームを投射する投射系と、
 前記投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填する液体供給システムとを備えるリソグラフィ装置であって、
 前記パターン形成ビームの投射中に、前記基板に対する複数の位置で前記パターン形成ビームを集束するコントローラを有すること特徴とするリソグラフィ装置。

10

【請求項 2】

前記パターン形成ビームが、浸液の作用によって複数の位置で集束される請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記コントローラが、前記投射系の前記最終要素を移動することによって焦点位置を変化させるためのものである請求項 1 又は 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記最終要素が、前記液体の圧力の作用によって可動となる請求項 3 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記基板の移動が、前記圧力を生成するのに有効である請求項 4 に記載のリソグラフィ装置。

20

【請求項 6】

前記最終要素が、前記投射系内の他の光学要素に対して傾斜する請求項 3 から 5 までのいずれかに記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記最終要素が、前記装置の光軸の方向に移動する請求項 3 から 6 までのいずれかに記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

前記コントローラが前記液体供給システムを制御し、前記液体の屈折率を変化させることによって前記位置を変化させる請求項 1 又は 2 に記載のリソグラフィ装置。

30

【請求項 9】

前記屈折率が、前記液体の組成の変化によって変化する請求項 8 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

前記屈折率が、前記液体の温度の変化によって変化する請求項 8 又は 9 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 11】

前記コントローラが、前記基板を移動すること、前記投射ビームの帯域幅を広げること、及び / 又は前記投射ビームとは異なる波長の少なくとも 1 つの別の投射ビームを供給すること、及び / 又は前記基板に対して前記投射ビームを傾斜させること、及び / 又は前記パターン形成手段を移動することによって前記焦点位置を変化させる請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

40

【請求項 12】

基板を設けること、
 照明系を使用して放射の投射ビームを供給すること、
 前記投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を使用すること、
 投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填すること、
 前記投射系を使用して、前記基板の対象部分に放射のパターン形成ビームを投射することを含むデバイス製造方法であって、

50

前記基板に対する複数の位置で前記パターン形成ビームを集束することを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

前記パターン形成ビームが、浸液の作用によって複数の位置で集束される請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記焦点位置が、前記投射系の前記最終要素の移動によって変化する請求項 1 2 又は 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記最終要素が、前記最終要素に対する前記液体の圧力の作用によって移動する請求項 1 4 に記載の方法。

10

【請求項 1 6】

前記液体中の前記圧力が、前記基板の移動によって生成される請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記最終要素が、前記投射系内の他の光学要素に対して傾斜する請求項 1 4 から 1 6 までのいずれかに記載の方法。

【請求項 1 8】

前記最終要素が、光軸の方向に移動する請求項 1 4 から 1 7 までのいずれかに記載の方法。

20

【請求項 1 9】

前記焦点位置が、前記液体の屈折率を変化させることによって変化する請求項 1 2 又は 1 3 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記液体の屈折率が、前記液体の組成を変化させることによって変化する請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記液体の屈折率が、前記液体の温度を変化させることによって変化する請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記焦点位置が、前記基板を移動すること、前記投射ビームの帯域幅を広げること、及び / 又は前記投射ビームとは異なる波長の少なくとも 1 つの別の投射ビームを供給すること、及び / 又は前記基板に対して前記投射ビームを傾斜させること、及び / 又は前記パターン形成手段を移動することによって変化する請求項 1 2 に記載の方法。

30

【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】

40

リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板の目標部分に当てる機械である。リソグラフィ装置は、例えば集積回路 (IC) の製造で使用することができる。その状況では、マスクなどのパターン形成手段を使用して、IC の個々の層に対応する回路パターンを生成することができる。このパターンを、放射線感応材料 (レジスト) の層を有する基板 (例えばシリコン・ウェハ) 上の (例えば 1 つ又は複数のダイの一部を含む) 目標部分に結像することができる。一般には、単一の基板は、次々に露光される隣接する各目標部分の回路網を含むことになる。周知のリソグラフィ装置には、パターン全体を対象部分に 1 回で照射することによって各対象部分を照射するいわゆるステッパ、及び所与の方向 (「走査」方向) に投影ビームを介してパターンを走査すると同時に、基板をこの方向に平行又は逆平行に走査することによって各対象部分を照射するいわゆるスキャナが含まれる。

50

【0003】

基板をリソグラフィック投射装置内で比較的高い屈折率を有する液体、例えば水に浸し、それによって投射系の最終要素と基板との間の空間を埋めることが提案された。この目的は、液体中では露光放射の波長が短くなるので、より小さいフィーチャの結像が可能となることである（液体の効果は、システムの実効NAを向上し、さらに焦点深度を向上することとみなすこともできる）。

【0004】

しかし、基板又は基板及び基板テーブルを液体槽に浸すこと（例えば、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる米国特許第4,509,852号を参照）は、より多い容量の液体を走査露光中に加速しなければならないことを意味する。これにより、追加の又はより強力なモータ及び液体中の乱流が必要となり、それにより望ましくない効果及び予測不能な効果をもたらされる可能性がある。

10

【0005】

提案される解決策の1つは、液体閉込めシステムLCSを使用して、基板の局所的エリア、並びに投射系の最終要素と基板との間だけに液体を供給する液体供給システムに関するものである（基板の表面積は一般に投射系の最終要素の面積よりも広い）。これを構成するように提案された一方法がWO99/49504で開示されている。この全体は参照により本明細書に組み込まれる。図2及び3に示すように、液体が、少なくとも1つの入口INにより、好ましくは最終要素に対する基板の移動方向に沿って基板上に供給され、投射系の下を通過した後少なくとも1つの出口OUTによって除去される。すなわち、基板が要素の下で-X方向に走査されるとき、液体が要素の+X側で供給され、-X側で吸収される。図2に、液体が入口INを通じて供給され、低圧源に接続された出口OUTによって要素の反対側で吸収される構成を略図で示す。図2では、液体が、最終要素に対する基板の移動方向に沿って供給されているが、この状態が必要であるわけではない。様々な向き及び数の入口及び出口を最終要素の周りに配置することが可能であり、図3には、4組の入口と出口が最終要素の周りに規則的なパターンで各辺に設けられた一実施例を示す。

20

【0006】

提案される別の解決策は、投射系の最終要素と基板テーブルとの間の空間の境界の少なくとも一部に沿って延びるシール部材を備える液体供給システムを提供することである。シール部材は、XY平面では、投射系に対してほぼ静止しているが、Z方向（光軸の方向）では、何らかの相対運動がある可能性がある。シールが、シール部材と基板の表面との間に形成される。好ましくは、シールは、ガス・シールなどの非接触シールである。こうしたシステムは、欧州特許出願03252955.4で開示されている。この全体は参照により本明細書に組み込まれる。

30

【0007】

結像パターンのコントラスト変化もリソグラフィ装置での問題となることがある。コントラストは、レーザ帯域幅の変動、迷光のレベルの変化などの結果として生じる可能性がある。こうした効果を最小限に抑えることが望ましい。

【0008】

従来のリソグラフィ装置では、焦点寛容度（許容される解像度の結像パターンを得るための、許容される投射ビームの焦点位置の変化）を向上させるために、いわゆる「フォーカス・ドリリング」が開発された。これは、線量寛容度を犠牲にして達成される。フォーカス・ドリリングの一形態では、パターンが、基板の表面上にそれぞれ異なる焦点面で何回か露光される。これにより、あるフィーチャ・タイプについて達成可能な焦点深度が向上する。この方法により焦点寛容度が向上するが、各イメージを3回露光する必要があるのでスループットの減少という犠牲を伴う。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

本発明の目的は、液浸リソグラフィで焦点寛容度を向上させ、且つノ又はコントラスト制御を安定化することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様によれば、放射の投射ビームを供給する照明系と、投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を支持する支持構造と、基板を保持する基板テーブルと、投射系を使用して基板の対象部分にパターン形成ビームを投射する投射系と、前記投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填する液体供給システムとを備えるリソグラフィ装置であって、パターン形成ビームの投射中に、前記基板に対する複数の位置でパターン形成ビームを集束するコントローラを特徴とするリソグラフィ装置が提供される。

10

【0011】

このようにして、固定のパターン形成手段フィーチャ・サイズに対して焦点寛容度が向上し、その結果、プロセス・ウィンドウが向上する。しかし、パターン形成ビームの投射中に（例えば焦点位置を変化させることによって）複数の位置でパターン形成ビームを集束させることにより、スループットは悪影響を受けない。同じ方法を使用して、装置のコントラスト制御を安定化することができる。

【0012】

好ましくは、コントローラは、投射系の最終要素を移動することによって焦点位置を変化させるためのものである。液浸装置では、投射系の最終要素はしばしば、浸液から投射光学系を密封するのに使用される平行平板である。投射系内の他の光学要素に対して最終要素を傾け、且つノ又は装置の光軸の方向に最終要素を移動させることにより、焦点位置を容易に変化させることができる。このことは、アクチュエータ（圧電アクチュエータが適している）によって達成することができるが、好ましくは、最終要素は前記液体の圧力の作用によって可動である。このことは、投射系が単純に保たれ、液体供給システムが2重の機能を実施することができるので好ましい。このことは、浸液の入力圧力を変化させることによって、又は基板の移動を、圧力を生成するのに効果的となるように構成することによって達成することができる。それにより、基板が投射系の下で走査されるとき、基板の移動を使用して、液体を介して投射系の最終要素に対して力を生成し、それによって焦点位置を変化させることができる。

20

30

【0013】

液浸リソグラフィはまた、コントローラを使用して液体供給システムを制御することによって焦点位置を変更し、液体の屈折率を変化させることによって焦点位置を変化させるのに向いている。このことは、液体の組成を変更し、又は液体の温度を変化させることによって達成することができる。

【0014】

或いは、焦点位置は、基板を移動し、前記投射ビームの帯域幅を広げ、且つノ又は前記基板に対して前記投射ビームを傾斜させることによって変化させることができる。

40

【0015】

本発明の別の態様によれば、基板を設けること、照明系を使用して放射の投射ビームを供給すること、投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を使用すること、投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填すること、前記投射系を使用して、基板の対象部分に放射のパターン形成ビームを投射することを含むデバイス製造方法であって、前記基板に対する前記パターン形成ビーム・パターンの焦点位置を変化させることを特徴とする方法が提供される。

50

【 0 0 1 6 】

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対して特定の参照を行うことがあるが、本明細書に記載のリソグラフィ装置は、集積光学系の製造、磁気ドメイン・メモリ用の誘導パターン及び検出パターン、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッドなどの他の応用例を有することができることを理解されたい。こうした代替応用例の状況では、本明細書での「ウェハ」又は「ダイ」という用語の使用は、それぞれより一般的な用語「基板」又は「対象部分」と同義とみなすことができることを当業者は理解されよう。本明細書で参照される基板は、露光の前後に、例えばトラック工具(通常はレジスト層を基板に付着させ、露光したレジストを現像する工具)或いは測定工具又は検査工具で処理することができる。適用可能なら、本明細書での開示は、そのような基板処理工具又はその他の基板処理工具に適用することができる。さらに、基板は、例えば多層ICを作成するために複数回処理することができ、その結果、本明細書で使用する基板という用語は、複数回処理した層を既に含む基板も指すことがある。

10

【 0 0 1 7 】

本明細書で使用する「放射」及び「ビーム」という用語は、(例えば波長365、248、193、157、又は126nmを有する)紫外(UV)放射を含むすべてのタイプの電磁放射を包含する。

【 0 0 1 8 】

本明細書で使用する「パターン形成手段」という用語は、基板の対象部分にパターンを作成するなどのために投射ビームの断面にパターンを付与するのに使用することができる手段を指すものとして広い意味で解釈すべきである。投射ビームに付与されるパターンは、基板の対象部分の所望のパターンと厳密に対応しない可能性があることに留意されたい。一般に、投射ビームに付与されるパターンは、集積回路など対象部分に作成されるデバイス内の特定の機能層に対応する。

20

【 0 0 1 9 】

パターン形成手段は、透過性又は反射性でよい。パターン形成手段の実施例には、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パネルが含まれる。マスクはリソグラフィで周知であり、マスクには、バイナリ、交番移相、減衰移相などのマスク・タイプ、並びに様々なハイブリッド・マスク・タイプが含まれる。プログラム可能ミラー・アレイの一実施例では、着信放射ビームを様々な方向に反射するように個々にそれぞれ傾斜することができる小型のミラーのマトリックス構成が使用される。このようにして、反射ビームがパターン形成される。パターン形成手段の各実施例では、支持構造は、例えば、必要に応じて固定又は可動にすることができ、且つパターン形成手段が例えば投射系に対して所望の位置となるよう保証することができるフレーム又はテーブルでよい。本明細書での「レチクル」又は「マスク」という用語の使用は、より一般的な「パターン形成手段」という用語と同義とみなすことができる。

30

【 0 0 2 0 】

本明細書で使用する「投射系」という用語は、例えば使用する露光放射にとって、又は液浸流体の使用や真空の使用などの他の因子にとって適切な屈折光学系、反射光学系、及びカタディオプトリック光学系を含む様々なタイプの投射系を包含するものとして広い意味で解釈すべきである。本明細書での「レンズ」という用語の使用は、より一般的な「投射系」という用語と同義とみなすことができる。

40

【 0 0 2 1 】

照明系もまた、放射の投射ビームを誘導、成形、又は制御する屈折光学構成部品、反射光学構成部品、及びカタディオプトリック光学構成部品を含む様々なタイプの光学構成部品を包含することができ、以下ではそのような構成部品も、集合的に又は単独で「レンズ」と呼ぶことがある。

【 0 0 2 2 】

リソグラフィ装置は、2つ(2重ステージ)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)を有するタイプでよい。このような「多重ステージ」マシンでは、追

50

加のテーブルを並行して使用することができ、或いは露光のために1つ又は複数のテーブルを使用中に、1つ又は複数の他のテーブルに対して予備ステップを実施することができる。

【0023】

これから、添付の略図を参照しながら、単なる例示として本発明の実施例を説明する。その略図では、対応する参照符号が対応する部分を示す。

【0024】

「実施例1」

図1に、本発明の特定の実施例によるリソグラフィ装置の略図を示す。この装置は、放射(UV放射)の投射ビームPBを供給する照明系ILと、
アイテムPLに対してパターン形成手段を正確に位置決めするための第1位置決め手段に接続された、パターン形成手段(例えばマスク)MAを支持する第1支持構造(例えばマスク・テーブル)MTと、
アイテムPLに対して基板を正確に位置決めするための第2位置決め手段PWに接続された、基板(例えばレジスト被覆ウェハ)を保持する基板テーブル(例えばウェハ・テーブル)WTと、
投射ビームPBに付与されたパターンをパターン形成手段MAによって基板Wの(例えば1つ又は複数のダイを有する)対象部分C上に結像する投射系(例えば屈折投射レンズ)PLとを備える。

10

【0025】

図示するように、この装置は、(例えば透過マスクを使用する)透過タイプである。或いは、この装置は、(上記で参照したタイプのプログラム可能ミラー・アレイを使用する)反射タイプでもよい。

20

【0026】

イルミネータILは、放射源SOから放射のビームを受ける。例えば放射源がエキシマ・レーザであるとき、放射源とリソグラフィ装置は別々の実体でよい。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とはみなされず、放射ビームは、例えば適切な配向ミラー及び/又はビーム・エキスパンダを備えるビーム送達システムBDを用いて、放射源SOからイルミネータILまで通過する。他の場合には、例えば放射源が水銀ランプであるとき、放射源は装置の一体部分でよい。放射源SO及びイルミネータILは、必要ならビーム送達システムBDと共に、放射系と呼ばれることがある。

30

【0027】

イルミネータILは、ビームの角度輝度分布を調節する調節手段AMを有することができる。一般に、イルミネータの瞳面内の輝度分布の少なくとも外径及び/又は内径範囲(一般にそれぞれ 外径及び 内径と呼ぶ)を調節することができる。加えて、イルミネータILは一般に、積分器INやコンデンサCOなどの様々な他の構成部品を備える。イルミネータは、その断面内に所望の一様性及び輝度分布を有する、投射ビームPBと呼ばれる調整された放射ビームを供給する。

【0028】

投射ビームPBは、マスク・テーブルMT上に保持されたマスクMAに入射する。マスクMAを横切ると、投射ビームPBはレンズPLを通過し、レンズPLは、ビームを基板Wの対象部分C上に集束させる。第2位置決め手段PW及び位置センサIF(例えば干渉装置)を用いて、例えばビームPBの経路内に様々な対象部分Cを配置するように、基板テーブルWTを正確に移動することができる。同様に、第1位置決め手段PM及び別の位置センサ(図1には明示的に図示せず)を使用して、例えばマスク・ライブラリからの機械検索の後又は走査中に、ビームの経路に対してマスクMAを正確に配置することができる。一般には、オブジェクト・テーブルMT及びWTの移動は、位置決め手段PM及びPWの一部を形成するロング・ストローク・モジュール(粗い位置決め)及びショート・ストローク・モジュール(細かい位置決め)によって実現することができる。しかし、(スキャナではなく)ステッパの場合、マスク・テーブルMTをショート・ストローク・アク

40

50

チューエータだけに接続することができ、又は固定することができる。マスクMA及び基板Wは、マスク位置合せマークM1、M2及び基板位置合せマークP1、P2を使用して位置合せすることができる。

【0029】

図示する装置は、以下の好ましい形態で使用することができる。

【0030】

1. ステップ・モードでは、マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTがほぼ静止状態に保たれると共に、投射ビームに付与されたパターン全体が対象部分Cに1回で投射される(すなわち単一の静止露光)。次いで基板テーブルWTがX方向及び/又はY方向にシフトされ、それによって異なる対象部分Cを露光することができる。ステップ・モードでは、露光域の最大サイズにより、単一の静止露光で結像される対象部分Cのサイズが制限される。

10

【0031】

2. 走査モードでは、マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTが同期的に走査されると共に、投射ビームに付与されたパターンが対象部分Cに投影される(すなわち単一の動的露光)。マスク・テーブルMTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投射系PLの拡大(縮小)特性及び像反転特性によって決定される。走査モードでは、露光域の最大サイズにより、単一の動的露光での対象部分の(非走査方向の)幅が制限されるが、走査動作の長さにより、対象部分の(走査方向の)高さが決定される。

【0032】

3. 別のモードでは、マスク・テーブルMTがほぼ静止状態に保たれ、プログラム可能パターン形成手段を保持し、投射ビームに付与されたパターンが対象部分Cに投射される間に、基板テーブルWTが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使用され、プログラム可能パターン形成手段は、基板テーブルWTのそれぞれの移動の後、又は走査中の連続する放射パルス間に必要に応じて更新される。この動作モードは、上記で参照したタイプのプログラム可能ミラー・アレイなどのプログラム可能パターン形成手段を使用するマスクレス・リソグラフィに容易に適用することができる。

20

【0033】

本発明を、装置の焦点寛容度を向上させることに関して説明する。しかし、本発明はシステムのコントラストの安定化に等しく適用可能であり、以下で説明する実施例のすべても、この目的で使用することができる。上述の使用形態に関する組合せ及び/又は変形形態、或いは全く異なる使用形態も利用することができる。

30

【0034】

走査中に複数の位置で投射パターンを集束させることにより、装置の焦点寛容度を向上させることが可能である。液浸装置でこれを行う方法の1つを図4に示す。投射系PLの最終要素50と基板Wとの間の空間を埋めるどんな方法も使用することができる。図4では、欧州特許出願03252955.4で開示されているような液体閉込めシステムLCSが例示のために使用される。

【0035】

図4aに、投射系PLのレンズを通過し、いわゆる「Abschlussplatte」として示される投射系の最終要素50を通過する投射ビームPBを示す。Abschlussplatteは、投射系PLを浸液10から密封するのに使用される平行平板である。本発明は、その他の種類の最終要素50でも動作する。

40

【0036】

図4aでは、投射系PLの最終要素50が、投射PB及び装置の光軸に直交して配置される。図4b及び4cに示すように最終要素50が装置の光軸に対して傾斜する場合、基板Wに対する投射ビームPBの入射角を、直角から数百 μrad だけ変化させることができる。このようにして、結像中に基板Wが投射系PLの下で(基板の頂面に平行な方向に)移動したとき、基板W上のあらゆる点で連続的フォーカス・シフトを受ける。このことを図4dに略図で示し、フォーカス・シフトを矢印30で示す。

50

【 0 0 3 7 】

もちろん、最終要素 5 0 は、圧電アクチュエータ又はその他の形態のアクチュエータ（能動的作動）を使用して傾斜させることができる。しかし、液浸リソグラフィ装置では好都合なことに、結像中に投射系 P L の下の基板 W の移動による浸液 1 0 で発生する力を使用することができる（受動的作動）。このことは、最終要素を投射系の残りの部分に正しい剛性で（これは試行錯誤で確立することができる）取り付けることによって達成可能である。図 4 b では、基板 W が、図示するように左に移動している。これにより、左手側で浸液 1 0 内の圧力上昇が生み出される。投射系 P L が正しく組み立てられている場合、最終要素 5 0 の左手側での浸液 1 0 内の余分の圧力上昇は、最終要素 5 0 を投射系の光軸に対する直交関係から傾斜させるのに有効である。最終要素 5 0 を光軸から傾斜させることにより、最終要素 5 0 から出る投射ビーム P B も、基板の移動方向で光軸から傾斜又は偏向する。図 4 d に示すように、基板 W に対する投射ビーム P B の傾動の結果として、基板上のあらゆる点で連続的フォーカス・シフトを受ける。必要な傾斜量は、1 0 m m ごとに約 1 から 2 μ m である。

10

【 0 0 3 8 】

図 4 c に、基板 W が右側に移動するときの状況を示す。この場合、浸液 1 0 内の圧力上昇も、図示するように右手側で生じ、したがって投射系 P L の最終要素 5 0 は、図 4 b に示す方向と逆方向に傾斜する。最終要素 5 0 が逆方向に傾斜することの結果として、投射ビーム P B も逆方向に傾斜し、その結果、導入されるフォーカス・オフセットは走査基板 W の方向となり、いわゆるフォーカス・ドリリングを達成することができる。

20

【 0 0 3 9 】

最終要素 5 0 が平行平板である場合、最終要素 5 0 の傾動は、非液浸装置でフォーカス・ドリリングを引き起こす効果を有さない。焦点位置の変化を保証するのは、1 より大きい屈折率で達成可能な大きな光路差である。最終要素が傾斜するとき、浸液は、くさび形の光学要素のようになる。

【 0 0 4 0 】

最終要素 5 0 を装置の光軸の方向に移動することによって類似の効果を達成することができる。しかし、そのような場合、基板 W を連続的に走査することは不可能である可能性がある。いくつかの離散的イメージを様々なフォーカス・レベルで基板 W 上に投射する必要がある可能性がある。最終要素 5 0 の鉛直高を変化させ、それによって最終要素 5 0 と基板 W の間の浸液量を変化させることによって様々なフォーカス・レベルが達成される。液体の屈折率は 1 より著しく大きいので、投射ビーム P B の焦点位置が変化する。

30

【 0 0 4 1 】

「実施例 2」

第 2 実施例を図 5 に略図で示す。第 1 実施例と同じく、この目的は、投射ビームが基板表面上に直角に投射しないように、基板 W に対する投射ビーム P B の傾斜を誘発することである。図 5 に示すケースでは、このことは、投射系 P L の光軸に対して基板 W を傾斜させることによって達成され、その結果、基板 W が投射系 P L の下で走査され、マスク M A が投射系 P L の上で逆方向に走査されるとき、基板 W 上のあらゆる点で連続的フォーカス・シフトを受ける。走査中、基板 W の対象部分（基板上で位置が変化している）は、投射系 P L の最終要素から一定の距離のままとなる。

40

【 0 0 4 2 】

図 5 に示す、基板の端部間の鉛直高の必要な差約 1 μ m だけ基板 W を傾斜させることは、液浸リソグラフィで容易に達成される。実際、上述の液体閉込めシステム L C S は、この実施例で特に良好に動作することが判明している。

【 0 0 4 3 】

「実施例 3」

第 3 実施例を図 6 に示す。第 3 実施例は、以下に説明することを除いて第 1 実施例と同じである。

【 0 0 4 4 】

50

第3実施例では、投射ビームPBが、投射系PLの光軸に対して通常通り維持される。しかし、基板Wに対する投射ビームPBの焦点位置を変化させるために、図示するように基板Wを光軸の方向に約1 μ mだけ上方及び下方に移動する。このことは、基板Wの露光中に、スリット・スキャン当たり約1 μ mだけ、露光当たり数サイクルからレーザ周波数(1~4kHz)未満の周波数で基板Wが振動するときに実施される。或いは、各位置で1回ずつの複数の露光が実施される。

【0045】

「実施例4及び5」

第4及び第5実施例は、パターン形成投射ビームPBの所望の焦点位置の変化を達成するために浸液10が変化することが浸液10の特徴であることを除いて、第1実施例と同じである。他の実施例と同じく、どんな液体供給システムも使用することができるが、第4実施例では、図2及び3に示すような液体供給システムが最も適している。第5実施例では、欧州特許出願03252955.4で説明されているような液体閉込めシステムLCSが最適である。

10

【0046】

第4及び第5実施例では、浸液10の屈折率が時間と共に変化する。具体的には、露光中に基板Wが投射系PLの下で走査されるとき、浸液10の屈折率が水平方向にゆっくりと変化する。これを行う1つの方法は、図2の装置を使用して、入口INを通じて基板Wの表面に加えらるる液体の組成を時間と共に変化させることである。例えば、異なる屈折率を有する2つの液体の2元組成を連続的に変化させることによってである。この屈折率の変化は、基板Wに対する投射イメージの焦点位置を変化させる効果を有し、それによって焦点寛容度を向上させるという本発明の目的が達成される。

20

【0047】

上述の屈折率の変化は、浸液の温度を変化させることによって可能である。これが第5実施例であり、図7を参照しながら説明する。ヒータ70が液体閉込めシステムLCS上に設けられる。又はヒータ70を液体供給システム内の別の場所に設けることもできる。ヒータ70は、走査中に、水平方向、すなわち結像される基板Wの表面の平面に対して平行な方向で変化するのに有効である。ヒータ70は、浸液10の屈折率を変化させる効果を有し、それによって、基板Wが投射系PLの下で走査されるときに、基板Wに対する投射ビームPBの焦点位置が変化する。

30

【0048】

第4及び第5実施例のシステムは、連続走査的に使用することができ、又はそれぞれ異なるフォーカス設定での離散的な複数の露出に対して使用することができる。制御は、下流方向又は上流方向に流体特性を測定することによるフィードフォワード又はフィードバックでよい。

【0049】

「他の実施例」

複数の位置で投射ビームPBを集束させる他の方法には、例えば投射ビームPBを発生するレーザ中のガスの組成を変化させること、レーザ中のガスの圧力を変化させること、又はライン・ナローイング・ユニットを使用することによって投射ビームPBの帯域幅を変化させることが含まれる。屈折投射光学系を使用する場合、焦点位置は、使用する波長に依存する(レンズはアキシアル・カラーを有すると言われる)。したがって、投射ビームPBの帯域幅を増大させることにより、複数のアンテナ・イメージ(波長当たり1つ)が同時に結像される。同じ効果は、2つ以上の異なる(ほぼ一定の)波長の複数の投射ビームを使用することによって達成することができる。投射ビームは、同一の放射源又は異なる放射源によって供給することができる。投射ビームの焦点位置は、マスクの変位、傾動、又は回転によって変化させることもできる。

40

【0050】

投射系PLでバイ・レフリンガント(birefringent)レンズ要素を使用することも可能であり、実際CaF₂は、液浸リソグラフィで使用される波長での紫外放

50

射に対して透過性であると共に、パイ・レフリング特性を示す。このようにして、投射ビームの様々な焦点位置で同時に基板Wに結像することが可能である。

【0051】

上記の方法のすべては、焦点位置の正確な変化量を達成するように保証するために変数の精密な制御を必要とすることを理解されよう。この目的で、コントローラが設けられる。

【0052】

局所的であってもなくても、どんな液体閉込めシステムでも本発明で使用する事ができる。

【0053】

本発明の特定の実施例を上記で説明したが、本発明は記載以外の方法でも実施できることを理解されよう。この説明は本発明を限定することを意図するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【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】本発明の一実施例による液体閉込めシステムの断面図である。

【図3】図2の液体閉込めシステムの平面図である。

【図4a】本発明の第1実施例を示す図である。

【図4b】本発明の第1実施例を示す図である。

【図4c】本発明の第1実施例を示す図である。

【図4d】本発明の第1実施例を示す図である。

【図5】本発明の第2実施例を示す図である。

【図6】本発明の第3実施例を示す図である。

【図7】本発明の第5実施例を示す図である。

【符号の説明】

【0055】

A M 調節手段

B D ビーム送達システム

C 対象部分

C O コンデンサ

I F 位置センサ

I L 照明系

I N 積分器、入口

L C S 液体閉込めシステム

M A パターン形成手段

M A パターン形成手段

M T 第1支持構造

M 1、M 2 マスク位置合せマーク

P B 投射ビーム

P L 投射系

P W 第2位置決め手段

P 1、P 2 基板位置合せマーク

S O 放射源

W 基板

W T 基板テーブル

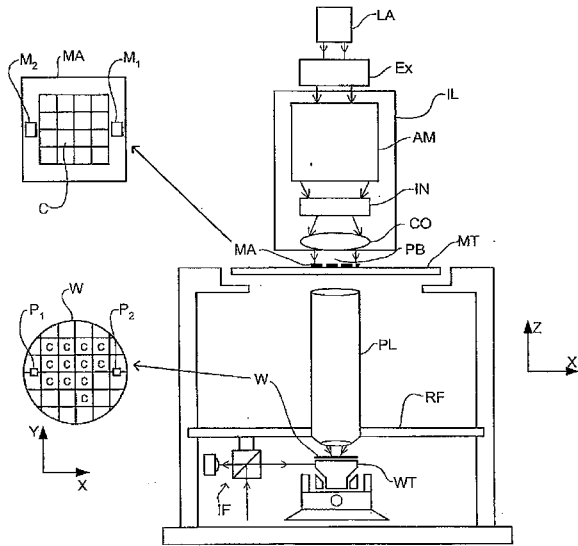
10

20

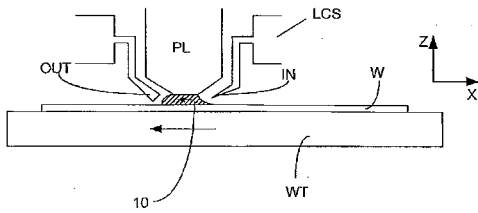
30

40

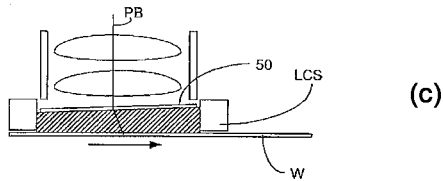
【 図 1 】



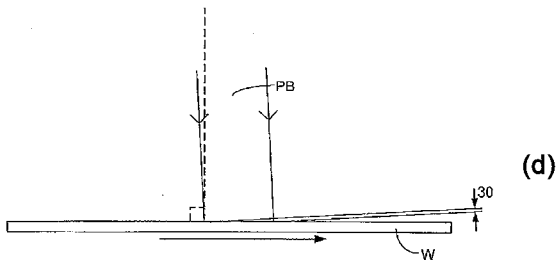
【 図 2 】



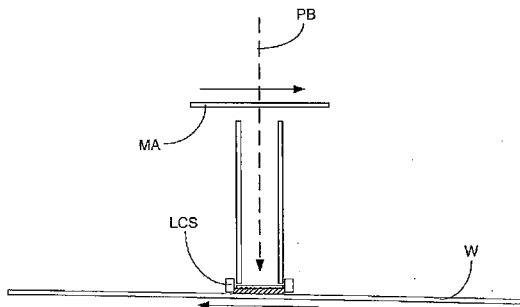
【 図 4 c 】



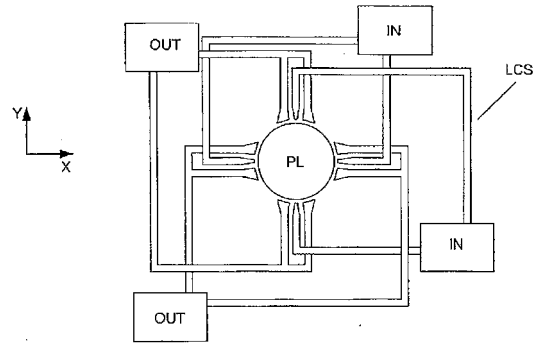
【 図 4 d 】



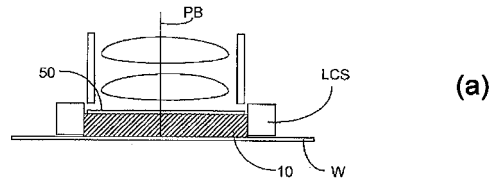
【 図 5 】



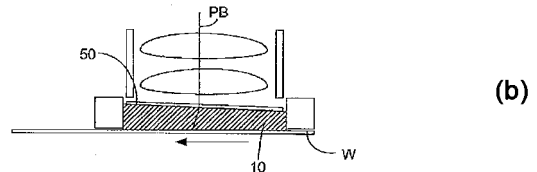
【 図 3 】



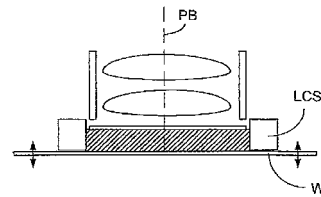
【 図 4 a 】



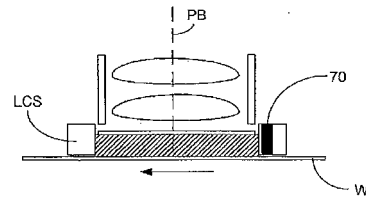
【 図 4 b 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【手続補正書】

【提出日】平成20年5月2日(2008.5.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射の投射ビームを供給する照明系と、
前記投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を支持する支持構造と、
基板を保持する基板テーブルと、
投射系を使用して前記基板の対象部分に前記パターン形成ビームを投射する投射系と、
前記投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填する液体供給システムとを備えるリソグラフィ装置であって、
前記パターン形成ビームの投射中に、前記基板に対する複数の位置で前記パターン形成ビームを集束するコントローラを有し、
前記コントローラが前記液体供給システムを制御し、前記液体の屈折率を変化させることによって前記位置を変化させ、
前記屈折率が、前記液体の温度の変化によって変化する
こと特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項2】

基板を設けること、
照明系を使用して放射の投射ビームを供給すること、
前記投射ビームの断面にパターンを付与するパターン形成手段を使用すること、
投射系の最終要素と前記基板との間の空間に液体を少なくとも部分的に充填すること、
前記投射系を使用して、前記基板の対象部分に放射のパターン形成ビームを投射することを含むデバイス製造方法であって、
前記基板に対する複数の位置で前記パターン形成ビームを集束させ、
前記位置が、前記液体の屈折率を変化させることによって変化し、
前記液体の屈折率が、前記液体の温度を変化させることによって変化する
ことを特徴とする方法。

フロントページの続き

- (74)代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
- (72)発明者 ボブ シュテレーフェルク
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
- (72)発明者 ヨハネス キャサリヌス ヒュベルテュス ムルケンス
オランダ国、ヴァールレ、フォート 5
- (72)発明者 ヨハネス ヤコブス マテウス パゼルマンス
オランダ国、オイルショット、デ クルイク 1
- (72)発明者 ポール グラウプナー
ドイツ連邦共和国、アーレン、キーフェルンヴェク 7
- (72)発明者 アドリアヌス フランシスクス ペトルス エンゲレン
オランダ国、ヴァールレ、ラフェンデルラーン 1 5
- (72)発明者 ヨゼフ マリア フィンデルス
オランダ国、フェルトホーフエン、ハーグ 4
- (72)発明者 ヤン ベルナルド プレチェルムス ファン ショット
オランダ国、アイントホーフエン、ピュルヴェク 3
- Fターム(参考) 5F046 BA03 CB24 DA14 DA27

【外国語明細書】

2008235930000001.pdf