

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4350056号
(P4350056)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 D
GO 3 F	7/20	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 0 3 C
			GO 3 F	7/20 5 2 1

請求項の数 19 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-100825 (P2005-100825)	(73) 特許権者	504151804
(22) 出願日	平成17年3月31日(2005.3.31)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
(65) 公開番号	特開2005-294838 (P2005-294838A)		ブイ.
(43) 公開日	平成17年10月20日(2005.10.20)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
審査請求日	平成17年5月23日(2005.5.23)		4 ディー アール, デ ラン 6501
(31) 優先権主張番号	10/814815	(74) 代理人	100079108
(32) 優先日	平成16年4月1日(2004.4.1)		弁理士 稲葉 良幸
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100093861
			弁理士 大賀 真司
		(74) 代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(72) 発明者	コエン ヤコブス ヨハンネス マリア
			ザール
			オランダ国、エイントホーフエン、セント
			カタリナストラート 53
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線ビームの断面にパターンを与えるように機能するパターン形成デバイスを支持するための支持構造と、

前記パターン形成されたビームを前記基板のターゲット部分に投影するための投影システムと、

基板を保持するための基板テーブルであって、パール・プレートと、該パール・プレート上に保持された基板全体にわたって圧力差を確立するための真空システムとを有し、前記圧力差は、前記基板の中央部よりも周縁部で大きい基板テーブルと、

前記投影システムと前記基板との間の空間に高屈折率の液体を供給するための液体供給システムとを有するリソグラフィ装置において、

前記真空システムは、前記基板テーブルの中心に向かって移動する液体の流入を防ぐために、前記基板テーブルの下の空間に流入する前記液体の除去が可能であり、

前記パール・プレート上のパールの密度が、前記中央部よりも前記周縁部で高いリソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記周縁部でのパールの密度と前記中央部でのパールの密度との比が、装置の使用時のそれらの部分での圧力差の比に実質的に等しい請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記周縁部および中央部の前記パールが全て実質的に同じ公称サイズであり、しかし単位

10

20

面積当たりの数が周縁部でより多い請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記パールの断面積が前記周縁部でより大きい請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記周縁部が、前記基板の外周縁の内側に延びる実質的に環状の領域である請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 6】

前記環状領域が、前記パール・プレートの半径の 5% ~ 20% の範囲の幅を有している請求項 5 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記パール・プレートが、前記周縁部を前記中央部から離隔する直立壁を有している請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

パールの密度が、前記周縁部内で実質的に一定である請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 9】

パールの密度が、前記中央部内で実質的に一定である請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

基板テーブルに保持された基板を提供するステップと、
放射線の投影ビームを提供するステップと、
パターン形成デバイスを使用して前記投影ビームの断面にパターンを与えるステップと、
前記投影システムと前記基板との間の空間に高屈折率の液体を提供するステップと、
パターン形成された放射線のビームを前記基板のターゲット部分に投影するステップと
を含むデバイス製造方法であって、
前記基板が、前記基板にわたる圧力差によってパール・プレートに保持され、該圧力差が、
前記基板の中央部よりも周縁部で大きく、前記パール・プレート上のパールの密度が、
前記中央部よりも前記周縁部で高く、

前記基板テーブルの中心に向かって移動する液体の流入を防ぐために、前記基板テーブルの下
の空間に流入する前記液体の除去が可能なデバイス製造方法。

【請求項 11】

前記投影システムの最終要素と前記基板テーブルに保持された基板との間の空間に高屈折率の液体が供給されるリソグラフィ投影装置で使用するためのパール・プレートであって、

前記パール・プレートの周縁部でのパールの密度が、その中央部での密度よりも高いパール・プレート。

【請求項 12】

前記周縁部でのパールの密度と前記中央部でのパールの密度との比が、装置の使用時のそれらの部分での圧力差の比に実質的に等しい請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 13】

前記周縁部および中央部の前記パールが全て実質的に同じ公称サイズであり、しかし単位面積当たりの数が周縁部でより多い請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 14】

前記パールの断面積が周縁部でより大きい請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 15】

前記周縁部が、前記基板の外周縁の内側に延びる実質的に環状の領域である請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 16】

前記環状領域が、前記パール・プレートの半径の 5% ~ 20% の範囲の幅を有している請求項 11 に記載のパール・プレート。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

前記パール・プレートが、前記周縁部を前記中央部から離隔する直立壁を有している請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 18】

パールの密度が、前記周縁部内で実質的に一定である請求項 11 に記載のパール・プレート。

【請求項 19】

パールの密度が、前記中央部内で実質的に一定である請求項 11 に記載のパール・プレート。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィ装置およびデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、基板のターゲット部分に所望のパターンを適用する機械である。リソグラフィ装置は、例えば集積回路（IC）の製造に使用することができる。その状況において、マスクなどのパターン形成デバイスが、ICの個々の層に対応した回路パターンを生成するために使用されることができ、このパターンが、放射線感光材料（レジスト）の層を有する基板（例えばシリコン・ウェハ）上のターゲット部分（例えば1つまたは複数のダイの一部を有するもの）に結像されることができ、このパターンが、放射線感光材料（レジスト）の層を有する基板（例えばシリコン・ウェハ）上のターゲット部分（例えば1つまたは複数のダイの一部を有するもの）に結像されることができ、一般には、単一の基板が、隣接するターゲット部分網を含み、それらのターゲット部分が連続的に露光される。既知のリソグラフィ装置は、ターゲット部分に全パターンを一度に露光することによって各ターゲット部分を照射するいわゆるステッパと、投影ビームによって所与の方向（「走査」方向）にパターンを走査しながら、それと同期的に、この方向と平行または逆平行方向に基板を走査することによって各ターゲット部分を照射するいわゆるスキャナとを含む。

20

【0003】

リソグラフィ投影装置内で、比較的高い屈折率を有する液体（例えば水）の中に基板を液浸して、投影システムの最終要素と基板との空間を充填することが提案されている。この要点は、液体中では露光放射線がより短い波長を有するので、より小さなフィーチャの結像が可能になることにある（液体の効果は、システムの実効NAを増大させることと考えることもでき、また焦点深度を増大させることと考えることもできる）。固体粒子（例えば水晶）を浮遊させた水を含む、他の浸液も提案されている。

30

【0004】

しかし、基板を、あるいは基板と基板テーブルとを液体槽内へ浸漬すること（例えば本明細書に参照として全体を組み込む米国特許第4,509,852号明細書参照）は、走査露光中に加速させなければならない大量の液体が存在することを意味する。これは追加の、あるいはより強力なモータを必要とし、液体中の乱流が、望ましくない予測不能な影響を引き起こす可能性がある。

【0005】

40

提案されている解決策の1つは、液体供給システムが、液体密閉システムを使用して、基板の局所領域、および投影システムの最終要素と基板との間にのみ液体を提供することである（基板は通常、投影システムの最終要素よりも大きい表面積を有する）。このように構成するために提案されている一方法が、本明細書によって参照として全体を組み込む国際公開第99/49504号パンフレットに開示されている。添付図面の図5および図6に示すように、液体は、好ましくは最終要素に対する基板の移動方向に沿って、少なくとも1つの入口INから基板上に供給され、投影システムの下を通過した後、少なくとも1つの出口OUTから取り除かれる。すなわち、基板が-X方向で要素の下に走査される時、液体は、要素の+X側に供給され、-X側で抜き取られる。図5に、液体が入口INを通して供給され、要素のもう一方の側で、低圧源に接続された出口OUTから抜き取

50

られる構成を模式的に示す。図5の例示では、液体は、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、必ずしもそうである必要はない。最終要素の周りに配置される入口および出口は、様々な向きおよび数とすることが可能であり、一例を図6に例示する。図中では、入口とその両側にある出口とのセットが4つ、最終要素の周りに規則的なパターンで提供されている。

【0006】

提案されている別の解決策は、投影システム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液体供給システムに提供することである。シール部材は、Z方向（光軸の方向）ではある程度の相対運動をするかもしれないが、XY面では投影システムに対して実質的に静止している。シールは、シール部材と基板の表面との間に形成される。シールは、ガス・シールなど非接触シールであることが好ましい。そのようなシステムは、本明細書に参照として全体を組み込む欧州特許出願第03252955.4号に開示されている。さらなる解決策を添付図面の図7に示す。

10

【0007】

欧州特許出願第03257072.3号では、ツインまたはデュアル・ステージ液浸リソグラフィ装置の概念が開示されている。そのような装置は、基板を支持するための2つのステージを備える。第1の位置にあるステージでは、浸液がない状態で水準測量が行われ、浸液が存在する第2の位置にあるステージで露光が行われる。別法では、装置がただ1つのステージを有している。

【0008】

従来のリソグラフィ装置では、基板はしばしば、基板の上の大気と、基板の下の部分的に真空にされた空間との圧力差により、ピンブル（pimple）またはバール（burr）プレートにクランプされる。ピンブル・プレートは、基板の周縁に対応する真空壁内部の空間にわたって分配された複数の突起（ピンブルまたはバール）を有する。基板は、バールの上、および任意選択で真空壁の上に位置し、真空壁はピンブルよりも低く構成され、そのため、本明細書に参照として全体を組み込む米国特許第6,232,615号明細書で述べられているように、基板の下の空間内への制御された空気漏れが存在する。バール・プレートの主要な利点は、バールの頂部の総面積が基板の面積に比べて非常に小さく、そのため、基板の裏面の汚染物質粒子が基板とバールとの間に入って基板を歪曲する可能性がそれ相応に低いことである。したがって、クランプ力が圧力差によるものではなく静電気であるときにもバールを使用することができる。

20

30

【0009】

投影レンズの最終要素と基板およびバール・プレートとの間の領域に高屈折率の液体（例えば水）を用いるリソグラフィ装置では、圧力差を生成する真空システムが、基板の縁部の周りで、空気ではなく浸液の漏れに、あるいは空気に加えて浸液の漏れに対処できる必要がある。その問題の1つの解決策は、基板の周縁の周りで追加の真空排気を提供して漏れた流体に対処するというものである。これは、基板全体に及ぶ圧力差を高め、それにより基板の歪曲が生じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0010】

したがって最終レンズ要素と基板との間の空間に高屈折率の液体を供給することができ、且つ基板の歪曲を低減することができるリソグラフィ装置を提供することが望まれる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の1つの観点によれば、放射線の投影ビームを提供するための照明システムと、投影ビームの断面にパターンを与えるパターン形成デバイスを支持するための支持構造と、基板を保持するための基板テーブルであって、バール・プレートと、該バール・プレー

50

トに保持された基板全体にわたる圧力差を確立するための真空システムとを有し、前記圧力差が、前記基板の周縁部で中央部よりも大きい基板テーブルと、

パターン形成されたビームを基板のターゲット部分に投影するための投影システムと、前記投影システムの最終要素と前記基板テーブルに保持された基板との間の空間に高屈折率の液体を供給するための液体供給システムとを有するリソグラフィ装置であって、

前記パール・プレート上のパールの密度が、前記周縁部で前記中央部よりも高いことを特徴とするリソグラフィ装置が提供される。

【0012】

本発明者は、より高い圧力差の領域内のパールが増大した負荷によってより大きく圧縮されることが、基板の歪曲増大の原因であることを突き止めた。基板自体および基板テーブルも、異なる負荷を受けて異なる量だけ歪む場合がある。より高い圧力差の領域でパールの密度を高めることによって、その部分での各パールに対する単位面積当たりの負荷が低減され、したがってパールの圧縮が小さくなる。それにより、パールの圧縮はより均一になり、基板の歪曲が低減される。周縁部でのパールの密度と中央部でのパールの密度との比が、装置の使用時のそれらの部分での圧力差の比に実質的に等しいことが好ましい。

【0013】

特に好ましい実施例では、周縁部および中央部にあるパールが全て実質的に同じ公称サイズであり、しかしそれらの間隔は周縁部で小さくなっており、したがって単位面積当たりの数が多くなっている。このようにすると、既知の製造技法を使用して、上記2つの部分でのパールの圧縮のより正確な均一化を実現することができる。別法として、周縁部でパールの断面積を大きくすることもできる。パール間での基板の湾曲が許容限界範囲内であることを保証するのに十分な数のパールが存在するという条件の下で、パールのサイズと間隔を共に変えることも可能である。いくつかの状況では、外側の領域でパールの高さを高くして、中央部にあるパールと同じ高さまで歪むようにできる場合もある。

【0014】

周縁部は、基板の外周縁の内側で延びている実質的に環状の領域であることが好ましい。本発明の特定の実施例では、環状領域が、パール・プレートの半径の5%~20%の範囲内の幅を有している。

【0015】

1つの好ましい実施例では、パール・プレートの中央部の下の空間内に1つまたは複数の気体入口が提供され、それによって基板の下で中央から外側へ向かって一定の気体の流れが存在するようになる。この気流は、基板の下の空間へ水が進入するのを防止する助けとなる。

【0016】

またパール・プレートが、周縁部を中央部から離隔する直立壁を有していることも好ましい。直立壁は、中央部と周縁部での異なる圧力差を保つ助けとなり、しかしパールと同じ高さではなくてもよく、それによって中央部から周辺部へ若干の気体漏れが存在するようになる。

【0017】

本発明のさらに他の観点によれば、基板を提供するステップと、照明システムを使用して、放射線の投影ビームを提供するステップと、パターン形成デバイスを使用して、投影ビームの断面にパターンを与えるステップと、前記投影システムの最終要素と前記基板との間の空間に高屈折率の液体を提供するステップと、

パターン形成された放射線のビームを基板のターゲット部分に投影するステップとを含むデバイス製造方法であって、

前記基板が、基板全体にわたる圧力差によってパール・プレート上に保持され、前記圧力差が、前記基板の周縁部で中央部よりも大きく、前記パール・プレート上のパールの密

10

20

30

40

50

度が、前記周縁部で前記中央部よりも高いことを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

【0018】

本発明のさらに他の観点、リソグラフィ投影装置で使用するためのパール・プレートであって、投影システムの最終要素と基板テーブルに保持された基板との間の空間に高屈折率の液体が供給され、パール・プレートの周縁部でのパールの密度が、その中央部での密度よりも高いパール・プレートを提供する。

【0019】

本発明は、特に上述したタイプの液浸リソグラフィ装置に適用することができるが、それらに限定されるものではなく、任意の液浸リソグラフィ装置に適用することができる。

【0020】

本文では、ICの製造でのリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で述べるリソグラフィ装置が、集積光システム、磁気ドメイン・メモリ用の誘導および検出パターン、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッドなど他の用途を有していてもよいことを理解すべきである。そのような他の用途の文脈では、本明細書での用語「ウェハ」または「ダイ」の使用を、それぞれより一般的な用語「基板」または「ターゲット部分」と同義と考えることができることを当業者は理解されよう。本明細書で言及する基板は、露光前または露光後に、例えばトラック(典型的には、レジストの層を基板に塗布し、露光されたレジストを現像するツール)、または測定ツールもしくは検査ツールで処理することができる。該当する場合には、本明細書の開示を、そのような基板処理ツール、およびその他の基板処理ツールに適用することができる。さらに、例えば多層ICを作成するために基板を複数回処理することもでき、したがって本明細書で使われる用語「基板」は、複数回処理された層を既に含む基板を表していてもよい。

【0021】

本明細書で使用する用語「放射線」および「ビーム」は、紫外(UV)放射線(例えば波長が365、248、193、157、または126nm)を含めた全てのタイプの電磁放射線を包含する。

【0022】

本明細書で使用する用語「パターン形成デバイス(パターニング・デバイス)」は、基板のターゲット部分にパターンを作成する目的で投影ビームの断面にパターンを与えるために使用することができるデバイスを表すものと広く解釈すべきである。投影ビームに与えられるパターンは、基板のターゲット部分での所望のパターンに正確には対応しない場合があることに留意すべきである。一般に、投影ビームに与えられるパターンは、集積回路などターゲット部分に作成されるデバイスの特定の機能層に対応している。

【0023】

パターン形成デバイスは、透過型または反射型にすることができる。パターン形成デバイスの例として、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ、およびプログラム可能LCDパネルが挙げられる。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・マスク、レベンソン型位相シフト・マスク、およびハーフトーン型位相シフト・マスクなどのマスク・タイプ、ならびに様々なハイブリッド・マスク・タイプを含む。プログラム可能ミラー・アレイの一例では、小さなミラーのマトリックス配列が採用され、入射する放射線ビームを異なる方向に反射するように各ミラーを個別に傾けることができる。この方法では、反射されたビームにパターンが形成される。パターン形成デバイスの各例では、支持構造は、例えばフレームまたはテーブルにすることができ、必要に応じて固定することも可動にすることもでき、例えば投影システムに対してパターン形成デバイスが所望の位置にあることを保証することができる。本明細書における用語「レチクル」または「マスク」の使用は、より一般的な用語「パターン形成デバイス」と同義と考えることができる。

【0024】

本明細書で使用する用語「投影システム」は、例えば使用する露光放射線、または浸液

10

20

30

40

50

の使用もしくは真空の使用など他の因子に適するように、屈折光学システム、反射光学システム、および反射屈折光学システムを含めた様々なタイプの投影システムを包含するものと広く解釈すべきである。本明細書における用語「レンズ」の使用は、より一般的な用語「投影システム」と同義と考えることができる。

【0025】

また、照明システムは、放射線の投影ビームを方向付け、成形し、あるいは制御するための、屈折、反射、および反射屈折光学構成要素を含む様々なタイプの光学構成要素を包含していてもよく、以下、そのような構成要素を総称して、または個々に「レンズ」と呼ぶ場合がある。

【0026】

リソグラフィ装置は、2つ（デュアル・ステージ）以上の基板テーブル（および/または2つ以上のマスク・テーブル）を有するタイプのものにすることができる。そのような「マルチ・ステージ」の機械では、追加のテーブルを並列に使用することができ、あるいは、1つまたは複数のテーブルで準備ステップを行い、同時に1つまたは複数の他のテーブルを露光用に使用することができる。

【0027】

次に、本発明の実施例を、単に例として、添付の概略図面を参照しながら説明する。図面中、対応する参照符号は、対応する部分を指す。

【実施例】

【0028】

図1に、本発明の特定の実施例によるリソグラフィ装置を模式的に示す。本装置は、放射線（例えばUV放射線またはDUV放射線）の投影ビームPBを提供するための照明システム（照明器）ILと、

パターン形成デバイス（例えばマスク）MAを支持するための支持構造であって、要素PLに対してパターン形成デバイスを正確に位置決めするための第1の位置決めデバイスPMに接続された第1の支持構造（例えばマスク・テーブル）MTと、

基板（例えばレジスト被覆ウェハ）Wを保持するための基板テーブルであって、要素PLに対して基板を正確に位置決めするための第2の位置決めデバイスPWに接続された基板テーブル（例えばウェハ・テーブル）WTと、

パターン形成デバイスMAによって投影ビームPBに与えられたパターンを、基板Wのターゲット部分C（例えば、1つまたは複数のダイを備える）に結像するための投影システム（例えば屈折投影レンズ）PLとを有する。

【0029】

ここに描かれているように、本装置は（例えば透過マスクを採用する）透過型のものである。別法として、装置を、（例えば上で言及したタイプのプログラム可能ミラー・アレイを採用する）反射型のものにすることもできる。

【0030】

照明器ILは、放射線源SOから放射線のビームを受ける。例えば放射線源がエキシマ・レーザであるとき、放射線源とリソグラフィ装置とを個体とすることができる。そのような場合、放射線源は、リソグラフィ装置の一部を成しているとはみなされず、放射線ビームは、例えば適切な方向付けミラーおよび/またはビーム拡大器を備えるビーム送達システムBDを用いて、放射線源SOから照明器ILに進められる。他の場合、例えば放射線源が水銀ランプであるときには、放射線源を装置の一部にすることができる。放射線源SOと照明器ILを、必要であればビーム送達システムBDと共に、放射線システムと呼んでもよい。

【0031】

照明器ILは、ビームの角度強度分布を調整するための調整デバイスAMを備えることができる。一般に、照明器の瞳面での強度分布の少なくとも外側および/または内側ラジアル範囲（通常、それぞれアウターおよびインナーと呼ばれる）を調整することがで

10

20

30

40

50

きる。さらに照明器 I L は、通常、積分器 I N および集光器 C O など様々な他の構成要素を備える。照明器は、断面で所望の一様性および強度分布を有する調整された放射線ビーム（投影ビーム P B と呼ぶ）を提供する。

【 0 0 3 2 】

投影ビーム P B は、マスク・テーブル M T 上に保持されたマスク M A に入射する。マスク M A を通った後、投影ビーム P B はレンズ P L を通過し、レンズ P L が、ビームを基板 W のターゲット部分 C に集束させる。第 2 の位置決めデバイス P W および位置センサ I F（例えば干渉計デバイス）を用いて、例えばビーム P B の経路内に様々なターゲット部分 C を位置決め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、マスク M A を例えばマスク・ライブラリから機械的に取り出した後に、または走査中に、第 1 の位置決めデバイス P M および別の位置センサ（図 1 には明示していない）を使用して、マスク M A をビーム P B の経路に対して正確に位置決めすることができる。一般に、オブジェクト・テーブル M T および W T の移動は、位置決めデバイス P M および P W の一部を成す長行程モジュール（粗い位置決め）および短行程モジュール（精密な位置決め）を用いて実現される。しかし（スキャナとは対照的に）、ステッパの場合、マスク・テーブル M T を短行程アクチュエータのみに接続してもよく、あるいはマスク・テーブル M T を固定してもよい。マスク M A および基板 W は、マスク・アラインメント・マーク M 1、M 2 および基板アラインメント・マーク P 1、P 2 を使用して位置合わせすることができる。

10

【 0 0 3 3 】

図示の装置は、以下の好ましいモードで使用することができる。

20

【 0 0 3 4 】

(1) ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T および基板テーブル W T は基本的に静止したままであり、その間に、投影ビームに与えられた全パターンが一度にターゲット部分 C に投影される（すなわち、ただ 1 回の静的露光）。次いで、異なるターゲット部分 C を露光することができるように、基板テーブル W T が X および / または 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が、ただ 1 回の静的露光で結像されるターゲット部分 C のサイズを制限する。

【 0 0 3 5 】

(2) 走査モードでは、マスク・テーブル M T と基板テーブル W T とが同期して走査されるのと同時に、投影ビームに与えられたパターンがターゲット部分 C に投影される（すなわち、ただ 1 回の動的露光）。マスク・テーブル M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P L の拡大（縮小）および像反転特性によって決定することができる。走査モードでは、露光領域の最大サイズが、ただ 1 回の動的露光におけるターゲット部分の（非走査方向での）幅を制限し、走査運動の長さが、ターゲット部分の（走査方向での）高さを決定する。

30

【 0 0 3 6 】

(3) 別のモードでは、マスク・テーブル M T がプログラム可能パターン形成デバイスを保持して基本的に静止したまま、基板テーブル W T が移動または走査され、その間に、投影ビームに与えられたパターンがターゲット部分 C に投影される。このモードでは通常、パルス放射線源が採用され、プログラム可能パターン形成デバイスは、基板テーブル W T の毎回の移動後に、または走査中に、連続する放射線パルスの合間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、上で言及し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・リソグラフィに簡単に適用することができる。

40

【 0 0 3 7 】

上述した使用モードの組合せおよび / または変形態様、あるいは全く異なる使用モードを採用することもできる。

【 0 0 3 8 】

図 2 に、投影システムと基板ステージとの間の液体リザーバ 1 0 を示す。液体リザーバ

50

10は、入口/出口管13を通して提供される比較的高い屈折率を有する液体11(例えば水)で充填される。この液体の効果は、液体中で放射線の投影ビームが空気または真空中よりも短い波長を有し、より小さなフィーチャを解像することができることである。投影システムの解像限界は、とりわけ投影ビームの波長およびシステムの開口数によって決まることが知られている。また液体の存在が実効開口数を増大させると考えることもできる。さらに、一定の開口数では、液体は、被写体深度を増大させる効果がある。

【0039】

リザーバ10は、投影システムの像領域の周囲で、基板に対する非接触シールを形成し、それによって液体は基板表面と投影システムの最終要素との間の空間を充填するように閉じ込められる。リザーバは、投影システムPLの最終要素の下に位置決めされて最終要素を取り囲むシール部材12によって形成される。液体は、投影システムの下空間内であって、シール部材12内に導入される。シール部材12は、投影システムの最終要素のわずかに上まで延びており、液体の高さは最終要素の上まで上昇し、それにより液体の緩衝域(バッファ)が提供される。シール部材12は、その上端部で投影システムまたはその最終要素のステップに近接した共形の内周を有し、例えば丸くされていてもよい。下端では、内周は、像領域の形状に近接した共形、例えば矩形であるが、必ずしもそうである必要はない。

【0040】

液体は、シール部材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、入口15を通してシール部材12と基板との間の隙間に圧力下で提供され、第1の出口14を通して抜き取られる気体(例えば空気または合成空気、しかし好ましくは N_2 または別の不活性気体)によって形成される。気体入口15での過圧、第1の出口14での真空レベル、および隙間の幾何形状は、内側に液体を閉じ込める高速気流が存在するように構成される。図3に、これをより詳細に示す。

【0041】

ガス・シールは、2つの環状溝18、19によって形成され、これらの溝は、溝の周りに間隔を空けて構成された一連の小さなコンダクトによって、それぞれ第1の入口15および第1の出口14に接続されている。マニホールドを形成するために、入口および出口それぞれで、シール部材内に大きな環状中空部分を提供してもよい。ガス・シールは、気体軸受として振舞うことによってシール部材12を支持する効果も有していてもよい。

【0042】

気体入口15の外側での隙間G1は、外への空気流に対する抵抗を提供するように、小さく且つ長いことが好ましいが、必ずしもそうである必要はない。入口15の半径位置での隙間G2は、シール部材の周りでの気体の十分な分布を保證するようにわずかに大きめであり、入口15は、シール部材の周りにおけるいくつかの小さな穴によって形成される。隙間G3は、シールを通る気流を制御するように選択される。隙間G4は、良好な真空分布を提供するように大きめであり、出口14は、入口15と同様にいくつかの小さな穴から形成される。隙間G5は小さく、空間内の液体への気体/酸素拡散を防止し、多量の液体が真空に進入して真空を擾乱するのを防止し、且つ毛細管作用によって常に隙間が液体で充填されていることを保証している。

【0043】

したがってガス・シールは、隙間内へ液体を引き込む毛細管力と、液体を外に押し出す空気流との均衡を図っている。隙間がG5からG4へ広がっているため、毛細管力は小さくなり、空気流は増加し、それにより、基板が投影システムPLの下で移動するときさえ液体境界がこの領域内にあり、安定している。

【0044】

G2での入口とG4での出口との圧力差、ならびに隙間G3のサイズおよび幾何形状が、シール16を通る気流を決定し、これらは特定の実施例に従って決められる。ただし、想定される利点を実現されるのは、隙間G3の長さが短く、且つG2での絶対圧力がG4の2倍である場合であり、この場合、気体速度は、気体中での音速であり、それ以上に上

10

20

30

40

50

昇することはあり得ない。したがって、安定した気流が実現される。

【 0 0 4 5 】

また気体入口での圧力を低減させ、液体が間隙 G 4 に進入して真空システムによって吸い取られるように気体出口システムを使用することによって、システムから液体を完全に除去することができる。真空システムは、シールを形成するために使用される気体のみならず、液体をも扱うように簡単に配置することができる。またガス・シール内の圧力制御を行って、基板が移動する際に摩擦によって加熱される間隙 G 5 内の液体が投影システムの下空間内の液体の温度を擾乱しないように、間隙 G 5 を通る液体の流れを保證することもできる。

【 0 0 4 6 】

乱流および振動を減らすために、気体入口および出口の周りのシール部材の形状は、できるだけ層流を提供するように選択すべきである。また液体を閉じ込める最大の力を提供するために、液体界面での流れ方向の変化ができるだけ大きくなるように気流を設定すべきである。

【 0 0 4 7 】

液体供給システムは、新しい液体がリザーバ 1 0 に提供されるように、リザーバ 1 0 内で液体を循環させる。

【 0 0 4 8 】

ガス・シール 1 6 は、シール部材 1 2 を支持するのに十分に大きな力を生み出すことができる。実際には、基板に向けてシール部材 1 2 にバイアスをかけ、シール部材 1 2 によって支持される実効重量がより大きくなるようにする必要があるかもしれない。いずれにせよ、シール部材 1 2 は（光軸に垂直な）X Y 面内で投影システムに対して実質的に静止した位置で投影システムの下に保持され、しかし投影システムから切り離されている。シール部材 1 2 は、Z 方向では自由に動く。

【 0 0 4 9 】

図 4 に、基板クランプ構成をより詳細に示す。図は基板の一部しか示していないことに留意されたい。基板 W は、パール（またはピンブル）・プレート 2 0 上にあり、プレート 2 0 は、ウェハ・テーブル W T の平坦面上にある。パール・プレート 2 0 は、その上面に、パールまたはピンブルと呼ばれる複数の突起 2 1、2 4 を有する。パールは、2 5 ~ 2 0 0 μ m の範囲内の高さを有することができ、上面の直径は 0 . 5 ~ 0 . 0 5 m m の範囲内にあることができる。1 0 0 0 0 個ものパールが存在する可能性があるが、パールの総面積は基板自体の面積に比べて小さく、したがって汚染物質（例えばダスト）の粒子が基板の底部に付着していた場合に、粒子がパールと基板との間に入って基板を歪曲させる可能性は低い。パール 2 2、2 5 に対応した構成が、パール・プレート 2 0 の下面にも提供されており、それによってミラー・ブロック M B（基板テーブル W T の上部）とパール・プレート 2 0 との間のダスト粒子に関して同じ効果が実現される。パール・プレートの下面でのパールは、上面のものと同じ寸法および間隔を有することが好ましいが、これは本質的なことではない。

【 0 0 5 0 】

基板を所定位置に堅固にクランプするために、基板の下空間は、基板テーブル W T 内の真空ポート V P（1 つだけ図示する）に接続している真空システム V S によって部分的に排気される。パール・プレート 2 0 のアパーチャ 2 6 が、パール・プレートの上と下での圧力を均一化する。基板の縁部の周りに壁 2 7 が提供され、この壁 2 7 は、基板を歪曲させないようにパールよりもわずかに短いことが好ましく、そのため、基板の下空間への制御された「漏れ」が生成される。

【 0 0 5 1 】

液浸装置では、基板の縁部を基板テーブルに封止することが望ましくないため、多少の浸液 1 1 が基板の下空間に進入することは避けられない。液体の量は、使用される液体供給システムのタイプに応じて異なる。局所型または「シャワーヘッド」型のシステムでは、例えばエッジ・ダイの露光中に基板の縁部が投影レンズの下を通るときにのみ漏れが

10

20

30

40

50

生じてもよく、槽型の装置では漏れは恒常的であってもよい。それらにかかわらず、漏れた流体は除去しなければならず、したがって真空システムは、ある量の液体を受け入れることができなければならない。また、漏れた液体の急速な除去を保証し、漏れた浸液が基板テーブルの中心に向かって移動するのを防止するために、基板の周縁部の周りの圧力を、効果的なクランプに必要な圧力よりも低くする（真空を高める）ことが好ましい。

【 0 0 5 2 】

したがって周縁部 P P での基板の下の圧力が例えば大気圧以下 0 . 6 ~ 0 . 3 b a r になり、中央領域 M P での圧力はそれよりも高く、例えば大気圧以下 0 . 5 ~ 0 . 2 5 b a r になり、基板の上の空間は大気圧になるように、真空ポート V が位置付けられ、真空システム V S が設定される。圧力差を保つ助けとなるように、壁 2 3 が中央部を周縁部から離隔する。外壁 2 7 と同様に、壁 2 3 は、基板または基板ホルダと接触せず、しかし狭い間隙が残ることが好ましい。また中央部から周縁部へ、例えば速度 $5 \sim 10 \text{ m s}^{-1}$ で一定の気体の流れが提供され、浸液の液滴が基板の中心へ向かって進むのを防止している。気流は、気体入口 2 8 から提供することができ、入口 2 8 は、装置の周囲の大気に単純に接続されていてもよい。気流速度が高くなりすぎるのを防止するために、多数の小さな入口が存在することが好ましく、あるいは、いくつかのより大きな入口が採用される場合には、大気への経路内に気流制限器が提供される。

【 0 0 5 3 】

しかし、周縁部と中央部での異なる圧力は、パールが均等に分配された場合、パールに対する力が異なることを意味する。これは、パールを異なる量だけ圧縮され、基板および基板テーブルの局所圧縮を変え、ウェハ高さの差異をもたらす。0 . 5 b a r 程度のクランプ圧、および 3 m m 程度のパール・ピッチでは、パールは約 8 0 n m 縮み、したがってパールに対する負荷の 2 0 % の変動が、大きな高さの差異をもたらす。そこで、本発明では、パールの圧縮がより均一になるように、クランプ圧がより高い部分ではパールの密度が増大される。この実施例では、周縁部でのパール 2 4、2 5 の間隔は、中央部でのパール 2 1、2 2 の間隔よりも小さく、それにより各パールに対する負荷が一定となる。間隔は、半径方向または円周方向、あるいはその両方で変えることができる。

【 0 0 5 4 】

周縁領域の幅は、真空構成に依存するが、パール・プレートの半径の 5 ~ 2 0 % の範囲内にすることができ、パール・プレートの半径は、通常は基板の半径に実質的に等しい。一般に、周縁部は、パール・テーブルの全周にわたって延びており、しかし漏れが予想されない部分がある場合には、そこで周縁部を省いてもよい。

【 0 0 5 5 】

本発明の特定の実施例を上述してきたが、記載した以外の形で本発明を実施することもできることを理解されたい。本記載は、本発明を制限する意図のものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 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 】 図 1 の装置の液体リザーバを示す図である。

【 図 3 】 図 1 の装置の液体リザーバの一部の拡大図である。

【 図 4 】 パール・プレート上への基板の取付けを示す、図 1 の装置の基板テーブルの一部を示す図である。

【 図 5 】 代替の従来技術の液体供給システムを示す図である。

【 図 6 】 代替の従来技術の液体供給システムを示す図である。

【 図 7 】 代替の従来技術の液体供給システムを示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

P B 投影ビーム

I L 照明システム、照明器

M A パターン形成デバイス

10

20

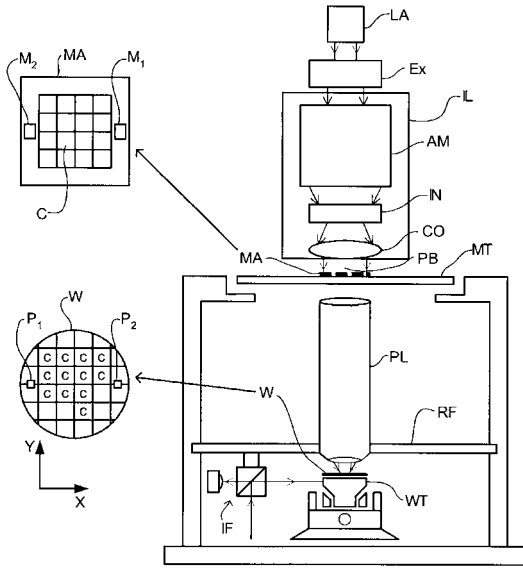
30

40

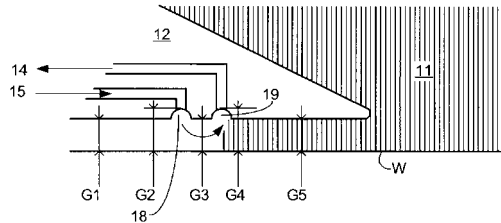
50

P M	第 1 の位置決め手段	
M T	支持構造、マスク・テーブル	
W	基板	
P W	第 2 の位置決め手段	
W T	基板テーブル、ウェハ・テーブル	
C	ターゲット部分	
P L	投影システム	
S O	放射線源	
B D	ビーム送達システム	
A M	調整デバイス	10
I N	積分器	
C O	集光器	
M B	ミラー・ブロック	
1 0	液体リザーバ	
1 1	高屈折率の液体	
1 2	シール部材	
1 3	入口 / 出口管	
1 4	出口	
1 5	入口	
1 6	ガス・シール	20
1 8、1 9	溝	
2 0	パール・プレート	
2 1、2 2、2 4、2 5	パール	
2 3、2 7	壁	
2 6	アパーチャ	
2 8	気体入口	
G 1、G 2、G 3、G 4、G 5	間隙	

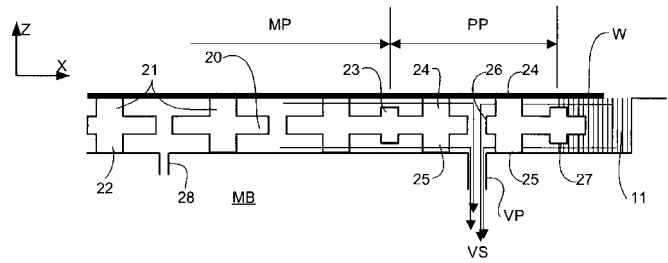
【 図 1 】



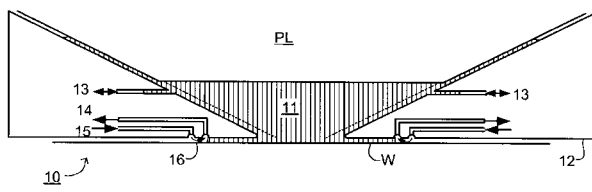
【 図 3 】



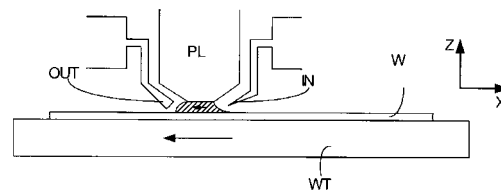
【 図 4 】



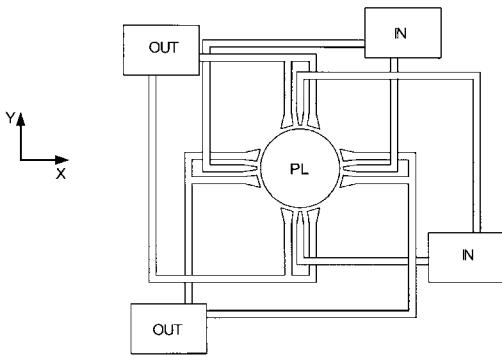
【 図 2 】



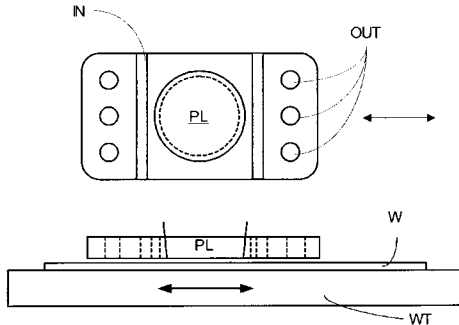
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 イエロエン ヨハannes ソフィア マリア メルテンス
オランダ国、デュイゼル、ケンプストラート 19

(72)発明者 ヨースト イエロエン オッテンス
オランダ国、フェルトホーフエン、オッペルステヘイ 36

審査官 岩本 勉

(56)参考文献 特開平10-050810(JP,A)
特開2001-060617(JP,A)
特開2003-249542(JP,A)
特開2001-127145(JP,A)
特開平10-303114(JP,A)
特開平10-233433(JP,A)
特開平06-168866(JP,A)
特開平06-124873(JP,A)
特開平10-340846(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/027
G03F	7/20
G03F	9/00