

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4939283号
(P4939283)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 515D
G03F 7/20 521

請求項の数 15 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-98988 (P2007-98988)
 (22) 出願日 平成19年4月5日 (2007.4.5)
 (65) 公開番号 特開2007-288185 (P2007-288185A)
 (43) 公開日 平成19年11月1日 (2007.11.1)
 審査請求日 平成19年4月5日 (2007.4.5)
 (31) 優先権主張番号 11/404,108
 (32) 優先日 平成18年4月14日 (2006.4.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504151804
 エーエスエムエル ネザーランズ ピー.
 ブイ.
 オランダ国 ヴェルトホーフェン 550
 4 ディー アール, デ ラン 6501
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (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 デ グラーフ, シルベスター
 オランダ国, テルヌーゼン エヌエル-4
 532 エイチアール, レンブラントラーン 36

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】

所望のパターンのイメージを液体を通してイメージフィールドに投影するように構成された投影システムと、

基板を保持し、該基板上のターゲット部分を前記イメージフィールド内に配置することができるよう構成された基板テーブルと、

前記投影システムと前記基板との間の空間を取り囲むように構成されたバリア部材であつて、液体を前記空間に少なくとも部分的に閉じ込めるように構成され、且つ、前記バリア部材と前記基板の間にギャップを画定するように前記基板と対向するとともに前記バリア部材内に開口を形成している第1の表面を有するバリア部材と、

液体の噴流を前記ギャップ内へ、且つ、実質的に前記イメージフィールドの中心に向かって導くように形作られ配向された、液体源に接続するためのノズルと、

前記開口の一部を覆いかつ前記第1の表面から前記イメージフィールドの中心に向かって延出するプレートと、を備え、

前記バリア部材は、前記プレートの上方の空間への出口を有し、前記液体は前記出口から前記空間へ供給される、リソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記バリア部材は、前記プレートの上方の空間への前記出口及び前記ギャップへの出口を有するチャンバを有し、該チャンバを介して前記液体が前記空間に供給される請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記ノズルが実質的に環状であり、且つ、実質的に前記イメージフィールドを取り囲んでいる、請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の装置。

【請求項 4】

前記バリア部材の周囲に間隔を隔てて配置されて、実質的に前記イメージフィールドを取り囲んでいる複数のノズルが存在している、請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の装置。

【請求項 5】

前記ノズルに接続され、且つ、前記噴流から前記空間に閉じ込められた前記液体への運動量移動の割合が、液体が前記ギャップを介して前記空間から流出するのを防止するだけの十分な割合になるような圧力で、液体を前記ノズルに供給する液体サプライをさらに備えた、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の装置。 10

【請求項 6】

前記ノズルに接続され、且つ、前記液体の速度がスキャン露光の間前記基板と前記投影システムの相対速度より速くなるような圧力で、液体を前記ノズルに供給する液体サプライをさらに備えた、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記バリア部材は、前記ノズルよりも半径方向内側に配置されかつ前記ギャップに向かって下側が開放されているチャンバを備え、該チャンバを通して前記空間から液体が抽出される、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の装置。 20

【請求項 8】

前記バリア部材が、前記投影システムと対向し、且つ、前記バリア部材と前記投影システムの間に第 2 のギャップを画定している第 2 の表面を有し、前記装置が、液体の第 2 の噴流を前記第 2 のギャップ内へ、且つ、実質的に前記イメージフィールドの中心に向かって導くように形作られ配向された、液体源に接続するための第 2 のノズルをさらに備えた、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 2 のノズルが実質的に環状であり、且つ、実質的に前記イメージフィールドを取り囲んでいる、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記バリア部材の周囲に間隔を隔てて配置され、実質的に前記イメージフィールドを取り囲んでいる複数の第 2 のノズルが存在している、請求項 8 に記載の装置。 30

【請求項 11】

前記第 2 のノズルに接続され、且つ、前記第 2 の噴流から前記空間に閉じ込められた前記液体への運動量移動の割合が、液体が前記第 2 のギャップを介して前記空間から流出するのを防止するだけの十分な割合になるような圧力で、液体を前記第 2 のノズルに供給する液体サプライをさらに備えた、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記第 2 のノズルに接続され、且つ、前記液体の速度が約 0 . 5 m / s より速くなるような圧力で液体を前記第 2 のノズルに供給する液体サプライをさらに備えた、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の装置。 40

【請求項 13】

使用中、前記バリア部材と前記基板の間の、前記イメージフィールドに向かっている前記ノズルの内側に向かう放射状の前記ギャップが、前記バリア部材と前記基板の間の、前記イメージフィールドから外側に向かって放射状に遠ざかっている前記ギャップより大きい、請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 14】

所望のパターンのイメージが、投影システムを使用して、液体を通して基板に投影されるリソグラフィ装置を使用したデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ装置が、前記液体を取り囲むバリア部材を有し、該バリア部材は、前記バリア部材と前記基板の間に 50

ギャップを画定するように前記基板と対向するとともにバリア部材内に開口を形成している第1の表面を有し、前記方法が、前記バリア部材と前記基板の間、または前記バリア部材と前記投影システムの間、または前記バリア部材および前記基板および前記投影システムとの間のギャップに液体の噴流を導くステップを含み、液体の前記噴流が、前記ギャップを介して流出する液体を少なくし。

前記開口の一部を覆いかつて前記第1の表面から前記イメージフィールドの中心に向かって延出するプレートにより、前記空間内の液体の流れを制御し、前記バリア部材は、前記プレートの上方の空間への出口を有し、前記液体は前記出口から前記空間へ供給される、方法。

【請求項 15】

10

前記バリア部材は、前記プレートの上方の空間への前記出口及び前記ギャップへの出口を有するチャンバを有し、該チャンバを介して前記液体が前記空間に供給される請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明は、リソグラフィ装置、デバイスを製造するための方法およびリソグラフィ装置を較正する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

[0002] リソグラフィ装置は、基板、一般的には基板のターゲット部分に所望のパターンを付与するマシンである。リソグラフィ装置は、たとえば集積回路（IC）の製造に使用することができる。その場合、マスクまたはレチクルとも呼ばれているパターニングデバイスを使用して、ICの個々の層に形成すべき回路パターンが生成される。生成されたパターンが、基板（たとえばシリコンウェーハ）上のターゲット部分（たとえば部分的に1つまたは複数のダイからなっている）に転送される。パターンの転送は、通常、基板の上に提供されている放射感応性材料（レジスト）の層へのイメージングを介して実施される。通常、1枚の基板には、順次パターン化されるターゲット部分に隣接する回路網が含まれている。知られているリソグラフィ装置には、パターン全体を1回でターゲット部分に露光することによってターゲット部分の各々が照射されるいわゆるステッパと、パターンを放射ビームで所与の方向（「スキャンニング」方向）にスキャンし、且つ、基板をこの方向に平行または非平行に同期スキャンすることによってターゲット部分の各々が照射されるいわゆるスキャナがある。パターンを基板に転写することによってパターニングデバイスから基板へパターンを転送することも可能である。

【0003】

30

[0003] 比較的屈折率の大きい液体中、たとえば水中にリソグラフィ投影装置内の基板を浸し、それにより投影システムの最終エレメントと基板の間の空間を充填する方法が提案されている。この方法のポイントは、液体中では露光放射の波長がより短くなるため、より小さいフィーチャをイメージングすることができるることである。（また、液体の効果は、有効NAがより大きいシステムの使用が可能になり、また、焦点深度が深くなることにあると見なすことができる。）固体粒子（たとえば水晶）が懸濁した水を始めとする他の液浸液も提案されている。

【0004】

40

[0004] しかしながら、基板または基板と基板テーブルを液体の槽に浸す（たとえば参照によりその全体が本明細書に組み込まれている米国特許第4509852号を参照されたい）ことは、スキャン露光の間、加速しなければならない大量の液体が存在していることを意味している。そのためにはモータを追加するか、あるいはより強力なモータが必要であり、また、液体の攪乱により、望ましくない予測不可能な影響がもたらされることになる。

【0005】

50

[0005] 提案されている解決法の1つは、液体供給システムの場合、液体拘束システムを使用して、基板の局部領域にのみ、および投影システムの最終エレメントと基板の間に液体を提供することである（基板の表面積は、通常、投影システムの最終エレメントの表面積より広い）。参照によりその全体が本明細書に組み込まれているPCT特許出願公告99/49504に、そのために提案されている方法の1つが開示されている。図2および3に示すように、液体は、好ましくは基板が最終エレメントに対して移動する方向に沿って、少なくとも1つの入口INによって基板上に供給され、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によって除去される。つまり、基板を最終エレメントの下方で-X方向にスキャンする際に、最終エレメントの+X側で液体が供給され、-X側で除去される。図2は、入口INを介して液体が供給され、最終エレメントのもう一方の側で、低圧源に接続された出口OUTによって除去される構造を略図で示したものである。図2に示す図解では、液体は、必ずしもそうである必要はないが、基板が最終エレメントに対して移動する方向に沿って供給されている。様々な配向および数の入口および出口を最終エレメントの周りに配置することが可能である。図3はその例の1つを示したもので、両側に出口を備えた4組の入口が、最終エレメントの周りに一定のパターンで提供されている。

【0006】

[0006] 図4は、局部液体供給システムを使用した他の液浸リソグラフィ解決法を示したものである。液体は、投影システムPLの両側の2つの溝入口INによって供給され、入口INの外側に向かって放射状に配置された複数の離散出口OUTによって除去される。入口INおよび出口OUTは、投射される投影ビームが通過する孔が中心に穿たれたプレートに配置することができる。液体は、投影システムPLの一方の側に設けられた1つの溝入口INによって供給され、投影システムPLのもう一方の側に設けられた複数の離散出口OUTによって除去され、それにより投影システムPLと基板Wの間に液体の薄い膜の流れをもたらしている。使用する入口INと出口OUTの組合せの選択は、基板Wが移動する方向によって決まる（これ以外の入口INおよび出口OUTの組合せは有効ではない）。

【0007】

[0007] それぞれ参照によりその全体が本明細書に組み込まれている欧州特許出願公告第1420300号および米国特許出願公告第2004-0136494号に、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着想が開示されている。このような装置は、基板を支持するための2つのテーブルを備えている。1つのテーブルを使用して、液浸液が存在しない第1の位置で水準測定が実行され、もう1つのテーブルを使用して、液浸液が存在する第2の位置で露光が実行される。別法としては、装置は、1つのテーブルのみを有している。

【0008】

[0008] 液浸リソグラフィでは、液浸液、とりわけその閉じ込めが、1つまたは複数の問題の原因になることがある。たとえば、露光後に基板上に残留する残留液浸液の蒸発によって基板が冷却され、そのためにオーバレイ誤差をもたらす熱収縮の原因になることがある。水は、蒸発の潜熱が高く、クリーンルーム内では一般的である、暖かく且つ乾燥した大気中で容易に蒸発するため、液浸液として水を使用する場合、この残留液浸液の蒸発はとりわけ問題である。もう1つの重大な問題は、液浸液中に気泡が存在することである。これらの問題は、場合によっては液浸液の周りのメニスカスの不安定性によって生じ、あるいは基板および/または基板テーブル内の1つまたは複数のセンサの周りの1つまたは複数の空洞および溝の不完全な充填によって生じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

[0009] たとえば、改良型液浸リソグラフィ装置が提供されることが望ましい。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0010】

[0010] 本発明の一態様によれば、

所望のパターンのイメージを液体を通してイメージフィールドに投影するように構成された投影システムと、

基板を保持し、基板上のターゲット部分をイメージフィールド内に配置することができるよう構成された基板テーブルと、

投影システムと基板の間の空間を取り囲むように構成されたバリア部材であって、液体を空間に少なくとも部分的に閉じ込めるように構成され、且つ、基板と対向する、バリア部材と基板の間にギャップを画定するための表面を有するバリア部材と、

液体の噴流をギャップ内へ、且つ、実質的にイメージフィールドの中心に向かって導くように形作られ配向された、液体源に接続するためのノズルと

を備えたリソグラフィ装置が提供される。

【0011】

[0011] 本発明の他の態様によれば、所望のパターンのイメージが、投影システムを使用して、液体を通して基板上に投影されるリソグラフィ装置を使用したデバイス製造方法があつて、前記リソグラフィ装置は、液体を取り囲むバリア部材を有しており、前記方法は、バリア部材と基板の間、または障壁部材と投影システムの間、またはバリア部材および基板および投影システムとの間のギャップに液体の噴流を導くステップを含み、液体の前記噴流が、ギャップを介して流出する液体を少なく、方法が提供される。

【0012】

[0012] 以下、本発明の実施形態について、単なる例にすぎないが、添付の略図を参照して説明する。図において、対応する参照記号は対応する部品を表している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

[0020] 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を略図で示したものである。この装置は、

[0021] - 放射ビームB（たとえばUV放射またはDUV放射）を条件付けるように構成された照明システム（イルミネータ）ILと、

[0022] - パターニングデバイス（たとえばマスク）MAを支持するように構築された、特定のパラメータに従って該パターニングデバイスを正確に位置決めするように構成された第1のポジショナPMに接続された支持構造（たとえばマスクテーブル）MTと、

[0023] - 基板（たとえばレジストコートウェーハ）Wを保持するように構築された、特定のパラメータに従って該基板を正確に位置決めするように構成された第2のポジショナPWに接続された基板テーブル（たとえばウェーハテーブル）WTと、

[0024] - パターニングデバイス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のターゲット部分C（たとえば1つまたは複数のダイを備えている）に投影するように構成された投影システム（たとえば屈折型投影レンズシステム）PSと

を備えている。

【0014】

[0025] 照明システムは、放射を導き、整形し、あるいは制御するための、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント、静電光学コンポーネントまたは他のタイプの光学コンポーネント、あるいはそれらの任意の組合せなどの様々なタイプの光学コンポーネントを備えることができる。

【0015】

[0026] 支持構造は、パターニングデバイスの配向、リソグラフィ装置の設計および他の条件、たとえばパターニングデバイスが真空環境中で保持されているか否か等に応じた方法でパターニングデバイスを保持している。支持構造には、パターニングデバイスを保持するための機械式クランプ技法、真空クランプ技法、静電クランプ技法または他のクランプ技法を使用することができる。支持構造は、たとえば必要に応じて固定または移動させることができるフレームまたはテーブルであってもよい。支持構造は、パターニングデバ

10

20

30

40

50

イスをたとえば投影システムに対して所望の位置に確実に配置することができる。本明細書における「レチクル」または「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターニングデバイス」という用語の同義語と見なすことができる。

【0016】

[0027] 本明細書に使用されている「パターニングデバイス」という用語は、放射ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板のターゲット部分にパターンを生成するべく使用することができる任意のデバイスを意味するものとして広義に解釈されたい。放射ビームに付与されるパターンは、たとえばそのパターンに位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシスト特徴が含まれている場合、基板のターゲット部分における所望のパターンに必ずしも厳密に対応している必要はないことに留意されたい。放射ビームに付与されるパターンは、通常、ターゲット部分に生成されるデバイス、たとえば集積回路などのデバイス中の特定の機能層に対応している。10

【0017】

[0028] パターニングデバイスは、透過型であってもあるいは反射型であってもよい。パターニングデバイスの例には、マスク、プログラマブルミラーアレイおよびプログラマブルLCDパネルがある。マスクについてはリソグラフィにおいては良く知られており、バイナリ、Alternating位相シフトおよび減衰位相シフト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が知られている。プログラマブルミラーアレイの例には、マトリックスに配列された、入射する放射ビームが異なる方向に反射するよう個々に傾斜させることができる微小ミラーが使用されている。この傾斜したミラーによって、ミラーマトリックスで反射する放射ビームにパターンが付与される。20

【0018】

[0029] 本明細書に使用されている「投影システム」という用語は、たとえば使用する露光放射に適した、もしくは液浸液の使用または真空の使用などの他の要因に適した、屈折光学システム、反射光学システム、カタディオプトリック光学システム、磁気光学システム、電磁光学システムおよび静電光学システム、またはそれらの任意の組合せを始めとする任意のタイプの投影システムが含まれているものとして広義に解釈されたい。本明細書における「投影レンズ」という用語の使用はすべて、より一般的な「投影システム」という用語の同義語と見なすことができる。

【0019】

[0030] 図に示すように、この装置は、透過型（たとえば透過型マスクを使用した）タイプの装置である。別法としては、この装置は、反射型（たとえば上で参照したタイプのプログラマブルミラーアレイを使用した、あるいは反射型マスクを使用した）タイプの装置であってもよい。30

【0020】

[0031] 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/または複数の支持構造）を有するタイプの装置であってもよい。このような「マルチステージ」マシンの場合、追加テーブルを並列に使用することができ、あるいは1つまたは複数の他のテーブルを露光のために使用している間、1つまたは複数のテーブルに対して予備ステップを実行することができる。40

【0021】

[0032] 図1を参照すると、イルミネータILは、放射源SOから放射ビームを受け取っている。放射源がたとえばエキシマレーザである場合、放射源およびリソグラフィ装置は、個別の構成要素にすることができる。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しているとは見なされず、放射ビームは、たとえば適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを備えたビームデリバリシステムBDを使用して放射源SOからイルミネータILへ引き渡される。それ以外のたとえば放射源が水銀灯などの場合、放射源はリソグラフィ装置の一構成要素にすることができる。放射源SOおよびイルミネータILは、必要に応じてビームデリバリシステムBDと共に放射システムと呼ぶことができる。50

【0022】

[0033] イルミネータ I Lは、放射ビームの角度強度分布を調整するためのアジャスタ A Dを備えることができる。通常、イルミネータの瞳面内における強度分布の少なくとも外側および／または内側半径範囲（一般に、それぞれ - outer および - inner と呼ばれている）は調整が可能である。また、イルミネータ I Lは、インテグレータ I N およびコンデンサ C Oなどの他の様々なコンポーネントを備えることができる。イルミネータを使用して放射ビームを条件付け、所望する一様な強度分布をその断面に持たせることができる。

【0023】

[0034] 支持構造（たとえばマスクテーブル）M Tの上に保持されているパターニングデバイス（たとえばマスク）M Aに放射ビーム Bが入射し、パターニングデバイスによってパターン化される。パターニングデバイス M Aを透過した放射ビーム Bは、放射ビームを基板 W のターゲット部分 C に集束させる投影システム P S を通過する。基板テーブル W T は、第 2 のポジショナ P W および位置センサ I F（たとえば干渉計デバイス、リニアエンコーダまたは容量センサ）を使用して正確に移動させることができ、それによりたとえば異なるターゲット部分 C を放射ビーム B の光路内に配置することができる。同様に、第 1 のポジショナ P M およびもう 1 つの位置センサ（図 1 には明確に示されていない）を使用して、たとえばマスクライブラリから機械的に検索した後、またはスキャン中に、パターニングデバイス M Aを放射ビーム B の光路に対して正確に配置することができる。通常、支持構造 M T の移動は、第 1 のポジショナ P M の一部を形成しているロングストロークモジュール（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）を使用して実現することができる。同様に、基板テーブル W T の移動は、第 2 のポジショナ P W の一部を形成しているロングストロークモジュールおよびショートストロークモジュールを使用して実現することができる。ステッパの場合（スキャナではなく）、支持構造 M T は、ショートストロークアクチュエータのみに接続することができ、あるいは固定することも可能である。パターニングデバイス M A および基板 W は、パターニングデバイスアライメントマーク M 1、M 2 および基板アライメントマーク P 1、P 2 を使用して整列させることもできる。図には専用ターゲット部分を占有している基板アライメントマークが示されているが、基板アライメントマークは、ターゲット部分とターゲット部分の間の空間に配置することも可能である（このような基板アライメントマークは、スクライブレンアライメントマークとして知られている）。同様に、複数のダイがパターニングデバイス M A 上に提供される場合、ダイとダイの間にパターニングデバイスアライメントマークを配置することができる。

【0024】

[0035] 図に示す装置は、以下に示すモードのうちの少なくとも 1 つのモードで使用することができる。

[0036] 1. ステップモード：支持構造 M T および基板テーブル W T が基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターン全体がターゲット部分 C に 1 回で投影される（すなわち単一静止露光）。次に、基板テーブル W T が X 方向および／または Y 方向にシフトされ、異なるターゲット部分 C が露光される。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一静止露光で画像化されるターゲット部分 C のサイズが制限される。

[0037] 2. スキャンモード：放射ビームに付与されたパターンがターゲット部分 C に投影されている間、支持構造 M T および基板テーブル W T が同期スキャンされる（すなわち単一動的露光）。支持構造 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 S の倍率（縮小率）および画像反転特性によって決まる。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光におけるターゲット部分の幅（非スキャン方向の幅）が制限され、また、スキャン運動の長さによってターゲット部分の高さ（スキャン方向の高さ）が決まる。

[0038] 3. その他のモード：プログラマブルパターニングデバイスを保持するべく支持

10

20

30

40

50

構造M Tが基本的に静止状態に維持され、放射ビームに付与されたパターンがターゲット部分Cに投影されている間、基板テーブルW Tが移動またはスキャンされる。このモードでは、通常、パルス放射源が使用され、スキャン中、基板テーブルW Tが移動する毎に、あるいは連続する放射パルスと放射パルスの間に、必要に応じてプログラマブルパターニングデバイスが更新される。この動作モードは、上で参照したタイプのプログラマブルミラーアレイなどのプログラマブルパターニングデバイスを利用してい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。

【0025】

[0039] 上で説明した使用モードの組合せおよび／またはその変形形態、あるいは全く異なる使用モードを使用することも可能である。

10

【0026】

[0040] 提案されている局部液体供給システム解決法を使用したもう1つの液浸リソグラフィ解決法は、投影システムの最終エレメントと基板テーブルの間の空間の境界の少なくとも一部に沿って展開しているバリア部材を備えた液体供給システムを提供することである。図5は、このような解決法を示したものである。バリア部材は、Z方向（光軸の方向）における若干の相対移動が存在する可能性があるが、投影システムに対して実質的にX Y平面内に静止している。一実施形態は、バリア部材と基板の表面の間にシールが形成される。このシールは、ガスシールなどの非接触シールであってもよい。参照によりその全体が本明細書に組み込まれている米国特許出願公告第2004-0207824号に、このようなシステムが開示されている。

20

【0027】

[0041] 図5に示すように、液体供給システム10を使用して、投影システムの最終エレメントと基板の間に液体が供給される。バリア部材12は、液体が少なくとも部分的に閉じ込められ、それにより基板の表面と投影システムPSの最終エレメントの間の空間が充填されるよう、投影システムのイメージフィールドの周りの基板Wに対する非接触シールを形成するように構成されている。バリア部材12は、投影システムPSの最終エレメントの下方に配置され、投影システムPSの最終エレメントを取り囲んでいる。液体は、バリア部材12内の、投影システムの下方の空間に導入されている。バリア部材12は、投影システムの最終エレメントの少し上まで展開させることができ、最終エレメントの上まで液体のレベルが上昇しているため、液体のバッファが提供されている。バリア部材12は、一実施形態では、上端部の形状が投影システムの形状または投影システムの最終エレメントの形状と緊密に一致している、たとえば円形の内部周囲を有している。内部周囲の底部は、イメージフィールドの形状と緊密に一致しており、たとえば、必ずしもそうである必要はないが長方形の形をしている。

30

【0028】

[0042] 一実施形態では、液体は、使用中に形成される、バリア部材12の底部と基板Wの表面の間のガスシールによって少なくとも部分的に空間に閉じ込めることができる。このガスシールは、ガス、たとえば空気または合成空気によって形成されているが、一実施形態では、バリア部材12と基板の間のギャップに加圧下で提供されるN2または他の不活性ガスで形成されている。ガス入口の超過圧力、出口の真空レベルおよびギャップの幾何構造は、液体を閉じ込める高速のガスの流れが内部に存在するようになされている。しかしながら、ガスシールは、通常、液浸液を閉じ込めるためには有効であるが、このガスシールによって、液浸液中の気泡および／または基板の蒸発冷却などの1つまたは複数の問題の原因になることがある。

40

【0029】

[0043] 本発明の一実施形態では、内側に向かう放射状の液浸液の流れを使用して、投影システムの最終エレメントの真下で液浸液の大部分を少なくとも部分的に閉じ込め且つ局所化している。バリア部材12の一方の側の断面図である図6は、バリア部材および液体供給システムをより詳細に示したものである。

【0030】

50

[0044] 図 5 および 6 から分かるように、一実施形態では、投影システム PS は、基本的に円筒状であり、ハウスに対する投影システムの下側、つまり最終エレメントは、フラスト - コニカル投影になっている。この実施形態では、バリア部材 1 2 も基本的に円筒状であり、中心の開口は、投影システムのフラスト - コニカル投影と整合し、且つ、フラスト - コニカル投影を取り囲んでいる。バリア部材 1 2 は、基板 W の少し上に位置しており、たとえばバリア部材 1 2 の下部表面 1 2 a と基板 W の間に、約 50 μm ないし 2 mm の範囲の高さの狭いギャップ G 1 を画定している。また、バリア部材 1 2 の内部表面 1 2 b と投影システム PS の間に、ギャップ G 1 より若干大きいギャップ、たとえば数 mm 大きいギャップ G 2 が存在している。バリア部材 1 2 の内部は、投影システムの最終エレメント、基板およびバリア部材によって閉じ込められた空間に液体を供給し、且つ、該空間から液体を抽出するための様々なチャンバおよび通路になっている。下部表面 1 2 a と実質的に同じ高さであるプレート 1 9 は、バリア部材 1 2 の開口の大部分を覆っており、投影システム PS によって投影されるイメージフィールド F と緊密に整合する微小開口のみを残している。このプレートは、空間内における液体の流れの制御に役に立っており、必要に応じて省略することができる。10

【 0 0 3 1 】

[0045] 液体は、主として、プレート 1 9 の上方の空間およびバリア部材 1 2 の下方のギャップ G 1 への 1 つまたは複数の出口を有している（環状）チャンバ 1 4 に液体を供給している導管 1 3 を介して供給される。また、液体は、正規の状態では、下側がバリア部材 1 2 の下方のギャップ G 1 に向かって開放された（環状）チャンバであるドレン 1 6 を介して抽出される。チャンバ 1 6 の下側は、液体中に存在している可能性のある気泡がドレンに流入するのを防止する働きをしている微小ふるい 1 8 によって密閉されている。この方法によれば、ドレンを通る流れが実質的に液体のみ、つまり単相になり、振動の抑制を促進することができる。気泡が問題になる場合、シーブを省略することができ、および／または気泡を抽出するための追加経路を提供することができる。バリア部材 1 2 の頂部表面には、たとえば基板および／またはバリア部材が上に向かって急激に移動する際に、空間からあふれ、あるいは飛び散る可能性のあるあらゆる液体を抽出するためのドレン 2 1 が提供されている。20

【 0 0 3 2 】

[0046] バリア部材 1 2 の下から流出する液体 1 1 の流れは、ギャップ G 1 が狭いことによって部分的に制御されている。しかしながら、基板 W は、スキャン露光の間、投影システム PS に対して全 6 自由度で移動させる必要があるため、ギャップを密閉することはできない。したがって、ギャップを通って流れる液体を防止するか、あるいは流出する液体を処理する必要がある。液浸リソグラフィ装置の一実施形態では、ガスナイフを使用して液体の流出を防止することができ、他の案または代替案では、液体を流出させ、1 つまたは複数のドレンまたは乾燥デバイスを使用して処理することができる。30

【 0 0 3 3 】

[0047] 本発明のこの実施形態では、内側に向かって導かれる液体噴流 1 7 を準備することによって液体の流出が防止または抑制されている。噴流 1 7 を形成するための液体は、ギャップ G 1 に向かって開いている開口 1 5 a を有する（環状）チャンバ 1 5 から供給される。開口 1 5 a はノズルを形成しており、加圧下で開口 1 5 a から流出する液体が、内側に向かって導かれる噴流、つまり、概ねイメージフィールド F の中心に向かって導かれる噴流を形成するように形作られている。この噴流は、液体 1 1 を実質的に拘束し、且つ、ギャップ G 1 からの液体の流出を防止するだけの十分な力を噴流が運動量移動によって付与する速度および流量を有している。一実施形態では、液体噴流の速度は、スキャン露光の間、基板と投影システムの相対速度より速いことが望ましい。チャンバ 1 5 に供給される液体の圧力および流量は、基板と投影システムの相対速度に応じて、液体サプライ 2 2 によって制御される。サプライ 2 2 は、導管 1 3 を介してメイン空間に液体を供給しているサプライと同じサプライであっても、あるいは別のサプライであってもよい。一実施形態では、サプライ 2 2 は、液体源から液体をポンプ供給するように構成されたポンプで4050

ある。バリア部材 12 の周り全体に展開している単一の開口 15a の代わりに、得られる噴流が合流して空間を取り囲む結合噴流を形成するように密に間隔を隔てた複数の開口を提供することも可能である。

【0034】

[0048] 図 7 に示す本発明の一実施形態では、投影システムと基板 W の間の空間への液体のメインサプライも、内側に向かって導かれる液体噴流によるものである。第 2 の実施形態では、図 6 に関連して説明した実施形態の部品と同じまたは等価の部品は、同様の参照数表示で示されており、以下ではその詳細な説明は省略する。

【0035】

[0049] 第 2 の実施形態では、導管 13 およびチャンバ 14 の代わりに、バリア部材 12 の上部部分に単一の（環状）導管 113 が提供されている。導管 113 は、1 つまたは密に間隔を隔てた複数の開口 113a を備えており、液体が加圧下で導管 113 に供給されると、液体は、イメージフィールドの中心に向かって導かれる噴流 114 として出現する。噴流 114 は、正規の状況下で、バリア部材からの液体の飛散を防止している。オーバーフロードレン(overflow drain) 21 は、異常状況下で生じる可能性のあるあらゆるオーバーフローを処理するために残されているが、必要がなければ省略することができる。本発明の一実施形態では、第 2 の噴流における液体の速度は、安定したメニスカスを維持するために約 0.5 m / s より速くなっている。一実施形態では、図 6 に示す 1 つまたは複数の開口を備えた導管 13 およびチャンバ 14 は、チャンバ 113 およびノズル 113a と組み合わせることができ、その場合、チャンバ 14 は、その 1 つまたは複数の開口を通る液体の流れを提供し、チャンバ 113 は、ノズル 113a から流出する噴流 114 を提供することになる。

【0036】

[0050] 図 8 に示す本発明の一実施形態は、図 6 に関連して説明した実施形態と類似しているが、バリア部材 12 の下部表面（つまり基板と対向している表面）が平らではない。詳細には、噴流 17 が放射状に外側に向かう表面 12c の部分は、噴流 17 が放射状に内側に向かう部分 12d より低くなっている（つまり基板により近くなっている）。液浸液 11 がリークする（リークが存在する場合）割合は、基板と外側の部分 12c の間のギャップ G1 によって決まるため、一実施形態では、このギャップは狭い状態に維持されている。しかしながら、内側の部分 12d は、リークを大きくすることなく、あるいはリークの原因になることなく、より広いギャップを画定することができる。そのため、液体噴流 17、延いては液体の流れのための追加空間が提供される。同様の構造は、上で説明した実施形態でも実施することができる。

【0037】

[0051] 本発明の一実施形態の液体噴流によれば、液体噴流を使用して液体を実質的に閉じ込めることにより、高速のガス流を回避することができる点で、1 つまたは複数の問題の軽減または解決が促進される。そのために、残留液の蒸発乾燥によって、および／または不安定なメニスカス中の気泡の形成によって生じる可能性のある 1 つまたは複数の問題を防止することができる。液体の温度が正確に制御される場合、1 つまたは複数の追加利点を達成することも可能であり、液浸液を少なくとも部分的に閉じ込めるためのガス流を使用した液体供給構造と比較すると、液体の流れが増加するため、基板の温度偏差を小さくすることができる。また、噴流からドレンまでの液体の流れが増加するため、液浸液からの汚染物質の除去、場合によっては気泡を含む汚染物質の除去が改善される。バリア部材の上部表面に第 2 の液体噴流が提供される場合、汚染物質、とりわけ上昇気泡をドレン 16 へ向かって駆動する液体流の確立を促進することができる。

【0038】

[0052] 本発明の一実施形態では、複数の同心液体噴射リングを使用して、液体の拘束をさらに改善することができる。複数の液体噴流を单一のドレンまたは複数の同心ドレンと共に使用することも可能である。また、他の液体、望ましくは液浸液と混合しない液体を 1 つまたは複数の液体噴流に使用して液浸液を閉じ込めることも可能である。

10

20

30

40

50

【0039】

[0053] 本明細書においては、とりわけICの製造におけるリソグラフィ装置の使用が参考されているが、本明細書において説明したリソグラフィ装置は、集積光学システム、磁気ドメインメモリのための誘導および検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッド等の製造などの他のアプリケーションを有していることを理解されたい。このような代替アプリケーションのコンテキストにおいては、本明細書における「ウェーハ」または「ダイ」という用語の使用はすべて、それより一般的な「基板」または「ターゲット部分」という用語の同義語と見なすことができるることは当業者には理解されよう。本明細書において参照されている基板は、たとえばトラック（通常、基板にレジストの層を塗布し、且つ、露光済みのレジストを現像するツール）、メトロロジツールおよび／またはインスペクションツール中で、露光前または露光後に処理することができる。適用可能である場合、本明細書における開示は、このような基板処理ツールおよび他の基板処理ツールに適用することができる。また、基板は、たとえば多層ICを生成するために複数回にわたって処理することができるため、本明細書において使用されている基板という用語は、処理済みの複数の層が既に含まれている基板を指している場合もある。10

【0040】

[0054] 本明細書に使用されている「放射」および「ビーム」という用語には、紫外（UV）放射（たとえば365nm、248nm、193nm、157nmまたは126nmの波長またはその近辺の波長を有する放射）を含むあらゆるタイプの電磁放射が含まれている。20

【0041】

[0055] コンテキストが許容する場合、「レンズ」という用語は、屈折光学コンポーネントおよび反射光学コンポーネントを始めとする様々なタイプの光学コンポーネントのうちの任意の1つまたは組合せを意味している。

【0042】

[0056] 以上、本発明の特定の実施形態について説明したが、説明した以外の方法で本発明を実践することができることは理解されよう。たとえば本発明は、上で開示した方法を記述した1つまたは複数の機械読取可能命令シーケンスを含んだコンピュータプログラムの形態を取ることができ、あるいはこのようないくつかのコンピュータプログラムを記憶したデータ記憶媒体（たとえば半導体記憶装置、磁気ディスクまたは光ディスク）の形態を取ることができる。30

【0043】

[0057] 本発明の1つまたは複数の実施形態は、任意の液浸リソグラフィ装置、詳細には、それらに限定されないが、液浸液が槽の形態で提供されるタイプのものであれ、あるいは基板の局部表面領域のみに液浸液が提供されるタイプのものであれ、上で言及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。本明細書において意図されている液体供給システムは広義に解釈されたい。特定の実施形態では、液体供給システムは、投影システムと基板および／または基板テーブルの間の空間に液体を提供するメカニズムであっても、あるいは構造の組合せであってもよい。液体供給システムは、前記空間に液体を提供する1つまたは複数の構造、1つまたは複数の液体入口、1つまたは複数のガス入口、1つまたは複数のガス出口および／または1つまたは複数の液体出口の組合せを備えることができる。一実施形態では、前記空間の表面は、基板および／または基板テーブルの一部であってもよく、あるいは前記空間の表面は、基板および／または基板テーブルの表面を完全に覆っていてもよい。あるいは前記空間は、基板および／または基板テーブルの包絡面であってもよい。液体供給システムは、任意選択で、液体の位置、量、品質、形状、流量または他の任意の特性を制御するための1つまたは複数のエレメントをさらに備えることができる。40

【0044】

[0058] 本装置に使用される液浸液は、使用する露光放射の所望の特性および波長に応じ50

て異なる組成を持たせることができる。露光波長が 193 nm の場合、超純水または水をベースとする組成を使用することができるため、液浸液は、水および水に関連する用語で参照されることがしばしばであり、たとえば親水性、疎水性、湿度などの用語を使用することができる。

【0045】

[0059] 以上の説明は例示を意図したものであり、本発明を制限するものではない。したがって、冒頭の特許請求の範囲に示す各請求項の範囲を逸脱することなく、上で説明した本発明に改変を加えることはできるることは当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0046】

10

【図 1】 [0013] 本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を示す図である。

【図 2】 [0014] リソグラフィ投影装置に使用するための液体供給システムを示す図である。

【図 3】 [0014] リソグラフィ投影装置に使用するための液体供給システムを示す図である。

【図 4】 [0015] リソグラフィ投影装置に使用するための他の液体供給システムを示す図である。

【図 5】 [0016] 図 1 に示すリソグラフィ投影装置に使用するための他の液体供給システムを示す図である。

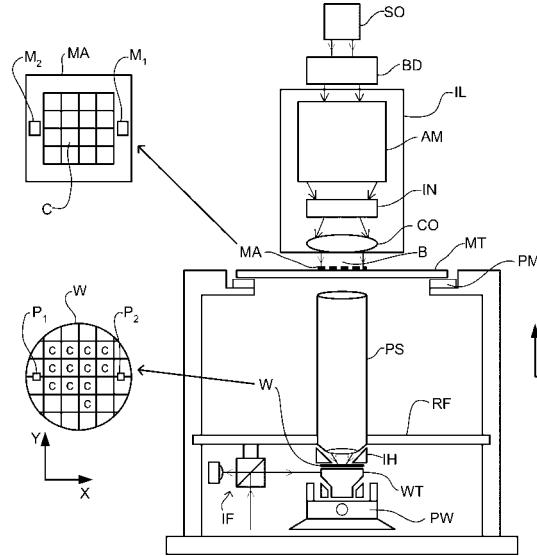
【図 6】 [0017] 図 5 に示す液体供給システムの部分拡大図である。

20

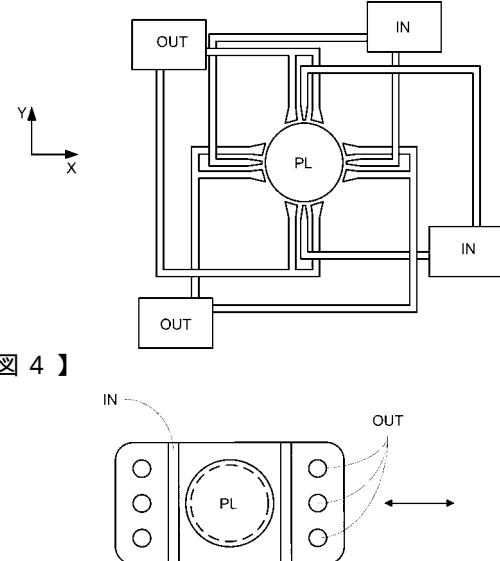
【図 7】 [0018] 本発明の他の実施形態の液体供給システムを示す、図 6 と同様の図である。

【図 8】 [0019] 本発明の他の実施形態の液体供給システムを示す、図 6 と同様の図である。

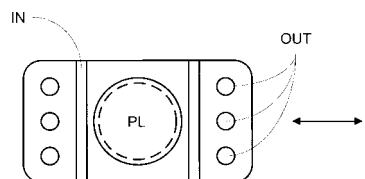
【図 1】



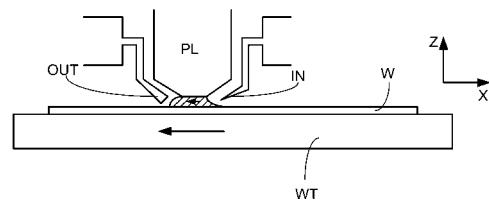
【図 3】



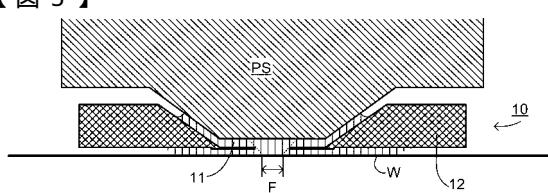
【図 4】



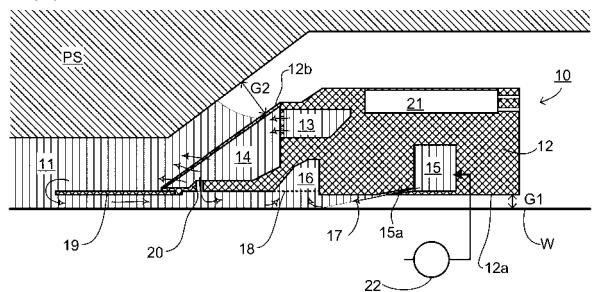
【図 2】



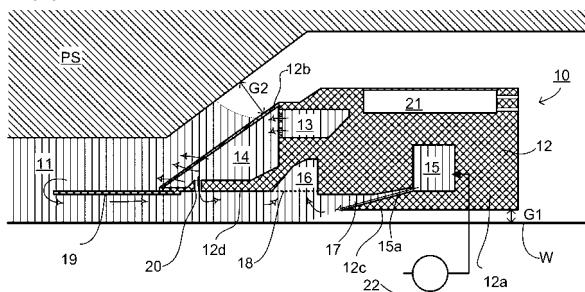
【図 5】



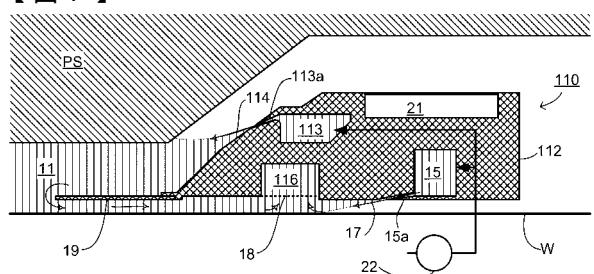
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 特開2005-045223(JP,A)

特開2006-253456(JP,A)

特開2006-093291(JP,A)

特開2005-012228(JP,A)

特開2005-191344(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20