

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4346602号  
(P4346602)

(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24日(2009.7.24)

(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 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-326781 (P2005-326781)  
 (22) 出願日 平成17年11月11日 (2005.11.11)  
 (65) 公開番号 特開2006-140494 (P2006-140494A)  
 (43) 公開日 平成18年6月1日 (2006.6.1)  
 審査請求日 平成17年11月11日 (2005.11.11)  
 (31) 優先権主張番号 10/986,185  
 (32) 優先日 平成16年11月12日 (2004.11.12)  
 (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 ヤコブス ヨハネス レオナルデュス ヘ  
 ンドリクス フェルシュパイ  
 オランダ国、ゾーン、イッテルフォールテ  
 ルヴェク 32

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) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が前記基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に前記基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を拘束するようになされた液体拘束構造を備えた、パターンをパターン化デバイスから前記基板へ前記液体を介して投影するようになされ、

前記空間の少なくとも1つの対角線が、前記装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行であるリソグラフィ投影装置。

## 【請求項2】

前記空間の2つの角の曲率半径が、液体を含有するようになされた前記空間と、液体を含有するようになされていない周囲の空間との間の移行ゾーンの幅以下である、請求項1に記載の装置。 10

## 【請求項3】

前記空間の平面図の形状が実質的に正多角形である、請求項1又は2に記載の装置。

## 【請求項4】

基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が前記基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に前記基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を拘束するようになされた液体拘束構造を備えた、パターンをパターン化デバイスから前記基板へ前記液体を介して投影するようになされ、

前記空間の少なくとも1つの対角線が前記装置の座標系の主軸に実質的に平行であり、

前記空間の平面図の形状が実質的に正方形である、リソグラフィ装置。

**【請求項 5】**

前記主軸が、基板テーブルの変位を測定するようになされた測定システムのビームの経路に対して画定された、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の装置。

**【請求項 6】**

リソグラフィ投影装置であって、

放射ビームを条件付けるようになされたイルミネータと、

パターン化された放射ビームを形成するための、前記放射ビームの断面にパターンを付与するようになされたパターン化デバイスを保持するように構築されたサポートと、

基板を保持するように構築された基板テーブルと、

前記パターン化された放射ビームを前記基板の目標部分に投射するようになされた投影システムと、

前記投影システムと前記基板の間の空間の少なくとも一部に液体を充填するようになされた液体供給システムであって、前記液体を前記空間内に少なくとも部分的に拘束するようになされた、前記液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を備えた液体供給システムとを備え、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、前記装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行である、リソグラフィ投影装置。

**【請求項 7】**

前記空間の平面図の形状が実質的に正多角形である、請求項 6 に記載の装置。

20

**【請求項 8】**

リソグラフィ投影装置であって、

放射ビームを条件付けるようになされたイルミネータと、

パターン化された放射ビームを形成するための、前記放射ビームの断面にパターンを付与するようになされたパターン化デバイスを保持するように構築されたサポートと、

基板を保持するように構築された基板テーブルと、

前記パターン化された放射ビームを前記基板の目標部分に投射するようになされた投影システムと、

前記投影システムと前記基板の間の空間の少なくとも一部に液体を充填するようになされた液体供給システムであって、前記液体を前記空間内に少なくとも部分的に拘束するようになされた、前記液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を備えた液体供給システムとを備え、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、前記装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行であり、

前記空間の平面図の形状が実質的に正方形である、リソグラフィ装置。

30

**【請求項 9】**

前記主軸が、前記基板テーブルの変位を測定するようになされた測定システムのビームの経路に対して画定された、請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の装置。

**【請求項 10】**

前記内部周囲の 2 つの角の曲率半径が、液体を含有するようになされた前記空間と、液体を含有するようになされていない周囲の空間との間の移行ゾーンの幅以下である、請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の装置。

40

**【請求項 11】**

デバイス製造方法であって、

基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が前記基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に前記基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を供給するステップと、

パターン化された放射ビームを前記液体を介して前記基板に投射するステップとを含み、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、それぞれ前記パターン化されたビームの投射に

50

使用されるリソグラフィ装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行である方法。

**【請求項 1 2】**

前記空間の 2 つの角の曲率半径が、液体を含有する前記空間と液体を含有しない周囲の空間との間の移行ゾーンの幅以下である、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記空間の平面図の形状が実質的に正多角形である、請求項 1 1 又は 1 2 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

デバイス製造方法であって、

10

基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が前記基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に前記基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を供給するステップと、

パターン化された放射ビームを前記液体を介して前記基板に投射するステップとを含み、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、それぞれ前記パターン化されたビームの投射に使用されるリソグラフィ装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行であり、

前記空間の平面図の形状が実質的に正方形である方法。

**【請求項 1 5】**

20

前記主軸が、前記基板を保持する前記リソグラフィ装置の基板テーブルの変位を測定するビームの経路に対して画定された、請求項 1 1 ~ 1 4 のいずれか 1 つに記載の方法。

**【請求項 1 6】**

デバイス製造方法であって、

液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を使用して、リソグラフィ装置の投影システムと基板の間の空間の少なくとも一部に前記液体を拘束するステップと、

パターン化された放射ビームを前記液体を介して前記基板に投射するステップと、を含み、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、前記装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行である方法。

**【請求項 1 7】**

30

前記空間の平面図の形状が実質的に正多角形である、請求項 1 6 に記載の方法。

**【請求項 1 8】**

デバイス製造方法であって、

液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を使用して、リソグラフィ装置の投影システムと基板の間の空間の少なくとも一部に前記液体を拘束するステップと、

パターン化された放射ビームを前記液体を介して前記基板に投射するステップと、を含み、

前記空間の少なくとも 1 つの対角線が、前記装置の座標系の主軸であって、前記基板が走査される方向と垂直である主軸に実質的に平行であり、

前記空間の平面図の形状が実質的に正方形である方法。

**【請求項 1 9】**

40

前記主軸が、前記基板を保持する前記リソグラフィ装置の基板テーブルの変位を測定するビームの経路に対して画定された、請求項 1 6 ~ 1 8 のいずれか 1 つに記載の方法。

**【請求項 2 0】**

前記内部周囲の 2 つの角の曲率半径が、液体を含有する前記空間と液体を含有しない周囲の空間との間の移行ゾーンの幅以下である、請求項 1 6 ~ 1 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

50

**【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を製造するための方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

リソグラフィ装置は、基板、一般的には基板の目標部分に所望のパターンを適用するマシンである。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、マスク或いはレチクルとも呼ばれているパターン化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、生成されたパターンが基板（たとえばシリコン・ウェハ）上の目標部分（たとえば部分的に 1 つ又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線感応材料（レジスト）の層への画像化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目標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 回で目標部分に露光することによって目標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（「走査」方向）に走査し、且つ、基板をこの方向に平行に、或いは非平行に同期走査することによって目標部分の各々が照射される、いわゆるスキヤナがある。パターンを基板上へ転写することによってパターン化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】**

10

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ために、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す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画像化できることである。（また、液体の効果は、システムの有効 NA が大きくなり、且つ、焦点深度が長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。

20

**【0004】**

30

しかしながら、基板若しくは基板と基板テーブルを液体槽に浸す（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 4,509,852 号を参照されたい）ことは、走査露光の間、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おり、そのためにはモータを追加するか、或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】**

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、基板の局部領域上のみ、及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 WO 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 及び 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を -X 方向に走査する際に、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。様々な配向及び数の入口及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 はその実施例の 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。

40

**【0006】**

液浸液が投影システムの下方に局部化される液浸リソグラフィ装置の場合、液体供給シ

50

ステムが通過した後に、1つ又は複数の乾いたしみが基板の上に残ることがある。乾いたこのようなしみは、いくつかの理由により、印刷されたデバイス中の欠陥の原因になり、また、他の問題の原因になっている。乾いたしみによって露光済みレジストの現像が影響を受け、また、乾いたしみによって、下を覆っているレジストの適切な露光が妨害されることがある（1つの目標部分を露光している間、或いは加速中及び／又は減速中にもたらされる乾いたしみと、隣接する、後に露光される目標部分が重畠することがある）。乾いたしみからの粒子は、基板を化学的に汚染する原因になり、また、液浸リソグラフィ装置の他の部品の汚染の原因になっている。

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

10

**【0007】**

したがって、たとえば基板上への1つ又は複数の乾いたしみの出現が減少し、或いは回避される液浸リソグラフィ装置が提供されることが有利である。

**【課題を解決するための手段】**

**【0008】**

本発明の一態様によれば、基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を拘束するようになされた液体拘束構造を備えた、パターンをパターン化デバイスから基板へ液体を介して投影するようになされたリソグラフィ投影装置が提供される。

**【0009】**

20

本発明の一態様によれば、  
放射ビームを条件付けるようになされたイルミネータと、  
パターン化された放射ビームを形成するための、放射ビームの断面にパターンを付与するようになされたパターン化デバイスを保持するように構築されたサポートと、  
基板を保持するように構築された基板テーブルと、  
パターン化された放射ビームを基板の目標部分に投射するようになされた投影システムと、

投影システムと基板の間の空間の少なくとも一部に液体を充填するようになされた液体供給システムであって、液体を空間内に少なくとも部分的に拘束するようになされた、液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を備えた液体供給システムと

を備えたリソグラフィ投影装置が提供される。

**【0010】**

30

本発明の一態様によれば、  
基板と隣接する空間であって、その平面図の形状が基板より小さく、且つ、その平面図の形状が実質的に基板と平行の実質的に多角形である空間に液体を供給するステップと、  
パターン化された放射ビームを液体を介して基板に投射するステップと  
を含むデバイス製造方法が提供される。

**【0011】**

40

本発明の一態様によれば、  
液体と隣接する内部周囲が実質的に多角形を形成している液体拘束構造を使用して、リソグラフィ装置の投影システムと基板の間の空間の少なくとも一部に液体を拘束するステップと、  
パターン化された放射ビームを液体を介して基板に投射するステップと  
を含むデバイス製造方法が提供される。

**【0012】**

以下、本発明の実施例について、単なる実施例に過ぎないが、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。

**【実施例】**

**【0013】**

50

図1は、本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を略図で示したものである。このリソグラフィ装置は、

- 放射ビームP B（たとえばUV放射或いはDUV放射）を条件付けるようになされた照明システム（イルミネータ）ILと、

- パターン化デバイス（たとえばマスク）MA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パターン化デバイスを正確に位置決めするようになされた第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、

- 基板（たとえばレジスト被覆ウェハ）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基板を正確に位置決めするようになされた第2のポジショナPWに接続された基板テーブル（たとえばウェハ・テーブル）WTと、

- パターン化デバイスMA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（たとえば1つ又は複数のダイが含まれている）に投影するようになされた投影システム（たとえば屈折投影レンズ系）PLと  
を備えている。

#### 【0014】

照明システムは、放射を導き、整形し、或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或いは他のタイプの光学コンポーネント、若しく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】

支持構造は、パターン化デバイスの配向、リソグラフィ装置の設計及び他の条件、たとえばパターン化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ン化デバイスを保持している。支持構造には、パターン化デバイスを保持するための機械式締付け技法、真空締付け技法、静電締付け技法或いは他の締付け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若しくは移動させることができるフレームであっても、或いはテーブルであっても良い。支持構造は、たとえば投影システムに対してパターン化デバイスを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」或いは「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターン化デバイス」という用語の同義語と見なすことができる。

#### 【0016】

本明細書に使用されている「パターン化デバイス」という用語は、放射ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板の目標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が移相フィーチャ若しくはいわゆる補助フィーチャを備えている場合、基板の目標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、目標部分に生成される、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。

#### 【0017】

パターン化デバイスは、透過型であっても或いは反射型であっても良い。パターン化デバイスの実施例には、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、交番移相及び減衰移相などのマスク・タイプ、及び様々なハイブリッド・マスク・タイプが知られている。プログラム可能ミラー・アレイの実施例には、マトリックスに配列された微小ミラーが使用されている。微小ミラーの各々は、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。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。

#### 【0018】

本明細書に使用されている「投影システム」という用語には、使用する露光放射に適した、或いは液浸液の使用若しくは真空の使用などの他の要因に適した、屈折光学系、反射光学系、カタディオプトリック光学系、磁気光学系、電磁光学系及び静電光学系、若しく

10

20

30

40

50

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包含さ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】

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ム可能ミラー・アレイを使用した、或いは反射型マスクを使用した）タイプの装置であっても良い。

#### 【0020】

リソグラフィ装置は、場合によっては2つ（二重ステージ）以上の基板テーブル（及び／又は複数のマスク・テーブル）を有するタイプの装置であり、このような「多重ステージ」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、或いは1つ又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つ又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。10

#### 【0021】

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、放射源及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。その場合、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及び／又はビーム・エキスパンダを備えたビーム引渡しシステム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部品にすることができる。放射源SO及びイルミネータILは、必要に応じてビーム引渡しシステムBDと共に放射システムと呼ぶことができる。20

#### 【0022】

イルミネータILは、放射ビームの角強度分布を調整するためのアジャスタADを備えることができる。通常、イルミネータのひとみ平面内における強度分布の少なくとも外部及び／又は内部ラジアル・エクステント（一般に、それぞれ - 外部及び - 内部と呼ばれている）は調整が可能である。また、イルミネータILは、インテグレータIN及びコンデンサCO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。30

#### 【0023】

支持構造（たとえばマスク・テーブルMT）上に保持されているパターン化デバイス（たとえばマスクMA）に放射ビームPBが入射し、パターン化デバイスによってパターン化される。マスクMAを透過した放射ビームPBは、放射ビームを基板Wの目標部分Cに集束させる投影システムPLを通過する。基板テーブルWTは、第2のポジショナPW及び位置センサIF（たとえば干渉デバイス、直線エンコーダ若しくは容量センサ）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目標部分Cを放射ビームPB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PM及びもう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、若しくは走査中に、マスクMAを放射ビームPBの光路に対して正確に配置することができる。通常、マスク・テーブルMTの移動は、第1のポジショナPMの一部を形成している長ストローク・モジュール（粗位置決め）及び短ストローク・モジュール（精密位置決め）を使用して実現されている。同様に、基板テーブルWTの移動は、第2のポジショナPWの一部を形成している長ストローク・モジュール及び短ストローク・モジュールを使用して実現されている。ステッパ（スキャナではなく）の場合、マスク・テーブルMTは、短ストローク・アクチュエータのみに接続することができ、或いは固定することも可能である。マスクMA及び基板Wは、マスク・アライメント・マークM1、M2及び基板アライメント・マークP1、P2を使用して整列させることができる。図には、専用目標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4050

板アライメント・マークは、目標部分と目標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、スクライプ・レーン・アライメント・マークとして知られている）。同様に、複数のダイがマスクMA上に提供される場合、ダイとダイの間にマスク・アライメント・マークを配置することができる。

#### 【0024】

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。

1. ステップ・モード：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目標部分Cに1回で投影される（即ち単一静止露光）。次に、基板テーブルWTがX及びY又はY方向にシフトされ、異なる目標部分Cが露光される。ステップ・モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一静止露光で画像化される目標部分Cのサイズが制限される。10

2. 走査モード：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に投影されている間、マスク・テーブルMT及び基板テーブルWTが同期走査される（即ち単一動的露光）。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、投影システムPLの倍率（縮小率）及び画像反転特性によって決定される。走査モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一動的露光における目標部分の幅（非走査方向の幅）が制限され、また、走査運動の長さによって目標部分の高さ（走査方向の高さ）が決まる。

3. その他のモード：その他のモードでは、プログラム可能パターン化デバイスを保持するべくマスク・テーブルMT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目標部分Cに投影されている間、基板テーブルWTが移動若しくは走査される。このモードでは、通常、パルス放射源が使用され、走査中、基板テーブルWTが移動する毎に、或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ム可能パターン化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ム可能ミラー・アレイなどのプログラム可能パターン化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。20

#### 【0025】

上で説明した使用モードの組合せ及びY又はその変形形態或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。30

#### 【0026】

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、且つ、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及び出口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、且つ、投影システム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及び出口OUTの組合せは有効ではない）。40

#### 【0027】

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た液体拘束構造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、このようなシステムを示したものである。液体拘束構造は、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XY平面内に静止している。液体拘束構造と基板の表面の間にシールが形成される。一実施例では、このシールは、ガス・シールなどの非接触シールである。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第10/705,783号に、ガス・シールを備え50

たこのようなシステムが開示されている。

**【0028】**

図5は、リザーバ10の構造を示したもので、液体を拘束するための非接触シールを投影システムの画像視野の周りの基板に形成し、基板の表面と投影システムの最終エレメントの間の空間を充填している。投影システムPLの最終エレメントの下方に配置され、且つ、投影システムPLの最終エレメントを取り囲んでいる液体拘束構造12がリザーバを形成している。液体は、液体拘束構造12内の、投影システムの下方の空間に導入されている。液体拘束構造12は、投影システムの最終エレメントの少し上まで展開しており、液体レベルが最終エレメントの上まで上昇しているため、液体のバッファが提供されている。液体拘束構造12は、上端部の形状が投影システムの形状若しく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ことが好ましい、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、画像視野の形状と緊密に一致しており、たとえば、必ずしもそれには限定されないが長方形の形をしている。  
10

**【0029】**

液体は、液体拘束構造12の底部と基板Wの表面の間のガス・シール16によってリザーバ内に拘束されている。このガス・シールは、入口15を介して加圧下で液体拘束構造12と基板の間のギャップに提供され、且つ、第1の出口14を介して排出されるガス、たとえば空気、合成空気、N<sub>2</sub>若しくは不活性ガスによって形成されている。ガス入口15の超過圧力、第1の出口14の真空レベル及びギャップの幾何学は、液体を拘束す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。他のタイプのシールを使用して液体を含有することができることは当業者には理解されよう。  
20

**【0030】**

断面が円形の液体拘束構造を備えた液浸リソグラフィ装置を使用して露光された試験基板の調査結果によれば、露光後の基板に残る乾いたしみ及び粒子は、その大部分が液浸領域の側縁部分に完全に集中している。事実、シャワーヘッドが基板の両端間を通過すると、その後に乾いたしみ及び粒子の2つの痕跡が残される。たとえば図6に示す2つの痕跡を参照されたい。

**【0031】**

液浸空間の縁は、通常、境界が明確でなく、図8に示すように、完全に乾いた領域と完全に液浸した（「濡れた」）領域の間に移行ゾーンTZが存在している。移行ゾーンの幅は、液体拘束システムの正確な寸法及びタイプによって様々であり、本明細書において説明されてシステムを始めとするあらゆるタイプの液体供給システム及び／又は液体拘束システムに存在している。最も小さい移行ゾーンの幅は、液浸液によって形成されるメニスカスの幅であるが、たとえば液体を拘束するために使用されるガスの流れ、或いは液体を除去するために使用されるガスの流れによる液浸液の攪乱、起泡等により、このメニスカスの幅より広い場合もある。  
30

**【0032】**

移行ゾーンでは、液浸液の飛沫が絶えず基板に堆積する。図6に示すように、基板は、投影システムPL及び液体拘束システムに対して矢印Sの方向に走査される。移行ゾーンの前縁の基板W上に堆積した飛沫は、液体11の本体によって除去される。移行ゾーンTZの後縁に堆積した飛沫は除去されないが、この部分の移行ゾーンの幅が狭いため、基板上の所与のポイントがこのゾーン内で費やす時間が短く、飛沫が堆積する確率は小さい。一方、移行ゾーンの縁部分EZが通過する基板上のポイントは、このゾーン内で費やす時間が比較的長く、また、そのポイントの後に続いて液体の本体が押し寄せることがないため、飛沫が基板に堆積し、液体拘束システムが通過した後に残留する確率が大きい。したがって、液浸液が蒸発すると、液体中のあらゆる微粒子若しくは溶解した汚染物質によって乾いたしみがもたらされ、或いは微粒子が付着することになる。  
40

**【0033】**

本発明の一実施例によれば、基板上への乾いたしみの出現及び／又は基板への微粒子の付着を少なくし、或いは最少化するために、液体拘束システムは、平面図の形状が円形で  
50

はなく、実質的に多角形である空間に液体を拘束するようになされている。平面図の形状が実質的に多角形である空間にすることにより、所与のポイントが移行ゾーン内で費やす時間が短縮され、或いは最短化される。特定の実施例では、所望の多角形形状の内部周囲を有する液体拘束構造 12 を使用して空間に液体 11 を拘束している。

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 に示すように、本発明の一実施例では、対角線が基板ステージの座標系の主軸 X 及び Y に実質的に平行に配向された、実質的に正方形の領域 22 に液浸液が拘束されている。これらの主軸は、事実上、基板テーブルの変位を測定している干渉変位測定システム I F の測定ビームの経路によって画定されている。基板及び液体拘束システムが X 軸及び / 又は Y 軸に平行の方向に相対移動する（たとえば走査される）と、縁ゾーン E Z' の運動方向の長さが短縮 / 最短化され、延いては粒子が付着する確率、或いは乾いたしみが形成される確率が減少 / 最小化されることが分かる。10

#### 【 0 0 3 5 】

多角形の複数の角は、必ずしも完全な形状である必要はないことは理解されよう。一実施例では、2つの角の曲率半径が移行ゾーン T Z の幅以下であるか、或いは縁ゾーン E Z' の長さが長くなっているが、もっと大きい半径の角、たとえば移行ゾーンの幅の最大4倍ないし5倍の半径の角を使用しても利点を得ることができる。1つの方向、たとえば Y 方向への基板の走査運動が大きいか、或いは排他的である場合、空間 22 の形状は、図に示すように必ずしも対称である必要はなく、Y 方向の長さを短くして平行四辺形若しくは菱形を形成することも可能である。また、液体拘束構造も必ずしも X 軸の周りに対称である必要はなく、したがって凧形の構造を使用することも可能である。また、直線ではなく、湾曲した縁を使用することも可能である。図 9 は、いくつかの可能な形状を示したものである。これらの形状によって縁ゾーン E Z のサイズをさらに短縮することができる。液浸液を拘束する空間の形状は、原理的には、露光視野 E F が液浸液で完全に覆われることを保証し、且つ、必要に応じて空間から液体を排出する必要性によってのみ制限される。20

#### 【 0 0 3 6 】

欧洲特許出願第 0 3 2 5 7 0 7 2 . 3 号に、二重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。30

#### 【 0 0 3 7 】

本明細書においては、とりわけ I C の製造におけるリソグラフィ装置の使用が参照されているが、本明細書において説明したリソグラフィ装置は、集積光学系、磁気領域メモリのため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「ウェハ」或いは「ダイ」という用語の使用はすべて、それぞれより一般的な「基板」或いは「目標部分」という用語の同義語と見なすことができることは当業者には理解されよう。本明細書において参考されている基板は、たとえばトラック（通常、基板にレジスト層を塗布し、且つ、露光済みレジストを現像するツール）、度量衡学ツール及び / 又は検査ツール中で、露光前若しく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及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 I C を生成するために複数回に渡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。40

#### 【 0 0 3 8 】

本明細書に使用されている「放射」及び「ビーム」という用語には、紫外 (UV) 放射（たとえば波長が 365 nm、248 nm、193 nm、157 nm 或いは 126 nm の放射若しくはその近辺の波長の放射）を含むあらゆるタイプの電磁放射が包含されている50

。

### 【0039】

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及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つ或いは組合せを意味している。

### 【0040】

以上、本発明の特定の実施例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つ又は複数の機械可読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、或いはこのようなコンピュータ・プログラムが記憶されているデータ記憶媒体（たとえば半導体記憶装置、磁気ディスク若しくは光ディスク）の形態を取ることができます。10

### 【0041】

本発明の1つ又は複数の実施例は、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、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。液体供給システムは、投影システムと基板及び／又は基板テーブルの間の空間に液体を提供する任意のメカニズムである。液体供給システムは、前記空間に液体を提供し、且つ、拘束する1つ又は複数の構造、1つ又は複数の液体入口、1つ又は複数のガス入口、1つ又は複数のガス出口及び／又は1つ又は複数の液体出口の任意の組合せを備えることができる。一実施例では、前記空間の表面を基板及び／又は基板テーブルの一部に制限することができ、或いは前記空間の表面は、基板及び／又は基板テーブルの表面を完全に覆うことができる。また、前記空間は、基板及び／又は基板テーブルの包絡面であっても良い。20

### 【0042】

以上の説明は、本発明の例証を意図したものであり、本発明を何ら制限するものではない。したがって、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】

### 【0043】

【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に使用するための液体供給システムを示す図である。30

【図3】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他の図である。

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

【図6】図5に示す液体供給システムの平面図である。

【図7】本発明の一実施例による液体供給システムの平面図である。

【図8】「濡れた」空間と「乾いた」空間の間の移行ゾーンを示す図である。

【図9】液体充填空間の代替形状を示す図である。

### 【符号の説明】

### 【0044】

A D 放射ビームの角強度分布を調整するためのアジャスタ40

B D ビーム引渡しシステム

C 基板の目標部分

C O コンデンサ

E F 露光視野

E Z、E Z' 移行ゾーンの縁部分（縁ゾーン）

I F 位置センサ（干渉変位測定システム）

I L 照明システム（イルミネータ）

I N インテグレータ

M A パターン化デバイス（マスク）50

M T 支持構造(マスク・テーブル)

M 1、M 2 マスク・アライメント・マーク

P B 放射ビーム

P L 投影システム

P M 第1のポジショナ

P W 第2のポジショナ

P 1、P 2 基板アライメント・マーク

S 投影システム及び液体拘束システムに対する基板の走査方向

S O 放射源

T Z 移行ゾーン

W 基板

WT 基板テーブル

1 0 リザーバ

1 1 液体

1 2 液体拘束構造

1 4 第1の出口

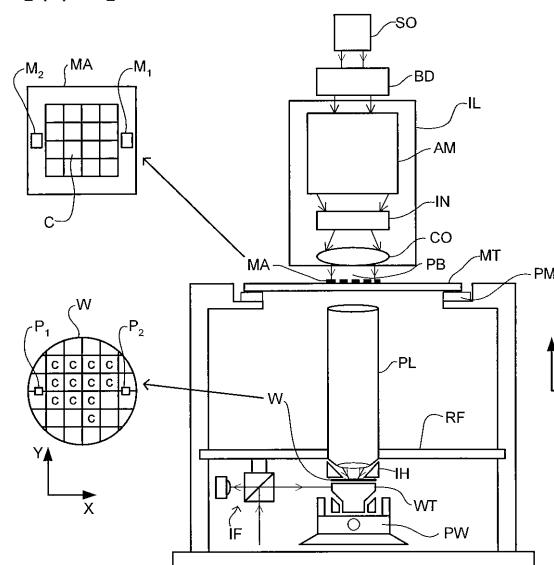
1 5 入口

1 6 ガス・シール

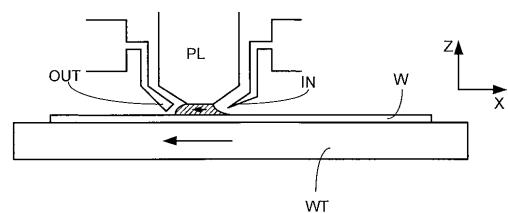
2 2 実質的に正方形の領域(空間)

10

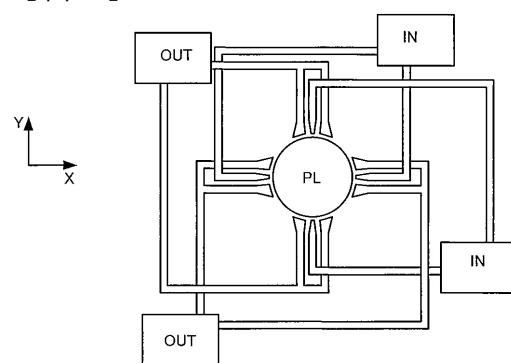
【図1】



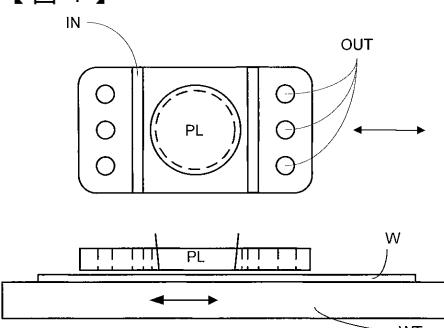
【図2】



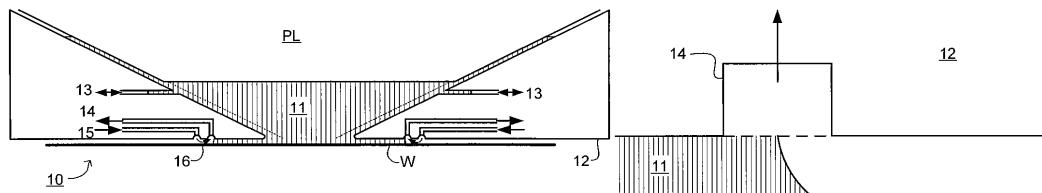
【図3】



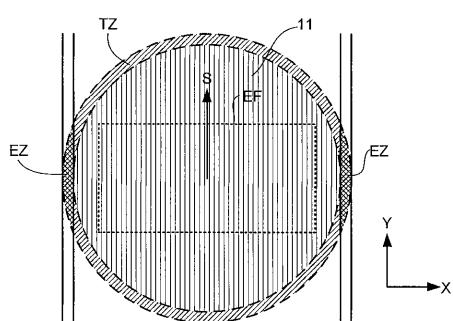
【図4】



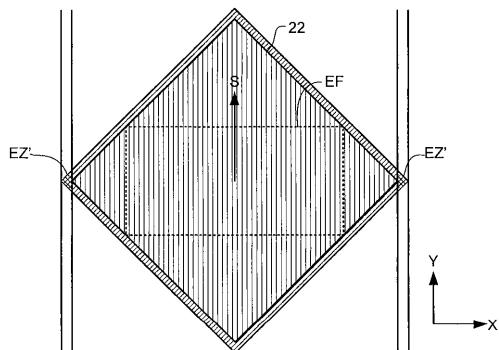
【図5】



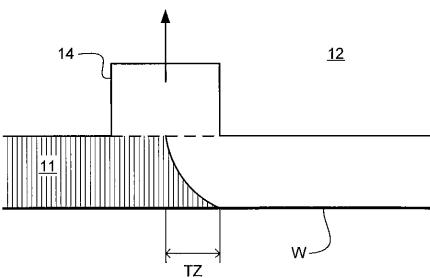
【図6】



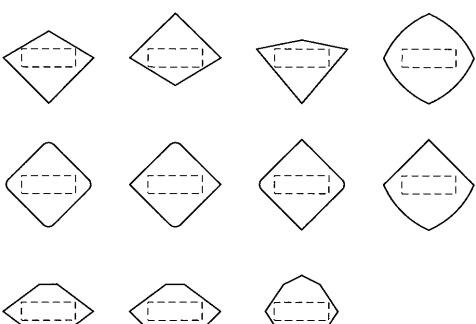
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ハンス ヤンセン  
オランダ国、アントホーフェン、ツイデヴィユン 33

(72)発明者 マルコ コエルト シュタフェンガ  
オランダ国、アントホーフェン、クリスティーナシュトラート 193

審査官 秋田 将行

(56)参考文献 特開2004-259966(JP,A)  
特開2005-019864(JP,A)  
特開2005-109426(JP,A)  
特開2006-093721(JP,A)  
特開2006-165500(JP,A)  
特表2006-511011(JP,A)  
特表2006-523029(JP,A)  
特表2007-504662(JP,A)  
国際公開第99/049504(WO,A1)  
国際公開第2004/053955(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G03F 7/20 - 7/24