

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4902505号
(P4902505)

(45) 発行日 平成24年3月21日(2012.3.21)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int.Cl.

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

F 1

H01L 21/30 515D
G03F 7/20 521
H01L 21/30 514E

請求項の数 24 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2007-309567 (P2007-309567)
(22) 出願日	平成19年11月30日 (2007.11.30)
(65) 公開番号	特開2008-147652 (P2008-147652A)
(43) 公開日	平成20年6月26日 (2008.6.26)
審査請求日	平成19年11月30日 (2007.11.30)
(31) 優先権主張番号	11/635,079
(32) 優先日	平成18年12月7日 (2006.12.7)
(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. トイ.
	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	リーベン,マイケル オランダ国, ヴェルトホーフェン エヌエ ル-5501 シーエー, リートピーク 9

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】

パターニングデバイスからのパターンを液体を通して基板上へ投影するように構成されたリソグラフィ投影装置であって、

前記液体を前記基板に隣接する空間に少なくとも部分的に閉じ込める液体閉じ込めシステムを備え、

前記液体閉じ込めシステムが、前記空間の周囲に互いにある距離だけ離間して配置された複数の出口を備え、

前記出口は、前記空間における液体と前記空間の外側の環境におけるガスとを吸引することによって前記空間の外側から当該出口へ向かうガス流を発生させ、当該出口に吸引されずに残留する前記液体を前記発生させたガス流によって前記空間に少なくとも部分的に閉じ込めるように配置されている、リソグラフィ投影装置。
10

【請求項 2】

前記出口がそれぞれ、別個の低圧源に接続される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記出口の少なくとも 2 つが、使用時に低圧に保持される共通チャンバーに接続される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記出口がそれぞれ、使用時に前記基板に面する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記出口がそれぞれ、前記基板に実質的に直角である縦軸を有する細長い通路の出口である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記出口がそれぞれ、使用時に前記基板に面し且つ前記基板の上面に実質的に平行である前記液体閉じ込めシステムの表面に形成される、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記液体閉じ込めシステムが、使用時に、前記出口の半径方向内側および / または外側への任意のメニスカスをくぎ付けにする形体を実質的に含まない、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の装置。 10

【請求項 8】

前記出口がそれぞれ、平面図で実質的に円形、正方形、長方形または三角形である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記出口がそれぞれ、その最大平面寸法の 0 . 25 から 10 倍だけ、平面図で相互から離間される、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

前記出口が、平面図で 1 から 0 . 05 の縦横比を有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の装置。 20

【請求項 11】

前記出口が、平面図で多角形を形成するように相互に対して配置される、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 12】

前記多角形の主軸が、前記基板の主要移動方向に対して実質的に平行であるように規定される、請求項 1 ~ 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記主軸が、4 / 9 から 8 / 9 の間の長さ比率を有する、請求項 1 ~ 2 に記載の装置。

【請求項 14】

長い方の主軸の長さと短い方の主軸の長さとの比率が 1 . 2 : 1 より大きい、請求項 1 ~ 2 に記載の装置。 30

【請求項 15】

前記液体閉じ込めシステムがさらに、前記出口の半径方向外側に配置されたガスナイフを備える、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 16】

前記ガスナイフが、平面図で前記出口から 0 . 2 mm から 3 . 0 mm の間の距離に配置される、請求項 1 ~ 5 に記載の装置。

【請求項 17】

前記液体閉じ込めシステムがさらに、前記出口の半径方向外側に配置されたガス入口を備える、請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の装置。 40

【請求項 18】

使用時に液体閉じ込めシステムの前記基板に面する底面が、前記出口の半径方向外側に前記基板からの距離の階段状変化を備える、請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 19】

前記高さの階段状変化が、前記出口から 0 . 2 mm から 10 . 0 mm の間に生じる、請求項 1 ~ 8 に記載の装置。

【請求項 20】

前記液体閉じ込めシステムがさらに、前記出口が配置された平面形状の隅部に隣接して配置された少なくとも 1 つのさらなる出口を備える、請求項 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記 50

載の装置。

【請求項 2 1】

パターニングデバイスからのパターンを基板に投影する投影システムを有するリソグラフィ投影装置であって、

液体を前記投影システムと前記基板の間の空間に少なくとも部分的に閉じ込める液体閉じ込め構造を備え、

前記液体閉じ込め構造が、前記空間の周囲に互いにある距離だけ離間して配置された複数の出口を備え、

前記出口は、前記空間における液体と前記空間の外側の環境におけるガスとを吸引することにより、前記空間の外側から当該出口に向かうガス流を発生させ、当該出口に吸引されずに残留する前記液体のメニスカスを前記発生させたガス流によって前記空間内に実質的にくぎ付けするように配置されている、リソグラフィ投影装置。10

【請求項 2 2】

前記出口がそれぞれ、別個の低圧源に取り付けられる、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 3】

前記出口がそれぞれ、2相の実質的に環状の流れが前記出口を通って出るように成形される、請求項 2 1 又は 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

パターニングされた放射ビームを、基板に隣接する空間に設けられた液体を通して基板に投影し、20

前記空間の周囲に互いにある距離だけ離間して配置された複数の出口を通して前記空間における液体と前記空間の外側の環境におけるガスとを吸引することにより、前記空間の外側から当該出口へ向かうガス流を発生させ、当該発生させたガス流を使用して、隣接する前記出口の間で当該出口に吸引されずに残留する前記液体のメニスカスを実質的にくぎ付けすることによって、前記液体を前記空間に少なくとも部分的に閉じ込めることを含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

[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。30

【背景技術】

【0 0 0 2】

[0002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板に、通常は基板のターゲット部分に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）の製造に使用可能である。このような場合、代替的にマスクまたはレチクルとも呼ばれるパターニングデバイスを使用して、ICの個々の層上に形成す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ーハ）上のターゲット部分（例えば1つまたは幾つかのダイの一部を備える）に転写することができる。パターンの転写は通常、基板に設けた放射感応性材料（レジスト）の層への結像により行われる。一般的に、1枚の基板は、順次パターンが与えられる網の目状の互いに近接したターゲット部分を含んでいる。従来のリソグラフィ装置は、パターン全体をターゲット部分に1回で露光することによって各ターゲット部分が照射される、いわゆるステッパと、基板を所定の方向（「スキャン」方向）と平行あるいは逆平行にスキャンしながら、パターンを所定の方向（「スキャン」方向）に放射ビームでスキャンすることにより、各ターゲット部分が照射される、いわゆるスキャナとを具備している。パターンを基板にインプリントすることによっても、パターニングデバイスから基板へとパターンを転写することが可能である。40

【0 0 0 3】

[0003] リソグラフィ投影装置では、投影システムの最終素子と基板との間の空間を充填するように、基板を水などの比較的高い屈折率を有する液体に液浸することが提案されている。液体は蒸留水が好ましいが、他の液体を使用してもよい。本発明は液体について説50

明される。しかし、流体は、適切な、特に濡れ性の流体、非圧縮性流体および／または空気より高い屈折率、好ましくは水より高い屈折率の流体でよい。その要点は、より小さいフィチャーリーを結像可能にすることである。というのは、露光放射が、液体中の方が短い波長を有するからである。（液体の効果は、システムの有効NA（レンズによって支持されている場合）を上げ、焦点深度も上げることを考えることもできる。） 固体粒子（例えば石英）が浮遊している水などの他の液浸液が提案されている。

【0004】

[0004] しかし、基板を、または基板と基板テーブルを液体の浴槽に浸すこと（例えば米国特許U.S. 5,09,852号参照）は、スキャン露光中に加速すべき大きい塊の液体があることでもある。これには、追加のモータまたはさらに強力なモータが必要であり、液体中の乱流が望ましくない予測不能な効果を引き起こすことがある。10

【0005】

[0005] 提案されている解決法の1つは、液体供給システムが、液体閉じ込めシステムを使用して、基板の局所的区域および投影システムの最終素子と基板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素子より大きい表面積を有する）。これを配置構成するための1つの知られている方法がPCT特許出願公開WO 99/49504号で開示されている。図2および図3に図示されているように、液体が少なくとも1つの入口INによって基板上に、好ましくは最終素子に対する基板の動作方向に沿って供給され、投影システムの下を通過した後に少なくとも1つの出口OUTによって除去される。つまり、基板Wが-X方向にて素子の下でスキャンされると、液体が素子の+X側にて供給され、-X側にて取り上げられる。図2は、液体が入口INを介して供給され、低圧源に接続された出口OUTによって素子の他方側で取り上げられる構成を概略的に示したものである。図2の図では、液体が最終素子に対する基板の動作方向に沿って供給されるが、こうである必要はない。最終素子の周囲に配置された入口および出口の様々な方向および数が可能であり、一例が図3に図示され、ここでは各側に4組の入口と出口が、最終素子の周囲の規則的パターンで設けられる。20

【0006】

[0006] 投影システムの下で基板を可能な限り迅速に移動できることが望ましい。そのために、液体閉じ込めシステムが局所的区域の液体閉じ込めシステムである場合、それは液体閉じ込めシステムに対して（したがって投影システムに対して）液体の縁部（つまりメニスカス）を強力にくぎ付けし、液体を有意に損失せずに高度のスキャンを可能にするよう設計しなければならない。単純なシステムが明らかに有利である。30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

[0007] 例えば、投影システムの最終素子と基板との間の空間にて液体のメニスカスを所定の位置にくぎ付けする液体供給システムを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

[0008] 本発明の一態様によれば、パターニングデバイスからのパターンを液体を通して基板上へ投影するリソグラフィ投影装置であって、液体を基板に隣接する空間に少なくとも部分的に閉じ込める液体閉じ込めシステムを備え、液体閉じ込めシステムが、空間の周囲に配置されて、(i)空間からの液体と(ii)液体閉じ込めシステムの外側の環境からのガスとの混合物を除去することによって、液体を空間に少なくとも部分的に閉じ込める複数の離散した出口を備える、リソグラフィ投影装置が提供される。40

【0009】

[0009] 本発明の一態様によれば、パターニングデバイスからのパターンを基板に投影する投影システムを有するリソグラフィ投影装置であって、液体を投影システムと基板の間の空間に少なくとも部分的に閉じ込める液体閉じ込め構造を備え、液体閉じ込め構造が、空間から液体をおよび空間の外側からガスを除去して、ガス流の生成により空間内の液体50

のメニスカスを実質的にくぎ付けするように構成された複数の出口を備える、リソグラフィ投影装置が提供される。

【 0 0 1 0 】

[0010] 本発明の一態様によれば、パターニングされた放射ビームを、基板に隣接する空間に設けられた液体を通して基板に投影し、少なくとも部分的には、空間の外側から出口を通してガスを抽出することによって発生したガス流を使用して、隣接する出口の間で液体のメニスカスをくぎ付けすることによって液体を閉じ込めるることを含むデバイス製造方法が提供される。

【 0 0 1 1 】

[0011] 次に、本発明の実施形態を添付の略図を参照しながら、ほんの一例として説明する。図面では対応する参照記号は対応する部品を示している。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

[0028] 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示したものである。この装置は、

【 0 0 1 3 】

[0029] - 放射ビームB（例えばUV放射またはDUV放射）を調節するように構成された照明システム（イルミネータ）ILと、

【 0 0 1 4 】

[0030] - パターニングデバイス（例えばマスク）MAを支持するように構成され、特定のパラメータに従って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一ポジショナPMに接続されたサポート構造（例えばマスクテーブル）MTと、 20

【 0 0 1 5 】

[0031] - 基板（例えばレジストコートウェーハ）Wを保持するように構成され、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構成された第二ポジショナPWに接続された基板テーブル（例えばウェーハテーブル）WTと、

【 0 0 1 6 】

[0032] - パターニングデバイスMAによって放射ビームB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含む）に投影するように構成された投影システム（例えば屈折投影レンズシステム）PSとを含む。 30

【 0 0 1 7 】

[0033] 照明システムは、放射の誘導、整形、または制御を行うための、屈折、反射、磁気、電磁気、静電気型等の光学コンポーネント、またはその任意の組み合わせなどの種々のタイプの光学コンポーネントを含んでいてもよい。

【 0 0 1 8 】

[0034] サポート構造は、パターニングデバイスを支持、つまりその重量を支えている。該マスクサポート構造は、パターニングデバイスの方向、リソグラフィ装置の設計等の条件、例えばパターニングデバイスが真空環境で保持されているか否かに応じた方法で、パターニングデバイスを保持する。このサポート構造は、パターニングデバイスを保持するために、機械的、真空、静電気等のクランプ技術を使用することができる。サポート構造は、例えばフレームまたはテーブルでよく、必要に応じて固定式または可動式でよい。サポート構造は、パターニングデバイスが例えば投影システムなどに対して確実に所望の位置にくるようにできる。本明細書において「レチクル」または「マスク」という用語を使用した場合、その用語は、より一般的な用語である「パターニングデバイス」と同義と見なすことができる。 40

【 0 0 1 9 】

[0035] 本明細書において使用する「パターニングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分にパターンを生成するように、放射ビームの断面にパターンを与えるために使用し得る任意のデバイスを指すものとして広義に解釈されるべきである。ここで、放射ビームに与えられるパターンは、例えばパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるア 50

シストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分における所望のパターンに正確には対応しないことがある点に留意されたい。一般的に、放射ビームに与えられるパターンは、集積回路などのターゲット部分に生成されるデバイスの特別な機能層に相当する。

【0020】

[0036] パターニングデバイスは透過性または反射性でよい。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。マスクはリソグラフィにおいて周知のものであり、これには、バイナリマスク、レベンソン型(alternating)位相シフトマスク、減衰型(attenuated)位相シフトマスクのようなマスクタイプ、さらには様々なハイブリッドマスクタイプも含まれる。プログラマブルミラーアレイの一例として、小さなミラーのマトリクス配列を使用し、そのミラーは各々、入射する放射ビームを異なる方向に反射するよう個々に傾斜することができる。傾斜したミラーは、ミラーマトリクスによって反射する放射ビームにパターンを与える。

10

【0021】

[0037] 本明細書において使用する「投影システム」という用語は、例えば使用する露光放射、または液浸液の使用や真空の使用などの他の要因に合わせて適宜、例えば屈折光学システム、反射光学システム、反射屈折光学システム、磁気光学システム、電磁気光学システムおよび静電気光学システム、またはその任意の組合せを含む任意のタイプの投影システムを網羅するものとして広義に解釈されるべきである。本明細書において「投影レンズ」という用語を使用した場合、これはさらに一般的な「投影システム」という用語と同義と見なされる。

20

【0022】

[0038] ここに示している本装置は透過タイプである（例えば透過マスクを使用する）。あるいは、装置は反射タイプでもよい（例えば上記で言及したようなタイプのプログラマブルミラーアレイを使用する、または反射マスクを使用する）。

【0023】

[0039] リソグラフィ装置は2つ（デュアルステージ）またはそれ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）を有するタイプでよい。このような「マルチステージ」機械においては、追加のテーブルを並行して使用するか、1つまたは複数の他のテーブルを露光に使用している間に1つまたは複数のテーブルで予備工程を実行することができる。

30

【0024】

[0040] 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る。放射源とリソグラフィ装置とは、例えば放射源がエキシマレーザである場合に、それぞれ別々の構成要素であってもよい。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見なされず、放射ビームは、例えば適切な誘導ミラーおよび／またはビームエクスパンダなどを備えるビームデリバリシステムBDの助けにより、放射源SOからイルミネータILへと渡される。他の事例では、例えば放射源が水銀ランプの場合は、放射源がリソグラフィ装置の一体部分であってもよい。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とともに放射システムと呼ぶことができる。

【0025】

40

[0041] イルミネータILは、放射ビームの角度強度分布を調節するアジャスタADを備えていてもよい。通常、イルミネータの瞳面における強度分布の外側および／または内側半径範囲（一般にそれぞれ、-outerおよび-innerと呼ばれる）を調節することができる。また、イルミネータILは、インテグレータINおよびコンデンサCOなどの他の種々のコンポーネントを備えていてもよい。また、イルミネータを用いて放射ビームを調整し、その断面にわたって所望の均一性と強度分布とが得られるようにしてもよい。

【0026】

[0042] 放射ビームBは、サポート構造（例えばマスクテーブルMT）上に保持されたパターニングデバイス（例えばマスクMA）に入射し、パターニングデバイスによってパターンが与えられる。放射ビームBはマスクMAを通り抜けて、基板Wのターゲット部分C

50

上にビームを集束する投影システム PS を通過する。第二ポジショナ PW および位置センサ IF (例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) の助けにより、基板テーブル WT を、例えば放射ビーム B の経路において様々なターゲット部分 C に位置決めするように正確に移動できる。同様に、第一ポジショナ PM および別の位置センサ (図 1 には明示されていない) を使用して、例えばマスクライブラリから機械的に検索した後に、またはスキャン中に、放射ビーム B の経路に対してマスク MA を正確に位置決めすることができる。一般的に、マスクテーブル MT の移動は、第一ポジショナ PM の部分を形成す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) を用いて実現できる。同様に、基板テーブル WT の移動は、第二ポジショナ PW の部分を形成す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の助けにより実現できる。ステッパの場合 (スキャナとは対照的に) 、マスクテーブル MT をショートストロークアクチュエータのみに接続するか、固定してもよい。マスク MA および基板 W は、マスクアラインメントマーク M1、M2 および基板アラインメントマーク P1、P2 を使用して位置合わせすることができる。図示のような基板アラインメントマークは、専用のターゲット位置を占有するが、ターゲット部分の間の空間に配置してもよい (スクライブレーンアラインメントマークと呼ばれる) 。同様に、マスク MA 上に複数のダイを設ける状況では、マスクアラインメントマークをダイ間に配置してもよい。

【 0 0 2 7 】

[0043] 図示のリソグラフィ装置は以下のモードのうち少なくとも 1 つにて使用可能である。

【 0 0 2 8 】

[0044] 1 . ステップモードにおいては、マスクテーブル MT および基板テーブル WT は、基本的に静止状態に維持される一方、放射ビームに与えたパターン全体が 1 回でターゲット部分 C に投影される (すなわち 1 回の静止露光) 。次に、別のターゲット部分 C を露光できるように、基板テーブル WT が X 方向および / または Y 方向に移動される。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、1 回の静止露光で像が形成されるターゲット部分 C のサイズが制限される。

【 0 0 2 9 】

[0045] 2 . スキャンモードにおいては、マスクテーブル MT および基板テーブル WT は同期的にスキャンされる一方、放射ビームに与えられたパターンをターゲット部分 C に投影する (つまり 1 回の動的露光) 。マスクテーブル MT に対する基板テーブル WT の速度および方向は、投影システム PS の拡大 (縮小) および像反転特性によって求めることができる。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、1 回の動的露光におけるターゲット部分の (非スキャン方向における) 幅が制限され、スキャン動作の長さによってターゲット部分の (スキャン方向における) 高さが決まる。

【 0 0 3 0 】

[0046] 3 . 別のモードでは、マスクテーブル MT はプログラマブルパターニングデバイスを保持して基本的に静止状態に維持され、基板テーブル WT を移動またはスキャンせながら、放射ビームに与えられたパターンをターゲット部分 C に投影する。このモードでは、一般にパルス状放射源を使用して、基板テーブル WT を移動させる毎に、またはスキャン中に連続する放射パルスの間で、プログラマブルパターニングデバイスを必要に応じて更新する。この動作モードは、以上で言及したような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使用するマスクレスリソグラフィに容易に利用できる。

【 0 0 3 1 】

[0047] 上述した使用モードの組合せおよび / または変形、または全く異なる使用モードも利用できる。

【 0 0 3 2 】

[0048] 局所的液体供給システムがある液浸リソグラフィのさらなる解決策が、図 4 に図

示されている。液体は、投影システムPLのいずれかの側にある2つの溝入口INによって供給され、入口INの半径方向外側に配置された複数の別個の出口OUTによって除去される。入口INおよびOUTは、中心に穴があり、投影される投影ビームが通る板に配置することができる。液体は、投影システムPLの一方側にある1つの溝入口INによって供給されて、投影システムPLの他方側にある複数の別個の出口OUTによって除去され、これによって投影システムPLと基板Wの間に液体の薄膜の流れが生じる。どの組合せの入口INと出口OUTを使用するかの選択は、基板Wの動作方向によって決定することができる（他の組合せの入口INおよび出口OUTは不活性である）。

【0033】

[0049] 局所的液体供給システムがある液浸リソグラフィの提案されている別の解決策は、液体供給システムに、投影システムの最終素子と基板テーブルの間にある空間の境界の少なくとも一部に沿って延在する液体閉じ込め構造を設けることである。このような解決策が図5に図示されている。液体閉じ込め構造は、XY面では投影システムに対して実質的に静止しているが、Z方向（光軸の方向）には多少の相対的運動がある。ある実施形態では、液体閉じ込め構造と基板の表面の間にシールが形成され、これはガスシールなどの非接触シールでよい。

10

【0034】

[0050] 液体閉じ込め構造12は、投影システムPLの最終素子と基板Wの間の空間11に液体を少なくとも部分的に収容する。液体が基板表面と投影システムの最終素子との間の空間に閉じ込められるように、投影システムの像フィールドの周囲に、基板に対する非接触シール16を形成することができる。この空間は、投影システムPLの最終素子の下方に配置され、それを囲む液体閉じ込め構造12によって少なくとも一部は形成される。液体は、液体入口13によって投影システムの下方で液体閉じ込め構造12内の空間に運び込まれ、液体出口13によって除去することができる。液体閉じ込め構造12は、投影システムの最終素子の少し上まで延在し、液体のバッファが提供されるように、液体レベルが最終素子の上まで上昇する。液体閉じ込め構造12は、その上端が実施形態では投影システムまたはその最終素子の形状に非常に一致することができ、例えば円形でよい内周を有する。底部では、内周は像フィールドの形状に非常に一致し、例えば長方形であるが、そうである必要はない。

20

【0035】

[0051] 液体は、使用中に液体閉じ込め構造12の底部と基板Wの表面との間に形成されるガスシール16によって空間11に収容される。ガスシールは、空気または合成空気のような気体で形成されるが、実施形態ではN₂または別の不活性ガスであることが好ましく、圧力下で入口15を介して液体閉じ込め構造12と基板の間のギャップに提供され、出口14を介して抽出される。ガス入口15への過剰圧力、出口14への真空のレベル、およびギャップの幾何学的形状は、液体を閉じ込める内側への高速の気体流があるように構成される。これらの入口／出口は、空間11を囲む環状溝でよく、気体16の流れは、液体を空間11に収容させるのに効果的である。このようなシステムが、参照により全体が本明細書に組み込まれる米国特許出願公開US2004-0207824号で開示されている。

30

【0036】

[0052] それぞれが参照により全体が本明細書に組み込まれる欧州特許出願公開EP1420300号および米国特許出願公開US2004-0136494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。このような装置には、基板を支持する2つのテーブルが設けられる。第一位置にあるテーブルで、液浸液がない状態でレベリング測定を実行し、液浸液が存在する第二位置にあるテーブルで、露光を実行する。あるいは、装置は、1つのテーブルのみを有してもよい。

40

【0037】

[0053] 本発明の実施形態は、図1および図5に示した液体供給システムIHを改良したものである（しかし、任意の他の適切な液体供給システムにも適用することができる）。

50

上述したように、図5の液体供給システムでは、基板Wと投影システムPSの最終素子との間の空間11に液体が保持される。液体閉じ込め構造12は、液体が設けられている空間11を囲む。液体は任意の方法で提供することができる。図5の実施形態では、液体は入口13を通して供給される。ガス流16を使用して、液体閉じ込め構造12と基板Wの間にシールを作成する。ガスは入口15を離れ、液浸液とともに出口14を通って抜き取られる。矢印によって示されたガスの流れが、空間11の縁部にて液体のメニスカスを実質的に所定の位置にくぎ付けにする。

【0038】

[0054] 図5の実施形態では、入口15および出口14は環状であり、ガス流16によって形成されたシールは、比較的低いスキャン速度で壊れる。本発明の実施形態はこの問題に対応する。10

【0039】

[0055] 図6は、本発明の一実施形態のメニスカスクギ付けデバイスを示し、これは例えば図5のメニスカスクギ付け構成14、15、16に取って代わることができる。図6のメニスカスクギ付けデバイスは、複数の離散した出口50を備える。これらの出口50はそれぞれ、円形であるように図示されているが、そうである必要はない。実際、1つまたは複数の出口は、正方形、長方形、長円、三角形、細長いスリットなどから選択した1つまたは複数とすることができる。幾つかの例の形状が図9に与えられている。各出口は、平面図で大きい直径を有し、恐らく0.2mmより大きい、好ましくは0.5mmまたは1mmより大きい最大寸法を持つ。したがって、出口50が汚染から大きい影響を受ける可能性は低い。20

【0040】

[0056] 図6のメニスカスクギ付けデバイスの出口50はそれぞれ、別個の低圧源に接続することができる。代替的または追加的に、各出口50または複数の出口50を、それ自身が低圧で保持されている共通のチャンバー（環状とすることができます）に接続することができる。この方法で、各出口または複数の出口で均一な低圧を達成することができる。出口50を真空源に接続する、および／または液体供給システムを囲む環境の圧力を上昇させて必要な低圧を生成することができる。

【0041】

[0057] 隣接する出口50の間に隆線部70を設けてよい。図6の線VII-VIIを通る断面図である図7で見られるように、出口50は、液体閉じ込め構造12の底面40からの突起として形成される（つまり、出口50の底面が、底面40から垂直方向に変位している）。隆線部70は、出口50と同じ高さに配置されるか、液体閉じ込め構造12の表面と同じ量、またはそれより小さい量だけそこから突出する。出口50は、例えば管または細長い通路55の出口である。出口は、基板に面し、基板の上面と実質的に並行であるように配置することが望ましい。その別の考え方とは、出口50が接続されている通路55の長軸が、基板Wの上面に対して実質的に直角（垂直から±45°以内、好ましくは35°、25°、さらには15°以内）であることである。30

【0042】

[0058] 各出口50は、液体と気体の混合物を抽出するように設計されている。液体は空間11から引き出され、気体は出口50および隆線部70の液体とは他方側の環境から引き出される。これは矢印100で示すようなガス流を生成し、このガス流は、図6に示すように、出口50間のメニスカス90を実質的に所定の位置に押さえ込むのに効果的である。ガス流は、ガス流によって誘発された圧力勾配および／または液体中の空気流の抗力（剪断）によって、運動量閉塞により閉じ込められた液体の維持に役立つ。40

【0043】

[0059] 図6に見られるように、出口および隆線部は、平面図で多角形の形状を形成するように配置される。図6の場合、これは菱形の形状であり、その主軸110、120は投影システムの下で基板Wが移動する主要な方向に位置合わせされる。これは、出口および隆線部70が円形に配置された場合より最大スキャン速度が速いことを保証するのに役立50

つ。というのは、2つの出口間のメニスカスにかかる力が係数 $\cos \theta$ で減少するからであり、ここで θ は基板Wが動く方向に対して2つの出口を結ぶ線が形成する角度である。したがって、出口の形状の主軸 110 を基板の主要な移動方向（通常はスキャン方向）と位置合わせして、第2軸 120 を基板の他の主要な移動方向（通常はステップ方向）と位置合わせさせることによって、スループットを最適化することができる。 $\theta = 90^\circ$ とは異なる任意の構成が有利であることが認識される。したがって、主軸を主要な移動方向と正確に位置合わせすることは、不可欠ではない。形状が円形である場合は、常に移動方向に対して直角に位置合わせされた2つの出口 50 があり、したがってこれらの2つの出口間にあるメニスカスが、基板Wの移動によって使用可能な最大の力を受けることが、さらに理解されるであろう。以上から、辺が基板の主要移動方向に対して約 45° で位置合わせされた四角形の形状を使用しても、非常に有利であることが分かる。四角形の大きい方の寸法と小さい方の寸法との比率は 2 : 1 であり、このような比率が 1.2 : 1 より大きい形状が特に適切である。2つの主軸がある形状の場合、ステップおよびスキャン方向での移動量および移動速度に留意すると、4 / 9 から 8 / 9 の間、望ましくは 5 / 9 から 7 / 9 の間の長さ比が特に適切である。実施形態では、各出口が、平面図で、その最大平面寸法の 0.25 倍から 1.0 倍だけ相互から離間される。実施形態では、平面図で 1 から 0.05 の間の縦横比を有する。

【0044】

[0060] 図7は、液体閉じ込め構造 12 の底面 40 からの突起に出口 50 が設けられる事を示す。しかし、こうである必要はなく、出口 50 は液体閉じ込め構造 12 の主要底面にあってもよい。この場合、液体は主要底面に突き当たり、したがって望ましくない波の生成の傾向がある自由な上面がない。この場合は定義できる隆線部 70 がない。矢印 100 は、液体閉じ込め構造 12 の外側から出口 50 に関連する通路 55 へのガスの流れを示し、矢印 150 は、空間から出口 50 への液体の道を示す。通路 55 および出口 50 は、2相抽出（つまり気体と液体）が環状流モードで実行され、気体は実質的に通路 55 の中心を流れ、液体は実質的に通路 55 の壁に沿って流れるように設計される。その結果、流れが滑らかになり、脈動の発生が少なくなる。

【0045】

[0061] 図7では、出口 50 の半径方向内側でも液体閉じ込め構造 12 の底面 40 と接触しないように、液体のレベルが配置される。しかし、上記で検討したように、こうである必要はない。出口 50 の半径方向内側にメニスカスを押さえ込む形体がなく、出口 50 の半径方向外側にも他の構成素子またはメニスカスを押さえ込む形体がない。したがって、図5の液体閉じ込めシステムと比較すると、ガス入口 15 または同等物がなく、出口 14 は、それぞれが例えば低圧源などの接続された幾つかの離散出口 50 に分割されている。メニスカスは、出口 50 に入るガス流によって誘発される抵抗力で、出口 50 の間にくぎ付けにされる。約 1.5 m/s、望ましくは 2.0 m/s より大きいガス抵抗速度で十分である。ガスナイフの必要性をなくすことにより、基板からの液体の蒸発量を減少させ、それによって液体の液飛び、さらに熱膨張／収縮効果を減少させることができる。

【0046】

[0062] メニスカスを押さえ込むには、それぞれが 1 mm の直径で、3.9 mm 離間された少なくとも 36 の離散した針が効果的である。このようなシステムの合計ガス流は、100 l/min のオーダーである。

【0047】

[0063] 図8は、可能な出口の構成の他の幾何学的形状を平面図で示す。これは、正方形、および円（点線で示す）の変形を含み、主要移動方向に対して所望の角度を有する上下の延長部が追加されている。この設計は、他の主要移動方向に同様の延長部を含むよう、さらに改造することができる。これらの形状は、部分的な星、部分的な円と見なすことができる。完全な星形も良好に働く。最後の例は、円／星の実施形態と同様であるが、全て直線を含む。図8aは、正方形の実施形態の隅部を詳細に示す。出口 50 が、出口 50 を結ぶ直線の想像線 51 に沿って並んでいる。バリア部材 12 の縁部も図示されている。

10

20

30

40

50

方向 A のスキャンでは利点がないが、方向 B (出口 50 を結ぶ線 51 に対して 45° の方向) のスキャンでは、上述したように有意の利点が獲得される。

【 0 0 4 8 】

[0064] 図 9 は、出口の幾つかの潜在的形状、および個々の出口間の様々な間隔を示す。出口 50 の構成が角を曲がる領域の周囲の典型的な形状(スロットおよび管)も、幾つか図示されている。これについては、図 10 から図 12 に関して以下でさらに詳細に説明する。図示のように、高さ階段状変化部(step change in height) 220 は、出口 50 が配置された線に実質的に平行に走る実質的に直線の線とすることができます。あるいは、高さ階段状変化部 220 は直線でなくてもよい。例えば図示のように、個々の出口 50 の間に凹部 222 があってもよい。凹部では、高さ階段状変化部 220 が他の部分より出口 50 の配置されている線に近い。10

【 0 0 4 9 】

[0065] 出口 50 に伴う 1 つの問題点は、出口 50 における低圧によって発生する基板テーブル WT に向かう吸引力が、基板テーブル WT を変形する可能性があることである。これに対応する 1 つの方法は、出口の半径方向外側にさらなる開口を設けることである。さらなる開口は、周囲圧力 P_{amp} に対して開いている。これは、バリア構造 12 および基板テーブル WT によって生じた低圧を制限し、出口 50 を通る必要な流れにとって使用可能なガスが十分にあることを保証する。さらなる開口の半径方向外側に、ガスナイフを設けることができる。通常、ガスナイフは、約 100 リットル / 分の空気流を有する。そのガスの 50 パーセントは半径方向内側に動き、50 パーセントは半径方向外側に動く。他方で、出口 50 を通る必要なガスの流れは、70 リットル / 分もあることがあり、したがって追加の 30 リットル / 分のガスが必要である。この追加のガスは、さらなる開口によって提供することができる。さらなる開口は、スリットの形態(つまり連続的な溝の形態)であるか、複数の離散した穴とすることができます。離散した穴は、例えばアーチャまたは管とすることができる。追加的または代替的に、ガスナイフからのガスの 25 % から 75 % は半径方向内側に動き、ガスの 25 % から 75 % は半径方向外側に動くことができる。例えば、ガスの 25 % が半径方向内側に、75 % が半径方向外側に動くか、ガスの 75 % が半径方向内側に、25 % が半径方向外側に動くことができる。20

【 0 0 5 0 】

[0066] 場合によっては、バリア部材 12 の底面に、使用時に基板 W に面する液体入口を設ける。このような構成が図 10 a に図示され、ここではバリア部材 12 の底面に液体入口 200 が存在する。したがって、基板に向かって下方向に液体 210 の流れが提供される。このような液体の流れは、基板 W の縁部と基板テーブル WT の間のギャップを充填するのに有用である。この液体の流れは、バリア部材 12 が基板 W の縁部を通り過ぎる場合に、基板 W と基板テーブル WT の間のギャップから含まれる気泡を減少させるのに有用である。この特徴は、2005 年 10 月 6 日出願の米国特許出願 U S S N 11 / 244,390 号で詳細に説明されている。このような液体の供給を使用すると、これは、装置の制御が失われた場合に、損傷の防止に役立つことができる。措置を執らずに出口 50 に大きい低圧を加えた状態で、バリア部材 12 の高さアクチュエータの制御が失われると、バリア部材 12 が大きい力で基板 W または基板テーブル WT と衝突することがある。基板 W に向かう方向で液体を供給する上述の液体供給を設けると、これは液体ベアリングを形成し、システムの制御が偶発的に失われるのを(少なくともある程度)防止することができる。前述した液体供給は、基板 W の縁部の結像中に含まれる気泡を減少させるという主要な機能も果たすことができる。図 10 a から分かるように、出口 50 はチャンバー 230 を介して低圧に接続される。チャンバー 230 の存在は、圧力変動の低下にも役立つ。3040

【 0 0 5 1 】

[0067] 図 10 b は、バリア部材 12 の平面図である。バリア部材 12 は、中心開口 205 と同様に円形である。中心開口 205 は、円形の投影システム PS に対応して円形である。液体出口 200 も、液体出口 200 の半径方向外側で基板上の高さ階段状変化部 215 と同様に、円形である。これで、出口 50 は、平面図で半径方向外側に正方形の形状で50

配置される。他で述べたように、円形などの他の形状を使用してもよい。出口 50 の半径方向外側の高さ階段状変化部 220 も正方形である。高さ階段状変化部 220 は、平面図で出口 50 から均一な距離にある。高さ階段状変化部 220 は、平面図で出口の中心から 0.2 mm から 10.0 mm の間にあることが好ましい。高さ階段状変化部 215、220 では、基板 W に最も近いバリア 12 の表面の距離の段階状変化(step change in distance)がある。

【0052】

[0068] 出口 50 に加えられる低圧を制御する 1 つの方法は、特定のガス流量を達成するように吸引ポンプを制御することである。このような制御は、始動時に最も適切であるが、バリア部材 12 が何らかの理由で基板 W または基板テーブル WT に近づき、出口 50 によって生成される低圧が増加すると、欠点を有する。これは、制御を失った場合、特に好ましくない。さらに、このような本質的な非線形の挙動の結果、バリア部材 12 の位置を制御するアクチュエータの性能が悪化することがある。この問題を回避する 1 つの方法は、出口 50 を固定圧力の低圧源に接続することである。その方法で、抽出圧力は、バリア部材 12 の底部と基板 W の上面との間のギャップのサイズとは実質的に関係なく、したがって機械の安全性の問題が最小限になる。混合システムでは、出口 50 に取り付けられたポンプを、始動時に所定の流量に到達するように制御し、通常の使用では特定の低圧に到達するように制御することができる。

【0053】

[0069] 図 11 は、以下の説明以外は図 10 a および図 10 b の実施形態と同じであるさらなる実施形態を示す。図 11 では、図示された形体は全て、平面図で円形である。したがって、平面図示はない。しかし、出口 50 の構成は、図 10 b の実施形態のように正方形または菱形または他で説明した別の形状でもよいことが可能であることは明白である。

【0054】

[0070] 図 11 では、高さ階段状変化部 220 の半径方向外側にバリア部材の能動的構成素子がある。出口 50 の半径方向外側に窪み 302 が形成されている。窪み 302 は、高さ階段状変化部 220 を作成する壁によって規定された内壁、およびガスナイフ 310 の(実質的に垂直な)壁によって規定された外壁を有する。窪み内のガスの圧力は、特定の圧力に維持される。これは、特定の圧力でガスリザーバに対して開いた煙突 305 などの導管を設けることによって達成される。実施形態では、特定の圧力は一定でなく、大気圧であることが好ましい。これによって、ガスナイフ 310 が良好に機能し、バリア部材 12 上の基板に向かう力が著しく増大しない。

【0055】

[0071] 出口 50 は窪み 302 からガスを抽出するので、ガスは 2 つの機構を介して窪みに提供される。第一は、ガスナイフ 310 の入口 320 からである。入口 320 は、ガスを高速かつ比較的狭い幅で基板 W に向かって誘導する。このガスは、半径方向内側に動き、基板 W に衝突した後、外側に動く。入口 320 の上流には、加湿されたガスを備えたチャンバー 340 がある。ガスナイフを形成するチャンバー 340 からの入口 320 に加えて、さらなる入口 330 もある。さらなる入口 330 は、加湿されたガスをチャンバー 340 から窪み 302 内に誘導する。これらの形体によってガスが、ガスナイフ 310 から、ガス流とは関係なく選択された出口 50 へと流れることができる。ガスナイフ 310 からのガスが全部、出口 50 によって抽出されると、ガスナイフの機能が損なわれ、その結果、バリア部材の大きい底領域にわたって低圧が深くなる。その結果、基板に向かって大きい引力があるので、バリア部材 12 の制御が不安定になる。その結果、基板または基板テーブルが変形することがある。したがって、入口 330 を通ってさらなるガスが提供される。例えば、入口 320 のガス流の 50 % が半径方向内側に動くと、約 40 リットル/分になる。しかし、出口 50 がメニスカスを適切にくぎ付けにするためには、出口 50 を通る約 100 リットル/分の流量が必要になる。流量の不足は、入口 330 を通して供給することができる。例えば、入口 330 を通るガスの流量は、約 60 リットル/分でよい。入口 320、330 からのガス供給には、常に小さい差がある。これらの差は、導管 3

10

20

30

40

50

05を通る流れによって補償される。しかし、導管305を通るガス流は制限されたままであり、したがって窪み302内で流れによって誘発される圧力差は無視できるほどである。

【0056】

[0072] 図11に見られるように、ガスナイフ310の入口320が現れる表面は、液体入口200が形成された表面よりも基板から遠い距離にある。入口320が通る表面は、出口50が通る表面より基板に近い。ガスナイフ310から、外部出口350がバリア部材12を出る表面への高さ階段状変化部315がある。

【0057】

[0073] ガスナイフ310の半径方向外側には、さらなる出口350がある。この出口は10、バリア部材12の半径方向外側からのガス、さらにガスナイフ310の出口を出るガスを除去する。出口350の下流にチャンバー360を設けて、圧力を調整する。チャンバー360が低圧源に接続される。

【0058】

[0074] 出口350があることの利点は、これが入口320からガスを引き出すことである。これは、入口320から出て環境に入るガスの流れを減少させる。入口320から出るガスの流れは、周囲環境のガスと異なる温度および湿度を有する。これは、大気の屈折率を変化させることができ、これは大気の屈折率に対して敏感な装置の測定システムを妨害する。1つのこのようなシステムは、基板テーブルの位置を測定する干渉計システムである。

20

【0059】

[0075] 図12は、バリア部材のさらなる実施形態を示す。この実施形態は、以下の説明を除いて図11の実施形態と同じである。

【0060】

[0076] 図12の実施形態には、高さ階段状変化部220が存在しない。代わりに、ガスナイフ410には出口420を設け、これは出口50の隣、またはその次に配置される。これはメニスカスの基部におけるガスの速度を上昇させ、それによってメニスカスの安定に役立つことができる。つまり、ガスナイフ410の入口420は、出口の半径方向すぐ外側に配置される。例えば、出口50の中心と入口420の中心との間の距離は、0.2~5.0mm、好ましくは0.2~3.0mmの範囲である。下限は、実際に製造可能な最小形体サイズに関係がある。上限は、出口の効果を感じることができる範囲に関係がある。図11の実施形態のガスナイフと同様に、チャンバー340を設ける。この実施形態でも、ガスナイフ410に加湿されたガスを設ける。

30

【0061】

[0077] ガスナイフ410の半径方向外側には、図11の実施形態のように、出口350およびそれに関連するチャンバー360がある。

【0062】

[0078] 図12の実施形態で1つの顕著な特徴は、出口50の半径方向外側に高さの階段状変化がないことである。代わりに、外部出口350を、出口50の距離よりも基板Wから遠い距離に配置できるようにするために、傾斜壁450などの傾斜表面を有する形体を、ガスナイフ410の入口420の半径方向外側に設ける。これは、メニスカスが半径方向外側に動くにつれて、メニスカスがまたがらねばならないギャップが広がる場合に、メニスカスを押さえ込むのに役立つことができる。これはエネルギー的に好ましくない。傾斜壁450は基板Wの上面に平行ではない。したがって、傾斜壁450は、出口50が形成された表面から、外部出口350が形成された表面へと傾斜する。この実施形態は、衝突中の損傷を減少させることができる。

40

【0063】

[0079] 図11と同様に、図12の実施形態では、構成素子が全て、平面図で円形である。しかし、そうである必要はない。実際、図13には、出口50、ガスナイフ入口420および高さ階段状変化部315の幾つかの可能な構成が図示されている。図13に示す実

50

施形態では、出口 50、ガスナイフ 420 および高さ階段状変化部 315 が、平面図で円形ではない。さらに、出口 50 の構成の隅部に、さらなる一つの出口または複数の出口 550 を設ける。これらの実施形態では、出口 50 によって抽出されない液体が、ガスナイフ入口 420 を出るガスの流れによって隅部へと誘導される。隅部でガスナイフが壊れると、液体が隅部を出ることができ、これは次に、さらなる出口 550 を通って抽出される。高さ階段状変化部 315 が、さらなる出口 550 の周囲を辿る。理解されるように、任意の形状の出口 50 またはさらなる出口 550 が可能である。例えば、出口 50 は図 13 では平面図で円形または長方形として図示されている。さらなる出口 550 は、円形または三日月形の 1 つの出口、または複数の円形出口として図示されている。認識されるように、任意の形状および任意の数のさらなる出口 550 が可能である。

10

【0064】

[0080] 図 14 は、出口 50 の様々な実施形態を示す。以上から、出口 50 は多くの異なる形状を有し、多くの異なるサイズとすることができることが明白である。図 14 は、出口 50 の縁部がいかに変化するかを示す。出口 W_1 の幅は、例えば 0.1 ~ 2.0 mm、好みしくは 0.4 ~ 1.5 mm の範囲とすることができます。出口 50 のいずれかの側（半径方向内側および外側）の表面も、様々なレベルとすることができます。これらの表面 h_1 、 h_2 の間には、最大 0.5 mm の高さの差を持たせることもできる。半径方向内側の表面を基板からさらに遠くすることも、あるいは半径方向外側の表面を基板からさらに遠くすることもできる。また、出口 50 は必ずしもバリア部材 12 内で垂直に延在していない。出口 50 は、バリア部材 12 内で、出口 50 がバリア部材を出る表面に対して角度（例えば 60 ~ 120 °）をつけて形成することができます。さらに、バリア部材の隅部は、出口 50 がバリア部材 12 を出る表面に出口 50 が近づくほど、その直径が増加するよう、丸くすることができます。半径方向外側の縁部を滑らかにすることも、あるいは半径方向内側の縁部を滑らかにすることもできる。あるいは、半径方向内側と半径方向外側の縁部を両方とも滑らかにすることもできる。さらに、高さ階段状変化部 220 の縁部にも丸みを持たせることができます。典型的な半径 r_1 、 r_2 は、0.1 mm から 5 mm または 1 mm から 5 mm または 1 mm から 2 mm の範囲とすることができます。丸みをつけた縁部にする代わりに、出口 50 がバリア部材 12 を出る表面に近づくにつれ、出口の幅が直線的に増加するよう、切り落とした縁部を有することもある。このような変形は、図 14 に示すように、パラメータ h_3 および h_4 として説明することができます。 h_3 は 0.5 mm から 3 mm の範囲とすることができます、 h_4 は 0.2 mm から 1 mm の範囲とすることができます。（図示のような）外面、さらに内面（図示せず）の両方を、この方法で改造してもよい。また、出口 50 と高さ階段状変化部 220 の間の表面は、基板 W に、またはバリア部材 12 の底面の残りの部分に平行ではないように機械加工することができます。その表面は、0 ° と 20 ° の間の角度 α_1 でオフセットすることができます。出口 50 と高さ階段状変化部 220 の間に角度 α_1 で表面を設けることと、丸くした隅部 r_3 を設けることとを組み合わせることが可能である。また、図示のように出口 50 の幅は内部で変化してもよく、したがって出口は、表面の出口を過ぎると、出口のある表面から離れるほど広くなる。これは、出口の壁に角度 α_2 をつけることによって達成することができます、これは垂直から 0 ° から 20 ° の間とすることができます。図 14 の最終的な図は、出口 50 の半径方向内側および外側の縁部、さらに高さ階段状変化部 220 の縁部に丸みをつけた混合システムを示す。さらに、出口 50 の幅に階段状変化があり、したがって出口の幅は、出口 50 のある表面から距離 h_5 にある高さ階段状変化部を超えると W_2 とすることができます。 W_2 は、例えば 0.4 ~ 4 mm の範囲とすることができます、変数 h_5 は 0.2 mm から 5 mm の間とすることができます。上述した幾何学的形状およびパラメータを変化させて、必要な規格に合わせて性能を最適化することができます。

20

30

40

【0065】

[0081] 図 14 の様々な寸法は、円形、長方形、正方形、さらには連続的スリットなどの出口 50 に可能な全ての形状に適用可能である。

【0066】

50

[0082] 出口 50 を出るガスと液体の混合物内に渦巻または制御された乱流を誘発することも有利である。1つの実施形態では、これは、図15に示すように、出口の内面にねじ山を設けることによって達成することができる。

【0067】

[0083] 図16は、様々な異なるタイプの出口50を示す。図16は、バリア部材の周囲で、出口50の半径方向外側の表面と、高さ階段状変化部220の半径方向内側との間の距離がいかに変化できるかも示す。特定のポイントで追加の空気流が達成できるように、バリアの周囲の特定部分にガスを提供することができるさらなるガス入口52、223も示す。

【0068】

[0084] 図16aは、高さ階段状変化部220から離間されたスリットの形態で出口50が設けられた単純な実施形態である。図16bおよび図16cは、出口50が単一のスリットとして設けられ、スリット内に複数の分離部51がある実施形態に関する。分離部51は、出口50がバリア部材を出る表面の全体には延在していない。分離部51は、流れをスロット50内の複数の区画に分離するのに効果的である。図16cに示すように、分離部51の平面図輪郭は、分離部51が半径方向外側の方向を指すような輪郭である。これは、所望の空気流の生成に役立つことができる。

【0069】

[0085] 図16dでは、出口50がバリア部材を出る表面に、窪み221が存在する。窪み221は、出口50と高さ階段状変化部220の間に存在する。窪みは、分離部51の位置に対応する位置にある。

10

【0070】

[0086] 図16eおよび図16fでは、さらなるガス入口52、223が図示されている。ガス入口は、分離部51に対応する位置に設けられる。したがって、分離部の位置で、より高速のガスが提供され、これはこれらの区域の密封に役立つことができる。図16eでは、入口52が分離部51の端部に設けられる。図16fでは、出口50と高さ階段状変化部220との間に入口223が設けられている。高さ階段状変化部220の縁部は、図16fでは入口223の周囲を辿るが、そうである必要はない。また、図16eおよび図16fの実施形態は、出口50がスロットの形態である状況で図示されているが、これらのタイプの入口52、223は、出口50が図16aに示すような離散出口である状況でも使用することができる。この場合、入口52、223は、スロット50が存在しないバリア部材の周囲の位置に設けることができる。入口は、スロット間にあっても、スロット50と高さ階段状変化部220の位置を規定する線の間にあってもよい。

20

【0071】

[0087] 図17は、出口50に平面図で半円形の形状を設けたさらなる実施形態を示す。出口50の半径方向外側に、連続するスリット223が設けられている。スリット224は、出口50にガスの流れを提供する。

30

【0072】

[0088] 認識されるように、上述した形体はいずれも、任意の他の形体とともに使用することができ、本出願に含まれるのは明示的に記載されたこれらの組合せだけではない。

40

【0073】

[0089] 本文ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明するリソグラフィ装置には他の用途もあることは言うまでもない。例えば、これは、集積光学装置、磁気ドメインメモリ用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)、薄膜磁気ヘッドなどである。こうした代替的な用途に照らして、本明細書で「ウェーハ」または「ダイ」という用語を使用している場合、それぞれ、「基板」または「ターゲット部分」という、より一般的な用語と同義と見なしてよいことは、当業者に明らかである。本明細書に述べている基板は、露光前または露光後に、例えばトラック(通常はレジストの層を基板に塗布し、露光した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で処理する

50

ことができる。適宜、本明細書の開示は、以上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、基板は、例えば多層ICを生成するために、複数回処理することができ、したがって本明細書で使用する基板という用語は、既に複数の処理済み層を含む基板も指すことができる。

【0074】

[0090] 本明細書で使用する「放射」および「ビーム」という用語は、イオンビームあるいは電子ビームといったような粒子ビームのみならず、紫外線(UV)放射(例えば、365 nm、248 nm、193 nm、157 nmまたは126 nmの波長またはその辺りの波長を有する)を含むあらゆるタイプの電磁放射を網羅する。「レンズ」という用語は、状況が許せば、屈折、および反射光学コンポーネントを含む様々なタイプの光学コンポーネントのいずれか、またはその組合せを指す。10

【0075】

[0091] 以上、本発明の特定の実施形態を説明したが、説明とは異なる方法でも本発明を実践できることが理解される。例えば、本発明は、上記で開示したような方法を述べる機械読み取り式命令の1つまたは複数のシーケンスを含むコンピュータプログラム、またはこのようなコンピュータプログラムを内部に記憶したデータ記憶媒体(例えば半導体メモリ、磁気または光ディスク)の形態をとることができる。本明細書で言及した1つまたは複数の異なる制御装置は、1つまたは複数のコンピュータプログラムが、リソグラフィ装置の少なくとも1つの構成素子内に配置された1つまたは複数のコンピュータプロセッサによって読み取られる場合に動作可能でよい。1つまたは複数のプロセッサは、制御装置の少なくとも1つと通信するように構成され、それによって制御装置は、1つまたは複数のコンピュータプログラムの機械可読命令に従って動作する。20

【0076】

[0092] 本発明は、任意の液浸リソグラフィ装置、特に上述したタイプに適用可能であるが、それに制限されない。

【0077】

[0093] 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に、特に上述したタイプに適用可能であるが、それに制限されず、液浸液は、基板の局所的表面区域でのみ浴槽の形態で提供されても、閉じ込められなくてもよい。閉じ込められない構成で、液浸液は基板および/または基板テーブルの表面上に流れることができ、したがって実質的に基板テーブルおよび/または基板の覆われていない表面全体が濡れる。このような閉じ込められない液浸システムで、液体供給システムは、液浸流体を閉じ込めないか、ある割合の液浸液を閉じ込めるが、液浸液を実質的に完全には閉じ込めない。30

【0078】

[0094] 本明細書で想定するような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、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のは、構造の機構または組合せでよい。これは、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/または空間に液体を提供する1つまたは複数の液体出口の組合せを備えてよい。実施形態では、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るか、基板および/または基板テーブルの表面を完全に覆うか、基板および/または基板テーブルを囲むことができる。液体供給システムは、任意選択で1つまたは複数の素子をさらに含み、液体の位置、量、品質、形状、流量または任意の他の特徴を制御することができる。40

【0079】

[0095] 上記の説明は例示的であり、限定的ではない。したがって、請求の範囲から逸脱することなく、記載されたような本発明を変更できることが当業者には明白である。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】[0012] 本発明の実施形態によるリソグラフィ装置を示した図である。

【図2】[0013] リソグラフィ投影装置に使用する液体供給システムを示した図である。

10

20

30

40

50

【図3】[0013] リソグラフィ投影装置に使用する液体供給システムを示した図である。

【図4】[0014] リソグラフィ投影装置に使用するさらなる液体供給システムを示した図である。

【図5】[0015] リソグラフィ投影装置に使用するさらなる液体供給システムを示した図である。

【図6】[0016] 本発明の一実施形態によるメニスカスくぎ付けシステムを示した平面図である。

【図7】[0017] 本発明の一実施形態によるメニスカスくぎ付けシステムを、投影システムの光軸に実質的に平行な面で示した断面図である。

【図8】[0018] 本発明の一実施形態によるさらなる液体閉じ込めシステムを示した平面図である。 10

【図8a】[0018] 本発明の一実施形態によるさらなる液体閉じ込めシステムを示した平面図である。

【図9】[0019] 本発明の一実施形態による出口の様々な異なる実施形態を示した図である。

【図10a】[0020] バリア部材のさらなる一実施形態を示した断面図である。

【図10b】[0020] バリア部材のさらなる一実施形態を示した平面図である。

【図11】[0021] バリア部材のさらなる一実施形態を示した断面図である。

【図12】[0022] バリア部材の最後の一実施形態を示した断面図である。

【図13】[0023] 出口、ガスナイフおよび高さ階段状変化部の様々な構成を示した平面図である。 20

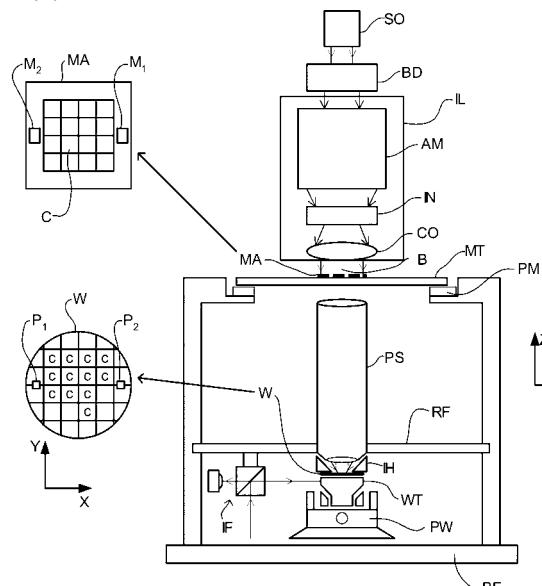
【図14】[0024] 出口の様々な幾何学的形状を示した断面図である。

【図15】[0025] ねじ出口を示した断面図である。

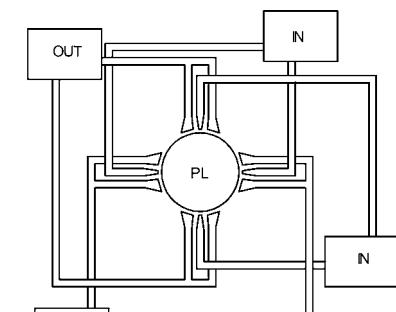
【図16】[0026] 図16a～図16fは、出口、高さ階段状変化部および入口の様々な実施形態を示した斜視図である。

【図17】[0027] 出口および入口の構成を示した平面図である。

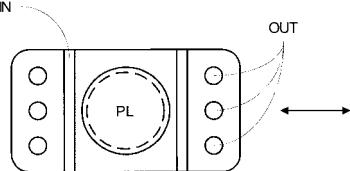
【図1】



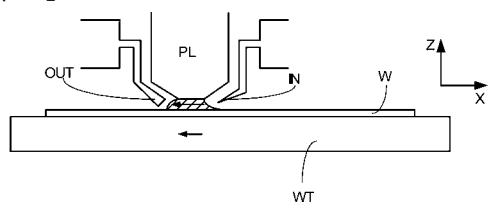
【図3】



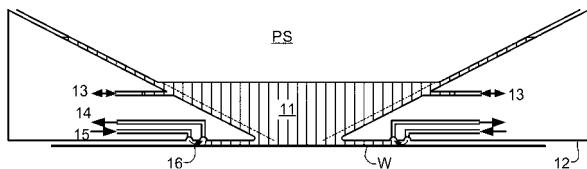
【図4】



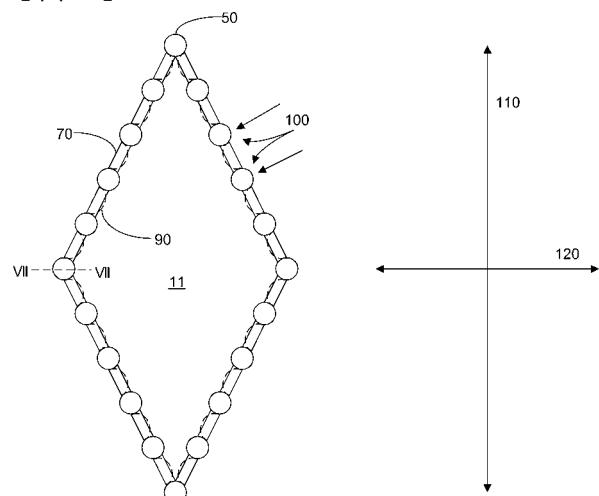
【図2】



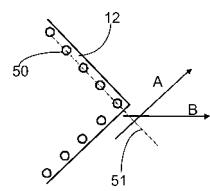
【図5】



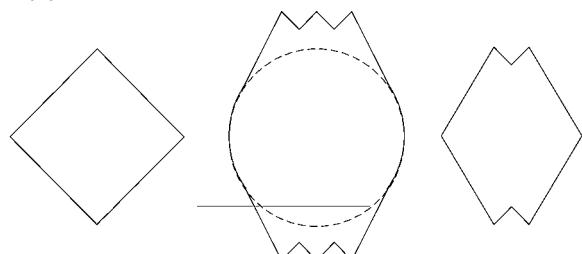
【図6】



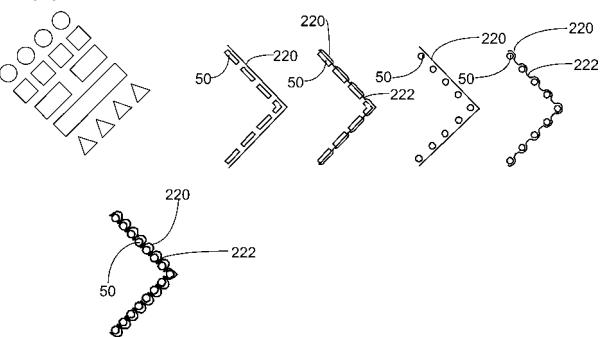
【図8 a】



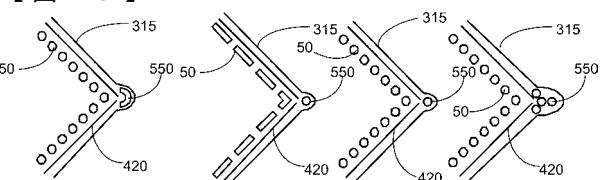
【図8】



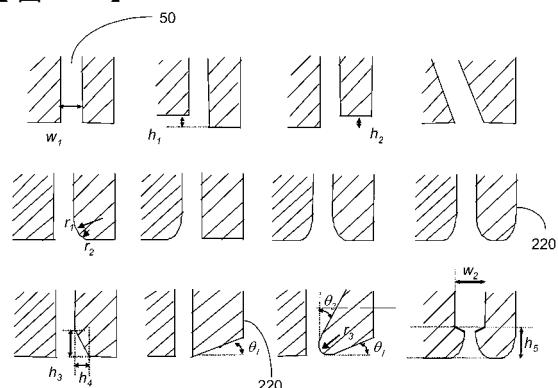
【図9】



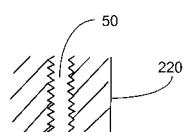
【図13】



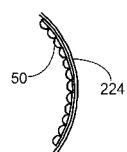
【図14】



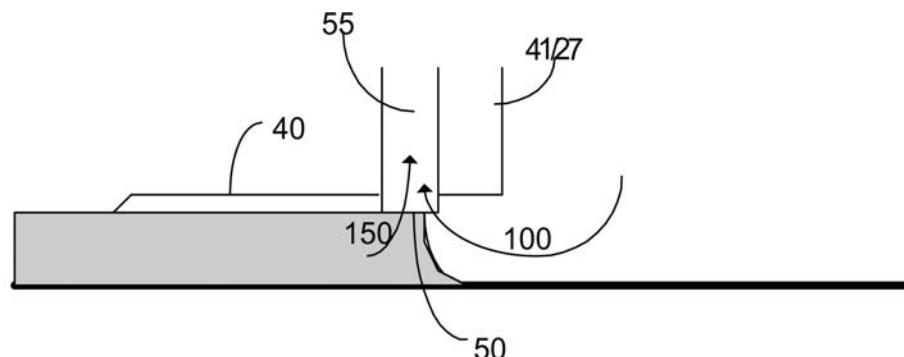
【図15】



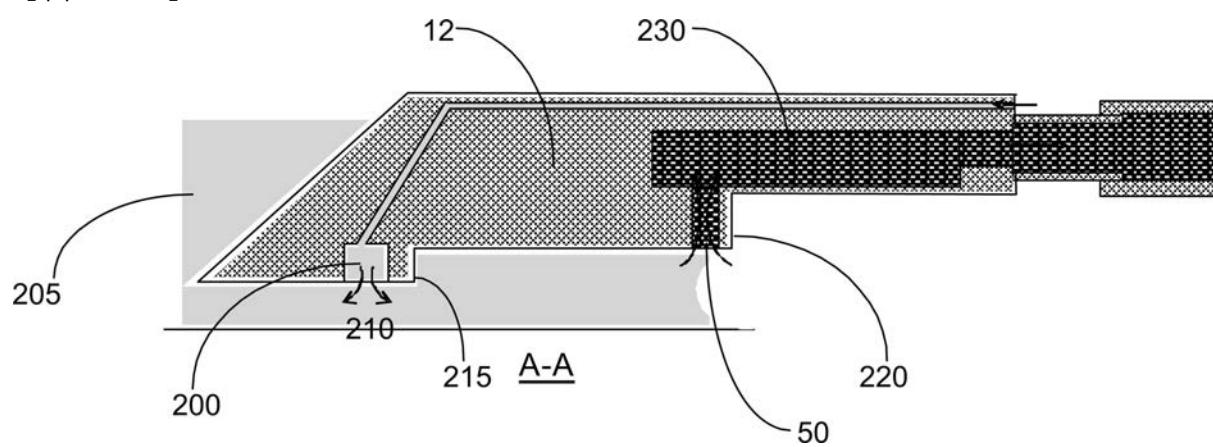
【図17】



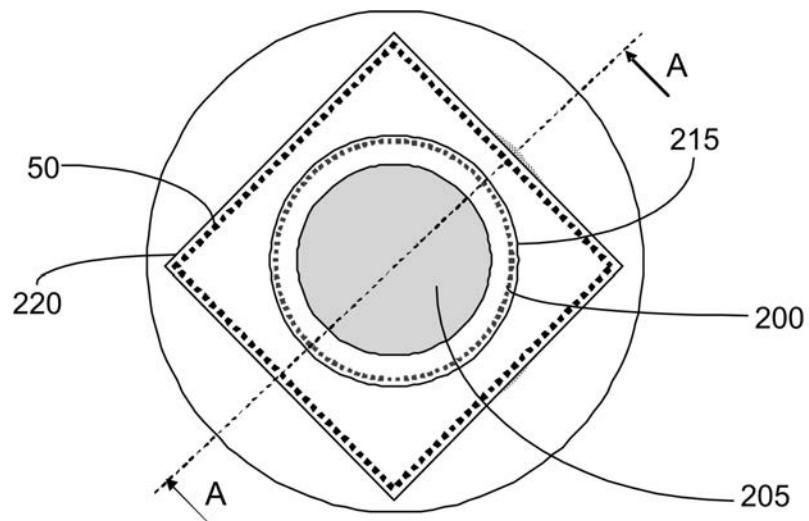
【図7】



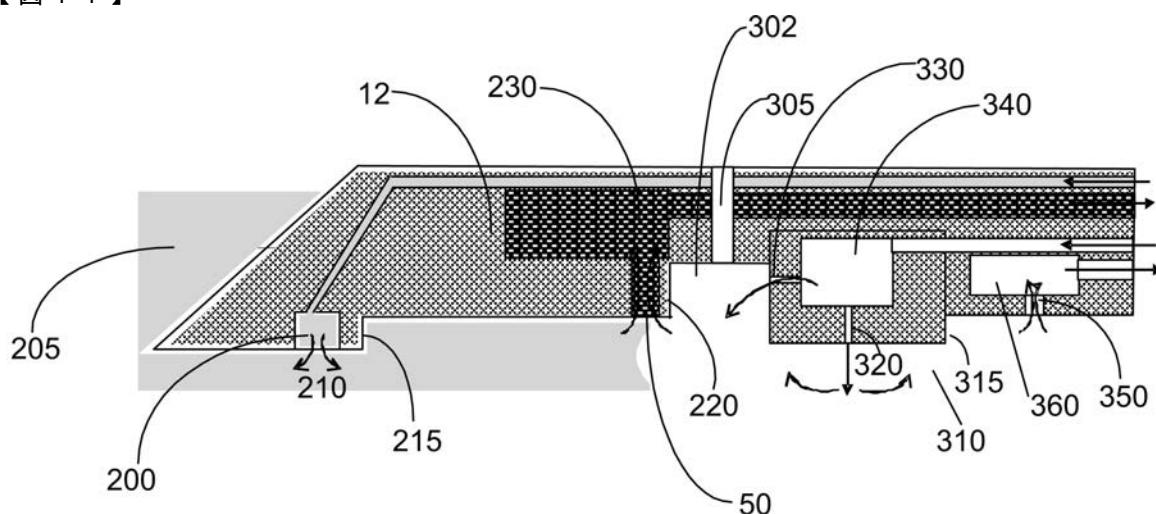
【図10a】



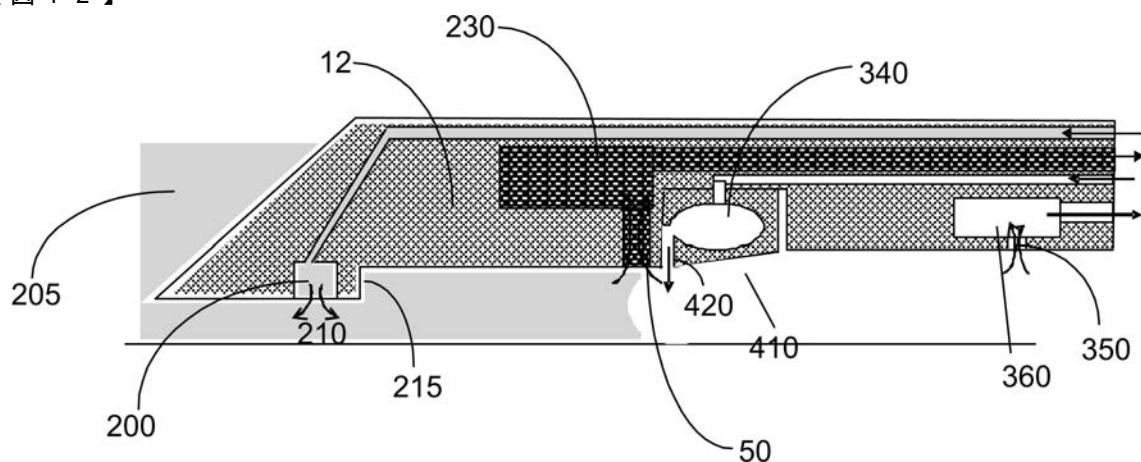
【図10b】



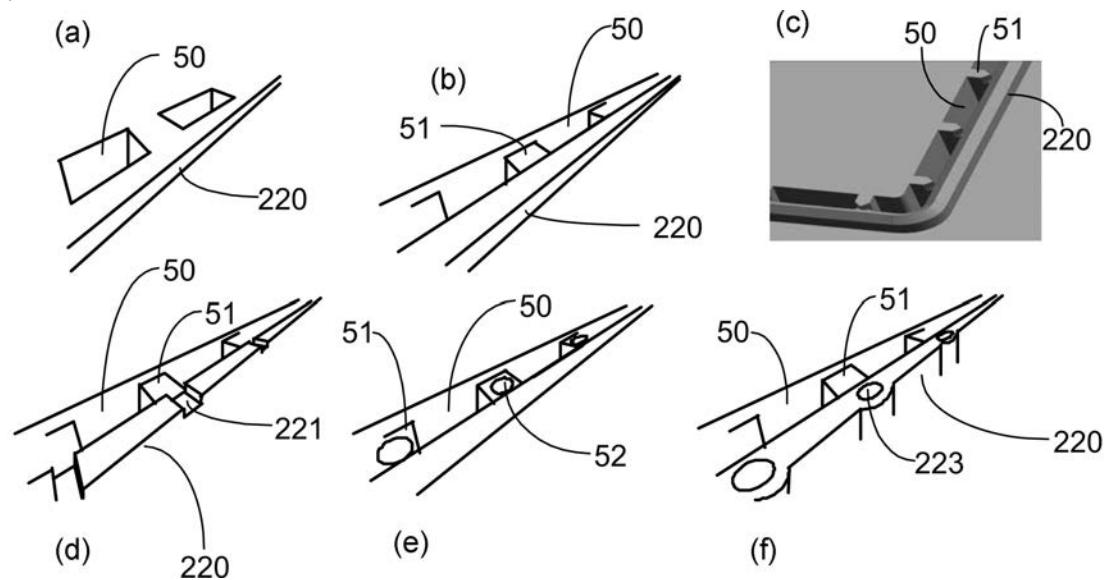
【図11】



【図12】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 ホーゲンダム , クリストイアーン , アレクサンダー
オランダ国 , ウェスターホーフェン エヌエル - 5563 エーアール , アーン デ ヘールスト
ラート 28
- (72)発明者 リーブレツ , パウルス , マルティヌス , マリア
オランダ国 , ヴェルトホーフェン エヌエル - 5504 エイチビー , ドルプストラート 45
- (72)発明者 ヴァン デル ハム , ロナルド
オランダ国 , マーヘーゼ エヌエル - 6026 エーエル , レテラー 1
- (72)発明者 サイモンズ , ウィルヘルムス , フランシスカス , ヨハネス
オランダ国 , ベーセル エヌエル - 5954 シーディー , ジュフロウ ヘンゼンラーン 3
- (72)発明者 ディレックス , ダニエル , ヨゼフ , マリア
オランダ国 , シンペルフェルト エヌエル - 6369 エイチシー , モーグストラート 1
- (72)発明者 バークヴェンス , ポール , ペトラス , ヨアネス
オランダ国 , ヴェルトホーフェン エヌエル - 5508 エムティー , プレヴィエル 44
- (72)発明者 モンド , エヴァ
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5612 エイチシー , ボッシュダイク 201デ
ィー
- (72)発明者 ブランズ , ゲルト - ヤン , ゲラルドウス , ヨハネス , トーマス
オランダ国 , ワールレ エヌエル - 5581 エーディー , デ ウィルデレン 2
- (72)発明者 ステッフェンス , コエン
オランダ国 , フェルトホーフェン エヌエル - 5505 アールティー , アウリガ 6
- (72)発明者 レンペンス , ハン , ヘンリクス , アルデゴンダ
オランダ国 , ウェールト エヌエル - 6002 ティーエル , レリーストラート 47
- (72)発明者 ヴァン リーロップ , マティウス , アンナ , カレル
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5652 イージー , ジールステルストラート 1
65
- (72)発明者 デ メッツェネーレ , クリストフェ
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5655 エイチシー , スチャットゼンブルグ 2
- (72)発明者 ミランダ , マルシオ , アレクサンドレ , カノ
ブラジル国 , ピーアール , 80050 - 520 クリチバ , 152 アフト 1301 , ルア ウ
ルバノ ロペス
- (72)発明者 スプルイテンブルグ , パトリック , ヨハネス , ウィルヘルムス
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5642 エーピー , ジェローン ボッシュラーン
27
- (72)発明者 ヴァーストレー , ヨリス , ヨハン , アンネ - マリー
オランダ国 , エヌエル - 5582 ジェイエス ワールレ , ベルンハルドヴェグ 7

審査官 渡戸 正義

- (56)参考文献 再公表特許第2005 / 022615 (JP , A1)
特開2005 - 191344 (JP , A)
特開2004 - 289126 (JP , A)
特開2006 - 295151 (JP , A)
国際公開第2005 / 081290 (WO , A1)
国際公開第2006 / 064851 (WO , A1)
特開2005 - 236121 (JP , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L 21 / 027

(23)

JP 4902505 B2 2012.3.21

G 0 3 F 7 / 2 0 - 7 / 2 4