

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6262866号
(P6262866)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int. Cl. F I
GO3F 7/20 (2006.01) GO3F 7/20 521
HO1L 21/683 (2006.01) HO1L 21/68 N

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-547550 (P2016-547550)	(73) 特許権者	504151804
(86) (22) 出願日	平成26年11月20日(2014.11.20)		エーエスエムエル ネザーランズ ピー、
(65) 公表番号	特表2017-505458 (P2017-505458A)		ブイ、
(43) 公表日	平成29年2月16日(2017.2.16)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/075163		O エーエイチ、 ピー、 オー、 ボックス
(87) 国際公開番号	W02015/106860		324
(87) 国際公開日	平成27年7月23日(2015.7.23)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成28年8月18日(2016.8.18)		弁理士 森下 賢樹
(31) 優先権主張番号	14151736.7	(74) 代理人	100134256
(32) 優先日	平成26年1月20日(2014.1.20)		弁理士 青木 武司
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	フーベン、マルティユン
			オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
			O エーエイチ、 ピー、 オー、 ボックス
			324

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィのための支持テーブル、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】

基板ホルダを支持するよう配設される基板テーブルであって、前記基板ホルダは、上面と、
 前記上面に配置され前記上面にわたり分布する複数のバールであって、その上に基板を支持するよう構成されている複数のバールと、
 前記基板ホルダにおける複数の開口部であって、前記基板ホルダの中心から間隔を有して位置する複数の開口部と、を備え、
 前記基板テーブルは、
 間隔を有して位置する複数のeピンであって、各eピンがその末端に先端部分を有する複数のeピンと、
 各eピンの突出を前記基板ホルダにおける対応する開口部内へと及び/又は開口部を貫通するよう制御するためのアクチュエータシステムと、を備え、
 少なくとも1つの開口部が、前記基板ホルダの前記上面に少なくとも1つの凹角を含む外形を有し、
 前記基板ホルダの上面に平行な平面による前記eピンの先端部分の断面が、前記少なくとも1つの凹角を含む前記少なくとも1つの開口部の外形に対応する外形を有し、
 少なくとも1つのバールが、前記少なくとも1つの凹角の内部に配置されている基板テーブル。

【請求項2】

前記上面での前記少なくとも1つの開口部の外形は、前記基板ホルダの前記上面に平行な前記平面に垂直な回転対称軸まわりの回転対称性と複数の凹角を有する、請求項1に記載の基板テーブル。

【請求項3】

前記上面での前記少なくとも1つの開口部の外形は、2次の鏡映及び/又は回転対称性と4つの凹角を有する、請求項2に記載の基板テーブル。

【請求項4】

前記少なくとも1つの開口部は、十字形状である、請求項1から3のいずれかに記載の基板テーブル。

【請求項5】

前記上面に少なくとも1つの凹角を含む外形を有する少なくとも3つの開口部と少なくとも3つのeピンとが存在する、請求項1から4のいずれかに記載の基板テーブル。

【請求項6】

前記基板ホルダは、前記基板テーブルを介して真空源と連絡している1つ又は複数の真空穴を備える、請求項1から5のいずれかに記載の基板テーブル。

【請求項7】

1つ又は複数の真空穴は、少なくとも1つの凹角をもつ外形を有する、請求項6に記載の基板テーブル。

【請求項8】

隆起壁または尾根部が前記開口部の縁に従って前記開口部を囲む、請求項1から7のいずれかに記載の基板テーブル。

【請求項9】

請求項1から8のいずれかに記載の基板テーブル及びそこに支持される基板ホルダを備えるリソグラフィ装置。

【請求項10】

パターンングデバイスから基板へとパターンを転写するようリソグラフィ装置を使用することを備え、前記リソグラフィ装置は、請求項1から8のいずれかに記載の基板テーブル及びそこに支持される基板ホルダを備えるデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2014年1月20日に提出された欧州特許出願第14151736.7号の利益を主張し、その全体が本明細書に援用される。

【0002】

本発明は、基板ホルダ、リソグラフィ装置のための支持テーブル、リソグラフィ装置、及び、リソグラフィ装置を使用してデバイスを製造するための方法に関する。

【背景技術】

【0003】

リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板に、通常は基板の目標部分に与える機械である。リソグラフィ装置は例えば集積回路(IC)の製造に用いられる。この場合、マスクまたはレチクルとも称されるパターンングデバイスが、ICの個別の層に形成されるべき回路パターンを生成するために使用され得る。このパターンが基板(例えばシリコンウェーハ)の(例えばダイの一部、あるいは1つまたは複数のダイからなる)目標部分に転写される。パターン転写は典型的には基板に形成された放射感応性材料(レジスト)層への結像による。一般に一枚の基板には網状に隣接する一群の目標部分が含まれ、これらは連続的にパターン形成される。公知のリソグラフィ装置にはいわゆるステッパとスキャナとがある。ステッパにおいては、目標部分にパターン全体が一度に露光されるようにして各目標部分は照射を受ける。スキャナにおいては、所与の方向(スキャン方向)に放射ビームによりパターンを走査するとともに基板をこの方向と平行または逆平行に走査するよ

10

20

30

40

50

うにして各目標部分は照射を受ける。パターンングデバイスから基板へのパターン転写は、基板にパターンをインプリントすることによっても可能である。

【発明の概要】

【0004】

基板は露光中に、それが保持されている基板テーブルが移動するときに変位を防ぐようしっかりと保持されなければならない。また、基板は、厳しい公差で平坦に維持されなければならない。従来、静電クランプまたは真空クランプを使用して基板ホルダに基板が固定される。基板ホルダは同様にして基板テーブルに固定される。基板ホルダは、その表面から突出し基板を支持する多数のポールを有する。ポールの末端は基板の平坦性要件を満たすよう同一平面に正確に形成されている。

10

【0005】

基板は、リソグラフィ装置のスルーブットを低減しないように素早く基板ホルダに搭載されかつ取り外されなければならない。従来、eピンと通称される昇降ピンが設けられ、これらは基板テーブル下方から基板ホルダ内の穴を通じて突き出す。基板が搭載されるべきとき、eピンは、基板ハンドラの先端により運ばれる基板を受け取るよう基板ホルダの上方にある距離だけ突き出している。それから基板ハンドラは撤収されることができ、eピンは基板を基板ホルダへと下降させるよう後退する。露光後にeピンは、基板ハンドラの先端が基板下方に挿入され基板を持ち上げることができるように基板を上昇させるべく伸びる。

20

【0006】

近年、半導体デバイスが製造されるシリコン基板の標準サイズが直径200mmから直径300mmへと大きくなってきている。より大きい直径の基板を支持するために、多数のeピンが使用される。eピンは基板ホルダの中心から間隔を有して位置しかつ中心のまわりに分布している。今では直径450mmのシリコン基板を半導体デバイス製造に必要な品質で製造することが可能である。そこで、直径450mmの基板を取り扱えるリソグラフィ装置およびプロセス装置が開発されつつある。より大きい基板及び/又はより薄い基板を取り扱う必要性は、基板平坦性の改善という継続的な要求とともに、eピン及び基板ホルダの性能への要求を増加させている。

【0007】

望まれるのは、例えば、基板ホルダ及びeピンの改良された構成を提供することである。

30

【0008】

本発明のある態様によると、基板ホルダであって、上面と、前記上面に配置され前記上面にわたり分布する複数のポールであって、その上に基板を支持するよう構成されている複数のポールと、前記基板ホルダにおける複数の開口部であって、前記基板ホルダの中心から間隔を有して位置する複数の開口部と、を備え、少なくとも1つの開口部が、前記基板ホルダの前記上面に少なくとも1つの凹角を含む外形を有し、少なくとも1つのポールが、前記凹角の内部に配置されている基板ホルダが提供される。

【0009】

本発明のある態様によると、基板ホルダを支持するよう配設される基板テーブルが、間隔を有して位置する複数のeピンと、各eピンの突出を前記基板ホルダにおける対応する開口部内へと及び/又は開口部を貫通するよう制御するためのアクチュエータシステムと、を備え、各eピンはその末端に先端部分を有し、前記基板ホルダの上面に平行な平面による前記先端部分の断面が少なくとも1つの凹角を有するリソグラフィ装置が提供される。

40

【0010】

本発明のある態様によると、上記の基板ホルダと上記の基板テーブルを備えるリソグラフィ装置が提供される。

【0011】

本発明のある態様によると、パターンングデバイスから基板へとパターンを転写するよ

50

うリソグラフィ装置を使用することを備え、前記リソグラフィ装置は、上記のものであるデバイス製造方法が提供される。

【0012】

本発明のいくつかの実施の形態が付属の図面を参照して以下に説明されるがこれらは例示に過ぎない。各図面において対応する参照符号は対応する部分を指し示す。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明のある実施の形態に係るリソグラフィ装置を示す。

【図2】リソグラフィ投影装置に使用される液体供給システムを示す。

【図3】リソグラフィ投影装置に使用される液体供給システムを示す。

10

【0014】

【図4】リソグラフィ投影装置に使用される更なる液体供給システムを示す。

【0015】

【図5】リソグラフィ投影装置に使用される更なる液体供給システムを示す。

【0016】

【図6】リソグラフィ投影装置に使用される更なる液体供給システムの断面図である。

【0017】

【図7】リソグラフィ装置のための基板ホルダの平面図である。

【0018】

【図8】本発明のある実施の形態に係る基板ホルダを通じて突き出すeピンの平面図である。

20

【0019】

【図9】本発明のある実施の形態に係る基板ホルダを通じて突き出すeピンの平面図である。

【0020】

【図10】本発明のある実施の形態に係るeピンの先端の平面図である。

【0021】

【図11】本発明のある実施の形態に係るeピンの先端の平面図である。

【0022】

【図12】本発明のある実施の形態に係る基板テーブルへと突き出す下降位置にあるeピンの断面図である。

30

【0023】

【図13】eピンが上昇位置にある図12の構成を示す。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図1は、本発明のある実施の形態に係るリソグラフィ装置を概略的に示す。この装置は、

放射ビームB（例えばUV放射、またはDUV放射）を調整するよう構成されている照明システム（イルミネータ）ILと、

パターンングデバイス（例えばマスク）MAを支持するよう構成され、いくつかのパラメタに従ってパターンングデバイスMAを正確に位置決めするよう構成されている第1の位置決め装置PMに接続されている支持構造（例えばマスクテーブル）MTと、

40

例えば、1つ又は複数のセンサを支持するセンサテーブルであり、または、基板（例えば、レジストで被覆されたウェーハ）Wを保持するよう構成されている基板テーブルWTであり、いくつかのパラメタに従ってテーブルの（例えば基板Wの）表面を正確に位置決めするよう構成されている第2の位置決め装置PWに接続されている支持テーブルと、

パターンングデバイスMAにより放射ビームBに付与されたパターンを基板Wの（例えば1つ以上のダイからなる）目標部分Cに投影するよう構成されている投影システム（例えば、屈折投影レンズ系）PSと、を備える。

【0025】

50

照明システム I L は、放射の方向や形状の調整、または放射の制御のために、各種の光学素子、例えば屈折光学素子、反射光学素子、磁気的光学素子、電磁気的光学素子、静電的光学素子、またはその他の形式の光学素子、若しくはそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【 0 0 2 6 】

支持構造 M T は、パターンングデバイス M A を保持する。支持構造 M T は、パターンングデバイス M A の向きやリソグラフィ装置の設計、あるいはパターンングデバイス M A が真空環境下で保持されるか否か等その他の条件に応じた方式でパターンングデバイス M A を保持する。支持構造 M T は、機械的固定、真空固定、静電固定、またはパターンングデバイス M A を保持するその他の固定技術を用いることができる。支持構造 M T は例えばフ
10
レームまたはテーブルであってよく、固定されていてもよいし必要に応じて移動可能であってもよい。支持構造 M T は、パターンングデバイス M A が例えば投影システム P S に対して所望の位置にあることを保証してもよい。本明細書では「レチクル」または「マスク」という用語を用いた場合には、より一般的な用語である「パターンングデバイス」に同義であるとみなされるものとする。

【 0 0 2 7 】

本書で使用される「パターンングデバイス」という用語は、基板の目標部分にパターンを形成すべく放射ビームの断面にパターンを付与するために使用され得るいかなるデバイスをも指し示すよう広く解釈されるべきである。例えばパターンが位相シフトフィーチャ
20
あるいはいわゆるアシストフィーチャを含む場合のように、放射ビームに与えられるパターンは、基板の目標部分に所望されるパターンと厳密に一致していなくてもよい。一般には、放射ビームに付与されるパターンは、目標部分に形成される集積回路などのデバイスにおける特定の機能層に対応する。

【 0 0 2 8 】

パターンングデバイス M A は透過型であっても反射型であってもよい。パターンングデバイスの例としては、マスクやプログラブルミラーアレイ、プログラブル L C D パネルがある。マスクはリソグラフィの分野では周知であり、バイナリマスクやレベンソン型
30
位相シフトマスク、ハーフトーン型位相シフトマスク、更に各種のハイブリッド型マスクが含まれる。プログラブルミラーアレイの一例としては、小型のミラーがマトリックス状に配列され、各ミラーが入射してくる放射ビームを異なる方向に反射するように個別に傾斜可能であるというものがある。これらの傾斜ミラーにより、マトリックス状ミラーで反射された放射ビームにパターンが付与されることになる。

【 0 0 2 9 】

本書で使用される「投影システム」という用語は、使用される露光放射に関して又は液浸液や真空の利用などの他の要因に関して適切とされるいかなる投影システムをも包含するよう
40
広く解釈されるべきであり、屈折光学系、反射光学系、反射屈折光学系、磁気的光学系、電磁気的光学系、静電的光学系、またはそれらの任意の組み合わせを含む。本書における「投影レンズ」との用語の使用はいかなる場合も、より一般的な用語である「投影システム」と同義とみなされうる。

【 0 0 3 0 】

図示されるように、本装置は、（例えば透過型マスクを用いる）透過型である。これに代えて、本装置は、（例えば、上述の形式のプログラブルミラーアレイ、または反射型
40
マスクを用いる）反射型であってもよい。

【 0 0 3 1 】

リソグラフィ装置は、2つ以上のテーブル（又はステージ又は支持体）、例えば2つ以上の基板テーブル、又は1つ以上の基板テーブルと1つ以上のクリーニング、センサ又は計測テーブルとの組合せを有する形式であってもよい。例えば、ある実施形態では、リソグラフィ装置は、投影システムの露光側に配置された2つ以上のテーブルを備えるマルチ
50
ステージ装置であり、各テーブルは1つ以上の物体を備え及び/又は保持する。ある実施形態では、テーブルのうち1つ以上が放射感应性基板を保持してもよい。ある実施形態で

は、テーブルのうち1つ以上が投影システムからの放射を測定するセンサを保持してもよい。ある実施形態では、マルチステージ装置は、放射感応性基板を保持するよう構成された第1のテーブル(すなわち、基板テーブル)と、放射感応性基板を保持するよう構成されていない第2のテーブル(以降は一般に、計測、センサ及び/又はクリーニングテーブルと呼ぶが、これに限定されない)とを備える。第2のテーブルは、放射感応性基板以外の1つ以上の物体を備え及び/又は保持してもよい。こうした1つ以上の物体は、以下から選択される1つ以上を含みうる。すなわち、投影システムからの放射を測定するセンサ、1つ以上のアライメントマーク、及び/又は(例えば液体閉じ込め構造をクリーニングする)クリーニングデバイスである。

【0032】

こうした多重ステージまたはマルチステージの装置においては、多数のテーブルが並行して使用されるか、あるいは1つ以上のテーブルで露光が行われている間に他の1つ以上のテーブルで準備工程を実行するようにしてもよい。リソグラフィ装置は、基板テーブル、クリーニングテーブル、センサテーブル、及び/または計測テーブルと同様に並列に使用され得る2つ以上のパターンングデバイステーブル(またはステージまたは支持体)を有してもよい。

【0033】

ある実施形態では、リソグラフィ装置は、本装置の或る構成要素の位置、速度などを測定するエンコーダシステムを備えてもよい。ある実施形態では、構成要素は、基板テーブルを備える。ある実施形態では、構成要素は、計測及び/又はセンサ及び/又はクリーニングテーブルを備える。エンコーダシステムは、本書に記載のテーブル用の干渉計システムの追加又はその代替であってもよい。エンコーダシステムは、目盛又はグリッドに関連付けられ(例えば、目盛又はグリッドと対をなす)センサ、トランスデューサ、又は読み取りヘッドを備える。ある実施形態では、可動構成要素(例えば、基板テーブル、及び/又は、計測及び/又はセンサ及び/又はクリーニングテーブル)が1つ又は複数の目盛又はグリッドを有し、当該構成要素が相対移動するリソグラフィ装置のフレームが、1つ又は複数のセンサ、トランスデューサ、又は読み取りヘッドを有する。1つ又は複数のセンサ、トランスデューサ、又は読み取りヘッドは、構成要素の位置、速度などを決定するよう1つ又は複数の目盛又は1つ又は複数のグリッドと協働する。ある実施形態では、構成要素が相対移動するリソグラフィ装置のフレームが1つ又は複数の目盛又はグリッドを有し、可動構成要素(例えば、基板テーブル、及び/又は、計測及び/又はセンサ及び/又は洗浄テーブル)が、構成要素の位置、速度などを決定するよう1つ又は複数の目盛又は1つ又は複数のグリッドと協働する1つ又は複数のセンサ、トランスデューサ、又は読み取りヘッドを有する。

【0034】

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る。例えば放射源SOがエキシマレーザである場合には、放射源SOとリソグラフィ装置とは別体であってもよい。この場合、放射源SOはリソグラフィ装置の一部を構成しているとはみなされなく、放射ビームは放射源SOからイルミネータILへとビーム搬送系BDを介して受け渡される。ビーム搬送系BDは例えば適当な方向変更用のミラー及び/またはビームエキスパンダを備える。あるいは放射源SOが例えば水銀ランプである場合には、放射源SOはリソグラフィ装置に一体に構成されていてもよい。放射源SOとイルミネータILとは、またビーム搬送系BDが必要とされる場合にはこれも合わせて、放射システムと総称されてもよい。

【0035】

イルミネータILは放射ビームの角強度分布を調整するアジャスタADを備えてもよい。一般には、イルミネータILの瞳面における強度分布の少なくとも外側及び/又は内側半径範囲(通常それぞれ「シグマ-アウト(er)」、「シグマ-インナ(er)」と呼ばれる)を調整することができる。加えてイルミネータILは、インテグレータINおよびコンデンサCO等その他の各種構成要素を備えてもよい。イルミ

10

20

30

40

50

ネータILはビーム断面における所望の均一性及び強度分布を得るべく放射ビームを調整するために使用されてもよい。ソースSOと同様に、イルミネータILはリソグラフィ装置の一部を構成するとみなされてもよいし、そうでなくてもよい。例えば、イルミネータILは、リソグラフィ装置に一体の部分であってもよいし、リソグラフィ装置とは別体であってもよい。後者の場合、リソグラフィ装置はイルミネータILを搭載可能に構成されていてもよい。イルミネータILは取り外し可能とされ、(例えば、リソグラフィ装置の製造業者によって、またはその他の供給業者によって)別々に提供されてもよい。

【0036】

放射ビームBは、支持構造(例えばマスクテーブル)MTに保持されるパターンングデバイス(例えばマスク)MAに入射して、パターンングデバイスMAによりパターンが付与される。パターンングデバイスMAを横切った放射ビームBは投影システムPSを通過する。投影システムPSはビームを基板Wの目標部分Cに合焦する。第2の位置決め装置PWと位置センサIF(例えば、干渉計、リニアエンコーダ、静電容量センサなど)により、例えば放射ビームBの経路に異なる目標部分Cを位置決めするように、基板テーブルWTを正確に移動させることができる。同様に、第1の位置決め装置PMと他の位置センサ(図1には明示せず)は、例えばマスクライブラリの機械検索後や走査中に、放射ビームBの経路に対してパターンングデバイスMAを正確に位置決めするために使用することができる。一般に支持構造MTの移動は、第1の位置決め装置PMの一部を構成するロングストロークモジュール(粗い位置決め用)及びショートストロークモジュール(精細な位置決め用)により実現されうる。同様に基板テーブルWTの移動は、第2の位置決め装置PWの一部を構成するロングストロークモジュール及びショートストロークモジュールにより実現されうる。ステッパでは(スキャナとは異なり)、支持構造MTはショートストロークのアクチュエータにのみ接続されているか、あるいは固定されていてもよい。パターンングデバイスMAと基板Wとは、パターンングデバイス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を用いてアライメントされてもよい。図においては基板アライメントマークが専用の目標部分を占拠しているが、アライメントマークは目標部分間のスペースに配置されてもよい(これはスクライプライン・アライメントマークとして公知である)。同様に、パターンングデバイスMAに複数のダイがある場合にはパターンングデバイスアライメントマークをダイ間に配置してもよい。

【0037】

図示の装置は例えば次のうちの少なくとも1つのモードで使用され得る。

【0038】

1. ステップモードにおいては、放射ビームBに付与されたパターンの全体が1回で目標部分Cに投影される間(すなわち単一静的露光の間)、支持構造MT及び基板テーブルWTは実質的に静止状態とされる。そして基板テーブルWTがX方向及び/またはY方向に移動されて、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フィールドの最大サイズが単一静的露光で結像される目標部分Cのサイズを制限することになる。

【0039】

2. スキャンモードにおいては、放射ビームBに付与されたパターンが目標部分Cに投影される間(すなわち単一動的露光の間)、支持構造MT及び基板テーブルWTは同期して走査される。支持構造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PSの拡大(縮小)特性及び像反転特性により定められうる。スキャンモードでは露光フィールドの最大サイズが単一動的露光での目標部分Cの(非走査方向の)幅を制限し、走査移動距離が目標部分Cの(走査方向の)長さを決定する。

【0040】

3. 別のモードにおいては、支持構造MTがプログラム可能パターンングデバイスを保持して実質的に静止状態とし、放射ビームに付与されたパターンが目標部分Cに投影される間、基板テーブルWTが移動または走査される。このモードではパルス放射源が通常用いられ、プログラム可能パターンングデバイスは、基板テーブルWTの毎回の移動後、または走査中の連続放射パルス間に必要に応じて更新される。この動作モードは、上述の形

10

20

30

40

50

式のプログラマブルミラーアレイ等のプログラム可能パターンニングデバイスを利用するマスクレスリソグラフィに容易に適用することができる。

【0041】

上記で記載したモードを組み合わせて動作させてもよいし、各モードに変更を加えて動作させてもよいし、さらに全く別のモードでリソグラフィ装置を使用してもよい。

【0042】

本明細書ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用を例として説明しているが、本リソグラフィ装置はマイクロスケールの形状をもつ部品、またはナノスケールの形状をもつ部品を製造する他の用途にも適用することが可能であるものと理解されたい。他の用途としては、集積光学システム、磁区メモリ用案内パターン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の製造がある。

10

【0043】

投影システムPSの最終要素と基板との間に液体を提供する構成は三種類に大きく分類することができる。浴槽型の構成、いわゆる局所液浸システム、及び全濡れ型の液浸システムである。浴槽型の構成においては基板Wの実質的に全体と任意的に基板テーブルWTの一部とが液槽に浸される。

【0044】

局所液浸システムは、基板の局所域にのみ液体を供給する液体供給システムを使用する。液体で満たされる空間は平面図にて基板上面よりも小さく、液体で満たされた領域は基板Wがその領域の下を移動しているとき投影システムPSに対し実質的に静止状態にある。図2乃至図6はそれぞれ、こうしたシステムに使用可能な異なる供給装置を示す。シール特性が液体を局所域にシールするために存在する。これを構成するために提案された一つの手法がPCT特許出願公開WO99/49504号に開示されている。

20

【0045】

全濡れ型の構成においては液体が閉じ込められない。基板の上面全体と基板テーブルの全体または一部が液浸液で覆われる。少なくとも基板を覆う液体の深さは浅い。液体は、基板上の(例えば薄い)液体フィルムであってもよい。液浸液は、投影システム及び投影システムに対向する対向表面の領域において又は当該領域へと供給され得る。こうした対向表面は基板及び/または基板テーブルの表面であり得る。図2乃至図5の液体供給装置のいずれもがこうしたシステムにも使用可能であるが、シール特性は、存在させないか、動作させないか、通常ほどは効果的でないようにするか、あるいは、局所域のみに液体を封じないようにする。

30

【0046】

図2及び図3に示されるように、液体が少なくとも1つの入口によって基板上に、好ましくは最終要素に対する基板の移動方向に沿って、供給される。液体は、投影システムの下を通過した後に少なくとも1つの出口によって除去される。つまり、基板が-X方向に最終要素の下を走査されると、液体が要素の+X側にて供給され、-X側にて除去される。図2は、液体が入口を介して供給され、低圧源に接続された出口によって要素の他方側で除去される構成を概略的に示したものである。図2では液体が最終要素に対する基板の移動方向に沿って供給されるが、こうである必要はない。最終要素の周囲に配置された入口及び出口の様々な方向及び数が可能であり、一例が図3に示され、ここでは入口とその両側の出口からなる4組が、最終要素の周囲に規則的なパターンで設けられる。図2及び図3においては矢印が液体流れ方向を示す。

40

【0047】

局所液体供給システムをもつ液浸リソグラフィの更なる解決法が、図4に示されている。液体は、投影システムPSの両側にある2つの溝入口によって供給され、入口の半径方向外側に配置された複数の分離された出口によって除去される。入口は、パターンが付与された投影ビームを通す穴を中心に有するプレートに設けることができる。液体は、投影システムPSの一方側にある1つの溝入口によって供給され、投影システムPSの他方側

50

にある複数の分離された出口によって除去され、これによって投影システム P S と基板 W との間に液体の薄膜の流れが生じる。入口と出口のどちらの組合せを使用するかを選択は、基板 W の移動方向によって決まる（他方の組合せの入口及び出口は作動させない）。図 4 において矢印は流体の流れと基板の方向を示す。

【 0 0 4 8 】

提案されている別の構成は、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在する液体閉じ込め構造体を液体供給システムに設けることである。こうした構成を図 5 に示す。

【 0 0 4 9 】

ある実施形態では、リソグラフィ装置は、メッシュ又は同様の多孔質材料で覆われた入口を有する液体除去デバイスを有する液体閉じ込め構造体を備える。メッシュ又は同様の多孔質材料は、投影システムの最終要素と可動テーブル（例えば基板テーブル）との間の空間で液浸液と接触する二次元配列の穴を提供する。ある実施形態では、メッシュ又は同様の多孔質材料は、八ニカムメッシュ又はその他の多角形メッシュを備える。ある実施形態では、メッシュ又は同様の多孔質材料は、金属メッシュを備える。ある実施形態では、メッシュ又は同様の多孔質材料は、リソグラフィ装置の投影システムの結像フィールドの全周に延在する。ある実施形態では、メッシュ又は同様の多孔質材料は、液体閉じ込め構造体の底面に配置され、テーブルに面する表面を有する。ある実施形態では、メッシュ又は同様の多孔質材料は、その底面の少なくとも一部がテーブルの上面と概ね平行である。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、局所液体供給システム又は流体ハンドリング構造体 1 2 を模式的に示す図である。流体ハンドリング構造体 1 2 は、投影システムの最終要素と基板テーブル W T または基板 W との間の空間の境界の少なくとも一部に沿って延在する（以下の説明においては、そうではないと明示していない限り、基板 W の表面との言及は、それに加えてまたはそれに代えて基板テーブルの表面にも言及するものと留意されたい）。流体ハンドリング構造体 1 2 は、投影システムに対して X Y 面で実質的に静止しているが、Z 方向（光軸方向）では多少の相対運動があってもよい。ある実施例においては、液体閉じ込め構造体 1 2 と基板 W の表面との間にシールが形成され、このシールはガスシール又は液体シール等の非接触シールであってもよい（ガスシールを持つシステムは欧州特許出願公開第 E P - A - 1 , 4 2 0 , 2 9 8 号に開示されている）。

【 0 0 5 1 】

流体ハンドリング構造体 1 2 は、投影システム P S の最終要素と基板 W との間の空間 1 1 の少なくとも一部に液体を収容する。基板 W に対する非接触シール 1 6 が投影システム P S の像フィールドの周囲に形成され、基板 W 表面と投影システム P S の最終要素との間の空間に液体が閉じ込められてもよい。この空間 1 1 は少なくとも一部が、投影システム P S の最終要素の下方に配置され当該最終要素を囲む流体ハンドリング構造体 1 2 により形成される。液体が、投影システム P S 下方かつ流体ハンドリング構造体 1 2 内部の空間に、液体入口 1 3 によって供給される。液体出口 1 3 によって液体が除去されてもよい。流体ハンドリング構造体 1 2 は、投影システムの最終要素の少し上方まで延在していてもよい。液位が最終要素の上まで上昇することで、液体のバウファが提供される。ある実施形態においては流体ハンドリング構造体 1 2 は、上端において内周が投影システムまたはその最終要素の形状に近似し、例えば円形であってもよい。下端において内周が像フィールドの形状に近似し、例えば長方形であってもよい。これらの形状は必須ではない。

【 0 0 5 2 】

液体は、流体ハンドリング構造体 1 2 の底部と基板 W の表面との間に使用時に形成されるガスシール 1 6 によって空間 1 1 に収容されてもよい。ガスシールは気体によって形成される。ガスシールの気体は、圧力の作用で入口 1 5 を介して流体ハンドリング構造体 1 2 と基板 W との隙間に提供される。気体は出口 1 4 から抜き取られる。気体入口 1 5 での過剰圧力、出口 1 4 の真空レベル、及び当該隙間の幾何学的形状は、液体を閉じ込める内側への高速の気体流れ 1 6 が存在するように構成される。流体ハンドリング構造体 1 2 と

10

20

30

40

50

基板Wとの間の液体に作用する気体の力が空間11に液体を収容する。入口及び出口は空間11を取り巻く環状溝であってもよい。環状溝は連続していてもよいし不連続であってもよい。気体流れ16は空間11に液体を収容する効果がある。こうしたシステムは米国特許出願公開第2004-0207824号に開示されており、その全体を本書に援用する。ある実施形態においては、流体ハンドリング構造体12はガスシールを有していない。

【0053】

図6は、液体供給システムの一部である流体ハンドリング構造体12を示す。流体ハンドリング構造体12は投影システムPSの最終要素の外周(例えば円周)に沿って延在する。

10

【0054】

複数の開口23が空間11を一部画定する表面にあり、空間11に液体を供給する。液体は空間11に入る前に、室34、側壁28の開口29、室36、側壁32の開口23を通過する。

【0055】

シールが設けられており、このシールは流体ハンドリング構造体12の底部と対向表面(例えば、基板W、又は基板テーブルWT、又はその両方)との間にある。図6においてはシールデバイスが非接触シールを提供するように構成されている。シールデバイスはいくつかの構成部品からなる。投影システムPSの光軸から半径方向外側には、(必須ではない)流れ制御プレート53が設けられ、空間11内へと延在する。制御プレート53は、液体流れの通過を許容する開口55を有してもよい。開口55が有利であり得るのは、制御プレート53がZ方向に(例えば投影システムPSの光軸に平行に)変位される場合である。流れ制御プレート53の半径方向外側において上記対向表面(例えば基板W)に対向する(例えば向かい側の)流体ハンドリング構造体12の底面には、開口180があってもよい。開口180は対向表面に向かう方向に液体を供給することができる。結像中にこれが有用であるのは、基板Wと基板テーブルWTとの隙間を液体で満たすことによって、液浸液中の気泡形成を防止し得る点にある。

20

【0056】

開口180の半径方向外側には、流体ハンドリング構造体12と対向表面との間から液体を取り出すための抽出器アセンブリ70があってもよい。抽出器アセンブリ70は単相の又は二相の抽出器として動作してもよい。抽出器アセンブリ70は液体のメニスカス20のメニスカス釘付け特徴部としても振る舞う。

30

【0057】

抽出器アセンブリの半径方向外側には、ガスナイフ90があってもよい。抽出器アセンブリ及びガスナイフの一構成については、本願明細書に援用される米国特許出願公開第US2006/0158627号に詳しく開示されている。

【0058】

単相抽出器としての抽出器アセンブリ70は、本願明細書に援用される米国特許出願公開第US2006-0038968号に開示されるような、液体除去装置、液体抽出器、又は液体入口を備えてもよい。ある実施の形態においては、液体除去装置70は、多孔質材料111に覆われている入口120を備えてもよい。多孔質材料111は、気体から液体を分離し液体単相の液体抽出を可能とするために使用される。液体除去装置70の室121の負圧は、多孔質材料111の孔に形成されるメニスカスが室121への周囲の気体の引き込みを妨げるような大きさとされる。その一方、多孔質材料111の表面が液体に接触すれば流れを制限するメニスカスはなくなるので液体が自由に液体除去装置70の室121に流入できる。

40

【0059】

多孔質材料111は多数の小孔を有する。各小孔の寸法例えば幅(例えば直径)は5µm乃至50µmの範囲である。多孔質材料111は、表面(例えば対向表面)の上方に高さ50µm乃至300µmの範囲に保持されてもよく、当該表面は液体が除去されるべき

50

表面（例えば基板W表面）であってもよい。ある実施形態においては、多孔質材料111は少なくともわずかに親液性をもつ。すなわち、多孔質材料111は液浸液例えば水に対する動的接触角が90度未満、望ましくは85度未満又は望ましくは80度未満である。

【0060】

ガスナイフ90の半径方向外側には、ガスナイフ90からのガス及び/またはガスナイフ90を通過して漏れうる液体を除去する1つ又は複数の出口210が設けられていてもよい。1つ又は複数の出口210は、ガスナイフ90の1つ又は複数の出口間に配置されていてもよい。出口210への流体（ガス及び/または液体）の導流を促進するために、ガスナイフ90の出口から及び/またはガスナイフ90の出口間から出口210へと向けられている凹部220が、液体閉じ込め構造体12に設けられていてもよい。

10

【0061】

図6には具体的に図示していないが、液体供給システムは液位変動を処理するための構成を有する。これは、投影システムPSと液体閉じ込め構造体12との間で高まる（そしてメニスカス400を形成する）液体を処理して漏れないようにするものである。この液体を処理する一つの手法は疎液性（例えば疎水性）コーティングを設けることである。このコーティングは、開口部分を囲む流体ハンドリング構造体12の最上部に沿って、及び/または投影システムPSの最終光学素子に沿って、帯を形成してもよい。コーティングは、投影システムPSの光軸の半径方向外側にあってもよい。疎液性（例えば疎水性）コーティングは液浸液を空間11に保持するのに役立つ。追加的に又は代替的に、1つ又は複数の出口201が、構造体12に対しある高さに到達する液体を除去するために設けられていてもよい。

20

【0062】

他の局所域型の構成は、気体抵抗原理を利用する流体ハンドリング構造体である。このいわゆる気体抵抗原理が説明されているのは、例えば、米国特許出願公開第US2008-0212046号、US2009-0279060号、US2009-0279062号である。こうしたシステムにおいては抽出孔が、望ましくは角をもつ形状に配列されている。この角は好ましい移動方向（例えばステップ方向またはスキャン方向）に合わせてあってもよい。これにより、その好ましい移動方向の所与の速度において流体ハンドリング構造体表面の2開口間のメニスカスに生じる力が、仮にそれら2つの出口がその好ましい移動方向に垂直に整列されている場合に比べて、小さくなる。しかしながら、本発明の実施の形態は、平面図でいかなる形状を有する流体ハンドリングシステム、又は平面図でいかなる形状で配列された例えば抽出開口等の構成部分を有する流体ハンドリングシステムに適用されてもよい。こうした形状は、円等の楕円、長方形（例えば正方形）等の方形、菱形等の平行四辺形、又は、4より多い角をもつ角付き形状（例えば4以上の角をもつ星形）であってもよく、これらに限定されない。

30

【0063】

US2008/0212046A1のシステムの一変形例においては、（これは本発明のある実施の形態に関連しうるが、）複数の開口が配列された角付き形状の幾何学が、スキャン方向に合わされた角とステップ方向に合わされた角の両方を鋭角（約60度から90度、望ましくは75度から90度、より望ましくは75度から85度）とすることを許容している。これにより、角が合わされている方向それぞれにおいて速度を高めることが許される。（例えば走査方向に臨界速度を超えたときの）不安定なメニスカスによる液滴生成が抑えられるからである。スキャン方向とステップ方向の両方に角が合わせてあれば、これら両方向に大きな速度を実現しうる。望ましくは、スキャン方向とステップ方向の移動速度が実質的に等しくてもよい。

40

【0064】

露光のために、基板が基板ホルダ上に支持され、基板ホルダが支持テーブル上に支持される。ある実施の形態においては、基板ホルダは、基板の下面を支持するように構成されている。基板ホルダは、複数のパールが突出するベース面を含む。基板の下面は、パールの上面で支持されてもよい。パールは、基板を支持する末端それぞれが正確に同一平面に

50

あり基板が十分に平坦に保持されることを確実にすることを支援するように、正確に製造されることができ。また、こうした構成は、基板ホルダと接触する基板の総面積を最小化するか又は減少させ、支持テーブルと基板の間に汚染物質が移動される可能性を最小化するか又は減少させ、及び/又は、基板が基板ホルダと接触する位置に汚染物質が配置される可能性を最小化するか又は減少することができる。これらは基板の変形をもたらさうる。

【0065】

ある実施の形態においては、基板下方のパール周囲の空間が負圧源に接続されてもよい。このようにして、基板が基板ホルダに真空固定されてもよい。基板ホルダは基板テーブルに固定される。ある実施の形態においては、静電クランプシステムが基板を基板ホルダに及び/又は基板ホルダを基板テーブルに固定するために設けられる。

10

【0066】

より小さい寸法の構造を作るというこの技術分野における継続的な切望とともに、結像のために装置に保持されるとき基板の平坦性の要件は常により厳しくなっている。本発明者は、既存の基板テーブルの設計における平坦性からの逸脱(こうした逸脱は非平坦性と呼ばれることがある)の1つの原因が、基板を受け取り下降させ上昇させるようeピンが突き出す基板ホルダにおける開口部にあるものと究明した。これらの開口部はeピン開口部として知られる。既知の設計においては、パールのピッチ(中心間距離)は、およそ1mmから3mmである。eピンの先端は4mmまたはそれより大きい直径を有し、基板ホルダにおける対応するeピン開口部は約7.5mmの直径を有する。各eピン開口部のまわりには、ガスシールを形成する隆起壁または尾根部が、基板と基板ホルダとの間の排気空間へのeピン開口部を通じたガスの漏れを低減するために設けられている。その結果、基板が支持されていないおよそ11mmから13mmの長さが存在することとなる。基板の剛性にもかかわらず、この不支持長さは、基板の上面に不所望のたわみをもたらさうる。この非平坦性は、eピン開口部の近傍に形成されるデバイスフィーチャの歪み又は変位をもたらさうる。これは歩留まりの低減をもたらさうる。

20

【0067】

本発明の第1の態様においては、基板ホルダは、上面と、前記上面に配置され前記上面にわたり分布する複数のパールであって、その上に基板を支持するよう構成されている複数のパールと、複数の開口部であって、前記基板ホルダの中心から間隔を有して位置する複数の開口部と、を備え、少なくとも1つの開口部が、前記基板ホルダの前記上面に少なくとも1つの凹角を含む外形を有し、少なくとも1つのパールが、前記凹角の内部に配置されている。

30

【0068】

少なくとも1つの凹角をもつように、すなわち、内側を向く少なくとも1つの頂点をもつように開口部の外形を構成するとともに、その凹角の内部に、すなわち、内側を向く頂点に隣接する両辺間の角度内に、パールを位置決めすることによって、不支持長さが低減される。基板の非平坦性が低減され、歩留まりが向上されうる。上面での開口部の外形とは、上面の平面における開口部の断面である。開口部の断面は、上面から離れるとき形状またはサイズが一定である必要はない。必然的に凹角は2つの凸角、すなわち外側を向く頂点の間に配置される。2つの凸角を結ぶ仮想の直線よりも開口部の中心にパールが近接する場合、パールが凹角の内部にあるとみなされてもよい。本発明のある実施の形態においては、凹角を定める開口部の外形の辺は、直線である必要はない。開口部の外形の辺が曲がっている場合には、凹角は凹面と記述されてもよい。

40

【0069】

本発明のある実施の形態においては、各開口部は、基板ホルダを通じてその下面へと延びており、貫通穴を形成する。本発明のある実施の形態においては、少なくとも1つの開口部は、対応するeピンを受け入れるよう構成されている。本発明のある実施の形態においては、少なくとも1つの開口部は、真空源に接続されるよう構成されている。本発明のある実施の形態においては、凹角を含まない外形を有する基板ホルダにおける他の開口部

50

が存在する。

【0070】

本発明の第2の態様においては、少なくとも1つの開口部の外形は、少なくとも1次の対称性と複数の凹角を有する。

【0071】

本発明の第3の態様においては、少なくとも1つの開口部の外形は、2次の鏡映及び/又は回転対称性を有し、4つの凹角が存在する。

【0072】

本発明の第4の態様においては、少なくとも1つの開口部は、十字形状である。

【0073】

本発明の第5の態様においては、前記上面に少なくとも1つの凹角を含む外形を有する少なくとも3つの開口部が存在する。

【0074】

本発明の第6の態様においては、基板テーブルは、基板ホルダを支持するよう適応されており、間隔を有して位置する複数のeピンと、各eピンの突出を前記基板ホルダにおける対応する開口部内へと及び/又は開口部を貫通するよう制御するためのアクチュエータシステムと、を備え、各eピンはその末端に先端部分を有し、前記基板ホルダの上面に平行な平面による前記先端部分の断面が少なくとも1つの凹角を有する。ある実施の形態においては、基板ホルダは、基板ホルダ及び基板テーブルが1つの構成要素を形成するよう基板テーブルに一体化されている。ある実施の形態においては、eピンは、基板ホルダに

一体化されている。

【0075】

図7は、リソグラフィ装置のための基板ホルダWHを示す。基板ホルダWHは、基板Wの下面を支持するよう構成されている。基板ホルダWHは、支持テーブルWTによって支持される(図7においては図示せず)。

【0076】

基板ホルダWHは、上面22を有する。基板ホルダWHは、複数のパール20を備える。パール20は、上面22から上方に突出する。複数のパール20の各々は、それぞれの末端を有する。パール20は、基板Wが基板ホルダWHにより支持されるとき基板Wが複数のパール20の各々の末端により支持されるように配設されている。そのように支持されるとき、基板は上面22と実質的に平行である。ある実施の形態においては、基板Wは、パール20の末端にのみ接触している。パールは、末端それぞれが露光時の基板の平坦性要件を満たすよう十分に小さい公差内で同一平面にあるように、十分に正確に製造される。

【0077】

パール20は、基板Wと基板ホルダWHとの間が比較的低接触であるように基板Wを基板ホルダWHに保持するために使用される。例えば、基板Wの面積の約1%から約3%がパール20と接触している。接触量が小さいことによって、汚染物質感度が低減される。

【0078】

露光されるために、基板Wが基板ホルダWHによって保持される。とくに、基板Wは基板ホルダWHに固定されてもよい。この固定は、基板Wと基板ホルダWHの間の空間を周囲圧力(すなわち、基板Wおよび基板ホルダWHを取り巻く気体例えば空気の圧力)より低圧にすることによって、もたらされてもよい。基板ホルダWHと基板Wにより囲われた領域は、基板Wが基板ホルダWHに真空固定されるよう近真空圧であってもよい。

【0079】

ある実施の形態においては、基板ホルダWHは、その内部に形成された1つ又は複数(本例では3つ)の真空穴(図面には示されていない)を備える。穴は、支持テーブルWTを介して真空源に連絡している。基板Wと基板ホルダWHにより囲われた領域から穴を通じて気体が抜き取られて、この空間における圧力が基板Wの固定のために低減されてもよい。真空穴は、顕著な不支持長さが生じないよう十分に小さく、例えばパールのピッチと

10

20

30

40

50

同程度に作られていてもよい。仮に、より大きい真空穴を設けることが例えば気体の流速を増すために望まれる場合には、真空穴は、後述する e ピン開口部と同様にして少なくとも 1 つの凹角をもつ外形に作られていてもよい。また、基板テーブルにおいて望まれる他のいかなる穴も、少なくとも 1 つの凹角をもつ外形に形成されていてもよい。

【0080】

また、基板ホルダ WH は、基板 W を受け取り下降させ上昇させる際に使用される e ピンを受け入れる複数（本例では 3 つ）の開口部 24 を含む。これらの開口部は、以下では e ピン開口部と称する。本発明のある実施の形態においては、4 つ、5 つ、又は 6 つの e ピン開口部が存在する。e ピン開口部 24 は、基板ホルダ WH の中心 28 から間隔を有しかつ互いに間隔を有して位置している。ある実施の形態においては、e ピン開口部 24 の各々は、基板ホルダ WH の中心から距離 r （e ピン開口部の中心へと測定される）の位置に設けられ、基板ホルダ WH の中心から隣接する e ピン開口部 24 の中心それぞれへの仮想の直線は同一の角度をなす。ある実施の形態においては、 r は基板ホルダの半径の $1/4$ に等しく又はそれより大きい。ある実施の形態においては、 r は基板ホルダの半径の $3/4$ に等しく又はそれより小さい。こうして、e ピン開口部は、基板ホルダ WH の中心に中心を持つ仮想の円まわりに均等に間隔を有して位置している。この構成は、e ピンを介して基板を上昇または下降させるとき基板に作用する力を一様に分布させるのに役立つ。

【0081】

図 8 は、e ピン開口部 24 のうち 1 つの拡大図である。図示されるように、e ピン開口部 24 は、凹多角形の外形を有し、具体的には、4 つの凹角の頂点 241 と 8 つの凸角 242 が存在し、e ピン開口部 24 の全体的な外形は十字である。e ピン開口部を取り囲むのはガスシール 25 であり、これは開口部 24 の縁に厳密に従う隆起壁または尾根部の形を取る。製造上の理由により、基板ホルダの上面と交わる e ピン開口部 24 の縁から尾根部 25 が小距離の間隔を有することを必須としてもよい。ただし、この距離は最小化されることが望まれる。尾根部 25 は、真空固定を使用して基板が基板ホルダ WH に保持されるとき e ピン開口部 24 を通じたガスの漏れを低減することに役立つ。尾根部 25 は、基板ホルダ WH のベース面に対してパール 20 の高さより少し小さい高さをも有する。尾根部 25 は、例えば静電クランプが使用される場合のように望まれないときには省略されてもよい。

【0082】

図 8 に示されるように、少なくとも 1 つのパール 20 a、20 b は、凹角の頂点 241 にて開口部 24 の両辺がなす角度の内部に配置されている。明確のために、図 8 においては少数のパールのみが示されているが、他にも多数が開口部 24 の近傍に存在する。示されるように、パール 20 a、20 b は、隣接する凸角の頂点 242 どうしを結ぶ線よりも e ピン開口部 24 の中心に近接する。このようにして、基板ホルダ WH によって支持される基板 W のパール 20 a、20 b 間での不支持長さ、すなわち、図 8 における距離 d_1 は、同じ領域およびアスペクト比の非凹角の外形を持つ e ピン開口部により得られるであろうものより小さくなる。

【0083】

図 12 及び図 13 は、基板 W を上昇させる e ピン 30 の動作を示す断面図である。図 12 においては、e ピン 30 が後退位置にある場合が示され、末端 31 は、基板ホルダ WH の上面 22 の高さより下に位置する。よって基板 W はパール 20 の末端に支持されている。図 13 においては、e ピン 30 が突出位置にある場合が示され、基板 W はクリアランス c が与えられるようパール 20 から離れて持ち上げられている。それから基板ハンドラの先端が基板 W の下方に挿入され、基板交換時に基板ホルダ WH から離れるよう基板 W を持ち上げることができる。

【0084】

また、図 12 及び図 13 に示されるように、e ピン 30 は、その末端に先端部分 34 を有し、当該先端より大きい直径をもつ本体部分 35 を有する。同様に e ピン開口部 24 は、基板ホルダ WH の上面にて狭く、その下方でより広がっている。e ピン開口部 24 の

うち下側の広い部分には、後退した e ピンと開口部サイズとの間に、より大きいクリアランスが存在する。このより大きいクリアランスは、基板テーブルの過剰な加速度または減速度に際し基板ホルダ又は e ピンが損傷する可能性を低減する。

【 0 0 8 5 】

また、図 1 2 及び図 1 3 に示されるように、各 e ピン 3 0 の末端は、導管 3 2 を介して真空源 3 3 に接続される皿形の陥凹 3 1 を有する。真空源 3 3 は、基板 W を基板ホルダ W H に固定するのに使用されるのと同じの真空源であってもよいし、あるいは、別個の真空源であってもよい。真空源 3 3 は、e ピン 3 0 が基板 W に接触するとき基板上方の環境と陥凹 3 1 の内部の低減された圧力との圧力差によって基板 W が e ピンに固定されるように動作する。基板を上昇動作時及び下降動作時に e ピンに固定することによって、基板 W の不所望の横方向移動が避けられる。とくに、この固定は、基板が基板ホルダ W H 上に受け取られたときの基板のプリアライメントを保持することを可能にする。基板の横方向移動を防ぐ十分な固定力を与えるために、e ピン 3 0 の末端は平面視にて十分な面積を有しなければならない。本発明のある実施の形態においては、e ピンの端部面積は、およそ 8 mm^2 より大きい。本発明のある実施の形態においては、各 e ピンの末端の面積は、およそ 10 mm^2 より大きい。本発明のある実施の形態においては、各 e ピンの末端の面積は、およそ 12 mm^2 より大きい。本発明のある実施の形態においては、全 e ピンの末端の合計面積は、およそ 33 mm^2 より大きい。

10

【 0 0 8 6 】

図 9 は、本発明の他の実施の形態に係る e ピン 3 0 a の先端と対応する e ピン開口部 2 4 a を示す。ここでも e ピン 3 0 a の先端は平面視にて十字形状であり、開口部 2 4 a は対応する形状を有する。図 9 の実施の形態においては、e ピン 3 0 a と e ピン開口部 2 4 a の両方の十字形状の腕部が図 8 の実施の形態よりも狭くかつ細長い。これにより、内側を向く頂点 2 4 1 での凹角がより深まり、図 9 において距離 d_2 で示される基板 W の不支持長さが低減される。加えて、開口部 2 4 の両辺と隣接する凸角の頂点 2 4 2 を結ぶ仮想の直線 2 4 3 とによって定められる凹角の内部に多数のパール 2 0 a が配置されることができる。同様に、開口部 2 4 の近傍にある多数のパールのうち少数のみが図 9 に示されている。

20

【 0 0 8 7 】

図 8 及び図 9 の実施の形態においては、十字形状の e ピンと対応する e ピン開口部 2 4 は、同じ長さ及び幅をもつ 4 つの腕部を有する。したがって、e ピン先端及び e ピン開口部のアスペクト比は、1 : 1 である。これが望まれるのは、上昇及び下降のとき基板に一樣に負荷を分布させるためである。e ピン先端及び e ピン開口部が 1 : 1 のアスペクト比を有する場合、アスペクト比がより高い場合に比べて製造がより容易となる。ある実施の形態においては、e ピン先端及び e ピン開口部のアスペクト比は、およそ 2 : 1 より小さく、望ましくは 4 : 3 より小さい。

30

【 0 0 8 8 】

十字形状の e ピンの腕部の長さ及び幅は、固定のために e ピンの先端に十分な面積を与える必要とともに、製造上の問題及び強度の問題によって制約される。ある実施の形態においては、e ピンの腕部は、約 0.25 mm 以上の幅を有し、望ましくはおよそ 0.5 mm より大きい幅を有する。ある実施の形態においては、腕部の幅は、約 2 mm より小さく、望ましくは約 1 mm より小さい。本発明のある実施の形態においては、e ピン先端の腕部は、約 3 mm 以上の長さを有し、望ましくは約 2 mm 以上の長さを有する。ある実施の形態においては、腕部の長さは、 8 mm 以下であり、望ましくは 6 mm 以下である。十字形状 e ピンの腕部の長さ及び幅が腕部の剛性を定める。より短く太い腕部はより強く壊れにくいので、望ましい。

40

【 0 0 8 9 】

図 8 及び図 9 に示される単純な十字形状以外の外形も本発明の実施の形態において使用可能である。例えば、本発明のある実施の形態においては、e ピンの先端は、拡張された中心部分を腕部の交差部位に有し、これは例えば、交差部位に方形または円形を重ね合わ

50

せることによって、または、腕部間の角部を丸くすることによって、形成される。後者の場合、直角の角部をもつ開口部との間に一定のクリアランスを保ちつつeピン先端の面積を大きくすることができる。本発明のある実施の形態においては、十字の腕部は一定の幅を有するのではなく、例えば、腕部は交差部位からの距離が増すにつれて幅が大きくなっていてもよい。幅の増加は、直線の辺を形成するよう中心からの距離とともに線形であってもよいし、または、腕部の辺が湾曲するよう非線形であってもよい。腕部の端には、円形ノブまたは横棒の形を例えば取る拡張部が設けられていてもよい。

【0090】

図10及び図11は、本発明のある実施の形態におけるeピンの先端に使用されうる他の外形の例を示す。図10においては、eピンの腕部は、点どうしをつなぐ湾曲した辺をもつ花弁状の外形を有する。こうした花弁の全長及び最大幅は、直線の辺をもつ十字について上述したものと同様であってもよい。図11の実施の形態においては、eピンの先端は、各角部にアーチ状の切り欠きをもつ正方形として形成された外形を有する。この外形は、十字の腕部どうしが交わった角部の丸み付けの極端な場合であると記述することもできる。

10

【0091】

上記に図示し説明した本発明の実施の形態においては、eピンの先端の外形に4つの腕部または花弁が存在する。本発明のある実施の形態においては、それより多数または少数の腕部または花弁が存在してもよい。とくに、本発明のある実施の形態は、3つ、4つ、または5つの腕部または花弁を有してもよい。本発明のある実施の形態においては、隣接する腕部または先端の各組間の角度は等しい。ある実施の形態においては、隣接する腕部または先端の間の角度はすべてが同じではない。

20

【0092】

本発明のある実施の形態においては、eピン開口部を通じて突き出すときのeピンの先端と開口部の縁との間のクリアランスは、できるだけ小さくなっている。必要なクリアランスは、製造技術の改良によって、及び/または、支持テーブルWT上に基板ホルダを配置するときの位置精度の改良によって、低減されうる。本発明のある実施の形態においては、eピン先端と開口部の縁との間のクリアランスは、1mmから4mmの範囲にあり、望ましくは1.5mmから3.5mmの範囲にある。

【0093】

本発明のある実施の形態においては、パールは、厳密に規則的な格子または同心リングにパールを配列することによって得られるものよりも均一な支持力を提供するように決定された配列で配置されている。パールの適切な配列を決定する方法は、US2004247361に説明されている。そこに説明された方法は、eピン開口部24の近傍における支持力の均一性を高めるために直ちに適応させることができる。とくに、本発明のある実施の形態においては、密度(単位面積あたりのパールの数)が、eピン開口部の近傍において、例えば凹角において、他の領域例えば装置の中心部に比べて増加されている。また、本発明のある実施の形態においては、パールの分布は、液浸システムにおける様々な圧力作用を補償するために基板ホルダの端部近傍で変化している。基板ホルダの端部近傍におけるパールの分布は、US2005219499に説明されるものであってもよい。

30

40

【0094】

理解されるように、いずれかの上述の特徴は他のいずれかの特徴とともに使用可能であり、本願に包含されるのは明示的に説明された組合せのみには限られない。

【0095】

さらに、本発明は液浸リソグラフィ装置の文脈において便宜上説明されたが、本発明は、例えば、投影システムと露光される基板との間に空気又は他の気体のみが存在するいわゆる乾式のリソグラフィ装置、または、極紫外(EUV)リソグラフィ装置において使用される真空リソグラフィ装置など、いかなる形式のリソグラフィ装置とともに使用されてもよいものと理解されたい。

【0096】

50

本明細書ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用に具体的に言及されるが、本書に説明されるリソグラフィ装置は他の用途にも適用することが可能であるものと理解されたい。他の用途としては、集積光学システム、磁区メモリ用案内パターン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の製造がある。当業者であればこれらの他の適用に際して、本明細書における「ウェーハ」あるいは「ダイ」という用語がそれぞれ「基板」あるいは「目標部分」という、より一般的な用語と同義であるとみなされると理解することができるであろう。本書に言及される基板は、露光前または露光後において例えばトラック(典型的にはレジスト層を基板に塗布し、露光後のレジストを現像する装置)、メトロロジツール、及び/またはインスペクションツールにより処理されてもよい。適用可能であれば、本明細書の開示はこれらのまたは他の基板処理装置にも適用され得る。また、基板は、例えば多層ICを製造するために、複数回処理されてもよく、その場合には本明細書における基板という用語は既に処理されている多数の処理層を含む基板をも意味する。

10

【0097】

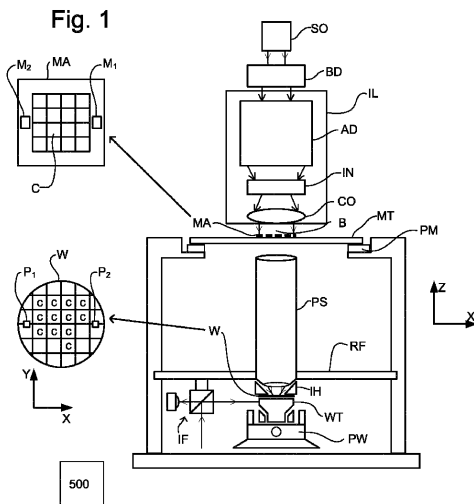
本明細書において「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外(UV)放射(例えば約365nm、248nm、193nm、157nm、または126nmの波長を有する)を含むあらゆる種類の電磁放射を包含する。「レンズ」という用語は、文脈が許す限り、屈折光学素子及び反射光学素子を含む1つの光学素子またはこれら各種の光学素子の組み合わせを指し示すものであってもよい。

【0098】

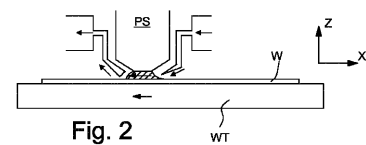
上述の説明は例示であり、限定を意図しない。よって、後述の特許請求の範囲から逸脱することなく既述の本発明に変更を加えることができるということは、関連技術の当業者には明らかなことである。

20

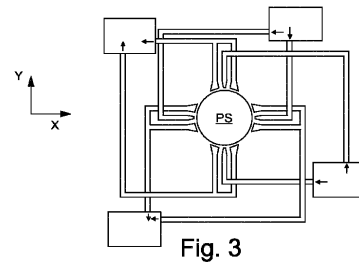
【図1】



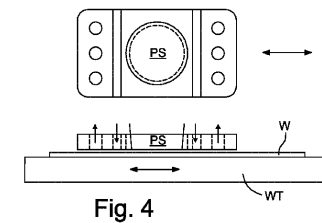
【図2】



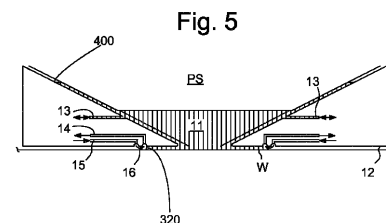
【図3】



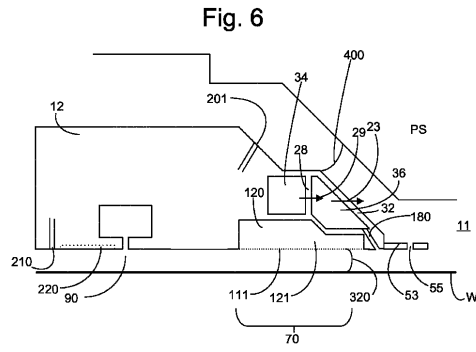
【図4】



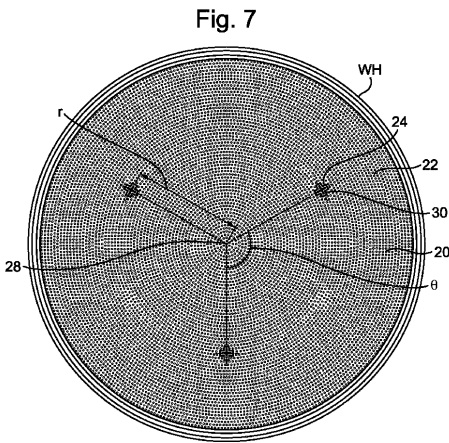
【図5】



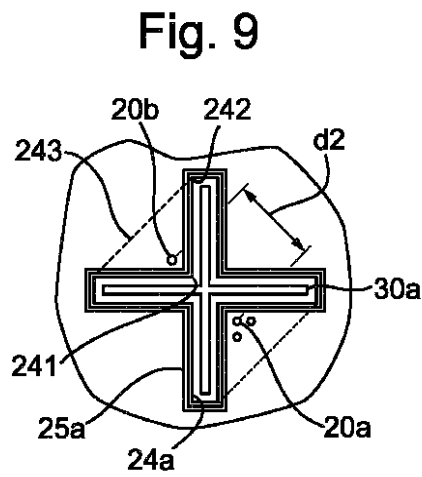
【 図 6 】



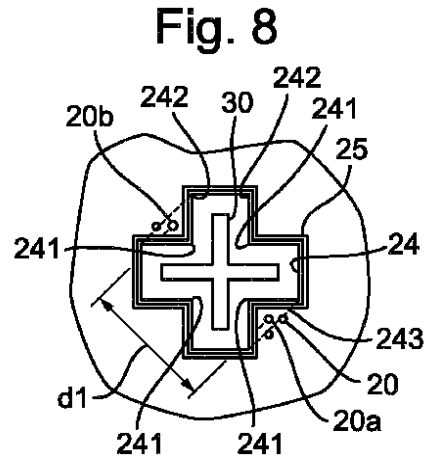
【 図 7 】



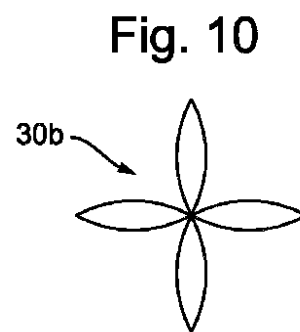
【 図 9 】



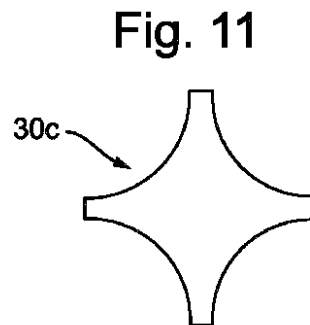
【 図 8 】



【 図 10 】

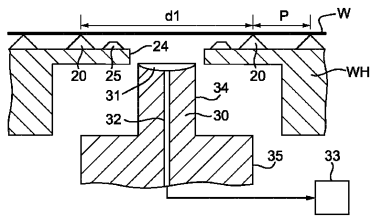


【 図 11 】



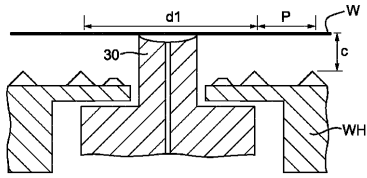
【 図 1 2 】

Fig. 12



【 図 1 3 】

Fig. 13



フロントページの続き

(72)発明者 ポワエス、トーマス
オランダ国 ヴェルトホーフエン 5500 エーエイチ, ピー.オー.ボックス 324

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2001-185607(JP,A)
特開昭63-142829(JP,A)
特開2007-273693(JP,A)
特開2011-114238(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0276858(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
H01L 21/68