

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-318117

(P2007-318117A)

(43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 21/027 (2006.01)</b>	H01L 21/30 515D	5FO46
<b>G03F 7/20 (2006.01)</b>	G03F 7/20 521	

審査請求 有 請求項の数 53 O L 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2007-120671 (P2007-120671)	(71) 出願人	504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. 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
(22) 出願日	平成19年5月1日(2007.5.1)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	11/436,057	(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 真司
(32) 優先日	平成18年5月18日(2006.5.18)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	リーンダース, マルチヌス, ヘンドリカス, アントニウス オランダ国, ローン エヌエール 3161 ジェイジー, デ ベーク 3 最終頁に続く

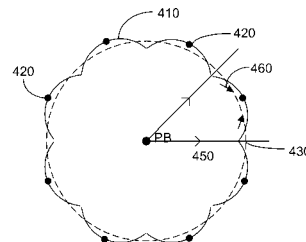
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】液浸リソグラフィ装置において、基板および/または基板テーブルの表面からの液体の除去を改善する装置を提供する。

【解決手段】ガスナイフ410は、平均半径からより離れた、投影ビームPBに近いガスナイフの領域が存在するように、ガスナイフ410の平均半径よりも小さい半径を持つ8つのセグメントから構成されている。液体エキストラクタ420は、ガスナイフ410のちょうど半径方向内側で最も遠いガスナイフ410の部分に位置する。このようなガスナイフ410と基板の移動とを組み合わせることにより、液体除去デバイスである液体エキストラクタ420に液体を集めることができる。

【選択図】 図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、  
前記投影システムと前記基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、

前記空間を少なくとも部分的に取り囲むように配置された第 1 のガスナイフと、  
前記ガスナイフの一部に隣接し且つこれに沿って位置付けられた液体除去デバイスと

を備えるリソグラフィ装置であって、

前記基板が、前記基板の面上のいずれかの方向であって、前記装置の光軸を通る方向に、少なくとも  $36^\circ$  の弧状に移動する際、前記基板の面に対して垂直な面であって、前記方向を含む面内の前記基板上の液体が、前記ガスナイフと、前記方向での前記基板のさらなる移動との複合効果によって、前記ガスナイフに沿って前記液体除去デバイスへ移されるように、前記ガスナイフが形成されている、リソグラフィ装置。

10

## 【請求項 2】

前記液体除去デバイスが、前記ガスナイフの  $0.05$  未満に沿って延在する、請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 3】

面内の前記ガスナイフの形状がスキャン方向に細長い、請求項 1 に記載の装置。

20

## 【請求項 4】

前記ガスナイフが前記液体供給システムに対して静止している、請求項 1 に記載の装置

## 【請求項 5】

前記ガスナイフが複数のセグメントを備え、前記液体除去デバイスが、隣接するセグメント同士が一緒になる領域に位置している、請求項 1 に記載の装置。

## 【請求項 6】

4 つのセグメントを備え、各セグメントがほぼ真っ直ぐである、請求項 5 に記載の装置

## 【請求項 7】

前記光軸に対して前記第 1 のガスナイフの半径方向外側に位置付けられた第 2 のガスナイフをさらに備えた、請求項 1 に記載の装置。

30

## 【請求項 8】

前記第 2 ガスナイフが、前記光軸と前記液体除去デバイスとを通る線と交差するように位置付けられた、請求項 7 に記載の装置。

## 【請求項 9】

前記第 2 のガスナイフからのガスが衝突する液体を除去するための他の液体除去デバイスをさらに備える、請求項 7 に記載の装置。

## 【請求項 10】

パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、  
前記投影システムと基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、

前記液体供給システムによって前記基板上に残された液体を収容するように、前記空間を少なくとも部分的に取り囲むガスナイフと、  
を備えるリソグラフィ装置であって、

面内の前記ガスナイフは、少なくともいくつかの部分が前記ガスナイフの平均半径よりも大きい局所半径を有するように、または少なくともいくつかの部分が前記ガスナイフの平均半径よりも小さい局所半径を有するように、またはその両方であるように、形成されている、リソグラフィ装置。

50

## 【請求項 1 1】

前記ガスナイフの面内の少なくともいくつかの部分が、ほぼ真っ直ぐである、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 2】

少なくともいくつかの部分が、平均半径の 0.9 より小さい局所半径または平均半径の 1.1 より大きい局所半径を有する、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 3】

前記基板が前記ガスナイフに対して移動された時に液体が集まる前記ガスナイフに沿った位置に位置付けられた液体エキストラクタをさらに備える、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 4】

前記液体エキストラクタが前記ガスナイフの外周全体の周りに延在していない、請求項 13 に記載の装置。

## 【請求項 1 5】

局所半径が平均半径よりも少なくとも 10 倍大きい、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 6】

平均半径に描かれる虚円の外に位置する液体エキストラクタをさらに備える、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 7】

前記ガスナイフの外周が複数の部分に分割され、液体エキストラクタが、所定の局所半径の隣接する部分同士の間少なくともいくつかの境界に位置する、請求項 10 に記載の装置。

## 【請求項 1 8】

パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと

、  
前記投影システムと基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、

前記液体供給システムの下で、且つ前記ガスナイフの下で前記基板が移動する際に、前記液体供給システムの下を前記基板が通過した後に前記基板上に残っている液体が、前記ガスナイフに沿って液体除去領域まで移されるようにする、サイズ、形状および配向のガスナイフと、

を備えるリソグラフィ装置。

## 【請求項 1 9】

前記液体除去領域が、前記基板を保持するように構成された基板テーブル内のドレインである、請求項 18 に記載の装置。

## 【請求項 2 0】

前記ドレインが、前記基板を囲むように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

## 【請求項 2 1】

前記ガスナイフが、前記液体供給システムに取り付けられている、請求項 18 に記載の装置。

## 【請求項 2 2】

前記ガスナイフが、前記液体供給システムとは独立して可動である、請求項 18 に記載の装置。

## 【請求項 2 3】

前記ガスナイフが、前記基板と一致してステップ方向に動くように実質的に配置される、請求項 22 に記載の装置。

## 【請求項 2 4】

前記ガスナイフが、リソグラフィ装置のベースフレームによって支持され、前記投影システム、または液体供給システム、または両方が、前記ベースフレームから動的に隔離されている、請求項 18 に記載の装置。

## 【請求項 2 5】

10

20

30

40

50

前記ガスナイフが、装置のステップ方向に対して斜めに配置される、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 26】

前記ガスナイフが、装置のスキャン方向ではなくステップ方向に前記基板の全幅に沿って延在するように配置され、

前記スキャン方向と前記ステップ方向とがほぼ直交する、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 27】

2つのガスナイフを備えており、各ガスナイフが、前記液体供給システムの反対側に位置する、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 28】

前記ガスナイフがV型であり、Vの先端が、装置のスキャン方向で前記基板を半分に分割する対称線にほぼ位置合わせされている、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 29】

前記ガスナイフの一部が、液体除去領域の両側に位置している、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 30】

前記液体除去領域に向かい、前記液体除去領域の両側のガスナイフの部分に沿って、液体を移すことができる、請求項 29 に記載の装置。

【請求項 31】

前記基板上に残った液体が自由上面を有する、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 32】

前記ガスナイフがほぼ真っ直ぐであるか、又は複数のほぼ真っ直ぐな部分から成る、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 33】

液体抽出デバイスが、前記ガスナイフの真っ直ぐな部分間の合流点に位置付けられる、請求項 32 に記載の装置。

【請求項 34】

パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと

、  
投影システムと基板との間の空間を少なくとも部分的に囲むとともに、当該空間内の液体を少なくとも部分的に拘束するように構成されたバリア構造と、

前記バリア構造から離れて位置付けられたガスナイフと、

を備えるリソグラフィ装置であって、

前記バリア構造から流出した前記基板上的液体が、前記バリア構造と前記ガスナイフとの間に自由表面を有する、リソグラフィ装置。

【請求項 35】

パターンングデバイスから液体を介して基板にパターンを転写するように構成された投影システムと、

前記基板の表面から液体を除去するように構成された液体除去デバイスであって、低圧力に接続された複数の抽出管を備え、使用中にその一端部が前記基板に向けられ、且つそれぞれの最大管端部平面寸法の10倍以内に位置付けられる、液体除去デバイスと、  
を備える液浸リソグラフィ装置。

【請求項 36】

前記管端部の面内のアスペクト比が20:1未満である、請求項 35 に記載の装置。

【請求項 37】

前記管端部の面内の最大寸法が5mm未満である、請求項 35 に記載の装置。

【請求項 38】

前記管端部が直線状に並べられている、請求項 35 に記載の装置。

【請求項 39】

前記直線がほぼV型である、請求項 38 に記載の装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 40】

前記 V の二つの辺部が 45°未満の鋭角で交わる、請求項 39 に記載の装置。

## 【請求項 41】

前記液体除去デバイスに隣接するように位置付けられたガスナイフをさらに備える、請求項 35 に記載の装置。

## 【請求項 42】

前記ガスナイフが前記液体除去デバイスを越えて延在している、請求項 41 に記載の装置。

## 【請求項 43】

前記抽出管から半径方向外側に位置付けられた少なくとも 1 つの開口部をさらに備える装置であって、前記開口部が使用中には、前記開口部の外へ、且つ前記複数の抽出管のうちの少なくとも 1 つに向かってガスが引き出されるように、前記開口部がガス源と流体連通している、請求項 35 に記載の装置。

10

## 【請求項 44】

前記複数の抽出管の前記端部が、前記液体が供給される領域の外周全体に平面上に位置している、請求項 35 に記載の装置。

## 【請求項 45】

パターンングデバイスから液体を通して基板にパターンを転写するように構成された投影システムと、

第 1 のガスナイフと、

20

低圧力に接続された管を備え、当該管の一端部が、前記ガスナイフに隣接するとともに、前記ガスナイフの平面形状の凹部内に位置付けられる、液体除去デバイスと、を備える液浸リソグラフィ装置。

## 【請求項 46】

前記管端部のアスペクト比が 5 : 1 未満である、請求項 45 に記載の装置。

## 【請求項 47】

前記管端部の最大寸法が 5 mm 以下である、請求項 45 に記載の装置。

## 【請求項 48】

前記第 1 のガスナイフの前記液体除去デバイスとは反対側で、且つ前記凹部と隣接して位置付けられた第 2 のガスナイフをさらに備える、請求項 45 に記載の装置。

30

## 【請求項 49】

前記 2 つのガスナイフの間から液体を抽出するように位置付けられた液体エキストラクタをさらに備える、請求項 48 に記載の装置。

## 【請求項 50】

投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン付き放射ビームを投影することを有する、デバイス製造方法であって、

空間を少なくとも部分的に囲んでいるガスナイフによって液体が収容され、且つ

面内の前記ガスナイフが、少なくともいくつかの部分が前記ガスナイフの平均半径よりも大きい局所半径を有するように、または少なくともいくつかの部分がガスナイフの平均半径よりも小さい局所半径を有するように、またはその両方であるように、形成される、デバイス製造方法。

40

## 【請求項 51】

投影システムを用いて、液体供給システムによって供給された液体を介して、基板にパターン付き放射ビームを投影することと、

前記液体供給システムの下を前記基板が通過した後に前記基板上に残っている液体を、ガスナイフに沿って液体除去領域に移すこととを有する、デバイス製造方法。

## 【請求項 52】

投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン付き放射ビームを投影することと

50

ガスナイフを用いて液体を除去する前に、自由表面を有する基板上に液体があるように、液体収容デバイスから、液体を流出させることと、を有する、デバイス製造方法。

【請求項53】

投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン付き放射ビームを投影することと、

、低圧力に接続され、且つ前記基板に向けられた端部を有し、且つそれぞれの最大管端部平面寸法の10倍以内に位置付けられた複数の抽出管を用いて、前記基板の表面から液体を除去することと、を有する、デバイス製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明は、リソグラフィ装置とデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常、基板のターゲット部分上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)の製造に用いることができる。この場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターンングデバイスを用いることができる。このパターンは、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、ダイの一部、または1つ以上のダイを含む)に転写することができる。パターンの転写は通常、基板上に設けられた放射感応性材料(レジスト)層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板は、連続的にパターンングされる隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。公知のリソグラフィ装置としては、ターゲット部分上にパターン全体を一度に露光することにより各ターゲット部分を照射するいわゆるステッパ、およびある特定の方向(「スキャン」方向)の放射ビームによってパターンをスキャンすると同時に、この方向に平行または逆平行に基板をスキャンすることにより各ターゲット部分を照射する、いわゆるスキャナが含まれる。パターンを基板上にインプリントすることにより、パターンングデバイスから基板にパターンを転写することも可能である。

20

30

【0003】

[0003] 投影システムの最終エレメントと基板との間の空間を満たすために、リソグラフィ投影装置内の基板を比較的高い屈折率を持つ液体、例えば水に浸すことが提案されてきた。この提案のポイントは、露光放射が液体中ではより短い波長を有するので、より小さいフィーチャのイメージングを可能にするということである。(液体の効果も、システムの効果的なNA(開口数)を増やし、また焦点の深さも増やすことと考えられるかもしれない。)中に固体粒子(例えば石英)が懸濁した水を含む、他の液浸液が提案されてきた。

【0004】

[0004] しかし、液体の槽に基板または基板および基板テーブルを浸すということは(例えば米国特許第4,509,852号)、スキャン露光の間に加速されなければならない大量の液体があることを意味する。これは、追加のまたはより強力なモータを必要とし、液体中の乱流が望ましくない予測不能な効果をもたらす可能性がある。

40

【0005】

[0005] 提案されている解決方法の一つは、液体供給システムによって、液体閉込めシステムを使って、基板の局所領域上、および投影システムの最終エレメントと基板との間のみに、液体を供給することである(基板は通常、投影システムの最終エレメントよりも大きな表面を有する)。これを可能にするために提案された一つの方法が、PCT特許出願国際公開第99/49504号に開示されている。図2および図3に示されているように、液体は、少なくとも一つの入口INによって基板上に、望ましくは最終エレメントに

50

対する基板の動きの方向に沿って供給され、投影システムの下を通過した後少なくとも一つの出口OUTによって除去される。すなわち、基板がエレメントの下で - X 方向にスキャンされると、液体がエレメントの + X 側で供給され、 - X 側で取り上げられる。図 2 は、液体が入口INを介して供給され、低圧力源に接続された出口OUTによってエレメントの反対側で取り上げられる配置を概略的に示している。図 2 では、液体は、最終エレメントに対して基板の動きの方向に沿って供給されるが、これは必ずしもそうである必要はない。最終エレメントの周りに様々な配向と数の入口と出口を配置することが可能であり、両側に出口を有する 4 組の入口が最終エレメントの周りに規則正しいパターンで設けられている一例が、図 3 に示されている。

【0006】

10

【0006】 局所的液体供給システムを有する他の液浸リソグラフィ解決法が、図 4 に示されている。液体は、投影システムPLの両側にある 2 つの溝入口INによって供給され、入口INの放射状に外側に配された複数の離散した出口OUTによって除去される。入口INと出口OUTは、中央に穴のあるプレート中に配することができ、この穴を通して投影ビームが投影される。液体は、投影システムPLの一方の側にある一つの溝入口INによって供給され、投影システムPLの反対側にある複数の離散した出口OUTによって除去され、投影システムPLと基板Wとの間に液体の薄い膜の流れを引き起こす。入口INと出口OUTのどの組み合わせを使用するかを選択は、基板Wの移動方向によって左右する(入口INと出口OUTの他の組み合わせは作動しない)。

【0007】

20

【0007】 欧州特許出願公報第 1 4 2 0 3 0 0 号および米国特許出願公報第 2 0 0 4 - 0 1 3 6 4 9 4 号はそれぞれ、言及することによりその全体が本明細書に組み込まれるものであり、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 1 の位置のテーブルでは、液浸液なしで、レベリング測定が行われ、液浸液のある第 2 の位置のテーブルでは露光が行われる。あるいは、装置は 1 つのテーブルのみ有する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

【0008】 基板および/または基板テーブルの表面からの液体の除去を改善することが望ましい。 30

【課題を解決するための手段】

【0009】

【0009】 本発明の一態様に従い、パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、前記投影システムと前記基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、前記空間を少なくとも部分的に取り囲むように配置された第 1 のガスナイフと、前記ガスナイフの一部分に隣接し且つこれに沿って位置付けられた液体除去デバイスと、を備えるリソグラフィ装置であって、前記基板が、前記基板の面上のいずれかの方向であって、前記装置の光軸を通る方向に、少なくとも 3 6 ° の弧状に移動する際、前記基板の面に対して垂直な面であって、前記方向を含む面内の前記基板上の液体が、前記ガスナイフと、前記方向での前記基板のさらなる移動との複 40  
合効果によって、前記ガスナイフに沿って前記液体除去デバイスへ移されるように、前記ガスナイフが形成されている、リソグラフィ装置が提供される。

【0010】

【0010】 発明の一態様に従い、パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、前記投影システムと基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、前記液体供給システムによって前記基板上に残された液体を収容するように、前記空間を少なくとも部分的に取り囲むガスナイフと、を備えるリソグラフィ装置であって、面内の前記ガスナイフは、少なくともいくつかの部分 50  
が前記ガスナイフの平均半径よりも大きい局所半径を有するように、または少なくともいく

つかの部分が前記ガスナイフの平均半径よりも小さい局所半径を有するように、またはその両方であるように、形成されている、リソグラフィ装置が提供される。

【0011】

[0011] 本発明の一態様に従い、パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、前記投影システムと基板との間の空間に液体を供給するように構成された液体供給システムと、前記液体供給システムの下で、且つ前記ガスナイフの下で前記基板が移動する際に、前記液体供給システムの下を前記基板が通過した後に前記基板に残っている液体が、前記ガスナイフに沿って液体除去領域まで移されるようにする、サイズ、形状および配向のガスナイフと、を備えるリソグラフィ装置が提供される。

10

【0012】

[0012] 本発明の一態様に従い、パターンングデバイスから基板へパターンを転写するように構成された投影システムと、投影システムと基板との間の空間を少なくとも部分的に囲むとともに、当該空間内の液体を少なくとも部分的に拘束するように構成されたバリア構造と、前記バリア構造から離れて位置付けられたガスナイフと、を備えるリソグラフィ装置であって、前記バリア構造から流出した前記基板の液体が、前記バリア構造と前記ガスナイフとの間に自由表面 (free surface) を有する、リソグラフィ装置が提供される。

【0013】

[0013] 本発明の一態様に従い、パターンングデバイスから液体を介して基板にパターンを転写するように構成された投影システムと、前記基板の表面から液体を除去するように構成された液体除去デバイスであって、低圧力に接続された複数の抽出管を備え、使用中にその一端部が前記基板に向けられ、それぞれの最大管端部平面寸法の10倍以内に位置付けられる、液体除去デバイスと、を備える液浸リソグラフィ装置が提供される。

20

【0014】

[0014] 本発明の一態様に従い、パターンングデバイスから液体を介して基板にパターンを転写するように構成された投影システムと、第1のガスナイフと、低圧力に接続された管を備え、当該管の一端部が、前記ガスナイフに隣接するとともに、前記ガスナイフの平面形状の凹部に位置付けられる、液体除去デバイスと、を備える液浸リソグラフィ装置が提供される。

30

【0015】

[0015] 本発明の一態様に従い、投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン付き放射ビームを投影することを有するデバイス製造方法であって、空間を少なくとも部分的に囲んでいるガスナイフによって液体が収容され、且つ面内の前記ガスナイフが、少なくともいくつかの部分が前記ガスナイフの平均半径よりも大きい局所半径を有するように、または少なくともいくつかの部分がガスナイフの平均半径よりも小さい局所半径を有するように、またはその両方であるように、形成される、デバイス製造方法が提供される。

【0016】

[0016] 本発明の一態様に従い、投影システムを用いて、液体供給システムによって供給された液体を介して、基板にパターン付き放射ビームを投影することと、前記液体供給システムの下を前記基板が通過した後に前記基板に残っている液体を、ガスナイフに沿って液体除去領域に移すこととを有する、デバイス製造方法が提供される。

40

【0017】

[0017] 本発明の一態様に従い、投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン付き放射ビームを投影することと、ガスナイフを用いて液体を除去する前に、自由表面を有する基板上に液体があるように、液体収容デバイスから、液体を流出させることと、を有するデバイス製造方法が提供される。

【0018】

[0018] 本発明の一態様に従い、投影システムを用いて、液体を介して基板にパターン

50



付き放射ビームを投影することと、低圧力に接続され、且つ前記基板に向けられた端部を有し、且つそれぞれの最大管端部平面寸法の10倍以内に位置付けられた複数の抽出管を用いて、前記基板の表面から液体を除去することと、を有するデバイス製造方法が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

[0019] 本発明のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。これらの図面において、同じ参照符号は、対応する部分を示す。

【0020】

[0033] 図1は、本発明の一実施形態にかかるリソグラフィ装置を概略的に示す。このリソグラフィ装置は、以下の構成要素を含む。 10

【0021】

[0034] 放射ビームB（例えば、紫外線（UV）または深紫外線（DUV））を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）IL。

【0022】

[0035] 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、且つ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付けるように構成された第1ポジションナPMに連結されている、サポート構造（例えば、マスクテーブル）MT。

【0023】

[0036] 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、且つ特定のパラメータに従って基板を正確に位置付けるように構成された第2ポジションナPWに連結されている、基板テーブル（例えば、ウェーハテーブル）WT。 20

【0024】

[0037] パターニングデバイスMAによって放射ビームBに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分C（例えば、1つ以上のダイを含む）上に投影するように構成されている、投影システム（例えば、屈折投影レンズシステム）PS。

【0025】

[0038] 照明システムとしては、放射を誘導し、整形し、または制御するために、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他の型の光コンポーネント、あるいはそれらのあらゆる組合せなどのさまざまな型の光コンポーネントを含むことができる。 30

【0026】

[0039] サポート構造は、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、パターニングデバイスが真空環境内で保持されているか否かなどの他の条件に応じた態様で、パターニングデバイスを保持する。サポート構造は、機械式、真空式、静電式またはその他のクランプ技術を使って、パターニングデバイスを保持することができる。サポート構造は、例えば、必要に応じて固定または可動式にす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。サポート構造は、パターニングデバイスを、例えば、投影システムに対して所望の位置に確実に置くことができる。本明細書において使われる「レチクル」または「マスク」という用語はすべて、より一般的な「パターニングデバイス」という用語と同義であると考えられる。 40

【0027】

[0040] 本明細書において使われる「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内にパターンを作り出すように、放射ビームの断面にパターンを付けるために使うことができるあらゆるデバイスを指していると、広く解釈されるべきである。なお、留意すべき点として、放射ビームに付けたパターンは、例えば、そのパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分内の所望のパターンに正確に一致しない場合もある。通常、放射ビームに付けたパターンは、集積回路などのターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定機能層に対応することになる。 50

## 【 0 0 2 8 】

[0041] パターニングデバイスは、透過型であっても、反射型であってもよい。パターニングデバイスの例としては、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パネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、Alternating位相シフト、およびAttenuated位相シフトなどのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリックス配列が用いられており、各小型ミラーは、入射する放射ビームがさまざまな方向に反射するように、個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリックスによって反射される放射ビームにパターンを付ける。

## 【 0 0 2 9 】

[0042] 本明細書において使われる「投影システム」という用語は、使われている露光放射にとって、あるいは液浸液の使用または真空の使用といった他の要因にとって適切な屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光学システム、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆる型の投影システムを包含していると広く解釈されるべきである。本明細書において使われる「投影レンズ」という用語はすべて、より一般的な「投影システム」という用語と同義であると考えられるとよい。

## 【 0 0 3 0 】

[0043] 本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、透過型のもの（例えば、透過型マスクを採用しているもの）である。また、リソグラフィ装置は、反射型のもの（例えば、上記に言及したプログラマブルミラーアレイを採用しているもの、または反射型マスクを採用しているもの）であってもよい。

## 【 0 0 3 1 】

[0044] リソグラフィ装置は、2つ（デュアルステージ）以上の基板テーブル（および/または2つ以上のサポート構造）を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ」マシンにおいては、追加のテーブルは並行して使うことができ、または予備工程を1つ以上のテーブル上で実行しつつ、別の1つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

## 【 0 0 3 2 】

[0045] 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。例えば、放射源がエキシマレーザである場合、放射源とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また、放射ビームは、放射源SOからイルミネータILへ、例えば、適切な誘導ミラーおよび/またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステムBDを使って送られる。その他の場合においては、例えば、放射源が水銀灯である場合、放射源は、リソグラフィ装置の一体型部品とすることもできる。放射源SOおよびイルミネータILは、必要ならばビームデリバリシステムBDとともに、放射システムと呼んでもよい。

## 【 0 0 3 3 】

[0046] 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を含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および/または内側半径範囲（通常、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。さらに、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といったさまざまな他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使って放射ビームを調整すれば、放射ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたせることができる。

## 【 0 0 3 4 】

[0047] 放射ビームBは、サポート構造（例えば、マスクテーブル）MT上に保持されているパターニングデバイス（例えば、マスク）MA上に入射して、パターニングデバイスによってパターン形成される。パターニングデバイスMAを通り抜けた後、放射ビームBは投影システムPSを通過し、投影システムPSは、基板Wのターゲット部分C上にビ

10

20

30

40

50

ームの焦点をあわせる。第2ポジション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）を使って、例えば、さまざまなターゲット部分Cを放射ビームBの経路内に位置付けるように、基板テーブルWTを正確に動かすことができる。同様に、第1ポジションPMおよび別の位置センサ（図1には明示的に示されていない）を使い、例えば、マスクライブラリからマスクを機械的に取り出した後またはスキャン中に、パターンングデバイスMAを放射ビームBの経路に対して正確に位置付けることもできる。通常、サポート構造MTの移動は、第1ポジションPMの一部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）を使って達成することができる。同様に、基板テーブルWTの移動も、第2ポジションPWの一部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を使って達成することができる。ステップの場合は（スキャナとは対照的に）、サポート構造MTは、ショートストロークアクチュエータのみに連結されてもよく、または固定されてもよい。パターンングデバイスMAおよび基板Wは、パターンングデバイスアライメントマークM1およびM2と、基板アライメントマークP1およびP2とを使って、位置合わせされてもよい。例示では基板アライメントマークが専用ターゲット部分を占めているが、基板アライメントマークをターゲット部分とターゲット部分との間の空間内に置くこともできる（これらは、けがき線アライメントマーク(scribe-lane alignment mark)として公知である）。同様に、複数のダイがパターンングデバイスMA上に設けられている場合、パターンングデバイスアライメントマークは、ダイとダイの間に置かれてもよい。

10

20

## 【0035】

【0048】 例示の装置は、以下に説明するモードのうち少なくとも1つのモードで使用できる。

## 【0036】

【0049】 1. ステップモードにおいては、サポート構造MTおよび基板テーブルWTを基本的に静止状態に保ちつつ、放射ビームに付けられたパターン全体を一度に（すなわち、単一静止露光）ターゲット部分C上に投影する。基板テーブルWTは、つぎにXおよび/またはY方向に移動され、それによって別のターゲット部分Cが露光されることが可能になる。ステップモードにおいては、露光領域の最大サイズによって、単一静止露光時に結像されるターゲット部分Cのサイズが限定される。

30

## 【0037】

【0050】 2. スキャンモードにおいては、サポート構造MTおよび基板テーブルWTを同期的にスキャンする一方で、放射ビームに付けられたパターンをターゲット部分C上に投影する（すなわち、単一動的露光）。サポート構造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（縮小）拡大率および画像反転特性によって決めるとよい。スキャンモードにおいては、露光領域の最大サイズによって、単一動的露光時のターゲット部分の幅（非スキャン方向）が限定される一方、スキャン動作の長さによって、ターゲット部分の高さ（スキャン方向）が決まる。

## 【0038】

【0051】 3. 別のモードにおいては、プログラマブルパターンングデバイスを保持しつつ、サポート構造MTを基本的に静止状態に保ち、また基板テーブルWTを動かす、またはスキャンする一方で、放射ビームに付けられているパターンをターゲット部分C上に投影する。このモードにおいては、通常、パルス放射源が採用されており、さらにプログラマブルパターンングデバイスは、基板テーブルWTの移動後ごとに、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスとの間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、前述の型のプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターン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。

40

## 【0039】

【0052】 上述の使用モードの組合せおよび/またはバリエーション、あるいは完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

50

## 【 0 0 4 0 】

【0053】 提案されてきた局所的液体供給システムソリューションを有する別の液浸リソグラフィソリューションとは、投影システムの最終エレメント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バリア構造を、液体供給システムに設けることである。このようなソリューションは図5に示されている。バリア構造は、XY面上で投影システムに対してほぼ静止しているが、Z方向(光軸の方向)に多少相対的移動があってもよい。一実施形態では、バリア構造と基板の表面との間にシールが形成され、このシールは、ガスシールなどの非接触シールでよい。

## 【 0 0 4 1 】

【0054】 バリア構造12(例えば図1のエレメントIHとして示される)は、少なくとも部分的に、投影システムPLの最終エレメントと基板Wとの間の空間11に液体を含む。基板表面と投影システムの最終エレメントとの間の空間内に液体が閉じ込められるように、基板への非接触シール16を投影システムのイメージフィールドの周りに形成することができる。空間は、投影システムPLの最終エレメントの下に位置し、且つ当該最終エレメントを取り囲むバリア構造12によって、少なくとも部分的に形成される。液体は、液体入口13によって投影システムの下で、且つバリア構造12内の空間に取り込まれ、液体出口13によって除去され得る。バリア構造12は、投影システムの最終エレメントの少し上方に延在してよく、液体レベルは、液体のバッファが提供されるように最終エレメントよりも上に上がる。バリア構造12は、一実施形態では、その内周の上端が投影システムまたはその最終エレメントの形状に密に一致するような、例えば円形であり得る内周を有する。底部では、内周はイメージフィールドの形状、例えば矩形に密に一致するが、これは必ずしも必要でない。

## 【 0 0 4 2 】

【0055】 液体は、使用中にバリア構造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内に收容される。ガスシールは、ガス、例えば空気または合成空気によって形成されるが、一実施形態では、バリア構造12と基板との間の隙間に入口15を介して圧力下で供給され、出口14から排出される $N_2$ または他の不活性ガスによって形成される。ガス入口15への過圧力、出口14の真空レベル、および隙間のジオメトリは、液体を閉じ込める内向きの高速ガス流が生じるようになされる。これらの入口/出口は、空間11を取り囲む環状溝でよく、ガスの流れ16は、空間11内に液体を收容するために効果的である。このようなシステムは、米国特許出願公報第2004-0207824号に開示されており、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

## 【 0 0 4 3 】

【0056】 図6は、液体供給システムLSSの一部であるバリア構造12の一実施形態の断面図である。バリア構造12は、バリア構造(シール部材という場合もある)の全体的な形状が例えばほぼ環状であるように、投影システムPSの最終エレメントの外周の周りに延在する。投影システムPSは円形でなくてもよく、バリア構造12の内縁および/または外縁も円形でなくてもよい。バリア構造がリング状である必要はなく、中心開口部(投影システムPLの最終エレメントから出た投影ビームPBが、中心開口部内に收容された液体を通して、この中心開口部を通過し、基板W上に達する)を有するものであれば他の形状でもよい。

## 【 0 0 4 4 】

【0057】 バリア構造12の機能は、投影ビームPBが液体を通過するように、投影システムPSと基板Wとの間の空間に液体を部分的に維持するかまたは閉じ込めることである。

## 【 0 0 4 5 】

【0058】 バリア構造12は、投影システムPSの最終エレメントと基板Wとの間の空間に液体が供給される際に通る複数の入口50を備える。液体は、突出部60を越えて流れ出た後、エキストラクタ70を通して抽出されることができる。この配置により、バリア構造12の上部を越えて液体が溢れ出ることを実質的に防ぐことができる。液体がバリア

構造 1 2 の上部から溢れ出ないように、液体の最上水位はバリア構造 1 2 の存在によって容易に含まれ、空間内の液体の水位が維持される。

【 0 0 4 6 】

[0059] バリア構造 1 2 の底と基板 W との間にシールが設けられる。図 6 では、シールは非接触シールであり、シールを提供するデバイスは複数のコンポーネントから成っている。バリア構造 1 2 の底部 8 0 に沿って投影システム P S の光軸から半径方向外側に作用する、米国特許出願公報第 2 0 0 6 - 0 0 3 8 9 6 8 号（参照によりその全体が本明細書に組み込まれる）に開示されているもののような単相エキストラクタ（phase extractor）1 8 0 が設けられる。あらゆる種類の液体エキストラクタを使用できる。一実施形態では、液体エキストラクタは、単相液体抽出を可能にするように液体をガスから分離するために使用される多孔性材料で覆われた入口を備える。単相エキストラクタ 1 8 0 の半径方向外側には、図 7 で示される実施形態の場合は鋭角な角部である、メニスカスピニングフィーチャ（meniscus pinning feature）5 0 0 があるが、他のメニスカスピニングフィーチャを使用してもよいことは明らかである。このメニスカスピニングフィーチャ 5 0 0 は、液体 5 1 0 のメニスカスをその位置に固定する。しかしながら、液体膜 6 0 0 はなおも基板 W の表面上に残る可能性がある。液体膜 6 0 0 が拘束されず、且つ自由上面を有するように、バリア構造 1 2 の底面に凹部 7 0 0 が設けられる。凹部 7 0 0 の半径方向外側には、ガスナイフと液体エキストラクタアセンブリ 4 0 0 があり、これらについてはより詳細を以下に説明する。本発明の一実施形態は、ガスナイフと液体エキストラクタアセンブリを対象としており、図 2 ~ 図 5 に示される液体供給システムと、特に基板の局所領域に液体を供給するタイプの液体供給システム（すなわち、基板 W の上面領域全体よりも平面内で小さい基板 W の上面領域に液体を供給し、且つ基板 W がそれに対して移動するところの、液体供給システム）とを含む、あらゆる液体供給システムと共に使用することができる。ガスナイフと液体エキストラクタアセンブリ 4 0 0 は、図 6 に示される液体供給システム L S S の一部を形成することができ、または液体供給システムの残り部分から分離することができる。図 6 の実施形態の単相エキストラクタ 1 8 0 とメニスカスピニングフィーチャ 5 0 0 は、他のあらゆるタイプの（部分的）シールと置き換えることができる。

10

20

【 0 0 4 7 】

[0060] ガスナイフアセンブリ 4 0 0 は、バリア構造 1 2 の外周全体の周りに延在することによって、空間 1 1 を取り囲むガスナイフ 4 1 0 を備える。必ずしもこの通りとは限らず、ガスナイフ 4 1 0 が連続していない領域があってもよい。図 6 の断面においてガスナイフ 4 1 0 の半径方向内側にあるのが、液体エキストラクタ 4 2 0 である。

30

【 0 0 4 8 】

[0061] 特に図 7 ~ 図 1 0 を参照して説明すると、液体エキストラクタ 4 2 0 は、液体が占める空間全体の周りに周方向に位置しているのではなく、離散した位置に位置付けられているのみである。実際に、液体エキストラクタ 4 2 0 は、ガスナイフ 4 1 0 の（周方向）の長さに沿った複数の位置に配された数個の個別の離散した液体エキストラクタから成る。液体エキストラクタ 4 2 0 が位置付けられる場所は、よどみ点（stagnation points）とみなすことができ、このよどみ点とは、装置の光軸（この光軸に沿って投影ビーム P B が伝播する）から離れるように移動する液体が、ガスナイフ 4 1 0 の形状によって集められるポイントである。一実施形態では、液体エキストラクタはガスナイフの 0 . 0 5 未満に沿って延在する。これについては以下により詳細を説明する。

40

【 0 0 4 9 】

[0062] 図 6 で示されるように、ガスナイフの効果は、ガスナイフ 4 1 0 のちょうど半径方向内側に液体の集積（build-up）6 1 0 を作ることである。速いガスの噴出は、ガスナイフ 4 1 0 によって基板 W の上面にほぼ垂直な方向に向けられる。ガスナイフ 4 1 0 は、この液体の集積を、移動する基板 W と組み合わせ、液体除去デバイス 4 2 0 が液体の集積 6 1 0 を効率的に除去することができる、いわゆる複数のよどみ点の 1 つまで移動させるように設計されている。

50

## 【 0 0 5 0 】

[0063] 投影システム P S および / またはバリア構造 1 2 の下で基板 W が移動できる最大速度は、液体の集積 6 1 0 がガスナイフを突破する速度によって、少なくとも部分的に決定される。よって、この液体の集積は、その圧力によって液体がガスナイフ 4 1 0 を通過するようにさせるのに十分になる前に取り除かれなければならない。これは、本発明の一実施形態においては、液体の集積をガスナイフに沿って抽出点まで確実に移動させることによって達成される。これによって、液体エキストラクタ 4 2 0 は効率的に機能することができるが、なぜならば、エキストラクタが液体とガスの混合ではなく液体を排他的にまたは実質的に抽出するように、液体の集積が、液体エキストラクタの端部または入口 4 2 2 を完全にまたはほぼ完全に覆うからである。ほぼ液体のみが抽出される作業モードでは、エキストラクタの効率が高まる。このことは、図 1 1 a および 1 1 b を参照して以下により詳細に説明する。

10

## 【 0 0 5 1 】

[0064] 図 7 ~ 図 1 0 は、ガスナイフと基板の移動とを組み合わせた効果によって液体除去デバイスに液体を集めるために、ガスナイフ 4 1 0 の形状および個々の液体除去デバイス 4 2 0 の位置が構成されている 4 つの実施形態を示している。一般に、本発明の一実施形態は、少なくとも 3 6 ° の弧状にあるいずれかの方向で、且つ基板の面上にある方向であり、装置の光軸を通る方向に、基板 W が移動する際、基板の面に対して垂直であって、基板が移動する方向を含む、基板上の液体が、ガスナイフと、前記方向での基板のさらなる移動との複合効果によって、ガスナイフに沿って液体除去デバイスへ移されるように、面内のガスナイフを形成することと捉えられる。図 7 ~ 図 9 のそれぞれは、このような弧を示す ( 図 7 および図 9 の場合は、8 つの液体除去デバイス 4 2 0 があるために弧は 4 5 ° であり、図 8 の場合は、4 つの液体除去デバイスしかないの弧は 9 0 ° である ) 。基板 W の動きの方向は、線 4 5 0 で示され、その線上の液体が最初に、方向 4 5 0 の基板の継続的な動きによって、ガスナイフ 4 1 0 と会ったときに、液体がガスナイフ 4 1 0 に沿って移動することがわかる。なぜならば、液体は、ガスナイフ 4 1 0 を通り過ぎることはできないが、それぞれの弧の液体除去デバイスに向かって方向 4 5 0 に移動する基板の速度コンポーネントを依然として有しているからである。液体の移動方向は、矢印 4 6 0 によって示されている。明らかに当然のことながら、図 8 および図 9 の実施形態では、液体が複数の液体除去デバイスのうちの 1 つのみに移される場所である弧が、実際にはそれぞれ 9 0 ° 未満および 4 5 ° 未満である。なぜならば、方向 4 5 0 がガスナイフ 4 1 0 に垂直である場合は、液体は、ガスナイフ 4 1 0 に衝突したときに、液体除去デバイスの左右いずれに向かうコンポーネントを有しないからである。

20

30

## 【 0 0 5 2 】

[0065] さらに当然のことながら、上記はガスナイフの形状の定義にすぎない。基板の面に垂直である平面内にて基板上に位置せず、その平面が方向 4 5 0 を含む液体もまた、ガスナイフ 4 1 0 に衝突して、複数の液体除去デバイスのうちの 1 つに向かって移される時に、ガスナイフ 4 1 0 に沿って移される。本発明の一実施形態は、液体供給システムおよびガスナイフの下で基板が移動する際に、液体供給システム L S S の下を基板が通過した後、基板上に残された液体が、ガスナイフに沿って液体除去領域に移されるようにする、ガスナイフの大きさ、形状、配向に関連する。液体除去領域では、液体除去領域の液体抽出がより効率的になるように、液体の集積 6 1 0 が集結される。

40

## 【 0 0 5 3 】

[0066] 図 7 は、ガスナイフおよび液体エキストラクタアセンブリ 4 0 0 の平面図である。ガスナイフ 4 1 0 の形状は実線で示されており、液体エキストラクタ 4 2 0 の位置も示されている。さらに、ガスナイフ 4 1 0 の平均半径を示す虚円 ( imaginary circle ) 4 3 0 が重ねて示されている ( 破線 ) 。図に示されるように、ガスナイフは、平均半径からより離れた、投影ビーム P B に近いガスナイフの領域が存在するように、ガスナイフの平均半径よりも小さい半径を持つ 8 つのセグメントから構成されている。液体エキストラクタ 4 2 0 は、図 6 に示されているように、ガスナイフのちょうど半径方向内側で最も遠い

50

ガスナイフの部分に位置する。当然のことながら、液体が投影ビームの光軸から遠ざかるように移動して、ガスナイフ 410 に衝突する位置では、液体がその方向にさらに移動すると、上記のように、液体はガスナイフによって強制的にガスナイフに沿って液体除去デバイス 420 に向かって移動させられる。一実施形態では、複数のセグメントの 1 つ以上が平均半径よりも大きい半径を有してもよい。一実施形態では、少なくともいくつかのセグメントが、平均半径の 0.9 より小さい局所半径または平均半径の 1.1 よりも大きい局所半径を有する。一実施形態では、局所半径は、平均半径の少なくとも 10 倍である。

【0054】

【0067】 留意すべき点として、液体回収デバイス 420 エキストラクタのすべてが、ガスナイフの平均半径よりも投影ビーム PB から遠く位置している。

10

【0055】

【0068】 図 8 は、ガスナイフ 410 がそれぞれ真っ直ぐな 4 つのセグメントから構成される、ガスナイフアセンブリ 400 の第 2 の実施形態を示す。これら 4 つのセグメントが交わる点のそれぞれに、液体除去デバイス 420 が設けられる。この例では、ガスナイフ 410 の個々の真っ直ぐな部分の半径が無限大であると考えられる。方向の急な変化は、半径がゼロであると考えられる。この場合も、液体が、装置の光軸から離れて、投影ビーム PB によって示されるように、x 方向（ステップ方向）または y 方向（スキャン方向）のいずれかに移動する際、その液体は、ガスナイフによって、液体の効率的な除去が可能になる液体除去デバイス 420 が位置している、ガスナイフ 410 の 2 つの別々の部分間の合流点にある回収点へと導かれる。

20

【0056】

【0069】 図 9 では、ガスナイフ 410 が、それぞれが平均半径よりも小さい半径を有する 8 つの部分で構成されるが、図 7 で示されるものとは反対の方向に湾曲している、第 3 の実施形態が示されている。この場合も、ガスナイフ 410 の形状は、装置の光軸から離れていく液体が、液体除去デバイス 420 が位置するよどみ点に向かって誘導されるようになっている。

【0057】

【0070】 当然のことながら、ガスナイフは、その長さのかなりの割合を超える半径を有する形状である必要はない。例えば、よどみ点がガスナイフ 410 の長さに沿った位置に形成されるような配置は、平均半径と同じ半径を持つ複数のセグメントを使用することによって可能である。これは、それらの部分の半径が平均半径と中心軸を共有しないように配置することによって可能である。しかし、ガスナイフの複数の部分は、例えばそれらの個々のセクションが交わる場所では、平均半径に等しくない半径を有することになるであろう。よって、液体の集積 610 をガスナイフ 410 に沿ってよどみ点に向かって移す望ましい効果を提供する多くの形状があることがわかる。

30

【0058】

【0071】 さらに当然のことながら、ガスナイフの外周の周りに設けられるよどみ点が少なければ少ないほど、よどみ点での液体の集積が大きくなり、よって、抽出システム 420 の効率がより高くなる。一実施形態では、ガスナイフ 410 の外周に沿ったよどみ点が 10 未満である（よって 36° の弧である）。一実施形態では、図 8 に示されるように、ガスナイフ 410 の形状が、主に y 方向および / または x 方向の動きに最適化されている。

40

【0059】

【0072】 図 10 は、図 8 の実施形態が y（スキャン）方向に細長く、よどみ点がガスナイフ 410 の対称の x 軸と y 軸上に設けられる、ガスナイフの形状を示している。図 11 と図 12 に関して後述するように、スキャン動作（最も速い移動の動作である）の間に液体が集まるよどみ点によって、完全に対称形状であるガスナイフ 410 よりもさらに速い移動が可能になるということは、有利である。これは、図 8 の形状を細長くすることによって、ガスナイフ 410 の法線角度が y 方向に減少したコンポーネントを有し、これによって、所定量の液体がガスナイフを突破するスキャン速度を上げることになるからである

50

## 【0060】

【0073】 図11aは、本発明の一実施形態に係る液体エキストラクタ420の平面図である。液体は、ガスナイフ410に沿って液体エキストラクタ420に向かって矢印405の方向に移される。液体エキストラクタ420は、それぞれが基板Wに面する入口422を有する複数の管を備える（図6を参照）。各管は、個々に低圧力に接続されている。このようにして、液体の集積610が1つの管の入口422全体を覆う場合に、この管は100%の液体を抽出し、これが液体を抽出する最も効率のよい方法である。入口422が液体によって覆われていない場合は、集積610からの液体と、ガスナイフおよび凹部700からのガスとの混合物が、管を通して抽出される。この抽出方法は効率が劣る。よって、集積610をガスナイフに沿って抽出エリアに移ることによって、1つの管の入口422が液体に覆われる可能性が高くなる。このような構成を、多少液体抽出を行うメニスカスピニング（meniscus pinning）のために使用することもできる。管への速いガス流速によって、メニスカスを所定位置に保持しようとする力がメニスカス上に生じる。さらに、液体エキストラクタを個々のエキストラクタ管に分割することによって、1つのエキストラクタの端部または入口422が完全に浸される可能性が高くなり、エキストラクタ420の総容量が、1本の管の供給量よりも高いが、複数の管と同じ組み合わせ面積の入口を有する1つのエキストラクタの供給量と同じに保たれる。一実施形態では、個々の管のアスペクト比は、20:1未満、10:1未満、5:1未満、または3:1未満である。有用な寸法は、0.5mm×3mmであろう。一実施形態では、入口の最大寸法は5mm未

10

20

## 【0061】

【0074】 別の実施形態では、エキストラクタ420は連続的スリットとして形成される。このスリットは環状である。このスリットが機能するためには、空気がスリット内に半径方向内向きに確実に流入して、液体を半径方向内向きに押すように、スリットは細くする必要もあるかもしれない。これによって、スリットは液体によって局所的に詰まったりしなくなる。バリア部材12と約100μmの基板Wとの間の隙間の高さに対して、150μm未満のスリットの幅が上記要件を達成することがわかっている。

30

## 【0062】

【0075】 図12は、図11aの場合の個々の管に分割された溝とは対照的に、複数の管がそれぞれ別個の入口を有する、エキストラクタの第2の実施形態を示す。図12で示されるように、液体800のメニスカスが管と管の間に形成される。メニスカス表面に垂直な速度コンポーネントが所定の値を超えた場合に、メニスカスの破壊が生じる。よって、図10におけるようにスキャン方向（y）のガスナイフの形状を細長くすることによって、その方向においてメニスカス表面に垂直なスキャン速度のコンポーネントが減少し、よってより速いスキャン速度が可能になることがわかる。一実施形態では、管の直径は0.5mmから2.5mmの間である。しかし、一実施形態では、1本の管のみ設けてもよい。一実施形態では、管と管の間隔は、それらの最大寸法の10倍未満である。よって、直径1mmの円形出口の管の場合は、管の最大間隔は10mmである。もちろん、図12の実施形態の場合でも、管の面内の入口形状が、円形ではなく正方形であり、且つ最大で20:1のアスペクト比を有し得るが、一実施形態では、10:1未満、5:1未満、または3:1未満である。

40

## 【0063】

50



【0076】 図12の下部に、いくつかのオプションの特徴が破線で示されているが、これらはすべて一緒にまたは個別に、実線で示される装置と組み合わせて使用することができる。ある状況では（特に、例えば約700ミリ/秒を超える高いスキャン速度の場合、または約500ミリ/秒を超えるスキャン速度で低い表面張力の液体（例えば、多くの場合低い表面張力を有する高屈折率の液体など）を用いる場合）、図12の装置は液体の全部を収容することはできない。この状況では、液体は、ガスナイフ410のVノッチの底部に集積し、Vの端部から垂れて、液体の跡を残す傾向がある。よって、図12の実施形態では、1つのオプションは、第1のガスナイフ410の個別の入口がある側とは反対の側で、第1のガスナイフ410の凹部の先端に、追加のエキストラクタ470を設けることである。追加のエキストラクタ470が低圧力源に接続される場合、ガスナイフ410から流出した液体を集めることができる。

10

【0064】

【0077】 あるいは、またはエキストラクタ470に加えて、追加の第2のガスナイフ475を、第1のガスナイフ410の先端に隣接して設けることができる。ガスナイフ475は、第1のガスナイフ410の凹部の領域から流出した液体が、追加のエキストラクタ476が位置している第2のガスナイフ475のVの中心に誘導されるような、V型でもよい。この場合も、エキストラクタ476は、低圧力源に接続されている。2つの追加のエキストラクタ470と476のうちの1つだけが存在してもよい。

【0065】

【0078】 あるいは、図12の下部で480と符号が付けられているように、第2のガスナイフ475は真直なガスナイフとして設けることができる。この例では、ガスナイフ480によって受け止められた液体を抽出するために、追加のエキストラクタ485がガスナイフの両端に必要である。

20

【0066】

【0079】 図12の実施形態の難しさの一つは、例えば、残っている液体の量が少ないために、液体の最後の一滴を抽出することが困難であり得るということである。この問題を解決する一つの方法は、最後の液体が集まる場所（図12の実施形態ではV型の底部）が、例えば、基板テーブルWTの上面のエキストラクタまたはドレインの上に位置するように、該当する表面を乾燥させた後でエキストラクタを操作することである。

30

【0067】

【0080】 図11および図12の実施形態の難しさの一つは、液体エキストラクタ420の低圧力によって生じられる基板テーブルWTに向けての吸引が、基板テーブルWTを変形し得るということである。この問題を処理する一つの方法は、図13に示されており、ガスナイフ410と液体エキストラクタ420との間に追加の開口部415を設けるということである。追加の開口部415は、周囲圧力 $P_{amb}$ に開かれている。これによって、バリア構造12と基板テーブルWTの間に生じる低圧力が制限され、エキストラクタ420を介して必要な流量が流れるために十分なガスが利用可能であるようにする。通常、ガスナイフには、約100リットル/分の空気流がある。50%のガスが半径方向内向きに移動し、50%が半径方向外向きに移動する。一方、液体エキストラクタ420を介して必要なガスの流量は、70リットル/分もの高い値になり得るので、30リットル/分の追加のガスが必要である。図13の実施形態では、この追加のガスが、追加の開口部415によって供給される。追加の開口部415は、スリットの形（すなわち連続的な溝の形）でもよいし、または複数の離散した穴でもよい。

40

【0068】

【0081】 いくつかの例では、バリア部材12には、使用中は基板Wに面している底面に、出口50に類似した液体出口が設けられる。よって、液体の流れは、基板に向かって下向きとなる。このような液体の流れは、基板Wの縁と基板テーブルWTとの間の隙間を満たすために有用である。この液体の流れは、バリア部材12が基板Wの縁を通り越すときに、基板Wと基板テーブルWTとの間の隙間からの泡が含まれることを低減するために有用である。この特徴は、2005年10月6日出願のUS 2005/011244A1, 390で詳細

50

に説明されている。このような液体の供給が使用される場合、装置の制御が失われた場合の損害を防ぐのに役立つ。措置を講じることなしに、大きな低圧力が液体エキストラクタ 420 に加えられると、バリア部材 12 の高さアクチュエータの制御が失われ、結果として、バリア部材 12 が基板 W または基板テーブル W T に大きな力で衝突する可能性がある。基板 W に向かう方向に液体を供給する上述の液体供給が行われる場合、液体ベアリングを形成し、システムを偶発的な制御喪失から防ぐことができる（少なくともある程度は）。もちろん、上記の液体供給は、基板 W の縁のイメージングの間に泡が含まれるのを低減するという主たる機能を果たすこともできる。

#### 【0069】

[0082] 液体エキストラクタ 420 に加えられる低圧力を制御する一つの方法は、吸引ポンプを制御して所定のガス流速を達成することである。このような制御は始動時には特に適しているが、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 W T に近づいた場合に、液体エキストラクタ 420 によって生じられる低圧力が高まるという欠点がある。これは、制御を失った場合に特に都合が悪い。さらに、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、そのような固有の非線形の動作の結果、悪い影響を受けるかもしれない。この問題を回避する一つの方法は、固定圧力の低圧力源に液体除去 420 を接続することである。このようにして、抽出圧力は、バリア部材 12 の底部と基板 W の上面との間の隙間の大きさにほぼ無関係になるので、機械の安全性の問題は最小限に抑えられる。ハイブリッドシステムでは、液体エキストラクタ 420 に取り付けられたポンプを、所定の流速に達するように始動時に制御することができ、通常の使用では、所定の低圧力を達成するように制御できる。

#### 【0070】

[0083] さらに別の実施形態では、エキストラクタ 420 は、図 7 ~ 図 10 で示されるように空間の周縁に沿った離散した場所には設けられない。代わりに、図 11、図 12、または図 13 で示されるような基板 W に面する出口を有する複数の管が、液体で満たされた空間の周縁全体の周りに設けられる（等間隔をおいて）。個々の管は図 11 で示されるようなもの（すなわち、断面が細長い）か、図 12 で示されるように断面が円形であり得る。図 13 に関して上述したように、複数の追加の開口部 415 が、管出口の半径方向外側にある。また上述のように、追加の開口部 415 の半径方向外側に、ガスナイフ 410 が設けられる。

#### 【0071】

[0084] 図 14 は本発明の別の実施形態を示す。図 14 では、基板 W を支持する基板テーブル W T が図示されている。液体供給デバイス L S D が設けられ、基板 W および基板テーブル W T が、静止した液体供給デバイス L S D および静止した投影システム P S の下で移動する。2つのガスナイフ 1100、1120 が、液体供給デバイス L S D の両側に設けられるが、液体供給デバイスには取り付けられてはいない。2つのガスナイフ 1100、1120 は、V の先端が基板 W の中心軸 1200 に向いた V 型である。一実施形態では、V の両辺部は 45° 未満の鋭角で交わる。

#### 【0072】

[0085] 図 14 に示される実施形態では、ガスナイフ 1100、1120 は投影システム P S に対して y（スキャン）軸で静止しているが、基板テーブル W T および基板 W と同期して x 方向にステップするように配されている。一実施形態では、ガスナイフ 1100、1120 は、おそらくリソグラフィ装置のベースフレームに取り付けられることによって、液体供給デバイス L S D から動的に分離される。ベースフレームは、基板テーブル W T を支持するが、一方、基準フレーム R F は投影システム P S を支持し、ベースフレーム B F から動的に分離される。

#### 【0073】

[0086] 陰影部分 1300 は、基板 W が液体供給デバイス（スキャン方向に）および投影システム P S の下を移動する際に、液体供給システムが残した液体膜を表している。図では、基板テーブル W T および基板 W が y 方向に下向きにスキャンされている。他の実施

形態のように、液体がガスナイフに衝突すると、液体は、ガスナイフに沿って半径方向外向きに移される。基板テーブルWTには、基板Wを囲むドレイン1400が設けられる。よって、ガスナイフ1100、1120と基板テーブルWTの動きの組み合わせによって移される液体は、ドレイン1400に達し、これによって液体を除去できる。

【0074】

【0087】 留意すべき点として、図14の実施形態は、液体供給デバイスを取り囲むガスナイフ1100、1120を有しないということである(ただし、一実施形態ではガスナイフを有するかもしれない)。液体供給デバイスを取り囲むガスナイフは不要である。なぜならば、投影システムPSの下で基板テーブルWTおよび基板Wをスキャンする間に、ガスナイフ1100、1120が「フロントガラスワイパー」のように機能し、基板上の液体を取り除くからである。ガスナイフ1100、1120がステップ(x)方向に基板WTと共にステップする実施形態では、ガスナイフは、基板の全直径に沿って延在するように配置されなければならない。さらに、スキャン動作とガスナイフの組み合わせが、ドレイン1400に向けての液体の移送をもたらすように、ガスナイフはx方向に対して角度をなしている(すなわちx方向にはない)。もちろん、ガスナイフ1100、1120は、必ずしもV型であったり、実際に真っ直ぐであったりする必要はないが、これが効率的な配置である可能性が高い。

10

【0075】

【0088】 使用中に、液体供給の後に基板上に残された液体膜が、エアナイフ1100、1120が到達する前に液滴へと壊れてバラバラになるように、液体供給デバイスとガスナイフ1100、1120との間の距離は十分に大きいことが望ましい。このような液滴は、ガスナイフ1100、1120にとって、膜よりも扱いやすい。

20

【0076】

【0089】 上記の一つ以上の実施形態では、液体供給システムLSSから離れた液体膜600は、表面によって拘束されない自由上面を有する。この自由表面によって、ガスナイフはメニスカスから分離される。

【0077】

【0090】 基板からの液体除去に関連して一つ以上の実施形態を説明してきたが、一つ以上の実施形態が基板テーブルなどの他の領域に適用可能である。

【0078】

【0091】 本明細書において、IC製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、当然のことながら、本明細書記載の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用のガイダンス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)、薄膜磁気ヘッド等の製造といった他の用途を有し得る。そのような別の用途においては、本明細書で使われている「ウェーハ」または「ダイ」という用語はすべて、それぞれより一般的な「基板」または「ターゲット部分」という用語と同義とみなされ得ると、当業者は理解するであろう。本明細書に記載した基板は、露光の前後を問わず、例えば、トラック(通常、基板にレジスト層を塗布し、且つ露光されたレジストを現像するツール)、メトロロジーツール、および/またはインスペクションツールで処理されてもよい。適用可能な場合には、本明細書中の開示内容を上記のような基板処理ツールおよびその他の基板処理ツールに適用してもよい。さらに基板は、例えば、積層ICを作るために複数回処理されてもよいので、本明細書で使われる基板という用語は、すでに多重処理層を包含している基板を表すものとしてもよい。

30

40

【0079】

【0092】 本明細書で使われている「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線(UV)(例えば、365nm、248nm、193nm、157nm、または126nmの波長またはおよそこれらの値の波長を有する)を含むあらゆる種類の電磁放射を包含している。

【0080】

50

[0093] 「レンズ」という用語は、文脈によっては、屈折および反射型光コンポーネントを含むさまざまな種類の光コンポーネントのどれか1つまたは組合せを指すことができる。

【0081】

[0094] 以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明は、説明された方法以外の別の方法で実行可能であることが明らかである。例えば、本発明は、前述の開示された方法を記載した機械可読命令の1つ以上のシーケンスを包含するコンピュータプログラムの形式、またはこのようなコンピュータプログラムを格納したデータ記憶媒体（例えば、半導体メモリ、磁気または光学ディスク）を採用することもできる。

【0082】

[0095] 本発明の1つ以上の実施形態は、液浸液が槽の形態で設けられるか、または基板の局所表面領域上のみで設けられるかに拘らず、あらゆる液浸リソグラフィ装置に、特に上述の種類の液浸リソグラフィ装置に（但し限定するものではないが）、適用することができる。本明細書において企図される液体供給システムは、広義に解釈されるべきである。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との間の空間に液体を供給する機構であってもよく、またはそのように液体を供給する複数の構造体の組み合わせでもよい。液体を空間に供給する1つ以上の構造体、1つ以上の液体入口、1つ以上のガス入口、1つ以上のガス出口、および/または1つ以上の液体出口の組み合わせを含んでもよい。一実施形態では、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ってもよく、または空間の表面は、基板および/または基板テーブルの表面を完全に覆ってもよく、または空間は基板および/または基板テーブルを包囲してもよい。液体供給システムは、オプションとして、液体の位置、量、品質、形状、流速またはその他の特徴を制御するための1つ以上のエレメントをさらに含んでもよい。

【0083】

[0096] 装置で使用する液浸液は、望ましい特性や使用される露光放射の波長に応じて、異なる組成物を有してもよい。193nmの露光波長については、超純水または水ベースの組成物を使用してもよく、このため、液浸液は時として水という場合があり、水関連の用語、例えば「親水性」「疎水性」「湿度」などを使用してよい。

【0084】

[0097] 上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明に変更を加えてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】[0020] 図1は、本発明の一実施形態にかかるリソグラフィ装置を示している。

【図2】[0021] 図2は、リソグラフィ投影装置で使用する液体供給システムを示している。

【図3】[0021] 図3は、リソグラフィ投影装置で使用する液体供給システムを示している。

【図4】[0022] 図4は、リソグラフィ投影装置で使用する別の液体供給システムを示している。

【図5】[0023] 図5は、本発明の一実施形態にかかる他の液体供給システムを示している。

【図6】[0024] 図6は、本発明の一実施形態にかかる液体供給システムを示している。

【図7】[0025] 図7は、図6の液体供給システムで使用可能な本発明の第1の実施形態を示している。

【図8】[0026] 図8は、図6の液体供給システムで使用可能な第2の実施形態を示している。

【図9】[0027] 図9は、図6の液体供給システムで使用可能な第3の実施形態を示している。

10

20

30

40

50

【図10】[0028] 図10は、図6の液体供給システムで使用可能な本発明の第4の実施形態を示している。

【図11a】[0029] 図11aは、本発明にかかる液体除去デバイスの第1の実施形態を示す。

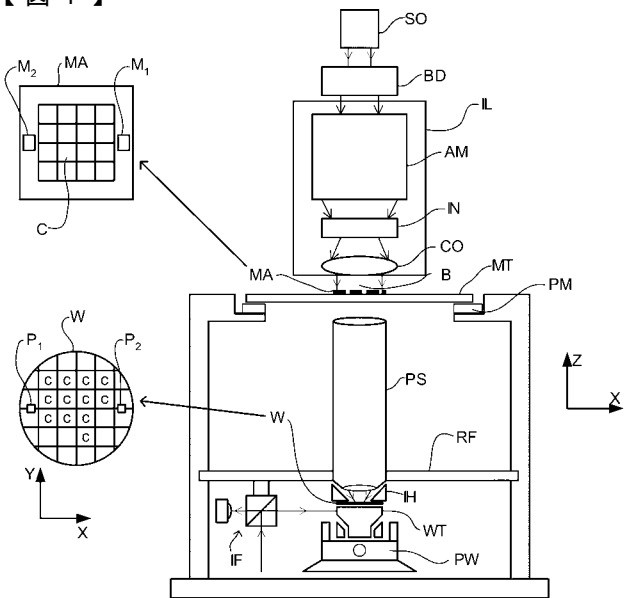
【図11b】[0029] 図11bは、本発明にかかる液体除去デバイスの第1の実施形態を示す。

【図12】[0030] 図12は、本発明にかかる液体除去デバイスの第2の実施形態を示す。

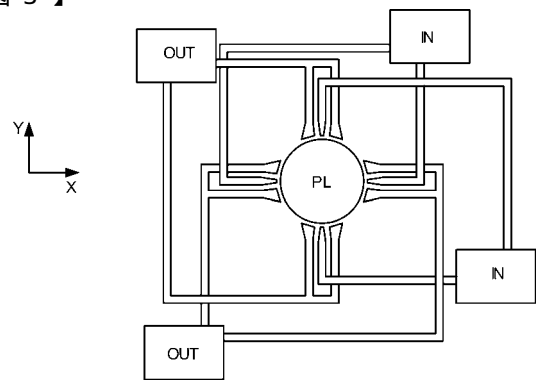
【図13】[0031] 図13は、本発明にかかる液体除去デバイスの第3の実施形態の断面図である。

【図14】[0032] 図14は、本発明の一実施形態を示している。

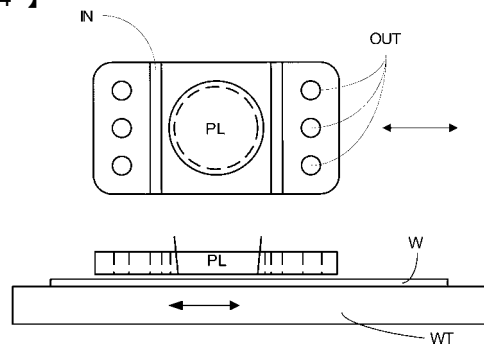
【図1】



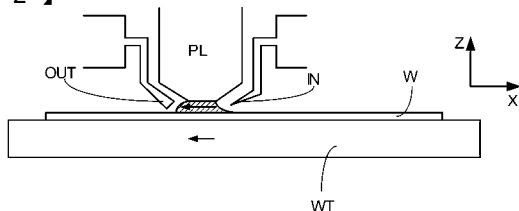
【図3】



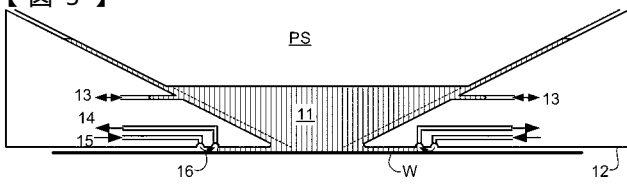
【図4】



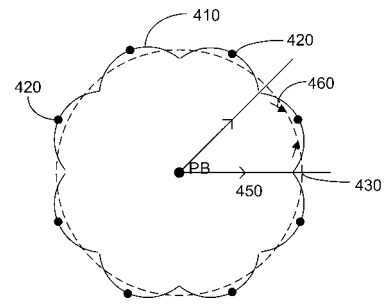
【図2】



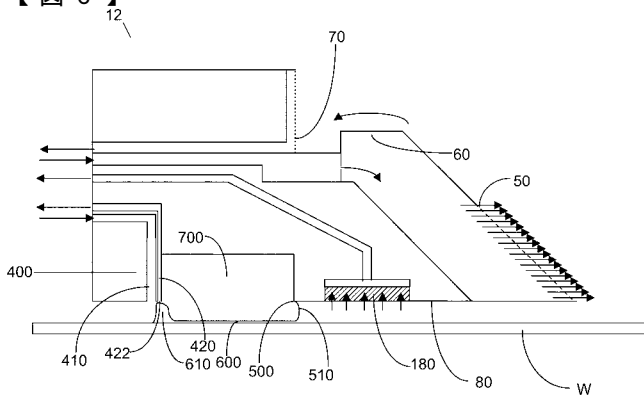
【 図 5 】



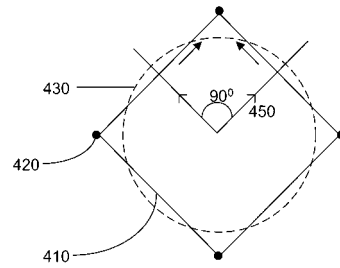
【 図 7 】



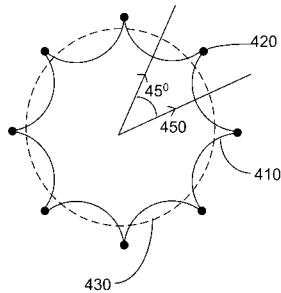
【 図 6 】



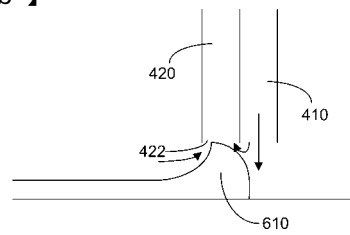
【 図 8 】



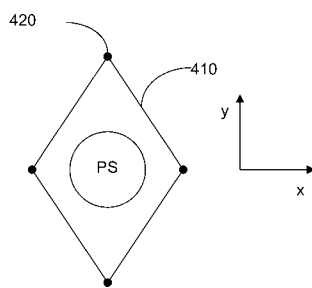
【 図 9 】



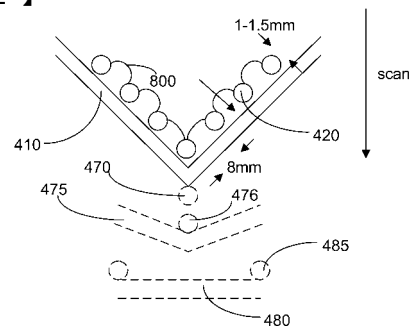
【 図 1 1 b 】



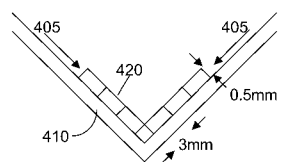
【 図 1 0 】



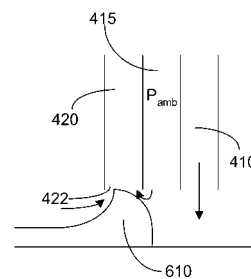
【 図 1 2 】



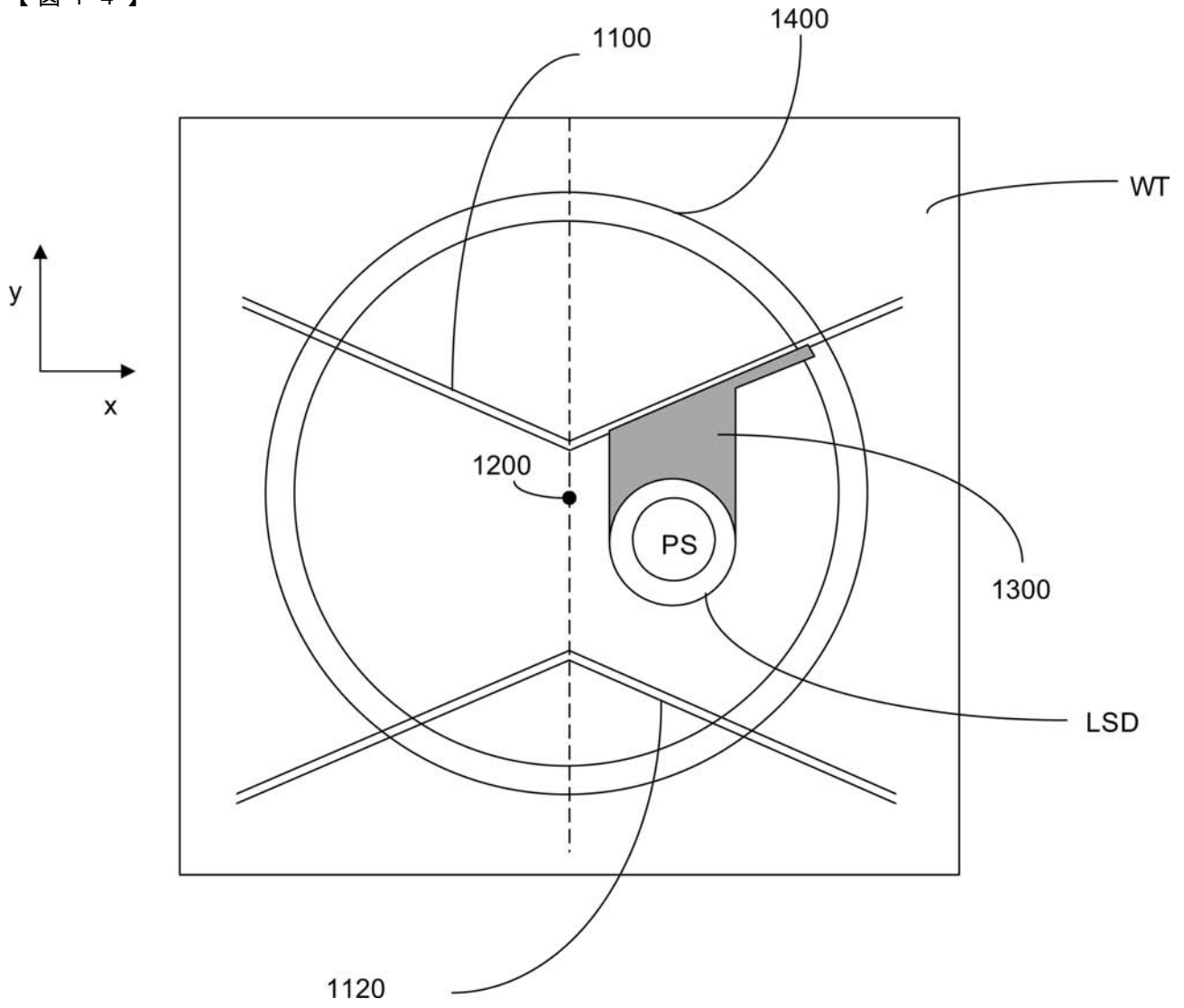
【 図 1 1 a 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 テン カテ, ニコラース  
オランダ国, アルムケルク 4 2 8 6 イーシー, プロビンシャレウエグ ノールト 6 6
- (72)発明者 リーベン, マイケル  
オランダ国, ヴェルトホーフエン エヌエル - 5 5 0 1 シーエー, リートピーク 9
- (72)発明者 シュレボフ, セルゲイ  
オランダ国, アイントホーフエン 5 6 5 8 イービー, グラスピンク 2 1
- (72)発明者 ドンデルス, ソヘルド, ニコラース, ランベルタス  
オランダ国, フュフト エヌエル - 5 2 6 1 シーエー, ヘルホイトセウエグ 3 9
- Fターム(参考) 5F046 AA28 BA03 CB24



【外国語明細書】

2007318117000001.pdf