

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4758977号
(P4758977)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月10日(2011.6.10)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 D
GO 3 F	7/20	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 G
			GO 3 F	7/20 5 2 1

請求項の数 15 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2007-316642 (P2007-316642)	(73) 特許権者	504151804
(22) 出願日	平成19年12月7日 (2007.12.7)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
(65) 公開番号	特開2008-147667 (P2008-147667A)		ブイ.
(43) 公開日	平成20年6月26日 (2008.6.26)		オランダ国 ヴェルトホーフエン 550
審査請求日	平成19年12月7日 (2007.12.7)		4 ディー アール, デ ラン 6501
(31) 優先権主張番号	11/635,082	(73) 特許権者	503195263
(32) 優先日	平成18年12月7日 (2006.12.7)		エーエスエムエル ホールディング エヌ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		. ブイ.
			オランダ国 ヴェルトホーフエン 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ投影装置、デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を保持するように構成された基板テーブルと、
パターン形成された放射ビームを前記基板に投影するように構成された投影システムと

、
対象物の上面から既存の液体を除去するように構成された液体除去装置および前記液体除去装置にプライミング液を送出することによって前記液体除去装置にプライミングするように構成された液体送出装置と、
を備える、リソグラフィ投影装置。

【請求項 2】

前記液体除去装置が単相抽出器を備え、前記液体送出装置が、前記プライミング液を前記単相抽出器と前記対象物の間に送出するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記単相抽出器は、第一方向に細長いか又は低圧源と接続するように構成された出口を覆う多孔性部材を備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記液体送出装置が、細長く、かつ、前記細長い方向に対して直角の両方向で前記液体送出装置の隣に前記単相抽出器の一部を有する、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

使用時において、所与の点を通過する前に、前記単相抽出器および前記液体送出装置が

前記所与の点を通過するように配置されたガスナイフをさらに備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記液体送出装置は、前記液体除去装置に隣接して配置された入口を含むか、又は、使用時において、プライミング液が前記対象物の前記表面と前記液体除去装置との間のギャップを埋めるように配置された入口を含む、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記液体除去装置が、前記液体送出装置の入口のいずれかの側にある第一および第二部品を備える、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項 8】

前記液体除去装置および前記液体送出装置が、乾燥ユニットの一部であり、さらに、前記乾燥ユニットを制御するように構成された制御装置を備え、前記制御装置が、前記乾燥ユニットの使用前に前記液体除去装置に前記液体でプライミングするように前記液体送出装置を制御し、前記乾燥ユニットの使用中に液体を連続的に提供するように、前記液体送出装置を制御するように構成されるか、又は、前記液体除去装置および前記液体送出装置が、ウェットリングユニットの一部であり、使用時には、前記液体除去装置および前記液体送出装置が作動し、前記ウェットリングユニットは、前記液体送出装置からの液体のフィルムが前記対象物に付着し、前記液体除去装置によって十分には除去されないような速度および/または間隔で、前記対象物に対して相対運動をする、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の装置。

20

【請求項 9】

前記制御装置が、前記上面からの前記乾燥ユニットの高さ、前記液体除去装置の抽出圧力、またはその両方を制御するように構成される、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記液体送出装置の入口と前記液体除去装置の出口との間の表面が疎液性である、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 11】

前記液体除去装置の前縁および/または後縁、および/または、前記液体除去装置を備える乾燥ユニットであって前記前縁または後縁の隣の乾燥ユニットの表面が、疎液性である、請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項 12】

前記液体除去装置が、前記液体除去装置に対して前記上面の液体のメニスカスを実質的に所定の位置に固定するように構成され、前記液体送出装置が、前記上面の前記プライミング液を前記液体除去装置の一方側に送出するように構成される、請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 13】

前記液体除去装置が、ガス流によって前記メニスカスを固定するように構成されるか、又は、それぞれ低圧源に接続するように構成された複数の別個の出口を備える、請求項 12 に記載の装置。

40

【請求項 14】

前記対象物が基板、基板テーブル、センサ、またはその任意の組合せを備える、請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 15】

リソグラフィを使用し、表面から液体を除去することを含むデバイス製造方法であって、前記液体を除去することが、前記表面を液体除去装置の下に配置し、前記液体除去装置にプライミング液を送出し、前記液体の除去を開始するために前記液体除去装置を起動することを含む、デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

[0001] 本発明はリソグラフィ装置、乾燥器および表面から液体を除去する方法に関する。

【 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ン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。既知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、いわゆるステップと、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、パターン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。

10

【 0 0 0 3 】

[0003] 投影システムの最終要素と基板の間の空間を充填するように、リソグラフィ投影装置内の基板を水などの比較的高い屈折率を有する液に液浸することが提案されている。その要点は、より小さいフィーチャを結像可能にすることである。というのは、露光放射線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を増加させ、焦点深さも増大させることと見なすこともできる。）固体粒子（例えばクォーツ）が浮遊した水など、他の液浸液も提案されている。

20

【 0 0 0 4 】

[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（例えば参照により全体が本明細書に組み込まれる米国特許US4,509,852号参照）は、走査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。

30

【 0 0 0 5 】

[0005] 提案されている解決法の1つは、液体供給システムが基板の局所的な区域のみ、および投影システムの最終要素と基板の間に液体封じ込めシステムを使用して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要素より大きい表面積を有する）。このために配置構成するように提案されている1つの方法が、参照により全体が本明細書に組み込まれているPCT特許出願公開WO99/49504号で開示されている。図2および図3に示すように、液体は少なくとも1つの入口INによって基板上に、好ましくは最終要素に対する基板の動作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1つの出口OUTによって除去される。つまり、基板が-X方向にて要素の下でスキャンされると、液体が要素の+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、低圧ソースに接続された出口OUTによって要素の他方側で取り上げられる配置構成を概略的に示したものである。図2の図では、液体が最終要素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。最終要素の周囲に位置決め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セットの入口と出口が、最終要素の周囲の規則的パターンで設けられる。

40

【 0 0 0 6 】

[0006] 液浸リソグラフィを実行する別の方法が、例えばPCT特許出願公開WO200

50

5 / 0 6 4 4 0 5号で開示されている。この方法では基板Wの上面全体を液浸液で覆えるようにする。投影システム下の液浸液のレベルは、液体封じ込めユニットによってそれ以外より高く維持されるが、封じ込め液と投影システム下の基板の局所区域にのみ封じ込める特別の努力はしていない。したがって、さらに処理するために基板を基板テーブルから外す前に、基板W（および基板テーブルの上面、または液浸液で覆われていた任意のセンサ）を乾燥することが望ましい。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

[0007] 例えば、液体除去性能が良好な装置を提供することが望ましい。

10

【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、

基板を保持するように構成された基板テーブルと、
パターン形成された放射ビームを基板に投影するように構成された投影システムと、
対象物の上面から既存の液体を除去するように構成された液体除去装置および液体除去装置にプライミング液を送出することによって液体除去装置にプライミングするように構成された液体送出装置と、を備えるリソグラフィ投影装置が提供される。

【0009】

[0009] 本発明の一態様によれば、表面を乾燥するように構成された乾燥器が提供され、乾燥機は、

20

低圧源に接続され、表面からの液体の単相抽出を可能にするように多孔性材料で覆われた出口と、

多孔性材料と表面の間の液体接触を維持するために、出口と表面の間の空間に液体を連続的に提供するように構成された液体供給システムと、を備える。

【0010】

[0010] 本発明の一態様によれば、表面を濡らすように構成されたウェットニングユニットが提供され、ウェットニングユニットは、

低圧源に接続され、表面からの液体の単相抽出を可能にするように多孔性材料で覆われた出口と、

30

多孔性材料と表面の間の液体接触を維持するために、出口と表面の間の空間に液体を連続的に提供するように構成された液体供給システムと、を備える。

【0011】

[0011] 本発明の一態様によれば、表面を乾燥するように構成された乾燥器が提供され、乾燥器は、

ライン状に配置され、それぞれが低圧源に接続された複数の出口と、

ライン状の出口の側で表面にプライミング液を連続的に提供するように構成された液体供給システムと、を備える。

【0012】

[0012] 本発明の一態様によれば、表面から液体を除去する方法が提供され、方法は、表面を液体除去装置の下に配置し、液体除去装置にプライミング液を送出し、液体の除去を開始するために液体除去装置を起動することを含む。

40

【0013】

[0013] 本発明の一態様によれば、リソグラフィを使用し、表面から液体を除去することを含むデバイス製造方法が提供され、液体を除去することが、表面を液体除去装置の下に配置し、液体除去装置にプライミング液を送出し、前記液体の除去を開始するために前記液体除去装置を起動することを含む。

【0014】

[0014] 本発明の一態様によれば、表面を乾燥するように構成された乾燥器が提供され、乾燥器は、低圧源に接続された出口と、前記表面上で、前記表面に実質的に平行なガスの

50

流れを生成する第一入口と、を備える。

【0015】

【0015】 本発明の一態様によれば、表面を乾燥するように構成された乾燥器が提供され、乾燥器は、乾燥器と乾燥中の表面との距離を検出するセンサと、前記センサから受信した前記距離を示す信号に基づいて、乾燥器と前記乾燥中の表面との間の前記距離を制御するアクチュエータと、を備える。

【0016】

【0016】 本発明の一態様によれば、表面を乾燥するように構成された乾燥器が提供され、乾燥器は、表面から液体を抽出するように構成された第一ガスナイフと、第一ガスナイフから離間され、表面から液体を抽出するように構成された第二ガスナイフと、第一ガスナイフと第二ガスナイフとの間に配置され、前記表面上の液体フィルムの分裂を開始して小滴にするように構成されている分裂器とを備える。

10

【0017】

【0017】 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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

【0031】 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、

【0019】

20

【0032】 - 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、

【0020】

【0033】 - 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位置決め装置PMに接続された支持構造体（例えばマスクテーブル）MTと、

【0021】

【0034】 - 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位置決め装置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、

30

【0022】

【0035】 - 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。

【0023】

【0036】 照明システムは、放射の誘導、成形、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。

【0024】

【0037】 支持構造体は、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。マスク支持構造体は、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。この支持構造体は、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。支持構造体は、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。支持構造体は、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

【0025】

50

[0038] 本明細書において使用する「パターンングデバイス」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。

【 0 0 2 6 】

[0039] パターンングデバイスは透過性または反射性でよい。パターンングデバイスの中には、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、ハーフトーン型(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

【 0 0 2 7 】

[0040] 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

【 0 0 2 8 】

[0041] 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または反射マスクを使用する)。

【 0 0 2 9 】

[0042] 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」機構においては、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

【 0 0 3 0 】

[0043] 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/またはビームエキ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。

40

【 0 0 3 1 】

[0044] 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、インテグレート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

50

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。

【0032】

[0045] 放射ビームBは、支持構造体（例えばマスクテーブルMT）上に保持されたパターンングデバイス（例えばマスクMA）に入射し、パターン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上にビームを集束する投影システムPSを通過する。第二位置決め装置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、第一位置決め装置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、第一位置決めデバイス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、第二位置決め装置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。ステップの場合（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（スクライプ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。

10

20

【0033】

[0046] 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。

【0034】

[0047] 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。

30

【0035】

[0048] 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。

40

【0036】

[0049] 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ン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させながら、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中で、プログラマブルパターン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ン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。

50

【 0 0 3 7 】

[0050] 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 8 】

[0051] 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)。

10

【 0 0 3 9 】

[0052] 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要素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封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。液体封じ込め構造は、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、液体封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。

20

【 0 0 4 0 】

[0053] 液体封じ込め構造12は、投影システムPLの最終要素と基板Wの間の空間11に液体を少なくとも部分的に收容する。液体が基板表面と投影システムの最終要素との間の空間に封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の最終要素の下方に配置され、それを囲む液体封じ込め構造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封じ込め構造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。液体封じ込め構造12は、投影システムの最終要素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、液体レベルが最終要素の上まで上昇する。液体封じ込め構造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要素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。

30

【 0 0 4 1 】

[0054] 液体は、使用中に液体封じ込め構造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に收容される。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を介して液体封じ込め構造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、液体を封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に收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。

40

【 0 0 4 2 】

[0055] 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

50

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。

【0043】

[0056] 上記で検討したように、図2から図5は、平面図で基板Wの上面全体より（通常ははるかに小さい）基板Wの局所区域のみで、投影システムPSの最終要素と基板Wの間に液体を供給する、いわゆる局所区域液体供給システムを示す。次に、液浸液で覆われた局所区域が変化するように、基板Wを投影システムPSの下方で移動させる。

【0044】

[0057] これらの局所区域液体供給システムは、液体を閉じ込める手段を提供する。液体供給システムの物理的部品と基板Wとの間に物理的接触がないように、液体を閉じ込める非接触手段を提供することが望ましい。これは、例えば液体の表面張力によって提供することができる。これは、追加的または代替的に、例えばガスの流れによって提供ことができ、このようなシステムが図5に図示され、ここでは液体供給システムの液体封じ込め構造12の底面にある入口15から出口14へのガス16の流れが、液体封じ込め構造12の底部と基板Wの間にシールを生成するのに効果的である。

10

【0045】

[0058] 図2から図5の局所区域液体供給システムの問題は、液体供給システムと基板の間のシールが破壊する前に、液体供給システムに対して基板が移動できる速度が有限であることである。この問題を扱う一つの方法は、単に液体供給システムと基板の間を密封しようとせず、液体が液体供給システムから基板の（投影システムの下ではない）残りの表面へ、および場合によっては基板テーブルおよび基板テーブル上のセンサへと流れられるようにすることである。これで、基板テーブルの上面から液体を除去することができる。この方法は、主に液体の上面で、基板を妨害する可能性がある波の形成を回避するために、基板を覆う液体の厚さが可能な限り低く維持されるという点で、浴槽タイプの方法（基板を液体槽に液浸する）とは異なる。液体のレベルは、図5に示すものと類似しているが、入口および出口15、14がない液体封じ込め構造12を使用することによって、投影システムと基板の間でのみ高く維持される。

20

【0046】

[0059] 上述した構成では、結像の開始前に基板を予め濡らすことができ、基板テーブルから基板を外す前に、基板の表面に液体が残っている場合は、（フィルムまたは離散的な水滴の形態であるなら）これを全て移動させることが、明らかに望ましい。

30

【0047】

[0060] 図6は、基板Wまたは基板テーブルWTの上面を乾燥するのに使用可能な乾燥器を示す。乾燥器は、基板Wの表面から液体のみを抽出する单相抽出器102を備える。乾燥器はガスナイフ120と、ガスナイフ120のいずれかの側で低圧に接続された2つの出口124、126も備える。ここで見られるように、基板Wは矢印90の方向に移動し、したがって单相抽出器102が基板Wの上面から液体を抽出し、单相抽出器102が通り過ぎた液体112は全て、ガスナイフ120によって除去され、したがってガスと液体の組合せが出口126から除去される。一般的に、ガスのみがガスナイフの他方側で出口124から单相抽出器102へと抽出される。

40

【0048】

[0061] 单相抽出器102は、わずかに低圧に維持され、液体で充填されたチャンバ103を備える。チャンバの下面は、例えば直径が5~50 μ mの範囲の多数の小さい穴を有する薄いプレート101で、つまり多孔性膜/プレートによって形成される。実施形態では、プレート101は少なくともわずかに親水性、つまり液体に対して90°未満またはそれより小さい、例えば50°未満または30°未満の接触角を有する。低圧は、有孔プレート101の穴にメニスカスが形成されるような圧力であり、これは单相抽出器102のチャンバにガスが引き込まれるのを防止するに役立つ。しかし、プレートが基板Wの表面の液体に接触すると、流れを制限するメニスカスがなく、液体は单相抽出器102のチャンバに自由に流入することができる。このような装置は、基板Wの表面から液体の大部

50

分を除去することができるが、図6に示すように、液体112の薄いフィルムが残ることがある。米国特許公開US2006-0038968号は、このような单相抽出器を詳細に説明し、参照により全体が本明細書に組み込まれる。

【0049】

[0062] 次に、ガスナイフ120および出口126、124が残っている液体の薄いフィルム112を除去する。

【0050】

[0063] 液体が基板の全表面を覆うことができる上述の液浸リソグラフィ技術で基板上に残っている液体のフィルムは、1~2mmの厚さである。しかし、その液体層での波の発生を減少させるために、フィルム厚さを0.6mm未満、望ましくは0.1mm未満に減少させることが望ましい。このような状況では、図6に示すような乾燥器を使用すると、問題になることがある。例えば、基板上の元の液体フィルムが、单相抽出器102の有孔プレート101に接触するほど十分に厚くないことがあり、したがってガスナイフ120がフィルムの厚さ全体を除去しなければならない。このような状況ではガスナイフが故障することがある。

10

【0051】

[0064] 損傷を回避するように乾燥器100と基板Wの上面との接触を回避する必要があるので、液体の薄いフィルムがプレート101に接触するために、図6の乾燥器100のレベルを単純に下げるとは、必ずしも容易ではない。

【0052】

20

[0065] 図6の乾燥器のさらなる課題が、図7に図示されている。乾燥行為の本当の最後に、单相抽出器102の多孔性部材101と出口126の間に最後に留まっている液体17が、残っていることがある。液体17が蒸発すると、乾燥汚れになる可能性がある。

【0053】

[0066] 本発明の実施形態を、最初に図6および図7の乾燥器の改良点として説明する。しかし、单相抽出器以外の異なる液体除去装置を使用する任意の他のタイプの乾燥器にも、同じ原理が等しく当てはまる。このような例については、図12および図13に関して説明する。

【0054】

[0067] 図8は、基板Wを乾燥中の本発明の実施形態の乾燥器100を平面図で示す。基板Wの上面の区域51が乾燥しており、基板Wの上面52の残りは、乾燥器100が基板Wの上面をわたって方向81に相対運動（つまり乾燥器100の下の基板Wの運動、基板W上の乾燥器100の運動、またはその両方）することによって乾燥中である。乾燥器は、液体のフィルム、さらに離散的な小滴を乾燥することができる。実際、基板（および基板テーブル）を1回の通過で乾燥できるように、乾燥器は長めである（少なくとも基板、さらには基板テーブルWT全体の幅と同じ長さ）可能性が高くなる。乾燥器100は、図6および図7の乾燥器、さらには液体供給システム110および第二单相抽出器104と同じ構成要素を備える。单相抽出器102、104は、2つの別個の单相抽出器、または自身内に液体供給システム110が配置された1つの单相抽出器と見なすことができる。

30

【0055】

40

[0068] 図9は、図8の乾燥器100を断面で（基板W上の乾燥器100の相対運動の方向で）示し、乾燥作用中に実行されるステップを示す。

【0056】

[0069] ここで見られるように、液体供給システム110の入口115は、第一单相抽出器102と出口126の間に設けられる。第二单相抽出器104を液体出口115の他方側に設けることが望ましい。使用時に、液体を強制的に入口115から基板Wへと出すことができ、したがって单相抽出器102、104と基板Wの間のギャップが液体で充填されるように入口115が配置されている限り、他の構成も可能である。入口115の正確な位置は重要ではなく、例えば1つの单相抽出器しかない場合、单相抽出器102の他の側にあってもよい。

50

【 0 0 5 7 】

[0070] 入口 1 1 5 および液体供給システム 1 1 0 の機能は、单相抽出器 1 0 2、1 0 4 と基板 W の間にプライミング液 1 1 1 を送出することにより、液体を提供して、单相抽出器 1 0 2、1 0 4 にプライミング（呼び水）することである。

【 0 0 5 8 】

[0071] 図 9 で見られるように、第二部分で、液体供給システム 1 1 0 はプライミング液 1 1 1 を提供して、基板 W と両方の单相抽出器 1 0 2、1 0 4 との間のギャップを充填している。ここで、乾燥器 1 0 0 は、乾燥を開始する準備が整い、基板 W を乾燥器 1 0 0 の下で動かすことができる。液体供給システム 1 1 0 は、乾燥プロセス全体でプライミング液 1 1 0 を提供し続け、基板 W と单相抽出器 1 0 2、1 0 4 との間のギャップが常に液体で充填されていることを保証する。

10

【 0 0 5 9 】

[0072] 図 9 の第三部分で示すように、この構成によって单相抽出器 1 0 2、1 0 4 は、それ自体では基板 W と单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の間のギャップに広がるほど十分には厚くない厚さを有する液体 1 1 3 を、基板 W の表面から抽出することができる。したがって、プライミング液 1 1 1 を使用すると、図 9 の第三部分で示すように、液体 1 1 3 の厚さが单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の底部に到達するほど十分に高くなくても、基板 W と单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の底面との間のギャップを確実に充填するのに役立つ。

【 0 0 6 0 】

[0073] この構成でも、基板 W の表面から最終フィルム 1 1 2 を除去するのに十分でないことがある。そのために、ガスナイフ 1 2 0 および出口 1 2 6、1 2 4（低压に維持される）を使用して、单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の通過後に基板に残った最終フィルム 1 1 2 および/または小滴を除去する。

20

【 0 0 6 1 】

[0074] 図 9 の第四部分は、入口 1 1 5 とそれぞれの单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の間の乾燥器 1 0 0 の表面 1 4 2、1 4 3、さらに单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の前縁 1 4 1 および後縁 1 4 4、ならびに乾燥器装置 1 0 0 全体の前縁 1 4 6 の一部および出口 1 2 6 の内面 1 4 8、1 5 0 が疎液性にされることを示す。これは、乾燥作用が完了し、プライミング液がもう入口 1 1 5 を出ないように、液体供給システム 1 1 0 をオフに切り換えると、残っている液体（図 7 の液体 1 7 など）がある場合は、その全部が自動的に疎液性表面から離れて单相抽出器 1 0 2、1 0 4 に向かい、ここでまだ单相抽出器と接触しているが、ここから除去できるか、出口 1 2 6 へと移動し、そこで除去できるようにするためのものである。ここで見られるように、液体供給システム 1 1 0 をオフに切り換えた後、またはその直後に、ガスナイフ 1 2 0 がオフに切り換えられ、出口 1 2 6 および 1 2 4 はもう低压に維持されない。

30

【 0 0 6 2 】

[0075] 残っている液体 1 7 を全て確実に除去するさらなる方法は、超過圧力で入口 1 1 5 にガスを加えることを含む。入口 1 1 5 を出るガスが残っている液体 1 7 に加える力は、单相抽出器 1 0 2、1 0 4 の下に液体を移動させるのに効果的であり、ここで除去することができる。代替的または追加的に、出口 1 2 6 に与える低压を増大させることができる。これは、残っている液体を单相抽出器 1 0 4 の下に、および/または出口 1 2 6 内に吸引するのに効果的である。

40

【 0 0 6 3 】

[0076] 図 1 0 は、図 8 および図 9 に示したものと同一装置を、上述した結像前に事前に濡らす方法に使用できるように、基板 W の上面を事前に濡らすことに使用できる方法を示す。このプロセス中は、ガスナイフ 1 2 0 および出口 1 2 4、1 2 6 は作動していない。しかし、液体供給システム 1 1 0 および单相抽出器 1 0 2、1 0 4 は両方とも作動し、乾燥器 1 0 0 および/または基板 W は、基板の表面にフィルム 1 5 0 が残るような速度で、平面図で相互に対して移動する。

【 0 0 6 4 】

50

[0077] 図11は、乾燥器100と基板Wの相對運動の速度に応じて、および乾燥器100と基板Wの間のギャップのサイズに応じて、フィルム150の厚さを変更できる方法を示す。ここで見られるように、ギャップが大きめの場合、速度が小さいほど、残るフィルムの厚さを大きくすることができる。ギャップのサイズが小さめの場合、乾燥器100と基板Wの間の相對速度が大きいほど、フィルムが厚くなる。これらのパラメータは、液体入口115を通る液体供給量を変化させることによって、および単相抽出器102、104に与える低圧を変更することによっても変更することができる。

【0065】

[0078] 装置は、液体を入口115に提供するタイミング、単相抽出器102、104の抽出率、出口126に与えられる低圧、乾燥すべき表面からの乾燥器の高さ、ガスナイフ120に与えられる過剰圧力、出口124に与えられる低圧、またはその任意の組合せを制御するように構成された制御装置を備える。制御装置は、以上のパラメータの全部またはその一部のみを制御することができ、乾燥および/または濡らすステップの様々な段階で制御することができる。例えば、乾燥ステップの最後に、制御装置は乾燥中の表面からの乾燥器の高さを下げて、残っている液体17のうち可能な限り多くが抽出されるのを保証することができる。

【0066】

[0079] 図12および図13を参照し、以下の説明を除いて図8から図11に関して説明した実施形態と同じであるさらなる実施形態について、次に説明する。この実施形態では、単相抽出器が異なる液体除去装置に取って代えられる。この実施形態の液体除去装置は、メニスカス固定機構である。乾燥すべき表面に液体の小滴がほとんど残っていない場合、プライミング液を提供しない限り、装置は特に良好には働かない。というのは、装置は、働くために液体の表面張力に、したがって液体の存在に依存しないからである。

【0067】

[0080] 図12は、例えば上述した単相抽出器に取って代わる、この実施形態の液体除去装置のメニスカス固定装置を示す。図12のメニスカス固定装置は、複数の別個の出口50を備える。これらの出口50は、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、出口は正方形、長円、長方形、三角形、細長いスリットなどでよい。

【0068】

[0081] 図12のメニスカス固定装置の複数の出口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、それ自体が低圧で保持されている共通のチャンバ（環状でよい）に接続する。隣接する出口50の間に、突起70を設けてよい。図12の線V I I I - V I I Iを通る断面図である図13で見られるように、出口50は、乾燥器100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、表面40から垂直方向に変位している。突起70は、出口50と同じ高さに配置されるか、乾燥器100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起する。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、基板に面するように配置することが望ましい。これを別の方法で考えると、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 $\pm 45^\circ$ 以内、望ましくは 35° 、 25° 、または 15° 以内）である。

【0069】

[0082] 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から抽出され、気体は出口50および突起70の液体とは他方側で環境から抽出される。これは矢印1000で示すようなガス流を生成し、このガス流は、図12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固定するのに効果的である。図12で見られるように、出口および突起は、平面図で線を形成するように配置されるが、任意の形状を使用することができる。

【0070】

[0083] 図13は、出口50が、乾燥器100の底面40からの突起として設けられていることを示す。しかし、そうである必要はなく、出口50は、乾燥器100の主要底面に

10

20

30

40

50

あってよい。その場合、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発生の傾向がある自由な上面がない。この場合、規定可能な突起70がない。矢印1000は、乾燥器100の外側から出口50に関連する通路55に入るガスの流れを示し、矢印1000の隣の矢印は、空間から出口50に入る液体の通路を示す。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、脈動が発生しない。

【0071】

[0084] 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の間に固定される。約15m/s、望ましくは20m/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。

10

【0072】

[0085] メニスカスを固定するには、それぞれが1mmの直径で、3.9mm離間された別個の針が効果的である。このようなシステムの合計ガス流は、100l/分の程度である。

【0073】

[0086] メニスカス固定装置のみに基づく以上の乾燥器の問題は、自身上に液体の離散的付着物を有する表面を乾燥している場合、メニスカス90が確立されず、乾燥作用が特に効率的でないことがあることである。したがって、以前の実施形態と同様に、表面にプライミング液を付着させる液体供給システム110を設けることができる。したがって使用時には、表面が乾燥器100に対して矢印500の方向に移動し、ライン状の出口50の長さに沿って延在する液体供給システム110によってプライミング液が供給される。したがって、メニスカス90を確立し、乾燥作用を効率的に改善できるように、ライン状の出口50の（図示で）左手側に液体が存在することが常に保証される。

20

【0074】

[0087] 認識されるように、液体供給システム110は、乾燥中の表面が全て、メニスカス固定装置の出口50に到達する前に、液体供給システムの出口の下を最初に通過するように出口が配置されている。したがって、図13で見られるように、液体供給システム110の下方で乾燥器の前方にある空間は、全体が液体で充填され、これがライン状の出口50の全長に沿って当てはまる。したがって、図13の左手側に図示されたような個々の液体粒子さえ、液体の塊に組み込まれ、それによって表面から除去することができる。

30

【0075】

[0088] 実施形態では、液体供給システム110の出口を、基板Wの移動方向に対してライン状の出口50の他方側に配置することができる。このような出口が、図12および図13の点線1100で図示されている。この実施形態で、プライミング液が小滴の抽出を補助するのに効果的なのは、ガス流1000との組合せにおいてである。さらなる実施形態は、液体供給システム110の出口を、ライン状の出口50の出口50間に設けることである。

【0076】

40

[0089] 図12および図13の実施形態の動作原理は、認識されるように、図8から図11に関して説明した実施形態のそれと非常に類似している。1つの違いは、液体供給システム110のいずれの側にも液体除去装置を供給する必要がなく、そうする利点が恐らくないことである。認識されるように、図12および図13の実施形態の乾燥器は、図8から図11に関して説明した実施形態のそれと同様の原理を使用して、表面を濡らす際にも使用することができる。濡らすモードでは、出口50に入るガス流を減少させる、かつ/または表面からの乾燥器の高さを変更することによって、メニスカス固定の有効性が低下する。

【0077】

[0090] 以上から分かるように、本発明の実施形態は、上述した例を含むが、それに制限

50

されない任意のタイプの液体除去装置に使用することができる。

【0078】

[0091] 図14は、本発明のさらなる乾燥器200を示す。この乾燥器200は、有機液体などの屈折率が高い流体での使用に特に適している。屈折率が高い流体は通常、水よりも良好な濡れ特性を有する。図14の乾燥器200は、プライマを必要とせず、その代わりにガス流および低圧の使用原理に基づいて作用する。

【0079】

[0092] 図14に示すさらなる実施形態では、乾燥すべき基板Wの表面上にガス流202、204が生成される。このガス流220、204は、乾燥すべき表面に実質的に平行である。ガス流は、低圧源に接続された出口210を設けることによって生成される。出口210のいずれかの側にガス入口220、230がある。各入口220、230はガス源に接続される。ガスはドライガスであることが好ましい。ガスは、入口220、230を出る前に加熱器240で加熱してもよい。ガスは、表面から乾燥中の液体（つまり液浸液）に対して不活性であることが好ましい。有機液体などの屈折率が高い液浸液の場合、ガスに酸素があってはならない。酸素は有機流体に反応し、その光学的性質を劣化させることがある。このような劣化の場合、液浸液を再利用することは不可能である。これは費用を増大させる。液浸液に反応しないN₂などのガスを使用すると、流体回収システムが、液体を再使用する前に、そのガスを液体から除去することができる。

【0080】

[0093] 図で見られるように、基板Wは、乾燥器の下方で方向250に移動する。したがって、図で見られるように、ガスと基板Wとの最終的相互作用は、入口220からの新鮮なガスである。つまり、基板の表面に接触する最後のガスは、乾燥中の流体と接触していない乾燥ガスである。したがって、このガスは、さらに乾燥させる効果を有する。ガスの温度は、加熱器240の使用によって制御することができる。必要に応じて、冷却器も使用することができる。この温度制御は、揮発性が低い一部の流体には特に必要となることがある。

【0081】

[0094] 図14には、高さセンサ260も図示されている。これらの高さセンサおよび関連する制御装置270（以下で説明）を、任意のタイプの乾燥器に使用することができる。高さセンサ260は、乾燥器200と乾燥すべき表面との間の高さを検出する。この検出情報が制御装置270に供給され、これが乾燥器200と乾燥中の表面との間の高さを調節することができる。これは、例えば乾燥器200の位置を調節するアクチュエータを使用することによって、または基板を担持している基板テーブルWTを制御することによって達成することができる。この方法で、乾燥器と乾燥中の表面との間の距離を最適にすることができる。例えば、これは、予め決定できる2つの値の間の距離を維持することによって実行される。

【0082】

[0095] 他の実施形態と同様に、入口220、230および出口210は（図示のようなページの出入り方向に）細長い。入口220、230から出るガス流は、ガスの約80%が低圧によって出口210に引き込まれるように、バランスがとられる。ガスおよび液体および液体蒸気は、出口210を通して排出される。装置内では、他の実施形態と同様に、乾燥器200が装置の残りの部分に対して静止し、基板Wがその下で移動することができる。その反対も当てはまる。

【0083】

[0096] 図15は、乾燥器300の最後の実施形態を示す。図15では、2つのガスナイフ310、320が設けられている。ガスナイフは離間されている。各ガスナイフ310、320は、自身を通してガスおよび/または液体を抽出する少なくとも1つの出口、およびガスを提供する入口からなる。乾燥すべき表面が第一ガスナイフ310の下を通過した後、乾燥すべき表面にまだ液体の薄いフィルム312が残っていることがある。時間とともに、この薄いフィルム312が分裂して小滴になり、これは第一ガスナイフ310と

10

20

30

40

50

類似した設計である第二ガスナイフ320によって容易に除去することができる。しかし、分裂の速度を上げるために、2つのガスナイフ310、320の間に分裂器330を設ける。したがって、乾燥器300の下で方向301に移動する表面は、最初に第一ガスナイフ310の下を通過する。次に、表面は分裂器300の下を通過し、ここで第一ガスナイフ310の後に残っていた液体の薄いフィルム312が、分裂して小滴314になる。次に、表面はガスナイフ320の下を通過し、ここで小滴314を除去し、乾燥した表面316を残すことができる。

【0084】

[0097] 分裂器330は任意の形態でよい。図示のように、分裂器330はガスジェット332を含み、これはそれぞれガスのジェットを局所区域に与える。平面図で、ガスのジェットは、縦横比が低い区域に誘導される。つまり、区域はほぼ点であり、好ましくは円形である。区域の縦横比は1:0.5と1:2の間であることが好ましい。これは図15に示すようにフィルム312を破壊させ、これによって表面が分裂器330の下を通過した後、急速に分裂して、小滴314になる。これは、フィルムが破壊するとすぐに、流体の表面張力および凝集力が分裂エネルギーを提供して小滴314にするからである。1つの実施形態では、分裂器330によって提供されるガスが表面活性剤を含む。この表面活性剤は、液体の表面エネルギーを変化させ、その結果、分裂が加速する。

10

【0085】

[0098] 全ての実施形態で、乾燥効率は、乾燥器が乾燥すべき表面に対して作る角度とともに変動する。乾燥速度は $1/\cos(\text{角度})$ で増加する。

20

【0086】

[0099] 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、集積光学システム、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る。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。

30

【0087】

[00100] 本明細書で使用する「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線(UV)放射(例えば、365nm、248nm、193nm、157nmまたは126nm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。

【0088】

[00101] 「レンズ」という用語は、状況が許せば、屈折および反射光学部品を含む様々なタイプの光学部品のいずれか、またはその組合せを指す。

40

【0089】

[00102] 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實踐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、またはその内部に記憶されたこのようなコンピュータプログラムを有するデータ記憶媒体(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。

【0090】

[00103] 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、限定されないが特に上述したタイプに、液浸液が槽の形態で提供されるか、基板の局所的表面区

50

域にのみ提供されるかに関係なく、適用することができる。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機構または構造の組合せでよい。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/または液体を空間に提供する1つまたは複数の液体出口の組合せからなる。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、空間の表面が、基板および/または基板テーブルの表面を完全に覆うか、空間が基板および/または基板テーブルを封入することができる。液体供給システムは、任意選択でさらに、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1つまたは複数の要素を含んでよい。

10

【0091】

[00104] 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】

【0092】

【図1】[0018] 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】[0019] 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た図である。

【図3】[0019] 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た図である。

【図4】[0020] リソグラフィ投影装置で使用するさらなる液体供給システムを示した図である。

20

【図5】[0021] リソグラフィ投影装置で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】[0022] 乾燥ユニットを示した断面図である。

【図7】[0022] 乾燥ユニットを示した断面図である。

【図8】[0023] 本発明の実施形態による乾燥ユニットによって乾燥中の基板を示した平面図である。

【図9】[0024] 本発明の実施形態により、乾燥、および断面図で図示された乾燥ユニットの使用中に実行されるステップを示した図である。

【図10】[0025] 図9の乾燥ユニットをウェットングユニットとして使用できる方法を示した図である。

30

【図11】[0026] 特定の変数が濡れ性能に及ぼす効果を示した図である。

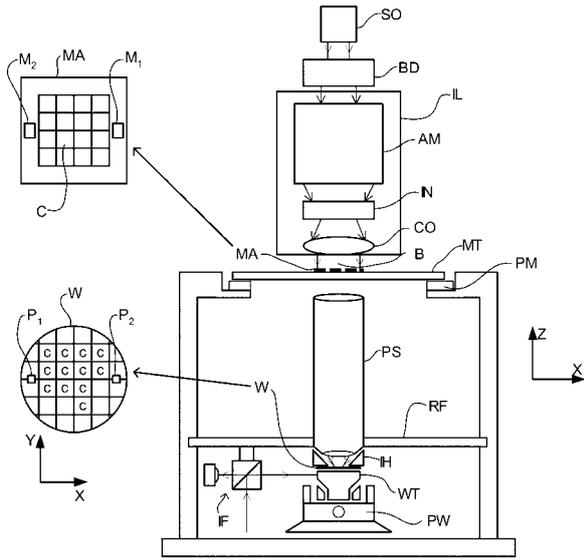
【図12】[0027] 本発明のさらなる実施形態を示した平面図である。

【図13】[0028] 図12の本発明の実施形態を示した断面図である。

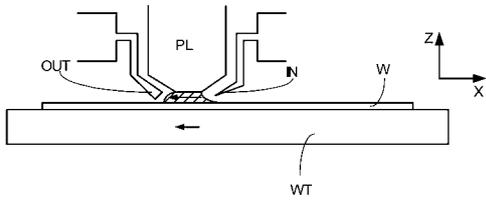
【図14】[0029] 乾燥器のさらなる実施形態を示した断面図である。

【図15】[0030] 乾燥器の最終実施形態を示した断面図である。

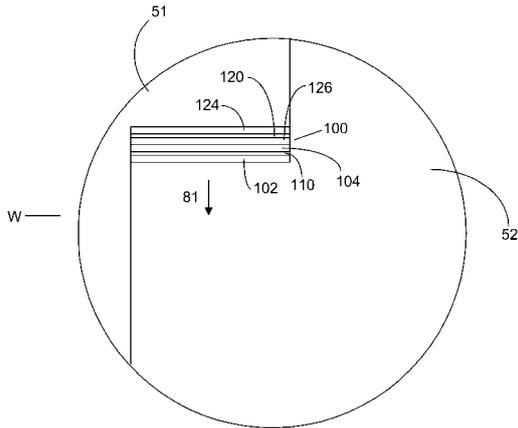
【図1】



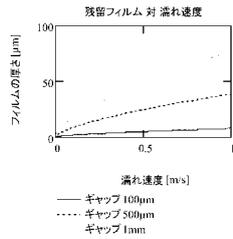
【図2】



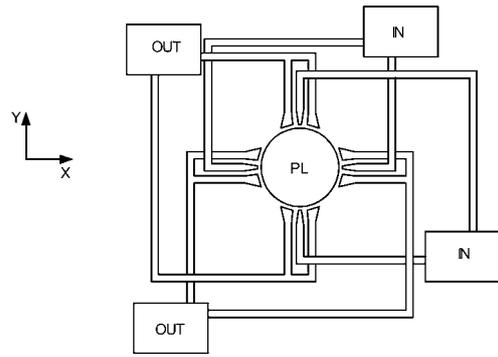
【図8】



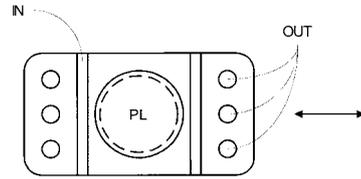
【図11】



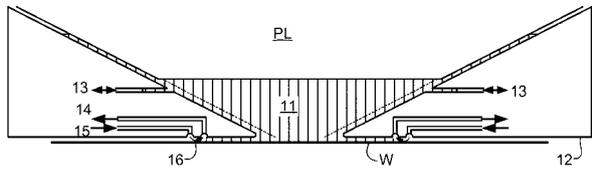
【図3】



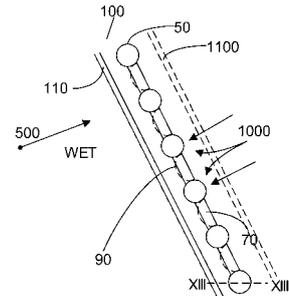
【図4】



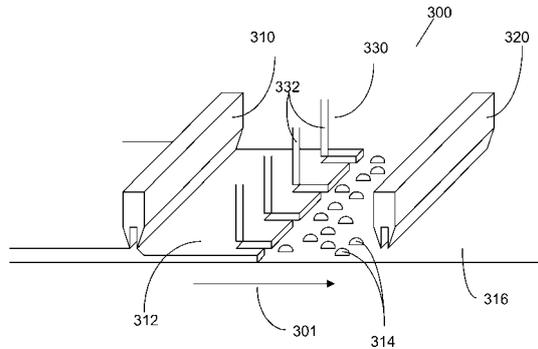
【図5】



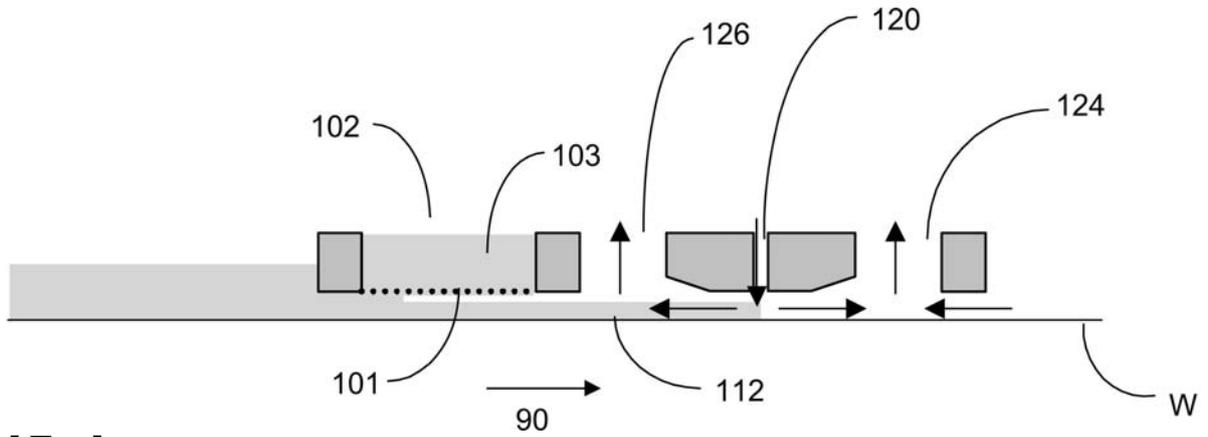
【図12】



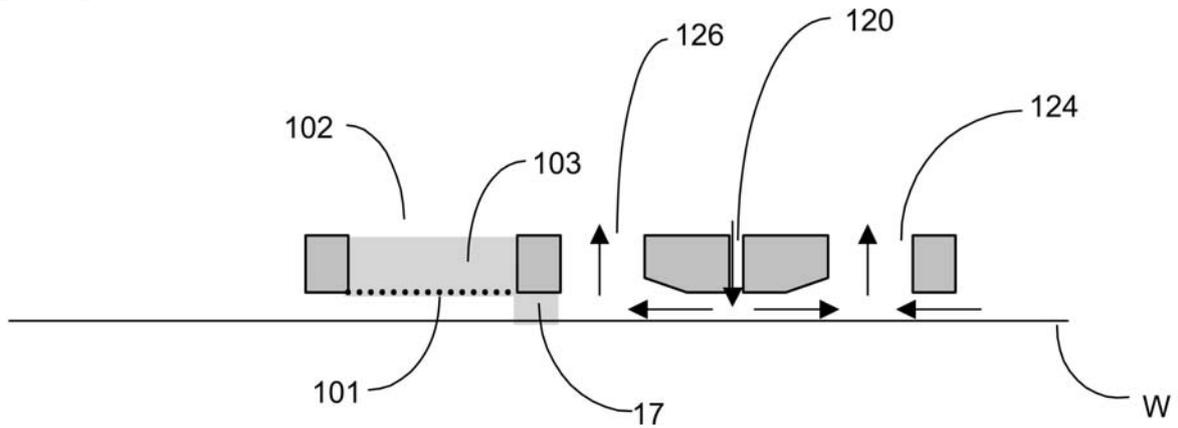
【図15】



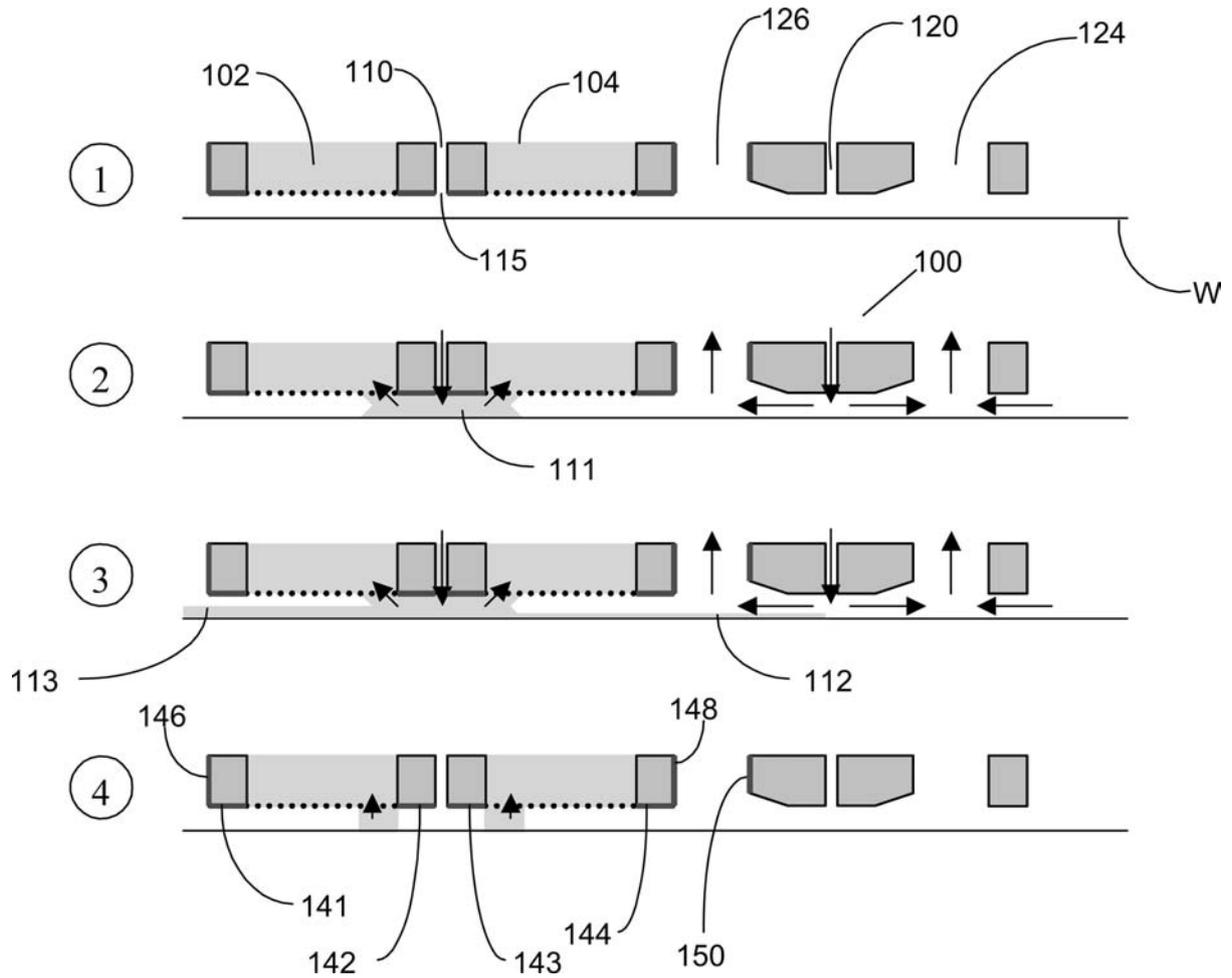
【 図 6 】



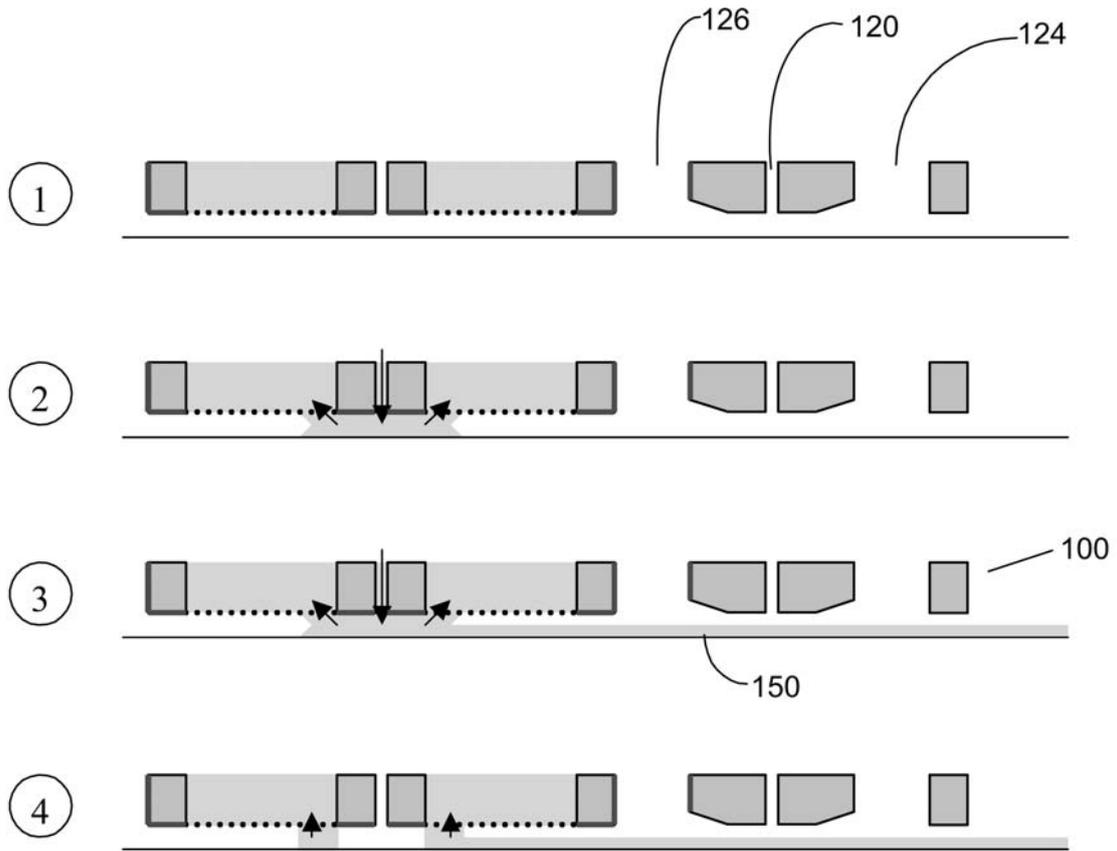
【 図 7 】



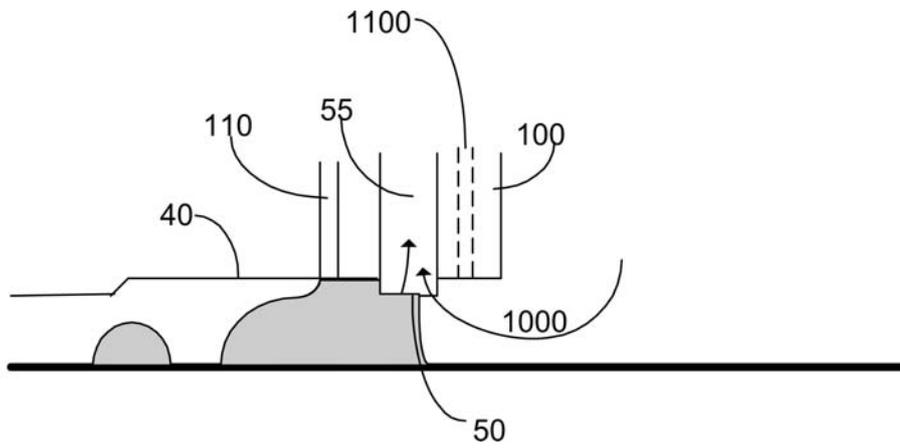
【 図 9 】



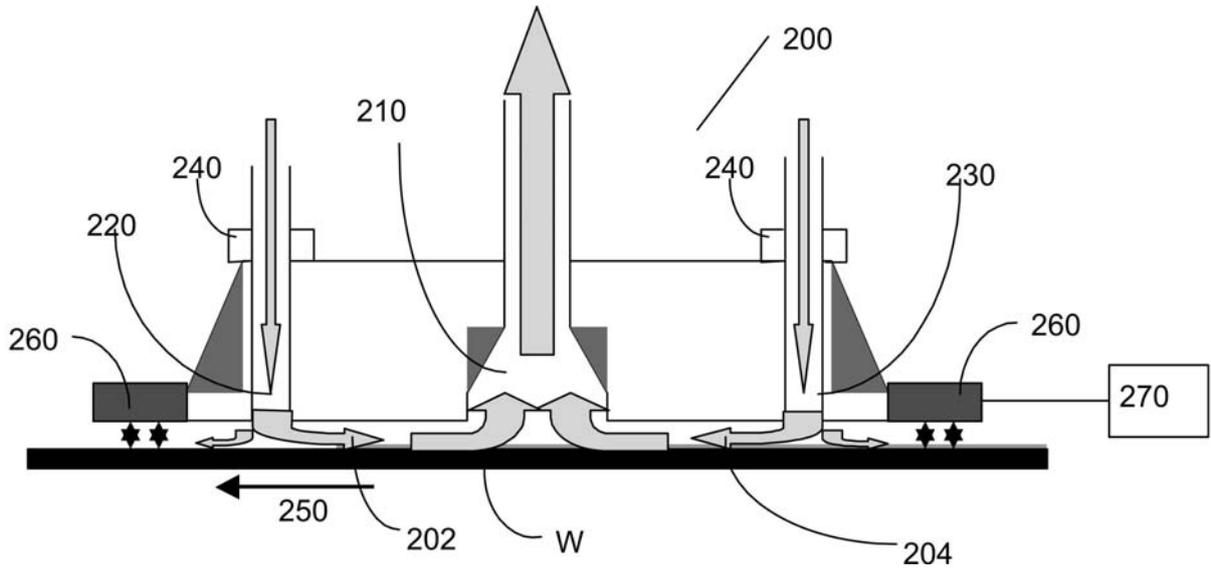
【図10】



【図13】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
- (72)発明者 リンダース, マルチヌス, ヘンドリカス, アントニアス
オランダ国, ローン エヌエル - 3 1 6 1 ジェイジー, デ ベーク 3
- (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, フェフト 5 2 6 1 シーエー, ヘルホイトセウエグ 3 9
- (72)発明者 スーエル, ハリー
アメリカ合衆国, コネチカット州 0 6 8 7 7, リッジフィールド, ハピランド ロード 1 3 8
- (72)発明者 マルコヤ, ルイス, ジョン
アメリカ合衆国, コネチカット州 0 6 4 8 2, サンディー フック, ハニー レーン 3 0
- (72)発明者 フェルメーレン, マルクス, マルチヌス, ペトルス, アドリアヌス
オランダ国, レンデ 5 5 9 5 シーダブリュー, ブルーケルストラート 2 6
- (72)発明者 マッカファティ, ダイアン, クゾップ
アメリカ合衆国, コネチカット州 0 6 4 8 2, サンディー フック, ハニー レーン 3 0

審査官 岩本 勉

- (56)参考文献 国際公開第2005/003864(WO, A1)
特開2005-333134(JP, A)
国際公開第2005/036621(WO, A1)
国際公開第2004/102646(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20