

(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2009-81477

(P2009-81477A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 5 D	5 F O 4 6
G O 3 F 7/20 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 F	
	G O 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-13262 (P2009-13262)	(71) 出願人	504151804
(22) 出願日	平成21年1月23日 (2009.1.23)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー.
(62) 分割の表示	特願2005-380757 (P2005-380757)		ブイ.
原出願日	平成17年12月2日 (2005.12.2)		オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0
(31) 優先権主張番号	11/002, 454	(74) 代理人	100079108
(32) 優先日	平成16年12月3日 (2004.12.3)		弁理士 稲葉 良幸
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(72) 発明者	ロナルド ヨハネス フルターマン
			オランダ国、ユトレヒト、ヴィーリンゲン
			ブライン 1 9

最終頁に続く

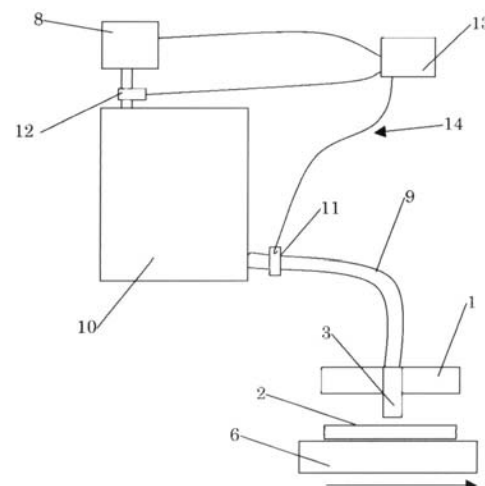
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】液浸リソグラフィ装置において、比較的少量の残留液を基板から除去するサクション・デバイスを提供すること。

【解決手段】基板から残留液を除去するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリュームを有する液浸リソグラフィ装置が提供される。このポンプおよびバッファ・ボリュームは、バッファ・ボリューム内へのガス・サクションによって基板の近傍に吸引浄化ガス流を生成するように構成されている。一実施例では、ガス流を適用する時間が、ごく限られた時間の長さしか必要としないため（通常、5%未満）、適度なパワーのパキュウム・ポンプのみを使用して排気することができる。追加もしくは別法として、このバッファ・ボリュームは、例えば吸引サプライの機能が停止した場合にガス真空サクションを提供するように構成されたバックアップ容積バッファとして使用することができる。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を支持するように構成された支持構造と、
パターン化されたビームを、液体を通して前記基板のターゲット部分に投射するように構成された投影システムと、

前記基板から残留液を除去するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリウムであって、前記バッファ・ボリウム内へのガス・サクションによって前記基板の近傍に吸引浄化ガス流を生成するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリウムとを有するリソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記バッファ・ボリウムが、液浸投影露光後に前記基板を浄化するためのガス流を断続的に生成するように構成されている請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記バッファ・ボリウムが、液浸投影露光中に前記基板から残留液を除去するために、前記ポンプのバックアップ・ガス流を生成するように構成されている請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記ポンプおよびバッファ・ボリウムが乾燥ステーションに接続されており、前記支持構造が、前記乾燥ステーションの下方へ前記基板を移動させるように構成されている請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記バッファ・ボリウムが、約 0.3 mm より広い隙間に約 $40 \text{ m}^3 / \text{h}$ を超える流量のガス流を生成するように構成されている請求項 4 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 6】

前記ガス流の流量が $400 \text{ m}^3 / \text{h}$ 以上であり、前記隙間が、雰囲気圧および周囲温度条件で約 1 mm である請求項 5 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 7】

前記バッファ・ボリウムが、必要な量の 2 倍のガスの量を生成するように寸法決めされており、その吸引圧力が $0 \sim 0.5$ バールの間で変化することを特徴とする請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 8】

前記バッファ・ボリウムが 100 リットルを超えるものである請求項 7 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 9】

前記基板と前記投影システムとの間の空間に液体を提供するように構成された液体拘束構造を有し、該液体拘束構造は、前記バッファ・ボリウムに結合されたサクション入口を有し、前記バッファ・ボリウムがバックアップ・バッファ・ボリウムを有している請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

前記バッファ・ボリウムが、式： $(\tau_{wall} \cdot \delta t) \text{ ガラス} > 1.5 [\text{Pa} \cdot \text{s}]$ を満たすような浄化ガス流を生成するように構成されており、ここで、 τ_{wall} が前記基板における計算せん断応力であり、 δt が液滴の総残留時間である請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 11】

液浸リソグラフィ装置に断続的に真空サクションを提供する方法であって、
ポンプを使用してバッファ・ボリウムを交互に減圧排気するステップと、
前記バッファ・ボリウム内へのガス・サクションによって基板の近傍に浄化ガス流を生成するステップと
を含む真空サクションの提供方法。

【請求項 12】

前記浄化ガス流が最大 1 分間生成される請求項 11 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

【請求項 13】

前記バッファ・ボリュームが、式： $(\tau_{wall} \cdot \delta t)$ ガラス $> 1.5 [Pa \cdot s]$ を満たすような浄化ガス流を生成するように構成されており、ここで、 τ_{wall} が前記基板における計算せん断応力であり、 δt が液滴の総残留時間である請求項 11 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

【請求項 14】

前記計算せん断応力が $20 N/m^2$ を超えるものである請求項 13 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

10

【請求項 15】

前記浄化ガス流を生成するステップが、液浸投影露光後に前記基板を浄化するための浄化ガス流を断続的に生成するステップを含む請求項 11 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

【請求項 16】

前記浄化ガス流を生成するステップが、液浸投影露光中に前記基板から残留液を除去するために、前記ポンプのバックアップ・ガス流を生成するステップを含む請求項 11 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

【請求項 17】

約 $0.3 mm$ より広い隙間に約 $40 m^3/h$ を超える流量の前記浄化ガス流を生成するステップを含む請求項 11 に記載の真空サクシヨンの提供方法。

20

【請求項 18】

液浸リソグラフィ装置にバックアップ真空サクシヨンを提供する方法であって、ポンプを使用してバックアップ・バッファ・ボリュームを減圧排気するステップと、前記バックアップ・バッファ・ボリューム内へのガス・サクシヨンによって基板の近傍にバックアップ真空サクシヨンを生成するステップとを含むバックアップ真空サクシヨンの提供方法。

【請求項 19】

液体拘束構造を使用して前記基板と投影システムの間の空間に液体を提供するステップであって、前記液体拘束構造が、前記基板の近傍に前記バックアップ・サクシヨンを提供するサクシヨン入口を有しているステップを含む請求項 18 に記載のバックアップ真空サクシヨンの提供方法。

30

【請求項 20】

約 $0.3 mm$ より広い隙間に約 $40 m^3/h$ を超える流量のガス流を前記ガス・サクシヨンによって生成するステップを含む請求項 18 に記載のバックアップ真空サクシヨンの提供方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リソグラフィ装置およびデバイスを製造するための方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ装置は、基板（一般的には基板のターゲット部分）に所望のパターンを適用するマシンである。リソグラフィ装置は、例えば集積回路（IC）の製造に使用することができる。その場合、マスクあるいはレチクルとも呼ばれるパターン化デバイス（パターン付与デバイス）が、ICの個々の層に形成するための回路パターンを生成するように使用され、生成されたパターンが基板（例えばシリコン・ウェハ）上のターゲット部分（例えば 1 つまたは複数のダイの一部からなる）に転送される。パターンの転送は、通常、基板の上に提供された放射線感応材料（レジスト）の層への結像によって実施される。通常、1 枚の基板には、順次パターン化される隣接ターゲット部分のネットワークが含まれ

50

る。知られているリソグラフィ装置には、パターン全体を1回でターゲット部分に露光することによってターゲット部分の各々を照射する、いわゆるステップと、パターンを放射線ビームで所与の方向（「走査」方向）に走査し、同時に、基板をこの方向に平行に、あるいは逆平行に同期走査することによってターゲット部分の各々を照射する、いわゆるスキナとがある。パターンを基板上へインプリントすることによってパターン化デバイスから基板へパターンを転送することも可能である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

液浸リソグラフィは、重要なリソグラフィ結像技術になってきている。液浸リソグラフィでは、光学結像システムと、光学結像システムによって照射される基板のターゲット部分との間に液体が提供される。この液体は、光学結像システムの開口数をさらに大きくするための方法を提供し、それにより結像性能を改善することができる。液浸リソグラフィ技術を実施するための様々なシステムおよび装置が提案されているが、液体によってリソグラフィ装置のエレメントが汚染されること、および／または劣化することがあるため、液体の取扱いがこれらのシステムが抱えている課題の1つである。また、液体が蒸発し、それにより基板が局部的に冷却されることがあるため、基板上の液体の存在は、温度制御に関する問題をもたらしている場合もある。基板を正確に位置合せして適切な結像を実施するために基板の安定した機械的状态を維持するのに、局部冷却は問題となりうる。

【0004】

投影システムに極めて近接した真空サククションを提供して、例えば液浸投影露光後に液浸液のすべてもしくは一部を除去することができる。他のリソグラフィ装置では、途中で基板を除去することなく液浸液を提供することができるが、それにもかかわらず、これらの液浸リソグラフィ装置を使用して処理される基板に液浸液が残存することがあり、基板をさらに処理し、他の処理環境へ移送する前に、これらの残存物を浄化しなければならない。これらの残存物は、例えばシールの漏れによって液浸投影露光中および／または液浸投影露光後に発生する。

【0005】

したがって、例えば基板に液浸投影露光を施した後に、比較的少量の残留液であって、バキューム・ポンプによる大容量ポンピング・パワーを必要としない残留液を基板から除去するように構成されたサククション・デバイスが提供されることが有利である。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの観点によれば、基板を支持するように構成された支持構造と、パターン化されたビームを、液体を通して基板のターゲット部分に投射するように構成された投影システムと、基板から残留液を除去するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリューム（バッファ空間あるいはバッファ容積）であって、バッファ・ボリューム内へのガス・サククションによって基板の近傍に吸引浄化ガス流を生成するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリュームとを有するリソグラフィ装置が提供される。

【0007】

典型的には断続的な浄化の性質のため、一般的には数十秒を必要とするリソグラフィ処理の間にバッファ・ボリュームを排気することができる。リソグラフィ処理が終了すると、必要に応じてバッファ・ボリュームが開放され、基板表面を浄化するための高速ガス流がサククションによって生成される。この高速ガス流を必要とする時間は、ごく限られた長さにすぎないため（通常、リソグラフィ装置の処理時間の5%未満）、適度なパワーの吸引ポンプのみを使用して排気することができる。追加もしくは別法として、バッファ・ボリュームをバックアップ・ボリュームとして使用し、吸引サプライの機能が停止した場合

にガス・サクションを提供することができる。

【0008】

以下、本発明の実施例について、単なる実施例にすぎないが、添付の略図を参照して説明する。図において、対応する参照記号は対応する部品を表している。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を示す図である。

【図2】本発明の一実施例による、基板を吸引乾燥浄化するように構成された乾燥ステーションを示す略図である。

【図3】吸引ガス流条件に対する浄化効率を示すグラフである。

10

【図4】液体液滴を変位させるための大きさの予測を示すグラフである。

【図5】本発明の一実施例による乾燥ステーションを備えたリソグラフィ装置を示す略図である。

【図6】本発明の一実施例による液体拘束構造を備えたリソグラフィ装置を示す略図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0010】

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

20

放射線ビームB（例えばUV放射線）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と、

パターン化デバイス（例えばマスク）MAを支持するように構築された支持構造であって、特定のパラメータに従ってパターン化デバイスを正確に位置決めするように構成された第1のポジションPMに接続された支持構造（例えばマスク・テーブル）MTと、

基板（例えばレジスト被覆ウェハ）Wを保持するように構築された基板テーブルであって、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2のポジションPWに接続された基板テーブル（例えばウェハ・テーブル）WTと、

パターン化デバイスMAによって放射線ビームBに付与さ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系）PSと

30

を有している。

【0011】

照明システムは、放射線を導き、整形し、あるいは制御するための屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネント、静電光学コンポーネントあるいは他のタイプの光学コンポーネント、もしくはそれらの任意の組合せなどの様々なタイプの光学コンポーネントを有していてもよい。

【0012】

支持構造は、パターン化デバイスの配向、リソグラフィ装置の設計および他の条件、例えばパターン化デバイスが真空環境中で保持されているか否か等に応じた方法でパターン化デバイスを保持する。支持構造には、パターン化デバイスを保持するための機械式クランプ技法、真空吸引クランプ技法、静電クランプ技法もしくは他のクランプ技法を使用することができる。支持構造は、例えば必要に応じて固定もしくは移動させることができるフレームあるいはテーブルであってもよい。支持構造は、（例えば投影システムに対して）パターン化デバイスを所望の位置に確実に配置することができる。本明細書における「レチクル」あるいは「マスク」という用語の使用はすべて、より一般的な「パターン化デバイス」という用語の同義語と見なすことができる。

40

【0013】

本明細書に使用されている「パターン化デバイス」という用語は、放射線ビームの断面にパターンを付与し、それにより基板のターゲット部分にパターンを生成するように使用

50

することができる任意のデバイスを意味するものとして広義に解釈されたい。放射線ビームに付与されるパターンは、例えばそのパターンが位相シフト・フィーチャもしくはいわゆる補助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必ずしも厳密に対応している必要はないことに留意されたい。放射線ビームに付与されるパターンは、通常、ターゲット部分に生成される、例えば集積回路などのデバイス中の特定の機能層に対応している。

【0014】

パターン化デバイスは、透過型であってもよく、あるいは反射型であってもよい。パターン化デバイスの実施例には、マスク、プログラム可能ミラー・アレイおよびプログラム可能LCDパネルがある。マスクについてはリソグラフィの分野においてよく知られており、バイナリ、交互位相シフトおよび減衰位相シフトなどのマスク・タイプ、および様々なハイブリッド・マスク・タイプが知られている。プログラム可能ミラー・アレイの実施例には、マトリックス状に配列された微小ミラーが使用される。微小ミラーの各々は、入射する放射線ビームが異なる方向に反射するよう、個々に傾斜させることができる。この傾斜したミラーによって、ミラー・マトリックスで反射する放射線ビームにパターンが付与される。

【0015】

本明細書で使用される「投影システム」という用語には、使用する露光放射線に適した、あるいは液浸液の使用もしくは真空環境の使用などの他の要因に適した屈折光学系、反射光学系、カタディオプトリック光学系、磁気光学系、電磁光学系および静電光学系、もしくはそれらの任意の組合せを始めとする任意のタイプの投影システムが包含されるものとして広義に解釈されたい。本明細書における「投影レンズ」という用語の使用はすべて、より一般的な「投影システム」という用語の同義語と見なすことができる。

【0016】

図に示すように、この装置は反射型（例えば反射型マスクを使用した）タイプの装置である。別法として、この装置は、透過型（例えば透過型マスクを使用した）タイプの装置であってもよい。

【0017】

リソグラフィ装置は、場合によっては2つ（デュアル・ステージ）以上の基板テーブル（および／または複数のマスク・テーブル）を有するタイプの装置であり、このような「マルチ・ステージ」マシンの場合、追加のテーブルを並列で 사용할 ことができ、あるいは1つまたは複数のテーブルを露光のために使用している間に1つまたは複数の他のテーブルに対して予備のステップを実行することもできる。

【0018】

またリソグラフィ装置は、基板の少なくとも一部が比較的屈折率の大きい液体（例えば水）で覆われ、それによって投影システムと基板の間の空間が充填されるタイプの装置であってもよい。またリソグラフィ装置内の他の空間、例えばマスクと投影システムの間の空間に液浸液を充填することも可能である。液浸技法は当分野において、投影システムの開口数を大きくすることでよく知られている。本明細書で 使用される「液浸」という用語は、基板などの構造を液体中に浸すことを意味しているのではなく、単に、露光の間、投影システムと基板の間に液体が充填されることを意味しているにすぎない。

【0019】

図1を参照すると、イルミネータILが、放射線源SOから放射線ビームを受け取る。放射線源が例えばエキシマ・レーザである場合、放射線源およびリソグラフィ装置は、別個の構成要素とすることができる。その場合、放射線源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているものとは見なされず、放射線ビームは、例えば適切な誘導ミラーおよび／またはビーム・エクスパンダを備えたビーム・デリバリ・システムBDを使用して放射線源SOからイルミネータILへ引き渡される。それ以外の、例えば放射線源が水銀灯などの場合、放射線源は、リソグラフィ装置の一構成部品とすることができる。放射線源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と共に放射線シ

システムと呼ぶことができる。

【0020】

イルミネータ I L は、放射線ビームの角強度分布を調整するように構成された調整器を備えることができる。通常、イルミネータのひとみ平面内における強度分布の少なくとも外部および／または内部ラジアル範囲（一般に、それぞれ σ アウターおよび σ インナーと呼ばれる）は調整が可能である。また、イルミネータ I L は、インテグレータおよびコンデンサなどの他の様々なコンポーネントを備えることができる。イルミネータを使用して放射線ビームを調整し、所望の様な強度分布をその断面に持たせることができる。

【0021】

放射線ビーム B は、支持構造（例えばマスク・テーブル M T）上に保持されたパターン化デバイス（例えばマスク M A）に入射し、パターン化デバイスによってパターン化される。マスク M A を透過した放射線ビーム B は、放射線ビームを基板 W のターゲット部分 C に集束させる投影システム P S を通過する。基板テーブル W T は、第 2 のポジショナ P W および位置センサ I F 2（例えば干渉デバイス、直線エンコーダもしくは容量センサ）を使用して正確に移動させることができ、それにより例えば異なるターゲット部分 C を放射線ビーム B の光路内に配置することができる。同様に、第 1 のポジショナ P M およびもう 1 つの位置センサ I F 1 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で、あるいは走査中に、マスク M A を放射線ビーム B の光路に対して正確に配置することができる。通常、マスク・テーブル M T の移動は、第 1 のポジショナ P M の一部を形成している長ストローク・モジュール（粗位置決め）および短ストローク・モジュール（精密位置決め）を使用して実現される。同様に、基板テーブル W T の移動は、第 2 のポジショナ P W の一部を形成している長ストローク・モジュールおよび短ストローク・モジュールを使用して実現される。ステッパ（スキャナではなく）の場合、マスク・テーブル M T は、短ストローク・アクチュエータのみに接続することができ、あるいは固定することも可能である。マスク M A および基板 W は、マスク・アライメント・マーク M 1、M 2 および基板アライメント・マーク P 1、P 2 を使用して位置合せすることができる。図には、専用ターゲット部分を占有している基板アライメント・マークが示されているが、基板アライメント・マークは、ターゲット部分とターゲット部分の間の空間に配置することも可能である（このような基板アライメント・マークは、スクライブ・レーン・アライメント・マークとして知られている）。同様に、複数のダイがマスク M A 上に提供されている場合、ダイとダイの間にマスク・アライメント・マークを配置してもよい。

【0022】

図に示す装置は、以下に示すモードのうちの少なくとも 1 つのモードで 사용할ことができる。

（1）ステップ・モード

ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T および基板テーブル W T が基本的に静止状態に維持され、放射線ビームに付与されたパターン全体がターゲット部分 C に 1 回で投影される（すなわち単一の静止露光）。次に、基板テーブル W T が X および／または Y 方向にシフトされ、異なるターゲット部分 C が露光される。ステップ・モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一静止露光で結像されるターゲット部分 C のサイズが制限される。

（2）走査モード

走査モードでは、放射線ビームに付与されたパターンがターゲット部分 C に投影されている間にマスク・テーブル M T および基板テーブル W T が同期走査される（すなわち単一の動的露光）。マスク・テーブル M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P S の倍率（縮小率）およびイメージ反転特性によって決定される。走査モードでは、露光視野の最大サイズによって、単一動的露光におけるターゲット部分の幅（非走査方向の幅）が制限され、また、走査運動の長さによってターゲット部分の高さ（走査方向の高さ）が決まる。

（3）その他のモード

その他のモードでは、プログラム可能パターン化デバイスを保持するようにマスク・テーブルMTが基本的に静止状態に維持され、放射線ビームに付与されたパターンがターゲット部分Cに投影されている間に基板テーブルWTが移動もしくは走査される。このモードでは、通常、パルス放射線源が使用され、走査中、基板テーブルWTが移動する毎に、あるいは連続する放射線パルスと放射線パルスの間に、必要に応じてプログラム可能パターン化デバイスが更新される。この動作モードは、上で言及したタイプのプログラム可能ミラー・アレイなどのプログラム可能パターン化デバイスを利用したマスクレス・リソグラフィに容易に適用することができる。

【0023】

上で説明した使用モードの組合せおよび／またはその変形形態、あるいは全く異なる使用モードを使用することも可能である。

【0024】

図2は、基板2を吸引乾燥浄化するように構成された乾燥ステーション1を略図で示したものである。乾燥ステーション1は、例えばマルチ基板ステージ・リソグラフィ装置内の投影位置と測定位置の間に、または単一基板リソグラフィ装置内の露光位置に、あるいは単一もしくはマルチ基板ステージ・リソグラフィ装置の基板ハンドラー内に配置することができる。一実施例では、乾燥ステーション1は、基板表面4の近傍、一般的には極めて近接した、例えば0.5～1.5mmの位置に配置されたノズル3を備えている。ノズル3と基板表面4の間の間隔がより広い場合、基板表面4から液滴5を除去するための十分なサククション力を提供するためには、より大量のガス流を生成しなければならない。一実施例では、液浸リソグラフィ装置は、ノズル3と基板表面4の間の0.3mm以上の隙間に40m³/h以上の流速を雰囲気圧および周囲温度条件で提供するように構成された乾燥ステーション1か、あるいはノズル3と基板表面4の間の1mm以上の隙間に400m³/h以上の流速を雰囲気圧および周囲温度条件で提供するように構成された乾燥ステーション1を備えている。一実施例では、乾燥ステーション1のノズル3と基板表面4の間の隙間は、安全上の理由で所定の間隔に維持される。

【0025】

図3は、吸引流の条件に対する浄化効率をグラフで示したものである。グラフでは、浄化効率は、サククション・ノズル3の1スキャンで除去される液体（水）の基板表面4（ガラス板）に対する百分率として定義されている。基本的には、浄化効率は、基板がノズルの下方にある時間 δt （表面速度および外部寸法）と、流れによってもたらされるせん断力 τ_{wall} （グラフでは τ_{xy} で示されている）（排気流および表面までの距離）とを掛け合わせることによって測定される。このグラフは、浄化走査速度が速くなると浄化効率が小さくなり、また、ノズルの寸法が長くなると浄化効率が大きくなることを示している。グラフから、95%を超える浄化効率の場合、乾燥ステーションは、 $(\tau_{wall} \cdot \delta t) \text{ ガラス} > 1.5 [\text{Pa} \cdot \text{s}]$ になるような浄化ガス流を提供するように配置しなければならないことが分かる。 τ_{wall} は、基板2における計算せん断応力であり、 δt は、液体滴の総残留時間である。

【0026】

図4は、層流計算に基づいた、液体滴を変位させるための大きさの予測をグラフで示したものである。第一に、表面の流量は、液体滴がノズル3の中心へ変位するだけの十分な量でなければならない。ノズル3が基板表面4を移動すると（あるいは基板表面4がノズル3に対して移動すると）、1つまたは複数の液体滴がノズル3の下方に集まり、1つまたは複数の液滴が一定の大きさになると余剰の液体が上へ向かって除去される。したがって乾燥ステーションの効率は、ノズル3の下方に集まる液体の量と、ノズル3が基板表面4を移動する際に（あるいは基板表面4がノズル3に対して移動する際に）、ノズル3の下方に集まった液体を如何に良好に維持するかによって決まる。この実施例では、液体滴を変位させる駆動力は、ガス流によってもたらされるせん断力である（液滴はスリットの高さよりはるかに小さい）。高速ガス噴射による圧力は考慮されていない。

【0027】

ナヴィエ・ストークスの方程式を解くことにより、液滴が変位する臨界せん断応力を計算することができる。この臨界せん断応力は、 $Ca = \tau / (\sigma / r)$ (2. 2)である毛细管数(キャピラリ数) Ca で表される。 τ は、ガスによってもたらされる粘性応力、 σ は表面張力、 r は液体滴の半径である。臨界毛细管数は、液滴とガスの間の粘性比、液滴の高さ対高さ空間、ならびに前進接触角および後退接触角の関数である。詳細に計算するまでもなく、接触角ヒステリシスが $5 \sim 50^\circ$ の場合、関連する毛细管数は、 $0.01 \sim 0.1$ の範囲である。この実施例で使用された滑らかなガラス表面の場合、その範囲はもう少し狭く、接触角ヒステリシスは $5 \sim 20^\circ$ 、臨界毛细管数の範囲は $0.01 \sim 0.04$ である。高さ $200 \mu\text{m}$ 、直径 1mm (相当直径 $500 \mu\text{m}$)の液滴は、 10N/m^2 未満のせん断応力で変位する。 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度のより小さい液滴の場合、計算せん断応力は、グラフによれば 20N/m^2 程度である。

【0028】

図5は、乾燥ステーション1を備えたリソグラフィ装置(の一部)を略図で示したものである。リソグラフィ装置の他の部分、詳細には、図1に示す投影システムは、分かり易くするために図5には示されていない。乾燥ステーション1は、適切な任意の位置、詳細には、マルチ基板ステージ・リソグラフィ装置の実施例の場合、露光位置と測定位置の間に配置することができる。一実施例では、乾燥ステーション1は、リソグラフィ装置のベース・フレームに対して固定して取り付けられ、一方、基板2を保持する基板テーブル6は、ノズル3の下方で移動する。この方法によれば、乾燥ステーションは、ノズル3と基板2の間の隙間でガス・ナイフとして機能する。ノズル3のサクシオンは、配管および/またはホース9を介してノズル3に接続されたポンプ8によって提供される。乾燥ステーション1は、例えば液浸投影後に残留している液浸液を基板2から除去するために、ガス・サクシオンによって基板の近傍に吸引浄化ガス流を提供するように構成されている(これについては、図6を参照してより詳細に説明する)。例えば、液浸液の残存物は、基板2をさらに処理し、他の処理環境へ移送する前に浄化しなければならない。真空サクシオンを用いた基板の単純な浄化は、浄化パワーの大きさが過剰になることがあるので、また現在のリソグラフィ装置への一体化組込みが容易でない、空間およびエネルギーを消費する機器を必要とする場合があるので、大いに問題である。そのため、本発明の一実施例は、バッファ・ボリューム10を提供している。例えば液浸投影露光が完了した後の、リソグラフィ装置から基板を除去する前のごく限られた時間でしか行われない吸引浄化の断片的な性質のために、ごく限られた容量のポンプ8をバッファ・ボリューム10と組み合わせて使用することができる。リソグラフィ処理の間、例えば基板2を液浸投影露光している間、バルブ11を閉じてバッファ・ボリューム10を排気するかあるいは低圧にすることができる。処理が完了した後、例えばリソグラフィ装置から基板2を除去する前に、基板2が乾燥ステーション1の下方に移動する。液浸液を除去するために、バルブ11が開き、バッファ・ボリューム10の低圧もしくは真空によって吸引浄化ガス流が提供される。もう1つのバルブ12を設けて、バルブ11が開いている間にポンプ8を保護するためにこのバルブを閉じることができる。中央処理装置13は、リソグラフィ処理の観点から、ポンプ8および/またはバルブ11、12を起動するために必要なタイミングに応じて、信号線14を介してバルブ11、12および/またはポンプ8に制御信号を提供する。一実施例では、基板テーブル6は、乾燥ステーションの下方を1ストローク(1スキャン)だけ移動する。別法として、基板テーブル6は、浄化の結果を改善するために、多数回に渡って乾燥ステーション1の下方を移動させることも可能である。

【0029】

一実施例では、バッファ・ボリューム10は、必要なガス量の2倍の量を提供するように寸法付けられており、吸引圧力は、 $0 \sim 0.5$ バールの間で変化する。このような実施例では、バッファ・ボリュームは、1分間に 1001 /分(1気圧、 0°C (293°K))の流れに対して約 $100 \sim 400$ リットルの容積を有することができる。この容積の元の圧力がほぼ真空(0.0 バール)である場合、この時間が経過した後の圧力は約 0.5 バールである。バッファ・ボリュームの正確な寸法は、許容可能と考えられる圧力変化に

よって決まる。温度が一定であり且つ流入量が一定である場合、式は、

流入量×流れている時間×入口圧力＝容器の容積×（貯蔵終了時の圧力－貯蔵開始時の圧力）である。

流入量が1001／分、流れている時間が1分間、圧力変化が0.5－0.0＝0.5バールの場合、容積は約200リットルであるが、圧力差が変化するため、流入量に変化し、したがって必要な容積に対するより特定の容積を得るためには、時間に対する積分を使用（あるいは引き出される総ガス容積を使用）しなければならないことに留意されたい。バッファ・ボリウム10の圧力が再び元の圧力値まで降下すると、例えばバルブ11を閉じ、バッファ・ボリウム10を排気することによって新しいサイクルを開始することができる。他の寸法のバッファ・ボリウムを使用することも可能であることは明らかであろう。

10

【0030】

図6は、液浸リソグラフィ装置に関連する本発明の他の実施例を示したものである。図6では、バッファ・ボリウム10は、バックアップ容積として提供されている。液浸リソグラフィ装置の場合、投影システム20の下方のターゲット領域19への液浸液18の拘束を維持するためのシール17を備えた液体拘束構造16が提供される。図には投影システム20の単一光学エレメントが示されているが、実際には、投影システムは、複数のレンズ・エレメントおよび／または光学エレメントを備えている。このターゲット領域19の外側には液浸液が存在していないことが理想的であるが、シール17が不完全であるため、微量の液浸液が基板表面4に付着した状態を維持することになる。これらの残存物を除去するために、液体拘束構造16は、投影システム20の近傍にサクション入口21を備えている。サクション入口21は、ポンプ8もしくは他の吸引サプライに結合されており、残留している液浸液を除去するための連続的なサクションを提供する。処理環境において、液浸液18が存在している間にポンプ8もしくは他の吸引サプライの機能が停止すると、それは極めて不都合であり、あるいはリソグラフィ装置のサブシステムのいくつかには極めて有害であるため、バックアップ・バッファ・ボリウム10（通常は、図5に関連して説明したバッファ・ボリウム10として動作している）を開くスイッチ22を起動することによってバックアップ吸引サプライを提供するようにプロセッサ13が提供されている。この方法によれば、例えば基板2を液浸投影露光している間、シール17から漏れる可能性のある液体を除去することができる。

20

30

【0031】

本明細書は、とりわけICの製造におけるリソグラフィ装置の使用について言及しているが、本明細書において説明したリソグラフィ装置は、集積光学系、磁気領域メモリのための誘導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などの他のアプリケーションを有していることを理解されたい。このような代替アプリケーションのコンテキストにおいては、本明細書における「ウェハ」あるいは「ダイ」という用語の使用はすべて、それぞれより一般的な「基板」あるいは「ターゲット部分」という用語の同義語と見なすことができることが当業者には理解されよう。本明細書において言及されている基板は、例えばトラック（通常、基板にレジスト層を塗布し、且つ、露光済みレジストを現像するツール）、測定ツールおよび／または検査ツール中で、露光前もしくは露光後に処理することができる。適用可能である場合、本明細書における開示は、このような基板処理ツールおよび他の基板処理ツールに適用することができる。また、基板は、例えば多層ICを生成するために複数回に渡って処理することができるため、本明細書において使用されている基板という用語は、処理済みの複数の層を既に含んだ基板を指している場合もある。

40

【0032】

また、本発明による実施例の使用について、とりわけ光リソグラフィのコンテキストの中で言及したが、本発明は、他のアプリケーション、例えばインプリント・リソグラフィに使用することができ、コンテキストが許容する場合、光リソグラフィに限定されないこ

50

とが理解されよう。インプリント・リソグラフィの場合、パターン化デバイスのトポグラフィが、基板に生成されるパターンを画定する。パターン化デバイスのトポグラフィが、基板に塗布されたレジストの層にプレスされ、次に、レジストを硬化させるべく、電磁放射線、熱、圧力もしくはそれらの組合せが施される。レジストが硬化すると、パターン化デバイスがレジストから除去され、後にパターンが残る。

【0033】

本明細書に使用されている「放射線」および「ビーム」という用語には、紫外（UV）放射線（例えば波長が365nm、355nm、248nm、193nm、157nmあるいは126nmの放射線もしくはその近辺の波長の放射線）、極紫外（EUV）放射線（例えば波長の範囲が5～20nmの放射線）、およびイオン・ビームあるいは電子ビームなどの粒子線を含むあらゆるタイプの電磁放射線が含まれている。

10

【0034】

コンテキストが許容する場合、「レンズ」という用語は、屈折光学コンポーネント、反射光学コンポーネント、磁気光学コンポーネント、電磁光学コンポーネントおよび静電光学コンポーネントを始めとする様々なタイプの光学コンポーネントのうちの任意の1つあるいは組合せを意味する。

【0035】

以上、本発明の特定の実施例について説明してきたが、説明した以外の方法でも本発明を實踐できることが理解されよう。例えば、本発明は、上で開示した方法を記述した1つまたは複数のマシン可読命令シーケンスを含んだコンピュータ・プログラムの形態とすることができ、あるいはこのようなコンピュータ・プログラムが記憶されたデータ記憶媒体（例えば半導体記憶装置、磁気ディスクもしくは光ディスク）の形態とすることもできる。

20

【0036】

本発明の1つまたは複数の実施例は、任意の液浸リソグラフィ装置、詳細には、それらに限定されないが、上で言及したタイプの液浸リソグラフィ装置に適用することができる。液体供給システムは、投影システムと、基板および／または基板テーブルとの間の空間に液体を提供する任意のメカニズムである。液体供給システムは、前記空間に液体を提供し且つ拘束する1つまたは複数の構造、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1つまたは複数の液体出口の任意の組合せを備えることができる。一実施例では、前記空間の表面を基板および／または基板テーブルの一部に制限することができ、あるいは前記空間の表面は、基板および／または基板テーブルの表面を完全に覆うことができる。また、前記空間は、基板および／または基板テーブルを包むものであってもよい。

30

【0037】

以上の説明は、本発明の例証を意図したものであり、本発明を何ら制限するものではない。したがって、特許請求の範囲に示す各請求項の範囲を逸脱することなく、上で説明した本発明に改変を加えることができることは当業者には明らかであろう。

【符号の説明】

【0038】

B 放射線ビーム
 BD ビーム・デリバリ・システム
 C 基板のターゲット部分
 IF1、IF2 位置センサ
 IL 照明システム（イルミネータ）
 MA パターン化デバイス（マスク）
 MT 支持構造（マスク・テーブル）
 M1、M2 マスク・アライメント・マーク
 PM 第1のポジショナ
 PS、20 投影システム

40

50

PW 第2のポジシヨナ

P1、P2 基板アライメント・マーク

SO 放射線源

W、2 基板

WT、6 基板テーブル

1 乾燥ステーション

3 ノズル

4 基板表面

5 液滴

8 ポンプ

9 ホース

10 バッファ・ボリューム（バックアップ・バッファ・ボリューム）

11、12 バルブ

13 中央処理装置（プロセッサ）

14 信号線

16 液体拘束構造

17 シール

18 液浸液

19 ターゲット領域

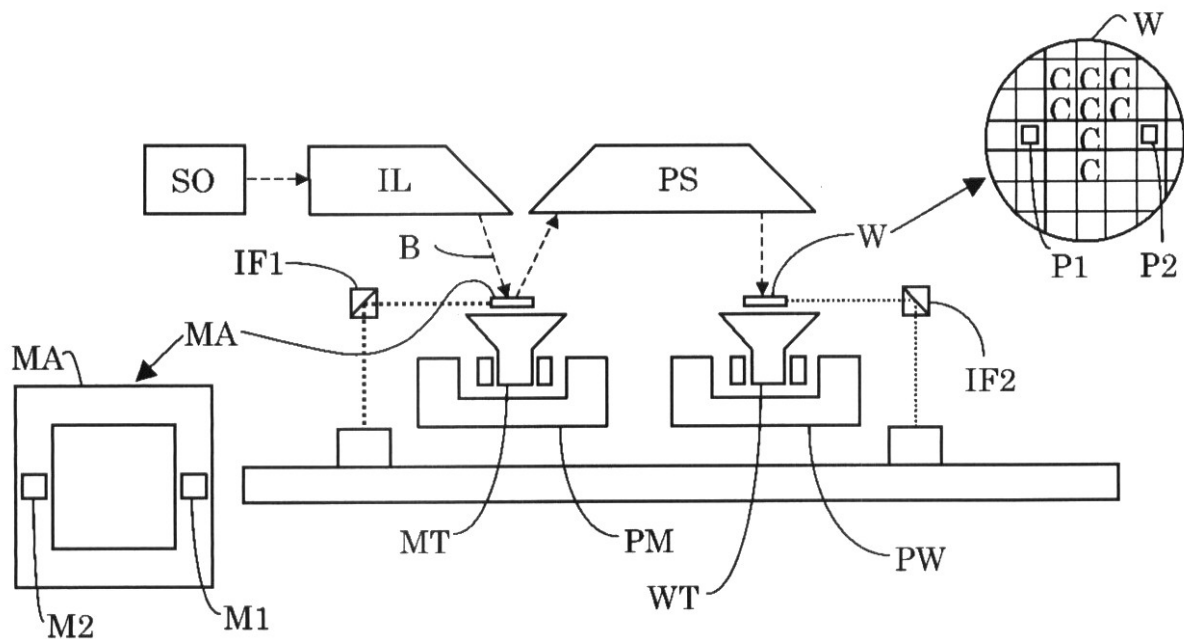
21 サクション入口

22 スイッチ

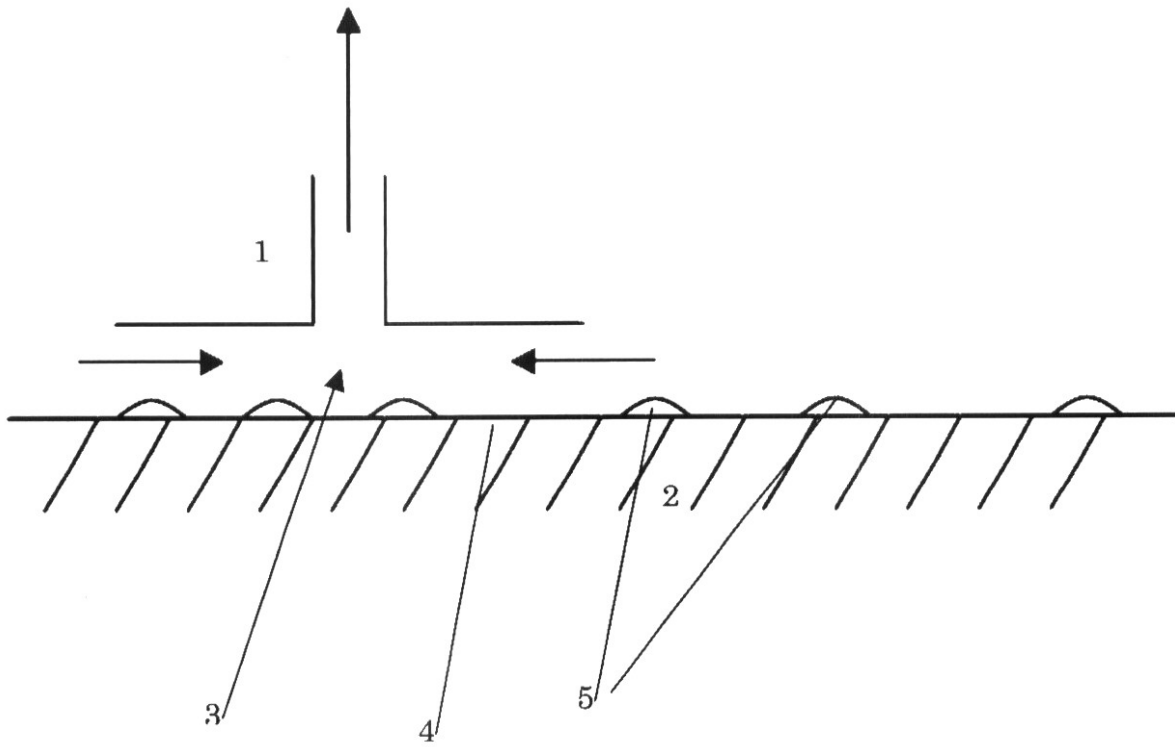
10

20

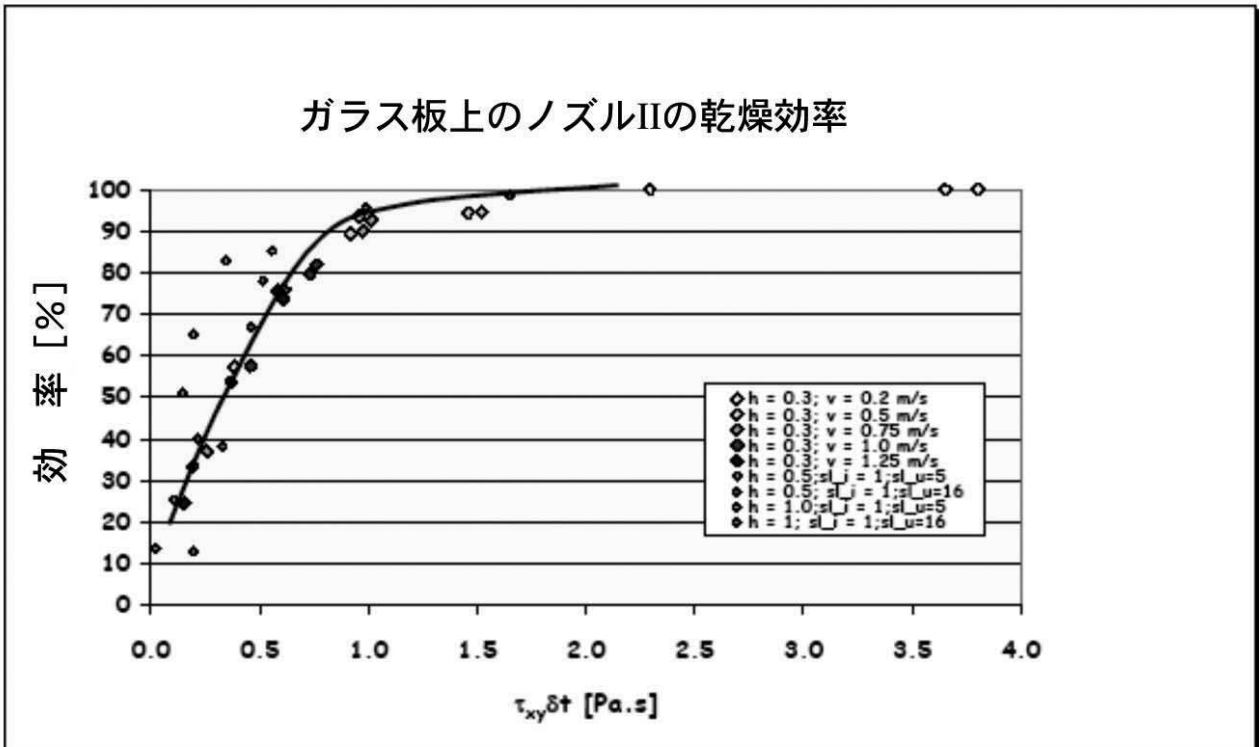
【図1】



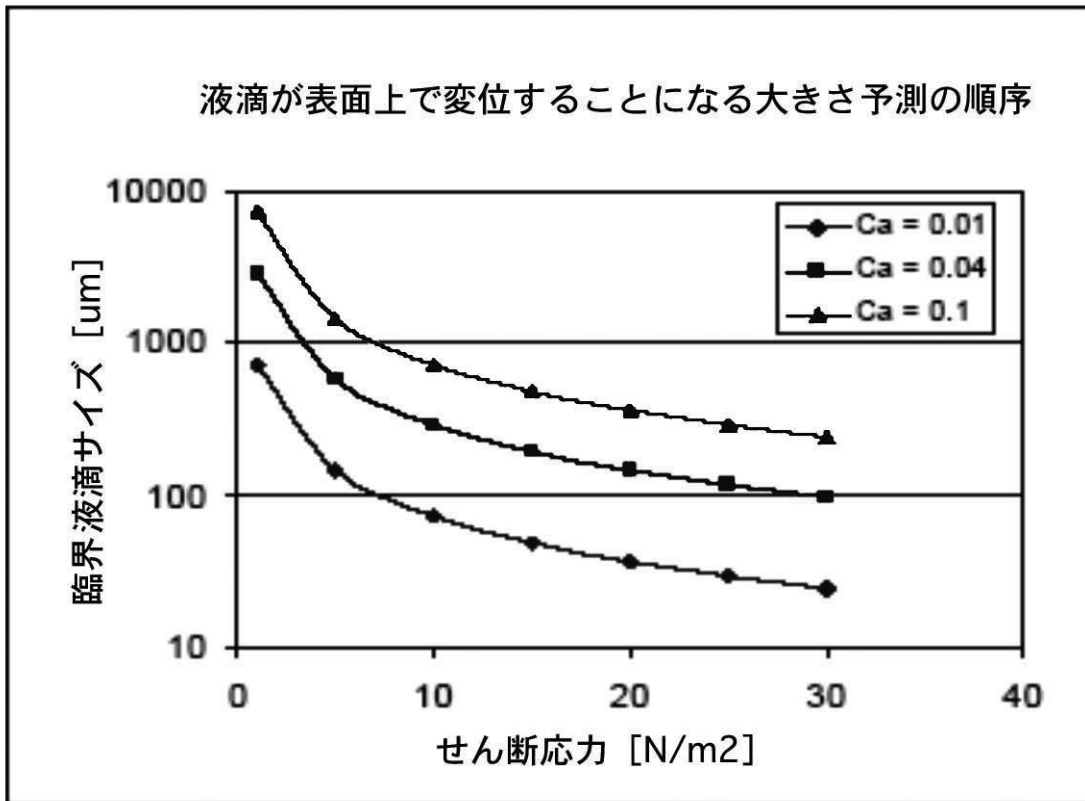
【図 2】



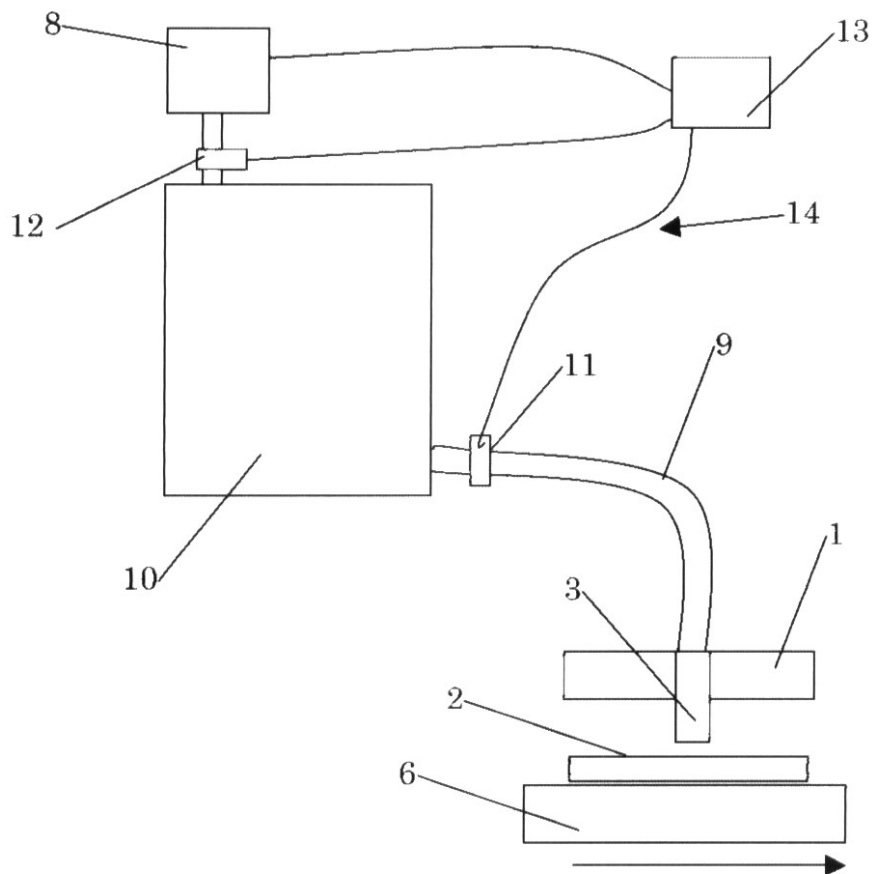
【図 3】



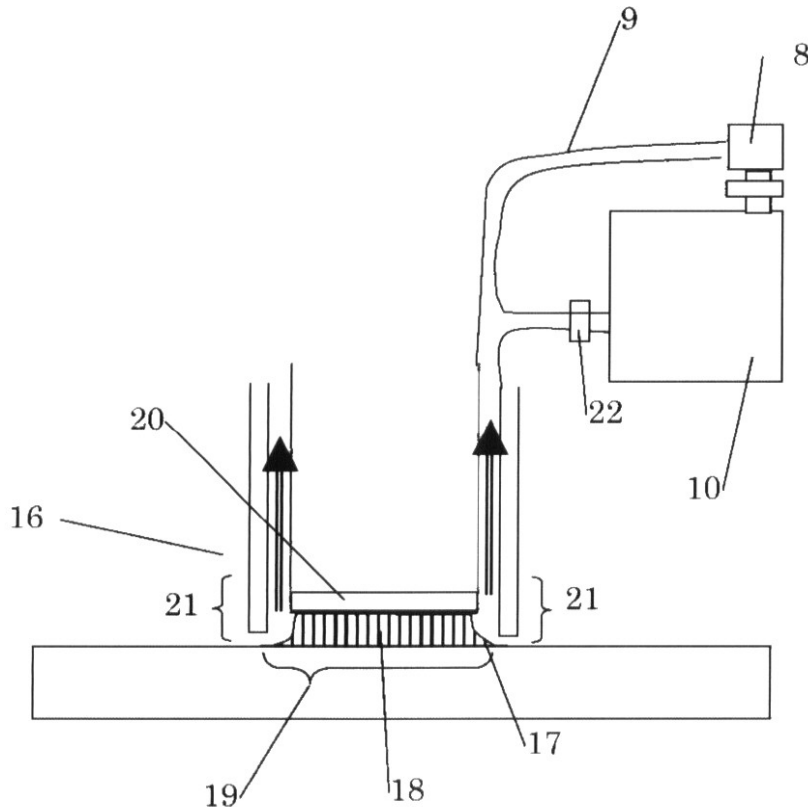
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成21年1月23日(2009.1.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を支持するように構成された支持構造と、

パターン化されたビームを、液体を通して前記基板のターゲット部分に投射するように構成された投影システムと、

前記基板から残留液を除去するように構成され、かつ、バッファ・ボリューム内へのガス・サクションによって前記基板の近傍に吸引浄化ガス流を生成するように構成されたポンプおよびバッファ・ボリュームであって、前記バッファ・ボリュームがバックアップ・バッファ・ボリュームを備える、ポンプおよびバッファ・ボリュームと、

前記基板と前記投影システムとの間の空間に液体を提供するように構成された液体拘束構造であって、前記投影システムの下方のターゲット領域への液体の拘束を維持するためのシールを備える、液体拘束構造と

を有するリソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記ポンプが、前記基板から液体を除去するためにガス・サクションを生成することと、前記ガス・サクションを生成するために前記バックアップ・バッファ・ボリュームを低圧に吸引することとの、いずれか一方または双方を行うよう構成されている請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 3】

前記液体拘束構造が、前記ポンプと、前記バッファ・ボリウムとの、いずれ一方または双方に接続されたサクション入口をさらに有する請求項 1 または 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記バッファ・ボリウムが、液浸投影露光中と、前記基板から液体を除去するための前記ポンプからの前記ガス・サクションが停止しているときとの、いずれか一方または双方のときに、前記基板から残留液を除去するために前記ポンプへのバックアップ・ガス流を生成するよう構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のリソグラフィ装置

。

【請求項 5】

開いているときにバックアップ・ガス流を生成するバルブをさらに有している請求項 4 に記載のリソグラフィ装置。

フロントページの続き

- (72)発明者 アントニウス フランシスクス ヨハネス デ グロート
オランダ国、ソメレン、デ ヴェールデン 17アー
- (72)発明者 ヤコブス ヨハヌス レオナルデウス ヘンドリクス フェルシュパイ
オランダ国、ソーン、イッテルフルテルヴェク 32
- (72)発明者 ゲラルデウス エフェラルデウス マリー ハンネン
オランダ国、エヒト、グラーフ 25バー
- Fターム(参考) 5F046 BA03 CB01 CB24 CC08 DA07 DA27