

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5216812号  
(P5216812)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(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) GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 6 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-138208 (P2010-138208)	(73) 特許権者	504151804
(22) 出願日	平成22年6月17日(2010.6.17)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー、 ブイ、
(62) 分割の表示	特願2009-122207 (P2009-122207) の分割		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
原出願日	平成16年10月27日(2004.10.27)	(74) 代理人	100079108
(65) 公開番号	特開2010-206225 (P2010-206225A)		弁理士 稲葉 良幸
(43) 公開日	平成22年9月16日(2010.9.16)	(74) 代理人	100109346
審査請求日	平成22年6月21日(2010.6.21)		弁理士 大貫 敏史
(31) 優先権主張番号	03256820.6	(72) 発明者	クリスティアーン アレクサンダー ホー ゲンダム
(32) 優先日	平成15年10月28日(2003.10.28)		オランダ国、フェルトホーフエン、リュネ ット 43
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射ビームを基板テーブルに保持された基板の目標部分上に投影する投影システムと、液体リザーバを形成するために、前記投影システムと前記基板との間の空間を少なくとも液体で部分的に充填する液体供給システムであって、前記空間の境界の少なくとも一部に沿って延びるシール部材を有する液体供給システムと、を備え、

前記シール部材は、前記投影システムと該シール部材との間に形成された経路を通った前記液体に対して障壁を形成する堤防を備えるリソグラフィ投影装置。

【請求項 2】

前記堤防は、前記シール部材の上面に形成された陵部である請求項 1 に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 3】

前記堤防の面積は、前記投影システムの最終要素の面積と同じか又は該最終要素の面積よりも大きい請求項 2 に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 4】

前記堤防の上部を超えて流れる液体を除去する出口を備える請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

【請求項 5】

前記空間に液体を供給するための入口をさらに有し、前記出口は前記入口よりも上に配置されている請求項 4 に記載のリソグラフィ投影装置。

10

20

## 【請求項 6】

前記堤防は環状である、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【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方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

リソグラフィ装置は、基板上に、通常は基板のターゲット部分に所望のパターンを加える機械である。リソグラフィ装置は、例えば集積回路（IC）の製造で使用することができる。その場合、パターン形成デバイス（あるいは、マスクまたはレチクルと呼ぶ）を使用して、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ことができる。このパターンを、基板（例えばシリコン・ウェハ）上の（例えば1つまたは複数のダイの一部を含む）ターゲット部分に転写することができる。パターンの転写は通常、基板に提供される放射線感光材料（レジスト）の層へのイメージ形成によるものである。一般に、単一の基板は、隣接ターゲット部分の全ネットワークを含み、これらターゲット部分は連続的にパターン形成される。既知のリソグラフィ装置には、ターゲット部分に全パターンを一度に露光することによって各ターゲット部分を照射するいわゆるステッパと、放射線ビームによって所与の方向（「走査」方向）にパターンを走査し、それと同時に、同期して、この方向と平行または逆平行に基板を走査することによって各ターゲット部分を照射するいわゆるスキャナとが含まれる。また、基板上にパターンをインプリントすることによってパターン形成デバイスから基板にパターンを転写することもできる。

## 【0003】

リソグラフィ投影装置内において基板を比較的高い屈折率を有する液体、例えば水の中に液浸し、それにより投影システムの最終要素と基板と間の空間を充填することが提案されている。このポイントは、露光放射線が液体中ではより短い波長を有するので、より小さなフィーチャのイメージ形成が可能になることである（液体の効果は、システムの実効NAを増大し、また焦点深度を増大することと考えることもできる）。固体粒子（例えば水晶）を浮遊させた水を含む他の浸液も提案されている。

## 【0004】

しかし、液体浴内への基板の液浸、または基板と基板テーブルの液浸（例えば、本明細書によって参照として全体を組み込む米国特許4509852号明細書参照）は、走査露光中に加速させなければならない大量の液体が存在することを意味する。これは、追加の、あるい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影響を引き起こす場合がある。

## 【0005】

提案されている解決策の1つは、液体供給システムのために、液体制限システムを用いて、基板の局所化された領域、および投影システムの最終要素と基板との間にのみ液体を提供することである（基板は通常、投影システムの最終要素よりも大きい表面積を有する）。このように構成するために提案されている一方法が、本明細書によって参照として全体を組み込む国際公開W099/49504号パンフレットに開示されている。図2および図3に示すように、液体は、好ましくは最終要素に対する基板の移動方向に沿って、少なくとも1つの入口INから基板上に供給され、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から除去される。すなわち基板が-X方向に要素の下で走査される時、液体は要素の+X側に供給され、-X側で取り除かれる。図2に、液体が入口INを通して供給され、要素のもう一方の側で、低圧源に接続された出口OUTによって取り上げられる構成を模式的に示す。図2の例示では、液体は最終要素に対する基板の移動方向に沿って供給されているが、そうである必要はない。最終要素の周りに配置される入口および出口は、様々な方向および数とすることが可能であり、一例が図3に例示されてお

10

20

30

40

50

り、図中、入口とその両側にある出口とのセットが4つ、最終要素の周りに規則的なパターンで提供されている。

【0006】

提案されている別の解決策は、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びるシール部材を有する液体供給システムを提供することである。そのような解決策を図10に例示する。シール部材は、Z方向（光軸の方向）にはある程度の相対運動をする場合があるが、XY面では投影システムに対して実質的に静止している。シールが、シール部材と基板の表面との間に形成される。シールは、ガスシールなど非接触シールであることが好ましい。ガスシールを有するそのようなシステムは、本明細書によって参照として全体を組み込む欧州特許出願第03252955.4号明細書に開示されている。

10

【0007】

欧州特許出願第03257072.3号明細書では、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。そのような装置は、基板を支持するための2つのステージを備えている。第1の位置にあるステージで、浸液がない状態で水準測量が行われ、浸液が存在する第2の位置にあるステージで露光が行われる。別法では、装置がただ1つのステージを有している。

【0008】

しかし、液体が静止している場合、温度変動により投影ビームの波面擾乱が生じ、その結果、投影されるイメージにエラーが生じる可能性がある。したがって液体を定期的に新規補給(refresh)することが提案されている。しかし、上述したシールを使用すること、または液体を除去するためにシールの近傍に設けた出口を使用することにより機械的振動が生じ、それにより露光が乱れる。また、液体を新規補給することに関連する圧力は高く、投影システムは圧力変動の影響を非常に受けやすく、圧力変動が、投影システムの最終要素への変形および外乱をもたらす可能性がある。したがって投影システムの周囲の液体の深さを一定に保つべきである。

20

【0009】

投影システムに対する基板の運動が、圧力勾配を生成することがある。ある環境では、これによって液体が投影システムの下から押し流される可能性がある。液体が投影システムの下で一様でない限り、または気泡が投影システムの下方に存在すると、露光の精度が損なわれるであろう。

30

【0010】

シールの不良など装置内でエラーが生じた場合、または基板テーブルが投影システムの下から偶発的に外れた場合、液体が装置全体に分散され、液体が迅速に除去されなければ装置を損傷する可能性がある。上で提案された液体供給システム、特にガスシールを含むものは、液体を排出する十分に高速な方法を提供していない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、機械的振動による不必要な外乱をもたらすことなく、液体の圧力変動および/または温度変化を最小限に抑えるシステムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

これらおよびその他の目的は、本発明によれば、  
放射線の投影ビームを提供するための放射線システムと、  
所望のパターンに従って投影ビームにパターンを形成するように働くパターン形成手段を支持するための支持構造と、  
基板を保持するための基板テーブルと、  
前記パターン形成されたビームを基板のターゲット部分に投影するための投影システムと、

50

液体リザーバを形成するために、投影システムの最終要素と基板との間の空間を少なくとも部分的に液体で充填するための液体供給システムとを有するリソグラフィ投影装置であって、液体リザーバからのオーバーフローをさらに有することを特徴とするリソグラフィ投影装置によって達成される。

【0013】

オーバーフローは、浸液によって形成される液体リザーバからのものであり、余剰の液体が別の位置へと除去される。オーバーフローを使用して、液体の深さを実質的に一定な高さに維持することができ、それにより、液体の深さの変動による投影システムの最終要素における圧力変動を低減する。ガスシール内またはその周りで使用される出口以外の出口によって液体が除去されるので、機械的振動が低減される。オーバーフローの存在により、液体を、従来のシステムよりも高い流量で供給することができる。より高い液体交換の速度は、液体が熱くなり過ぎず、フォトレジストによる浸液の汚染も防止することを保証する。一実施例によれば、オーバーフローは液体供給システムの出口である。装置は、投影システムの最終要素と基板との間の空間に液体を供給するための入口をさらに有し、オーバーフローは、液体を効果的に除去することを保証するように、入口よりも上に配置される。液体は障壁によって境界を定められ、オーバーフローへの進入口は、障壁の反対側に配置される。したがって液体は、障壁の境界から外に出たときのみ、オーバーフローから除去される。オーバーフローは、前記液体が、前記障壁の上部を越えて流れるときに前記オーバーフロー内にのみ流れるように構成されていることが好ましい。オーバーフローは、障壁の上部と同じ高さに、または障壁の高さよりも低くなるように構成することができる。例えば障壁が稜部を形成し、この時、稜部の面積は、投影システムの最終要素の面積よりも小さくない。単純化のために、障壁が液体供給システムの一部を形成している。本説明で言及する液体供給システムは、流体を供給するための装置に単に限定されず、流体の位置、量、形状、流量、または任意の他の特徴を制御するための要素を含むことができる。温度変化を低減するために、流体は、定速で連続的に新規補給される。

【0014】

液体の上方の圧力を既知のレベルに維持するために、液体の上方の空間が気密部材によって封止されている。さらに、出口は、例えば既知の吸引力を提供することによって、液体の上方の気圧を一定のレベルに保つことができる。液体の上方の気圧を一定のレベルで維持することにより、投影システムでの圧力変動が低減される。

【0015】

本発明の別の観点によれば、冒頭の段落に明記したリソグラフィ装置において、放射線システムが、基板のターゲット部分に向けられた放射線の投影ビームを提供し、液体供給システムが、投影システムの最終要素と基板との間の空間に液体を供給するための入口と、投影システムの最終要素と基板テーブルとの間の前記空間の境界の少なくとも一部に沿って延びるシール部材とを有しているリソグラフィ装置であって、入口がシール部材の内周に近接しており、且つ基板のターゲット部分に向けられていることを特徴とするリソグラフィ装置が提供される。

【0016】

したがって投影システムのすぐ下の流体は新規補給（リフレッシュ）される。流体は、入口から、投影システムのすぐ下の領域に流れ、そこを循環して、出口を通して除去される。これはさらに、液体が出口に向かって流れるように、投影システムの要素と前記シール部材との間に経路が形成されるように構成された液体供給システムによって補助される。それにより、出口へ向かう流体の流れが制限される。出口は、経路の端部に配置することができる。したがって、液体が最小の自由面を有し、それにより表面波が存在せず、静止水圧が最小限になる。浸液が、チャンバを通して入口に供給される。チャンバは、チャンバと入口の間で小さな圧力降下しか生み出さないように構成されている。例えば、チャンバは、入口の断面積よりも大きな断面積を有するべきである。

【0017】

本発明の別の観点によれば、冒頭の段落に明記したリソグラフィ装置において、放射線システムが、基板のターゲット部分に向けられた放射線の投影ビームを提供し、液体供給システムが、投影システムの最終要素と基板との間の空間から液体を除去するための出口と、投影システムの最終要素と基板テーブルとの間の前記空間の境界の少なくとも一部に沿って延びるシール部材とを有しているリソグラフィ装置であって、シール部材と投影システムとが毛管経路を形成しており、前記出口が、毛管経路の少なくとも一部の端部に、液体を除去するように配置されていることを特徴とするリソグラフィ装置が提供される。

【0018】

したがって流体の深さは、毛管経路によって画定されたレベルに丁寧に制御される。装置は、前記空間に液体を供給するための入口をさらに有することができ、この入口は前記シール部材の内周に近接しており、且つ基板のターゲット部分に向けられている。それにより、投影システムのすぐ下、すなわち基板のターゲット部分にある流体が連続的に新規補給される。これは、過熱および汚染の影響を最も受けやすい流体である。入口は、投影システムの周りの連続する溝であることが好ましい。出口の流量は入口の流量よりも大きく、そのため余剰の流体が溜まらず、流体の深さは、毛管経路によって画定されたレベルを保つ。

【0019】

本発明のさらに他の目的は、液体の深さの変動による、投影システムの最終要素を取り囲む液体の圧力の突発的な変動を防止することである。

【0020】

この目的およびその他の目的は、本発明のさらに他の観点によって達成され、したがって冒頭の段落で明記したリソグラフィ投影装置であって、前記液体が、投影システムの最終要素の面積よりも小さくない面積を有する稜部を有する障壁によって境界を定められていることを特徴とするリソグラフィ投影装置が提供される。したがって稜部は、投影システムの最終要素と基板との間の浸液の体積が稜部の高さよりも上まで増大したときに、浸液の深さが非常にゆっくりとしか増大しないような面積を有するべきである。単純化のために、障壁は液体供給システムの一部である。

【0021】

本発明のさらに他の目的は、システム・エラー時に液体を迅速かつ効率的に除去することができるシステムを提供することである。

【0022】

本発明のさらに他の観点によれば、液体供給システムは、投影システムの最終要素と基板との間の空間に液体を供給するための入口と、前記入口を高真空源に接続する手段とをさらに有する。したがってシステム故障が存在する場合（例えば基板テーブルが突然外れた場合）に、入口を使用して装置から液体を除去することができ、それによって液体が装置全体にわたって漏れ出て、精密な構成要素を損傷するのを防止する。入口は、しばしば液体体積の下端部の側により近接しているので、入口を通して液体を除去することは、単に出口を使用するよりも効果的な方法となる場合がある。したがって入口は、緊急時に液体の抜取りの速度を上げる追加の出口として働く。弁が、入口を高真空源に接続するのに特に適した手段であることが判明している。システム故障が発生したとき、弁は、迅速かつ単純に入口を高真空源に接続する。任意選択で、弁をシステム故障時に自動的に作動させることができる。

【0023】

任意の従属請求項を、任意の他の独立請求項に従属させることができることは、当業者に明らかであろう。

【0024】

従来技術によれば、

放射線感光材料の層によって少なくとも部分的に覆われた基板を提供するステップと、放射線システムを使用して放射線の投影ビームを提供するステップと、

パターン形成手段を使用して、投影ビームの断面にパターンを与えるステップと、

10

20

30

40

50

前記投影ステップで使用される投影システムの最終要素と基板との間に、入口を通して液体を供給するステップと、

パターン形成された放射のビームを、放射線感光材料の層のターゲット部分に投影するステップとを含むデバイス製造方法が提供されている。

【0025】

本発明のさらに他の観点によれば、オーバーフローを提供するステップをさらに含むことを特徴とする上述の方法によるデバイス製造方法が提供される。

【0026】

本発明のさらに他の観点によれば、流体の量が所与の高さを越えたときに、流体の量の増大が流体の深さの大幅な変化をもたらさないことを特徴とする上述したデバイス製造方法が提供される。

10

【0027】

本発明のさらに他の観点によれば、投影ビームが基板のターゲット部分に向けて投影され、液体が入口から供給され、且つシール部材によって境界を定められるデバイス製造方法であって、液体が入口から流れ、且つ基板のターゲット部分に向けられていることを特徴とする上述したデバイス製造方法が提供される。入口は、シール部材の内周に近接して提供される。

【0028】

本発明のさらに他の観点によれば、前記液体の深さが毛管力によって制御されることを特徴とする上述したデバイス製造方法が提供される。毛管力は、シール部材と、パターン形成された放射のビームを基板に向けて投影するための手段との間にある。

20

【0029】

本発明のさらに他の観点によれば、液体が入口から供給されるデバイス製造方法であって、前記入口を高真空源に接続する手段をさらに提供するステップを含むことを特徴とする上述したデバイス製造方法が提供される。

【0030】

本明細書では、ICの製造での本発明による装置の使用に特に言及しているが、そのような装置が多く他の可能な用途を有することを明確に理解すべきである。例えば、集積光システム、磁気ドメイン・メモリ用の誘導および検出パターン、液晶ディスプレイ・パネル、薄膜磁気ヘッドなどの製造で採用することができる。そのような他の用途の文脈では、本文での用語「レチクル」、「ウェハ」、または「ダイ」の使用を、それぞれより一般的な用語「マスク」、「基板」、および「ターゲット部分」によって置き換えられると考えるべきである。

30

【0031】

本文献では、用語「放射線」および「ビーム」を、紫外放射線（例えば365、248、193、157、または126nmの波長を有する）を含む全てのタイプの電磁放射線を包含するものとして使用している。

【図面の簡単な説明】

【0032】

40

【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】従来技術のリソグラフィ投影装置で使用される液体供給システムを示す図である。

【図3】従来技術のリソグラフィ投影装置で使用される液体供給システムを示す図である。

【図4】本発明の一実施例によるリソグラフィ投影装置の詳細を示す図である。

【図5】オーバーフローを示す本発明の別の実施例によるリソグラフィ投影装置の詳細を示す図である。

【図6】本発明の一実施例による代替リソグラフィ投影装置の詳細を示す図である。

【図7】本発明の一実施例による代替リソグラフィ投影装置の詳細を示す図である。

50

【図8】本発明の一実施例による代替リソグラフィ投影装置の詳細を示す図である。

【図9】本発明の一実施例の詳細を示す図である。

【図10】別の従来技術リソグラフィ投影装置による液体供給システムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の実施例を、単に例として、添付の概略図面を参照しながら説明する。図中、対応する参照符号は対応する部分を示している。

【0034】

「実施例1」

図1に、本発明の一実施例によるリソグラフィ装置を模式的に示す。本装置は、放射線ビームB（例えばUV放射線またはDUV放射線）を調整するように構成された照明システム（照明器）ILと、

パターン形成デバイス（例えばマスク）MAを支持するように構成された支持構造であって、あるパラメータに従ってパターン形成デバイスを正確に位置決めするように構成された第1の位置決め手段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成された基板テーブルであって、ある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の位置決め手段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、

放射線ビームBに与えられたパターンを、パターン形成デバイスMAによって基板Wの（例えば1つまたは複数のダイを有する）ターゲット部分C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

を有している。

【0035】

照明システムは、放射線を方向付け、成形し、または制御するために、屈折、反射、磁気、電磁気、静電気、もしくは他のタイプの光学構成要素など様々なタイプの光学構成要素、またはそれらの任意の組み合わせを含むことができる。

【0036】

支持構造は、パターン形成デバイスを支持し、すなわちパターン形成デバイスの重量を支承している。支持構造は、パターン形成デバイスの向き、リソグラフィ装置のデザイン、およびその他の条件、例えばパターン形成デバイスが真空環境内で保持されているかなどに応じた様式で、パターン形成デバイスを保持する。支持構造は、パターン形成デバイスを保持するために、機械的、真空、静電気、またはその他のクランプ技法を使用することができる。支持構造は、例えばフレームまたはテーブルとすることができ、必要に応じて固定することも可動にすることもできる。支持構造は、パターン形成デバイスが、例えば投影システムに対して所望の位置にあることを保証することができる。本明細書における用語「レチクル」または「マスク」の使用は、より一般的な用語「パターン形成デバイス」と同義と考えることができる。

【0037】

本明細書で使用する用語「パターン形成デバイス」は、基板のターゲット位置にパターンを作成するように放射線ビームの断面にパターンを与えるために使用することができる任意のデバイスを表すものとして広範に解釈すべきである。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補助フィーチャを含む場合、放射線ビームに与えられるパターンは、基板のターゲット部分での所望のパターンに正確には対応していない場合があることに留意すべきである。一般に、放射線ビームに与えられるパターンは、集積回路などターゲット部分に作成されるデバイスにおける特定の機能層に対応している。

【0038】

パターン形成デバイスは、透過型または反射型とすることができる。パターン形成デバイスの例として、マスク、プログラム可能ミラー・アレイ、プログラム可能LCDパネルが挙げられる。マスクはリソグラフィにおいてよく知られており、バイナリ・マスク、レベンソン型位相シフト・マスク、およびハーフトーン型位相シフト・マスクなどのマスク

10

20

30

40

50

・タイプ、ならびに様々なハイブリッド・マスク・タイプを含む。プログラム可能ミラー・アレイの一例は、小さなミラーのマトリクス配列を採用しており、入射する放射線ビームを異なる方向に反射するように各ミラーを個別に傾けることができる。傾けられたミラーが、ミラー・マトリクスによって反射される放射線ビームにパターンを与える。

【0039】

本明細書で使用する用語「投影システム」は、使用される露光放射線、または浸液の使用もしくは真空の使用など他の因子に適するように、屈折、反射、反射屈折、磁気、電磁気、および静電気光学システム、またはそれらの任意の組み合わせを含めた任意のタイプの投影システムを包含するものとして広範に解釈すべきである。本明細書における用語「投影レンズ」の使用は、より一般的な用語「投影システム」と同義と考えることができる。

10

【0040】

本明細書で示すように、本装置は、(例えば透過マスクを採用する)透過型のものである。別法として、装置を(例えば上述したようなタイプのプログラム可能ミラー・アレイを採用した、あるいは反射マスクを採用した)反射型のものにもできる。

【0041】

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つ以上のマスク・テーブル)を有するタイプのものにもできる。そのような「マルチ・ステージ」の装置では、追加のテーブルを並列に使用することができ、あるいは、1つまたは複数のテーブルで準備ステップを行い、同時に1つまたは複数の他のテーブルを露光用に使用することができる。

20

【0042】

図1を参照すると、照明器ILが、放射源SOから放射線ビームを受けている。例えば放射源がエキシマ・レーザであるとき、放射源とリソグラフィ装置を別個のものとする事ができる。そのような場合、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、放射線ビームは、例えば適切な方向付けミラーおよび/またはビーム拡大器を備えたビーム・デリバリ・システムBDを用いて、放射源SOから照明器ILに進められる。他の場合、例えば放射源が水銀ランプのときには、放射源をリソグラフィ装置の一部にすることができる。放射源SOと照明器ILとは、必要であればビーム・デリバリ・システムBDと共に、放射線システムと呼ぶことができる。

【0043】

30

照明器ILは、放射線ビームの角強度分布を調整するための調整器ADを備えることができる。一般に、照明器の瞳平面での強度分布の少なくとも外側および/または内側半径方向範囲(通常、それぞれアウターおよびインナーと呼ばれる)を調整することができる。さらに、照明器ILは、積分器INおよび集光器COなど様々な他の構成要素を備えることができる。照明器を使用して、断面で所望の一様性および強度分布を有するように放射線ビームを調整することができる。

【0044】

放射線ビームBは、基板構造(例えばマスク・テーブルMT)上に保持されたパターン形成デバイス(例えばマスクMA)に入射し、パターン形成デバイスによってパターン形成される。マスクMAを通った後、放射線ビームBは投影システムPSを通過し、投影システムPSが、ビームを基板Wのターゲット部分C上に集光する。第2の位置決め手段PWおよび位置センサIF(例えば干渉計デバイス、線形エンコーダ、または容量センサ)を用いて、例えば放射線ビームBの経路内に様々なターゲット部分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の位置決め手段PMおよび別の位置センサ(図1には明示していない)を使用して、例えばマスク・ライブラリから機械的に取り出した後に、または走査中に、放射線ビーム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。一般にマスク・テーブルMAの移動は、第1の位置決め手段PMの一部を形成する長行程モジュール(粗い位置決め)および短行程モジュール(精密な位置決め)を用いて実現することができる。同様に、基板テーブルWTの移動は、第2の位置決め手段PWの一部を形成する長行程モジュールおよび短行程モジ

40

50



ルールを使用して実現することができる。(スキャナではなく)ステッパの場合、マスク・テーブルMTを、短行程アクチュエータのみに接続すればよく、あるいは固定することもできる。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を使用して整列させることができる。図示した基板アラインメント・マークは、特定のターゲット部分に位置しているが、ターゲット部分同士の間空間内に位置させることもできる(スクライブ・レーン・アラインメント・マークと呼ばれる)。同様に複数のダイがマスクMA上に提供される状況では、マスク・アラインメント・マークをダイの間に位置させることができる。

#### 【0045】

図示する装置は、以下のモードの少なくとも1つで使用することができる。

(1)ステップ・モードでは、マスク・テーブルMTおよび基板テーブルWTは基本的に静止したままであり、放射線ビームに与えられた全パターンが一括してターゲット部分Cに投影される(すなわち、ただ1回の静的露光)。次いで、異なるターゲット部分Cを露光することができるように、基板テーブルWTがXおよび/またはY方向に移動される。ステップ・モードでは、露光領域の最大サイズが、ただ1回の静的露光でイメージ形成されるターゲット部分Cのサイズを制限する。

(2)走査モードでは、放射線ビームに与えられたパターンがターゲット部分Cに投影される間に、マスク・テーブルMTと基板テーブルWTが同期して走査される(すなわちただ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)およびイメージ反転特性によって決定することができる。走査モードでは、露光領域の最大サイズが、ただ1回の動的露光におけるターゲット部分の(非走査方向での)幅を制限し、走査運動の長さが、ターゲット部分の(走査方向での)高さを決定する。

(3)別のモードでは、放射線ビームに与えられたパターンがターゲット部分Cに投影される間、マスク・テーブルMTは、プログラム可能パターン形成デバイスを保持して基本的に静止したままであり、基板テーブルWTが移動または走査される。このモードでは通常、パルス放射源が採用され、プログラム可能パターン形成デバイスは、基板テーブルWTの毎回の移動後に、または走査中に、連続する放射線パルスの合間に必要に応じて更新される。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・アレイなどプログラム可能パターン形成デバイスを利用するマスクレス・リソグラフィに簡単に適用

#### 【0046】

上述した使用モードの組み合わせおよび/または変形態様、あるいは全く異なる使用モードを採用することもできる。

#### 【0047】

図4に示すように、投影レンズと基板との間の液体リザーバ10は、投影レンズの周囲で環をなすガスシール16によって境界を定められている。シール、好ましくはガスシールは、入口15を通してシール部材12と基板との間の空隙に圧力下で提供され、第1の出口14を通して抜き取られる気体、例えば空気または合成空気、しかし好ましくはN2または別の不活性気体によって形成される。気体入口15での過圧、第1の出口14での真空レベル、および空隙の幾何形状は、内側に液体を閉じ込める高速気流が存在するように構成される。気体入口および出口と基板Wとの距離は小さい。

#### 【0048】

液体リザーバは、入口21および22から液体を供給され、余剰の液体は出口14を通して除去される。液体リザーバは、図4に示すように、液体リザーバの境界を規定して障壁を形成するシール部材12が急に広がる高さまで、投影システムPSの最終要素の底部の上に延びている。シール部材の上部は稜部を形成し、その面積は、投影システムPLの最終要素の底部の面積と同じか、あるいはそれよりも大きい。したがって、もしリザーバ内の液体の量が急激に増加しても、シール部材12の上部の大きな領域における浸液の大きな体積増加が浸液の深さの大きな変化を生じないので、リザーバ10の深さは大幅には

10

20

30

40

50

上昇しない。したがって、リザーバの深さの変化による圧力変動が最小限のものとなる。

【 0 0 4 9 】

「実施例 2」

図 5 に、実施例 1 で説明した構造に対する代替構成を示す。オーバーフロー構造 2 5 が余剰の液体を収集する。大量の余剰液体をオーバーフロー構造 2 5 内に収容することができるので、液体の量の増加による液体リザーバ 1 0 の深さの上昇は非常に小さくなることが見込まれる。流体の境界を画す障壁を形成する環状堤防 2 7 が存在し、液体の量が増大したとき、液体は、堤防 2 7 を越えて、出口であるチャンネル 2 6 内に流れ、リザーバ 1 0 から液体が除去される。この例では、大部分の液体が、出口 1 4 ではなくチャンネル 2 6 を通して除去される。したがって流体の深さが堤防 2 7 の高さによって制御される。大量の液体が出口 1 4 を通して除去されないので、シール部材 1 2 で振動があまり引き起こされず、ガスシール 1 6 がより効果的に機能する。気体含有量が確実に小さくなるように、チャンネル 2 6 の流量は十分に小さくされるべきである。チャンネル 2 6 は、入口 2 1 および 2 2 よりも上に配置されており、したがって流体はチャンネル 2 6 内に溢れる。

【 0 0 5 0 】

「実施例 3」

図 6 に示す実施例は、以下に示す態様を除いて上の実施例と同じである。シール部材 1 2 から離隔されているただ 1 つの入口 2 2 が存在する。入口 2 2 は、投影システム P S とシール部材 1 2 との間に形成されており、流体は、堤防 2 7 の高さよりも下であり、しかし投影システム P S の最終要素の底部の高さよりも上の高さで入口 2 2 から流出する。流体は、定速 R で供給され、しかし実施例 2 と同様に、大部分は気体出口 1 4 ではなくチャンネル 2 6 を通して除去される。チャンネル 2 6 を通した物質除去の速度も定速 R である。シール 3 2 がリザーバ 1 0 の周囲に気体を閉じ込めており、水分を含んだ気体が装置全体に浸透して精密な部品を損傷し、測定、例えば干渉計の読み取り精度を損なうのを防いでいる。リザーバ 1 0 の上方の気圧を一定に保つために、したがって投影システム P L の最終要素での圧力を一定に保つために、気体が行けることができるシール 3 2 を通る経路 3 3 が存在する。経路 3 3 は、装置の外側に延び、それにより水分を含んだ気体を除去する。経路 3 3 は、好ましくは低い抵抗を有し、気体が自由に流れることを可能にすべきである。

【 0 0 5 1 】

「実施例 4」

この実施例では、流体は、図 7 に示されるシール部材 1 2 の内周に構成された同心円状（すなわち環状）の入口 2 3 を通して供給される。入口 2 3 は、約  $20\ \mu\text{m}$  ~  $300\ \mu\text{m}$ 、好ましくは  $150\ \mu\text{m}$  のスリット幅を有し、基板 W から約  $0.5\ \text{mm}$  の距離に配置されており、流体のチャンネルを投影システム P S のすぐ下の領域（すなわちターゲット部分）に向けており、それにより投影システム P S のすぐ下の流体が常に新規補給される。この例では、入口は、シール部材 1 2 の内縁部を形成しているが、シール部材 1 2 の内周に近接するように配置することもできる。別法として、入口 2 3 を、シール部材 1 2 の内周に配置された複数のパイプとすることもできる。図 7 に示すように、投影システム P S の要素とシール部材 1 2 との間に経路が形成される。流体は、投影システム P S の最終要素の下を循環した後、この経路を通して流れ、堤防 2 7 を越えて、出口 2 8 を通して除去される。しかし前述の実施例と異なり、投影システム P S の要素、または装置の別の部分が、リザーバ 1 0 の上側の境界を定めている。したがって表面波が生じず、静止水圧が制限され、投影システム P S に対する継続的な一様の圧力が得られる。

【 0 0 5 2 】

「実施例 5」

この実施例は、以下に説明する態様を除いて実施例 4 と同じである。入口 3 3 は環状であり、直径が約  $50$  ~  $100\ \text{mm}$  であり、幅が  $20\ \mu\text{m}$  ~  $300\ \mu\text{m}$ 、好ましくは  $150\ \mu\text{m}$  である。図 8 に示すように、入口 3 3 を、シール部材 1 2 の底部の前で終端させることができ、あるいはシール部材 1 2 の底部、または中間の任意の場所まで延びるようにす

10

20

30

40

50

ることできる。浸液は、チャンバ34を通して入口33に供給され、チャンバ34は、流れに対する制約をより小さくすることを保証するために、入口33よりも大きい断面積を有している。

【0053】

この実施例では、シール部材12と投影システムPSは、浸液が毛管力によって堤防27の高さでシール部材12と投影システムPLとの間に保持されるように構成されている。

【0054】

シール部材12の縁部は、投影システムPSに向かって、放射線ビームBの伝播方向に対して約45°の角度で傾斜している。堤防27は、この傾斜を横切り、放射線ビームBの伝播方向に実質的に垂直な広い稜部を形成している。投影システムPSの縁部は、シール部材12に対して補完的な形状を有し、放射線ビームBの伝播方向に対して約45°の傾斜を有し、また、傾斜の半径方向外側に放射線ビームBの伝播方向に垂直な広い領域を有している。

10

【0055】

出口38は、堤防27を過ぎた位置に構成され、入口33を通る流量よりも大きい流量を有し、リザーバ10内の浸液の量が制御されることを保証する。その結果、ある程度の気体も、出口38を通して除去される。距離d3は、シール部材12の作動高さによって決定され、この例では、少なくとも2mmである。しかし、距離d3は、出口38に十分な気流が存在することを保証するために、できるだけ大きくすべきである。装置のこの構成は、浸液の深さが、堤防27のすぐ上の投影システムPSの高さで一定に保たれることを保証する。

20

【0056】

投影システムの最終要素を損傷から守るために、堤防27と投影システムPSの距離は2mmであり、投影システムの最終要素と基板の距離は2mmよりも大きい。

【0057】

「実施例6」

この実施例では、入口を通る液体の流れが図9に示される弁45によって制御される。装置の通常動作中、弁45は、流体が入口33を通過して自由に流れることができるようにしている。しかしシステムまたは装置内でエラー、例えば基板Wおよび基板テーブルWTの偶発的な外れ、またはサーボ・エラーが検出されると、弁45は、自動的に入口33を高真空チャンバ（添付の図面には図示せず）に接続する。それにより、液体をリザーバから迅速に除去することができる。弁45と、それに関連する真空チャンバは、他の入口、例えば実施例4～7に示す入口21および23に接続することもできる。

30

【0058】

本明細書では、ICの製造でのリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明したリソグラフィ装置が、集積光システム、磁区メモリ用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)、薄膜磁気ヘッドなど他の用途を有する場合もあることを理解されたい。そのような他の用途の文脈では、本明細書における用語「ウェハ」または「ダイ」の使用を、それぞれより一般的な用語「基板」または「ターゲット部分」と同義と考えることができることを当業者は理解されよう。本明細書で言及した基板は、露光前または露光後に、例えばトラック（典型的には、レジストの層を基板に塗布し、露光されたレジストを現像するツール）、測定ツールおよび/または検査ツールで処理することができる。該当する場合には、本明細書の開示を、そ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することができる。さらに、例えば多層ICを作成するために基板を複数回処理することもでき、したがって、本明細書で使用される用語「基板」は、すでに複数回処理された層を含む基板を表す場合もある。

40

【0059】

上では本発明の実施例の使用を光リソグラフィの文脈で特に言及してきたが、本発明を

50

他の用途、例えばインプリント・リソグラフィで使用することもでき、文脈が許す限り、光リソグラフィに限定されないことを理解されたい。インプリント・リソグラフィでは、パターン形成デバイスのトポグラフィが、基板上に作成されるパターンを画成する。パターン形成デバイスのトポグラフィは、基板に供給されるレジストの層内に圧入することができ、その後、電磁放射線、熱、圧力、またはそれらの組み合わせを加えることによってレジストが硬化される。パターン形成デバイスがレジストから外され、レジストが硬化された後、レジストにパターンが残る。

【 0 0 6 0 】

本明細書で使用する用語「放射線」および「ビーム」は、紫外（UV）放射線（例えば、波長が約 365、248、193、157、または 126 nm）および極端紫外（EUV）放射線（例えば、波長が 5 ~ 20 nm の範囲内）、ならびにイオン・ビームや電子ビームなどの粒子ビームを含む全てのタイプの電磁放射線を包含する。

10

【 0 0 6 1 】

用語「レンズ」は、文脈が許す限り、屈折、反射、磁気、電磁気、および静電気光学構成要素を含む様々なタイプの光学構成要素の任意の 1 つまたはそれらの組み合わせを表す場合がある。

【 0 0 6 2 】

本発明の特定の実施例を上述してきたが、説明した以外の形でも本発明を実施できることを理解されたい。例えば、本発明は、上で開示した方法を記述するマシン可読指令の 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、または内部にそ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手段（例えば半導体メモリ、磁気または光ディスク）の形態とすることができる。

20

【 0 0 6 3 】

本発明は、特に上述したタイプであるが、しかしそれらに限定されない任意の液浸リソグラフィ装置に適用することができる。

【 0 0 6 4 】

上の説明は例示的な意図のものであり、限定を与えるものではない。したがって特許請求の範囲の規定を逸脱することなく、説明してきた本発明に変更を加えることができることを当業者は理解されよう。

【 0 0 6 5 】

30

B 放射線ビーム

I L 照明システム、照明器

M A パターン形成デバイス

P M 第 1 の位置決め手段

M T 支持構造、マスク・テーブル

W 基板

P W 第 2 の位置決め手段

C ターゲット部分

P S 投影システム

S O 放射源

40

B D ビーム・デリバリ・システム

A D 調整器

I N 積分器

C O 集光器

1 0 液体リザーバ

1 2 シール部材

1 4 出口

1 5 入口

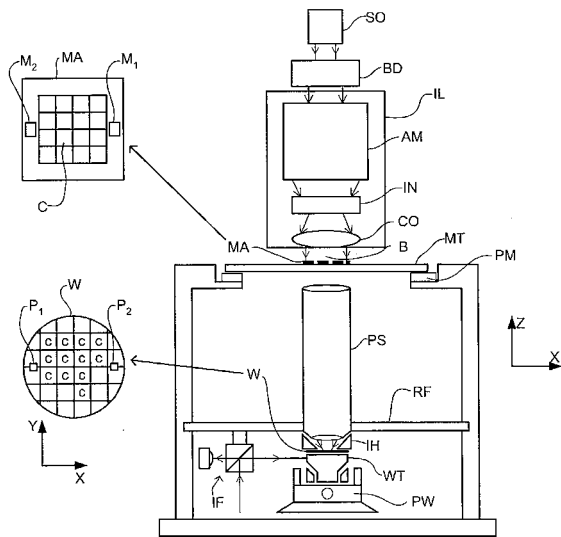
1 6 ガスシール

2 5 オーバーフロー構造

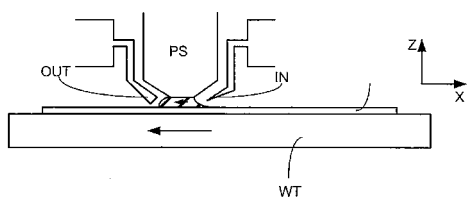
50

26、34 チヤネル  
27 堤防  
45 弁

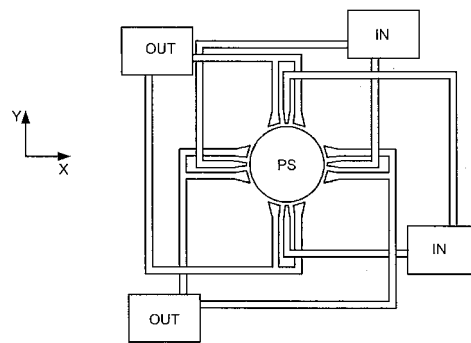
【図1】



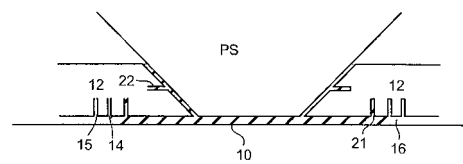
【図2】



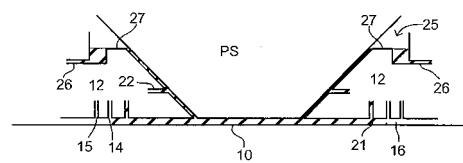
【図3】



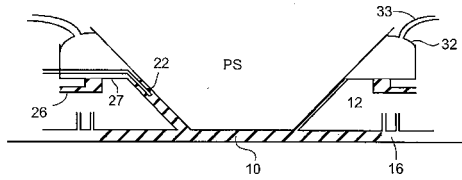
【図4】



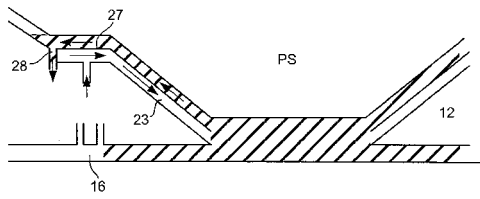
【図5】



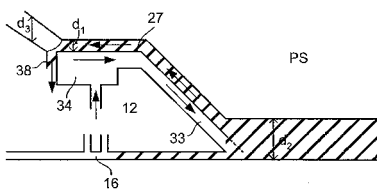
【図 6】



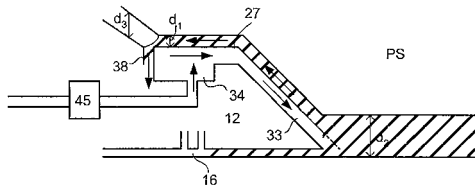
【図 7】



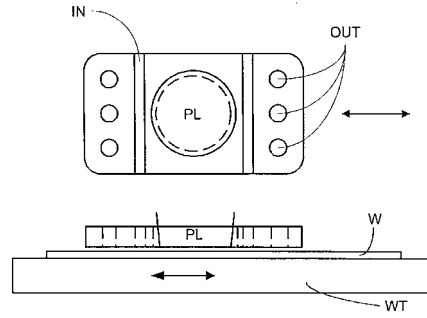
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ボブ シュトレーフケルク  
オランダ国、ティルブルク、エスドールンシュトラート 31
- (72)発明者 ヨハネス キャサリヌス ヒュベルテュス ムルケンス  
オランダ国、ヴァールレ、フォルト 5
- (72)発明者 エリック テオドルス マリア ビュラールト  
オランダ国、ロスマレン、マックス オイヴェ シュトラート 7
- (72)発明者 アレクセイ ユーリーフィヒ コレスニーシェンコ  
オランダ国、ヘルモント、マルグリートラーン 48
- (72)発明者 エリック ロエロフ ローブシュトラ  
オランダ国、ヘーツェ、ホディバルデスラーン 15
- (72)発明者 イエロエン ヨハネス ソフィア マリア マルテンス  
オランダ国、デュイツェル、ケムプシュトラート 19
- (72)発明者 ベルナルデウス アントニウス スラクヘッケ  
オランダ国、フェルトホーフエン、ピーツェンクイレン 89
- (72)発明者 パトリシウス アロイシウス ヤコブス ティンネマンズ  
オランダ国、ハペルト、ヘト ロンセル 28
- (72)発明者 ヘルマー ファン サンテン  
オランダ国、アムステルダム、ラクテ カディユク 17イー

審査官 久保田 創

- (56)参考文献 国際公開第2004/090956(WO, A1)  
特開平10-303114(JP, A)  
特開2004-193252(JP, A)  
特開2004-356205(JP, A)  
特開2005-085789(JP, A)  
特表2006-523026(JP, A)

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